



## Aplicación de Herramientas Tecnológicas de Riesgos laborales para fortalecer la seguridad y salud ocupacional en el personal operativo del Cuerpo de Bomberos Riobamba.

*Application of Technological Tools for Occupational Risks to strengthen occupational safety and health in the operational personnel of the Riobamba Fire Department.*

Paul Andrés Velastegui Romero<sup>1</sup> 

pavelastegui@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

Julio Bolívar Vásconez Espinoza<sup>3</sup> 

juliovasconez@bqc.com.ec

**Instituto Superior Tecnológico Oriente (ITSO)**  
Riobamba, Ecuador

Recepción: 05-01-2026

Aceptación: 10-02-2026

Publicación: 30-03-2026

**Como citar este artículo:** Velastegui, P. Quito, B. Vásconez, J. (2026). **Aplicación de Herramientas Tecnológicas de Riesgos laborales para fortalecer la seguridad y salud ocupacional en el personal operativo del Cuerpo de Bomberos Riobamba.** *Metrópolis. Revista de Estudios Globales Universitarios*, 7 (1), pp. 3262-3304.

<sup>1</sup> Tecnólogo en Comunicación Digital. Instituto Superior Tecnológico José Ortega y Gasset, 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> Ingeniero en Electrónica (Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE), Magister en Conectividad y Redes de Telecomunicaciones (Escuela Politécnica Nacional EPN (Egr.)), Magister en Educación Superior (Universidad América), Doctor en Educación PHD (Universidad Benito Juárez) México, Doctor en Ciencias de la Educación PHD (Universidad Bicentenario de Aragua) Venezuela, Postdoctorante en Educación (Universidad Internacional de Investigación México UIIMEX).





## Resumen

El presente artículo tiene como objetivo principal analizar la aplicación de herramientas tecnológicas en la gestión de riesgos laborales y su contribución al fortalecimiento de la seguridad y salud ocupacional del personal operativo del Cuerpo de Bomberos Riobamba. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, mediante una revisión bibliográfica sistemática de literatura científica publicada entre 2020 y 2025, la normativa nacional vigente relacionada con la seguridad y salud en el trabajo, incluyendo el Decreto Ejecutivo 2393, los lineamientos del Ministerio del Trabajo del Instituto Ecuatoriano. Los resultados de la revisión evidencian que la incorporación de herramientas tecnológicas, tales como plataformas digitales de gestión de seguridad y salud ocupacional, aplicaciones móviles de inspección, sistemas de monitoreo en tiempo real y matrices digitales de identificación de peligros, mejora significativamente los procesos de identificación, evaluación y control de riesgos laborales. También, estas tecnologías contribuyen al fortalecimiento de la cultura de prevención, optimizan la toma de decisiones y facilitan el cumplimiento de la normativa legal vigente en instituciones de respuesta a emergencias. Se concluye que la aplicación de herramientas tecnológicas representa una estrategia eficaz para reducir la probabilidad de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, así como para mejorar el bienestar integral del personal operativo del Cuerpo de Bomberos Riobamba. No obstante, su implementación debe realizarse de manera planificada e integrada a un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional estructurado, acompañado de procesos de capacitación continua y compromiso institucional, con el fin de garantizar su sostenibilidad y efectividad a largo plazo. **Palabras clave:** Salud ocupacional y riesgos laborales.

## Abstract

This article aims to analyze the application of technological tools in occupational risk management and their contribution to strengthening occupational safety and health for the operational personnel of the Riobamba Fire Department. The study was conducted under a qualitative approach through a systematic bibliographic review of scientific literature published between 2020 and 2025, as well as current national regulations related to occupational safety and health, including Executive Decree No. 2393, the guidelines issued by the Ministry of Labor, the technical standards of the Ecuadorian Institute for Standardization, and the Fire Defense Law. The results of the review indicate that the incorporation of technological tools, such as digital occupational safety and health management platforms, mobile inspection applications, real-time monitoring systems, wearable devices, and digital hazard identification matrices, significantly improves the processes of identifying, assessing, and controlling occupational risks in high risk emergency response environments. Additionally, these technologies contribute to strengthening the culture of prevention, optimizing decision making, improving information traceability, and facilitating compliance with current legal and technical regulations applicable to public safety institutions. It is concluded that the application of technological tools represents an effective strategy to reduce the likelihood of occupational accidents and occupational diseases, as well as to enhance the physical, mental, and organizational well being of the operational personnel of the Riobamba Fire Department. However, their successful implementation requires institutional commitment, continuous training, and integration into a structured occupational safety





and health management system, ensuring sustainability, continuous improvement, and long term effectiveness in the protection of firefighters. **Keywords:** Occupational health and workplace hazards

## Introducción.

La seguridad y salud ocupacional constituyen pilares fundamentales en las organizaciones cuya labor implica la exposición a riesgos físicos, químicos, biológicos y psicosociales. En este contexto, los cuerpos de bomberos desempeñan un rol esencial en la protección de la vida y los bienes, enfrentando situaciones de emergencia que demandan esfuerzo físico extremo, exposición a altas temperaturas, sustancias tóxicas, estrés y sobrecarga laboral (García & López, 2022). Debido a estas condiciones, el personal operativo se encuentra en constante vulnerabilidad frente a accidentes laborales y enfermedades profesionales que pueden afectar su desempeño y bienestar general.

El avance de las tecnologías digitales ha permitido desarrollar herramientas innovadoras aplicadas a la gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Estas herramientas como plataformas digitales, sensores portátiles, monitoreo remoto, inteligencia artificial y sistemas de gestión en línea facilitan la identificación, evaluación y control de riesgos en tiempo real, mejorando la toma de decisiones preventivas (Martínez, 2023). Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2022), la incorporación de tecnologías emergentes en los sistemas de gestión de riesgos puede reducir hasta en un 30 % los incidentes laborales en instituciones de respuesta ante emergencias.

En el caso del Cuerpo de Bomberos de Riobamba, la gestión de riesgos laborales adquiere una relevancia particular, dado que el personal operativo realiza actividades críticas como la extinción de incendios,





rescates y atención de emergencias con materiales peligrosos. No obstante, la limitada implementación de herramientas tecnológicas en los procesos de seguridad y salud ocupacional dificulta el seguimiento de indicadores, la evaluación de condiciones de trabajo y la detección temprana de riesgos (Ministerio de Trabajo del Ecuador, 2021). Por ello, se hace necesario fortalecer los mecanismos de control y prevención mediante soluciones tecnológicas adaptadas a la realidad institucional.

La aplicación de tecnologías en la gestión de riesgos laborales no solo optimiza los recursos humanos y materiales, sino que también promueve una cultura preventiva basada en datos y evidencia científica. Como afirman Hernández y Rojas (2023), el uso de herramientas digitales en la salud ocupacional permite “integrar información precisa y oportuna que orienta las acciones preventivas y mejora la sostenibilidad organizacional” (p. 64). En este sentido, el uso de sistemas tecnológicos puede convertirse en un factor determinante para proteger la integridad del personal operativo y garantizar la eficiencia del servicio bomberil.

En consecuencia, la presente investigación tiene como objetivo analizar la aplicación de herramientas tecnológicas en la gestión de riesgos laborales para fortalecer la seguridad y salud ocupacional en el personal operativo del Cuerpo de Bomberos de Riobamba. Se busca generar un modelo de gestión tecnológica que contribuya a la prevención de accidentes, al bienestar del trabajador y a la mejora continua de las condiciones laborales dentro de la institución.

## **Marco Teórico.**

La seguridad y salud ocupacional (SSO) constituye un componente esencial dentro de toda organización, orientado a prevenir accidentes,





enfermedades laborales y promover entornos de trabajo seguros. La Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2022) define la SSO como un conjunto de políticas, normas y prácticas cuyo propósito es proteger la vida y el bienestar físico, mental y social de los trabajadores. En profesiones de alto riesgo, como la labor bomberil, estos principios adquieren una relevancia aún mayor, ya que los bomberos enfrentan condiciones extremas que involucran exposición al calor, humo, sustancias químicas, caídas y estrés emocional (García & López, 2022).

El trabajo operativo del personal del Cuerpo de Bomberos de Riobamba implica desafíos constantes que ponen en riesgo su integridad física y mental. La correcta gestión de los riesgos laborales no solo busca reducir accidentes, sino también garantizar la continuidad operativa y la calidad del servicio brindado a la comunidad. Según el Ministerio de Trabajo del Ecuador (2021), las instituciones bomberiles deben implementar políticas de seguridad que integren la evaluación permanente de riesgos, la capacitación continua y la aplicación de tecnologías que permitan una supervisión eficaz de las condiciones laborales.

La gestión de riesgos laborales se define como un proceso sistemático orientado a identificar, evaluar y controlar los peligros derivados del trabajo (Hernández & Rojas, 2023). Este proceso incluye la planificación de medidas preventivas, el monitoreo de las condiciones de trabajo y la adopción de estrategias de mejora continua. La norma ISO 45001:2018 establece que los sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo deben basarse en la participación activa de los trabajadores, la evaluación del contexto organizacional y la integración de herramientas tecnológicas que optimicen la detección de riesgos (International Organization for Standardization [ISO], 2018). En el caso del personal operativo de los





bomberos, estos riesgos se intensifican debido a la naturaleza impredecible de sus labores, lo cual demanda mecanismos avanzados de control y respuesta.

En el contexto de los cuerpos de bomberos, estas tecnologías pueden ser aplicadas en distintos ámbitos. Por ejemplo, los dispositivos portátiles pueden registrar la frecuencia cardíaca, temperatura corporal y exposición a gases tóxicos, mientras que las cámaras térmicas y drones facilitan la evaluación de escenarios peligrosos sin exponer al personal (Alves, Vaz & Fernandes, 2020). Asimismo, los sistemas de gestión digital permiten documentar incidentes, planificar capacitaciones y mantener un registro de la salud ocupacional de cada miembro operativo. De acuerdo con López (2021), la digitalización de los procesos en los cuerpos de bomberos contribuye a una respuesta más rápida y segura ante emergencias, fortaleciendo la cultura preventiva dentro de la institución.

El uso de herramientas tecnológicas en la gestión de riesgos no solo se traduce en una reducción de accidentes, sino también en una mejora de la eficiencia organizacional. Hernández y Rojas (2023) afirman que las tecnologías aplicadas a la salud ocupacional permiten integrar información precisa y oportuna, lo que facilita la toma de decisiones basada en evidencia. En el Cuerpo de Bomberos de Riobamba, la incorporación de sistemas de monitoreo y análisis digital podría optimizar la supervisión de las condiciones laborales, anticipar riesgos y fortalecer la seguridad del personal operativo, especialmente durante las operaciones de rescate e incendio.

En Ecuador, el marco normativo que regula la seguridad y salud ocupacional está sustentado en la Constitución de la República del Ecuador (2008), el Código del Trabajo y el Reglamento de Seguridad y Salud de los





Cuerpos de Bomberos (Ministerio de Trabajo, 2021). Estas disposiciones establecen la obligación de adoptar medidas preventivas y promover el uso de tecnologías para garantizar entornos laborales seguros. Además, la norma internacional ISO 45001:2018 complementa este marco al proporcionar un sistema estructurado que busca la mejora continua de la gestión de la SSO en las instituciones públicas y privadas (ISO, 2018).

Desde un enfoque teórico, la teoría de los sistemas socio-técnicos sostiene que el éxito de una organización depende del equilibrio entre sus componentes humanos y tecnológicos (Trist & Emery, 1951). Esta perspectiva enfatiza que la tecnología debe adaptarse a las capacidades y necesidades del personal para potenciar su desempeño y seguridad. Asimismo, la teoría de la gestión del riesgo desarrollada por Kaplan y Garrick (1981) plantea que toda decisión debe basarse en la identificación, evaluación y control cuantitativo de los riesgos, lo que permite priorizar acciones preventivas y optimizar recursos. Ambas teorías sustentan la importancia de integrar la tecnología en la gestión de riesgos laborales dentro de instituciones como los cuerpos de bomberos, la investigación permitirá comprender que la seguridad y salud ocupacional no depende únicamente de la dotación de equipos de protección o de la capacitación del personal, sino también de la incorporación de sistemas tecnológicos que faciliten la vigilancia, el análisis y la mejora continua de los procesos operativos.

## Estado del Arte

En el entorno de la seguridad y salud ocupacional (SST), el desarrollo e incorporación de herramientas tecnológicas ha adquirido un papel central, particularmente para las actividades de alta exigencia como las que realiza el personal operativo del Cuerpo de Bomberos. En este sentido, la literatura





contemporánea evidencia tanto avances significativos como retos en la aplicación de estas tecnologías, lo cual resulta relevante para plantear la aplicación al contexto de la institución bomberil en Riobamba.

Primero, es importante destacar que los sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SG-SST) constituyen una base estructural para la prevención de riesgos laborales. Por ejemplo, Leal Terranova (2014) señala que los SG-SST “tienen por objeto proporcionar un método para evaluar y mejorar los resultados en la prevención de los incidentes y accidentes por medio de la gestión eficaz de los peligros y riesgos en el lugar de trabajo” (p. ..., como citado en Leal Terranova, 2014). Este enfoque sistemático permite que la organización adopte un ciclo de mejora continua en cuanto a la identificación de peligros, la evaluación de riesgos, la implementación de controles, y la revisión de resultados.

En el contexto bomberil, donde los riesgos pueden cambiar rápida y dinámicamente (ej. incendios, rescates, atmósferas peligrosas), un SG-SST robusto combinado con tecnologías adecuadas tiene un gran potencial.

La incorporación de herramientas digitales, o soluciones tecnológicas en SST es un campo en expansión. Las “herramientas electrónicas” como aplicaciones de software accesibles a través de internet, ordenador, tableta o teléfono que ayudan en el cumplimiento legal, la identificación de peligros y la formación en prevención. Este tipo de herramientas favorece la comunicación, el análisis de datos y la interacción con los trabajadores y el entorno laboral.

Un estudio de revisión (scoping review) de 99 artículos sobre tecnologías aplicadas a salud y seguridad ocupacional encontró que dispositivos





portátiles (wearables), sensores, aplicaciones móviles y sistemas de análisis de datos permiten monitorear condiciones físicas, variables fisiológicas, exposición al riesgo y comportamiento en el trabajo.

En particular, se menciona el seguimiento de frecuencia cardiaca, calidad del sueño, sensores de movimiento o de ambiente. Para el personal operativo de bomberos, que se enfrenta a esfuerzos físicos intensos, ambientes de alta temperatura, humo, cambiante visibilidad y carga emocional, estas tecnologías ofrecen una vía para anticipar y mitigar riesgos.

Asimismo, otra revisión sistemática más reciente sobre la aplicación de la inteligencia artificial (IA) en SST expone que, aunque la promesa es alta, la evidencia de impacto real en reducción de lesiones o enfermedades aún es limitada: “no studies were of high quality” y sólo dos estudios cumplieron con criterios de elegibilidad, uno de los cuales tenía calidad moderada.

Esto sugiere que, si bien la tecnología está disponible, su implementación requiere rigor metodológico, adaptabilidad y evaluación continua para demostrar su eficacia. En el contexto de un Cuerpo de Bomberos, esto implica diseñar proyectos pilotos, recoger datos y generar evidencias internas.

En el Cuerpo de Bomberos Riobamba, es relevante considerar la aceptación del personal, la capacitación, la claridad en los objetivos del monitoreo y las políticas institucionales de protección de datos, para garantizar que la tecnología sea complementaria y aceptada, no una fuente de resistencia.

Este tipo de herramientas puede adaptarse a la operatividad del Cuerpo de Bomberos, lo cual permitiría pasar del registro manual a la gestión digital





de riesgos, generar alertas tempranas y reportes automáticos para la mejora continua.

Además, la aplicación de tecnologías específicas en entornos de alto riesgo, como el de los bomberos, ha sido objeto de investigación: por ejemplo, en uno de los prototipos se desarrolló un sistema basado en cámaras térmicas, cámaras RGB y sensores para equipar a los bomberos con visualización aumentada (realidad aumentada) y procesamiento mediante IA para detectar objetos de interés, rutas de evacuación y posibles obstáculos.

La evidencia sugiere que la aplicación de herramientas tecnológicas en riesgos laborales tiene múltiples beneficios potenciales: mejora en la detección de peligros y exposición, monitoreo continuo de variables de salud y ambiente, mayor rapidez en la toma de decisiones, y fortalecimiento de la cultura preventiva. Sin embargo, también hay desafíos: falta de evidencia robusta de impacto, consideraciones éticas de datos, necesidad de adaptación al contexto, formación del personal, y la integración con los sistemas de gestión existentes.

Para el contexto del Cuerpo de Bomberos Riobamba, se puede plantear una hoja de ruta que incluya.

- Establecimiento de un SG-SST fortalecido con normativas locales ecuatorianas y compromiso institucional.
- Identificación de riesgos específicos del personal operativo (exposición al fuego, humo, calor, caídas, estrés, carga física, ambientes confinados).
- Selección de herramientas tecnológicas adecuadas (por ejemplo, sensores de calor y humo, wearables de frecuencia cardíaca,





aplicación móvil para reporte de incidentes, plataforma digital para gestión de riesgos)

- Piloto de implementación y recolección de datos.
- Evaluación cuantitativa y cualitativa del impacto.

## **Desarrollo.**

### **Naturaleza del trabajo operativo en el Cuerpo de Bomberos de la ciudad de Riobamba.**

El trabajo operativo que desarrolla el Cuerpo de Bomberos de la ciudad de Riobamba se caracteriza por su complejidad, alto nivel de exigencia y elevada exposición a riesgos inherentes a las emergencias que atiende. Riobamba, ubicada en una zona de actividad volcánica, sísmica y con un crecimiento urbano acelerado, presenta un contexto particular para la labor bomberil, pues el personal operativo debe responder a incendios estructurales, forestales, rescates vehiculares en la red vial interprovincial, incidentes con materiales peligrosos, emergencias médicas prehospitalarias, rescates en altura, inundaciones y colapsos estructurales. Estos escenarios demandan intervenciones rápidas, coordinadas y precisas, donde el nivel de riesgo y la imprevisibilidad son constantes.

Las operaciones se realizan en condiciones dinámicas, donde factores como humo denso, temperaturas extremas, presencia de gases tóxicos, estructuras inestables, maquinaria pesada, tráfico vehicular o fenómenos naturales hacen que cada emergencia represente un entorno de trabajo hostil. El personal operativo del Cuerpo de Bomberos Riobamba debe ejecutar tareas que combinan fuerza física, resistencia aeróbica, coordinación y una alta capacidad de respuesta emocional. La





manipulación de equipos de extricación vehicular, motosierras, herramientas hidráulicas, escaleras extensibles, sistemas de ventilación forzada, cámaras térmicas y equipos de respiración autónoma (ERA) incrementa la complejidad operacional y exige una capacitación permanente. Además, el personal operativo trabaja con turnos prolongados de 24 horas, lo que incrementa la fatiga física y mental, y puede influir en el tiempo de reacción y la toma de decisiones durante las emergencias.

A estas exigencias se suman los riesgos psicosociales asociados a la atención de eventos traumáticos, rescates de víctimas en situaciones críticas, presión por salvar vidas y la necesidad de mantenerse en alerta constante. El estrés operativo y la carga emocional son factores significativos, especialmente en intervenciones recurrentes en accidentes de tránsito en vías de alto flujo, incendios estructurales urbanos y emergencias de origen natural que afectan a la provincia de Chimborazo.

Dentro de este entorno operativo, el Cuerpo de Bomberos de Riobamba enfrenta el desafío de fortalecer su gestión de seguridad y salud ocupacional mediante la incorporación de herramientas tecnológicas modernas que permitan identificar, monitorear y controlar los riesgos de manera eficaz. Actualmente, los registros manuales, el uso limitado de plataformas digitales y la falta de monitoreo en tiempo real dificultan la prevención integral de accidentes laborales y un seguimiento adecuado al estado físico y emocional del personal.

El avance tecnológico ofrecerá al Cuerpo de Bomberos de Riobamba oportunidades vitales, sensores de temperatura en los equipos de protección personal, cámaras térmicas, drones para evaluación de zonas de riesgo, sistemas de geolocalización de personal en intervención,





software de IPER y plataformas de gestión de incidentes constituyen herramientas estratégicas para fortalecer la seguridad operativa. Su integración puede reducir la exposición a peligros críticos, facilitar la toma de decisiones, mejorar la trazabilidad de incidentes y alinearse con los requisitos del Ministerio de Trabajo, la normativa INEN-ISO 45001 y el Decreto Ejecutivo 2393.

En síntesis, la naturaleza del trabajo operativo en el Cuerpo de Bomberos de la ciudad de Riobamba demanda una gestión moderna basada en evidencia y apoyada en herramientas tecnológicas que permitan enfrentar eficazmente los riesgos laborales. La incorporación de estas tecnologías no solo fortalece la seguridad y salud ocupacional, sino que garantizará intervenciones más eficientes, seguras y alineadas con los estándares nacionales e internacionales de desempeño bomberil.

### **Principales riesgos laborales identificados en bomberos**

El trabajo operativo del personal bomberil implica una exposición constante a múltiples factores de riesgo que pueden comprometer su seguridad, salud física y bienestar psicológico. Estos riesgos se intensifican debido a la naturaleza impredecible de las emergencias, la necesidad de actuar bajo presión y las condiciones ambientales extremas a las que se enfrentan. En el caso del Cuerpo de Bomberos de Riobamba, estos riesgos se presentan en incendios estructurales, rescates vehiculares, incidentes con materiales peligrosos, emergencias médicas, intervenciones en altura, colapsos y eventos naturales, lo que exige una gestión integral de la seguridad y salud ocupacional.





## a) Riesgos físicos

- Exposición a altas temperaturas, propias de incendios estructurales o forestales.
- Humo, radiación térmica y llama directa, que afectan las vías respiratorias y la piel.
- Ruido extremo proveniente de motobombas, sirenas, ventiladores forzados y
- herramientas hidráulicas.
- Vibración generada por motosierras, cortadoras, demoledoras y maquinaria pesada.
- Ambientes oscuros o con visibilidad limitada, que dificultan la orientación y aumentan
- riesgo de caídas.

## b) Riesgos químico

- Inhalación de gases tóxicos como CO, HCN, NH<sub>3</sub> o cloro.
- Exposición a hidrocarburos, solventes, agentes corrosivos y partículas peligrosas.
- Contaminación de la piel por compuestos químicos durante rescates o intervención en
- industrias.
- Riesgo de explosión por presencia de vapores inflamables.





## c) Riesgos biológicos

- Exposición a sangre, fluidos corporales o materiales infecciosos durante la atención prehospitalaria.
- Contacto con animales muertos o en descomposición en rescates rurales o urbanos.
- Intervenciones en ambientes contaminados, como alcantarillas o zonas inundadas.

## d) Riesgos ergonómicos

- Manipulación de cargas pesadas, como equipos ERA, mangueras llenas, - herramientas hidráulicas.
- Posturas incómodas y movimientos repetitivos durante maniobras de extricación o apertura forzada.
- Largas jornadas de pie o en desplazamiento continuo.
- Fatiga física y muscular por uso de equipos de protección personal que incrementan la carga corporal.

## e) Riesgos psicosociales

- Estrés operativo agudo, por decisiones de vida o muerte.
- Exposición a eventos traumáticos, como accidentes fatales o rescates complejos.
- Turnos extensos de 24 horas o más, que afectan sueño, estado de alerta y salud mental.





- Presión institucional y comunitaria, derivada de la responsabilidad social del servicio.
- Riesgo de síndrome de desgaste profesional.

f) Riesgos ambientales o climáticos

- Exposición a radiación solar, viento, lluvia y frío extremo.
- Terrenos inestables, resbaladizos o con poca accesibilidad.
- Deslizamientos o caída de rocas en zonas montañosas.

### **Propuesta de incorporación tecnológica**

La incorporación de herramientas tecnológicas en la gestión de riesgos laborales del Cuerpo de Bomberos de Riobamba constituye una estrategia esencial para fortalecer la seguridad y salud ocupacional del personal operativo. La propuesta se basa en la integración de sistemas digitales, equipos inteligentes y plataformas de monitoreo que permitan reducir la exposición a peligros críticos, anticipar incidentes, mejorar la toma de decisiones durante emergencias y asegurar el cumplimiento de los estándares nacionales e internacionales en materia de SST. Esta integración tecnológica se estructura en cuatro ejes fundamentales: monitoreo en tiempo real, digitalización de procesos, análisis predictivo y mejoramiento del control operativo.

La modernización de los procesos de gestión de riesgos laborales en el Cuerpo de Bomberos de Riobamba requiere la incorporación progresiva y estratégica de herramientas tecnológicas que permitan anticipar peligros, mejorar la toma de decisiones y proteger la integridad física del personal operativo durante la atención de emergencias. La utilización de tecnologías





digitales constituye un enfoque esencial para elevar la precisión en la evaluación de riesgos, optimizar las condiciones de seguridad y reducir la siniestralidad laboral en intervenciones de incendios estructurales, forestales, rescates, materiales peligrosos y otras operaciones propias de la institución.

En este sentido, se plantea una propuesta integral basada en tres ejes fundamentales: monitoreo y prevención, gestión y análisis de datos, y capacitación técnica con simulación avanzada. Cada eje incorpora herramientas específicas que responden a los riesgos prioritarios identificados en el personal operativo como estrés térmico, exposición a agentes químicos, caídas, atrapamientos, desorientación en espacios confinados y fatiga laboral.

- **Tecnol gias para el monitoreo y prevención en tiempo real**

Se propone la implementación de dispositivos inteligentes integrados al Equipo de Protección Personal (EPP) y a la unidad de mando para contar con información instantánea del estado del bombero y de las condiciones del entorno. Entre estas tecnologías destacan:

Sensores biométricos portátiles (pulseras o bandas corporales) que midan frecuencia cardíaca, saturación de oxígeno, temperatura corporal y niveles de estrés térmico. Estos datos permiten detectar agotamiento o riesgo de colapso.

Cámaras térmicas incorporadas en máscaras o dispositivos manuales para identificar focos de calor ocultos, mejorar la visibilidad en ambientes con humo denso y minimizar el riesgo de atrapamientos.





Detectores portátiles de gases tóxicos (CO, HCN, CO<sub>2</sub>) con alertas acústicas y visuales vinculadas a la central de operaciones.

Sistemas de geolocalización (GPS táctico) para ubicar al personal en zonas de riesgo, especialmente útil en incendios forestales o rescates de montaña.

Equipos PAS inteligentes (Personal Alert Safety System) que actúan cuando un bombero queda inmóvil, incorporando transmisión automática de posición y señales al puesto de mando.

Estas herramientas permiten que el jefe de operaciones tome decisiones más rápidas y seguras, reduciendo la probabilidad de incidentes graves y fortaleciendo el monitoreo del personal.

- **Plataformas de gestión digital de riesgos y análisis de datos**

Para garantizar una gestión integral de la Seguridad y Salud Ocupacional, se plantea incorporar sistemas informáticos que automaticen los procesos de inspección, registro y evaluación de riesgos.

Software de Gestión Integral de SST para digitalizar la IPER, el control del EPP, historial médico ocupacional y la vigilancia epidemiológica del personal expuesto.

Aplicaciones móviles para inspecciones en tiempo real, permitiendo registrar condiciones inseguras, no conformidades y acciones correctivas durante emergencias o prácticas.

Plataformas de análisis predictivo que utilicen algoritmos para identificar patrones en incidentes, enfermedades laborales, accidentes y tiempos de exposición.





Gestión digital del mantenimiento de equipos mediante códigos QR que registren fecha de uso, estado, vida útil y recomendaciones técnicas.

Con estas herramientas, se mejora el cumplimiento de normativas como el Acuerdo Ministerial 501, el INEN 439, la Ley de Defensa Contra Incendios y la normativa institucional aplicable a equipos, capacitación y control operativo.

- **Simulación avanzada y capacitación basada en realidad virtual y aumentada**

La formación continua es fundamental para reducir errores operativos. Por ello, se propone integrar tecnologías de simulación que permitan entrenar al personal en escenarios de alta complejidad sin exponerlos a riesgos reales.

Simuladores de realidad virtual (VR) para prácticas en incendios estructurales, rescate vehicular, derrames químicos y búsqueda en ambientes confinados.

Realidad aumentada (AR) para ejercicios de revisión de equipos, rutas de evacuación, identificación de peligros y análisis de entornos reales modificados digitalmente.

Plataformas virtuales de aprendizaje (LMS) para estandarizar contenidos teóricos, evaluaciones y seguimiento del desempeño individual.

Esta propuesta permitiría elevar el nivel técnico del personal operativo, reducir los costos de entrenamiento físico y disminuir significativamente el riesgo durante prácticas y entrenamientos.





- **Integración y comunicación operativa**

Sistemas de comunicación digital encriptada, que garanticen estabilidad y claridad durante incidentes.

Drones de reconocimiento aéreo, equipados con cámaras térmicas y sensores ambientales para evaluación inicial y monitoreo de zonas peligrosas.

Mapeo digital mediante GIS, útil para emergencias forestales, deslizamientos o búsquedas de personas desaparecidas.



**Tabla 1:** Riesgos Operativos y herramientas Tecnológicas Propuestas

Tipo de riesgo	Riesgo específico identificado	Herramienta tecnológica propuesta	Objetivo de la tecnología	Beneficio esperado
Físicos	Exposición a altas temperaturas, humo, visibilidad reducida	Sensores ambientales en EPP (temperatura, gases, humo)	Monitoreo del ambiente en tiempo real	Reducir intoxicación, golpes de calor y colapsos
Químicos	Contacto con gases tóxicos y sustancias peligrosas	Detectores multigás conectados a plataforma digital	Identificación inmediata de sustancias nocivas	Evitar intoxicaciones y exposición continua
Biológicos	Exposición a fluidos corporales y agentes patógenos	Registro digital de incidentes biológicos y protocolos	Trazabilidad y respuesta rápida	Mejora en control de infecciones y bioseguridad
Ergonómicos	Manipulación de cargas pesadas	Simuladores VR para entrenamiento en técnicas seguras	Optimizar la técnica y reducir esfuerzo	Disminución de lesiones musculoesqueléticas
Psicosociales	Estrés, trauma, fatiga mental	Plataforma digital de seguimiento emocional	Registro y detección temprana de riesgo psicosocial	Prevención de burnout y estrés crónico
Mecánicos	Cortes, atrapamientos, golpes por herramientas	Drones para reconocimiento previo	Evaluación sin entrar al área riesgosa	Evitar exposición directa a zonas colapsadas
Eléctricos	Contacto con cables energizados	Cámaras térmicas y drones de inspección	Detectar puntos de riesgo eléctrico	Evitar electrocución y fallas de planificación
Ambientales y climáticos	Terreno irregular, zonas de difícil acceso	Sistemas GIS y geolocalización de personal	Mapear rutas seguras y visualizar unidades	Mejor movilidad reducción de accidentes





## **Beneficios de la Incorporación Tecnológica en la SST de Bomberos**

La integración de herramientas tecnológicas en la gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) del personal operativo del Cuerpo de Bomberos de Riobamba constituye un recurso estratégico para reducir la exposición a peligros inherentes a las actividades bomberiles. Las operaciones de respuesta a emergencias implican riesgos físicos, químicos, ergonómicos y psicosociales que requieren sistemas modernos de control y monitoreo. En este contexto, la tecnología se convierte en un factor decisivo para mejorar la identificación de amenazas, optimizar la toma de decisiones y salvaguardar de forma integral la salud y seguridad del personal (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2023).

Uno de los beneficios más relevantes es la detección temprana de riesgos mediante monitoreo en tiempo real. El uso de sensores biométricos, dispositivos PASS, cámaras térmicas y detectores multigás permite vigilar variables críticas como la presencia de sustancias tóxicas, puntos de calor, consumo de oxígeno y signos vitales del bombero durante la operación. Según la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA, 2022), estas tecnologías aumentan la capacidad de anticipación frente a incidentes internos, reduciendo la probabilidad de lesiones graves o fatalidades. Para el contexto local, esta capacidad resulta esencial debido a que el personal operativo de Riobamba interviene en estructuras antiguas, industrias, áreas rurales y emergencias químicas, donde los niveles de incertidumbre son elevados.





Asimismo, la tecnología contribuye a una gestión de datos más precisa y funcional, ya que permite centralizar información sobre incidentes, mantenimiento de equipos, exposiciones, tiempos de respuesta y capacitaciones. Plataformas digitales especializadas en gestión de riesgos laborales facilitan la sistematización de estos datos y fortalecen el análisis predictivo para la toma de decisiones institucionales (Ministerio del Trabajo del Ecuador, 2021). El análisis basado en datos ayuda a identificar patrones de accidentalidad, necesidades de capacitación y fallas recurrentes en la operación, elementos que son esenciales para una gestión preventiva eficaz.

Por otro lado, la incorporación tecnológica promueve la reducción de accidentes y enfermedades profesionales, al mejorar la coordinación operativa, los niveles de entrenamiento y el uso del Equipo de Protección Personal (EPP). El uso de simuladores de realidad virtual permite entrenar al personal en entornos controlados sin exponerse a riesgos reales, incrementando el nivel de preparación ante incendios estructurales, rescates y emergencias con materiales peligrosos (Asociación Internacional de jefes de Bomberos, 2022).

La tecnología también fortalece el bienestar físico y emocional del personal operativo, mediante el uso de plataformas digitales para la evaluación del estrés, monitoreo de fatiga y seguimiento psicológico. Estas herramientas permiten detectar tempranamente signos de agotamiento o desgaste emocional, evitando el desarrollo de trastornos asociados al trauma ocupacional, un fenómeno común en bomberos a nivel mundial (García & Muñoz, 2020).





Finalmente, las soluciones tecnológicas mejoran los procesos de control, supervisión y comunicación, elementos fundamentales durante una emergencia. La incorporación de drones, sistemas GPS, radios digitales y tablets tácticas aumenta la precisión en la gestión del incidente, brinda una visión global del escenario operativo y reduce la probabilidad de pérdidas de contacto o desorientación del personal (NFPA, 2022). Este tipo de herramientas contribuye a generar intervenciones más seguras y coordinadas, disminuyendo el nivel de exposición a peligros críticos.

En síntesis, la incorporación tecnológica en la SST del Cuerpo de Bomberos de Riobamba no solo fortalece la protección física inmediata del personal operativo, sino que también aporta al desarrollo de una cultura de prevención basada en evidencia, optimiza la planificación institucional y promueve un entorno laboral más seguro, eficiente y sostenible.

## **Fortalecimiento del diagnóstico situacional mediante sensores y dispositivos de monitoreo**

La incorporación de sensores inteligentes y dispositivos de monitoreo en tiempo real permite mejorar significativamente la identificación de riesgos en las operaciones del Cuerpo de Bomberos de Riobamba. Estas tecnologías, entre ellas sensores biométricos, detectores de gases, cámaras térmicas y equipos PASS inteligentes, proporcionan datos inmediatos sobre condiciones peligrosas que anteriormente solo podían ser identificadas de manera visual o empírica. Gracias a esta digitalización, es posible anticipar la presencia de agentes tóxicos, cambios bruscos de temperatura, niveles críticos de estrés térmico, falta de oxígeno o movimientos anormales del personal operativo. Esto facilita una evaluación





más precisa del entorno de trabajo, permitiendo activar alertas tempranas y aplicar medidas de control antes de que el riesgo evolucione a un accidente. Así, los sensores se convierten en una herramienta clave para un diagnóstico situacional más confiable, evitando exposiciones prolongadas a peligros que comprometan la seguridad física y la salud de los bomberos.

El fortalecimiento del diagnóstico situacional mediante el uso de sensores y dispositivos de monitoreo constituye un avance fundamental en la gestión moderna de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) dentro de los cuerpos de bomberos. En un entorno operativo caracterizado por altos niveles de incertidumbre, cambios repentinos en las condiciones del entorno y riesgo permanente de lesiones graves o fatalidades, la disponibilidad de información precisa y en tiempo real se convierte en un recurso crítico para la toma de decisiones. Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2023), la incorporación de tecnologías de monitoreo en actividades de alto riesgo permite anticipar peligros, reducir la exposición y fortalecer los mecanismos de protección del personal operativo.

En el caso particular del Cuerpo de Bomberos de Riobamba, la diversidad de escenarios de intervención de incendios estructurales, forestales, rescates vehiculares, emergencias con materiales peligrosos y rescates en altura exige herramientas tecnológicas que permitan identificar amenazas invisibles o de difícil detección mediante métodos tradicionales. Los sensores ambientales, como detectores multigás, sensores de temperatura, sensores de humo, monitores de presión y dispositivos para medir la calidad del aire, permiten identificar la presencia de sustancias





tóxicas (CO, HCN), deficiencia de oxígeno o incrementos peligrosos de temperatura. De acuerdo con la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA, 2022), estos dispositivos constituyen un estándar recomendado para reducir incidentes vinculados con inhalación de gases, colapsos estructurales y exposición térmica extrema.

A ello se suma la utilización de sensores biométricos incorporados en el Equipo de Protección Personal (EPP), tales como monitores cardíacos, sensores de hidratación, termómetros corporales y dispositivos PASS, que permiten supervisar el estado fisiológico del bombero durante toda la operación. La Asociación Internacional de jefes de Bomberos (IAFC, 2022) señala que los sensores biométricos reducen significativamente el riesgo de eventos médicos súbitos como golpes de calor o arritmias, considerados una de las principales causas de mortalidad en los servicios de emergencia. Para el personal operativo de Riobamba, que a menudo trabaja en zonas de difícil acceso y bajo condiciones extremas, esta información resulta crucial para evitar descompensaciones y garantizar intervenciones seguras.

El uso de dispositivos complementarios como cámaras térmicas, drones equipados con sensores infrarrojos y sistemas GPS integrados amplía aún más la capacidad de diagnóstico situacional. Las cámaras térmicas permiten localizar focos de calor ocultos, identificar víctimas en ambientes de baja visibilidad y evaluar la estabilidad estructural, mientras que los drones facilitan el reconocimiento aéreo, la identificación de rutas seguras y la vigilancia de zonas amplias durante incendios forestales. Estos recursos son especialmente relevantes en el contexto de Riobamba, donde la topografía, las áreas rurales y los barrios con viviendas antiguas aumentan los riesgos durante la intervención.





La implementación de estos sistemas proporciona a los comandantes de incidente una visión integral del escenario operativo, permitiéndoles tomar decisiones fundamentadas y rápidas. Esto reduce la dependencia del juicio empírico y fortalece un modelo de gestión basado en evidencia, el cual se alinea con estándares internacionales como NFPA 1500 y las normativas ecuatorianas sobre SST (Ministerio del Trabajo, 2021). Además, la información generada por los sensores puede almacenarse y analizarse posteriormente, contribuyendo a la mejora continua y a la identificación de patrones de riesgo recurrentes.

En conjunto, los sensores y dispositivos de monitoreo representan una herramienta esencial para la modernización de la gestión de riesgos en el Cuerpo de Bomberos de Riobamba. Su incorporación no solo permite detectar con mayor precisión los peligros presentes en la escena, sino que también incrementa la seguridad del personal operativo, reduce la probabilidad de accidentes críticos y fortalece la capacidad institucional para responder a emergencias complejas de manera eficiente y segura.

## **Optimización del análisis de datos operacionales mediante plataformas digitales de gestión de riesgos**

La optimización del análisis de datos operacionales mediante plataformas digitales constituye uno de los pilares fundamentales de la modernización en la gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) dentro de los cuerpos de bomberos. En la actualidad, los incidentes generan grandes volúmenes de información relacionados con tiempos de respuesta, condiciones del entorno, exposiciones a agentes peligrosos, uso del equipo de protección, niveles de carga térmica, ubicación del personal y





desempeño operativo. Tradicionalmente, estos registros se realizaban de forma manual, lo que limitaba la calidad del análisis, incrementaba el margen de error y dificultaba la implementación de acciones preventivas basadas en evidencia. La digitalización de estos procesos permite un análisis más preciso, rápido y sistemático, convirtiéndose en una herramienta clave para fortalecer la seguridad del personal operativo (Organización Internacional del Trabajo, 2023).

Las plataformas digitales especializadas en gestión de riesgos permiten centralizar y procesar la información generada antes, durante y después de una emergencia. Estas herramientas integran módulos automatizados para el registro de incidentes, historial de exposición, mantenimiento del Equipamiento de Protección Personal (EPP), monitoreo de sensores biométricos y evaluación del estado del equipo operativo. De acuerdo con (NFPA, 2022), la sistematización de datos facilita la identificación de patrones de riesgo, reduce la recurrencia de fallas técnicas y mejora la toma de decisiones estratégicas al interior de las instituciones de respuesta a emergencias.

En el contexto del Cuerpo de Bomberos de Riobamba, la implementación de plataformas digitales permitiría superar las limitaciones de los registros tradicionales, permitiendo consolidar información clave como: frecuencia de incidentes, índices de accidentalidad, zonas de mayor riesgo, exposición a gases, evaluación del cumplimiento del EPP, registro de capacitaciones y niveles de fatiga del personal. Esta centralización facilita la elaboración de mapas de riesgo operativos y modelos predictivos que permiten anticipar condiciones críticas en determinadas zonas de la ciudad o en tipos específicos de emergencias.





Las plataformas digitales ofrecen la ventaja de generar reportes automatizados interactivos que permiten a los comandantes de estación y responsables de SST visualizar tendencias en tiempo real, esto permite adoptar medidas correctivas de manera inmediata, optimizar la asignación de recursos, mejorar la formación del personal y priorizar intervenciones preventivas en áreas donde se evidencian mayores niveles de exposición o accidentalidad. Como señala el Ministerio del Trabajo (2021), la digitalización de los procesos de prevención en SST permite elevar los estándares de control y garantizar un ambiente laboral más seguro y eficiente.

La optimización del análisis de datos mediante plataformas digitales representa un componente estratégico para fortalecer la gestión de riesgos del Cuerpo de Bomberos de Riobamba. Su implementación no solo permite mejorar la precisión del análisis operativo, sino que también contribuye al desarrollo de una cultura organizacional basada en evidencia, promueve la mejora continua y eleva los estándares de seguridad y salud ocupacional para el personal operativo.





**Tabla 2:** Incorporación Tecnológica para el Diagnóstico Situacional y Análisis de Datos Operacionales en SST.

<i>Tecnología Plataforma</i>	<i>Descripción Técnica</i>	<i>Aplicación en Bomberos Riobamba</i>	<i>Objetivo en SST</i>	<i>Responsables</i>	<i>Evidencia generada</i>	<i>Beneficios esperados</i>
Sensores ambientales portátiles (CO, CO <sub>2</sub> , HCN, temperatura, partículas)	Dispositivos de lectura inmediata con alarmas auditivas y visuales.	Uso durante incendios estructurales, rescates y zonas confinadas.	Detectar atmósferas peligrosas en tiempo real.	Jefatura Operativa SST	Reporte de niveles de gases, historial de exposición por operativo.	Reducción de intoxicaciones decisiones más rápidas, menor exposición a atmósferas tóxicas.
Cámaras térmicas	Equipos infrarrojos que identifican zonas calientes, víctimas y riesgos de colapso.	Inspección térmica en incendios estructurales, búsqueda de víctimas.	Mejorar el reconocimiento de zonas críticas.	Personal Operativo Líder de Unidad	Imágenes térmicas, registros de calor, evaluación post-incidente.	Prevención de atrapamientos, reducción del tiempo de búsqueda.
Wearables biométricos (frecuencia cardiaca, fatiga, temperatura corporal)	Pulseras chalecos inteligentes conectados vía Bluetooth	Monitoreo de la condición física del bombero en intervenciones	Prevenir sobre esfuerzo y riesgos cardiovasculares.	Unidad Médica - SST	Gráficas de carga física, alertas de sobrecalentamiento.	Menor riesgo de hipertemia, agotamiento y accidentes por fatiga.
Drones con cámaras térmicas y sensores	Aeronaves no tripuladas con transmisión en tiempo real.	Supervisión aérea en incendios forestales, estructuras colapsadas y rescates.	Evaluar escenarios peligrosos sin exponer al personal.	Unidad Operativa de Apoyo Tecnológico	Mapas térmicos, coordenadas de referencia videos.	Reducción de exposición directa; mejor planificación táctica.





Drones con cámaras térmicas y sensores	Aeronaves no tripuladas con transmisión en tiempo real.	Supervisión aérea en incendios forestales, estructuras colapsadas y rescates.	Evaluar escenarios peligrosos sin exponer al personal.	Unidad Operativa de Apoyo Tecnológico	Mapas térmicos, coordenadas de referencia videos.	Reducción de exposición directa; mejor planificación táctica.
Sensores de temperatura y radiación en EPP (traje inteligente)	Integrados en uniformes, reportan calor directo y acumulado.	Uso en incendios de alta carga térmica.	Identificar riesgo de quemaduras o colapso del EPP.	SST – Jefatura de Estación	Registro de calor recibido por turno.	Prevención de lesiones térmicas, mejora del mantenimiento del EPP.

## Implementación de Herramientas Tecnológicas en el Cuerpo de Bomberos Riobamba

La implementación de herramientas tecnológicas para la gestión de riesgos laborales en el Cuerpo de Bomberos de Riobamba constituye un proceso estratégico orientado a fortalecer la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) mediante sistemas avanzados de monitoreo, análisis y control operacional. Esta adopción tecnológica responde a la necesidad de disminuir la exposición a peligros inherentes a la labor bomberil, mejorar la trazabilidad de los incidentes y optimizar la capacidad de respuesta en situaciones de emergencia, alineándose con normativas nacionales e internacionales, como el Decreto Ejecutivo 2393, la Ley de Defensa Contra Incendios, la NFPA 1500 y la ISO 45001:2018.

En primer lugar, la implementación se fundamenta en la integración de sensores y dispositivos inteligentes que permiten obtener datos en tiempo





real sobre condiciones ambientales, exposiciones térmicas, niveles de fatiga y riesgos atmosféricos. Estos dispositivos, tales como sensores ambientales portátiles, cámaras térmicas, wearables biométricos y drones de reconocimiento, proporcionan una capa adicional de seguridad que permite anticipar riesgos y alertar oportunamente al personal operativo. Su uso sistemático posibilita un diagnóstico situacional más preciso durante incendios estructurales, rescates vehiculares, emergencias con materiales peligrosos e intervenciones en espacios confinados (NFPA, 2022).

En segundo lugar, la implementación tecnológica incorpora plataformas digitales de gestión de riesgos que consolidan la información generada en campo y facilitan el análisis operativo mediante softwares especializados, su finalidad es transformar los datos capturados en conocimiento útil para la toma de decisiones, generando tendencias, matrices de riesgo actualizadas, mapas de calor por zona operativa y alertas sobre patrones recurrentes de incidentes (ISO, 2018). Con ello, se fortalece la planificación preventiva, la asignación de recursos y la evaluación de desempeño operativo.

El proceso de implementación requiere además la definición de protocolos de integración, capacitación continua del personal operativo y técnico, así como la alineación con los procedimientos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional. Esto implica la elaboración de manuales de uso, mantenimiento y calibración de dispositivos; protocolos de reporte digital; y un esquema escalonado de capacitación que garantice el dominio técnico de las herramientas. De igual manera, se debe asegurar la interoperabilidad entre los sistemas tecnológicos y el modelo de comando





de incidentes (ICS), de modo que la información fluya de manera eficiente entre las unidades operativas y administrativas.

Finalmente, la implementación de herramientas tecnológicas en el Cuerpo de Bomberos de Riobamba no solo fortalece la SST, sino que además incrementa la eficacia operativa, mejora la vigilancia epidemiológica de riesgos laborales, reduce el subregistro de incidentes y posiciona a la institución en un modelo de gestión moderno basado en datos y en la mejora continua. Esta transición tecnológica constituye un paso esencial hacia la profesionalización del servicio y el cumplimiento de estándares internacionales de seguridad contra incendios y emergencias.

### **Propuesta de incorporación tecnológica en el cuerpo de bomberos de Riobamba**

La propuesta de incorporación tecnológica para el Cuerpo de Bomberos de Riobamba se orienta a modernizar los procesos de gestión de riesgos laborales mediante herramientas digitales y dispositivos inteligentes que permitan fortalecer el diagnóstico situacional, prevenir incidentes operativos y optimizar la toma de decisiones en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST). Responde a las brechas identificadas en la evaluación situacional, donde se evidenció la necesidad de sistemas más precisos para el monitoreo ambiental, el control de la exposición física y la sistematización del análisis de datos operativos, conforme lo exige la normativa vigente como la ISO 45001:2018, la NFPA 1500 y el Decreto Ejecutivo 2393.

Se plantea la adopción de sensores y dispositivos de monitoreo en tiempo real, los cuales constituyen una herramienta indispensable para la





protección del personal operativo expuesto a condiciones extremas. Estos dispositivos incluyen sensores ambientales portátiles para la detección de gases tóxicos, cámaras térmicas de alta resolución, wearables biométricos que registran indicadores fisiológicos y drones equipados con cámaras térmicas y sensores de reconocimiento. La integración de estos equipos permitirá fortalecer el diagnóstico situacional durante intervenciones en incendios estructurales, emergencias químicas, rescates y escenarios de difícil acceso. Su implementación contribuye a anticipar riesgos, reducir la incertidumbre operativa y evitar la exposición directa del personal a situaciones potencialmente letales (NFPA, 2022).

La incorporación tecnológica se alinea con la visión estratégica del Cuerpo de Bomberos de Riobamba de evolucionar hacia un modelo de gestión basado en datos, apoyado en herramientas que mejoren la eficiencia operacional y garanticen la protección integral del personal, que fortalecer  la cultura de prevención, a partir de evidencia tecnológicas de última generación.

## **Impacto Esperado en la Seguridad y Salud Ocupacional**

La tecnología permitirá identificar en tiempo real concentraciones peligrosas de gases, puntos críticos de calor, riesgos de colapso y signos tempranos de fatiga o sobrecarga térmica, disminuyendo significativamente la probabilidad de intoxicaciones, quemaduras y accidentes relacionados con el esfuerzo físico extremo, de igual manera, el uso de drones equipados con cámaras y sensores reducir  la necesidad de ingresar a zonas inseguras, limitando la exposición directa del personal operativo.





La incorporación de herramientas tecnológicas facilitará la trazabilidad y el control documental, permitiendo evidenciar el uso adecuado del Equipo de Protección Personal (EPP), el cumplimiento de protocolos y la evaluación sistemática de las condiciones de trabajo, esto permitirá al Cuerpo de Bomberos de Riobamba alinearse con estándares internacionales y con los requisitos de auditorías internas y externas.

La propuesta transformará el enfoque de gestión de riesgos laborales hacia un modelo moderno basado en evidencia, anticipación y respuesta inteligente, fortaleciendo la seguridad, la eficiencia operativa y la protección integral del talento humano del Cuerpo de Bomberos de Riobamba.

## **Discusión**

La aplicación de herramientas tecnológicas en la gestión de riesgos laborales se ha consolidado como una estrategia clave para fortalecer la seguridad y salud ocupacional (SSO), especialmente en instituciones de respuesta a emergencias como los cuerpos de bomberos. El personal operativo del Cuerpo de Bomberos Riobamba desarrolla sus actividades en escenarios caracterizados por una elevada exposición a riesgos físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales, lo que incrementa la probabilidad de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales si no se cuenta con mecanismos de control adecuados.

Los estudios analizados coinciden en que los métodos tradicionales de gestión de riesgos, basados principalmente en inspecciones manuales y registros físicos, resultan insuficientes frente a la complejidad y dinamismo de las operaciones bomberiles. En este contexto, la incorporación de herramientas tecnológicas, como plataformas digitales de gestión de SSO,





aplicaciones móviles de inspección y matrices electrónicas de identificación de peligros, permite optimizar los procesos de evaluación de riesgos, mejorar la trazabilidad de la información y facilitar la toma de decisiones oportunas (García et al., 2021). Estas herramientas contribuyen a una gestión más sistemática y estandarizada, reduciendo la subjetividad en la evaluación de riesgos.

Desde el enfoque preventivo, la literatura revisada destaca que el uso de tecnologías digitales fortalece la identificación temprana de peligros y la implementación de medidas correctivas antes de que se produzcan incidentes o accidentes. En el caso del personal operativo del Cuerpo de Bomberos Riobamba, el empleo de sistemas de monitoreo ambiental, sensores de temperatura y detectores de gases tóxicos resulta especialmente relevante, ya que permite controlar variables críticas durante la atención de emergencias, disminuyendo la exposición a condiciones extremas y protegiendo la integridad física del trabajador (Rodríguez et al., 2022).

Asimismo, la revisión evidencia que la digitalización de la gestión de riesgos laborales facilita el cumplimiento de la normativa ecuatoriana vigente en materia de seguridad y salud ocupacional. El Decreto Ejecutivo 2393 establece la obligación de identificar, evaluar y controlar los riesgos laborales de forma permanente, mientras que el Ministerio del Trabajo promueve la implementación de sistemas de gestión preventivos basados en la mejora continua. En este sentido, las herramientas tecnológicas se constituyen en un soporte fundamental para el registro, seguimiento y evaluación de las acciones preventivas, permitiendo demostrar el





cumplimiento legal y técnico de las disposiciones normativas (Ministerio del Trabajo, 2022).

El hallazgo relevante de la revisión bibliográfica es el impacto positivo de las herramientas tecnológicas en el fortalecimiento de la cultura de prevención dentro de las organizaciones. Diversos autores señalan que el uso de aplicaciones móviles para el reporte de incidentes, condiciones inseguras y actos subestándar promueve la participación activa del personal operativo y fomenta la corresponsabilidad en la gestión de la seguridad (López & Herrera, 2021). En el contexto del Cuerpo de Bomberos Riobamba, este enfoque resulta fundamental, ya que el trabajo en equipo y la comunicación efectiva son elementos esenciales para la seguridad operativa.

Desde una perspectiva institucional, la literatura analizada destaca que la implementación de herramientas tecnológicas contribuye a mejorar la eficiencia operativa y la gestión del talento humano. El acceso a información en tiempo real, la generación automática de reportes y el análisis de datos históricos permiten identificar tendencias, evaluar el desempeño del sistema de gestión de SSO y diseñar estrategias preventivas más efectivas. Esto se alinea con los principios de mejora continuada promovida por normas y técnicas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), orientadas a garantizar condiciones de trabajo seguras y saludables.

También identifica limitaciones y desafíos asociados a la implementación de herramientas tecnológicas en la gestión de riesgos laborales. Entre los principales factores se encuentran la resistencia al cambio, la falta de capacitación del personal, las limitaciones presupuestarias y la necesidad





de infraestructura tecnológica adecuada (Martínez et al., 2020). En instituciones públicas como el Cuerpo de Bomberos Riobamba, estos aspectos pueden dificultar la adopción sostenida de soluciones tecnológicas si no se cuenta con un respaldo institucional sólido y una planificación estratégica adecuada.

En este sentido, diversos autores coinciden en que la tecnología debe ser concebida como un componente integrado dentro de un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional estructurado, y no como una solución aislada. La efectividad de las herramientas tecnológicas depende en gran medida de la capacitación continua del personal operativo, del compromiso de la alta dirección y de la articulación con las políticas institucionales de prevención. La Ley de Defensa Contra Incendios reconoce la necesidad de implementar medidas técnicas y organizativas que garanticen la protección del personal bomberil, lo que refuerza la pertinencia de incorporar soluciones tecnológicas en este ámbito.

El uso de plataformas digitales permite no solo registrar información sobre riesgos, incidentes y accidentes, sino también analizar patrones, frecuencias y tendencias a lo largo del tiempo. Este enfoque basado en datos facilita la identificación de áreas críticas y la priorización de acciones preventivas, lo cual resulta especialmente pertinente para el Cuerpo de Bomberos Riobamba, cuyas operaciones se desarrollan en escenarios cambiantes y de alta incertidumbre (Salazar & Molina, 2023).

En la gestión de riesgos laborales representa una oportunidad estratégica para fortalecer la seguridad y salud ocupacional del personal operativo del Cuerpo de Bomberos Riobamba, destaca el rol de la tecnología en la evaluación y gestión de los riesgos psicosociales, un aspecto





frecuentemente subestimado en la institución de respuesta a emergencias. El personal operativo bomberil está expuesto de manera recurrente a situaciones traumáticas, estrés operativo, jornadas prolongadas y alta carga emocional. Herramientas tecnológicas como encuestas digitales, sistemas de vigilancia epidemiológica y plataformas de seguimiento psicológico permiten identificar de forma temprana factores de riesgo psicosocial, facilitando la implementación de programas de intervención y apoyo, en concordancia con los lineamientos del Ministerio del Trabajo del Ecuador (2022).

La literatura revisada demuestra que estas herramientas contribuyen a la reducción de accidentes de trabajo, la prevención de enfermedades profesionales y el mejoramiento del bienestar físico y mental del personal. No obstante, su implementación debe realizarse de manera planificada, progresiva y alineada con la normativa vigente, con el fin de garantizar su sostenibilidad y efectividad a largo plazo.

## **Conclusiones**

El presente artículo de revisión bibliográfica permitió analizar de manera sistemática la aplicación de herramientas tecnológicas en la gestión de riesgos laborales y su contribución al fortalecimiento de la seguridad y salud ocupacional del personal operativo del Cuerpo de Bomberos Riobamba. A partir del análisis científico actualizada y del marco normativo nacional, se evidenció que la labor bomberil se desarrolla en entornos altamente peligrosos, lo que demanda estrategias preventivas innovadoras, dinámicas y acordes a los avances tecnológicos.

La revisión teórica demostró que las herramientas tecnológicas, tales como plataformas digitales de gestión de seguridad y salud ocupacional,





aplicaciones móviles de inspección, matrices digitales de identificación de peligros, sensores de monitoreo ambiental y sistemas de registro automatizado de incidentes, constituyen recursos eficaces para mejorar los procesos de identificación, evaluación y control de riesgos laborales.

Desde el punto de vista normativo, se concluye que la aplicación de herramientas tecnológicas es coherente y compatible con la legislación ecuatoriana vigente en materia de seguridad y salud ocupacional, particularmente con lo establecido en el Decreto Ejecutivo 2393, los lineamientos del Ministerio del Trabajo, las normas técnicas del INEN y la Ley de Defensa Contra Incendios. La integración de la tecnología en la gestión de riesgos no solo contribuye al cumplimiento legal, sino que también refuerza el enfoque preventivo y de mejora continu a exigido por el marco regulatorio nacional.

El análisis bibliográfico evidenció que la implementación de herramientas tecnológicas tiene un impacto positivo en la cultura de prevención institucional, al promover la participación activa del personal operativo, fortalecer la comunicación interna y fomentar la corresponsabilidad en la identificación y reporte de condiciones inseguras. Este aspecto resulta fundamental para instituciones bomberiles, donde el trabajo en equipo y la respuesta coordinada son determinantes para la seguridad individual y colectiva.

Se concluye que la aplicación de herramientas tecnológicas en la gestión de riesgos laborales representa una oportunidad estratégica para el Cuerpo de Bomberos Riobamba, al contribuir a la reducción de accidentes de trabajo, la prevención de enfermedades profesionales y el fortalecimiento del bienestar integral del personal operativo.





## Recomendaciones

A partir del análisis bibliográfico realizado sobre la aplicación de herramientas tecnológicas en la gestión de riesgos laborales, se recomienda al Cuerpo de Bomberos Riobamba considerar la incorporación progresiva de plataformas digitales de seguridad y salud ocupacional que permitan la identificación, evaluación y control sistemático de los riesgos a los que se encuentra expuesto el personal operativo.

Se recomienda implementar sistemas tecnológicos de monitoreo en tiempo real, tales como sensores ambientales, detectores de gases y dispositivos portátiles, que permitan controlar variables críticas durante la atención de emergencias. La adopción de estas tecnologías contribuiría a reducir la exposición del personal operativo a condiciones peligrosas, fortaleciendo la prevención de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, en cumplimiento de las normas técnicas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).

Asimismo, se sugiere fortalecer los procesos de capacitación y formación continua mediante el uso de herramientas tecnológicas, como plataformas virtuales de aprendizaje, simuladores digitales y aplicaciones educativas, orientadas a reforzar los conocimientos en seguridad y salud ocupacional, procedimientos operativos seguros y uso adecuado de equipos de protección personal. Esta estrategia permitiría garantizar la actualización permanente del personal operativo frente a nuevos riesgos y tecnologías emergentes.

Se sugiere integrar la gestión de los riesgos psicosociales mediante herramientas tecnológicas que permitan la vigilancia epidemiológica, el seguimiento del bienestar emocional y la implementación de programas de





apoyo psicológico para el personal operativo. Esta recomendación resulta especialmente relevante para el personal bomberil, dada la exposición constante a situaciones de alto estrés y carga emocional.

Por último, se recomienda que la implementación de herramientas tecnológicas en la gestión de riesgos laborales se realice de manera planificada y articulada a un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional estructurado, considerando la disponibilidad de recursos, la protección de la información y el compromiso de la alta dirección. Asimismo, se sugiere fomentar futuras investigaciones de carácter aplicado que permitan evaluar el impacto real de estas herramientas en la reducción de accidentes laborales y el fortalecimiento del bienestar integral del personal operativo del Cuerpo de Bomberos Riobamba.

## Referencias

García, J., Pérez, L., & Andrade, M. (2021). Aplicación de tecnologías digitales en la gestión de la seguridad y salud ocupacional. *Revista Latinoamericana de Seguridad y Salud en el Trabajo*, 11(2), 45–60. <https://doi.org/10.22201/rlsst.2021.11.2.123>

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2021). Normas técnicas ecuatorianas de seguridad y salud ocupacional. INEN.

López, R., & Herrera, C. (2021). Cultura preventiva y tecnologías digitales en organizaciones de alto riesgo. *Revista Iberoamericana de Seguridad Laboral*, 9(1), 23–38.

Martínez, P., Gómez, A., & Ruiz, S. (2020). Sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo: enfoque tecnológico y preventivo. *Journal of*





Occupational Safety and Health, 15(3), 101–115.  
<https://doi.org/10.1016/j.josh.2020.05.004>

Ministerio del Trabajo del Ecuador. (2022). Lineamientos para la implementación de sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo. <https://www.trabajo.gob.ec>

Organización Internacional del Trabajo. (2021). Safety and health at the heart of the future of work. OIT.

Presidencia de la República del Ecuador. (1986). Decreto Ejecutivo No. 2393: Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Registro Oficial No. 565.

Rodríguez, D., Salinas, F., & Torres, J. (2022). Uso de sensores y tecnologías emergentes en la prevención de riesgos laborales. *International Journal of Occupational Risk Management*, 7(2), 67–82.  
<https://doi.org/10.3390/ijorm7020067>

Salazar, M., & Molina, E. (2023). Transformación digital y análisis de datos en la gestión de riesgos laborales. *Revista de Investigación en Seguridad Ocupacional*, 14(1), 55–71.

World Health Organization. (2020). Occupational health: A manual for primary health care workers. WHO.

