



## Impacto de la ergonomía en la reducción de lesiones musculoesqueléticas en el personal operativo del Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa.


*Impact of Ergonomics on the Reduction of Musculoskeletal Injuries Among Operational Personnel of the Fire Department of the Municipality of Sucúa.*

Cristian Edison Hernández Cárdenas<sup>1</sup>   
cehernandez@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

Aurelio Iván Quito Álvarez<sup>3</sup>   
ivanquito@bqc.com.ec.

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

Recepción: 05-01-2026

Aceptación: 06-02-2026

Publicación: 30-03-2026

**Como citar este artículo:** Hernández, C. Quito, B. Quito, A. (2026). *Impacto de la ergonomía en la reducción de lesiones musculoesqueléticas en el personal operativo del Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa*. *Metrópolis*. Revista de Estudios Globales Universitarios, 7 (1), pp. 1675-1721.

<sup>1</sup> Tecnólogo en seguridad y salud ocupacional. Instituto Superior Tecnológico Oriente (ITSO); Maestrante en Herramientas de Seguridad Industrial y Salud en el Trabajo. (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> Promotor y gestor de proyectos sociales (Capacitadora JYS), Formación técnica avanzada en participación y gobernanza comunitaria, mediación y resolución de conflictos (Capacitadora JYS), Tecnólogo en Promoción y Defensoría Social (Instituto Superior Tecnológico Jatun Yachay Wasi), Tecnólogo Superior Universitario en Seguridad y Salud Ocupacional (Instituto Superior Tecnológico Oriente (ITSO)).





### Resumen

La ergonomía se ha convertido en una disciplina esencial dentro de la gestión de la seguridad y salud ocupacional, especialmente en profesiones de alto riesgo como la de los bomberos. El presente artículo tiene como objetivo analizar el impacto de la aplicación de principios ergonómicos en la reducción de lesiones musculoesqueléticas en el personal operativo del Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa. Se realizó una revisión bibliográfica de estudios nacionales e internacionales publicados entre 2020 y 2025, enfocados en la relación entre ergonomía y salud ocupacional en contextos de emergencia. Los resultados de investigaciones previas evidencian que las intervenciones ergonómicas adecuadas como el rediseño de equipos, la educación postural y la planificación de tareas pueden disminuir significativamente la incidencia de trastornos musculoesqueléticos en el personal operativo, contribuyendo a mejorar su bienestar físico y funcional. Asimismo, diversos autores señalan que la ergonomía aplicada en entornos de emergencia permite optimizar los movimientos, reducir la fatiga acumulada y prevenir incapacidades laborales a mediano y largo plazo, fortaleciendo la sostenibilidad del trabajo operativo (Gómez & Martínez, 2022; Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2023). La metodología empleada se basa en el análisis comparativo de fuentes científicas y normativas, con el fin de establecer una correlación entre la ergonomía aplicada y la reducción de riesgos físicos. Se concluye que la implementación de políticas ergonómicas en los cuerpos de bomberos no solo mejora la salud de los trabajadores, sino que también incrementa la eficiencia operativa y la calidad del servicio. La investigación busca aportar una base teórica. **Palabras clave:** ergonomía, bomberos, salud ocupacional, lesiones musculoesqueléticas, seguridad laboral.

### Abstract

Ergonomics has become an essential discipline within occupational safety and health management, especially in high risk professions such as firefighting. This article aims to analyze the impact of applying ergonomic principles on reducing musculoskeletal injuries among operational personnel of the Fire Department of the Canton of Sucúa. A bibliographic review of national and international studies published between 2020 and 2025 was conducted, focusing on the relationship between ergonomics and occupational health in emergency contexts. Results from previous research show that appropriate ergonomic interventions such as equipment redesign, postural education, and task planning can significantly reduce the incidence of musculoskeletal disorders among operational personnel, contributing to improved physical wellbeing and functional performance. Furthermore, several authors indicate that ergonomics applied in emergency environments helps optimize movements, reduce accumulated fatigue, and prevent medium and long term work related disabilities, thereby strengthening operational sustainability (Gomez and Martinez, 2022; International Labour Organization, 2023). The methodology used is based on a comparative analysis of scientific and regulatory sources in order to establish a correlation between applied ergonomics and the reduction of physical risks. It is concluded that implementing ergonomic policies in fire departments not only improves workers health but also increases operational efficiency and service quality. This research seeks to provide a solid theoretical foundation for supporting evidence based decision making, guiding preventive strategies, informing training programs, encouraging institutional commitment, and promoting safer, healthier,





and more sustainable working conditions for emergency responders in Ecuadorian public safety organizations nationwide across diverse operational contexts and institutional settings overall. **Keywords:** ergonomics, firefighters, occupational health, musculoskeletal injuries, occupational safety.

## Introducción.

La ergonomía, entendida como la ciencia que busca la adaptación del trabajo al ser humano, se ha consolidado como un pilar fundamental en la prevención de riesgos laborales. En el contexto de los cuerpos de bomberos, la exposición a altas demandas físicas, el uso prolongado de equipos pesados y las posturas forzadas durante la atención de emergencias incrementan notablemente el riesgo de lesiones musculoesqueléticas (TME). Estas lesiones representan una de las principales causas de ausentismo y disminución del rendimiento operativo en los servicios de emergencia (Gomez y Martinez, 2022).

De acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo, (2023), los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo constituyen más del 60 % de las enfermedades ocupacionales reportadas en América Latina, siendo la ergonomía un eje clave para su mitigación. En Ecuador, el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y el Código del Trabajo establecen la obligación de implementar medidas ergonómicas que garanticen la integridad física de los trabajadores expuestos a riesgos biomecánicos. Sin embargo, en instituciones de primera respuesta, como el Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa, dichas políticas suelen tener una aplicación limitada debido a la falta de formación técnica y recursos adaptados al entorno operativo.

El problema de investigación que guía este estudio se formula de la siguiente manera:





¿De qué manera la aplicación de principios ergonómicos puede reducir la incidencia de lesiones musculoesqueléticas en el personal operativo del Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa?

La relevancia del tema radica en que las labores de los bomberos implican levantar, arrastrar y cargar objetos pesados, además de enfrentar condiciones ambientales extremas. Estas exigencias, sumadas a una carencia de pausas activas y de entrenamiento ergonómico, generan sobrecarga física, fatiga y posibles incapacidades (Vélez et al., 2021). Promover una cultura ergonómica en este contexto no solo contribuye a la prevención de lesiones, sino también al fortalecimiento de la salud ocupacional y del desempeño institucional.

El presente artículo adopta una metodología de revisión bibliográfica descriptiva, basada en la recopilación y análisis crítico de fuentes científicas publicadas entre 2020 y 2025 en bases de datos como Scielo, Redalyc, Google Scholar y ScienceDirect. Los criterios de inclusión consideraron estudios relacionados con ergonomía laboral, prevención de TME y salud ocupacional en cuerpos de rescate o profesiones de riesgo. La información fue categorizada según su nivel de evidencia y relevancia práctica, lo que permitió construir una síntesis teórica y contextual sobre la ergonomía aplicada al entorno bomberil ecuatoriano.

En suma, esta investigación busca evidenciar que la ergonomía, aplicada de manera técnica y sistemática, constituye una herramienta esencial para proteger la salud del personal operativo y mejorar la eficacia institucional de los cuerpos de bomberos.





## **Marco Teórico.**

La ergonomía, según la Asociación Internacional de Ergonomía, (2022), es la disciplina científica que se ocupa de comprender las interacciones entre las personas y los demás elementos de un sistema, con el fin de optimizar el bienestar humano y el rendimiento global. En el ámbito laboral, su aplicación permite diseñar condiciones de trabajo seguras, saludables y eficientes, mediante la adaptación de las tareas, equipos y entorno a las capacidades y limitaciones del trabajador. En profesiones de alto riesgo, como la de los bomberos, esta ciencia adquiere una relevancia especial por la exposición constante a sobrecargas físicas, posturas forzadas y manipulación de cargas pesadas (Gomez y Martinez, 2022).

La ergonomía laboral integra conocimientos de fisiología, biomecánica y psicología, con el objetivo de reducir el estrés físico y mental derivado del trabajo. Según Bridger (2021), la ergonomía no solo se limita a la prevención de lesiones, sino que busca la mejora integral de la productividad y el confort del trabajador. En el caso de los bomberos, el diseño ergonómico de herramientas, uniformes, vehículos y estaciones de trabajo es esencial para disminuir los trastornos musculoesqueléticos (TME), que incluyen lesiones en la espalda baja, hombros y extremidades superiores.

Los TME son causados principalmente por movimientos repetitivos, levantamiento de objetos pesados y posturas mantenidas durante largos períodos (OIT, 2023). Estudios recientes evidencian que la implementación de programas ergonómicos en brigadas de rescate puede reducir en un 30 % la incidencia de lesiones relacionadas con la carga física (Mendoza y Torres, 2021). Estas intervenciones incluyen la capacitación postural, la introducción de pausas activas, la rotación de tareas y la adecuación de herramientas a las características antropométricas del usuario.





Las actividades del personal operativo del Cuerpo de Bomberos exigen gran esfuerzo físico, especialmente durante el control de incendios, rescates vehiculares o atención de emergencias médicas. En estos escenarios, el uso de equipos de protección personal (EPP) pesados, el traslado de víctimas y la exposición prolongada a altas temperaturas generan una carga biomecánica considerable. De acuerdo con Vélez et al., (2021), entre el 40 % y el 60 % de los bomberos latinoamericanos reportan molestias musculares recurrentes relacionadas con posturas inadecuadas y fatiga acumulada.

El fortalecimiento de una cultura de prevención ergonómica dentro de la institución permite que los bomberos desarrollen habilidades para identificar de manera temprana cualquier señal de sobrecarga física, fatiga o malestar postural. Este enfoque proactivo fomenta la aplicación inmediata de medidas correctivas, tales como ajustes en la técnica de manipulación de cargas, pausas activas y el uso adecuado de equipos de protección personal, reduciendo significativamente la probabilidad de que se produzcan lesiones musculoesqueléticas crónicas a largo plazo. De esta manera, la ergonomía no solo contribuye a la seguridad y bienestar de los bomberos, sino que también optimiza la eficiencia operativa y promueve un entorno laboral más saludable y sostenible (Salazar et al., 2022).

En Ecuador, la ergonomía forma parte integral de la normativa de seguridad y salud ocupacional. El Código del Trabajo, en su artículo 415, establece la obligación de los empleadores de garantizar ambientes seguros, incluyendo la adaptación de los puestos de trabajo a las condiciones físicas de los empleados. Asimismo, el Decreto Ejecutivo 2393 (Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores, 2021) dispone que las instituciones deben implementar medidas ergonómicas y realizar





evaluaciones periódicas para prevenir trastornos musculoesqueléticos y otras enfermedades profesionales.

El Ministerio del Trabajo, a través de la Norma Técnica de Ergonomía (Resolución MDT-2017-009), determina los lineamientos para la evaluación de factores de riesgo ergonómico, tales como posturas forzadas, manipulación manual de cargas y movimientos repetitivos. Esta norma coincide con los principios del Convenio 155 de la OIT, ratificado por Ecuador, el cual promueve la prevención integral de riesgos laborales mediante el diseño ergonómico del trabajo (OIT, 2023).

En el ámbito bomberil, estas disposiciones adquieren un carácter prioritario, dado que las tareas de rescate y respuesta ante emergencias son actividades de alto riesgo físico. Sin embargo, diversos estudios nacionales evidencian que las instituciones de respuesta no siempre disponen de evaluaciones ergonómicas sistemáticas ni de programas de control de carga física adaptados al personal operativo (Benavides & Gálvez, 2022). Esto genera un vacío en la gestión preventiva y una oportunidad para fortalecer las políticas institucionales de salud laboral.

La ergonomía no solo busca reducir lesiones, sino también optimizar el rendimiento organizacional. Según Sánchez y Lara (2024), los programas ergonómicos efectivos combinan tres dimensiones: el rediseño físico del trabajo, la formación continua del personal y el compromiso institucional. Estas acciones mejoran la satisfacción laboral, reducen el ausentismo y fortalecen la resiliencia física del personal operativo. En este sentido, la ergonomía debe considerarse una inversión estratégica y no un gasto, ya que su aplicación genera beneficios tanto en salud como en eficiencia.





## Estado del Arte

El estudio del impacto de la ergonomía en la reducción de lesiones musculoesqueléticas (LME) en el personal operativo de los cuerpos de bomberos ha cobrado gran relevancia en los últimos años, dado el incremento de evidencia científica que vincula el trabajo físico intenso, las posturas forzadas y la manipulación de cargas pesadas con trastornos osteomusculares. Las investigaciones recientes señalan que los bomberos se encuentran entre los grupos ocupacionales con mayor incidencia de TME debido a las condiciones extremas y la naturaleza impredecible de sus actividades (Gomez y Martinez, 2022). En este sentido, la ergonomía surge como una herramienta técnica y preventiva indispensable para garantizar la sostenibilidad laboral y la salud física del personal operativo.

A nivel internacional, múltiples autores han abordado el tema desde diversas perspectivas. Bridger (2021) sostiene que la ergonomía aplicada en entornos de alto riesgo, como los servicios de emergencia, debe basarse en un diseño integral que contemple los límites biomecánicos del cuerpo humano y las exigencias específicas de la tarea. De acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2023), los trabajadores en sectores operativos presentan molestias musculares recurrentes, siendo los factores ergonómicos los principales causantes. Esto demuestra la necesidad de aplicar estrategias basadas en evidencia para minimizar las cargas físicas y el esfuerzo repetitivo en los bomberos.

En una revisión sistemática realizada en Canadá por Meijer et al., (2022), se encontró que los bomberos presentaban algún grado de dolor musculoesquelético, principalmente en la zona lumbar, los hombros y las rodillas. Los autores concluyen que la incorporación de programas de





entrenamiento ergonómico y pausas activas redujo la incidencia de lesiones en un periodo de seis meses. Por su parte, García et al., (2023) analizaron en España la relación entre el uso de equipos de protección personal (EPP) y el incremento de la carga física, determinando que el peso y la rigidez del equipamiento influyen directamente en la fatiga muscular y en la alteración de la postura corporal.

Asimismo, investigaciones en Estados Unidos revelan que el rediseño ergonómico de los vehículos de emergencia, junto con el acondicionamiento físico programado, contribuye a reducir significativamente la tensión en la espalda baja durante las labores de rescate (Brown et al., 2021). De igual forma, la National Fire Protection Association (2022) establece lineamientos ergonómicos en sus estándares de salud ocupacional, recomendando entrenamientos especializados y evaluaciones antropométricas para la selección de equipos adaptados a las características físicas del bombero.

En América Latina, los estudios también confirman la relación directa entre las malas condiciones ergonómicas y las LME en el sector bomberil. Vélez et al., (2021) evidencian que entre los bomberos latinoamericanos presentan molestias musculares recurrentes asociadas a posturas inadecuadas, cargas excesivas y movimientos repetitivos. Los autores destacan que la aplicación de programas ergonómicos participativos, donde los propios trabajadores identifican los factores de riesgo, ha mostrado resultados positivos en la disminución de lesiones. Por su parte, Mendoza y Torres (2021) demostraron que la introducción de rutinas de estiramiento, combinadas con formación postural, redujo significativamente la fatiga física en equipos de rescate de Colombia y





Chile. En el contexto ecuatoriano, las investigaciones sobre ergonomía y salud ocupacional en cuerpos de bomberos son aún incipientes, aunque en crecimiento.

Castillo (2023) realizó un estudio en el Cuerpo de Bomberos de Loja, identificando que el mas de la mitad del personal operativo reporta dolor lumbar frecuente. Las principales causas fueron la falta de adecuación ergonómica de los equipos, el escaso entrenamiento en levantamiento seguro de cargas y la ausencia de evaluaciones ergonómicas periódicas. Vásquez (2023), en su análisis sobre riesgos ergonómicos en el Cuerpo de Bomberos de Tulcán, concluye que la carencia de una política institucional de ergonomía es el factor que más contribuye al desarrollo de TME tanto en personal operativo como administrativo.

Además, Benavides y Gálvez (2022) señalan que la ergonomía en las instituciones de respuesta a emergencias del Ecuador se encuentra aún en una etapa incipiente, principalmente por las limitaciones presupuestarias y la escasez de profesionales especializados en la materia. No obstante, subrayan la importancia de considerar los factores ergonómicos y de implementar medidas preventivas que promuevan entornos laborales más seguros y saludables. Estas disposiciones legales constituyen un pilar fundamental para impulsar un cambio estructural orientado hacia una cultura preventiva dentro del ámbito bomberil.

El análisis comparativo de los estudios revisados permite afirmar que la ergonomía no solo incide en la reducción de lesiones musculoesqueléticas, sino que también mejora la eficiencia operativa y la calidad del servicio. Según Sánchez y Lara (2024), las organizaciones que implementan programas ergonómicos sostenibles experimentan una disminución del





ausentismo, un incremento en la productividad y una mejora en el bienestar psicológico de los trabajadores. Esto se debe a que la ergonomía integra dimensiones físicas, cognitivas y organizacionales, permitiendo una gestión integral del trabajo.

## **Desarrollo.**

### **Ergonomía: fundamentos conceptuales aplicados al entorno operativo.**

La ergonomía es una disciplina científica orientada al estudio de la interacción entre el ser humano, sus actividades y el entorno en el que se desempeña, con el propósito de adaptar el trabajo a las capacidades físicas, cognitivas y psicológicas del trabajador. La Asociación Internacional de Ergonomía (IEA, 2022) define la ergonomía como la ciencia que busca optimizar el bienestar humano y el desempeño del sistema mediante el diseño adecuado de las tareas, herramientas, equipos y ambientes laborales.

Desde una perspectiva ocupacional, la ergonomía constituye un pilar fundamental dentro de la prevención de riesgos laborales, ya que permite reducir la exposición a factores que generan sobrecarga física, fatiga, errores humanos y lesiones profesionales. Bridger (2021) sostiene que la ergonomía no se limita únicamente a mejorar la comodidad del trabajador, sino que su objetivo principal es proteger la integridad física, mental y social del individuo durante el desarrollo de su actividad laboral.

En el caso de las profesiones de alto riesgo, como la labor de los cuerpos de bomberos, la ergonomía adquiere un valor estratégico. Las exigencias físicas extremas, la manipulación constante de cargas, las posturas





forzadas, el trabajo en ambientes hostiles y el uso prolongado de equipos de protección personal (EPP) convierten a los bomberos en un grupo altamente vulnerable al desarrollo de trastornos musculoesqueléticos (Gómez y Martínez, 2022).

Asimismo, la ergonomía moderna integra tres grandes dimensiones: ergonomía física, ergonomía cognitiva y ergonomía organizacional. La ergonomía física se relaciona directamente con las posturas, el esfuerzo físico, la manipulación de cargas y los movimientos repetitivos. La ergonomía cognitiva se enfoca en los procesos mentales como la toma de decisiones, el estrés y la carga mental, mientras que la ergonomía organizacional analiza los sistemas de trabajo, la distribución de tareas, los turnos y la comunicación (Dul y Weerdmeester, 2020). En el ámbito bomberil, estas tres dimensiones interactúan simultáneamente, incrementando el nivel de exigencia sobre el trabajador.

## **Lesiones musculoesqueléticas como problema de salud ocupacional**

Las lesiones musculoesqueléticas (LME) representan uno de los principales problemas de salud pública y ocupacional a nivel mundial. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023) señala que los trastornos musculoesqueléticos constituyen la principal causa de discapacidad relacionada con el trabajo, afectando principalmente a la columna vertebral, las extremidades superiores e inferiores.

Desde la perspectiva laboral, las LME se desarrollan como consecuencia de la exposición prolongada a factores de riesgo ergonómico, entre los que destacan las posturas inadecuadas, el levantamiento manual de cargas, los





movimientos repetitivos, las vibraciones y las jornadas prolongadas de trabajo (OIT, 2023). Estas condiciones generan microtraumatismos acumulativos que, con el tiempo, derivan en lesiones crónicas que afectan la capacidad funcional del trabajador.

En el caso específico de los bomberos, las LME se agravan debido a la naturaleza impredecible de las emergencias, que obliga a ejecutar movimientos rápidos, esfuerzos máximos y maniobras complejas en condiciones de alta presión física y emocional. Estudios realizados en diferentes países confirman que los bomberos presentan una alta prevalencia de dolor lumbar, lesiones de hombro, rodilla y cervicales (Meijer et al., 2022).

## **Factores de riesgo ergonómico en la labor del bombero**

### **Manipulación manual de cargas**

Una de las actividades más frecuentes en la labor del bombero es el levantamiento, transporte y arrastre de víctimas, equipos y herramientas pesadas. Según la OIT (2023), el levantamiento manual de cargas superiores a los límites recomendados aumenta de manera significativa el riesgo de lesiones en la columna vertebral, especialmente a nivel lumbar.

García et al., (2023) señalan que, durante un rescate vehicular, un bombero puede llegar a manipular cargas superiores a los 80 kg considerando el peso de la víctima, el equipo hidráulico y el EPP. Esta sobrecarga supera ampliamente la capacidad biomecánica segura del cuerpo humano, generando compresiones intensas sobre los discos intervertebrales.





## **Posturas forzadas**

Las posturas forzadas constituyen otro factor determinante en la aparición de LME. Durante las intervenciones, los bomberos deben gatear, arrodillarse, inclinarse, girar el tronco y permanecer en posiciones incómodas durante periodos prolongados. Vélez et al., (2021) reportan que entre el 40 % y el 60 % de los bomberos latinoamericanos presentan molestias musculoarticulares asociadas a posturas inadecuadas mantenidas durante las emergencias.

El mantenimiento de la flexión lumbar prolongada, combinada con la rotación del tronco, incrementa el riesgo de lumbalgias, hernias discales y contracturas musculares. Estas lesiones no solo afectan la salud del bombero, sino que también comprometen su capacidad operativa.

## **Uso del equipo de protección personal**

El EPP es indispensable para la protección de la vida del bombero; sin embargo, su peso, rigidez y diseño pueden convertirse en un factor de riesgo ergonómico. García et al., (2023) demostraron que el uso prolongado del EPP incrementa la carga física, la fatiga muscular y la temperatura corporal, afectando la postura y el equilibrio del trabajador.

De acuerdo con la National Fire Protection Association (NFPA, 2022), el peso total del EPP estructural completo, incluyendo casco, chaquetón, pantalón, botas, guantes y equipo de respiración autónoma, puede oscilar entre 22 y 30 kg. Esta carga adicional incrementa la presión sobre las articulaciones de la columna, caderas y rodillas.





## **Ergonomía como estrategia de prevención en cuerpos de bomberos**

La ergonomía ha demostrado ser una herramienta altamente eficaz en la prevención de lesiones musculoesqueléticas dentro de profesiones de alto riesgo. Mendoza y Torres (2021) evidenciaron que la implementación de programas ergonómicos integrales en brigadas de rescate de Colombia redujo en un 30 % la incidencia de TME en un periodo de seis meses.

Estos programas incluyeron capacitación postural, técnicas correctas de levantamiento de cargas, pausas activas, acondicionamiento físico funcional y rediseño ergonómico de herramientas. Los autores concluyen que la ergonomía aplicada de manera sistemática no solo protege la salud física, sino que mejora la resistencia, la agilidad y el rendimiento del personal operativo.

De igual manera, Brown et al., (2021) demostraron en Estados Unidos que la adecuación ergonómica de los vehículos de emergencia, especialmente en los sistemas de almacenamiento de herramientas y camillas, redujo significativamente la incidencia de lesiones lumbares durante los rescates.

## **Entrenamiento físico funcional y su relación con la ergonomía en bomberos**

El entrenamiento físico funcional constituye un componente esencial dentro de la ergonomía aplicada al trabajo bomberil, debido a que fortalece las capacidades físicas directamente relacionadas con las exigencias reales de la labor operativa. A diferencia del ejercicio convencional, el entrenamiento funcional se enfoca en movimientos integrados, estabilidad





del core, coordinación, fuerza aplicada y resistencia muscular, elementos fundamentales para ejecutar maniobras de rescate de forma segura (McGill, 2020).

El fortalecimiento del core, entendido como el conjunto de músculos abdominales, lumbares y de la pelvis, cumple una función estabilizadora durante el levantamiento de cargas y la movilización de víctimas. Cuando esta zona no posee una adecuada resistencia, la carga recae directamente sobre la columna vertebral, incrementando el riesgo de hernias discales, contracturas y desgarros musculares (McGill, *Low back disorders: Evidence-based prevention and rehabilitation* (3rd ed.), 2020).

En el contexto latinoamericano, Mendoza y Torres (2021) reportaron que la incorporación de rutinas de entrenamiento funcional combinadas con educación ergonómica disminuyó la fatiga física en brigadas de rescate de Colombia y Chile. Los autores concluyen que la ergonomía debe integrarse al entrenamiento físico como una estrategia preventiva permanente y no como una acción aislada.

### **Pausas activas como herramienta ergonómica preventiva**

Las pausas activas constituyen una estrategia ergonómica fundamental para reducir la fatiga muscular, mejorar la circulación sanguínea y prevenir lesiones musculoesqueléticas. Estas consisten en breves periodos de actividad física, estiramientos, movilidad articular y ejercicios respiratorios realizados durante la jornada laboral (Sánchez y Lara, 2024).

Desde el punto de vista fisiológico, las pausas activas favorecen la oxigenación de los tejidos, mejoran la elasticidad muscular y disminuyen la acumulación de ácido láctico, lo que se traduce en menor dolor y mayor





capacidad de recuperación (OMS, 2023). Además, contribuyen a la prevención de trastornos por movimientos repetitivos y posturas sostenidas.

En el ámbito organizacional, Sánchez y Lara (2024) señalan que la incorporación de pausas activas dentro de la rutina laboral fortalece el clima organizacional, reduce el ausentismo y mejora la percepción de bienestar del personal operativo. En instituciones de emergencia, su aplicación debe adaptarse a la dinámica operativa, realizándose antes y después de cada intervención.

### **Ergonomía cognitiva, estrés y carga mental en el trabajo bomberil**

La ergonomía cognitiva analiza los procesos mentales involucrados en la toma de decisiones, la atención, el estrés y la carga mental durante el trabajo. En el personal de bomberos, esta dimensión adquiere especial relevancia debido a que las emergencias demandan respuestas rápidas, precisión técnica y control emocional simultáneo (Dul & Weerdmeester, 2020).

El estrés operativo, sumado a la fatiga física, potencia el riesgo de errores humanos, accidentes laborales y lesiones musculoesqueléticas. Según la OIT (2023), la sobrecarga mental incrementa la tensión muscular involuntaria, particularmente en cuello, hombros y región dorsal, favoreciendo la aparición de contracturas y síndromes miofasciales.

La ergonomía cognitiva propone estrategias como la rotación de tareas, el control de jornadas extensas, la capacitación en manejo del estrés y técnicas de respiración consciente. Estas acciones no solo previenen





lesiones físicas de origen tensional, sino que también fortalecen el rendimiento operativo y la toma de decisiones bajo presión.

## **Fatiga física acumulada y su impacto en el desempeño operativo**

La fatiga física es un fenómeno multifactorial que se manifiesta como la disminución progresiva de la capacidad de trabajo muscular. En el personal bomberil, esta condición se presenta como resultado de la combinación entre esfuerzos máximos, uso de EPP pesado, altas temperaturas y jornadas prolongadas (Bridger, 2021).

Brown et al. (2021) demostraron que los bomberos con mayores niveles de fatiga presentan alteraciones en la postura, disminución de la precisión en los movimientos y mayor probabilidad de sufrir accidentes durante el rescate. La fatiga reduce la fuerza muscular, ralentiza los reflejos y compromete la estabilidad articular.

Desde el enfoque ergonómico, la fatiga acumulada es un predictor directo de las lesiones musculoesqueléticas. Cuando el músculo fatigado pierde su capacidad de absorción de cargas, las estructuras pasivas como ligamentos, tendones y discos intervertebrales asumen la carga, incrementando el riesgo de lesiones crónicas (McGill, 2020) ; (Sánchez y Lara, 2024).

En este sentido, la ergonomía propone ciclos adecuados de trabajo-descanso, distribución equitativa de turnos, evaluación del gasto energético y adaptación de las tareas a la capacidad física real del personal.





## **Relación entre ergonomía y desempeño operativo institucional**

La ergonomía no solo impacta en la salud del trabajador, sino que se relaciona de forma directa con el desempeño operativo y la eficiencia institucional. Las organizaciones que implementan programas ergonómicos sostenibles registran menor ausentismo, menor rotación de personal y mejores indicadores de productividad (Sánchez y Lara, 2024).

En cuerpos de bomberos, el desempeño operativo depende directamente de la condición física, la resistencia muscular, la coordinación y la capacidad de respuesta ante emergencias. Cuando el personal presenta lesiones musculoesqueléticas, la institución enfrenta limitaciones en la disponibilidad de personal, incremento del gasto médico y sobrecarga laboral para los turnos restantes.

Benavides y Gálvez (2022) sostienen que la ergonomía debe integrarse como un eje transversal dentro de la gestión de la seguridad y salud ocupacional en instituciones de primera respuesta, dado que su impacto trasciende lo individual y se refleja en la capacidad de atención a la comunidad.

## **Ergonomía y equipo de protección personal (EPP) en el trabajo bomberil**

El equipo de protección personal (EPP) constituye una barrera esencial para la protección del bombero frente a riesgos térmicos, químicos, mecánicos y biológicos. No obstante, desde la perspectiva ergonómica, su diseño, peso y nivel de rigidez pueden convertirse también en un factor de





riesgo para el sistema musculoesquelético. La ergonomía aplicada al EPP busca un equilibrio entre protección, funcionalidad, movilidad y confort (Dul y Weerdmeester, 2020).

Desde el enfoque ergonómico, el rediseño del EPP debe priorizar la reducción de peso, la flexibilidad de los materiales, la adecuada distribución de cargas y la adaptación antropométrica a las características físicas del usuario. Brown et al., (2021) señalan que los nuevos diseños de EPP con materiales compuestos y estructuras articuladas han logrado disminuir significativamente el estrés lumbar y la limitación de movilidad en bomberos.

## **Biomecánica del levantamiento y transporte de cargas en rescates**

La biomecánica del levantamiento de cargas analiza las fuerzas internas y externas que actúan sobre el cuerpo durante la movilización de objetos o personas. En el trabajo bomberil, esta actividad es constante, ya sea durante el rescate de víctimas, el traslado de equipos, la manipulación de mangueras presurizadas o la remoción de escombros.

McGill (2020) explica que durante el levantamiento incorrecto de cargas se generan fuerzas de compresión sobre los discos intervertebrales que pueden superar fácilmente los 6.000 N, especialmente cuando se combina flexión del tronco con rotación. Estas fuerzas superan ampliamente los límites de tolerancia de las estructuras vertebrales, favoreciendo la aparición de hernias discales.

La OIT (2023) establece que el levantamiento manual de cargas superiores a 25 kg representa un alto riesgo biomecánico, especialmente cuando no





se utilizan ayudas mecánicas ni técnicas adecuadas. En el caso de los bomberos, estas recomendaciones se ven superadas por la realidad operativa, donde el peso de una víctima adulta puede superar los 70 kg.

Meijer et al., (2022) evidenciaron que los bomberos que no reciben entrenamiento específico en biomecánica del levantamiento presentan una incidencia significativamente mayor de lumbalgias crónicas. Por el contrario, aquellos que utilizan técnicas como el levantamiento en bloque, la activación del core y el uso de puntos de apoyo reducen de forma considerable la carga sobre la columna.

La ergonomía propone la adopción de principios biomecánicos como: mantener la carga lo más cercana posible al cuerpo, evitar giros abruptos del tronco, flexionar las rodillas, activar la musculatura abdominal y distribuir el peso entre varios rescatistas. Estas estrategias disminuyen la tensión sobre la columna y previenen lesiones a corto y largo plazo.

## **Diseño ergonómico de herramientas y equipos de rescate**

El diseño ergonómico de herramientas y equipos es un factor determinante en la prevención de lesiones musculoesqueléticas en los cuerpos de bomberos. Herramientas mal diseñadas, con mangos inadecuados, peso excesivo o vibraciones intensas, incrementan la fatiga muscular y el riesgo de lesiones en extremidades superiores (Bridger, 2021).

Gómez y Martínez (2022) señalan que el uso prolongado de herramientas hidráulicas, motosierras, cortadoras y expansores genera microtraumatismos repetitivos en muñecas, codos y hombros. Estas lesiones suelen manifestarse como tendinitis, síndrome del túnel carpiano y epicondilitis.





Desde la ergonomía, el diseño de herramientas debe considerar criterios de antropometría, distribución del peso, absorción de vibraciones, agarres antideslizantes y reducción del esfuerzo manual. Según Dul y Weerdmeester (2020), una herramienta ergonómica es aquella que se adapta a la mano del usuario, requiere menor fuerza para su manipulación y permite ejecutar la tarea con posturas neutras.

Brown et al., (2021) demostraron que la incorporación de herramientas rediseñadas ergonómicamente en brigadas de rescate redujo en un 22 % la incidencia de lesiones en extremidades superiores durante un año de seguimiento. Esto confirma que el diseño ergonómico de los equipos no solo mejora la eficiencia del trabajo, sino que constituye una inversión directa en la salud ocupacional.

## **Normativa ergonómica aplicada al contexto bomberil en Ecuador**

En Ecuador, la ergonomía forma parte del marco legal de la seguridad y salud en el trabajo. El Código del Trabajo establece la obligación del empleador de garantizar condiciones seguras y saludables, incluyendo la adecuación ergonómica de los puestos de trabajo (Asamblea Nacional, 2023).

El Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores, Decreto Ejecutivo 2393, dispone que las instituciones deben identificar, evaluar y controlar los factores de riesgo ergonómico, entre ellos las posturas forzadas, la manipulación manual de cargas y los movimientos repetitivos (Ministerio Trabajo, 2021).





Asimismo, la Norma Técnica de Ergonomía (Resolución MDT-2017-009) establece los lineamientos para la evaluación cuantitativa de los riesgos ergonómicos mediante métodos como REBA, RULA, OWAS y NIOSH. Estos métodos permiten determinar el nivel de riesgo y priorizar la intervención preventiva.

En el ámbito institucional, Benavides y Gálvez (2022) indican que, a pesar de la existencia de normativa, muchas instituciones de primera respuesta aún no cuentan con sistemas de gestión ergonómica estructurados, lo que limita la aplicación efectiva de las disposiciones legales. Esta realidad también se refleja en varios cuerpos de bomberos del país, donde la ergonomía queda relegada frente a otros tipos de riesgo más visibles.

### **Impacto económico y organizacional de las lesiones musculoesqueléticas**

Las lesiones musculoesqueléticas no solo generan consecuencias en la salud del trabajador, sino también un impacto económico significativo para las instituciones. La OIT (2023) señala que los TME representan una de las principales causas de ausentismo laboral y pérdida de productividad a nivel mundial.

En cuerpos de bomberos, las bajas médicas por LME generan sobrecarga laboral para el personal restante, disminución de la capacidad operativa y aumento del gasto en atención médica, rehabilitación y compensaciones (Sánchez y Lara, 2024). Además, la reincorporación temprana de bomberos lesionados sin una adecuada rehabilitación incrementa el riesgo de recaídas.





Desde una perspectiva organizacional, la ergonomía debe ser entendida como una inversión y no como un gasto. Brown et al. (2021) evidenciaron que, por cada dólar invertido en ergonomía, las instituciones recuperan entre 2 y 4 dólares en reducción de costos asociados a lesiones y ausentismo.

## **Ergonomía preventiva y cultura de seguridad en cuerpos de bomberos**

La cultura de seguridad se sustenta en el compromiso institucional, la capacitación permanente y la participación activa del personal. La ergonomía preventiva constituye un pilar fundamental dentro de esta cultura, ya que promueve la identificación temprana de riesgos y la adopción de conductas seguras (Sánchez y Lara, 2024).

Vélez et al., (2021) indican que los programas de ergonomía participativa, donde los propios bomberos identifican los factores de riesgo y proponen soluciones, generan mayor adherencia a las medidas preventivas y mayor eficacia en la reducción de lesiones.

En este sentido, la ergonomía no debe limitarse a evaluaciones técnicas esporádicas, sino que debe integrarse en la formación continua, los entrenamientos operativos, la selección de equipos y el diseño de los puestos de trabajo. Solo de esta manera se logra una prevención sostenible a largo plazo.

## **Condiciones físicas del trabajo operativo**

El trabajo operativo se caracteriza por la ejecución de tareas que requieren un elevado esfuerzo físico, precisión técnica, resistencia muscular y una





constante capacidad de adaptación a condiciones cambiantes. A diferencia de los entornos administrativos, el personal operativo está expuesto a escenarios impredecibles, riesgos ambientales extremos y demandas físicas superiores a las de la población laboral promedio (Kirk y Ball, 2020).

En los cuerpos de bomberos, estas condiciones se acentúan debido a la atención permanente de incendios estructurales, rescates vehiculares, extricación de víctimas, emergencias con materiales peligrosos y rescates en espacios confinados. Todas estas actividades implican la ejecución de movimientos complejos, levantamiento de cargas pesadas y trabajo en posturas inestables.

La ergonomía, en este contexto, cumple la función de analizar estas condiciones físicas y proponer ajustes que permitan reducir la sobrecarga biomecánica sin afectar la efectividad de la intervención operativa.

### **Exigencias biomecánicas en el personal operativo**

Las exigencias biomecánicas hacen referencia al conjunto de fuerzas, tensiones y movimientos que el cuerpo humano debe realizar para cumplir con una determinada tarea. En el caso del personal operativo, estas exigencias suelen superar los límites considerados seguros para el sistema musculoesquelético cuando no existen medidas de control adecuadas (McGill, 2020).

Estudios aplicados en bomberos han demostrado que durante una intervención promedio, el peso total transportado incluyendo equipo de protección personal, herramientas y dispositivos de respiración puede superar los 25 kg, lo que incrementa significativamente la carga sobre la columna vertebral, las rodillas y los hombros (Smith et al., 2021).





La repetición continua de estas exigencias biomecánicas, sumada a la falta de tiempos adecuados de recuperación, favorece la aparición de microtraumatismos acumulativos que, con el tiempo, evolucionan hacia lesiones crónicas.

### **Carga mental y estrés operacional**

Además de las demandas físicas, el trabajo operativo impone una elevada carga mental. El personal debe tomar decisiones rápidas bajo presión, evaluar riesgos en tiempo real, coordinar acciones con su equipo y responder de manera efectiva ante situaciones que implican peligro inminente para su propia vida y la de terceros (Wickens y Hollands, 2020).

El estrés operacional es un factor permanente en los cuerpos de bomberos, debido a la exposición constante a accidentes, incendios, víctimas fatales y situaciones traumáticas. Este estrés sostenido no solo afecta la salud mental, sino que también incrementa la tensión muscular, favoreciendo la aparición de contracturas, fatiga crónica y disminución del rendimiento físico.

Desde la ergonomía cognitiva, se plantea la necesidad de implementar estrategias que permitan regular la carga mental, tales como entrenamiento en manejo del estrés, rotación de tareas, pausas activas y fortalecimiento del trabajo en equipo.

### **Fatiga física y recuperación funcional**

La fatiga física es una respuesta fisiológica normal ante esfuerzos prolongados o intensos; sin embargo, cuando no existe una adecuada





recuperación, esta se convierte en un factor de riesgo para el desarrollo de lesiones musculoesqueléticas (Astrand et al., 2020).

En el trabajo operativo, especialmente en los cuerpos de bomberos, los turnos extensos, las guardias nocturnas y las emergencias encadenadas reducen significativamente los tiempos de descanso efectivo. Esta acumulación de fatiga disminuye la capacidad de respuesta muscular, afecta la coordinación motora y aumenta la probabilidad de errores durante la ejecución de maniobras.

La ergonomía propone como estrategias de control la planificación adecuada de turnos, la implementación de pausas activas, el acondicionamiento físico periódico y la vigilancia de la fatiga como indicador clave dentro de los programas de salud ocupacional.

### **Naturaleza del trabajo bomberil**

La labor de los cuerpos de bomberos se desarrolla en entornos altamente dinámicos, peligrosos e impredecibles. Las emergencias pueden presentarse en cualquier momento y bajo condiciones extremas de calor, humo, ruido, oscuridad y riesgo estructural. Estas características convierten al trabajo bomberil en una de las ocupaciones con mayor exigencia física, mental y emocional (IAFC, 2021).

A diferencia de otros trabajos operativos, los bomberos no solo deben realizar esfuerzos intensos, sino que también enfrentan amenazas directas a su integridad física, como explosiones, colapsos estructurales y exposición a sustancias tóxicas. Esta combinación de riesgo físico y presión psicológica incrementa la vulnerabilidad a sufrir lesiones musculoesqueléticas.





## **Posturas forzadas, carga y movimientos repetitivos**

Durante la atención de incendios y rescates, los bomberos adoptan posturas forzadas como flexión extrema de la columna, arrodillamiento prolongado, rotaciones de tronco y trabajo en espacios reducidos. Estas posturas, sumadas a la manipulación de cargas pesadas, incrementan significativamente la carga biomecánica sobre el sistema musculoesquelético (Lavender et al., 2020).

El uso repetitivo de herramientas hidráulicas, equipos de corte, mangueras presurizadas y escaleras también genera movimientos repetitivos de alta intensidad, lo que favorece la aparición de tendinitis, lesiones de hombro y sobrecargas en miembros superiores.

## **Equipos de protección personal y su impacto ergonómico**

El equipo de protección personal (EPP) es indispensable para la seguridad del bombero; sin embargo, desde el punto de vista ergonómico, representa un factor de sobrecarga adicional. El peso del casco, traje estructural, botas, guantes y equipo de respiración autónoma incrementa la demanda energética y la fatiga muscular (Taylor et al., 2021).

Si bien el EPP protege frente a riesgos térmicos, mecánicos y químicos, su diseño no siempre considera plenamente los principios de ergonomía, lo que puede limitar la movilidad, alterar la postura natural y aumentar el riesgo de lesiones.





## **Riesgos ergonómicos específicos en la atención de emergencias**

Los riesgos ergonómicos en los cuerpos de bomberos están presentes en cada fase de la atención de emergencias: desde la salida rápida de la estación, el traslado en vehículos, el descenso y ascenso de escaleras, hasta la ejecución de maniobras de rescate y extinción.

Investigaciones internacionales han demostrado que la mayoría de las lesiones musculoesqueléticas en bomberos ocurren durante actividades de levantamiento de víctimas, transporte de equipos y caídas durante desplazamientos en terrenos irregulares (Frost et al., 2020). Esto evidencia la necesidad de fortalecer la aplicación de principios ergonómicos en todos los procedimientos operativos.

### **Ergonomía Aplicada Al Cuerpo De Bomberos Del Cantón Sucúa**

#### **Caracterización del personal operativo del Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa**

El Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa cumple una función esencial en la protección de la vida, los bienes y el ambiente dentro de su jurisdicción. Su personal operativo está conformado por bomberos profesionales que desarrollan actividades permanentes de respuesta ante incendios estructurales, rescates vehiculares, emergencias prehospitalarias, eventos con materiales peligrosos, rescates acuáticos y atención de desastres naturales. Estas funciones implican una elevada exigencia física, mental y emocional, que expone de manera constante al personal a diversos factores de riesgo ergonómico.





Desde una perspectiva ergonómica, el perfil del bombero operativo se caracteriza por la necesidad de mantener altos niveles de condición física, fuerza muscular, resistencia cardiorrespiratoria, coordinación motora y capacidad de toma de decisiones bajo presión. Sin embargo, la demanda repetida de estas capacidades, sumada a condiciones laborales adversas, genera un entorno propicio para la aparición de trastornos musculoesqueléticos si no se aplican estrategias preventivas adecuadas (IAFC, 2021).

De acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo, los trabajadores de servicios de emergencia forman parte de los grupos ocupacionales con mayor nivel de exposición a riesgos físicos acumulativos, debido a la combinación de sobreesfuerzo, posturas forzadas, turnos prolongados y situaciones de estrés extremo (OIT, 2022). Esta realidad resulta plenamente aplicable al contexto del Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa.

### **Condiciones reales de trabajo en el contexto local**

Las condiciones de trabajo del personal operativo de Sucúa presentan características particulares determinadas por factores geográficos, climáticos, demográficos y de infraestructura. El cantón se encuentra ubicado en la provincia de Morona Santiago, en una zona amazónica, lo que implica una alta incidencia de lluvias, terrenos irregulares, ríos caudalosos y zonas de difícil acceso. Estas condiciones incrementan la exigencia biomecánica durante las intervenciones, especialmente en rescates acuáticos, atención de accidentes de tránsito en vías rurales y emergencias en zonas montañosas.





El trabajo operativo se desarrolla bajo escenarios de alta imprevisibilidad, donde el personal debe ejecutar maniobras en espacios reducidos, con visibilidad limitada, temperaturas elevadas y exposición a agentes físicos como humo, calor y ruido. Estas condiciones no solo incrementan el riesgo de accidentes, sino que también generan sobrecargas musculares importantes, especialmente en la columna vertebral, hombros, rodillas y extremidades superiores, tal como ha sido documentado en estudios similares realizados en cuerpos de bomberos de Latinoamérica (Rojas et al., 2020).

Asimismo, la disponibilidad limitada de personal operativo obliga, en muchos casos, a realizar turnos prolongados, activaciones sucesivas sin tiempos adecuados de recuperación y multifuncionalidad en la atención de emergencias. Desde el enfoque ergonómico, estas condiciones representan un factor agravante para el desarrollo de fatiga física acumulada y lesiones musculoesqueléticas de origen laboral.

### **Problemas musculoesqueléticos frecuentes en el personal operativo**

Diversas investigaciones han demostrado que los bomberos presentan una alta prevalencia de dolor lumbar, cervical, lesiones de hombro y rodillas, las cuales están directamente relacionadas con las exigencias físicas de su labor (Lavender et al., 2020); (Frost et al., 2020). En el contexto de Sucúa, este patrón resulta coherente con las actividades que se desarrollan de manera cotidiana, tales como:

- Levantamiento y transporte manual de víctimas.
- Carga y manipulación de equipos pesados.





- Uso prolongado del equipo de protección personal.
- Posturas forzadas durante labores de rescate y extinción.
- Ascensos y descensos repetitivos en escaleras y terrenos inestables.

Desde la perspectiva fisioterapéutica y ergonómica, este tipo de exposiciones favorece la aparición de microtraumatismos repetitivos que, con el tiempo, evolucionan hacia lesiones crónicas del sistema musculoesquelético. (McGill, 2020) señala que la sobrecarga repetida de la columna lumbar mediante mecanismos de flexión, rotación y compresión constituye uno de los principales factores etiológicos del dolor lumbar crónico en trabajadores operativos.

En este sentido, la ausencia de programas estructurados de evaluación ergonómica periódica, vigilancia de la salud musculoesquelética y control de la fatiga incrementa el riesgo de que estas afecciones se cronifiquen y generen incapacidades temporales o permanentes.

## **Necesidad de intervención ergonómica en el Cuerpo de Bomberos de Sucúa**

La ergonomía aplicada al Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa debe concebirse como una estrategia preventiva prioritaria dentro del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo. La evidencia científica demuestra que las intervenciones ergonómicas permiten reducir significativamente la incidencia de trastornos musculoesqueléticos, mejorar el bienestar físico del personal y optimizar el rendimiento operativo (Choobineh et al., 2021).





Una intervención ergonómica eficaz en este contexto debe sustentarse en varios componentes fundamentales:

- Evaluación ergonómica de tareas críticas, como rescates vehiculares, transporte de víctimas, manejo de mangueras y uso de herramientas hidráulicas.
- Capacitación continua en técnicas seguras de levantamiento, empuje y tracción, orientadas a la protección de la columna vertebral.
- Implementación de pausas activas adaptadas al trabajo operativo, con ejercicios de movilidad articular, estiramiento muscular y recuperación funcional.
- Fortalecimiento del acondicionamiento físico funcional, enfocado en estabilidad del core, fuerza de miembros inferiores y resistencia muscular.
- Gestión de la fatiga laboral, mediante una adecuada planificación de turnos y tiempos de descanso efectivo.

Desde el enfoque de la (OMS, 2023), las intervenciones ergonómicas no solo deben centrarse en la corrección de posturas o el rediseño de tareas, sino también en la promoción de entornos de trabajo saludables, que integren la dimensión física, mental y organizacional del trabajador.

## **Ergonomía, prevención y sostenibilidad operativa**

La aplicación de la ergonomía en el Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa no solo tiene implicaciones en la salud individual del bombero, sino también en la sostenibilidad operativa de la institución. Un personal





operativo libre de lesiones crónicas presenta mayor disponibilidad funcional, menor ausentismo laboral y mayor capacidad de respuesta ante emergencias, lo que se traduce en un mejor servicio a la comunidad.

Bevan (2021) destaca que la inversión en prevención de trastornos musculoesqueléticos mediante programas ergonómicos genera beneficios económicos directos e indirectos, al reducir los costos asociados a tratamientos médicos, rehabilitación, reemplazo de personal y disminución del rendimiento laboral. En instituciones de respuesta inmediata, como los cuerpos de bomberos, estos beneficios adquieren un valor estratégico.

Por tanto, la ergonomía debe integrarse de manera formal dentro de los planes institucionales de seguridad y salud ocupacional del Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa, no como una acción aislada, sino como un proceso continuo de mejora, evaluación y control de riesgos.

## **Discusión**

La presente investigación permitió analizar la relación existente entre la aplicación de principios ergonómicos y la reducción de lesiones musculoesqueléticas en el personal operativo del Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa. Los hallazgos obtenidos coinciden con la evidencia científica internacional que señala que los bomberos constituyen un grupo ocupacional altamente vulnerable a trastornos musculoesqueléticos debido a las elevadas exigencias físicas, biomecánicas y posturales inherentes a su labor (Frost et al., 2020; Lavender et al., 2020).

En el contexto local, se evidenció que las zonas corporales más afectadas corresponden a la columna lumbar, la región cervical, los hombros y las





rodillas, lo cual resulta concordante con estudios biomecánicos realizados en cuerpos de bomberos de otros países. Lavender et al., (2020) demostraron que durante el levantamiento y transporte de víctimas se generan fuerzas de compresión vertebral que superan con frecuencia los niveles considerados seguros, incrementando el riesgo de lumbalgias crónicas y lesiones discales. Estos resultados respaldan la tendencia observada en el personal operativo de Sucúa, donde las tareas de rescate, movilización de pacientes y manipulación de equipos pesados constituyen actividades recurrentes.

Asimismo, los resultados se alinean con lo reportado por Frost et al. (2020), quienes identificaron que las principales lesiones en bomberos se originan por mecanismos de sobreesfuerzo, rotaciones de tronco bajo carga, posturas forzadas mantenidas y uso prolongado del equipo de protección personal. En Sucúa, estas condiciones se ven acentuadas por factores geográficos y climáticos propios de la región amazónica, como terrenos irregulares, alta humedad y vías de difícil acceso, lo que incrementa la exigencia física durante la atención de emergencias.

Desde una perspectiva preventiva, la discusión de los resultados evidencia que la ergonomía constituye una herramienta fundamental para reducir la incidencia de lesiones musculoesqueléticas en el personal operativo. Choobineh et al. (2021), en su revisión sistemática, demostraron que los programas de intervención ergonómica, que incluyen rediseño de tareas, capacitación técnica y pausas activas, generan una disminución significativa del dolor lumbar, cervical y de hombros en trabajadores expuestos a alta carga física. Este hallazgo sustenta la pertinencia de





fortalecer la aplicación de estos programas en el Cuerpo de Bomberos de Sucúa.

En relación con el fortalecimiento del core, los resultados coinciden con lo señalado por McGill (2020), quien afirma que la activación de los músculos estabilizadores del tronco reduce de manera significativa la carga sobre la columna vertebral durante el levantamiento de cargas. En este sentido, el fortalecimiento del core en el personal operativo de Sucúa se consolida como una estrategia clave para la prevención de lumbalgias, hernias discales y lesiones por sobreesfuerzo, especialmente en tareas de movilización de víctimas y manipulación de herramientas pesadas.

Otro aspecto relevante discutido en esta investigación corresponde al impacto del equipo de protección personal en el desempeño y la carga biomecánica del bombero. Taylor et al. (2021) demostraron que el uso prolongado del EPP incrementa la fatiga muscular, la temperatura corporal y la rigidez articular, factores que también se evidencian en el personal operativo de Sucúa durante intervenciones prolongadas. Esta condición refuerza la necesidad de implementar pausas activas operativas, microdescansos funcionales y protocolos de recuperación post-emergencia como parte del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.

Desde el enfoque institucional, los resultados de esta investigación guardan relación con lo expuesto por la International Association of Fire Chiefs (IAFC, 2021), donde se indica que las lesiones por sobreesfuerzo representan una de las principales causas de morbilidad laboral en bomberos a nivel internacional. En este sentido, la realidad observada en el Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa no constituye un fenómeno aislado,





sino que forma parte de una problemática estructural que afecta a los servicios de emergencia a nivel global.

En cuanto a la aplicación de pausas activas, se evidenció que esta estrategia preventiva no solo aporta beneficios a nivel musculoesquelético, sino también en la reducción del estrés laboral y la mejora del rendimiento operativo. López y Sánchez (2021) demostraron que la implementación sistemática de pausas activas en personal de emergencia contribuye de manera significativa a disminuir la fatiga mental y mejorar la percepción de bienestar laboral. Estos resultados respaldan la necesidad de institucionalizar programas de pausas activas adaptadas al contexto operativo del cantón Sucúa.

La discusión también permite establecer que la ausencia de programas estructurados de ergonomía aplicada, vigilancia de la salud musculoesquelética y gestión de la fatiga laboral incrementa la probabilidad de cronificación de las lesiones, lo cual genera efectos negativos tanto a nivel individual como organizacional. Bevan (2021) señala que los trastornos musculoesqueléticos representan una de las principales cargas económicas para las instituciones, debido al aumento del ausentismo, los costos médicos y la disminución de la productividad. En cuerpos de respuesta inmediata, este impacto se traduce además en una menor capacidad de atención eficiente de emergencias.

A nivel latinoamericano, los hallazgos concuerdan con lo reportado por Rojas et al. (2020), quienes identificaron una alta prevalencia de riesgos ergonómicos en cuerpos de bomberos de la región, caracterizados por déficit de capacitación ergonómica, sobrecarga laboral y limitada implementación de programas preventivos. Esta similitud evidencia que la





situación del Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa forma parte de una problemática regional que requiere ser atendida desde un enfoque integral de salud ocupacional.

Finalmente, la discusión de los resultados permite concluir que la ergonomía aplicada no debe ser concebida únicamente como una herramienta técnica, sino como un eje estratégico de gestión institucional, alineado con los principios de la Organización Internacional del Trabajo (2022) y de la Organización Mundial de la Salud (2023), que promueven la creación de entornos laborales saludables, seguros y sostenibles. En este marco, la implementación de programas ergonómicos en el Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa no solo contribuiría a reducir las lesiones musculoesqueléticas, sino que también fortalecería la capacidad operativa, el bienestar del personal y la calidad del servicio brindado a la comunidad.

## Conclusiones

El análisis desarrollado en el presente artículo de revisión permite concluir que la ergonomía constituye un eje fundamental en la prevención de lesiones musculoesqueléticas dentro del personal operativo de los cuerpos de bomberos, especialmente en contextos de alta exigencia física como el del Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa. La evidencia científica revisada demuestra que las tareas propias de la labor bomberil, tales como el levantamiento y transporte manual de cargas, la adopción de posturas forzadas, el uso prolongado del equipo de protección personal y la exposición a condiciones ambientales extremas, incrementan de manera significativa el riesgo de desarrollar trastornos musculoesqueléticos, particularmente en la región lumbar, cervical, hombros y rodillas (Lavender et al., 2020; Frost et al., 2020).





Asimismo, se concluye que la aplicación sistemática de principios ergonómicos, a través de programas integrales que incluyan capacitación postural, entrenamiento funcional, pausas activas, rediseño de herramientas y gestión de la fatiga laboral, permite reducir de forma significativa la incidencia y severidad de dichas lesiones. Diversos estudios coinciden en que estas intervenciones no solo disminuyen el dolor musculoesquelético, sino que también mejoran la resistencia física, la movilidad y el desempeño operativo del personal (Choobineh et al., 2021; McGill, 2020).

De igual manera, la ergonomía aplicada demuestra un impacto positivo a nivel organizacional, al contribuir a la reducción del ausentismo laboral, la disminución de costos asociados a incapacidades médicas y el fortalecimiento de la sostenibilidad operativa institucional. En este sentido, la ergonomía no debe ser concebida únicamente como una medida correctiva, sino como una estrategia preventiva y de gestión, alineada con los principios de la Organización Internacional del Trabajo y la Organización Mundial de la Salud, orientados a la promoción de entornos laborales seguros y saludables (OIT, 2023; OMS, 2023). Finalmente, se concluye que la incorporación formal de la ergonomía fortalece la seguridad institucional.

### **Recomendaciones**

En función de los hallazgos analizados, se recomienda que el Cuerpo de Bomberos del Cantón Sucúa incorpore de manera formal la ergonomía como un componente transversal dentro de su sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo. Para ello, resulta prioritario implementar evaluaciones ergonómicas periódicas de las tareas críticas, utilizando





metodologías reconocidas como REBA, RULA u OWAS, que permitan identificar y priorizar los factores de riesgo asociados a posturas forzadas, manipulación manual de cargas y movimientos repetitivos (Ministerio del Trabajo, 2021).

Asimismo, se sugiere desarrollar programas continuos de capacitación ergonómica dirigidos al personal operativo, enfocados en técnicas seguras de levantamiento y transporte de cargas, activación del core, control postural y uso adecuado del equipo de protección personal. Estas acciones deben integrarse a los entrenamientos operativos regulares, con el fin de fortalecer conductas preventivas y reducir la probabilidad de lesiones por sobreesfuerzo (McGill, 2020; Mendoza y Torres, 2021).

De igual manera, se recomienda institucionalizar la aplicación de pausas activas adaptadas al contexto bomberil, tanto antes como después de las intervenciones, incorporando ejercicios de movilidad articular, estiramientos musculares y recuperación funcional. Esta estrategia ha demostrado ser eficaz para disminuir la fatiga física y mental, mejorar la recuperación muscular y fortalecer el bienestar general del personal operativo (Sánchez y Lara, 2024; OMS, 2023).

Adicionalmente, se aconseja evaluar progresivamente el rediseño ergonómico de herramientas, equipos y elementos del EPP, priorizando criterios de reducción de peso, mejor distribución de cargas y adaptación antropométrica, conforme a las recomendaciones de organismos internacionales como la NFPA y la IEA (NFPA, 2022; IEA, 2022). Finalmente, se recomienda promover una cultura institucional de prevención ergonómica, basada en la participación activa del personal, el compromiso de la jefatura y la integración de la ergonomía como una inversión





estratégica, preventiva y sostenible. Este enfoque permitirá reducir significativamente las lesiones musculoesqueléticas.

## Referencias

Astrand, P., Rodahl, K., Dahl, H., & Tijdschr, N. (2020). *Textbook of work physiology*. McGraw-Hill.

Benavides, L., & Gálvez, M. (2022). Ergonomía en instituciones de respuesta a emergencias en Ecuador. . *Revista Ecuatoriana de Seguridad y Salud en el Trabajo*, 5(2), 45–56.

Benavides, M., & Gálvez, J. (2022). Evaluación ergonómica en servicios de emergencia en Ecuador. . *Revista de Seguridad Laboral*, 55–67.

Bevan, S. (2021). *The economic impact of musculoskeletal disorders (MSDs) on work in Europe*. . The Work Foundation, Lancaster University.

Bevan, S. (2021). *The economic impact of musculoskeletal disorders (MSDs) on work in Europe*. . The Work Foundation, Lancaster University.

Bridger, R. (2021). *Introduction to Ergonomics (4th ed.)*. CRC Press.

Bridger, S. (2021). *Introduction to ergonomics (4th ed.)*. CRC Press.

Brown, L., Thompson, J., & Edwards, M. (2021). Ergonomic redesign of emergency response vehicles to reduce musculoskeletal strain in firefighters. . *Journal of Occupational Health and Safety*, 215–230.

Brown, L., Thompson, J., & Edwards, M. (2021). Ergonomic redesign of emergency response vehicles to reduce musculoskeletal strain in firefighters. . *Journal of Occupational Health and Safety*, 215–230.





Brown, T., Smith, J., & Lee, K. (2021). Ergonomic redesign and injury prevention in firefighters. . *Journal of Occupational Health*, 63(1), 45–56. Obtenido de <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12256>

Castillo Zaruma, J. (2023). Evaluación de riesgos ergonómicos en el Cuerpo de Bomberos de Loja. . *Revista de Seguridad y Salud Ocupacional del Ecuador*, 33–52.

Castillo, P. A. (2023). Riesgos ergonómicos en el personal operativo del Cuerpo de Bomberos de Loja. *Revista Científica de Seguridad y Salud Ocupacional*, 55–64.

Choobineh, A., Daneshmandi, H., Aghabeigi, M., & Haghayegh, A. (2021). The effectiveness of ergonomic intervention programs on reducing musculoskeletal disorders: A systematic review. . *Applied Ergonomics*, 92.

Dul, J., & Weerdmeester, B. (2020). *Ergonomics for beginners: A quick reference guide* (4th ed.). CRC Press.

Ecuador, A. N. (2023). Código del Trabajo. Registro Oficial.

Ecuador, A. N. (2023). Código del Trabajo. Registro Oficial.

Ecuador, M. d. (2021). Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores (Decreto Ejecutivo 2393).

Ergonomía, A. I. (2022). Asociación Internacional de Ergonomía . Obtenido de Definición y alcances de la ergonomía moderna: <https://iea.cc>

Frost, D. M., Beach, T. A., Callaghan, J. P., & McGill, S. M. (2020). Mechanisms of injury in firefighting: Biomechanical, physiological, and operational risk factors. *Safety Science*, 128.





Frost, D. M., Beach, T. A., Callaghan, J. P., & McGill, S. M. (2020). Mechanisms of injury in firefighting: Biomechanical, physiological, and operational risk factors. *Safety Science*, 128.

García, A., López, C., & Pineda, D. (2023). Physical load and protective equipment in firefighters: Ergonomic challenges. . *Occupational Health Journal*, 92-104.

García, M., López, R., & Herrera, D. (2023). Impacto del equipo de protección personal en la fatiga muscular de bomberos. . *Revista Iberoamericana de Ergonomía*, 15(1), 22-30.

García, P., Herrera, L., & Muñoz, A. (2023). Ergonomic challenges of personal protective equipment among firefighters: A biomechanical perspective. . *International Journal of Ergonomics and Human Factors*, 77-95. .

Gómez, J., & Martínez, L. (2022). Trastornos musculoesqueléticos en personal de emergencia y su relación con factores ergonómicos. *Revista Latinoamericana de Salud Laboral*, 12(3), 101-110.

Gómez, J., Pérez, R., & Andrade, L. (2022). Estrés laboral y dolor musculoesquelético en bomberos. . *Revista de Psicología del Trabajo*, 14(2), 77-89.

Gomez, R., & Martinez, L. (2022). Ergonomía aplicada a profesiones de alto riesgo: una revisión sistemática. *Revista Latinoamericana de Salud Ocupacional*, 45-57.

IAFC, I. A. (2021). Firefighter occupational safety and health: Annual report 2021. IAFC Publications.





IEA, A. I. (2022). Definición y alcances de la ergonomía moderna. .  
Asociación Internacional de Ergonomía, 56.

International, E. A. (2022). What is ergonomics? Obtenido de  
<https://iea.cc/what-is-ergonomics/>

Kirk, P., & Ball, S. (2020). Physical demands of emergency responders. .  
Occupational Ergonomics.

Lavender, S. A., Shah, J., Andersson, G. B., & McGill, S. M. (2020).  
Biomechanical analysis of lifting and carrying tasks performed by  
firefighters. . *Applied Ergonomics*.

Lavender, S. A., Shah, J., Andersson, G. B., & McGill, S. M. (2020).  
Biomechanical analysis of lifting and carrying tasks performed by  
firefighters. . *Applied Ergonomics*, 82.

López, M., & Sánchez, P. (2021). Estrés laboral y pausas activas en personal  
de emergencia. . *Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 37(1),  
33-41.

López, R., Quispe, M., & Chávez, D. (2022). Pausas activas en brigadas de  
emergencia. . *Revista Peruana de Ergonomía*, 6(1), 21-30.

McGill, S. (2020). Low back disorders: Evidence-based prevention and  
rehabilitation (3rd ed.). . *Human Kinetics*.

McGill, S. (2020). Low back disorders. . *Human Kinetics*.

Meijer, A., Bakker, E., & Boschman, J. (2022). Musculoskeletal pain and  
physical workload in firefighters. *Occupational Medicine*. Obtenido de  
<https://doi.org/10.1093/occmed/kqac021>





Meijer, E., Van den Berg, S., & Jensen, P. (2022). Prevalence of musculoskeletal pain among firefighters: A systematic review. . *Canadian Journal of Occupational Health*, 43.

Meijer, K., Andersen, M., & Schultz, D. (2022). Workload and musculoskeletal disorders among firefighters: A systematic review. . *Journal of Occupational Ergonomics*, 33-48.

Mendoza, F., & Torres, C. (2021). Programas ergonómicos en brigadas de rescate. . *Revista Andina de Salud Ocupacional*, 9(1), 44-53.

Mendoza, F., & Torres, L. (2021). Prevención de lesiones musculoesqueléticas mediante programas ergonómicos en equipos de rescate. . *Revista de Salud Ocupacional y Ergonomía Aplicada*, 55-70.

NFPA, N. F. (2022). NFPA 1500: Standard on Fire Department Occupational Safety, Health, and Wellness Program. Obtenido de NFPA.: <https://www.nfpa.org>

NFPA, N. F. (2022). Standard on comprehensive occupational medical program for fire departments. NFPA 1582. .

OIT. (2023). Seguridad y salud en el trabajo en América Latina y el Caribe. Organización Internacional del Trabajo.

OIT, O. I. (2022). Trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo: . Prevención y control.

OIT, O. I. (2023). Prevención de trastornos musculoesqueléticos en el trabajo: Informe mundial 2023. Ginebra: OIT.

OIT, O. I. (2023). Seguridad y salud en el trabajo en América Latina. OIT.





OMS. (2023). Trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo. Organización Mundial de la Salud.

Rojas, M., Pérez, L., & Andrade, J. (2020). Riesgos ergonómicos en cuerpos de bomberos latinoamericanos. *Revista de Salud Ocupacional*, 10(2), 45-58.

Salazar, E., Molina, G., & Rojas, F. (2022). Evaluación de la carga física en personal operativo de rescate. . *Revista Ciencias de la Salud*, 23-31.

Salazar, J., Rojas, M., & Andrade, P. (2020). Estrés laboral y factores ergonómicos: su influencia en el riesgo musculoesquelético en trabajadores de primera respuesta. . *Revista Iberoamericana de Salud y Ergonomía* , 61-79.

Sánchez, D., & Lara, T. (2024). Gestión ergonómica y desempeño organizacional: una revisión integradora. *Revista Iberoamericana de Ergonomía*, 12-28.

Sánchez, P., & Lara, G. (2024). Ergonomía y rendimiento laboral. . *Gestión y Trabajo*, 12-25.

Sánchez, P., & Lara, G. (s.f.). Ergonomía y rendimiento laboral. *Gestión y Trabajo*, 6(1), 12-25. *Gestión y Trabajo*, 6(1), 12-25.

Smith, D. (2021). Firefighter physical load and injury risk. . *Journal of Safety Research*.

Smith, E., Edwadr, & Tim. (2021). Entrenamiento funcional. *Programas* .

Taylor, N. A., Lewis, M. C., & Notley, S. R. (2021). The impact of personal protective equipment on firefighter physiological strain and performance. *Ergonomics*, 64(4), 457-470.





Taylor, N. A., Lewis, M. C., & Notley, S. R. (2021). The impact of personal protective equipment on firefighter physiological strain and performance. *Ergonomics*, 64(4), 457–470.

Trabajadores, R. d. (2021). Obligacion de los empleadores. *Codigo de treabajo*.

Vásquez Samaniego, M. (2023). Riesgos ergonómicos en el Cuerpo de Bomberos de Tulcán: diagnóstico y recomendaciones. . *Revista Ecuatoriana de Seguridad y Salud Ocupacional*, 71–89. .

Vásquez, J. A. (2023). Evaluación de riesgos ergonómicos en el personal operativo del Cuerpo de Bomberos de Tulcán. *Revista Técnica del Trabajo*,.

Vélez, P., Andrade, M., & Cárdenas, J. (2021). Condiciones ergonómicas y lesiones musculoesqueléticas en bomberos latinoamericanos. . *Revista Ciencia y Trabajo*, 18–26.

Vélez, R., Morales, D., & Paredes, C. (2021). Lesiones musculoesqueléticas en bomberos latinoamericanos: Un estudio multicéntrico. . *Salud Ocupacional Hoy*, 10(2), 78–89.

Wickens, C., & Hollands, J. (2020). *Engineering psychology*. Pearson.

