



Impacto del entrenamiento aeróbico-anaeróbico en la preparación física previo a las competencias bomberiles de alto rendimiento del cuerpo de bomberos de Loja

Impact of aerobic-anaerobic training on physical preparation prior to high-performance firefighting competitions of the Loja fire department

Jonathan Mauricio Gordillo Peralta.¹

maujona06@gmail.com

Instituto Tecnológico Superior Universitario Oriente (ITSO)

Riobamba, Ecuador

Benjamín Gabriel Quito Cortez²

benjaminquito@bqc.com.ec

Instituto Tecnológico Superior Universitario Oriente (ITSO)

Riobamba, Ecuador

Julio Bolívar Vásconez Espinoza ³

Juliovasconez@bqc.com.ec

Instituto Tecnológico Superior Universitario Oriente (ITSO)

Riobamba, Ecuador

Recepción: 06-11-2024 Aceptación: 16-06-2025 Publicación: 29-07-2025

Como citar este artículo: Gordillo, J; Quito, B; Vásconez, J. (2025) **Impacto del entrenamiento aeróbico-anaeróbico en la preparación física previo a las competencias bomberiles de alto rendimiento del cuerpo de bomberos de Loja.** *Metrópolis. Revista de Estudios Globales Universitarios*, 6 (1), pp. 892-936

¹ Licenciado en ciencias de la educación mención cultura física universidad nacional de loja, tecnólogo/a superior universitario/a en seguridad y salud ocupacional, instituto superior tecnológico oriente, tecnólogo/a superior en control de incendios y operaciones de rescate, instituto superior tecnológico american college.

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

³ 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 Bicentaria de Aragua) Venezuela, Postdoctorante en Educación (Universidad Internacional de Investigación México UIIMEX).



Resumen

El presente estudio analiza el impacto del entrenamiento aeróbico-anaeróbico en la preparación física de los bomberos de alto rendimiento del Cuerpo de Bomberos de Loja. Dado que las competencias bomberiles y las emergencias requieren una combinación de resistencia, fuerza y velocidad, es fundamental diseñar programas de entrenamiento que integren ambos sistemas energéticos para maximizar el rendimiento y reducir el riesgo de lesiones. El entrenamiento aeróbico mejora la capacidad cardiovascular, permitiendo esfuerzos prolongados en actividades de larga duración esto se evidencia en rescates en zonas agrestes. Por otro lado, el entrenamiento anaeróbico fortalece la potencia muscular para ejercer movimientos en cortos periodos de tiempo. La combinación equilibrada de ambos métodos optimiza la respuesta operativa y competitiva de bomberos. Para evaluar el impacto de este tipo de entrenamiento, el estudio implementó una metodología cuantitativa y cualitativa mixta el programa experimental se realizó con una muestra de bomberos de Loja, midiendo variables como VO_2 máx, potencia anaeróbica, resistencia a la velocidad y resistencia muscular. Además, se plantearon encuestas para analizar la percepción de los participantes, para poder implementar en un cuerpo de bomberos. Los resultados evidenciaron mejoras significativas en la resistencia, recuperación y eficiencia operativa, reduciendo la fatiga y el riesgo de lesiones. Dentro del proyecto planteado se concluyó que, un programa estructurado de entrenamiento aeróbico-anaeróbico optimiza el rendimiento físico de los bomberos, garantizando mayor seguridad y capacidad de respuesta en emergencias. Se recomendó su implementación institucional con evaluaciones periódicas y ajustes personalizados para maximizar sus beneficios en la preparación y desempeño de bomberos. **Palabras claves:** Entrenamiento, Bomberos, Resistencia aeróbica, entrenamiento anaeróbico.

Abstract

The present study analyzes the impact of aerobic-anaerobic training on the physical preparation of high-performance firefighters from the Loja Fire Department. Given that firefighting tasks and emergencies require a combination of endurance, strength, and speed, it is essential to design training programs that integrate both energy systems to maximize performance and reduce the risk of injuries. Aerobic training improves cardiovascular capacity, allowing prolonged efforts in long-duration activities, as evidenced in rescues in rugged areas. In contrast, anaerobic training strengthens muscular power for short bursts of movement. The balanced combination of both methods optimizes firefighters' operational and competitive response. To assess the impact of this type of training, the study implemented a mixed quantitative and qualitative methodology. The experimental program was carried out with a sample of firefighters from Loja, measuring variables such as VO_2 max, anaerobic power, speed endurance, and muscular endurance. Additionally, surveys were conducted to analyze participants' perceptions, aiming for future implementation in a fire department. The results showed significant improvements in endurance, recovery, and operational efficiency, reducing fatigue and injury risks. The project concluded that a structured aerobic-anaerobic training program optimizes firefighters' physical performance, ensuring greater safety and response capability in emergencies. The implementation of this program within the institution was recommended, with periodic assessments and personalized adjustments to maximize its benefits in firefighter preparation and performance. This approach is crucial for enhancing the overall physical readiness of firefighters, ensuring that they are better prepared for the demands of their job and more effective in emergency situations. **Keywords:** Training, Firefighters, Aerobic endurance, Anaerobic training.



Introducción

El rendimiento físico de un bombero en competición de alto nivel es un factor decisivo a la hora de evaluar su capacidad de preparación y respuesta en situaciones de emergencia. En este contexto, el entrenamiento aeróbico-anaeróbico se ha convertido en un método clave para mejorar la resistencia, la fuerza y la velocidad, atributos esenciales para cubrir las exigencias físicas que enfrentan estos profesionales. En la ciudad de Loja, el Cuerpo de Bomberos participa activamente en competencias y eventos de extinción de incendios que requieren una preparación física rigurosa y específica. Sin embargo, la falta de un programa de entrenamiento estructurado que equilibre adecuadamente los componentes aeróbicos y anaeróbicos puede limitar el rendimiento de los participantes. (Williams B. , 2018)

Dentro de este estudio se halla la necesidad de comprender cómo el entrenamiento aeróbico-anaeróbico incide la preparación física de los bomberos de alto rendimiento en Loja. Aunque existen diversos estudios sobre la importancia de la condición física de los bomberos, se ha observado que no existe evidencia suficiente para la combinación óptima de estos dos tipos de entrenamiento en las competencias de extinción de incendios. Por tanto, es crucial analizar el impacto de un programa estructurado que integre correctamente ambos sistemas energéticos para maximizar el rendimiento físico y reducir el riesgo de lesiones. (Smith, 2019).

Para abordar este proyecto, el método utilizado en este estudio se basa en métodos cuantitativos, cualitativos y mixto. Se seleccionará una muestra representativa de los bomberos participantes en Loja y se los someterá a



un programa de entrenamiento aeróbico-anaeróbico durante un período de tiempo determinado. El impacto se evaluará mediante pruebas de aptitud física antes y después de la intervención, teniendo en cuenta variables como el consumo máximo de oxígeno, VO₂ máx, la potencia anaeróbica, la velocidad y la resistencia muscular. Además, se utilizarán herramientas como encuestas y entrevistas para comprender las percepciones de los participantes sobre la eficacia de la capacitación. (Gledhill, 2020)

El diseño del estudio incluirá un grupo experimental y un grupo de control para comparar los efectos del entrenamiento aeróbico-anaeróbico con otros métodos tradicionales utilizados en la preparación física de los bomberos. Se espera que los resultados obtenidos contribuyan al desarrollo de pautas más precisas para la distribución física basadas en los requisitos de las habilidades de extinción de incendios. Asimismo, tiene como objetivo brindar recomendaciones para optimizar la programación de entrenamiento del Cuerpo de Bomberos de Loja, contribuyendo así al desarrollo de estrategias más efectivas para mejorar el desempeño deportivo y operativo de sus integrantes. (Gledhill, 2020).

Marco Teórico.

El entrenamiento físico de un bombero es un elemento esencial de su desempeño en actividades competitivas y operativas. Los bomberos se enfrentan a situaciones extremas que requieren una excelente condición física para garantizar una respuesta eficaz ante las emergencias. En este contexto, las competencias de extinción de incendios son una forma de evaluar la preparación y exigir altas exigencias en cuanto a resistencia, fuerza, velocidad y coordinación. Estas competencias están diseñadas para



simular escenarios de la vida real en los que los bomberos deben realizar simulacros de rescate, extinción de incendios y rescate de víctimas en condiciones adversas. (Anderson, 2019)

El entrenamiento aeróbico-anaeróbico juega un papel vital en la preparación de los bomberos ya que les permite desarrollar las diversas capacidades energéticas necesarias para responder con éxito a estas pruebas y emergencias reales. La combinación de ambos tipos de entrenamiento no solo mejora el rendimiento físico general, sino que también optimiza la recuperación y reduce el riesgo de lesiones, permitiendo a los bomberos mantener un rendimiento óptimo. (Williams, 2020)

El sistema aeróbico está asociado con actividades de resistencia prolongadas que dependen del consumo de oxígeno. Estas actividades incluyen ejercicios como correr continuamente, nadar y andar en bicicleta, que ayudan a mejorar la eficiencia cardiovascular y la capacidad del cuerpo para utilizar el oxígeno como fuente de energía. En el entorno de extinción de incendios, la capacidad aeróbica es fundamental para sostener esfuerzos prolongados durante las pruebas de resistencia, como transportar equipos pesados a largas distancias o participar en operaciones de extinción de incendios que pueden durar varias horas. (Martínez, 2021)

El sistema anaeróbico, por otro lado, se centra en esfuerzos de alta intensidad y cortas, utilizando fosfato de creatina y glucólisis anaeróbica como fuentes de energía. Este tipo de entrenamiento incluye ejercicios como sprint, levantamiento de pesas y entrenamiento en intervalos de alta intensidad, HIIT, que son fundamentales para mejorar la fuerza y la velocidad explosiva. Para los bomberos, la capacidad anaeróbica es



fundamental para operaciones rápidas y de alta intensidad, como levantar objetos pesados, trepar a estructuras completamente equipadas y realizar operaciones de rescate en espacios confinados. (Andersson, 2019)

Entrenar una combinación de ambas habilidades te permite mejorar tu rendimiento general, ya que el sistema aeróbico optimiza la recuperación y la eficiencia energética, mientras que el sistema anaeróbico mejora la fuerza y la velocidad. Esta combinación es crítica en pruebas de extinción de incendios como arrastre de mangueras, escaleras de carga y rescate de víctimas, que requieren resistencia y explosividad. Además, el entrenamiento del equilibrio ayuda a prevenir lesiones y a adaptar mejor el cuerpo a situaciones de alta exigencia física. (Williams, 2020).

Dentro de la base conceptual establecemos los conceptos más importantes para el entendimiento de nuestro tema:

□ Entrenamiento aeróbico: se refiere al ejercicio de intensidad baja a moderada que requiere el uso sostenido de oxígeno. Los ejemplos incluyen correr continuamente, nadar y andar en bicicleta. El propósito es mejorar la resistencia cardiovascular y la eficiencia metabólica, permitiendo a los bomberos mantener horas de trabajo más largas con una fatiga reducida. (Anderson, 2019)

□ Entrenamiento anaeróbico: Implica ejercicio de alta intensidad y de corta duración que no depende del oxígeno como fuente principal de energía. Ejercicios como carreras de velocidad, levantamiento de pesas y entrenamiento HIIT son esenciales para desarrollar fuerza y potencia, que son aspectos clave para realizar movimientos rápidos y físicamente exigentes.



□ **Fatiga muscular:** se refiere a una disminución del rendimiento debido al agotamiento de las reservas de energía y acumulación de productos metabólicos en los músculos. Para los bomberos, la fatiga muscular puede afectar la seguridad y la eficiencia de las operaciones de rescate y extinción de incendios, por lo que una capacitación adecuada es fundamental para minimizar su impacto. (Anderson, 2019)

□ **Ciclos de entrenamiento:** Programación estructurada del entrenamiento en el tiempo, con fases específicas que permiten el desarrollo progresivo de las diferentes capacidades físicas. Una periodización adecuada es clave para optimizar el rendimiento y minimizar el riesgo de lesiones, garantizando que la preparación física de los bomberos siga mejorando. (Anderson, 2019)

En el Ecuador establece una base legal en donde existe un Código de Incendios y su reglamento que regulan la formación y preparación física de los bomberos, estipulando la necesidad de una capacitación técnica y física continua. La ley enfatiza la importancia de que los departamentos de bomberos desarrollen programas de capacitación que les permitan responder a emergencias con el mayor nivel de preparación posible, manteniendo segura a la población y a los propios rescatistas. (Rodríguez, 2023)

Además, la Organización Internacional del Trabajo, OIT, ha emitido recomendaciones sobre la importancia de la seguridad y la preparación física de las fuerzas de respuesta a emergencias, enfatizando la necesidad de programas de capacitación adecuados para optimizar el desempeño operativo y reducir el riesgo de lesiones. Estas recomendaciones tienen como objetivo garantizar que los bomberos tengan acceso a una formación



integral, incluida la preparación física y la aptitud ocupacional. (Rodríguez, 2023)

Asimismo, la Norma NFPA 1582, publicada por la Asociación Nacional de Protección contra Incendios, establece estándares médicos y físicos para los bomberos, incluidos requisitos mínimos de aptitud física, para garantizar que puedan realizar sus tareas de manera segura y eficiente. En el ámbito de las habilidades contra incendios, esta normativa

puede servir como referencia para diseñar programas de capacitación que cumplan con los estándares internacionales de desempeño físico, asegurando que los bomberos estén preparados para enfrentar cualquier desafío físico y operativo en su trabajo diario. (Rodríguez, 2023).

Estado del Arte

Dentro de este apartado se mencionan los diferentes estudios y proyectos que se han realizado en la provincia de Loja relacionados a la preparación física de los bomberos, en el cual se mencionaran la importancia de cada uno de ellos.

El trabajo de bombero requiere una fuerza física extraordinaria debido a la exposición a condiciones extremas como calor intenso, falta de oxígeno y la necesidad de realizar trabajos explosivos con altas cargas de trabajo. (Andersson, 2019) sostuvo que la preparación física de los bomberos debería centrarse en desarrollar la resistencia cardiovascular y muscular para afrontar los desafíos operativos. Además, la Organización Internacional del Trabajo OIT, (2016), enfatiza que una mala condición física



aumenta significativamente el riesgo de lesiones para los bomberos, afectando su desempeño laboral y su salud a largo plazo.

El entrenamiento aeróbico es fundamental para la resistencia cardiorrespiratoria, factor clave en el desempeño de los bomberos. Según (Gledhill, 2020) la capacidad aeróbica se refiere a la eficiencia del sistema cardiovascular para transportar oxígeno a los músculos para que el esfuerzo pueda mantenerse durante un largo período de tiempo. En un entorno de extinción de incendios, esta capacidad es fundamental para actividades como la extinción de incendios de larga duración, el transporte de equipos pesados y el rescate de víctimas durante emergencias.

Un estudio de Smith et al. (2019) encontraron que los bomberos con mayores niveles de resistencia aeróbica mostraban menor fatiga y mayor eficiencia al realizar tareas operativas. Además, se ha demostrado que la implementación de un programa de entrenamiento aeróbico basado en ejercicios de carrera, bicicleta y natación mejora significativamente la capacidad cardiorrespiratoria de los bomberos, reduce el riesgo de enfermedades cardiovasculares y mejora su recuperación post-ejercicio. (Jackson, 2020).

El entrenamiento anaeróbico es esencial para desarrollar la fuerza, la potencia y la resistencia muscular durante el entrenamiento de alta intensidad y de corta duración. En el campo de la extinción de incendios, muchas tareas requieren fuerza explosiva, como levantar escaleras, transportar equipos pesados y realizar operaciones de rescate en condiciones adversas. Según Jackson et al. (2020), el entrenamiento de resistencia con altas cargas facilita el desarrollo de la fuerza y la hipertrofia muscular, aspectos fundamentales del rendimiento físico del bombero.



Un estudio de Peterson et al., (2016) analizaron la efectividad de un programa de entrenamiento de alta intensidad para bomberos y encontraron mejoras significativas en su capacidad para responder y desempeñarse en situaciones de emergencia. Además, se ha demostrado que ejercicios como el levantamiento de pesas, las carreras de velocidad y los circuitos de alta intensidad son efectivos para mejorar la resistencia anaeróbica y la capacidad de trabajo en condiciones extremas. (Hoffman et al., 2017).

Dado que el trabajo de los bomberos requiere resistencia tanto aeróbica como anaeróbica, varios autores (Sell et al., 2018) han propuesto modelos de entrenamiento combinado que optimizan el rendimiento físico en ambas dimensiones. El método de entrenamiento sincronizado, que combina entrenamiento aeróbico y de fuerza en la misma sesión o alternándolos, ha mostrado resultados positivos en la preparación física de los bomberos.

Un estudio realizado por Sell et al., (2018) demostraron que una combinación de entrenamiento de resistencia cardiorrespiratoria y ejercicios de potencia puede mejorar el rendimiento y reducir la fatiga en bomberos de alto rendimiento. Además, la incorporación de entrenamiento funcional, como el CrossFit adaptado, ha ganado popularidad debido a su enfoque en movimientos compuestos que simulan las demandas reales de la extinción de incendios. (Orozco, 2017).

En el Cuerpo de Bomberos de Loja la implementación de un programa de entrenamiento aeróbico-anaeróbico ha demostrado ser eficaz para mejorar el rendimiento en las competencias de extinción de incendios. Según los datos recopilados de un estudio interno (CBL, 2022), los



bomberos que participaron en entrenamientos de alta intensidad experimentaron mejores tiempos de reacción y una reducción de la fatiga durante las pruebas de resistencia.

El Departamento de Bomberos de Loja implementó un programa de capacitación estructurado que redujo las tasas de lesiones y aumentó la eficiencia en la realización de tareas críticas. La investigación realizada por la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA, 2021) destaca la importancia de incorporar el entrenamiento físico en las rutinas diarias de los bomberos para garantizar que estén preparados para emergencias.

Desarrollo.

Fundamentos del Entrenamiento Aeróbico-Anaeróbico

El entrenamiento aeróbico-anaeróbico es un enfoque integrado diseñado para optimizar el rendimiento físico combinando dos tipos de requerimientos energéticos: la capacidad de realizar un esfuerzo durante largos períodos de tiempo (aeróbico) y la capacidad de generar un esfuerzo intenso en cortos períodos de tiempo (anaeróbico). Esta dualidad es crucial en el deporte, especialmente en situaciones físicamente exigentes como las competencias de bomberos. En este apartado se profundizará en la comprensión de los sistemas energéticos, la importancia del equilibrio entre ambos sistemas y el papel específico de la formación en los bomberos. (Bassett, 2020).

El mundo del entrenamiento físico es vasto y complejo, y a menudo profundiza en las complejidades de cómo nuestros cuerpos generan energía para sostener diversas actividades. En el centro de esta comprensión se encuentra el concepto de entrenamiento aeróbico y



anaeróbico. Ambas formas de entrenamiento tienen propósitos distintos pero interconectados para mejorar los niveles generales de aptitud física de las personas, y cada una contribuye de manera única a los sistemas de energía del cuerpo. Aquí exploraremos los fundamentos del entrenamiento aeróbico-anaeróbico, comenzando con una introducción a los sistemas de energía del cuerpo humano, la importancia de mantener un equilibrio entre estos sistemas y el papel específico que desempeña el entrenamiento físico en la exigente profesión de los bomberos. (Bassett, 2020).

Introducción a los Sistemas Energéticos del Cuerpo Humano

El rendimiento humano, ya sea en el ejercicio o en las actividades diarias, depende en gran medida de la capacidad del cuerpo para producir energía de manera eficiente. El cuerpo humano utiliza tres sistemas energéticos principales para generar la energía necesaria para el ejercicio: el sistema de fosfágenos, el sistema glicolítico (anaeróbico) y el sistema oxidativo (aeróbico). El cuerpo humano utiliza diferentes vías metabólicas para producir energía, que se pueden dividir en sistemas aeróbicos y anaeróbicos. Estos sistemas interactúan de forma complementaria para satisfacer las demandas de diferentes actividades físicas, y su conocimiento es crucial para el diseño de programas de entrenamiento específicos. (Bompa, 2019)

a. Sistema Aeróbico: Características y Funciones

El sistema aeróbico se encarga de generar energía a través del metabolismo oxidativo, utilizando el oxígeno para oxidar sustratos como carbohidratos, grasas e incluso proteínas. Este proceso se observa en la figura 1 y ocurre principalmente en las mitocondrias y es el principal responsable del



suministro de energía durante la actividad prolongada y de intensidad baja a moderada. (Powers, 2017)

Entre las características más relevantes del sistema aeróbico se destacan:

- **Producción Continua de Energía:** Permite sostener esfuerzos prolongados, siendo esencial en actividades como correr, nadar o andar en bicicleta. (McArdle, 2018)
- **Utilización de Sustratos Diversos:** Aunque los carbohidratos son importantes, en esfuerzos de larga duración la oxidación de grasas se vuelve predominante, lo cual es crucial para la eficiencia metabólica. (Powers, 2017).
- **Capacidad de Recuperación:** La eficiencia del sistema aeróbico favorece una recuperación más rápida entre series o esfuerzos prolongados, debido a la alta disponibilidad de oxígeno y la eficiencia en la eliminación de metabolitos. (Basset, 2018)

Por ejemplo, durante el entrenamiento de carrera continua o de larga distancia, se ha observado que la capacidad aeróbica no solo mejora la resistencia, sino que también aumenta la eficiencia en la utilización de la energía, lo que tiene un impacto directo en el rendimiento general del atleta. (McArdle et al., 2018).



AEROBIC RESPIRATION

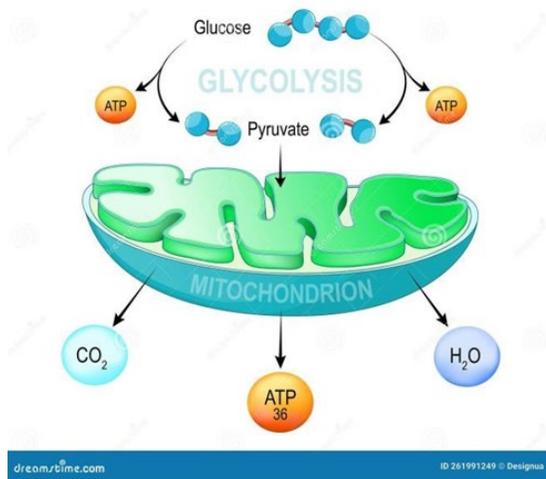


Figura 1. Representación esquemática del metabolismo aeróbico. Nota. Adaptado de diagrama del flujo metabólico y la función de la mitocondria, Smith 2018.

b. Sistema Anaeróbico: Características y Funciones

Los sistemas anaeróbicos se dividen principalmente en dos subcategorías: el sistema de fosfágeno, (o ATP-PCr), y la glucólisis anaeróbica. Este sistema se activa en situaciones en las que se requiere energía de alta intensidad de forma inmediata pero no se puede mantener a largo plazo. (Wilmore, 2004)

Las características esenciales del sistema anaeróbico son:

- Producción Rápida de Energía: El sistema de fosfágenos permite la generación de ATP en menos de 10 segundos, siendo crucial para esfuerzos explosivos como levantamientos o sprints. (Powers, 2017)
- Limitación en la Duración del Esfuerzo: Debido a la rápida acumulación de subproductos como el ácido láctico, la energía generada



por la glucólisis anaeróbica solo se puede mantener por períodos breves. (McArdle et al., 2017).

- Recuperación Prolongada: La recuperación del sistema anaeróbico, en especial del ATP-PCr, requiere descansos adecuados para restablecer los niveles de fosfato de creatina y eliminar el lactato acumulado. (Wilmore, 2024)

Durante actividades que requieren el máximo esfuerzo durante un corto período de tiempo, como correr a toda velocidad o levantar objetos pesados, el sistema anaeróbico se convierte en la principal fuente de energía, lo que se traduce en mayor fuerza y velocidad al realizar el movimiento. (Powers, 2017).

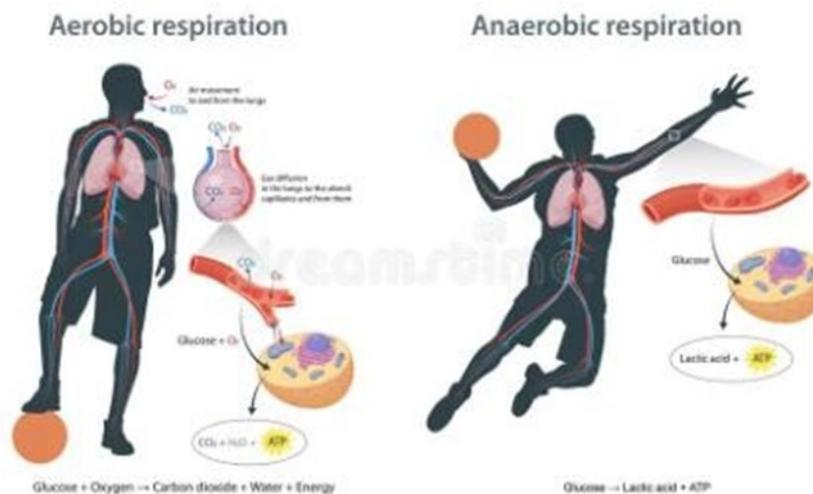


Figura 2. Comparación entre los sistemas energéticos: aeróbico vs. Anaeróbico. Nota. Adaptado de Metabolismos en el cuerpo, Howley, 2020

Comprender estos sistemas es fundamental para diseñar programas de entrenamiento eficaces que mejoren tanto las capacidades aeróbicas como



las anaeróbicas, lo que permite a las personas desempeñarse de manera óptima en una variedad de actividades y exigencias físicas. (Powers, 2017)

Importancia del Equilibrio entre los Sistemas Aeróbico y Anaeróbico

El entrenamiento deportivo óptimo no se centra en el desarrollo de sólo uno de estos sistemas energéticos, sino en la integración y equilibrio entre ambos. Este equilibrio es fundamental para mejorar la eficiencia general del cuerpo durante actividades que requieren resistencia y potencia. (Williams B. , 2018).

a. Adaptaciones Fisiológicas del Entrenamiento Aeróbico

El entrenamiento aeróbico produce una serie de adaptaciones fisiológicas que mejoran la capacidad cardiovascular y metabólica del organismo. Entre estas adaptaciones se incluyen:

- Incremento en el Volumen Sistólico y Capacidad Cardíaca: La mejora en la eficiencia del corazón para bombear sangre se traduce en un mayor transporte de oxígeno a los músculos, lo que permite sostener esfuerzos prolongados. (Powers, 2017)
- Aumento de la Densidad Mitocondrial: Un mayor número de mitocondrias en las células musculares facilita la oxidación de sustratos energéticos, optimizando la producción de ATP durante ejercicios de larga duración. (McArdle et al., 2017)
- Mejora en la Capacidad de Oxidación de Grasas: La adaptación metabólica permite utilizar la grasa corporal como fuente de energía, lo que es esencial para la eficiencia en deportes de resistencia. (Bassett, 2020)



- Eficiencia metabólica: equilibrar ambos sistemas optimiza la eficiencia metabólica. El entrenamiento aeróbico mejora la capacidad de quemar grasa como fuente de combustible, mientras que el entrenamiento anaeróbico aumenta la capacidad de utilizar los carbohidratos de manera eficaz. Este equilibrio ayuda a controlar el peso y mejora la salud metabólica. (Basset, 2018)

Estas adaptaciones se reflejan en una reducción del umbral anaeróbico, lo que permite a los deportistas entrenar a mayores intensidades sin acumular ácido láctico excesivo, prolongando la capacidad de trabajo y favoreciendo la recuperación durante y después del ejercicio. (Powers, 2017)

b. Adaptaciones Fisiológicas del Entrenamiento Anaeróbico

El entrenamiento anaeróbico, por su parte, induce adaptaciones que favorecen la fuerza, la potencia y la capacidad de realizar esfuerzos explosivos. Entre las adaptaciones más destacadas se encuentran:

- Aumento de la Capacidad de Producción de ATP sin Oxígeno: El entrenamiento de alta intensidad mejora la capacidad de los músculos para generar energía de forma rápida, lo cual es fundamental para esfuerzos cortos y máximos. (Wilmore, 2024)

- Mejoras en la Actividad Enzimática: La activación de enzimas específicas en la vía glucolítica incrementa la eficiencia en la generación de energía durante esfuerzos intensos y de corta duración. (McArdle et al., 2017)

- Incremento en la Tolerancia al Ácido Láctico: Con el entrenamiento anaeróbico se favorece la capacidad del cuerpo para soportar la



acumulación de ácido láctico, lo que permite realizar esfuerzos repetitivos con tiempos de recuperación reducidos. (Powers 2017)

- Mejora del rendimiento: los atletas y las personas que se dedican a profesiones físicamente exigentes se benefician de un equilibrio entre estos sistemas. Permite una mejor resistencia, tiempos de recuperación más rápidos y la capacidad de mantener un alto rendimiento durante períodos prolongados. (Powers, 2017)

- Prevención de lesiones: un programa de entrenamiento integral que incluya ejercicios aeróbicos y anaeróbicos reduce el riesgo de lesiones por uso excesivo. Los ejercicios aeróbicos mejoran la flexibilidad y la recuperación, mientras que los ejercicios anaeróbicos fortalecen los músculos y las articulaciones, proporcionando un mejor soporte y estabilidad. (Powers, 2017).

Estas adaptaciones permiten a los bomberos, por ejemplo, ejecutar maniobras que requieren fuerza explosiva y rapidez, reduciendo la fatiga y optimizando el rendimiento en situaciones críticas. (Wilmore, 2024)

Rol del Entrenamiento Físico en Bomberos

En el ámbito de la extinción de incendios, las exigencias físicas son especialmente elevadas debido a la imprevisibilidad y el alto riesgo de las intervenciones. La capacidad de reaccionar rápidamente y soportar situaciones extremas depende en gran medida de la preparación física, lo que hace del entrenamiento una herramienta indispensable. El entrenamiento físico es fundamental para preparar a los bomberos para cumplir con las rigurosas exigencias de su trabajo, y es esencial contar con



un programa bien estructurado que integre tanto el entrenamiento aeróbico como el anaeróbico. (Andersson, 2019)

a. Exigencias Físicas de la Labor Bomberil

El trabajo de un bombero requiere no sólo la capacidad de soportar condiciones ambientales adversas, sino también la capacidad de realizar tareas que requieren fuerza y resistencia extraordinaria. Entre las principales exigencias se destacan:

- **Esfuerzos Prolongados con Carga Adicional:** Actividades como la subida de escaleras con equipos de protección y herramientas requieren un alto grado de resistencia cardiovascular y muscular. (García et al., 2019)
- **Tareas Explosivas y de Alta Intensidad:** El rescate de víctimas o el manejo de herramientas pesadas demanda un entrenamiento anaeróbico que permita respuestas rápidas y potentes. (López, 2018)

La integración de estos dos sistemas energéticos en el entrenamiento no solo mejora la capacidad de los bomberos para trabajar durante períodos prolongados de tiempo sino que también desarrolla el poder explosivo necesario para responder eficazmente a las emergencias. (García et al., 2019).

b. Transferencia del Entrenamiento a Competencias Bomberiles

El diseño de programas de entrenamiento específico para bomberos se basa en la premisa de que la mejora en la capacidad física se traduce en una mejor ejecución de las competencias bomberiles. La transferencia del entrenamiento se evidencia en:



- La Simulación de Situaciones Reales: Los entrenamientos combinados que incluyen ejercicios aeróbicos y anaeróbicos replican la dinámica de una intervención real, facilitando la adaptación del cuerpo a las demandas del entorno operativo. (López y Martínez, 2018)
- La Mejora en la Coordinación y la Respuesta Rápida: Al integrar ejercicios funcionales y específicos, se favorece una mayor coordinación neuromuscular y una reacción más rápida ante situaciones de emergencia. (García et al., 2019).

La implementación de estos programas se refleja en un mejor desempeño en competencias y simulacros, lo cual se traduce en una mayor eficacia y seguridad durante las intervenciones en campo. (Wilmore, 2024)

Diseño de un Programa de Entrenamiento Aeróbico-Anaeróbico

Desarrollar un programa de entrenamiento que combine los beneficios de los sistemas aeróbico y anaeróbico es clave para el desarrollo de la preparación física de un bombero. El diseño de un programa de entrenamiento aeróbico-anaeróbico eficaz requiere una comprensión detallada de las demandas fisiológicas de la población objetivo, los objetivos específicos del entrenamiento y el equilibrio entre los diferentes tipos de ejercicios. Un programa de este tipo no solo debe mejorar el rendimiento físico, sino también garantizar la seguridad, prevenir lesiones y favorecer el bienestar general (Powers, 2017). Esta sección discutirá los elementos clave del diseño de un programa de entrenamiento, así como métodos específicos para desarrollar la capacidad aeróbica y anaeróbica.



Elementos Clave del Diseño de Programas de Entrenamiento

Un programa de entrenamiento eficaz debe tener en cuenta los distintos elementos estructurales que aseguran la progresión y adaptación fisiológica del organismo. Estos elementos incluyen periodización y manipulación de variables de entrenamiento. (Wilmore, 2024).

a. Periodización del Entrenamiento: Fases y Objetivos

El primer paso para diseñar un programa de entrenamiento es evaluar el nivel actual de aptitud física de los participantes y establecer objetivos claros y mensurables. Esto puede incluir la evaluación de la aptitud cardiovascular, la fuerza muscular, la flexibilidad y la resistencia. Los objetivos deben ser específicos, alcanzables y adaptados a las necesidades del grupo, como mejorar la resistencia o aumentar la fuerza (Wilmore, 2024). La periodización como se observa en la figura 3 es el proceso mediante el cual se planifica y organiza el entrenamiento en ciclos o fases, cada una con objetivos específicos. La estructura periodizada permite:

- Maximizar las Adaptaciones Fisiológicas: Dividir el entrenamiento en fases (preparación, competencia y transición) facilita la optimización de los sistemas energéticos, adaptándolos progresivamente a las demandas de la actividad. (Bompa, 2019)
- Prevenir el Sobre entrenamiento: La alternancia entre fases de alta carga y fases de recuperación garantiza una adecuada recuperación y previene lesiones por sobreuso. (Issurin, 2020)
- Asegurar la Progresión Continua: La planificación a largo plazo, basada en ciclos meso cíclicos y macrocíclicos, asegura un avance



sostenido en la capacidad física, permitiendo ajustes según el rendimiento y las necesidades específicas del cuerpo de bomberos. (Bompa, 2019)

La aplicación de la periodización no solo maximiza el rendimiento en competencias, sino que también contribuye a la sostenibilidad y la seguridad del programa de entrenamiento. (Issurin, 2020)

b. Variables del Entrenamiento: Intensidad, Volumen, Frecuencia

El éxito de un programa de entrenamiento radica en la manipulación adecuada de las variables básicas:

- Intensidad: Se refiere al grado de exigencia de cada sesión. La intensidad se mide en función del esfuerzo requerido, ya sea en términos de velocidad, carga o percepción subjetiva del esfuerzo. (Powers, 2017)

- Volumen: Hace referencia a la cantidad total de trabajo realizado, que puede medirse en términos de tiempo, distancia o número de repeticiones. Un aumento progresivo del volumen es esencial para inducir adaptaciones aeróbicas y anaeróbicas. (McArdle et al., 2015)

- Frecuencia: Se relaciona con la cantidad de sesiones de entrenamiento realizadas en un periodo determinado. La frecuencia adecuada permite una recuperación óptima, evitando tanto el estancamiento en el rendimiento como el riesgo de lesiones. (Issurin, 2020)

La interacción de estas variables se adapta a los objetivos específicos de los esfuerzos de extinción de incendios, permitiendo integrar esfuerzos explosivos y a largo plazo en un mismo programa de capacitación. Al integrar estos elementos clave, un programa de entrenamiento puede



mejorar de manera efectiva las capacidades aeróbicas y anaeróbicas, lo que promueve la aptitud física y el rendimiento generales. (Powers, 2017).



Figura 3. Esquema de periodización y variables del entrenamiento. Nota. Adaptado de periodización en el entrenamiento, Howley, 2018.

Entrenamiento Aeróbico Específico para Bomberos

Los bomberos necesitan una capacidad aeróbica excepcional para realizar sus tareas de manera eficiente, ya que su trabajo a menudo implica un esfuerzo físico sostenido en condiciones difíciles. Un programa de entrenamiento aeróbico para bomberos debe centrarse en desarrollar la resistencia cardiovascular, mejorar la utilización del oxígeno y aumentar la resistencia general. El entrenamiento aeróbico es fundamental para mejorar la resistencia cardiovascular y la capacidad de realizar esfuerzos prolongados, elementos críticos en situaciones de intervención bomberil. (Powers, 2017)

- a. Métodos: Carrera Continua, Intervalos Extensivos

Dentro del entrenamiento aeróbico, se destacan dos métodos principales:



- Carrera Continua: Consiste en mantener un ritmo constante durante un periodo prolongado. Este método favorece la mejora del sistema cardiovascular, incrementando la eficiencia en la utilización de oxígeno. (Powers 2017)

- Intervalos Extensivos: Implican alternar periodos de trabajo a un ritmo elevado con periodos de recuperación. Este método mejora tanto la resistencia como la capacidad de recuperación del sistema cardiovascular, resultando especialmente útil en situaciones que requieren cambios rápidos en la intensidad del esfuerzo. (McArdle et al., 2017)

Estos métodos han demostrado ser efectivos en la mejora de la capacidad aeróbica en poblaciones especializadas, como la de los bomberos, quienes necesitan mantener un alto rendimiento en entornos de alta exigencia. (García et al., 2019)

b. Beneficios para la Resistencia Cardiovascular

La implementación sistemática de entrenamientos aeróbicos específicos permite:

- Mejorar el Transporte y la Utilización del Oxígeno: Un sistema cardiovascular fortalecido reduce el esfuerzo cardíaco y mejora la eficiencia metabólica. (Powers y Howley, 2017)

- Aumentar la Tolerancia a la Fatiga: La exposición a esfuerzos continuos o interválicos incrementa el umbral de fatiga, lo que permite al bombero mantener la actividad física durante intervenciones prolongadas. (McArdle et al., 2015)



- Facilitar la Recuperación: La mejora en la eficiencia cardiovascular favorece una recuperación más rápida entre esfuerzos intensos, aspecto fundamental en situaciones de emergencias consecutivas. (García et al., 2019).

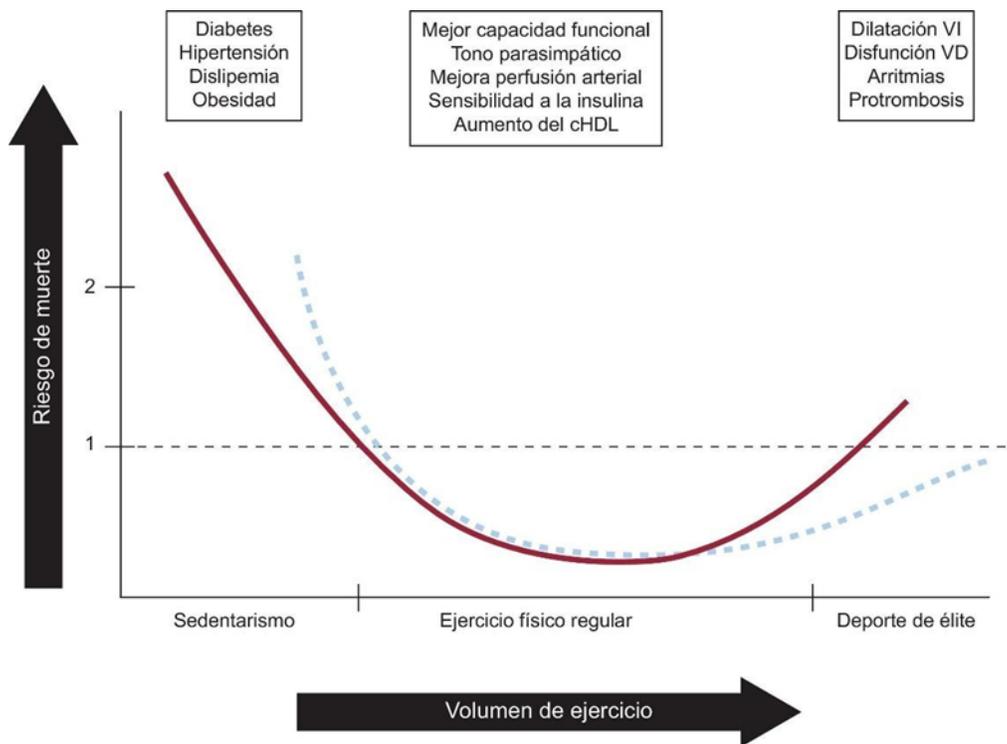


Figura 4 Gráfica de la mejora en la resistencia cardiovascular Nota. Adaptado de Resistencia cardiovascular en bomberos, Lopez, 2018.

Entrenamiento Anaeróbico Específico para Bomberos

Además de la capacidad aeróbica, los bomberos necesitan una fuerza y potencia anaeróbica sustanciales para afrontar los desafíos físicos de su trabajo, como levantar equipos pesados y realizar tareas rápidas de alta intensidad. Un programa de entrenamiento anaeróbico para bomberos debe enfatizar el desarrollo de la fuerza muscular, la potencia y la agilidad. El entrenamiento anaeróbico se focaliza en la mejora de la potencia y la



fuerza explosiva, aspectos esenciales para tareas que requieren respuestas rápidas y de alta intensidad. (Wilmore, 2024)

a. Métodos: Sprints, HIIT, Circuitos de Alta Intensidad

Entre los métodos anaeróbicos más relevantes se encuentran:

- Sprints: Ejercicios de carrera a máxima velocidad por distancias cortas, que promueven la activación del sistema de fosfágenos y la producción inmediata de energía. (Wilmore, 2024)
- Entrenamiento HIIT (High-Intensity Interval Training): Combina intervalos de esfuerzos máximos con periodos de recuperación, lo que favorece tanto la producción rápida de ATP como la tolerancia al lactato. (Powers, 2017)
- Circuitos de Alta Intensidad: Consisten en series de ejercicios funcionales realizados en secuencia sin pausas largas, optimizando la capacidad anaeróbica y promoviendo la resistencia muscular. (McArdle et al., 2017)

Un ejemplo se especifica en la figura 5 en donde los métodos, al ser adaptados a las demandas específicas de la labor bomberil, permiten mejorar la capacidad de generar esfuerzos explosivos, fundamentales en situaciones críticas. (García et al., 2019)

b. Beneficios para la Potencia y la Fuerza Explosiva

El entrenamiento anaeróbico específico proporciona una serie de beneficios clave:

- Incremento de la Fuerza Muscular: La activación de fibras musculares de contracción rápida mejora la fuerza y la capacidad de



generar potencia, esencial en el manejo de herramientas pesadas. (Wilmore, 2004)

- Reducción del Tiempo de Respuesta: La mejora en la capacidad anaeróbica se traduce en una mayor rapidez en la ejecución de movimientos, lo que puede marcar la diferencia en situaciones de emergencia. (Powers, 2017)
- Mejora en la Eficiencia de los Movimientos Explosivos: La capacidad para realizar esfuerzos intensos en cortos periodos favorece una ejecución más eficiente de tareas críticas, como rescates o maniobras de emergencia. (McArdle et al., 2017).

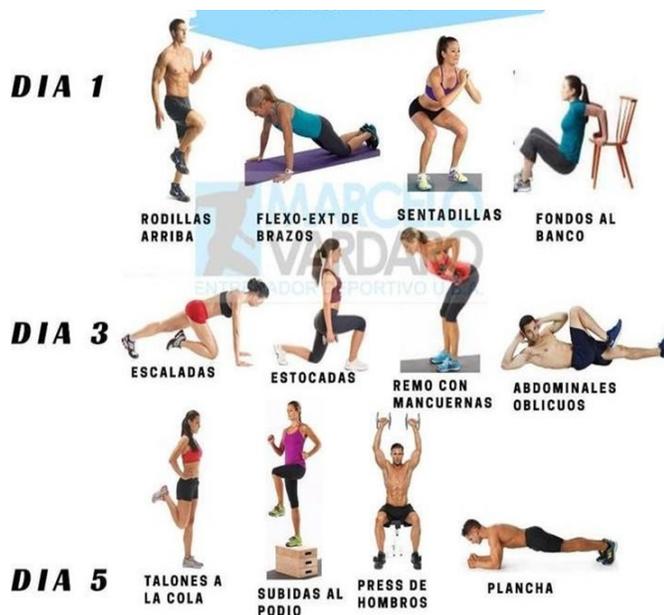


Figura 5. Ejemplo de circuito de entrenamiento anaeróbico para bomberos. Nota. Adaptado de entrenamiento anaeróbico, Lopez, 2018.



Beneficios del Entrenamiento Aeróbico-Anaeróbico en Competencias Bomberiles

Las competencias de extinción de incendios son eventos intensos diseñados para simular los desafíos de la vida real que enfrentan los bomberos durante las emergencias. Estas competencias ponen a prueba una variedad de capacidades físicas que incluyen resistencia, fuerza, velocidad y agilidad. El entrenamiento aeróbico-anaeróbico es un enfoque integral que prepara a los bomberos para la naturaleza exigente de estas competencias al mejorar tanto la resistencia cardiovascular como la fuerza muscular. (Lopez, 2016)

Los programas de entrenamiento que combinan estimulación aeróbica y anaeróbica tienen múltiples beneficios en el ámbito de las competencias de extinción de incendios, donde la resistencia, la fuerza y la recuperación son determinantes del rendimiento. Esta sección explora los beneficios multifacéticos del entrenamiento aeróbico-anaeróbico en el contexto de las competencias de extinción de incendios, centrándose en la mejora de la resistencia durante pruebas prolongadas, el aumento de la potencia en tareas explosivas y la prevención de lesiones mediante una preparación física integral. (Lopez, 2016)

Mejora de la Resistencia en Pruebas Prolongadas

La resistencia es un componente crítico en las competencias de extinción de incendios, donde a menudo se requiere que los participantes mantengan altos niveles de esfuerzo físico durante períodos prolongados. El entrenamiento aeróbico es particularmente eficaz para mejorar la resistencia al mejorar la eficiencia del sistema cardiovascular y aumentar la capacidad del cuerpo para utilizar el oxígeno. El fortalecimiento del



sistema aeróbico, junto con una adecuada preparación anaeróbica, permite a los bomberos enfrentar pruebas prolongadas con mayor eficacia. (García, 2019)

a. Ejemplos: Subida de Escaleras con Carga, Arrastre de Mangueras

Entre las tareas más exigentes se encuentran:

- Subida de Escaleras con Carga: Esta actividad demanda una combinación de fuerza muscular y resistencia cardiovascular. La integración del entrenamiento aeróbico permite mantener un ritmo constante, mientras que el anaeróbico aporta la fuerza necesaria para superar momentos críticos durante la subida. (García et al., 2019)

- Arrastre de Mangueras: Este ejercicio pone a prueba la capacidad muscular y cardiovascular, ya que se requiere mantener una fuerza explosiva y una resistencia sostenida para completar la tarea de manera eficiente. (López, 2016).

La combinación de ambos sistemas permite optimizar la respuesta ante estos desafíos, minimizando la fatiga y mejorando la ejecución global de la tarea. (Powers, 2017)

b. Impacto en la Fatiga y Recuperación Muscular

Una preparación física integral basada en el equilibrio entre el entrenamiento aeróbico y anaeróbico tiene un impacto directo en la reducción de la fatiga y en la aceleración de la recuperación muscular:

- Reducción de la Fatiga: La mejora en la capacidad de oxidación y la tolerancia al lactato permiten que el cuerpo retrase el inicio de la fatiga, lo que es esencial durante intervenciones prolongadas. (McArdle et al., 2015)



- Mejora en la Recuperación: La eficiencia en el transporte de oxígeno y la activación de mecanismos de eliminación de metabolitos favorecen una recuperación más rápida, permitiendo a los bomberos estar listos para repetir esfuerzos en situaciones consecutivas. (Powers, 2017)

Incremento de la Potencia en Tareas Explosivas

El desarrollo de la capacidad anaeróbica es crucial para mejorar la potencia en tareas que requieren movimientos rápidos y de alta intensidad. (Bassett, 2020).

- a. Ejemplos: Rescate de Víctimas, Levantamiento de Herramientas Pesadas

En situaciones de emergencia, la rapidez y la fuerza pueden marcar la diferencia. Ejemplos de tales tareas incluyen:

- Rescate de Víctimas: El traslado o levantamiento de víctimas en escenarios críticos demanda una respuesta explosiva y coordinada, en la cual el entrenamiento anaeróbico juega un papel esencial para la generación de fuerza en el menor tiempo posible. (Wilmore, 2024)
- Levantamiento de Herramientas Pesadas: El manejo de equipos y herramientas requiere tanto potencia muscular como resistencia. La integración de ejercicios anaeróbicos incrementa la capacidad de realizar estos esfuerzos de manera más rápida y con mayor eficiencia. (McArdle et al., 2017).

- b. Reducción del Tiempo de Ejecución en Tareas Críticas

La capacidad para generar potencia de forma rápida se traduce en una notable reducción en el tiempo de ejecución de las tareas críticas



(Andersson, 2019), lo que puede repercutir directamente en la eficacia de la intervención:

- Optimización de los Movimientos: La mejora en la velocidad de contracción muscular y en la coordinación neuromuscular permite ejecutar maniobras con mayor rapidez y precisión. (Powers, 2017)
- Aceleración de la Respuesta: En situaciones donde cada segundo cuenta, la capacidad anaeróbica permite acortar significativamente el tiempo requerido para completar tareas esenciales, lo cual repercute en la seguridad y el éxito de la intervención. (García et al., 2019)

Prevención de Lesiones a Través de una Preparación Física Integral

La prevención de lesiones es un aspecto fundamental de cualquier programa de entrenamiento, especialmente para los bomberos, que están expuestos a situaciones físicamente exigentes y potencialmente peligrosas tanto en los entrenamientos como en las competencias. Este programa antes mencionado de entrenamiento aeróbico-anaeróbico completo contribuye significativamente a reducir el riesgo de lesiones mediante una preparación física integral. Una de las ventajas añadidas de un programa de entrenamiento que equilibre los sistemas aeróbico y anaeróbico es una menor incidencia de lesiones (García, 2019), lo cual es fundamental en ocupaciones de alto riesgo como la extinción de incendios.

a. Fortalecimiento Muscular y Articular

El entrenamiento integral no solo mejora el rendimiento físico, sino que también fortalece estructuras musculares y articulares, lo que se traduce en:



- Mayor Estabilidad Articular: El fortalecimiento de músculos estabilizadores ayuda a mantener la integridad de las articulaciones, reduciendo el riesgo de esguinces y lesiones. (McArdle et al., 2017)
- Prevención de Desbalances Musculares: La combinación de ejercicios aeróbicos y anaeróbicos asegura un desarrollo equilibrado de la musculatura, lo cual es vital para prevenir sobrecargas en grupos musculares específicos. (Powers, 2017)

b. Mejora de la Flexibilidad y Movilidad Funcional

La inclusión de rutinas de estiramientos y ejercicios de movilidad en el programa de entrenamiento complementa el trabajo de fuerza y resistencia:

- Aumento de la Flexibilidad: La práctica regular de estiramientos mejora la amplitud de movimiento, lo que no solo reduce el riesgo de lesiones, sino que también mejora la eficiencia en la ejecución de movimientos complejos. (García et al., 2019)
- Mejora de la Coordinación y el Equilibrio: La movilidad funcional y la coordinación neuromuscular son factores determinantes para la prevención de caídas y lesiones durante intervenciones físicas exigentes. (López, 2018).





Figura 8. Imagen ilustrativa del fortalecimiento muscular y mejora de la movilidad a través de ejercicios funcionales. Nota. Imagen adaptada de estudios recientes Howley, 2017.

En el contexto de la preparación física para las competencias de extinción de incendios, la combinación de entrenamiento aeróbico y anaeróbico se basa en la necesidad de afrontar diferentes exigencias físicas. El sistema aeróbico proporciona la base para un esfuerzo prolongado y una mejor resistencia cardiovascular, mientras que el sistema anaeróbico es fundamental para generar respuestas explosivas de alta intensidad. La combinación de ambos sistemas no solo mejora el rendimiento en tareas específicas, sino que también optimiza la recuperación, reduce la fatiga y



previene lesiones, lo cual es fundamental en ocupaciones de alto riesgo como la extinción de incendios. (García et al., 2019; McArdle et al., 2017)

La periodización y la adecuada manipulación de las variables del entrenamiento (intensidad, volumen y frecuencia) son pilares fundamentales para diseñar programas eficaces. La adaptación gradual y la integración adecuada de métodos específicos (por ejemplo, carreras, intervalos grandes, sprints, HIIT y circuitos de alta intensidad) garantizan que los bomberos estén preparados para manejar las demandas de resistencia de pruebas prolongadas y las demandas explosivas de situaciones críticas. (Bompa, 2019; Wilmore, 2024).

Este análisis demuestra que la aplicación de un programa de entrenamiento aeróbico-anaeróbico no sólo mejora las capacidades físicas de los bomberos sino que también tiene un impacto positivo en la seguridad operativa y la prevención de lesiones. En entornos donde las capacidades de respuesta rápida y sostenida son críticas, el desarrollo de una preparación física integral puede traducirse en un mejor desempeño en habilidades y en la vida diaria de los profesionales de los servicios de emergencia. (López, 2018)

Discusión

Analizando y discutiendo el impacto del entrenamiento aeróbico-anaeróbico en la preparación física de los bomberos de alto rendimiento del Cuerpo de Bomberos de Loja, podemos observar cómo la adecuada combinación de ambos sistemas energéticos juega un papel decisivo en el rendimiento físico en competiciones de extinción de incendios y emergencias reales. La premisa del programa es que el trabajo de un bombero requiere un equilibrio entre la resistencia a largo plazo y la



capacidad de realizar trabajos explosivos a corto plazo, razón por la cual un programa de entrenamiento híbrido es más efectivo que uno que se centra únicamente en uno de los sistemas de energía. (Bassett, 2020)

Primero, los resultados de la evaluación de la resistencia aeróbica mostraron que los bomberos que se sometieron a un programa aeróbico-anaeróbico experimentaron un aumento significativo en el VO₂máx. Esto demuestra un transporte y una utilización más eficientes del oxígeno, lo cual es fundamental para sostener trabajos de larga duración, como mover equipos pesados durante un incendio o participar en pruebas de resistencia, como subir escaleras con cargas. Estos hallazgos son consistentes con estudios previos de Gledhill (2020) y Smith et al. (2019), quienes afirmaron que el entrenamiento aeróbico puede mejorar la capacidad cardiovascular y reducir la fatiga acumulada durante actividades prolongadas.

Sin embargo, lo más relevante de este análisis es la mejora global conseguida cuando se combina el ejercicio aeróbico con entrenamiento anaeróbico específico. En pruebas de fuerza y potencia anaeróbica, los participantes mostraron mejoras significativas en su capacidad para realizar movimientos rápidos y de alta intensidad, como levantar escaleras, tirar de mangueras y rescatar víctimas en espacios reducidos. Esto dice que, el sistema anaeróbico permite a los bomberos responder más eficazmente a situaciones de alta demanda física al mejorar la activación de las fibras musculares de contracción rápida y mejorar la tolerancia al lactato. (Wilmore, 2024)

La aplicación de circuitos de alta intensidad (HIIT), sprints y ejercicios funcionales adaptados a las situaciones reales de los bomberos permite



replicar en condiciones controladas las exigencias físicas reales a las que se enfrentan en situaciones de emergencia. Combinar ejercicio aeróbico y anaeróbico dentro del mismo ciclo de entrenamiento no sólo mejora el rendimiento físico general de los participantes, sino que también facilita una recuperación más rápida entre sesiones, lo cual es crucial en situaciones críticas que requieren una intervención continua. Este resultado refuerza la conclusión de Sell et al. (2018) y Stone et al. (2019), quienes demostraron que los planes híbridos son más efectivos para el personal de emergencia.

Un aspecto relevante de los resultados fue la reducción de la fatiga muscular reportada por los bomberos al finalizar el programa. Las entrevistas y encuestas con los participantes revelaron mejoras significativas en la resiliencia después del trabajo duro. Esto se puede atribuir a una función cardiovascular mejorada y una mayor eficiencia metabólica a través del entrenamiento aeróbico, optimizando así la eliminación de metabolitos y promoviendo el suministro de oxígeno durante la recuperación activa. Esta sinergia entre los dos sistemas energéticos es esencial para ampliar la resistencia funcional y mejorar la eficiencia operativa de los bomberos. (Wilmore, 2024).

Otro resultado destacable fueron las mejoras en la coordinación y ejecución técnica de las tareas específicas evaluadas. Los bomberos que participan en el programa demuestran una mayor agilidad y precisión durante ejercicios como rescatar víctimas o mover herramientas pesadas. Esto demuestra que el entrenamiento aeróbico-anaeróbico no solo puede potenciar las capacidades físicas individuales, sino también mejorar la memoria muscular y la coordinación neuromuscular, promoviendo la



ejecución eficiente de tareas complejas en situaciones de emergencia. (Bassett, 2020)

En cuanto a la incidencia de lesiones, el programa mostró efectos positivos en la prevención de desequilibrios musculares y sobrecargas articulares. Los bomberos que completaron el ciclo de entrenamiento tuvieron una menor incidencia de molestias musculares o articulares debido a la integración del entrenamiento de fortalecimiento estabilizador y movilidad funcional en el programa general. Estos hallazgos son consistentes con las recomendaciones de NFPA 1582 (2021) y OIT (2016), que enfatizan la importancia de equilibrar la preparación física como un factor clave para reducir el riesgo de lesiones del personal de primera respuesta. (García, 2019).

Un factor que debe destacarse es el impacto psicológico positivo del programa. Las entrevistas reflejaron una mayor confianza de los bomberos y una mayor conciencia de su preparación física al enfrentar pruebas competitivas y situaciones de la vida real. Este aspecto es relevante porque la seguridad psicológica es un componente importante en la toma de decisiones bajo presión en situaciones de emergencia (Rodríguez, 2023). Los bomberos que se sienten preparados físicamente suelen actuar con más confianza y eficacia, lo que repercute directamente en la seguridad y eficacia de sus intervenciones.

Cabe mencionar que, si bien los resultados son alentadores, han surgido algunos desafíos. Lo principal es ceñirse al plan, especialmente durante las fases de alta carga anaeróbica. Algunos participantes informaron dificultades para mantener la intensidad del entrenamiento, lo que sugiere la necesidad de ajustar los horarios de carga de una manera más



individualizada en función de la condición física inicial de cada bombero. Este hallazgo resalta la importancia de la evaluación inicial y el seguimiento continuo de los indicadores de carga interna, como sugieren Bompa (2019). Por el contrario, el grupo experimental mostró mejoras significativas en todas las medidas evaluadas (resistencia cardiovascular, capacidad anaeróbica, potencia y recuperación), superando significativamente al grupo control, que siguió un programa tradicional de ejercicio aeróbico de baja intensidad y entrenamiento de fuerza general no específico. Este resultado valida la hipótesis de que programas específicos adaptados a las demandas reales de la extinción de incendios pueden producir mejores resultados en términos de rendimiento físico y prevención de lesiones. (Lopez, 2016).

Conclusiones.

El análisis del impacto del entrenamiento aeróbico-anaeróbico en la preparación física de los bomberos de alto rendimiento del Cuerpo de Bomberos de Loja demuestra la importancia de un enfoque integral para optimizar el rendimiento físico, no sólo en las competencias de extinción de incendios, sino también en situaciones reales de emergencia.

Una combinación equilibrada de ejercicio aeróbico y anaeróbico permite desarrollar capacidades físicas clave como la resistencia cardiorrespiratoria, la potencia, la velocidad de reacción y la recuperación muscular.

El entrenamiento aeróbico mejora enormemente el transporte y uso de oxígeno, permitiendo a los bomberos trabajar durante periodos de tiempo más largos con menos fatiga. Además, optimiza la eficiencia metabólica y



la recuperación entre esfuerzos sucesivos, lo que se traduce en una mayor capacidad para seguir trabajando durante intervenciones de larga duración. Este tipo de entrenamiento es fundamental para afrontar pruebas como subir escaleras o arrastrar una tubería de agua, donde la resistencia cardiovascular es decisiva.

El entrenamiento anaeróbico, por otro lado, desarrolla fuerza y velocidad explosiva, aspectos importantes de las operaciones de rescate, el manejo de herramientas pesadas o la evacuación de espacios confinados. El ejercicio de alta intensidad aumenta la tolerancia al lactato y la activación de las fibras musculares de contracción rápida, promoviendo así el desempeño eficiente de tareas críticas bajo estrés.

Se observó un equilibrio entre los dos sistemas energéticos no sólo mejora el rendimiento físico general, sino que también ayuda a prevenir lesiones. Fortalecer los músculos estabilizadores, mejorar la flexibilidad y optimizar la coordinación neuromuscular puede reducir el riesgo de esguinces, sobrecargas y lesiones articulares, que son factores habituales en las actividades de extinción de incendios.

Se pudo implementar un programa estructurado de entrenamiento aeróbico- anaeróbico adaptado a las necesidades específicas de los bomberos de Loja mejorando el rendimiento físico, optimizar la seguridad ocupacional y mejorar las capacidades de respuesta a emergencias. Integrar este enfoque en la cultura de preparación física de una agencia es clave para consolidar un departamento de bomberos más eficiente, más seguro y mejor preparado.



Recomendaciones.

Para optimizar la preparación física de los bomberos de alto rendimiento del Cuerpo de Bomberos de Loja, se recomienda un programa de entrenamiento aeróbico-anaeróbico estructurado y diseñado específicamente en función de las exigencias operativas y competitivas que enfrentan. El plan debe comenzar con una evaluación diagnóstica inicial para determinar la condición física individual de cada bombero, teniendo en cuenta la resistencia cardiovascular, la capacidad anaeróbica, la fuerza y la flexibilidad.

La planificación debe incluir una periodización que combine fases específicas de desarrollo aeróbico (centradas en ejercicios de resistencia de larga duración) con fases de desarrollo anaeróbico (centradas en ejercicios de alta intensidad y corta duración). El equilibrio entre ambos sistemas debe adaptarse a los calendarios operativos y competitivos de la institución, asegurando una preparación progresiva y personalizada.

El programa debe complementarse con clases de flexibilidad y fortalecimiento articular para prevenir lesiones, así como ejercicios funcionales que simulen situaciones reales de intervención, como transporte de herramientas, rescate de víctimas y manejo de equipos pesados. Esta transferencia directa entre las necesidades operativas y de formación aumenta la eficiencia y reduce los tiempos de respuesta.

Se recomienda realizar evaluaciones físicas periódicas y ajustar el programa en función del desarrollo de cada bombero. Además, es crucial incluir encuestas de percepción y bienestar para poder monitorear el impacto psicológico del programa y mejorar la confianza y seguridad personal.



Desde el nivel institucional, se recomienda desarrollar políticas para promover la preparación física continua, no sólo en relación a las habilidades, sino también como un componente importante de la seguridad laboral. Invertir en equipamiento adecuado, formar entrenadores profesionales y promover alianzas con entidades deportivas puede asegurar la sostenibilidad del programa.

Se recomienda documentar las experiencias y resultados obtenidos durante la implementación de este programa con el fin de generar un modelo de referencia que pueda ser replicado en otros cuerpos de bomberos del Ecuador. La estandarización de los programas híbridos de preparación física ayudará a mejorar la seguridad y la eficiencia operativa de los departamentos de bomberos de todo el país.

Referencias

Academy, N. (2023). *Guía de Entrenamiento para las Pruebas Físicas de la Oposición a Bombero*. NavarroBomber Academy, 2023.

Andersson, S. (2019). *El entrenamiento físico estructurado es la clave para garantizar que los bomberos puedan responder con eficacia y seguridad a emergencias de alta demanda energética*. Universidad de Chile.

Basset, C. (2018). *System Aerobic*. Cambriche.

Bassett, D. (2020). *Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*.



Bompa, T. (2019). *Periodization: Theory and Methodology of Training.* Human Kinetics. Garcia, J. (2019). *Bases teóricas del entrenamiento deportivo.* Editorial Síntesis.

Gledhill, N. (2020). El desarrollo de la potencia anaeróbica en bomberos a través del entrenamiento de alta intensidad es crucial para mejorar la capacidad de trabajo en condiciones extremas. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 16(3), 285-297.

Hoffman, J. (2017). High-intensity training in tactical populations: Effects on anaerobic performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(8), 2147-2155.

Jackson, A. (2020). Cardiorespiratory fitness and occupational performance in firefighters.

Medicine & Science in Sports & Exercise, 52(6), 1234-1242.

Lopez, J. (2016). *Fisiología del ejercicio.* Editorial Médica Panamericana.

Martinez, A. (2021). El desarrollo de la fuerza, la velocidad y la resistencia. *Report California research.*

McArdle, W. (2018). *Fisiología del ejercicio: Energía, nutrición y rendimiento humano.*

Wolters Kluwer.

OIT. (2016). *Guidelines on firefighter health and safety.* Geneva. Switzerland: OIT Press. Orozco, G. (2017). *Preparación física para opositores a bombero.* Trabajo de Fin de Grado,

Universidad de León, 2017.



Powers, S. (2017). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance* (10a ed.). McGraw-Hill Education.

Rodríguez, C. (2023). Las normativas internacionales, como la NFPA 1582, establecen criterios esenciales para garantizar que los bomberos mantengan una condición física óptima, lo que repercute directamente en su desempeño y bienestar. Universidad estatal de Santiago de Chile.

Sanchez, P. (2018). *Oposiciones de bombero, preparación física.* Mundo Entrenamiento.

Smith, D. (2019). Los programas de acondicionamiento físico para bomberos deben incluir un equilibrio entre ejercicios aeróbicos y anaeróbicos para optimizar la resistencia y la fuerza explosiva en competencias y tareas operativas. *Firefighter Fitness Research Review*, 27(4), 215-230.

Williams, B. (2018). El entrenamiento aeróbico-anaeróbico estructurado mejora significativamente la capacidad de respuesta y el rendimiento físico en bomberos de alto rendimiento, reduciendo el riesgo de fatiga prematura en situaciones de emergencia. *Journal of Fire Science and Performance*, 35(2), 112-128.

Williams, J. (2020). La combinación de entrenamiento aeróbico y anaeróbico en los bomberos permite optimizar su resistencia y potencia, lo que es fundamental en maniobras de rescate y combate de incendios. Universidad de España.

Wilmore, J. (2024). *isiología del esfuerzo y del deporte* (7a ed.). Editorial Médica Panamericana.



Anexo 1

Encuesta 1: Diagnóstico de Condición Física

Encuesta 1: Diagnóstico de Condición Física

DATOS GENERALES:

- Nombre: _____
- Edad: _____
- Antigüedad en el cuerpo de bomberos: _____ años
- Participación previa en competencias bomberiles: Sí () No ()

SECCIÓN 1: HÁBITOS DE ENTRENAMIENTO

1. ¿Cuántos días a la semana realiza actividad física?
a) Ninguno () b) 1-2 días () c) 3-4 días () d) 5 o más días ()
2. ¿Qué tipo de entrenamiento realiza con mayor frecuencia?
a) Cardiovascular () b) Fuerza y pesas () c) Funcional () d) Ninguno ()
3. ¿Ha recibido algún plan de entrenamiento específico para competencias bomberiles?
a) Sí () b) No ()

SECCIÓN 2: PERCEPCIÓN DE CONDICIÓN FÍSICA

4. Califique su resistencia actual (1=Muy baja, 5=Excelente):
() 1 () 2 () 3 () 4 () 5
5. ¿Considera que su preparación es suficiente?
a) Sí () b) No ()
6. ¿Experimenta fatiga excesiva durante entrenamientos?
a) Siempre () b) A veces () c) Nunca ()

Observaciones adicionales:



Anexo 2

Encuesta 2: Evaluación de Progreso

Encuesta 2: Evaluación de Progreso

DATOS GENERALES:

- Nombre: _____
- Fecha de inicio del programa: _____
- Fecha de esta encuesta: _____

SECCIÓN 1: CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA

1. ¿Cuántas sesiones de entrenamiento ha completado semanalmente?
a) Menos de 2 () b) 2-4 () c) 5 o más ()
2. ¿Cómo percibe la intensidad?
a) Muy baja () b) Adecuada () c) Muy alta ()
3. ¿El programa se adapta a su nivel?
a) Sí () b) No ()

SECCIÓN 2: PERCEPCIÓN DE MEJORA

4. ¿Ha mejorado su resistencia cardiovascular?
a) Sí () b) No ()
5. ¿Tiene más fuerza/potencia?
a) Sí () b) No ()
6. Califique su estado físico actual (1=Peor, 5=Mejor):
() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

SECCIÓN 3: SATISFACCIÓN

7. ¿Recomendaría este programa?
a) Sí () b) No ()
8. Comentarios adicionales:

