



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE POSGRADO

**ESTRÉS TÉRMICO Y SU INFLUENCIA EN LA SALUD DEL PERSONAL DE LA
BRIGADA DE INCENDIOS DEL CBDMQ, 2024.**

Autor:

Lcda. Tania Fernanda Díaz Escaleras

Presentado para Optar al Título en

MAGISTER EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL

Director:

Dr. Edmundo Daniel Navarrete Arboleda, PhD.

Asesor:

Ing. Santiago Mauricio Salazar Torres, Mgtr.

MAESTRÍA EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL

Línea de Investigación: Salud y Bienestar Integral

IBARRA-ECUADOR

2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Edmundo Daniel Navarrete Arboleda, certifico que la Maestrante Tania Fernanda Díaz Escaleras con cedula N° 1719938753, ha elaborado bajo mi tutoría la sustentación del Trabajo de Grado titulado: **ESTRÉS TÉRMICO Y SU INFLUENCIA EN LA SALUD DEL PERSONAL DE LA BRIGADA DE INCENDIOS DEL CBDMQ, 2024.**

Este trabajo se sujeta a las normas y metodologías dispuestas en los Reglamentos de Titulación a obtener, por lo tanto, autorizo la presentación sustentación para la calificación respectiva.

Ibarra, a los 21 días del mes de Enero 2025.

Tutor:
Edmundo Daniel Navarrete Arboleda,
Dr. Mgtr, PhD.
CI: 1001271780



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago entrega del presente Trabajo de Grado a la Universidad Técnica del Norte, para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
Cédula de Identidad:	1719938753		
Apellidos y Nombres:	Díaz Escaleras Tania Fernanda		
Dirección:	Edén del Valle #5		
Email Institucional:	tfdiaze@utn.edu.ec		
Teléfono Fijo:	(02-(3082387)	Teléfono Móvil:	0987308447
DATOS DE LA OBRA			
Título:	ESTRÉS TÉRMICO Y SU INFLUENCIA EN LA SALUD DEL PERSONAL DE LA BRIGADA DE INCENDIOS DEL CBDMQ, 2024.		
Autores (es):	DÍAZ ESCALERAS TANIA FERNANDA		
Fecha: DD/MM/AA	21/01/2025		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
PROGRAMA:	MAESTRÍA EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL		
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	MAGISTER EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL		
DIRECTOR:	DR. EDMUNDO DANIEL NAVARRETE ARBOLEDA. PHD		

2.- CONSTANCIA

El Autor, Tania Fernanda Díaz Escaleras, manifiesta que la obra es objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo sin violar derechos de autor de terceros.

Por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que se asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte a terceros.

Ibarra, a los 21 días del mes de Enero del 2025.

Firma _____ .

Lcda. Tania Fernanda Díaz Escaleras.

DEDICATORIA

A mi compañero de vida, por su amor incondicional, apoyo constante y por ser mi fuente de fuerza y motivación. Gracias por estar siempre a mi lado, incluso en los momentos más desafiantes, que me han servido para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A mis hijos: Leonel y Francisco por su paciencia y todo el amor que me brindan, colmados de mucha comprensión en el desarrollo de este proceso. Su apoyo ha sido mi mayor fuente de inspiración y fortaleza. Este trabajo es un reflejo de su sacrificio y esfuerzo de todo lo que cada día me motivan alcanzar. Gracias por ser mi pilar inquebrantable.

AGRADECIMIENTO

Al Doctor/a Edmundo Daniel Navarrete Arboleda, PhD. de la Universidad Técnica del Norte, por su apoyo constante, paciencia y orientación durante este proceso. Agradezco profundamente su asesoramiento técnico y científico, así como su guía constante, que fueron esenciales para la culminación de este trabajo. Su dedicación y compromiso han sido fundamentales para este logro.

Al Ing. Santiago Mauricio Salazar Torres. Mgtr, por su participación en este proceso, quien contribuyo con su asesoramiento para culminar con éxito el trabajo investigativo.

Agradezco profundamente a todos los participantes por su tiempo, compromiso y dedicación, para la realización de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	III
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE IMÁGENES E ILUSTRACIONES	X
RESUMEN	XI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1. Tema.....	4
1.2. Planteamiento del problema	4
1.3. Formulación del problema	5
1.4. Preguntas directrices	5
1.5. Objetivo General	6
1.6. Objetivos específicos.....	6
1.7. Organizador gráfico.....	7
1.8. Justificación.....	7
MARCO REFERENCIAL.....	9
2.1. Marco teórico	9
2.1.1. Antecedentes	9
2.1.2. Estrés térmico.....	13
2.1.3. Ambiente térmico por calor	13
2.1.4. Factores de riesgos laborales	15
2.1.5. Comportamiento del fuego	17
2.1.6. Metabolismo basal	19
2.1.7. Estimación del metabolismo de trabajo	19
2.1.8. Carga térmica metabólica	19
2.1.9. Estimación del consumo metabólico a través de tablas	20
2.1.10. Estimación de la tasa metabólica según la profesión	20
2.1.11. Estimación de la tasa metabólica según el tipo de actividad.....	20

2.1.12.	Estimación de la tasa metabólica a partir de los componentes de la actividad 21	
2.1.13.	Componente postural.....	21
2.1.14.	Sobrecarga térmica.....	23
2.1.15.	Índice WBGT	23
2.1.16.	Características Individuales.....	24
2.1.17.	NFPA 1500 establece requisitos para la seguridad y salud ocupacional de los bomberos 29	
2.2.	Marco conceptual	37
2.3.	Marco legal.....	38
2.4.	Marco contextual.....	41
CAPÍTULO III.....		44
MARCO METODOLÓGICO.....		44
3.1.	Descripción del área de estudio.....	44
3.1.1.	Enfoque de investigación.....	44
3.1.2.	Tipo de la investigación	45
3.1.3.	Diseño de investigación	45
3.2.	Hipótesis.....	45
3.3.	Población y muestra	46
3.3.1.	Criterios de inclusión	46
3.3.2.	Criterios de exclusión	46
3.3.3.	Criterios de eliminación.....	47
3.4.	Operacionalización de variables.....	48
3.5.	Consideraciones bioéticas	50
CAPÍTULO IV.....		54
4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		54
4.1.	Análisis de Resultados	54
4.2.	Discusión.....	61
CAPITULO V.....		63
5. PROPUESTA		63
CAPÍTULO VI.....		68
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		68
6.1.	Conclusiones	68
REFERENCIAS.....		70
ANEXOS		75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Factores a considerar en la evaluación de un ambiente térmico	18
Tabla 2 Tasa metabólica en distintas actividades	20
Tabla 3 Tasa metabólica según el tipo de actividad.....	20
Tabla 4 Suplemento para la tasa metabólica (en $W \cdot m^{-2}$) debido a las posturas del cuerpo..	21
Tabla 5 Tasa metabólica en ($W \cdot m^{-2}$) del desplazamiento en función de la velocidad.....	22
Tabla 6 Escala de temperatura corporal.....	22
Tabla 7 Carga de trabajo	40
Tabla 8 Muestra	46
Tabla 9 Operacionalización de variables	48
Tabla 10 Genero del personal operativo de la brigada de incendios del Cuerpo de Bomberos Quito	54
Tabla 11 Distribución por edad del personal operativo de la brigada de incendios del Cuerpo de Bomberos Quito	54
Tabla 12 Distribución de Puestos de Trabajo	55
Tabla 13 Distribución de Niveles de Temperatura (WBGT) entre los Bomberos Operativos	55
Tabla 14 Nivel de Temperatura (WBGT) por Puesto de Trabajo.....	56
Tabla 15 Efectos del estrés térmico en la salud del personal operativo de la brigada de incendios del Cuerpo de Bomberos Quito	58
Tabla 16 De Contingencia entre Niveles de WBGT y Condiciones de Salud	59
Tabla 17 Relación entre los Niveles de WBGT y los efectos de la salud del personal operativo de la brigada de incendios del Cuerpo de Bomberos Quito	60
Tabla 18 Programa de Capacitación para Sensibilizar el Cuidado de la Salud del Personal Operativo de la Brigada de Incendios del Cuerpo de Bomberos Quito.....	64

ÍNDICE DE IMÁGENES E ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Esquema del problema de investigación	7
Ilustración 2	Matriz de análisis de riesgos	14
Ilustración 3	Evaluación de riesgos laborales	14
Ilustración 4	Tipos de transferencia de calor.....	18
Ilustración 5	Ropa de trabajo (Equipo de protección personal según la NFPA 1971).....	
Ilustración 6	Casco	25
Ilustración 7	Monja o pasamontañas	26
Ilustración 8	Chaquetón y pantalón ignífugos.....	26
Ilustración 9	Guantes.....	27
Ilustración 10	Botas.....	27
Ilustración 11	EPP pijama ignifuga de incendios.....	27
Ilustración 12	Equipo de respiración autónoma	28
Ilustración 13	Cámara térmica	29
Ilustración 14	Ubicación geográfica Bomberos de Quito	42
Ilustración 15	Organigrama del Cuerpo de Bomberos de Quito	43

Autor: Tania Fernanda Díaz Escaleras

Correo: tfdiaze@utn.edu.ec

RESUMEN

Esta investigación surge de la preocupación por mejorar las condiciones laborales en la Brigada de Incendios del CBDMQ, con el objetivo de evaluar situaciones de estrés térmico que influyen en la salud del personal operativo. Para abordar este tema, se llevó a cabo un estudio de enfoque cuantitativo, centrándose en la descripción detallada de las características de la población estudiada y la recolección de los datos un único punto del tiempo. Durante la evaluación en cada puesto, se midieron parámetros como el índice WBGT y la tasa metabólica, para calcular el equilibrio entre trabajo y descanso, así como la dosis de exposición al calor. Se encontró que el puesto de pitonero presentaba un WBGT de 33.43°C, superando el límite permitido por la normativa vigente. Esto indica un riesgo significativo para la salud de los trabajadores, especialmente en términos de deshidratación, dermatitis por calor y otras afecciones relacionadas al contacto con superficies calientes. Basándose en los hallazgos, se recomienda implementar medidas inmediatas de control del estrés térmico, como un esquema de trabajo con períodos de descanso más frecuentes. Es importante la capacitación sobre riesgos laborales, programas de aclimatación para bomberos nuevos o que regresan de largas ausencias, así como protocolos de hidratación y descanso, e incluso la instalación de una cabina para este fin. Además, se sugiere un seguimiento continuo de la salud de los bomberos a través de exámenes médicos regulares y campañas de promoción de la salud.

Palabras clave: Estrés térmico, Bomberos, Salud ocupacional, Índice WBGT, Exposición al calor.

ABSTRACT

This research arises from the concern to improve working conditions within the CBDMQ Fire Brigade, aiming to evaluate thermal stress situations that affect the health of operational personnel. A quantitative approach was employed, focusing on a detailed description of the characteristics of the studied population and data collection at a single point in time. During the evaluation of each role, parameters such as the WBGT index and metabolic rate were measured to calculate the balance between work and rest, as well as heat exposure dosage. It was found that the pitonero role registered a WBGT of 33.43°C, exceeding the limits set by current regulations. This indicates a significant health risk for workers, especially in terms of dehydration, heat dermatitis, and other conditions related to contact with hot surfaces. Based on the findings, immediate thermal stress control measures are recommended, such as a work schedule with more frequent rest periods. Training on occupational risks, acclimatization programs for new firefighters or those returning from extended absences, as well as hydration and rest protocols, including the installation of a dedicated cabin for this purpose, are essential. Additionally, continuous health monitoring through regular medical exams and health promotion campaigns for firefighters is suggested.

Key words: Thermal stress, Firefighters, Occupational health, WBGT index, Heat exposure

INTRODUCCIÓN

El estudio de este trabajo de investigación lleva el nombre de “Estrés térmico y su influencia en la salud del personal de la brigada de incendios del CBDMQ, 2024” se centra en analizar cómo el calor puede afectar la salud del personal operativo de esta institución. Es fundamental entender qué las actividades que realiza el personal de bomberos, son a altas temperaturas, mismas que están combinadas con la actividad física y su estado de salud, motivo que pueden aumentar la temperatura corporal interna y generar una sensación de malestar y tener repercusiones negativas en la salud del personal y producir el estrés térmico.

El primer capítulo, titulado "El Problema", se centra en ofrecer una visión general del estudio sobre el estrés térmico causado por el calor y su efecto en la salud de los bomberos. Este análisis se realiza desde diferentes perspectivas: macro, meso y micro, lo que nos permite entender mejor cómo afecta este fenómeno en lo laboral. Se lleva a cabo un examen crítico para cuestionar las posibles razones y consecuencias de las condiciones de trabajo inadecuadas.

Uno de los principales problemas identificados es el estrés térmico por calor, que puede desencadenar diversos problemas de salud cuando el cuerpo se sobrecalienta. Se anticipan posibles consecuencias si este problema no se controla, desde afecciones agudas como deshidratación, calambres, golpe de calor, síncope por calor, desmayos hasta enfermedades crónicas como cardiovasculares o respiratorias.

Este análisis nos lleva a justificar la importancia de investigar y evaluar el estrés térmico en cada puesto de trabajo, dado que los trabajadores enfrentan este riesgo diariamente, lo que afecta negativamente su salud y bienestar. Al brindar condiciones laborales adecuadas protegemos la salud y la integridad de los trabajadores, también aumentamos su satisfacción laboral. Se cuenta con los recursos necesarios, como bibliografía especializada, apoyo tecnológico, respaldados por la institución, lo que hace factible llevar a cabo esta investigación.

El objetivo principal de esta investigación es determinar cómo el estrés térmico por calor afecta la salud de los bomberos de la Brigada de Incendios del CBDMQ", identificando los riesgos y las afecciones que puede enfrentar el personal operativo.

En el capítulo II, Marco Teórico presenta antecedentes investigativos, se enmarca en el paradigma crítico, abarca fundamentación legal como es de la Constitución de la República del Ecuador, el Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo (Decisión 584), Código de Trabajo, Decreto Ejecutivo 2393 y algunas normas más, es importante la evaluación del riesgo, factores individuales de riesgo, sintomatología y vigilancia de la salud.

El capítulo III, Metodología, aborda el enfoque de la investigación que se caracteriza por ser cuantitativo, donde se llevan a cabo mediciones y cálculos. Se emplean dos modalidades básicas de investigación, fundamentada en fuentes bibliográficas y en el manejo de normas para aplicar procedimientos de medición, registro, cálculo y análisis de resultados.

Los niveles o tipos de investigación predominantes son los correlacionales. Se realiza la Operacionalización de variables, que implica determinar las técnicas a utilizar para obtener información sobre las variables de estudio, incluyendo la medición, observación, encuestas y evaluaciones médicas. Estos datos se registran en matrices de procesamiento de información, cuestionarios y fichas médicas. El Plan de Procesamiento de la Información proporciona una guía para la aplicación de cada una de estas técnicas, junto con sus respectivos instrumentos, lo que permitirá estudiar la relación entre las variables de estudio y enfocar el análisis e interpretación de resultados. Se busca verificar cómo incide el estrés térmico en la salud de los trabajadores.

En el capítulo IV, Análisis e Interpretación de Resultados, se recopilan datos generales de la institución. Se incluye un diagrama que detalla las diferentes etapas del proceso, así como un diseño del espacio de trabajo para comprender cómo están distribuidos los puestos.

Después se llevó a cabo la evaluación de los riesgos en cada puesto de trabajo utilizando la matriz del INSHT. Se analizaron e interpretaron los resultados de las encuestas realizadas al personal de la brigada de incendios.

Se procedió a analizar los resultados del índice WBGT y la tasa metabólica, con base en el muestreo correspondiente, para calcular el régimen de trabajo-descanso y la exposición de cada puesto. Todos estos datos se registraron meticulosamente en las matrices correspondientes.

En el Capítulo V, Conclusiones y Recomendaciones, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de los resultados obtenidos a partir de las encuestas, resaltando la importancia de establecer procedimientos de seguridad laboral para evitar posibles riesgos para la salud derivados del trabajo en ambientes con temperaturas elevadas.

A partir de las mediciones del índice WBGT en cada puesto de trabajo, se concluyó que el puesto de pitonero presenta un riesgo de estrés térmico intolerable, con un registro de WBGT de 33.43°C, superando la base de 30.0°C. Se enfatiza la necesidad de tomar medidas de control urgentes, como la implementación de un régimen de trabajo-descanso del 25% de trabajo y 75% de descanso para este puesto en particular.

Además, se identificó que factores personales como la edad y la constitución corporal del bombero pitonero hacen más susceptible a padecer patologías relacionadas con el calor, debido a la disminución en la capacidad para disipar el calor y mantener la hidratación. El sobrepeso del bombero también aumenta el aislamiento térmico del cuerpo y podría indicar posibles deficiencias en el sistema cardiovascular. En base a estas consideraciones, se recomienda alternar el puesto de trabajo del pitonero.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.Tema

“Estrés térmico y su influencia en la salud del personal de la Brigada de Incendios del CBDMQ, 2024”.

1.2.Planteamiento del problema

El estrés térmico corresponde a la carga neta del calor a la que los trabajadores están expuestos y que resulta de la combinación del ambiente, lugares donde trabajan y actividad física que realizan, adicional a ello la vestimenta que utilizan para las actividades que deben realizar (NTP.922, 2011).

El estrés térmico es un desafío ambiental significativo que afecta a numerosos trabajadores en todo el mundo, especialmente a aquellos que desempeñan labores exigentes en condiciones climáticas extremas. Entre estos grupos, el personal de la brigada de incendios enfrenta condiciones particularmente desafiantes debido a la naturaleza de su trabajo y a la exposición directa al calor intenso generado por incendios forestales, estructurales, industriales y en recintos cerrados.

La importancia para las instituciones es considerar cuidadosamente las condiciones ambientales, especialmente en lo que respecta a la temperatura, con el fin de garantizar la seguridad y el bienestar de sus trabajadores. Esto implica desarrollar planes de acción que aborden diversas situaciones, como la gestión de actividades que puedan requerir de un esfuerzo físico, la disponibilidad de áreas destinadas a la hidratación, la regulación artificial de la temperatura en ciertos espacios, así como proveer el equipo de protección necesario, entre otras medidas (Sánchez, 2015).

Asimismo, se destaca la relevancia de llevar a cabo evaluaciones médicas exhaustivas, como los exámenes médicos ocupacionales, que consideren una serie de factores, entre ellos, los antecedentes médicos de los trabajadores. Es esencial tener en cuenta condiciones como enfermedades cardíacas, respiratorias, diabetes o problemas renales, ya que esto permite

evaluar de manera adecuada las capacidades físicas de los empleados y determinar si están en condiciones de desempeñar determinadas funciones laborales de manera segura y efectiva.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), en el año 2016 se registraron 83 incidentes laborales relacionados con el calor, de estos, seis fueron considerados graves y uno resultó fatal. Este problema surge debido a la acumulación excesiva de calor en el cuerpo, provocada tanto por las altas temperaturas ambientales como por el calor generado internamente durante actividades físicas intensas (INSHT, 2017).

A pesar de los avances en equipos de protección personal y en técnicas de mitigación, el estrés térmico sigue siendo una preocupación importante para la salud y seguridad de los bomberos en primera instancia identificar las afectaciones posibles y por otra parte las medidas preventivas que se puedan generar para el mejoramiento de los ambientes de trabajo. (Henry, 2018).

Esta investigación es relevante debido a que los estudios sobre el estrés térmico cómo influye en la salud, se han enfocado principalmente en profesionales de otras áreas, excluyendo a otras poblaciones como aquellas relacionadas con el ámbito de extinción de incendios.

La presente investigación es importante en virtud de generar conocimiento y aportar a la sociedad con fundamentos sobre el estrés térmico y su influencia en la salud del personal operativo de la brigada de incendios. Se requiere una investigación exhaustiva para comprender mejor los riesgos asociados y desarrollar medidas preventivas.

1.3. Formulación del problema

¿Cómo la exposición al estrés térmico influye en la salud del personal operativo de la brigada de incendios del Cuerpo de Bomberos Quito durante el año 2024?

1.4. Preguntas directrices

¿Cuáles son los efectos del estrés térmico en la salud física y mental del personal operativo de la brigada de incendios del Cuerpo de Bomberos Quito, periodo - 2024?

¿Cuáles son los trabajadores que presentan estrés térmico, del personal operativo de la brigada de incendios del Cuerpo de Bomberos Quito, periodo - 2024?

¿Cuál es la diferencia estadísticamente significativa que presenta el estrés térmico en función de la salud del personal operativo de la brigada de incendios del Cuerpo de Bomberos Quito, periodo - 2024?

1.5.Objetivo General

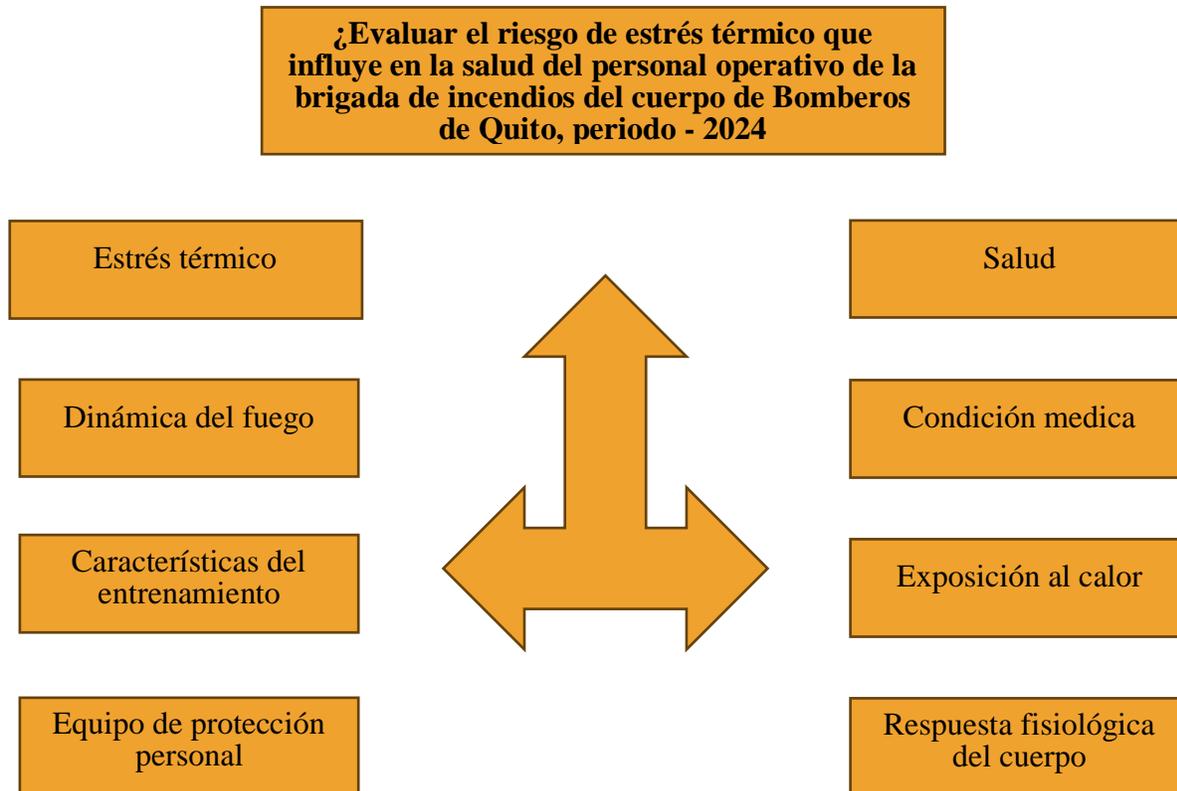
Evaluar el riesgo de estrés térmico que influye en la salud del personal operativo de la brigada de incendios del Cuerpo de Bomberos Quito, periodo - 2024

1.6.Objetivos específicos

- Identificar el nivel de temperatura al que se encuentra expuestos el personal de la brigada de incendios del Cuerpo de Bomberos Quito, periodo – 2024.
- Analizar los efectos del estrés térmico en la salud del personal operativo de la brigada de incendios del Cuerpo de Bomberos Quito, periodo – 2024.
- Relacionar los niveles de exposición al calor con los efectos de la salud del personal operativo de la brigada de incendios del Cuerpo de Bomberos Quito durante el año 2024.
- Establecer un programa de capacitación para sensibilizar el cuidado de la salud, de acuerdo a los resultados de la investigación del personal operativo de la brigada de incendios del Cuerpo de Bomberos Quito, periodo - 2024.

1.7. Organizador gráfico

Ilustración 1 Esquema del problema de investigación



Elaborado por: Tania Díaz

1.8. Justificación

El Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, es una institución que se dedica a salvar vidas y proteger bienes, mediante acciones oportunas y eficientes con personal motivado, calificado, entrenado en la atención de emergencias, gestión educativa bomberil y prevención de incendios.

La salud y seguridad de los bomberos profesionales debe estar en óptimas condiciones ya que están expuestos a factores de riesgos que incluyen incendios, exposición a productos químicos, tóxicos, peligros estructurales, riesgo de lesiones físicas y enfermedades relacionadas con su labor, su desenvolvimiento amerita exigencia física durante su trabajo

y el estrés térmico que puede presentarse en maniobras de entrenamiento con fuego vivo e incendios a los que asistan (Purizaca Quiroga, 2017)

Esta tesis busca llenar ese vacío de conocimiento y proporcionar información relevante para mejorar las prácticas de entrenamiento y la protección de los bomberos en la ciudad.

Sera un beneficio potencial para la brigada de incendios y la comunidad, mediante la realización de este estudio, se podrán identificar las áreas dentro de un marco de mejora continua en las maniobras de entrenamiento, así como las medidas de seguridad y prevención necesarias para minimizar la incidencia de estrés térmico y la afectación de la salud en el personal operativo de la brigada de incendios.

Esto beneficiará directamente al bombero ya que permitirá mejorar su competencia física, médica y mental. Además, la implementación de recomendaciones basadas en la investigación contribuirá a un desempeño más seguro y eficaz en situaciones de atención de emergencias, principios que favorezcan su recuperación post misión o entrenamiento, lo que se traducirá en una mejora en sus competencias, relacionado a una respuesta calificada y comprometida a la comunidad y las labores de extinción y prevención de incendios. (Henry, 2018).

En este orden es necesario referir que para la realización de la presente investigación se cuenta con los recursos humanos, tecnológicos y económicos, que permitirán levantar la información descriptiva e interpretar el resultado obtenido para garantizar la seguridad y salud ocupacional de los bomberos, busca proporcionar información relevante y recomendaciones prácticas para mejorar la protección del personal de la brigada de incendios y su capacidad para responder de manera efectiva a los incendios y demás emergencias que se presentan en la ciudad.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco teórico

2.1.1. Antecedentes

Para el presente estudio, se debe iniciar con el conocimiento previo de las variables planteadas, en primera instancia la variable independiente considerando información importante sobre los conceptos y definiciones del estrés térmico, seguido de la variable dependiente que corresponde a la salud y finalmente de la correlación existente entre estos dos, lo cual se valida con diferentes investigaciones a nivel global, regional y local, permitiendo un mejor entendimiento y desarrollo posterior del presente análisis.

El estrés térmico se produce cuando los trabajadores están expuestos a una carga de calor influenciada por factores ambientales, laborales, actividades realizadas y tipo de vestimenta utilizada. Esto puede llevar a problemas de salud como agotamiento o golpe de calor (Espinoza, 2017).

El estrés térmico representa una preocupación significativa para la salud y seguridad de los trabajadores, ya que surge de la exposición a ciertos niveles de calor como: aspectos ambientales como la temperatura y la humedad, junto con condiciones laborales específicas y la naturaleza de las tareas realizadas, pueden aumentar el riesgo de sufrir efectos adversos (Herrera, 2015).

La vestimenta utilizada también desempeña un rol importante, sin embargo, puede afectar la capacidad del cuerpo para regular la temperatura. Esta exposición prolongada al calor desencadenará condiciones graves como el agotamiento por calor o incluso el golpe de calor en los entornos laborales.

Es importante que los bomberos tomen medidas para controlar y mitigar el estrés térmico, como proporcionar ventilación adecuada y áreas de descanso, garantizar la hidratación y ofrecer capacitación sobre los riesgos asociados.

El Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), a través del Seguro General de Riesgos del Trabajo, tiene la responsabilidad de promover acciones para prevenir riesgos y mejorar el entorno laboral. Esto implica la actualización del sistema de evaluación de accidentes y medidas preventivas, adaptándolas a los avances científicos y los riesgos asociados con las nuevas tecnologías. Además, desde diciembre de 2011, el IESS ha implementado un modelo de Gestión por la Dirección del Seguro General de Riesgos del Trabajo, donde se ha considerado la obligatoriedad para las instituciones públicas y privadas. Este modelo se centra en la prevención de riesgos laborales e implica la gestión administrativa, técnica y del talento humano, aspectos que deben ser parte integral de la política y compromiso de la gerencia (IESS, 2018).

El estrés térmico engloba las diversas manifestaciones físicas causadas por la exposición prolongada a altas temperaturas y la actividad física intensa a lo que el personal está expuesto en las tareas de extinción del fuego, puede llevar a un aumento en la frecuencia cardíaca, deshidratación, fatiga y agotamiento térmico, lo que puede comprometer su estado de salud físico y cognitivo del personal.

Estudios previos sobre el estrés térmico en otras partes del mundo revelan los impactos significativos en la salud y seguridad de los trabajadores, así como las medidas de prevención y mitigación propuestas. (Mendoza Angulo, 2020)

Se explora la existencia de normativas y protocolos para proteger al personal de bomberos frente al estrés térmico, evaluando su efectividad en el contexto local de Quito. (Guerra, 2021)

El personal de bomberos está dedicado a la atención de emergencias, pero sobre todo a la extinción de flagelos, al realizar maniobras de entrenamiento de incendios y al ejercer su trabajo en la jornada laboral de 24 horas, requiere de un estado físico y mental óptimo, considerando que el ambiente al que está expuesto es altamente incierto, ya que aumenta la presión de saber que puede presentarse en las emergencias a las que acude y a qué tipo de riesgo se expone.

El estrés térmico en el ámbito laboral se refiere a la cantidad total de calor a la que están expuestos los bomberos, siendo el resultado de varios factores combinados y las condiciones

ambientales del lugar de trabajo, el esfuerzo físico que realizan y la ropa de trabajo adecuada, y las condiciones físicas del personal (Ararat, 2019).

La sobrecarga térmica es la respuesta fisiológica del cuerpo humano ante el estrés térmico, representando el esfuerzo necesario para regular la temperatura interna y mantenerla dentro de niveles adecuados (INSST, Norma Técnica de Prevención NTP 922, 2018).

Por lo tanto, cuando se registra un aumento en la temperatura interna del cuerpo humano debido a la exposición a altas temperaturas, puede ser un factor para estrés térmico que se caracteriza por una acumulación excesiva de calor en el cuerpo, lo que desencadena la sudoración y puede conducir a la deshidratación y al desequilibrio de electrolitos en el cuerpo. (Moya Mariño, 2020)

La Organización Internacional del Trabajo (OIT), las enfermedades profesionales; “Designa toda enfermedad contraída por la exposición a factores de riesgo que resulte de la actividad laboral”, este concepto es fundamental para comprender y abordar los riesgos asociados con el trabajo y garantizar la salud y seguridad de los trabajadores. Es importante reconocer que las enfermedades laborales pueden ser prevenibles y que es responsabilidad de los empleadores y las autoridades cumplir medidas adecuadas en los lugares de trabajo para proteger la salud de los ciudadanos (OIT, Organizació Internacional del Trabajo, 2019).

En todo el mundo, las condiciones de trabajo en algunas empresas han representado importantes riesgos para la salud y seguridad de los empleados, resultando en una variedad de enfermedades y accidentes (OIT, Organizació Internacional del Trabajo, 2019).

En la actualidad las enfermedades laborales son una de las principales causas de mortalidad. (OIT 2018), aproximadamente 6,300 personas fallecen diariamente debido a accidentes o enfermedades relacionadas con el trabajo, sumando más de 2.3 millones de muertes al año (OMS, Organización Mundial de la Salud, 2019).

La identificación de brechas en la investigación existente resalta la necesidad de abordar específicamente el estrés térmico en el personal de bomberos en Quito, dado la importancia

de su salud y seguridad. Estos antecedentes proporcionan un marco contextual sólido para la investigación propuesta sobre este tema transcendental.

El personal de bomberos enfrenta un riesgo significativo de estrés térmico debido a la naturaleza extrema de su trabajo, que a menudo implica enfrentarse a altas temperaturas y condiciones ambientales desafiantes.

Los efectos del estrés térmico en el personal de bomberos requiere implementar medidas preventivas efectivas que promueva el autocuidado y el reconocimiento de los síntomas de estrés térmico, priorizar la salud y el bienestar del personal de bomberos no solo es fundamental para garantizar su capacidad para realizar sus trabajo, sino también para proteger su calidad de vida a largo plazo.

La higiene industrial, es esencial para proteger a los trabajadores, ya que se dedica a entender, cuantificar y gestionar los peligros en el lugar de trabajo, teniendo en cuenta cómo el entorno laboral puede afectar la salud y seguridad de las personas, con el fin de evitar lesiones y enfermedades relacionadas con el trabajo.

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) en 1994, el término "Higiene Industrial" se deriva etimológicamente de la idea de "protección de la salud en el trabajo". Esto se refleja en el origen de la palabra "higiene", proviene del griego "Hygieia", tenía como objetivo principal salvaguardar la salud y prevenir enfermedades.

Bomberos mueren por Flashover en entrenamiento- El 30 de julio de 2003, dos bomberos perdieron la vida producto de quemaduras e inhalación de gases y partículas mientras realizaban un ejercicio de búsqueda y rescate en una casa deshabitada de un piso (NIOSH, 2003).

El entrenamiento es una parte fundamental para preparar al bombero en situaciones reales de combate de incendios, donde el estrés térmico está presente, sin embargo, existe la necesidad de evaluar la efectividad y la seguridad de estas prácticas para valorar el estado físico y como es la respuesta de su cuerpo ante situaciones de calor.

2.1.2. Estrés térmico

El estrés térmico corresponde a la carga neta de calor o frío, que los trabajadores están expuestos y resulta de la contribución combinada de las condiciones ambientales del lugar de trabajo, actividad física y el uso del equipo de protección personal (INSHT, 2011).

Es importante prestar atención en trabajos donde se manejan actividades que generan mucho calor, condiciones laborales que pueden causar molestias en la salud pudiendo afectar seriamente la seguridad y la salud de los bomberos.

El estrés térmico se refiere a la carga de calor o frío a la que están expuestos los trabajadores, y resulta de una combinación de factores como las condiciones ambientales en el lugar de trabajo, la actividad física y la ropa que llevan puesta. Sucede cuando el cuerpo no puede regular su temperatura interna correctamente, ya sea debido a temperaturas extremadamente altas o bajas o a condiciones laborales que dificultan los mecanismos naturales de regulación. (Vargas Silva, 2019)

El peligro de estrés térmico en un entorno caluroso depende de cuánto calor genere su cuerpo por la actividad que realice y de las condiciones del ambiente. Si el calor que el cuerpo produce no puede ser liberado al ambiente, se acumula dentro del cuerpo, lo que puede causar daños que no se pueden revertir (NTP922, 1982).

2.1.3. Ambiente térmico por calor

El entorno de trabajo puede afectar el desempeño de los empleados al realizar sus tareas, lo que a su vez impacta en su desempeño laboral. Esto se debe al calor que generan naturalmente sus cuerpos mientras trabajan, influido por la postura, movimiento y el metabolismo basal (Santamaría & Guevara, 2018).

Cuando una persona trabaja en un lugar con temperaturas extremas, corre un riesgo significativo de sufrir accidentes laborales. La incomodidad causada por estas condiciones puede distraerlos mientras realizan sus tareas, aumentando las posibilidades de accidentes. Además, trabajar en un entorno térmico inadecuado puede llevar al desarrollo de enfermedades laborales, lo que afecta la salud y el bienestar de los empleados. Es

responsabilidad de la empresa garantizar condiciones seguras y saludables, tal como lo exige la ley.

Para la evaluación de riesgos por exposición a peligros, se realiza mediante la matriz de identificación y estimación de riesgos del INSHT, su aplicación e interpretación es fácil y rápida, con lo cual se puede establecer el riesgo que necesita una mayor atención.

Ilustración 2 *Matriz de análisis de riesgos*

		Consecuencias		
		Baja	Media	Alta
Probabilidad	Baja	Riesgo trivial T	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO
	Media	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I
	Alta	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo intolerable IN

Fuente: INSHT. Tomado de Espinoza, P. (2017)

Ilustración 3 *Evaluación de riesgos laborales*

Riesgo	Accion y Temporizacion
Trivial	No se requiere accion especifica
Tolerable	No se necesita mejorar la accion preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones mas rentables o mejoras que supongan una carga economica importante. Se requieren comprobaciones periodicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control .
Moderado	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implementarse en un periodo determinado. Cuando el riesgo moderado esta asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisara una accion posterior para establecer con presicion la probabilidad del daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante	No debe conmenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se presicen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se esta realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.

Intolerable	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos limitados, debe prohibirse el trabajo
--------------------	---

Fuente: INSHT. Tomado de Espinoza, P. (2017)

2.1.4. Factores de riesgos laborales

Riesgo Químico:

Se refiere a la situación en la que los trabajadores pueden estar expuestos o entrar en contacto con sustancias químicas, ya sea de origen natural o creado de manera deliberada o accidental, esto puede representar una amenaza real para su salud y seguridad (INSST 2. , 2017).

Riesgo Mecánico:

Se refiere a todas las situaciones que pueden causar daño físico, como lesiones, y son causadas por máquinas, herramientas, equipos de elevación, infraestructura, condiciones de trabajo, así como la organización y limpieza del entorno laboral (ASPREC.SA, 2019).

Riesgo Ergonómico

Esta disciplina tiene en cuenta varios aspectos: cómo nos afectan físicamente, la organización del trabajo y el entorno en el que nos desenvolvemos. Pero lo más importante es que lo hace de manera integral, entendiendo que estos factores no funcionan por separado, sino que interactúan entre sí (INSST 2. , 2017).

Riesgo Físico:

El Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo nos dice que al hacer riesgo físico el ruido, vibración, radiación puede estar presente en muchas profesiones en las distintas actividades laborales (INSST 2. , 2017).

Riesgo Biológico:

Cuando un trabajador está realizando sus labores, puede enfrentarse a la exposición a agentes biológicos. Esto significa que puede entrar en contacto con organismos que pueden causar daños a su salud. Estos daños pueden manifestarse como infecciones, alergias o incluso efectos tóxicos o intoxicaciones, según lo señalado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST2016, 2016).

Riesgo Psicosocial:

Son situaciones laborales que se presentan de manera desfavorable, ya sea por un diseño o implementación inadecuados en la organización. Pueden afectar de manera negativa la seguridad, la salud y el bienestar de los trabajadores, representando una fuente de riesgo que debe ser abordada y gestionada adecuadamente, según el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST 2. , 2017).

El bombero está expuesto a temperaturas extremas ya que se interponen muchos riesgos, siendo uno de ellos el estrés térmico por calor, las labores de extinción de incendios en las diferentes emergencias presentan un calor excesivo y estas pueden generar riesgos a la salud y la seguridad del trabajo, en situaciones que generan mucho calor.

El calor que provoca el estrés térmico puede impactar de manera más severa en los extremos de la vida ya que por las condiciones metabólicas y fisiológica que produce la sudoración no se regulan de manera correcta, la pérdida de sales provoca calambres por causa de una gran deshidratación, la condición física para su desenvolvimiento laboral es muy importante para salvaguardar su estado de salud.

La dinámica del fuego presenta desafíos complejos, los bomberos deben proteger su vida, la de su compañero y la de los usuarios, es necesario la efectividad de un entrenamiento con fuego real ya que permite que el conocimiento crezca y la destreza mejore para aplicar las técnicas, tácticas, estrategias en los procedimientos conseguidos. Cuando el calor del cuerpo no puede ser liberado al entorno, se queda atrapado dentro y la temperatura interna puede subir, y esto puede causar daños permanentes en su organismo (DIANA, 2014).

2.1.5. Comportamiento del fuego

Los fenómenos físicos y químicos interactúan de manera compleja durante un incendio con fuego vivo y comprenderlos es fundamental para el control y la extinción del fuego. El conocimiento de estos procesos permite a los bomberos aplicar las estrategias y tácticas adecuadas para combatir eficazmente los incendios y minimizar los riesgos asociados.

La norma UNE-EN ISO 13943, define al fuego como un proceso físico-químico conocido como combustión entre un producto que arde o combustible y otro que provoca la combustión o comburente (oxígeno), iniciado por una fuente de energía en forma de calor. Dicha reacción es fuertemente exotérmica (desprende calor) lo que se manifiesta en una emisión lumínica en forma de llamas, calor, gases y humo (AENOR.2012).

Los términos fuego e incendios se emplean de forma indistinta. No obstante, parece importante hacer una distinción: mientras que el fuego consiste en una combustión puesta en marcha de manera deliberada y controlada en espacio y tiempo, el incendio supone una combustión que se extiende incontroladamente (AENOR.2012).

Fuego: es el producto de la combustión de la materia. Se manifiesta en forma de luz y calor, acompañado de humo y llama.

Incendio: es el fuego incontrolado de grandes proporciones, cuya acción es destructiva y produce el abrasamiento total o parcial de los materiales. (Espinoza, 2017)

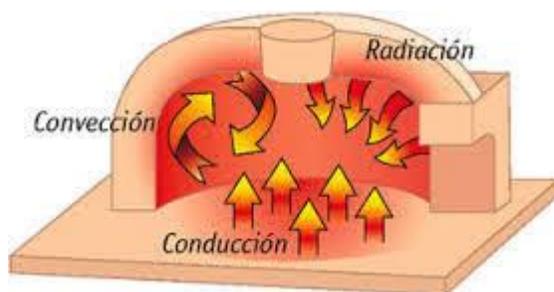
- Combustión rápida que se desenvuelve de forma incontrolada.
- Combustible sustancia que con el oxígeno puede arder.
- Comburente con el que se puede arder.

Calor: Forma de energía cinética o de movimiento.

Llama: luz de un gas quemándose, siendo más caliente y menos luminoso.

Temperatura de auto-inflamación: mínima temperatura en la cual se produce la inflamación del material.

Ilustración 4 Tipos de transferencia de calor



Fuente: INSHT. Tomado de Espinoza, P. (2017)

Conducción: transferencia de calor de un punto a otro por medio de la interacción del fuego.

Convección: calor que se transporta por columnas calientes, que ascienden debido a diferentes densidades del incendio.

Radiación: modo de propagación a través de ondas caloríficas.

Tabla 1 Factores a considerar en la evaluación de un ambiente térmico

Factores en la evaluación de un ambiente térmico	Metabolismo basal y de trabajo	Convección	Radiación	Evaporación
Individuo	X			
Ropa de trabajo		X	x	x
Tipo de trabajo	x			
Temperatura seca		X	x	x
Humedad relativa				x
Velocidad del aire		X	x	x
Temperatura de globo			x	

Fuente: Tomado de Espinoza, P. (2017)

Elaborado por: Tania Díaz

2.1.6. Metabolismo basal

El metabolismo basal es la carga térmica metabólica correspondiente al cuerpo en reposo total, sin realizar tarea alguna; se admite que el metabolismo basal es de 44 W/m² para hombres y de 41 W/m² para mujeres (Baraza et al., 2014, p.410). El límite mínimo del metabolismo está determinado por la actividad fisiológica básica para mantenerse vivo, por lo que recibe el nombre de metabolismo basal, el mismo que varía con la edad, el sexo, el peso y por otras causas de origen psicofisiológico (Móndelo et al., 2013, p. 22).

La Nota Técnica de Prevención 323, proporciona los valores de metabolismo basal de acuerdo a la edad y sexo de la persona desde un rango de 6 a 69 años de edad y reportado en W*m⁻².

2.1.7. Estimación del metabolismo de trabajo

La estimación del metabolismo de trabajo permite establecer el costo energético de la carga muscular asociada a la conversión de azúcares y grasas en energía mecánica y térmica, dando lugar a un índice numérico de la actividad. (Castillo, J.,&Orozco, A., 2010)

2.1.8. Carga térmica metabólica

La tasa metabólica es una conversión de energía mecánica y térmica, constituye una medida del costo energético asociado al esfuerzo muscular y proporciona un índice numérico de actividad (Norma ISO 8996:2004, p. 7). La carga térmica metabólica es la consecuencia del calor generado por el propio metabolismo del cuerpo y se calcula sumando la carga térmica metabólica imputable a la postura y movimiento del cuerpo, así como al trabajo realizado; a estos dos valores se añade un tercer sumando correspondiente al metabolismo basal. (ESPINOZA GUANO, 2017)

La Norma ISO 8996:2004 proporciona una guía para la determinación de la tasa metabólica considerando tres niveles: observación, análisis y actuación experta. Además presenta los valores referenciales para cada tipo de nivel y facilita matrices guía para el reporte de resultados.

2.1.9. Estimación del consumo metabólico a través de tablas

La estimación del consumo metabólico mediante tablas implica aceptar los valores estandarizados para distintos tipos de actividad, esfuerzo, movimiento y otros, (Pellicer, 2015).

2.1.10. Estimación de la tasa metabólica según la profesión

El consumo metabólico se obtiene a través de tablas que lo relacionan con diferentes profesiones, (Pellicer, 2015).

Tabla 2 Tasa metabólica en distintas actividades

Profesiones/Actividades	Metabolismo (W*m-2)
Panadero	110 – 140
Albañil	110 – 160
Pintor	110 – 130
Relojero	55 – 70
Soldador	75 – 125
Jardinero	115 – 190
Trabajos de laboratorio	85 – 100
Secretaría	70 – 85

Fuente: Norma ISO 89962004

Elaborado por: Tania Díaz

2.1.11. Estimación de la tasa metabólica según el tipo de actividad

Mediante este sistema se puede clasificar de forma rápida el consumo metabólico en reposo, ligero, moderado, pesado o muy pesado” (Pellicer, 2015).

Tabla 3 Tasa metabólica según el tipo de actividad

Clase	Metabolismo (W*m-2)
Reposo	65
Metabolismo ligero	100
Metabolismo moderado	165
Metabolismo elevado	230
Metabolismo muy elevado	290

Fuente: Norma ISO 89962004

Elaborado por: Tania Díaz

2.1.12. Estimación de la tasa metabólica a partir de los componentes de la actividad

La tasa metabólica se puede establecer en función de los diversos componentes de una actividad a partir de tablas en las cuales se obtiene por separado información sobre posturas y desplazamientos; de forma que la suma del gasto energético que suponen esos componentes es el consumo metabólico de dicha actividad (Pellicer, 2015).

2.1.13. Componente postural

El gasto energético de una persona varía dependiendo de la postura que adopta.

Tabla 4 Suplemento para la tasa metabólica (en W*m-2) debido a las posturas del cuerpo.

Postura del cuerpo	Metabolismo (W*m-2)
Sentado	10
De rodillas	20
En cuclillas	20
De pie	25
De pie inclinado hacia delante	30

Fuente: Norma ISO 89962004

Elaborado por: Tania Díaz

Componente de desplazamiento

El término "componente de desplazamiento" hace referencia al gasto energético agrupado con el movimiento físico de una persona, sea en dirección horizontal o vertical, a una velocidad específica. Este concepto permite medir la cantidad de energía que se requiere para

realizar actividades que impliquen desplazamiento, como caminar, correr, subir escaleras, entre otras.

Tabla 5 Tasa metabólica en ($W \cdot m^{-2}$) del desplazamiento en función de la velocidad

Tipo de trabajo	Metabolismo ($W \cdot m^{-2}$)/($m \cdot s^{-1}$)
Velocidad de desplazamiento en función de la distancia: Andar 2 a 5 km/h	110
Velocidad de desplazamiento en función de la altura: Subir una escalera	1725
Subir una escalera de mano inclinada sin carga	1660
Subir una escalera de mano vertical sin carga	2030

Fuente: Norma ISO 89962004

Elaborado por: Tania Díaz

Los elevados niveles de producción de calor metabólico, relacionados con la actividad muscular durante el trabajo, contribuyen a intensificar el estrés térmico.

Tabla 6 Escala de temperatura corporal

Escala de temperatura corporal	
44°C	Golpe de calor:
42°C	Convulsiones, coma
41°C	Piel caliente y seca
40°C	Hiperpirexia
38°C 36°C	Intervalo aproximado de temperatura normal
34°C	Tremenda sensación de frío
33°C	Hipotermia:
32°C	Bradycardia, hipotensión
30°C	Somnolencia, apatía
28°C	Musculatura rígida
26°C	Límite inferior de supervivencia: parada cardíaca, fibrilación

Fuente: Mondelo et al, 2013 Ergonomía2. Confort y estrés térmico

Elaborado por: Tania Díaz

2.1.14. Sobrecarga térmica

La sobrecarga térmica se refiere a cómo nuestro cuerpo responde cuando se enfrenta a condiciones de temperatura extrema. Es básicamente el esfuerzo que hacemos para mantener nuestra temperatura interna en niveles saludables cuando estamos expuestos a calor excesivo o frío intenso. Esto implica que, ante cualquier ambiente que nos haga sentir incómodos por la temperatura, nuestro cuerpo activa sus mecanismos de defensa naturales para mantenernos seguros y saludables (Rodríguez Móndeolo, 2013)

2.1.15. Índice WBGT

El índice WBGT (Temperatura de globo y bulbo húmedo) se utiliza para relacionar la temperatura del globo negro (tg) con la temperatura húmeda natural (thn), según mencionan Castillo y Orozco en 2010. Este método se diseñó originalmente para un uniforme de trabajo que consta de una camisa de manga larga y pantalones (aproximadamente $I = 0.5$ clo). Sin embargo, se pueden realizar ajustes siempre que la ropa no obstaculice significativamente el intercambio de calor entre la piel y el entorno (NTP.922, 2011).

El índice WBGT se obtiene mediante las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} \text{WBGT} &= 0.7 \text{ THN} + 0.3 \text{ TG} \\ \text{WBGT} &= 0.7 \text{ THN} + 0.2 \text{ TG} + 0.1 \text{ TA} \end{aligned}$$

Las mediciones deben realizarse a 0.1 m, 1.1 m, y 1.7 m del suelo si la posición en el puesto de trabajo es de pie, y a 0.1 m, 0.6 m, y 1.1 m, si es sentado. Si el ambiente es homogéneo, basta con una medición a la altura del abdomen.

En la actualidad, se cuentan con dispositivos especializados que pueden medir directamente el índice WBGT a través de sensores que registran la temperatura del globo negro, la temperatura del aire y la humedad relativa. Para llevar a cabo esta evaluación, es importante seguir las indicaciones establecidas en la norma EN 27243:1993. Esta normativa ofrece valores de referencia del índice WBGT en función del nivel de actividad física que implica la tarea realizada. Además, la norma proporciona un modelo de informe para presentar los resultados obtenidos durante la evaluación de ambientes con altas temperaturas mediante la determinación del índice WBGT.

2.1.16. Características Individuales

Genero

Al parecer, el género no juega un papel relevante en cuanto a la sensibilidad al calor, aunque se observa que las mujeres tienden a tener una mayor capacidad de tolerancia en situaciones de baja actividad física.

La elección del equipo es importante en trabajos realizados en condiciones de calor intenso. Es fundamental considerar que las personas con constitución delgada suelen adaptarse mejor al calor que aquellas con una constitución más robusta.

Edad

En entornos extremadamente calurosos, las personas de mayor edad experimentan más dificultades que los jóvenes para liberar el exceso de calor. Esto parece estar relacionado con un retraso en la respuesta del cuerpo para sudar y una disminución en la capacidad para disipar el calor. Como resultado, se acumula más calor durante la actividad y se requiere un tiempo prolongado para recuperarse.

Equipo de visualización y detección de fuentes de calor

Ilustración 5 Cámara térmica



Fuente: NFPA 1971 (2018)

Es un dispositivo utilizado por los bomberos para detectar y visualizar fuentes de calor, así como para mejorar la percepción en entornos con poca visibilidad debido al humo o la oscuridad.

Estas cámaras utilizan tecnología infrarroja para capturar y mostrar imágenes basadas en la radiación térmica emitida por los objetos, ya que les proporcionan información vital sobre la ubicación y la intensidad del fuego, la presencia de personas o animales en áreas de humo denso, pueden ayudar en la toma de decisiones críticas (NFPA 1.-2.).

- Puede detectar y medir la radiación térmica emitida por los objetos, permitiendo a los bomberos identificar fuentes de calor, incluso a través del humo o la oscuridad.
- Imágenes en tiempo real de la escena, lo que permite a los bomberos visualizar y evaluar la situación de forma rápida y precisa.
- Rango de temperatura lo que les permite detectar y mostrar objetos con temperaturas que van desde el ambiente normal hasta temperaturas extremadamente altas.
- Modos de visualización suelen tener imágenes diferentes en color, blanco o negro, el modo de imagen visible (para superponer la imagen térmica en una imagen visible) y el modo de imagen mixta (para mostrar la imagen térmica y visible simultáneamente).

Equipo de protección personal de incendios. NFPA 1971

Casco, resistente al calor generado por el fuego e impactos, protege la cabeza del bombero contra golpes y caídas de objetos.

Ilustración 6 *Casco*



Fuente: NFPA 1971 (2018)

Monja o pasamontañas, protege las orejas, cuello y la cara a la exposición al calor extremo, son fabricados por material ignífugo.

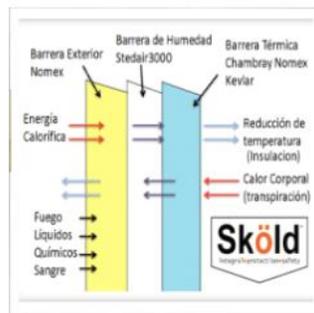
Ilustración 7 *Monja o pasamontañas*



Fuente: NFPA 1971 (2018)

Chaquetón y pantalón ignífugos, están fabricados con materiales resistentes al fuego, como el nomex que protegen al bombero de las llamas, calor y quemaduras.

Ilustración 8 *Chaquetón y pantalón ignífugos*



Fuente: NFPA 1971 (2018)

Guantes, resistentes al calor y llamas, protegen las manos y los antebrazos del bombero contra quemaduras y lesiones.

Ilustración 9 *Guantes*



Fuente: NFPA 1971 (2018)

Botas, diseñadas resistentes al fuego, calor y a los productos químicos brindan protección para los pies y los tobillos.

Ilustración 10 *Botas*



Fuente: NFPA 1971 (2018)

Ilustración 11 *EPP pijama ignifuga de incendios*



Fuente: NFPA 2112, (2023)

Ilustración 12 *Equipo de respiración autónoma*



Se denomina así al equipo especial de protección con el cual una persona puede respirar normalmente, mediante la provisión de aire almacenado a presión en un recipiente portátil dosificada por un regulador de demanda de aire y aislado del medio ambiente contaminado por una máscara que ajusta herméticamente la cara (Saavedra, 2013).

Diseñados y desarrollados para suministrar aire respirable en atmósferas inmediatamente peligrosas para la salud y la vida.

- El equipo de respiración autónoma (ERA) es una herramienta fundamental para los bomberos, ya que les proporciona una fuente de aire respirable independiente del entorno en el que se encuentren. Permite a los bomberos ingresar a áreas peligrosas, como incendios estructurales, donde el humo, los gases tóxicos y la falta de oxígeno pueden representar una amenaza para la vida, puede tener un peso aproximado de 12 a 16 kilogramos (26 a 35 libras) (NFPA 1.).

La exposición a productos químicos agresivos es una de las principales causas de cáncer para muchos bomberos. La Organización sin ánimo de lucro Firefighter Cancer Support Network (FCSN), informa que un 9% hay riesgo de diagnóstico de cáncer, así como un 14% de muerte por cáncer en los bomberos.

En 2020, la NFPA 1851, reconstruyó la eficacia de la limpieza y mantenimiento, los cambios se centran en todos los aspectos del riesgo potencial de los equipos contaminados y dañados, abarcando nuevas prácticas de selección, cuidado y mantenimiento.

2.1.17. NFPA 1500 establece requisitos para la seguridad y salud ocupacional de los bomberos

La NFPA 1500 es una norma desarrollada por la National Fire Protection Association (NFPA) de Estados Unidos, que establece los requisitos mínimos para los servicios de bomberos en términos de organización, operaciones, entrenamiento y seguridad del personal (NFPA 1500).

La norma establece la estructura organizativa para: personal, responsabilidades y políticas de gestión de los servicios de bomberos. Esto incluye la dotación adecuada de personal, la asignación de funciones y responsabilidades, la planificación de recursos, la gestión del riesgo y la revisión y mejora continua del servicio, establece requisitos para el entrenamiento del personal de bomberos, incluyendo la capacitación inicial, el desarrollo de habilidades y conocimientos, la certificación de competencia. También se abordan temas como la formación en seguridad, el uso adecuado del equipo de protección personal y las técnicas de combate de incendios.

La NFPA 1500 establece cumplimientos para las operaciones de emergencia, incluyendo la respuesta a incendios estructurales, incidentes con materiales peligrosos, rescates técnicos y la protección del personal. Se enfatiza la importancia de mantener y revisar regularmente el equipamiento para garantizar su funcionamiento adecuado (NFPA 1500).

Técnicas y escenarios para simular condiciones realistas de incendio y proporcionar a los bomberos una experiencia práctica con relación al estrés térmico.

- Quemadores controlados: se emplean para generar llamas y calor en un entorno seguro y controlado. Estos quemadores se instalan en estructuras especialmente diseñadas para el entrenamiento, como edificios o contenedores de entrenamiento y

se utilizan para simular diferentes tipos de fuegos, como incendios estructurales, en vehículos, o en espacios confinados (NFPA 1403).

- Quemado de objetos específicos: en esta técnica, se seleccionan objetos específicos, como muebles, vehículos abandonados o materiales inflamables, que se queman de manera controlada. Esto permite a los bomberos practicar técnicas de extinción dirigidas a situaciones particulares y aprender a manejar los diferentes materiales combustibles y las reacciones del fuego (NFPA 1403).
- Escenarios de búsqueda y rescate: Además de las técnicas de extinción, el entrenamiento con fuego vivo incluye escenarios de búsqueda y rescate en los que los bomberos deben localizar y rescatar a posibles víctimas en un entorno de incendio. Estos escenarios pueden involucrar la búsqueda en estructuras afectadas por el fuego, la búsqueda en espacios confinados o la evacuación de personas atrapadas (NFPA 1403).
- Simulación de condiciones reales: Se busca recrear condiciones lo más realistas posible durante el entrenamiento con fuego vivo. Esto implica generar humo denso para simular la visibilidad reducida en un incendio real y recrear situaciones de alta temperatura y estrés térmico para que los bomberos experimenten las condiciones desafiantes que enfrentarán en un incendio real y la influencia de un síncope por calor (NFPA 1403).
- Prácticas de ventilación y control de humo: El entrenamiento con fuego vivo también incluye prácticas relacionadas con la ventilación y el control del humo. Los bomberos aprenden técnicas de apertura de ventanas, uso de ventiladores y tácticas de presión positiva o negativa para controlar la propagación del humo y mejorar la visibilidad dentro de una estructura afectada por el fuego (NFPA 1403).

Estas son solo algunas de las técnicas y escenarios utilizados en el entrenamiento, es importante destacar que todas las actividades se llevan a cabo bajo estrictas medidas de

seguridad y supervisión por parte de instructores calificados, para garantizar la seguridad y el aprendizaje efectivo de los bomberos.

VARIABLE DEPENDIENTE

Salud

La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades. Este concepto integral reconoce que, para estar verdaderamente saludable, una persona debe gozar de un equilibrio adecuado en su cuerpo, mente y entorno social. Además, la salud implica la capacidad de adaptación y manejo ante los desafíos del entorno, y es influenciada por factores biológicos, ambientales, conductuales y sociales (Kühn & Rieger, 2017).

Vigilancia de la salud

El propósito de la vigilancia de la salud es asegurar que los empleados estén adecuadamente preparados para sus tareas asignadas, identificar posibles problemas de salud relacionados con la exposición a riesgos laborales y detectar enfermedades profesionales potenciales. Aquellos expuestos a condiciones de estrés térmico intenso deben pasar por evaluaciones médicas minuciosas para garantizar que están en óptimas condiciones físicas, considerando factores como la edad, el índice de masa corporal, y el historial médico, entre otros (Bullock, Ignacio, & Ignacio, 2006).

Enfermedad profesional

Enfermedad profesional es todo estado patológico que sobrevenga como consecuencia obligada de la clase de trabajo que desempeña el trabajador o del medio en que se ha visto obligado a trabajar bien sea determinado por agentes físicos, químicos o biológicos.

Son afecciones crónicas, causadas de una manera directa por el ejercicio de la profesión u ocupación que realiza el trabajador y como resultado de la exposición a factores de riesgo, que producen o no incapacidad laboral (IESS, 2018).

Afecciones a la salud

El calor al que se expone el personal de bomberos en las distintas emergencias de incendios y la temperatura que muchas veces soportan, puede tener serias afectaciones a la salud y seguridad de cada uno del personal.

Agotamiento por calor: puede llevar a una deshidratación severa, lo que hace que sea difícil para la persona continuar trabajando. Se manifiesta a través de síntomas como náuseas, fatiga y necesidad urgente de hidratación y descanso para que el trabajador pueda recuperarse. La pérdida de sales en el cuerpo puede incluso causar calambres, y en casos más graves, el trabajador puede experimentar hipotensión y taquicardia (Melina, 2023).

Golpe de calor: es una de las condiciones que se relacionan con el calor y muchas de las veces puede ser mortal. Los síntomas se presentan como piel caliente y seca, pulso rápido, confusión y pérdida de la conciencia.

Otro concepto lo llama hipertermia incontrolada, que puede afectar directamente a nuestros tejidos. Sucede cuando nuestro cuerpo ya no puede regular su temperatura correctamente y, como resultado, utilizamos una gran cantidad de nuestras defensas para combatir esta situación. Se considera una elevación grave de la temperatura interna cuando supera los 40,5°C, y la piel se siente muy caliente y seca porque ya no podemos sudar. Es importante buscar ayuda médica de inmediato, ya que en casos graves puede ser mortal. (Guano, 2017).

Síncope por calor: es una reacción sistémica secundaria a la exposición prolongada al calor por pérdida de agua y sales. La pérdida de agua es causa de sed intensa y debilidad, que se acompaña de cefaleas, vértigo, hipotensión y taquicardia. No debe olvidarse que uno de los mecanismos para perder calor es la vasodilatación periférica, que tiene como consecuencia una redistribución de la sangre en la piel. El síncope por calor suele ocurrir en personas predispuestas, como ancianos en tratamiento con diuréticos y deportistas no aclimatados, en los que la redistribución sanguínea que se acaba de comentar puede disminuir el gasto cardíaco y la perfusión cerebral, lo que tiene como resultado el síncope, que da lugar a caídas que pueden causar lesiones graves (Quintana, 2018).

Las personas con tendencia a desarrollar síncope por calor, deben tener precaución y moverse frecuentemente, flexionar los músculos de las piernas, sentarse o acostarse si aparecen los síntomas como mareo, debilidad o náuseas.

Se define el síncope como una pérdida transitoria de la conciencia (PTC) y de tono postural, seguida rápidamente por un retorno espontáneo de la misma y de todas las funciones neurológicas sin necesidad de maniobras de reanimación. Se caracteriza por amnesia durante el periodo de inconsciencia, control motor anómalo, falta de respuesta y duración corta. (Mathias V.P., Fernández, A.S., Ramis, M.L.B., & Torres, J.A.C., 2022)

Es importante destacar que el síncope por calor es una emergencia médica y debe tratarse de inmediato. Si se sospecha de un síncope por calor en un bombero, es fundamental buscar atención médica de urgencia y tomar medidas para enfriar al individuo, proporcionar hidratación y garantizar un ambiente fresco.

Deshidratación; es común en individuos expuestos a altas temperaturas, y puede manifestarse con síntomas como dolor de cabeza, náuseas, entre otros, dependiendo de su gravedad. Si no se controla adecuadamente, puede llevar a problemas crónicos que ponen en peligro la vida de los trabajadores, como enfermedades cardiovasculares o renales (Epstein & Moran, 2019).

Problemas cardiovasculares: el exceso de calor puede ser una carga para el sistema cardiovascular, lo que resulta especialmente arriesgado para quienes tienen problemas de salud preexistentes. El esfuerzo físico en altas temperaturas puede elevar la probabilidad de sufrir un infarto o un accidente cerebrovascular (Liu, Varghese, Hansen, Zhang, & Driscoll, 2022).

Calambres: suelen aparecer después de que has estado sudando mucho debido a trabajar durante un largo tiempo, puede encontrarse con espasmos dolorosos en brazos, piernas e incluso en los músculos abdominales, especialmente cuando están muy cansados, a pesar de sentir estos síntomas, su temperatura corporal apenas sube notablemente (Giuriato, Pedrinolla, Schena, & Venturelli, 2018).

Cuando se presentan calambres, se recomienda descansar en un sitio fresco, consumir agua con sales o bebidas isotónicas, realizar estiramientos suaves y masajear el músculo afectado.

Es importante evitar el ejercicio hasta que los calambres desaparezcan por completo. Si los calambres persisten después de una hora, se aconseja consultar a un médico (Gonzalez, Lanham, Martin, & Cleveland, 2024).

Cuando un bombero presenta alguna afección en su salud debido al calor durante un entrenamiento o una emergencia, se activa de manera inmediata al Grupo RIC (Rapid Intervention Crew). Este equipo de intervención rápida, que se utiliza en operaciones contra incendios, tiene como propósito principal proporcionar apoyo y seguridad a los bomberos y otros equipos de respuesta (Gonzalez, Lanham, Martin, & Cleveland, 2024).

- La activación del grupo RIC, la realizara el oficial de seguridad.
- Rescatar al bombero utilizando técnicas y herramientas apropiadas.
- Trasladarlo hacia una zona segura
- Brindarle la atención prehospitalaria básica, incluyendo el retiro de su equipamiento como el casco, la máscara, y el equipo de respiración autónoma.
- Realizara una evaluación del ABC (A vía aérea), (B respiración) y la (C circulación).
- Solicitar asistencia médica avanzada.
- Se realizara técnicas de enfriamiento inmersión de agua fría, enfriamiento por evaporación.
- Hidratación con soluciones hipertónicas frías.
- La asistencia médica evaluara, estabilizara y de ser necesario transportara a una casa de salud.

Es fundamental mantener la calma y brindar apoyo emocional al bombero afectado y a los demás miembros del equipo. El estrés y la preocupación pueden empeorar la situación, por lo tranquilizar al bombero es importante y mantener la calma (Gonzalez, Lanham, Martin, & Cleveland, 2024).

Alteraciones cutáneas

Erupción por calor: ocurre cuando el sudor queda atrapado en la piel durante períodos prolongados, puede resultar en la formación de pequeñas ampollas, bultos inflamados y picazón intensa, aunque suele desaparecer cuando la piel se enfría. En situaciones más severas, es importante buscar atención médica (Ararat, 2019).

Irritación: este problema surge cuando estamos expuestos a temperaturas elevadas, los signos incluyen la piel que se levanta, se pone roja y comienza a picar.

Sudoración: mecanismo que nuestro cuerpo utiliza para refrescarse y regular su temperatura, como si fuera su forma de mantenerse en equilibrio y sentirse más cómodo.

Síntomas clínicos según (NIOSH, 2019).

- Mareo es la sensación de desequilibrio o inestabilidad, es un síntoma principal del síncope por calor.
- Sensación de debilidad o falta de energía antes de desmayarse. Esto puede manifestarse como dificultad para mantenerse en pie, temblor en las piernas o falta de fuerza generalizada.
- Sudoración excesiva al calor extremo mediante una producción de sudor, es una forma en la que el organismo intenta regular la temperatura corporal, pero en casos de síncope por calor, puede llevar a la deshidratación y a la pérdida de electrolitos.
- Sed por la deshidratación y pérdida de electrolitos.
- Palidez de la piel del bombero, debido a la reducción del flujo sanguíneo, esto puede ser evidente en el rostro y otras áreas del cuerpo.
- Disconfort térmico es la sensación de calor intenso que los bomberos pueden experimentar, puede ir acompañado de una dificultad respiratoria y sudoración.
- Cefalea dolor de cabeza intenso y persistente, que puede progresar a medida del contacto con calor.
- Confusión y desorientación la deshidratación con pérdida de electrolitos altera la función cognitiva causando alteración en la conciencia y dificulta para concentrarse.
- Síncope por calor desmayo con pérdida de la conciencia.

Implicaciones para la seguridad laboral

El calor extremo puede afectar la capacidad de un bombero para realizar las tareas de extinción de incendios la falta de concentración, ya que no solo aumenta el riesgo de equivocarse en la toma de decisiones, sino que también puede suceder un accidente laboral; además, la fatiga causada por el calor puede aumentar los accidentes por la dinámica del fuego, el viento, condiciones climatológicas, accesos limitados que son factores que aportan a un ambiente laboral peligroso.

Medidas preventivas es fundamental implementar medidas preventivas efectivas para mitigar los riesgos.

Hidratación: los bomberos deben hidratarse mientras trabajan en condiciones extremas de calor, el ingerir agua habitualmente ayuda a regular la temperatura del cuerpo y evita problemas de salud relacionados con el calor.

Relevo de turno: es importante que el personal que está en el interior del incendio pueda contar con descansos programado en un área con sombra y fresca, que permitira su recuperación rápida. Lo que no solo mejorara su bienestar sino que también asegura que al ingresar nuevamente al incendio sea en condiciones óptimas.

Capacitación: mantener al personal preparado sobre los riesgos del calor y como identificar sus síntomas, les permitira estar alertas y tomar consideraciones adecuadas para prevenir problemas relacionados con el calor.

Clima: muchas de las veces la condiciones climatológicas juegan un papel importante en el desempeño laboral del bombero, ya que muchas de las veces el estar expuestos a incendios forestales con la combinación fuego y el calor acompañado de la temperatura del sol, puede afectar el rendimiento y aumentar el riesgo de estrés por calor y agotamiento, lo que es importante que se adapten y tomen precauciones para la seguridad en situaciones extremas. (Vidaurre Prieto).

Es importante adoptar medidas preventivas y proactivas que no solo proteja a los bomberos sino que también promueva un ambiente laboral más productivo, el calor en el entorno laboral se debe manejar de manera adecuada ya que es de vital importancia tanto para la salud como para la seguridad de los trabajadores.

2.2. Marco conceptual

1. Bombero. - es un profesional en extinción de incendios y salvamento.
2. Equipo de protección personal- Protección personal del trabajador.
3. Incendio.- fuego sin control.
4. Fuego.- reacción química con desprendimiento de luz y calor.
5. Fuego vivo.- se refiere a una situación en la que un incendio se encuentra en pleno desarrollo, se propaga rápidamente y genera altas temperaturas, llamas vigorosas y una gran emisión de calor.
6. Entrenamiento. - habilidades, destrezas capacitación continua .
7. Emergencia.- situación potencialmente grave.
8. Salud.- estado de bienestar.
9. Maniobra.-actividades de movimiento.
10. Sincope.- desmayo con pérdida de la consciencia.
11. Desmayo.- desvanecimiento del cuerpo.
12. Calor.- sensación térmica.
13. Riesgo.- peligro latente.
14. NIOSH .institución creada para ayudar a garantizar condiciones de trabajo seguras y saludables para hombres y mujeres.
15. NFPA.- normas que regula buenas prácticas en bomberos.
16. Técnica.- procedimiento normado.
17. Lesión.- alteración o daño físico que ocurre en el cuerpo.
18. Competencia.- tarea o función específica asignada por ley.
19. Seguridad.-garantía al realizar algo.

20. Prevención.- acción de anticiparse y tomar medidas para evitar que se suscite algo.

2.3. Marco legal

El presente trabajo de investigación se fundamenta en la Legislación Nacional e Internacional.

Normativa Nacional

Constitución de la Republica

La seguridad y salud en el trabajo se fundamenta en leyes tanto nacionales como internacionales, que buscan proteger a los trabajadores.

En el contexto nacional, el artículo 326 de la Constitución del Ecuador establece el derecho de toda persona a realizar sus tareas en un entorno laboral seguro y saludable, que salvaguarde su bienestar físico y emocional (Asamblea Nacional, 2008).

De igual manera nos indica Art. 425 el orden jerárquico de aplicación de las normas:

Orden jerárquico de normas según la Constitución de la Republica.

Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.

La resolución 584 del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo en el capítulo III en “Gestión de la Seguridad y Salud en los Centros de Trabajo Obligaciones de los Empleadores”, en el Art 4 menciona que “En todo lugar de trabajo se deberán tomar medidas tendientes a disminuir los riesgos laborales. Estas medidas deberán basarse, para el logro de este objetivo, en directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo y su entorno como responsabilidad social y empresarial” (Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (INNST, 2012).

Artículo 11.- En todo lugar de trabajo se deberán tomar medidas tendientes a disminuir los riesgos laborales. Estas medidas deberán basarse, para el logro de este objetivo, en directrices

sobre sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo y su entorno como responsabilidad social y empresarial

Artículo 14.- Los empleadores serán responsable de que los trabajadores se sometan a exámenes médicos de preempleo, periódicos y de retiro, acorde a los riesgos a que están expuestos en sus labores.

Artículo 19.- Los trabajadores tienen derecho a estar informados sobre los riesgos laborales vinculados a las actividades que realizan.

Código del Trabajo

En cuanto al apartado que aborda los riesgos laborales, se define que estos son los posibles eventos dañinos a los que un trabajador puede enfrentarse, ya sea durante el desarrollo de sus labores o como resultado directo de ellas. Dentro de la responsabilidad del empleador, se incluyen tanto las enfermedades profesionales como los accidentes como situaciones que deben ser consideradas y atendidas adecuadamente (Código del Trabajo, 2012).

Artículo 53.- Condiciones generales ambientales: ventilación, temperatura y humedad.
Numeral 1.- En los locales de trabajo y sus anexos se procurará mantener, por medios naturales o artificiales, condiciones atmosféricas que aseguren un ambiente cómodo y saludable para los trabajadores.

Artículo 54. Calor, numeral 1.- En aquellos ambientes de trabajo donde por sus instalaciones o procesos se origine calor, se procurará evitar el superar los valores máximos establecidos.

Numeral 2, literal e.- Se regularan los periodos de actividad, de conformidad al (TGBH), índice de temperatura de globo y bulbo húmedo, cargas de trabajo (liviana, moderada, pesada), conforme la siguiente tabla:

Tabla 7 Carga de trabajo

CARGA DE TRABAJO			
	Liviana Inferior a 200 kcal/h	Moderada De 200 a 350 kcal/h	Pesada Igual o mayor a 350 kcal/h
Trabajo continuo	TGBH = 30.0	TGBH = 26.7	TGBH 25.0
75% Trabajo 25% Descanso, cada hora	TGBH = 30.6	TGBH = 28.0	TGBH = 25.9
50% Trabajo 50% Descanso, cada hora	TGBH = 31.4	TGBH = 29.4	TGBH 27.9
25% Trabajo 75% Descanso, cada hora	TGBH = 32.2	TGBH = 31.1	TGBH 30.0

Elaborado por: Tania Díaz
Fuente: Decreto Ejecutivo 2393

Resolución C.D. 513 (Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo). Artículos 6 y 7.

Art. 6.- Enfermedades Profesionales u Ocupacionales.- Son afecciones crónicas, causadas de una manera directa por el ejercicio de la profesión u ocupación que realiza el trabajador y como resultado de la exposición a factores de riesgo, que producen o no incapacidad laboral.

Se considerarán enfermedades profesionales u ocupacionales las publicadas en la lista de la Organización Internacional del Trabajo OIT, así como las que determinare la CVIRP para lo cual se deberá comprobar la relación causa – efecto entre el trabajo desempeñado y la enfermedad crónica resultante en el asegurado, a base del informe técnico del SGRT.

Art. 7.- Criterios de diagnóstico para calificar Enfermedades Profesionales u Ocupacionales.- Para efectos de la concesión de las prestaciones del Seguro General de Riesgos del Trabajo, se consideran enfermedades profesionales u ocupacionales las que cumplan con los siguientes criterios:

- **Criterio clínico.**
- **Criterio higiénico-epidemiológico.**

- **Criterio médico-legal.**

NTP 922 Estrés térmico y sobrecarga térmica; evaluación de los riesgos

En esta guía española, el estrés térmico se refiere a cómo el calor o el frío afectan a los trabajadores. Es como el peso que sienten en su cuerpo debido a la temperatura del ambiente, la actividad que realizan y hasta la ropa que llevan puesta. Es un concepto que nos recuerda cómo el entorno puede influir en nuestro bienestar mientras trabajamos.

UNE-EN ISO 8996: 2004. Ergonomía del Ambiente Térmico. Determinación de la Tasa Metabólica.

COVENIN 2254:1995. Calor y Frío. Límites Máximos Permisibles de Exposición en Lugares de Trabajo.

NTP 322. Valoración del Riesgo de Estrés Térmico, Índice WBGT.

NTP 323. Determinación del Metabolismo Energético.

2.4. Marco contextual

La investigación se realizara en el Cuerpo de Bomberos de Quito, en la Academia de Formación, Especialización y Profesionalización Myr. Rodrigo Peñaherrera” en el campo de entrenamiento Quitumbe.

El día primero de abril de 1944, en la Presidencia de Carlos Alberto Arroyo del Río, se creó definitivamente la entidad bomberil nacida del pueblo quiteño, con autonomía administrativa y operativa, con personería y lo más importante, con presupuesto para su funcionamiento, al servicio de la comunidad de Quito.

El 2 de octubre del año 2000, Bomberos Quito, es adscrito al Municipio de Quito hasta la actualidad está conformado por 1700 funcionarios entre hombres y mujeres profesionales

altamente capacitados y cuenta con 25 estaciones de bomberos distribuidas en las 32 parroquias urbanas y 33 rurales del Distrito Metropolitano de Quito.

Ilustración 13 Ubicación geográfica Bomberos de Quito



Fuente: Google Maps (2024)

Los valientes bomberos de Quito despliegan una amplia gama de servicios esenciales para la comunidad. Más allá de combatir incendios en diferentes escenarios, como estructuras, vehículos o áreas forestales, están ahí para responder a emergencias médicas, rescatar a personas atrapadas o en situaciones acuáticas peligrosas, y gestionar derrames de sustancias peligrosas. Pero su labor no se limita a la respuesta a crisis: también se dedican arduamente a prevenirlas. Realizan inspecciones de seguridad en edificios, ofrecen capacitación en primeros auxilios y técnicas preventivas, y se involucran activamente en campañas para sensibilizar a la comunidad sobre la importancia de la seguridad y la prevención de incendios.

El Cuerpo de Bomberos de Quito está equipado con vehículos especializados, equipos de protección personal, herramientas de rescate y equipos médicos avanzados. Además, cuentan con centros de entrenamiento y simulación para mantener y mejorar las habilidades y destrezas de los bomberos de Quito. - Trabajan en un sistema articulado con instituciones que tienen la competencia en la seguridad ciudadana, la defensa del territorio nacional, gestión de tránsito y movilidad, gestión de salud, municipal y riesgos.

Misión.

Somos una institución técnica dedicada a salvar vidas y proteger bienes, mediante acciones oportunas y efectivas para la prevención de incendios y atención de emergencias (Intranetbomberosquito,2024).

Visión

Al 2024, ser un referente internacional en prevención de incendios, atención de emergencias, operaciones aéreas, formación y especialización bomberil, usando equipamiento y tecnología de última generación con personal altamente calificado (Intranetbomberosquito,2024).

Ilustración 14 Organigrama del Cuerpo de Bomberos de Quito



CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Descripción del área de estudio

El Cuerpo de Bombero del Distrito Metropolitano de Quito, a lo largo de su historia ha venido atendiendo emergencias regulares de extinción de incendios, pero con el constante cambio y crecimiento poblacional, ha tenido que evolucionar para que cubran las necesidades generadas de la ciudadanía.

Como parte de este proceso de cambio, se ha venido formando al personal en áreas específicas, para lograr una atención óptima de la emergencia y con conocimiento técnico para solventarla.

De este antecedente nace la Brigada de Incendios perteneciente al Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, cuyo origen data en enero del 2015, su creación responde a la necesidad imperante de entregar una respuesta más efectiva al control de incendios, rescate y salvamento, atención prehospitalaria y materiales peligrosos que afectan a los bienes materiales y lo más importante la vida humana y el ambiente.

El Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, tiene la misión de atender las emergencias que se presenten en Distrito Metropolitano de Quito, conforme lo dispone la normativa legal vigente.

El presente trabajo investigativo considera como objeto de estudio al personal de bomberos que pertenece a la brigada de incendios del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito.

3.1.1. Enfoque de investigación

La presente investigación corresponde a un enfoque cuantitativo, guarda relación con un proceso hipotético deductivo que incluye estadísticas, mediciones y escalas con la finalidad de argumentar las preguntas planteadas, con un alcance correlacional que considera identificar la influencia de la variable independiente en la variable dependiente.

3.1.2. Tipo de la investigación

El trabajo a desarrollar se describe de tipo básica, pues se analiza y comprueba la vigencia de las teorías, con lo cual se conocerá el grado de relación existente entre las variables.

3.1.3. Diseño de investigación

Diseño descriptivo: Para ofrecer una descripción detallada de las características de la población estudiada, es decir, los efectos del estrés térmico en los bomberos. Este tipo de investigación permitió identificar y documentar patrones o comportamientos sin manipular las variables, proporcionando una comprensión clara de la situación actual y las posibles relaciones entre el estrés térmico y la salud del personal operativo. Para ello, se emplearon encuestas, entrevistas y mediciones directas (como el índice WBGT) con el fin de obtener datos cuantitativos y cualitativos. (OSEJO,K.G.,&OLIVA,Y.L., 2024)

Diseño transversal: Implicó la recolección de datos en un único punto en el tiempo, lo que permitió observar la situación de los bomberos respecto a su exposición al calor y sus consecuencias sobre la salud. Este tipo de estudio fue útil para evaluar la prevalencia de afecciones relacionadas con el estrés térmico, como la deshidratación o el agotamiento, e identificar asociaciones entre la exposición a altas temperaturas y la salud de los bomberos sin requerir un seguimiento a largo plazo. (Vega Samaca, 2013)

3.2.Hipótesis

Hi Hipótesis de investigación

El personal de la brigada de incendios del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito con exposición al estrés térmico presenta mayor posibilidad de afectación a la salud.

Ha Hipótesis alterna

El personal de la brigada de incendios del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito con exposición al estrés térmico presenta menor posibilidad de afectación a la salud.

H0 Hipótesis nula

No existe incidencia entre el estrés térmico y su afectación en la salud del personal de bomberos de la brigada de incendios del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito

3.3. Población y muestra

La población de la presente investigación corresponde a 70 bomberos operativos, pertenecientes a la brigada de incendios del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, personal que realiza labores de extinción de incendios y prácticas.

Para el desarrollo de la investigación se trabajó con el total de la población, por lo que no es necesario el cálculo de una muestra.

Tabla 8 *Muestra*

Ord.	Puesto de trabajo	Frecuencia	%
1	Pitonero	21	30
2	Ayudante de pitonero	21	30
3	Logístico	21	30
4	Maquinista	4	6
5	Comandante del Incidente	3	4
Total	-	70	100

3.3.1. *Criterios de inclusión*

- Personal operativo de la brigada de incendios del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito.
- Laborar tres años o más en la brigada de incendios del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito.
- Participación voluntaria en el trabajo investigativo.

3.3.2. *Criterios de exclusión*

- Llenar inadecuadamente los cuestionarios

- Bomberos diagnosticados con alguna patología.
- Bomberos que no firmen el consentimiento informado.

3.3.3. *Criterios de eliminación*

- Bomberos que se encuentren haciendo uso de vacaciones, estado de gestación o descanso médico.

3.4.Operacionalización de variables

Tabla 9 Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	ÍTEMS	INDICADORES	TÉCNICA	POBLACIÓN
Estrés térmico Carga de calor a la que los trabajadores están expuestos y que resulta de la contribución combinada de factores externos (actividad física que realizan los trabajadores) y la relación trabajo-descanso durante la jornada laboral. (NTP 922,2011)	Carga de calor por condiciones ambientales	¿Cómo considera la intensidad de calor que percibe en su puesto de trabajo? ¿Cómo se siente en cuánto a la carga de calor que experimenta debido a las condiciones ambientales en su lugar de trabajo?	Índice WBGT	Medición Instrumento: Registro de mediciones	Personal de la brigada de incendios.
	Carga de calor por actividad física de los bomberos	¿Siente que las actividades que desempeña durante su jornada laboral son exigentes físicamente? ¿En su lugar de trabajo, hay un lugar donde pueda descansar y mantenerse hidratado adecuadamente?	Tasa metabólica	Técnica: Medición. Instrumento: Registro de mediciones. Técnica: Observación Instrumento: Lista de observación	Personal de la brigada de incendios
	Descanso en la jornada laboral o entrenamiento	¿Con que frecuencia y durante cuánto tiempo está expuesto al calor?	Tiempo de exposición al calor	Técnica: Observación Instrumento: Curvas de valores de referencia ISO27243:1993	Personal de la brigada de incendios

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	ÍTEMS	INDICADORES	TÉCNICA	POBLACIÓN
<p>Salud de los trabajadores</p> <p>se basa en un entorno laboral que promueva y preserve su bienestar físico, mental y social. El objetivo es prevenir problemas de salud causados por la exposición a riesgos en el lugar de trabajo. Estos problemas pueden detectarse a través de exámenes médicos regulares. (Boada, 2012)</p>	<p>Aspecto físico mental y emocional</p>	<p>¿Qué opinión tiene acerca de su salud en este momento?</p> <p>¿Ha experimentado algún problema de salud debido a trabajar en un entorno con altas temperaturas?</p> <p>¿La institución proporciona controles médicos periódicos para monitorear su salud?</p>	<p>Bienestar Malestar o afección</p> <p>Revisiones médicas</p>	<p>Técnica Encuesta</p> <p>Instrumento: Cuestionario</p> <p>Técnica: Encuesta Instrumento: Cuestionario</p>	<p>Personal de la brigada de incendios.</p>
	<p>Factores de riesgo</p>	<p>¿Ha recibido alguna capacitación sobre los posibles riesgos para su salud relacionados con el trabajo en ambientes con altas temperaturas?</p>	<p>Riesgos</p>	<p>Técnica: Medición. Instrumento: Registro de mediciones.</p> <p>Técnica: Observación Instrumento: Lista de observación</p>	<p>Personal de la brigada de incendios</p>

3.5. Consideraciones bioéticas

La investigación para este colectivo se basa en los desafíos que implica el proceso investigativo y en el riesgo que enfrenta su personal debido a las tareas que desempeñan como funcionarios públicos. Los beneficios que surgirán tras llevar a cabo este estudio radican en la capacidad de implementar tácticas y acciones que garanticen entornos laborales seguros y saludables. Esto, a su vez, promoverá empleados en buena forma física y mental, así como el logro de metas tanto personales como institucionales.

Para llevar a cabo este estudio, es imprescindible obtener el consentimiento informado de las personas que participaron en él. Antes de utilizar cualquier instrumento de análisis relacionado con las actividades de investigación, se ha establecido como requisito fundamental obtener este consentimiento previo.

TECNICAS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

Se aplicaron técnicas e instrumentos que a continuación se detallan:

Preguntas básicas	Explicación
¿Para qué?	Estudiar cómo influye el estrés térmico en la salud del personal de la brigada de incendios
¿De qué persona u objeto?	Bomberos de la brigada de incendios
¿Aspectos?	Indicadores de la matriz de Operacionalización de variables.
¿Quien?	Investigador
¿Cuándo?	Abril 2024
¿Donde?	En labores de entrenamiento o extinción de incendios
¿Técnicas de recolección?	Medición con instrumentos Observación Encuestas
¿Cuáles son los instrumentos?	Registro de mediciones (WBGT y tasa metabólica). Cuestionario
¿Actividad?	Instrucción o emergencias reales

Técnica: Medición del índice WBGT utilizando un termómetro (seco húmedo y de globo).

Tasa metabólica se aplicó la norma ISO 8996:2004 y NTP 323, se empleó como instrumento un registro de mediciones individuales.

Técnica: Observación, las condiciones de trabajo, posturas parte del cuerpo implicada, velocidad, desplazamiento. Registro de mediciones individuales.

Técnica: Encuestas, dirigida al personal de la brigada de incendios 70 personas, que presenta preguntas cerradas que permitirán adquirir información sobre las variables en estudio.

Procesamiento de información.

El 27 de marzo 2024 se aplicó la encuesta a 5 bomberos del personal de la brigada de incendios, al iniciar su jornada laboral que comprende de 24 horas, con turnos rotativos, previo al llenado de la encuesta se da una capacitación sobre cada uno de los ítems (10), con el objetivo de adquirir información precisa de la realidad y condiciones de su institución.

Se aplica las mediciones a los 70 bomberos, de la brigada de incendios, durante la ejecución de su tarea y los valores se registran en una matriz de procesamiento de información, la misma que presenta: numeración, fecha, puesto de trabajo, datos de la persona a ser evaluada, información de la persona que realiza la evaluación y los valores correspondientes de la medición.

Una vez recolectados los datos de las mediciones se procede a una revisión crítica de los resultados, con el fin eliminar información defectuosa y no pertinente, por tal razón se repite ciertas mediciones.

La información antes obtenida es organizada en una matriz de sistematización que presenta datos del proceso del trabajador, equipo, norma, medición, fotografía e información adicional como tiempo de exposición, datos de posturas, etc.

Medición del índice WBGT

Temperatura aire (t_a) en °C

Temperatura de globo negro (t_g) en °C

Humedad relativa (HR) en %

Temperatura WBGT (°C)



Ropa de trabajo que permite el aislamiento térmico

La Norma Técnica NTP 74 proporciona una clasificación estándar para determinar el aislamiento térmico de la vestimenta de trabajo, expresado en unidades "clo". Un mayor valor de clo indica mayor aislamiento térmico de la ropa.

La clasificación que mencionas es la siguiente:

- Desnudo = 0 clo (sin ropa)
- Ligero = 0.5 clo (por ejemplo, camisa y pantalón ligero de verano, ropa interior de algodón)
- Medio = 1.0 clo (por ejemplo, un traje completo o conjunto de invierno)

Adicionalmente, la norma probablemente incluye otras categorías como:

- Pesado = 1.5 clo (chaqueta gruesa de lana, etc.)
- Muy pesado = 2.0 clo o más (overoles térmicos, trajes especiales, etc.)

El valor de aislamiento clo de la ropa es un factor importante a considerar en la evaluación del estrés térmico, ya que la vestimenta puede incrementar significativamente la carga de calor soportada por los trabajadores al restringir la disipación de calor corporal.

Conocer este valor permite hacer ajustes y recomendaciones más precisas en cuanto a los límites de exposición, regímenes de trabajo-descanso, hidratación y otras medidas preventivas según las prendas utilizadas en cada tarea.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de Resultados

Tabla 10 *Genero del personal operativo de la brigada de incendios del Cuerpo de Bomberos Quito.*

Genero	Frecuencia	Porcentaje
Masculino	52	74.29
Femenino	18	25.71
Total	70	100

Fuente: elaboración propia

Análisis: La población de estudio estuvo compuesta por 70 bomberos operativos del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, de los cuales el 74.29% son hombres y el 25.71% son mujeres.

Tabla 11 *Distribución por edad del personal operativo de la brigada de incendios del Cuerpo de Bomberos Quito*

Rango de edad	Frecuencia	%
30 a 35	10	14.28
36 a 40	22	31.42
41 a 45	27	38.57
46 a 50	4	5.71
51 a 55	7	10
>56	0	

Fuente. elaboración propia

Análisis: La distribución de edades entre los 70 bomberos operativos del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito presentó una concentración significativa en el rango de 41 a 45 años, con un 38.57 % del total, seguido del rango de 36 a 40 años, con un

31.42%. Este perfil sugiere que la mayoría del personal operativo se encuentra en una etapa de madurez física y experiencia profesional.

Tabla 12 *Distribución de Puestos de Trabajo*

Puesto de Trabajo	Frecuencia	Porcentaje
Pitonero	27	38.57
Ayudante de pitonero	27	38.57
Logística	10	14.29
Comandante del incidente	3	4.29
Maquinista	3	4.29

Fuente. elaboración propia

Análisis: los puestos de trabajo predominantes en los roles operativos fueron con un 38.57% del personal desempeñándose como Pitonero y otro 38.57% como Ayudante de Pitonero, abarcando más del 75% del total de trabajadores. El área de Logística, aunque menos representada, cuenta con un 14.29% del personal. Por otro lado, los roles más especializados, como el Comandante del Incidente y el Maquinista, representan cada uno un 4.29% del total.

Tabla 13 *Distribución de Niveles de Temperatura (WBGT) entre los Bomberos Operativos*

WBGT °C	Frecuencia	Porcentaje
25 - 31.4	18	25.71
31.4 - 37.3	3	4.29
37.3 - 43.2	30	42.86
43.2 - 49.1	10	14.29
49.1 – 55	9	12.86
Total	70	100

Fuente. elaboración propia

Análisis: Existió una amplia variabilidad en las condiciones térmicas, con un rango que va desde 25.5°C hasta 55.0°C. La mayoría de los bomberos se encuentran expuestos a temperaturas en el rango de 37.3°C a 43.2°C, representando un 42.86% del total. Esto sugiere que en muchas situaciones los bomberos operan en condiciones de estrés térmico significativo, lo que podría tener implicaciones serias para su salud y rendimiento.

Tabla 14 Nivel de Temperatura (WBGT) por Puesto de Trabajo

Puesto de Trabajo	31	35	38	39	40	41	42	43	44	45	46	50	52	53	55	Media	Desviación Estándar
Ayudante de pitonero	0	3	2	1	6	2	2	1	0	4	2	1	0	2	1	42.67	5.26
Comandante del incidente	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	47.0	4.36
Logística	0	3	1	0	2	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	40.6	5.42
Maquinista	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	40.0	2.65
Pitonero	1	2	2	0	8	4	2	2	0	3	0	1	1	0	1	41.59	4.98

Fuente. elaboración propia

Análisis: La tabla presenta la distribución de frecuencias de temperatura para diferentes puestos de trabajo, resaltando la variabilidad térmica a la que se enfrentan los trabajadores.

- El puesto de **Ayudante de pitonero** registra una media de temperatura de **42.67°C**, con una desviación estándar de **5.26°C**. Las frecuencias de temperatura para este puesto varían considerablemente, con picos notables en los niveles de **40°C (6 casos)** y **45°C (4 casos)**, lo que sugiere una mayor concentración en estos rangos de temperatura, aunque también se observan valores menores en niveles más bajos.
- El puesto de **Comandante del incidente** tiene la mayor media de todos los puestos, con **47.0°C**, pero una desviación estándar de **4.36°C**. Este puesto presenta una baja frecuencia en las temperaturas, con solo 3 registros distribuidos en **44°C, 45°C y 52°C**, lo que sugiere que este rol enfrenta una exposición esporádica, pero en rangos térmicos elevados.
- Para el puesto de **Logística**, la media es de **40.6°C** y la desviación estándar es de **5.42°C**, lo que indica una exposición relativamente variable. Los picos en las frecuencias se registran principalmente en **35°C (3 casos)** y **38°C (2 casos)**, mientras

que otros niveles de temperatura presentan frecuencias menores, lo que indica una dispersión moderada en las temperaturas a las que se enfrenta este puesto.

- El puesto de **Maquinista** presenta la media más baja, con **40.0°C**, y la menor desviación estándar, de **2.65°C**, lo que refleja una exposición más constante. Con solo cuatro registros, **38°C** y **39°C** tienen una frecuencia de 1 cada uno, lo que indica que este puesto está relativamente protegido de las temperaturas más extremas.
- El puesto de **Pitoner** muestra una media de **41.59°C** con una desviación estándar de **4.98°C**. La variabilidad en las temperaturas es significativa, con un pico marcado en **40°C (8 casos)**, seguido de **35°C (2 casos)** y **46°C (3 casos)**. Esto sugiere que el Pitonero enfrenta un rango amplio de temperaturas, con mayor exposición en temperaturas elevadas.

Tabla 15 Índice de Fatiga y Signos Tempranos de Golpe de Calor

WBGT (°C)	Ayudante de Pitonero	Comandante del Incidente	Logística	Maquinista	Pitonero	Índice de Fatiga (%)	Signos Tempranos de Golpe de Calor (%)
31.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	30.0	5.0
35.0	3.0	0.0	3.0	0.0	2.0	50.0	25.0
38.0	2.0	0.0	1.0	1.0	2.0	65.0	40.0
39.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	70.0	45.0
40.0	6.0	0.0	2.0	0.0	8.0	75.0	50.0
41.0	2.0	0.0	0.0	0.0	4.0	80.0	55.0
42.0	2.0	0.0	1.0	0.0	2.0	85.0	60.0
43.0	1.0	0.0	0.0	1.0	2.0	90.0	65.0
44.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	95.0	70.0
45.0	4.0	1.0	1.0	0.0	3.0	100.0	75.0
46.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	105.0	80.0
50.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	125.0	100.0
52.0	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	135.0	110.0
53.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	140.0	115.0
55.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	150.0	125.0
Media	42.67	47.0	40.6	40.0	41.59	-	-
Desviación estándar	5.26	4.36	5.42	2.65	4.98	-	-

Fuente. elaboración propia

Análisis: El análisis de los datos muestra que el índice de fatiga varía significativamente en función del puesto de trabajo y los valores de WBGT. Por ejemplo, en el puesto de ayudante de pitonero, donde el WBGT es de 40.0°C, el índice de fatiga calculado es del 75%, indicando

un alto riesgo de agotamiento. Asimismo, los signos tempranos de golpe de calor son más evidentes a partir de un WBGT de 40°C, donde se observan valores del 50%. A partir de los 30°C, comienzan a aparecer los primeros signos de fatiga y a partir de los 40°C, los riesgos aumentan considerablemente.

Tabla 16 *Efectos del estrés térmico en la salud del personal operativo de la brigada de incendios del Cuerpo de Bomberos Quito*

Condiciones de Salud y Hábitos	Frecuencia	Porcentaje
Diabetes Tipo 2	5	7.14
Hipertensión	8	11.43
Asma	4	5.71
Condición Dermatológica	5	7.14
Otras	4	5.71
Peso Normal	24	34.29
Sobrepeso	40	57.14
Obesidad	5	7.14
Obesidad Grado 1	1	1.43
Fumadores	30	42.86

Fuente. elaboración propia

Análisis: Entre las condiciones de salud, la hipertensión fue la más relevante, afectando a ocho bomberos, lo que representa un riesgo considerable dado que el estrés térmico puede agravar los problemas cardiovasculares, incrementando la posibilidad de complicaciones graves como ataques cardíacos y derrames cerebrales. Asimismo, la presencia de cinco casos de diabetes tipo dos, plantea un desafío adicional ya que el calor extremo y la deshidratación pueden dificultar el control del azúcar en la sangre.

El 64.29% del personal operativo tiene un IMC en las categorías de sobrepeso u obesidad, lo que los coloca en un mayor riesgo de sufrir complicaciones como el golpe de calor, dado que la capacidad del cuerpo para regular la temperatura es menos eficiente en estos casos. Además, el hecho de que 30 bomberos sean fumadores agrava aún más el riesgo, el tabaquismo compromete la función pulmonar y cardiovascular, lo que, en combinación con

el estrés térmico, puede desencadenar problemas respiratorios y cardiovasculares durante el trabajo.

Tabla 17. *De contingencia entre niveles de WBGT y condiciones de salud*

WBGT Range	Hipertensión	Diabetes Tipo 2	Asma	Condición Dermatológica	Fumadores
25-31.4°C	56	35	28	35	210
31.5- 37.3°C	24	15	12	15	90
37.4- 43.2°C	240	150	120	150	900
43.3- 49.1°C	80	50	40	50	300
49.2- 55°C	72	45	36	45	270

Fuente. elaboración propia

Análisis: La tabla de contingencia presentada organiza los datos categóricos, permitiendo visualizar la relación entre los rangos de temperatura WBGT (Wet Bulb Globe Temperature, o Temperatura de Bulbo Húmedo y Globo) y varias condiciones de salud. Las categorías analizadas incluyen cinco condiciones de salud: hipertensión, diabetes tipo 2, asma, condiciones dermatológicas y el hábito de fumar, con cinco rangos de temperaturas diferentes, desde 25°C hasta 55°C.

En la tabla, se observan las frecuencias de cada condición de salud en cada uno de los rangos de temperatura, lo que permite identificar si existe una posible relación entre los niveles de WBGT y la prevalencia de estas condiciones en la población.

Por ejemplo, para la hipertensión, se ve que en el rango más bajo de temperatura (25-31.4°C) hay 56 casos, pero este número aumenta drásticamente a 240 casos en el rango más alto de 37.4-43.2°C. Este patrón se repite con las demás condiciones de salud, como la diabetes tipo 2 y el asma, y la costumbre de fumar puede implicar que los individuos con este hábito sean más susceptibles a sufrir problemas de salud relacionados con el estrés térmico, lo que podría sugerir que hay una mayor prevalencia de estas condiciones a medida que aumentan la temperatura.

Tabla 18 *Relación entre los Niveles de WBGT y los efectos de la salud del personal operativo de la brigada de incendios del Cuerpo de Bomberos Quito*

Condición	Chi-Cuadrado	Valor p
Diabetes tipo 2	2.1428	0.3425
Hipertensión	0.0	1.0
Asma	5.0	0.0821
Condición Dermatológica	7.7999	0.0202
Fumadores	0.6818	0.7111

Fuente. elaboración propia

Análisis: El análisis de Chi-Cuadrado reveló que, de las cinco condiciones de salud evaluadas, solo las condiciones dermatológicas muestran una relación significativa con los rangos de WBGT ($p = 0.0202$), sugiriendo que las temperaturas más altas pueden influir en la prevalencia de estas condiciones. Para Diabetes Tipo 2, Hipertensión, Asma y el hábito de fumar, no se encontraron relaciones significativas ($p > 0.05$), indicando que los niveles de temperatura no parecen afectar estas condiciones en la muestra analizada.

4.2. Discusión

En este estudio, se determinó que el índice WBGT en el puesto de Pitonero alcanzó los 41.59°C, Comandante del incidente 47.0°C, Ayudante de pitonero 42.67°C, Logística 40.6°C y Maquinista 40.0°C lo que refleja valores significativamente por encima del límite permitido de 30°C según las normas vigentes (ISO 7243:2017), lo que refleja un riesgo elevado para los bomberos de Quito, particularmente en los meses más cálidos, donde las condiciones climáticas externas ya son desafiantes. Este resultado coincide con lo reportado por Bang, (2011) quienes encontraron que, en un estudio similar realizado en brigadas de incendios en condiciones tropicales, el WBGT promedio alcanzó 32.8°C, lo que provocó un incremento del 40% en el riesgo de golpe de calor entre los bomberos.

Sin embargo, nuestros resultados también difieren de los hallazgos de Zare et al., (2019), quienes reportaron que en entornos donde se implementaron sistemas de enfriamiento y vestimenta especializada, el índice WBGT se mantuvo por debajo de 30°C en el 90% de los casos, lo que resultó en una reducción significativa de incidentes relacionados con el calor.

En contraste, Seo et al., (2019) presentan resultados que subrayan la importancia de la modulación del trabajo-descanso. En su investigación, demostraron que una exposición continua a un WBGT de 32°C, sin descansos adecuados, aumentó en un 50% la incidencia de deshidratación severa, en relación con los hallazgos de nuestro estudio se observó un alto índice de fatiga y signos tempranos de golpe de calor en los bomberos expuestos a temperaturas superiores a 40°C.

Sin embargo, los resultados de Xiang et al., (2014) muestran una diferencia notable. En su estudio, bajo condiciones controladas con un WBGT máximo de 29°C, solo el 10% de los bomberos experimentaron agotamiento por calor, y no se reportaron casos de síncope. Esto destaca la importancia de las condiciones ambientales y el control del entorno de trabajo en la mitigación del estrés térmico.

Kim, (2018) apoyan esta observación, reportando que, en su estudio, con un programa de aclimatación bien implementado, solo el 8% de los bomberos mostró signos de estrés térmico, en comparación con el 25% por agotamiento del calor observado en nuestra

investigación. Esto sugiere que la falta de aclimatación adecuada en nuestra muestra podría haber contribuido a la mayor incidencia de síntomas relacionados con el calor.

En el presente estudio, se ha observado una asociación significativa entre las condiciones dermatológicas y el factor en estudio, con un valor de Chi-Cuadrado de 7.7999 y un valor p de 0.0202. Este resultado sugiere que existe una discrepancia notable entre los valores observados y los esperados, indicando una relación estadísticamente significativa.

Las condiciones dermatológicas pueden ser un indicador clave de problemas subyacentes relacionados con la exposición a factores de riesgo ocupacionales o ambientales. Según Olusegun y Martincigh, (2021) las enfermedades de la piel, como la dermatitis de contacto, son comúnmente asociadas con la exposición a sustancias químicas o condiciones ambientales adversas en el lugar de trabajo. Este estudio refuerza la idea de que el entorno laboral en variabilidad de temperatura puede desempeñar un papel crucial en el desarrollo de afecciones cutáneas.

Velasquez, (2023) realizaron un estudio similar en trabajadores expuestos a altas temperaturas y encontraron que el 20% de los participantes desarrollaron alguna forma de dermatitis, un porcentaje respalda la relación observada en nuestro estudio lo cual es la única afección de salud presente como condición dermatológica significativa $p = 0.0202$. La exposición prolongada al calor y la humedad, combinada con el uso de equipo de protección que puede aumentar la temperatura corporal y la sudoración, crea un entorno propicio para el desarrollo de problemas cutáneos, donde se ha identificado que la exposición a condiciones extremas superiores a 40°C está relacionada con un aumento en la prevalencia de afecciones dermatológicas.

CAPITULO V

5. PROPUESTA

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA SENSIBILIZAR EL CUIDADO DE LA SALUD, DE ACUERDO A LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN DEL PERSONAL OPERATIVO DE LA BRIGADA DE INCENDIOS DEL CUERPO DE BOMBEROS QUITO.

Introducción

El personal operativo de la Brigada de Incendios del Cuerpo de Bomberos de Quito enfrenta diariamente condiciones laborales extremas que pueden poner en riesgo su salud, especialmente debido al estrés térmico, exposición a sustancias químicas, y otros factores ambientales adversos. Los resultados de la investigación reciente han evidenciado una relación significativa entre estas condiciones y el desarrollo de diversas afecciones de salud, especialmente dermatológicas y relacionadas con el calor.

Con base en estos hallazgos, es fundamental implementar un programa de capacitación que sensibilice y prepare a los bomberos para identificar, prevenir y manejar los riesgos asociados con su trabajo. Este programa no solo busca reducir la incidencia de enfermedades ocupacionales, sino también mejorar la calidad de vida y el bienestar general del personal operativo.

Justificación

La investigación ha demostrado que una parte significativa del personal de la Brigada de Incendios está expuesta a riesgos considerables de desarrollar condiciones de salud relacionadas con el estrés térmico y la exposición ambiental. El programa de capacitación propuesto responde a la necesidad urgente de equipar al personal con las herramientas y conocimientos necesarios para proteger su salud de manera efectiva.

El desarrollo de este programa es esencial para mitigar los riesgos identificados, especialmente aquellos relacionados con condiciones dermatológicas y el estrés térmico, que han mostrado una prevalencia preocupante en el personal operativo. Además, al mejorar la salud y el bienestar de los bomberos, se espera un aumento en la eficacia operativa y una reducción en el ausentismo por enfermedades laborales.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar e implementar un programa de capacitación que sensibilice y eduque al personal operativo de la Brigada de Incendios del Cuerpo de Bomberos Quito sobre la importancia del cuidado de la salud en el contexto de los riesgos laborales identificados, con énfasis en la prevención y manejo del estrés térmico y condiciones dermatológicas.

Objetivos Específicos

1. Identificar y reconocer los principales riesgos para la salud asociados con el entorno laboral de los bomberos, centrándose en el estrés térmico y las condiciones dermatológicas.
2. Educar al personal sobre las mejores prácticas para prevenir y manejar estos riesgos, incluyendo técnicas de aclimatación, hidratación adecuada y el uso correcto del equipo de protección personal.
3. Implementar sesiones de simulación y ejercicios prácticos para que el personal aprenda a manejar situaciones de emergencia relacionadas con el calor y la exposición a factores de riesgo.
4. Evaluar la efectividad del programa a través de encuestas de satisfacción y pruebas de conocimiento antes y después de la capacitación.

Tabla 19 Programa de Capacitación para Sensibilizar el Cuidado de la Salud del Personal Operativo de la Brigada de Incendios del Cuerpo de Bomberos Quito

Módulo	Duración	Contenido	Actividades	Objetivos Específicos
Módulo 1: en la Brigada de Incendios	2 horas	- Presentación de los resultados de la investigación. - Conceptos de estrés térmico y condiciones dermatológicas. - Importancia del cuidado de la salud.	- Charla introductoria. - Discusión abierta con preguntas y respuestas.	1. Identificar y reconocer los principales riesgos para la salud asociados con el entorno laboral.

Módulo 2: Estrés Térmico y su Manejo	4 horas	<ul style="list-style-type: none"> - Definición y causas del estrés térmico. - Signos y síntomas. - Técnicas de aclimatación. - Estrategias de prevención. - Prácticas de primeros auxilios. 	<ul style="list-style-type: none"> - Taller interactivo. - Demostración de técnicas de aclimatación. - Prácticas de primeros auxilios. 	2. Educar al personal sobre las mejores prácticas para prevenir y manejar estos riesgos.
Módulo 3: Prevención y Manejo de Condiciones Dermatológicas	3 horas	<ul style="list-style-type: none"> - Condiciones dermatológicas comunes en bomberos. - Factores de riesgo. - Cuidados de la piel. - Protocolos para el manejo de afecciones. - Uso correcto del equipo de protección. 	<ul style="list-style-type: none"> - Presentación de casos clínicos. - Demostración práctica de cuidados de la piel. - Práctica en el uso del equipo de protección. 	2. Educar al personal sobre las mejores prácticas para prevenir y manejar estos riesgos.
Módulo 4: Simulación y Prácticas en Situaciones de Emergencia	5 horas	<ul style="list-style-type: none"> - Ejercicios prácticos bajo condiciones simuladas. - Simulación de emergencias con alta exposición a calor. - Evaluación de la respuesta del personal. - Técnicas de enfriamiento rápido y rehidratación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Simulación realista con equipo completo. - Evaluación de rendimiento en situaciones simuladas. - Retroalimentación en tiempo real. 	3. Implementar sesiones de simulación y ejercicios prácticos para manejar situaciones de emergencia.
Módulo 5: Evaluación y Retroalimentación	2 horas	<ul style="list-style-type: none"> - Examen teórico de comprensión. - Encuestas de 	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación de pruebas de conocimiento. - Encuestas 	4. Evaluar la efectividad del programa mediante

		satisfacción. - Discusión de resultados. - Entrega de certificados de participación.	anónimas. - Sesión de retroalimentación grupal.	pruebas de conocimiento y encuestas de satisfacción.
Módulo 6: Programa de Seguimiento y Monitoreo	6 meses (seguimiento periódico)	- Monitoreo de salud del personal. - Revisión periódica de prácticas. - Refuerzo trimestral de conocimientos. - Informe final de seguimiento.	- Evaluaciones médicas periódicas. - Talleres de actualización trimestral. - Elaboración de informes de progreso.	4. Evaluar la efectividad del programa y ajustar según los resultados del seguimiento.

Elaboración propia

El programa diseñado cubre de manera integral las áreas clave para sensibilizar y capacitar al personal operativo de la Brigada de Incendios del Cuerpo de Bomberos Quito sobre los riesgos laborales, especialmente aquellos relacionados con el estrés térmico y las condiciones dermatológicas. Sin embargo, aquí hay algunas adiciones o recomendaciones que podrían enriquecer aún más el programa:

1. Evaluación de impacto a largo plazo:

- Implementar una evaluación de seguimiento a largo plazo, que podría extenderse más allá de los seis meses inicialmente propuestos, para medir el impacto sostenido del programa en la salud y bienestar del personal. Esto incluiría análisis de la incidencia de enfermedades relacionadas con el estrés térmico y las condiciones dermatológicas antes y después del programa.

2. Incorporación de nuevas tecnologías:

- Integrar el uso de tecnologías como aplicaciones móviles para el monitoreo en tiempo real del estrés térmico y las condiciones de la piel. Estas herramientas podrían ayudar a los bomberos a recibir alertas tempranas y recomendaciones instantáneas basadas en su estado físico y las condiciones ambientales.

3. Componentes psicológicos:

- Añadir un módulo enfocado en el bienestar mental, que incluya técnicas de manejo del estrés y apoyo psicológico, dado que el estrés físico muchas veces va acompañado de estrés mental, especialmente en profesiones de alto riesgo como la de bombero.

4. Personalización del programa:

- Ofrecer sesiones personalizadas según el perfil de riesgo de cada bombero, basadas en su historial médico, edad, y nivel de exposición a riesgos específicos. Esto puede incluir planes de salud individualizados para aquellos con condiciones preexistentes.

5. Colaboración con expertos en salud ocupacional:

- Involucrar a expertos en salud ocupacional para que supervisen el desarrollo y la implementación del programa, asegurando que todas las prácticas recomendadas estén alineadas con las normativas de salud más recientes.

6. Simulacros con realismo aumentado:

- Utilizar herramientas de simulación con realidad aumentada o virtual para ofrecer experiencias más realistas y seguras durante los entrenamientos, lo cual puede mejorar la preparación y la confianza del personal operativo en situaciones de emergencia reales.

Estas adiciones podrían fortalecer aún más el programa, asegurando que no solo se cubran las necesidades inmediatas del personal, sino que también se promueva un enfoque preventivo y sostenible a largo plazo en el cuidado de la salud de los bomberos.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Se concluye que el personal operativo de la Brigada de Incendios del Cuerpo de Bomberos Quito está expuesto a niveles de temperatura que superan los límites recomendados, alcanzando un índice WBGT superior a 40°C en algunos puestos clave. Esta exposición aumenta significativamente el riesgo de desarrollar condiciones de salud relacionadas con el estrés térmico, lo que subraya la necesidad de implementar medidas preventivas inmediatas para proteger la salud de los bomberos.

Se ha demostrado que el estrés térmico tiene un impacto significativo en la salud del personal operativo, con casos registrados de agotamiento por calor, y otros efectos adversos. El estudio evidenció que la exposición continua a altas temperaturas puede llevar a problemas graves como deshidratación severa y afecciones cutáneas, lo que compromete no solo la salud física sino también la capacidad operativa de los bomberos.

La relación entre los niveles de exposición al calor y los efectos en la salud del personal operativo fue confirmada en este estudio. Se encontró que los bomberos que operan en ambientes con un WBGT superior a 32°C tienen un riesgo significativamente mayor de presentar síntomas severos de estrés térmico.

El análisis de Chi-Cuadrado reveló que, de las cinco condiciones de salud evaluadas, solo las condiciones dermatológicas muestran una asociación significativa con los rangos de WBGT ($p = 0.0202$), sugiriendo que las temperaturas más altas pueden influir en la prevalencia de estas condiciones. Para Diabetes Tipo 2, Hipertensión, Asma y el hábito de fumar, no se encontraron asociaciones significativas ($p > 0.05$).

En respuesta a los resultados obtenidos, se diseñó un programa de capacitación integral que tiene como objetivo sensibilizar y educar al personal operativo sobre los riesgos asociados con el estrés térmico. El programa incluye módulos teóricos y prácticos, así como simulaciones de situaciones de emergencia, y se espera que su implementación mejore significativamente el bienestar del personal y reduzca la incidencia de enfermedades

relacionadas con el calor. Este programa es un paso crucial hacia la protección de la salud de los bomberos y la mejora de la seguridad en el lugar de trabajo.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda establecer un sistema de monitoreo continuo del estrés térmico en las zonas de trabajo, utilizando dispositivos que midan el índice WBGT y alerten al personal cuando los niveles superen los límites seguros. Esto permitirá tomar medidas preventivas inmediatas, como pausas regulares y rehidratación, para proteger la salud de los bomberos

Es fundamental implementar programas de aclimatación progresiva para los bomberos, especialmente aquellos que regresan de períodos de inactividad o son nuevos en la brigada. Estos programas deben incluir entrenamiento en condiciones controladas de calor para reducir el riesgo de agotamiento térmico.

Se recomienda que todo el personal operativo reciba capacitación regular en primeros auxilios específicos para el manejo del estrés térmico, incluyendo la identificación temprana de síntomas y la aplicación de técnicas de enfriamiento rápido. Esta formación ayudará a reducir la gravedad de las condiciones relacionadas con el calor y mejorará la respuesta en situaciones de emergencia.

REFERENCIAS

- AENOR.2012. (s.f.). AMBITOS DE EVALUACION DE LA CONFORMIDAD.
- Alvarez & Faizal, 2. (s.f.).
- Ararat, J. A. (2019). Evaluación de Estrés Térmico en una Empresa Productora de Alimentos en Córdoba. 12.
- Asamblea Nacional, 2. (2008).
- ASPREC.SA. (2019). ASESORIA SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL.
- Bang, C.-H. (2011). Physiological Responses of Human Body Wearing Fire Fighting Equipment by Surrounding Temperature Change. *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*, 11(5).
- Baraza, 2. (s.f.).
- Bullock, W., Ignacio, J., & Ignacio, J. S. (2006). *A strategy for assessing and managing occupational exposures*. AIHA.
- Castillo, J.,&Orozco, A. (2010). Evaluación de un método de cálculo para estimar la carga de trabajo en trabajadores expuestos a condiciones térmicas extremas.
- Código del Trabajo, 2. (2012).
- DIANA, G. D. (2014). MEDICION Y EVALUACION DEL FACTOR RIESGO FISICTO ESTRES TERMICO.
- Epstein, Y., & Moran, D. (2019). Extremes of temperature and hydration. *Travel medicine*, 407-415.
- Espinoza. (2017).
- ESPINOZA GUANO, M. P. (2017). El estrés térmico por calor y su incidencia en la salud de los trabajadores. Ambato, Ecuador.
- Giuriato, G., Pedrinolla, A., Schena, F., & Venturelli, M. (2018). Muscle cramps: A comparison of the two-leading hypothesis. *Journal of electromyography and kinesiology*, 41, 89-95.
- Gonzalez, D., Lanham, S., Martin, S., & Cleveland, R. (2024). Firefighter Health: A Narrative Review of Occupational Threats and Countermeasures. *Healthcare*, 12(4), 440.
- Guano, M. P. (2017). *El estres termico por calor y su incidencia en la salud de los trabajadores*. Ambato, Tungurahua, Ecuador.

- Guerra, P. S. (2021). Seguridad industrial y capacitacion: un enfoque preventivo de salud laboral.
- Henao, 2. (s.f.).
- Henry, L. (2018). Estrés térmico por calor y capacidad física de los trabajadores en el área de secado de la empresa AVIMOLDE. Ambato, Tungurahua, Ecuador.
- Herrera, J. C. (2015). Evaluación de estrés térmico en una empresa productora de alimentos . 19.
- IESS. (2018). Reglamento de Seguridad y Salud en los trabajadores. 2018. Quito, Pichincha, Ecuador.
- INNST. (2012).
- INSHT. (2011). Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (I). 6. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/328579/922w.pdf/86188d2e-7e81-44a5-a9bc-28eb33cb1c08>
- INSHT. (2017).
- INSST. (2011). *Notas técnicas de prevención 922* .
- INSST. (2018). Norma Técnica de Prevención NTP 922. *Norma Técnica de Prevención NTP 922*. Madrid, España: Insst.
- INSST, 2. (2017). INSTITUTO NACIONAL SEGURIDAD SALUD TRABAJO.
- INSST2016. (2016). INSTITUTO NACIONAL SEGURIDA Y SALUD EN EL TRABAJO.
- Kim, S. (2018). *Prediction of Heat Strain by Heart Rate for Firefighters in Protective Clothing TT*.
- Kühn, S., & Rieger, U. (2017). Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely absence of disease or infirmity. *Surgery for Obesity and Related Diseases, 13*(5), 887.
- Liu, J., Varghese, B., Hansen, A., Zhang, Y., & Driscoll, T. (2022). Heat exposure and cardiovascular health outcomes: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Planetary Health, 6*(6), e484-e495.
- Mathias V.P.,Fernández, A.S., Ramis,M.L.B.,&Torres, J.A.C. . (2022). Formación Médica Continuada en Atención Primaria. 436-441.
- Melina, J. (2023). Prevalencia del estres termico por calor y sintomatologia asociada a la salud en trabajadores de la empresa Constructora TechnoMacro S.A. Ibarra, Imbabura, Ecuador.

- Mendoza Angulo, H. (2020). *Estudio de parámetros higiénicos en el Distrito de Salud 08D06 Rioverde.*
- Moya Mariño, P. (2020). *Estudio del disconfort térmico en los trabajadores de la Empresa de Calzado "Luis Carlos".* Ambato, Tungurahua, Ecuador.
- NFPA 1403. (s.f.). *Fuego vivo.*
- NFPA 1500. (s.f.). *REQUISITOS PARA LA SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL DE LOS BOMBEROS.*
- NFPA 1971. (2018). *Standard on Protective Ensembles for Structural Fire Fighting and Proximity Fire Fighting .*
- NFPA 2112. (2023). *Estándar en prendas resistentes a la llama para la protección del personal industrial contra el fuego repentino.* Obtenido de <https://fireequipmentmexico.com/nosotros-FEMSA-Certificacion-NFPA2112>
- NFPA, 1. (s.f.). *ASOCIACION NACIONAL DE PROTECCION CONTRA EL FUEGO. NORMA PARA APARATOS RESPIRATORIOS.*
- NFPA, 1. (s.f.). *ASOCIACION NACIONAL DE PROTECCION CONTRA FUEGO.*
- NFPA, 1.-2. (s.f.). *CERTIFICACION PARA LAS CAMARAS TERMOGRAFICAS.*
- NIOSH. (2003). *National Institute for Occupation Safery an Health . ESTADOS UNIDOS.*
- NTP.922. (2011). *NOTAS TECNICAS DE PREVENCIÓN.*
- NTP922. (1982). *NOTAS TECNICAS DE PREVENCION.*
- OIT. (2019). *Organizació Internacional del Trabajo.*
- OIT. (2020). *garantizar la seguridad y salud en el trabajo.* Ginebra: Organización Internacional del Trabajo.
- OIT, O. I. (2021). *Lista de Enfermedades Profesionales OIT.* OIT, Publicación. Ginebra: OIT. Recuperado el 24 de enero de 2022, de <https://bit.ly/3uLK6iw>
- Olusegun, O., & Martincigh, B. S. (2021). Allergic contact dermatitis: a significant environmental and occupational skin disease. *International Journal of Dermatology*, 60(9), 1082-1091.
- OMS. (2019). *Organización Mundial de la Salud.*
- OMS. (08 de febrero de 2021). <https://www.who.int/es>. (Organización Mundial de la Salud-OMS) Recuperado el 09 de julio de 2022, de <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/musculoskeletal-conditions>: <https://bit.ly/3c3B0Xw>

- OSEJO, K.G., & OLIVA, Y.L. (2024). Evaluación y propuesta de mejora de las condiciones de estrés térmico en la empresa CHSA.
- Pellicer, L. (2015).
- Purizaca Quiroga, M. (. (2017). Lineamientos De Seguridad En El Trabajo Para Promover La Salud Ocupacional De Los Colaboradores De La Empresa "Servicios Generales Y Fundicion Sechura SRL". Piura, Lima.
- Quintana, L. (8 de Marzo de 2018). *Estudio de estres termico y diseño de un plan de vigilancia de salud ocupacional en el centro de faenamiento municipal del cantón Pastaza.*
- Rodríguez Móndeolo, P. &. (2013). Prevención de Riesgos Laborales . p. 16).
- Saavedra, 2. (2013).
- Sánchez, A. S. (2015). El Estrés Térmico Laboral: ¿Un Nuevo Riesgo con Incidencia Creciente? 6.
- Seo, Y., Powell, J., Strauch, A., Roberge, R., & Kenny, G. (2019). Heat stress assessment during intermittent work under different environmental conditions and clothing combinations of effective wet bulb globe temperature (WBGT). *Journal of occupational and environmental hygiene*, 16(7).
- Sol, J., West, M., Domitrovich, J., & Ruby, B. (2021). Evaluation of environmental conditions on self-selected work and heat stress in wildland firefighting. *Wilderness & Environmental Medicine*, 32(2), 149-159.
- Vargas Silva, A. (2019). Estrés termico y desempeño laboral en los colaboradores de la Gerencia de Logística y Seguridad. Cusco, Perú.
- Vega Samaca, G. (2013). Diseño de un sistema de evaluación y seguimiento de los efectos en la Salud de los trabajadores expuestos a altas temperaturas ambientales.
- Velasquez, J. (2023). *Factores asociados a dermatitis de contacto en trabajadores de servicio mecánico en el distrito de San Jerónimo-Cusco en el año 2022.* Universidad Andina del Cusco.
- Vidaurre Prieto, P. &. (s.f.). Determinación de la vulnerabilidad de los bosques a los incendios forestales en la cuenca del río Karamu en condiciones de sequía.
- Xiang, J., Bi, P., Pisaniello, D., & Hansen, A. (2014). Health impacts of workplace heat exposure: an epidemiological review. *Industrial health*, 52(2), 91-101.
- Zare, S., Shirvan, H., Hemmatjo, R., Nadri, F., Jahani, Y., & Jamshidzadeh, K. (2019). A comparison of the correlation between heat stress indices (UTCI, WBGT, WBGT),

TSI) and physiological parameters of workers in Iran. *Weather and Climate Extremes*, 26.

ANEXOS

Matriz de Procesamiento Evaluación del Índice WBGT

Fecha:	29 de marzo
Nombre:	Gonzalo Efraín Guevara Panata
Edad:	45 años

Tabla N° . Resultados mediciones de condiciones termo-metabólicas. (Pitonero)

PROCESO Extinción de incendios

PUESTO DE TRABAJO	Pitonero
Temperatura	

N° mediciones	Hora	WBGT (°C)	ta (°C)	tg (°C)	Humedad relativa HR (%)
Primera	17:54	33.3	32.6	40.0	79.3
Segunda	17:55	33.7	34.8	37.6	75.9
Tercera	17:56	33.3	33.6	38.7	74.8



DATOS TÉCNICOS	
POSTURA CORPORAL	Arrodillado
TIPO DE TRABAJO	Pitonero
V. DESPLAZAMIENTO	0,3 m/s
CONSTITUCIÓN CORPORAL	Endomorfo
VESTIMENTA	Equipo de protección personal

Matriz de Procesamiento
Evaluación del Índice WBGT

Fecha:	29 de marzo
Nombre:	Euler Caicedo
Edad:	40 años

Tabla. Resultados mediciones de condiciones termo-metabólicas. (Ayudante de Pitonero)

ACTIVIDAD Extinción de incendios

PUESTO DE TRABAJO Ayudante de Pitonero

Temperatura

N° mediciones	Hora	WBGT (°C)	ta (°C)	tg (°C)	Humedad relativa HR (%)
Primera	17:54	33.3	32.6	40.0	79.3
Segunda	17:55	33.7	34.8	37.6	75.9
Tercera	17:56	33.3	33.6	38.7	74.8



DATOS TÉCNICOS

POSTURA CORPORAL

Arrodillado

TIPO DE TRABAJO

Ayudante de pitonero

V. DESPLAZAMIENTO

0,3 m/s

CONSTITUCIÓN CORPORAL

Ectomorfo

VESTIMENTA

Equipo de protección personal

Matriz de Procesamiento
Evaluación del Índice WBGT

Fecha:	29 de marzo
Nombre:	Leonel Salguero
Edad:	33 años

Tabla N° . Resultados mediciones de condiciones termo-metabólicas. (Bombero Logístico)

PROCESO Suministra de insumos al personal

PUESTO DE TRABAJO	Logística en emergencia
Temperatura	

N° mediciones	Hora	WBGT (°C)	ta (°C)	tg (°C)	Humedad relativa HR (%)
Primera	17:17	25.6	30.6	32.3	39.3
Segunda	17:18	25.3	30.3	32.4	36.0
Tercera	17:19	25.5	30.1	32.3	35.5



DATOS TÉCNICOS	
POSTURA CORPORAL	De pie
TIPO DE TRABAJO	Bombero logístico
V. DESPLAZAMIENTO	0,9 m/s
CONSTITUCIÓN CORPORAL	Mesomorfo
VESTIMENTA	Equipo de protección personal

Matriz de Procesamiento
Evaluación del Índice WBGT

Fecha:	29 de marzo
Nombre:	Iván Núñez
Edad:	45 años

Tabla N° Resultados mediciones de condiciones termo-metabólicas. (Maquinista)

PROCESO Maquinista de vehículos

PUESTO DE TRABAJO	Conductor
Temperatura	

N° mediciones	Hora	WBGT (°C)	ta (°C)	tg (°C)	Humedad relativa HR (%)
Primera	17:17	25.6	30.6	32.3	39.3
Segunda	17:18	25.3	30.3	32.4	36.0
Tercera	17:19	25.5	30.1	32.3	35.5



DATOS TÉCNICOS	
POSTURA CORPORAL	De pie
TIPO DE TRABAJO	Conductor
V. DESPLAZAMIENTO	0,9 m/s
CONSTITUCIÓN CORPORAL	Endomorfo
VESTIMENTA	Equipo de protección personal

Matriz de Procesamiento
Evaluación del Índice WBGT

Fecha:	29 de marzo
Nombre:	Juan Calazacon
Edad:	30 años

Tabla. Resultados mediciones de condiciones termo-metabólicas. (Comandante del incidente)

PROCESO Comandante de Incidente

PUESTO DE TRABAJO Oficial de seguridad

Temperatura

N° mediciones	Hora	WBGT (°C)	ta (°C)	tg (°C)	Humedad relativa HR (%)
Primera	17:17	25.6	30.6	32.3	39.3
Segunda	17:18	25.3	30.3	32.4	36.0
Tercera	17:19	25.5	30.1	32.3	35.5



DATOS TÉCNICOS

POSTURA CORPORAL	De pie
TIPO DE TRABAJO	Comanda el incidente
V. DESPLAZAMIENTO	0,5 m/s
CONSTITUCIÓN CORPORAL	Endomorfo
VESTIMENTA	Equipo de protección personal

ENCUESTA DIRIGIDA A LOS BOMBEROS

Señores Bomberos:

El estrés térmico es cuando su cuerpo acumula demasiado calor debido a las diferentes condiciones en las que trabaja. Esto puede causar problemas de salud, por lo que es importante que responda este cuestionario con honestidad.

Queremos obtener información precisa para poder tomar medidas y prevenir cualquier daño a su salud.

DATOS GENERALES:

Género (.....) Edad (.....) Años de servicio (.....)

CUESTIONARIO:

Seleccione con una (X) la respuesta que usted considere más pertinente.

1. ¿Cómo considera la intensidad de calor que percibe en su puesto de trabajo?

a) Baja (.....) b) Moderada (.....) c) Alta (.....)

2. ¿Recibió algún proceso de aclimatación a su puesto de trabajo cuando recién empezó a laborar o cuando se reintegró después de periodos de descanso o vacaciones?

a) Si (.....)

b) No (.....)

3. ¿Las actividades que realiza durante su jornada de trabajo son forzadas?

a) Si (.....)

b) No (.....)

4. ¿En su lugar de trabajo existe un sitio adecuado para hidratación y descanso?

a) Si (.....)

b) No (.....)

5. ¿Cuántas horas continuas trabaja expuesta al calor dentro de la extinción de incendios?

a) (0 – 2) horas (.....)

b) (2 – 4) horas (.....)

c) (4 – 6) horas (.....)

d) (6 – 8) horas (.....)

Gracias por su colaboración