

Thermal stress risk analysis at a food concessionaire for control proposals, Arequipa

Joseline Paola Buendia Tintaya¹; Luz Eleana Gonzales Medina²; Olivia Anyelina Paz Corrales³
^{1,2,3} University Tecnological of Perú, Perú, ¹1222426@utp.edu.pe
²lgonzalesm@utp.edu.pe, ³opaz@utp.edu.pe

Abstract– This study evaluated the level of exposure to heat stress among kitchen workers at a food concession. The research was descriptive in scope, with a mixed approach and a non-experimental cross-sectional design. Questionnaires and the QuestTemp 34 monitor were used, applying Guideline No. 2 of D.S. No. 024-2016-EM and the ACGIH guidelines for calculating the WBGT index. The sample, selected through non-probabilistic sampling, included five workers (62.5% of the staff) in positions with high thermal loads. The results showed that globe, wet bulb, and air temperatures exceeded 34 °C, with peaks above 37 °C between 11:00 and 13:00. The clothing-adjusted WBGT index ranged from 32.88 °C to 33.02 °C, exceeding the permissible limit of 28.0 °C for moderate-effort tasks. It was concluded that the area represents a high thermal risk environment that compromises health and work performance. Consequently, a control plan was proposed that includes mechanical ventilation, scheduled hydration, active breaks, and continuous monitoring of the WBGT.

Keywords-- Heat stress, WBGT index, occupational health, industrial kitchen, heat load.

Análisis de riesgo de estrés térmico en una concesionaria de alimentos para propuestas de control, Arequipa.

Resumen– El presente estudio evaluó el nivel de exposición al estrés térmico en trabajadores de cocina de una concesionaria de alimentos. La investigación fue de alcance descriptivo, enfoque mixto y diseño no experimental de corte transversal. Se emplearon cuestionarios y el monitor QuestTemp 34, aplicando la Guía N.º 2 del D.S. N.º 024-2016-EM y los lineamientos de la ACGIH para el cálculo del índice WBGT. La muestra, seleccionada mediante muestreo no probabilístico, incluyó a cinco trabajadores (62.5 % del personal) en puestos de alta carga térmica. Los resultados mostraron que las temperaturas de globo, bulbo húmedo y aire superaron los 34 °C, con picos mayores a 37 °C entre las 11:00 y 13:00 h. El índice WBGT corregido por vestimenta osciló entre 32.88 °C y 33.02 °C, excediendo el límite permisible de 28.0 °C para tareas de esfuerzo moderado. Se concluyó que el área representa un entorno de alto riesgo térmico que compromete la salud y el rendimiento laboral. En consecuencia, se propuso un plan de control que incluye ventilación mecánica, hidratación programada, pausas activas y monitoreo continuo del WBGT.

Palabras clave– Estrés térmico, índice WBGT, salud ocupacional, cocina industrial, carga térmica.

I. INTRODUCCIÓN

El estrés térmico laboral represento un problema de salud ocupacional creciente a nivel global, con impactos significativos en la productividad y bienestar de los trabajadores. Según datos de [1], aproximadamente el 35% de la fuerza laboral mundial estuvo a condiciones de calor extremo durante al menos el 20% de su jornada laboral, generando pérdidas económicas estimadas en 280 mil millones de dólares anuales [2]. En el sector de alimentos, esta problemática se intensificó debido a las características propias del entorno laboral, donde la combinación de equipos de cocina, sistemas de refrigeración y alta actividad física creó microclimas con temperaturas que frecuentemente superaban los 30°C WBGT (Wet Bulb Globe Temperature), nivel considerado como límite de riesgo según la normativa [3].

En Perú, los estudios de [4] revelaron que el 47% de los trabajadores del sector comercio de alimentos reportó algún síntoma relacionado con estrés térmico durante su jornada laboral, siendo las más frecuentes cefaleas (68%), fatiga extrema (54%) y calambres musculares (32%). Sin embargo, apenas el 18% de las empresas contó con protocolos completos de prevención, según datos de [5]. Esta situación se agravó en regiones como Arequipa, donde las condiciones climáticas particulares con temperaturas máximas promedio de 32°C en verano y humedad relativa del 65%, crearon un escenario de alto riesgo. Un estudio reciente de [6] en 45 establecimientos de venta de alimentos encontró que el 72% presentó condiciones térmicas por encima de los límites recomendados,

mientras que solo el 12% contó con sistemas adecuados de ventilación y control térmico.

Esta problemática adquirió mayor relevancia si se considera que, según [7], el sector de concesionarias de alimentos emplea a más de 5,200 trabajadores en la región Arequipa, muchos de los cuales laboraron en condiciones que los expusieron diariamente a riesgos térmicos. Los datos de [8] mostraron un incremento del 28% en atenciones por patologías relacionadas con el calor en los últimos tres años en este sector, siendo los casos más frecuentes deshidratación (42%), golpes de calor (23%) y agotamiento por calor (35%). [9]

Ante esta problemática, surgió la siguiente interrogante: ¿Cuál fue el nivel de riesgo por estrés térmico en una concesionaria de alimentos y qué controles se pueden proponer para mitigarlo?

El objetivo principal de esta investigación fue analizar los riesgos por estrés térmico en una concesionaria de alimentos para la propuesta de controles, para alcanzar la meta se plantea lo siguiente: Identificar las condiciones en las que laboraron los trabajadores de la cocina; para medir los niveles de riesgo por estrés térmico y proponer las medidas de control.

II. METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló bajo un alcance descriptivo, orientado a la observación objetiva de las condiciones ambientales y los niveles de exposición al estrés térmico de los trabajadores en el área de cocina [10]. El estudio adoptó un enfoque mixto, permitiendo una comprensión integral del fenómeno mediante la combinación de dos perspectivas complementarias: el componente cuantitativo facilitó la medición precisa de variables ambientales como temperatura y humedad, mientras que el componente cualitativo permitió describir a profundidad las dinámicas operativas, movimientos y tiempos de exposición asociados a las tareas del personal, además de las medidas de control propuestas [11].

En cuanto al diseño de la investigación, esta se definió como no experimental, dado que la variable de estrés térmico se midió en su entorno natural sin manipulación deliberada, aplicando mediciones repetidas para asegurar la confiabilidad de los datos. Asimismo, el estudio fue de corte transversal, debido a que la recolección y el análisis de la información se efectuaron en un único periodo de tiempo definido [12].

A. Instrumentos de investigación

Para la recolección de datos se utilizaron los siguientes instrumentos.

1. Cuestionario

2. QuesTemp 34
3. Guía N.º 2 del D.S. N.º 024-2016-EM
4. Propuesta de Medidas de Control

B. Procedimiento y fases de investigación

El desarrollo de la investigación se estructuró en cinco fases secuenciales. En primer lugar, se realizó la identificación de los puestos críticos mediante la aplicación de cuestionarios, lo que permitió determinar las estaciones de trabajo con mayor carga térmica dentro del área de cocina. Posteriormente, se procedió con la caracterización ambiental, efectuando mediciones en dichos puntos críticos utilizando un monitor de estrés térmico QuestTemp 34 con calibración vigente. Estas mediciones se distribuyeron estratégicamente en tres momentos de la jornada laboral: inicio, media jornada y cierre, para capturar las fluctuaciones térmicas reales.

En la tercera fase, se realizó el cálculo del índice WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) para interiores. Para ello, se registraron de manera simultánea la temperatura de globo (TG) y la temperatura de bulbo húmedo (TBH). Dado que el entorno de estudio corresponde a un ambiente interior sin exposición solar directa, se empleó la siguiente ecuación:

$$WBGT = 0.7(TBH) + 0.3(TG) \quad (1)$$

Una vez obtenido el índice, se procedió a la determinación del cumplimiento de los límites permisibles, los valores calculados se contrastaron con los estándares de la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), referenciados en la normativa peruana mediante la Guía N.º 2 del D.S. N.º 024-2016-EM. Para este análisis, se tomó como referencia el límite de 28 °C WBGT, correspondiente a tareas de esfuerzo moderado sin uso de ropa especial. Finalmente, sobre la base de los hallazgos y las brechas identificadas, se elaboró una propuesta de medidas de control orientada a la mitigación del riesgo térmico en la concesionaria.

C. Población y muestra

La población del estudio estuvo constituida por la totalidad del personal operativo del área de cocina en el comedor de obreros de una concesionaria de alimentos, la cual suma un total de ocho trabajadores. Debido a las dimensiones del área y la naturaleza del riesgo evaluado, la unidad de análisis se centró en aquellos colaboradores expuestos directamente a fuentes de calor radiante y convectivo.

Para la determinación de la muestra, se empleó un muestreo no probabilístico a conveniencia del investigador, seleccionando a cinco trabajadores (62,5% de la población) que desempeñan funciones críticas en estaciones de alta carga térmica, incluyendo puestos clave como cocineros, ayudantes y personal de mantenimiento de cocina. La elección de esta muestra permitió focalizar la evaluación en las áreas donde el estrés térmico es más intenso, garantizando que los datos recolectados reflejen las condiciones de mayor riesgo para la salud ocupacional dentro de la organización. Cabe indicar que por el tamaño de la muestra no se puede extrapolar los resultados, constituyéndose en una limitación del estudio.

III. RESULTADOS

A. Condiciones en las que laboraron los trabajadores de la cocina en la concesionaria de alimentos

Durante la aplicación del cuestionario a los trabajadores de la cocina de la concesionaria de alimento ubicada en la ciudad de Arequipa, se identificaron condiciones ambientales que evidencian la presencia de calor como un factor de riesgo significativo para los trabajadores. La investigación se llevó a cabo en el mes de mayo, temporada de bajas temperaturas en la región.

En primer lugar, se constató que la temperatura del aire en el interior de la cocina se mantenía generalmente por encima de los 33 °C, como resultado del funcionamiento simultáneo de cocinas industriales, hornos y planchas. Este valor, según la escala aplicada, corresponde a una puntuación de +2, debido a la intensidad del esfuerzo requerido en el cumplimiento de las tareas diarias. En cuanto a la indumentaria, el personal utilizaba uniformes compuestos por chaquetas gruesas, mandiles y cofias, prendas necesarias para el cumplimiento de estándares sanitarios, pero que dificultaban la termorregulación corporal. Este aspecto recibió una puntuación de +1, por tratarse de ropa que interfiere con la disipación del calor.

Finalmente, la percepción de los trabajadores se recogió mediante el cuestionario, registrándose expresiones de incomodidad térmica, fatiga progresiva, sudoración excesiva y necesidad de pausas en áreas más frescas durante las horas de mayor carga térmica. En consecuencia, la opinión del personal fue valorada con una puntuación de +3 por representar una molestia térmica evidente.

B. Nivel de riesgo por estrés térmico en los trabajadores de una concesionaria de alimentos

Con el objetivo de determinar el nivel de exposición a riesgo por estrés térmico en los trabajadores del área de cocina de una concesionaria de alimentos, se realizó un monitoreo técnico siguiendo los lineamientos establecidos por la Guía N.º 2 del D.S. N.º 024-2016-EM.

1) *Condiciones del monitoreo:* el monitoreo se llevó a cabo los días 9, 13 y 16 de mayo, entre las 7:30 a 16:00 hrs que corresponde a su jornada laboral. Se evaluaron cinco trabajadores cuyas actividades incluían cocción, horneado, fritura y manejo de ollas industriales. Se utilizó un equipo de medición tipo QuesTemp 34 tecnología tradicional de detección de bulbo húmedo, los parámetros de tiempo de permanencia convenientes según múltiples estándares ayudan a determinar las relaciones trabajo-descanso, calibrado y con certificado vigente, capaz de registrar simultáneamente la temperatura de globo (TG), temperatura de bulbo húmedo natural (TBH) y temperatura del aire (TA), mostrados en la Tabla I.

TABLA I
DATOS OBTENIDOS EN EL MONITOREO DE RIESGO POR ESTRÉS TÉRMICO

Parámetro	09 mayo 2025	09 mayo 2025	09 mayo 2025	Hora
Temperatura de globo (TG)	35.8 °C	35.1 °C	34.5 °C	09:00
	36.8 °C	36.2 °C	37.8 °C	11:00
	37.2 °C	36.3 °C	36.6 °C	13:00
	35.1 °C	35.7 °C	35.4 °C	14:00

Temperatura de bulbo húmedo natural (TBH)	29.9 °C	29.9 °C	30.9 °C	09:00
	29.5 °C	30.5 °C	30.8 °C	11:00
	28.7 °C	29.6 °C	29.3 °C	13:00
	27.8 °C	28.1 °C	28 °C	14:00
Temperatura del aire (TA)	33.2 °C	32.2 °C	33.7 °C	09:00
	34.1 °C	33 °C	33.9 °C	11:00
	33.1 °C	33.5 °C	33.3 °C	13:00
	33.0 °C	32.1 °C	32.6 °C	14:00

Los datos registrados en los días evaluados evidencian condiciones térmicas elevadas y constantes durante toda la jornada, especialmente entre las 11:00 y 13:00 hrs. La temperatura de globo superó los 37.2 °C en algunos momentos, mientras que la temperatura de bulbo húmedo natural alcanzó hasta 30.9 °C. Con base en estos valores y según lo establecido para ambientes interiores sin exposición solar directa y usando (1) se obtiene:

$$WBGT = 0.7(29.9^{\circ}\text{C}) + 0.3(36^{\circ}\text{C})$$

$$WBGT = 31.73^{\circ}\text{C}$$

Adicionalmente, los trabajadores usan vestimenta que limita la disipación del calor (uniformes gruesos, mandiles impermeables o gorros), aplicamos un factor de corrección. En este caso, se determinó un ajuste de +1.0 °C debido al tipo de uniforme térmicamente resistente al paso del vapor de agua. Por tanto:

$$WBGT_{\text{corregido}} = 31.73^{\circ}\text{C} + 1^{\circ}\text{C}$$

$$WBGT_{\text{corregido}} = 32.73^{\circ}\text{C}$$

La temperatura de globo (TG), que representa la radiación térmica combinada con la temperatura del aire, evidencia una carga calórica significativa en el ambiente de trabajo. En las tres fechas evaluadas (09, 13 y 16 de mayo de 2025), los valores superan consistentemente los 34 °C desde las 09:00 h, alcanzando picos de hasta 37.8 °C a las 11:00 h, especialmente el día 16. Esta tendencia indica una alta exposición a fuentes de calor radiante provenientes de equipos de cocina y estructuras circundantes, intensificándose en las horas de mayor actividad. A pesar de una leve disminución hacia las 14:00 h, los valores se mantienen por encima del umbral considerado de riesgo, lo que refleja que el entorno térmico en la cocina presenta condiciones críticas durante prácticamente toda la jornada laboral.

Los valores de temperatura de bulbo húmedo natural (TBH), esenciales para estimar el efecto de la humedad relativa en la disipación del calor corporal, se mantuvieron elevados a lo largo del día, con registros que oscilan entre los 27.8 °C y 30.9 °C. Los valores más altos se observaron en las primeras horas de la mañana y a las 11:00 h, en especial el día 16 de mayo, lo que indica que el ambiente es altamente húmedo y limita la eficiencia del mecanismo de sudoración del cuerpo humano. La persistencia de estos valores por encima de 29 °C durante las horas críticas compromete la capacidad termorreguladora de los trabajadores, aumentando el riesgo de sobrecarga térmica. Aunque se detecta una ligera reducción hacia las 14:00 h, los niveles siguen siendo elevados y preocupantes en términos de salud ocupacional.

En relación con la temperatura del aire (TA), los registros muestran una condición térmica ambiente sostenidamente alta a lo largo de las tres fechas analizadas. Desde las 09:00 h, los valores ya superan los 32 °C, alcanzando su punto máximo a las 11:00 h con temperaturas de hasta 34.1 °C, particularmente el día 09 de mayo. Esta constante presencia de calor ambiental genera un entorno de trabajo exigente desde el inicio de la jornada, sin variaciones significativas incluso en las horas posteriores. Aunque se observa una leve tendencia a la disminución hacia las 14:00 h, la temperatura se mantiene por encima de los 32 °C, lo que no representa una mejora sustancial en las condiciones térmicas. Esta situación refuerza la necesidad de intervenciones que permitan reducir la carga térmica general y mejorar el confort térmico de los trabajadores.

2) *Clasificación del trabajo y comparación con límites permisibles*: la evaluación de la carga metabólica se realizó observando la actividad física de los trabajadores, las tareas como mezclar ingredientes pesados, levantar ollas, operar hornos, freidoras y caminar constantemente entre estaciones fueron clasificadas como actividad moderada, con una carga estimada de 270 kcal/h, de acuerdo la tabla de límites permisibles del WBGT para actividades moderadas se muestra en la Tabla II

TABLA II
VALORES LÍMITE PARA ESTRÉS TÉRMICO

Cargo	Carga Metabólica	Régimen de trabajo (descanso incluido)	Límite WBGT Permissible
Jefe de Cocina 70kg	400 kcal	75% a 100%	30.5 °C
		50 a 75%	29.0 °C
		25% a 50%	31 °C
		0% a 25%	31.5 °C
Cocinero	400 kcal	75% a 100%	29 °C
		50 a 75%	29.0 °C
		25% a 50%	33.6 °C
		0% a 25%	32.5 °C
Cocinero 75kg	429 kcal	75% a 100%	32.5 °C
		50 a 75%	30.4 °C
		25% a 50%	30 °C
		0% a 25%	31.5 °C
Ayudante 68kg	389 kcal	75% a 100%	28.0 °C
		50 a 75%	29.0 °C
		25% a 50%	30 °C
		0% a 25%	31.5 °C
Ayudante 65kg	372 kcal	75% a 100%	29.0 °C
		50 a 75%	31.0 °C
		25% a 50%	32 °C
		0% a 25%	31.9 °C

En el caso del jefe de cocina, cuya carga metabólica es de 400 kcal con un peso de referencia de 70 kg, los límites permisibles de exposición al calor varían según el régimen de trabajo-descanso. Cuando su actividad se desarrolla entre el 75 % y 100 % de la jornada sin pausas significativas, el límite WBGT aceptable es de 30.5 °C. Si el régimen incluye entre un 50 % y 75 % de trabajo, este umbral baja a 29 °C, reflejando la necesidad de un mayor control térmico ante exposiciones

prolongadas. Para regímenes con pausas más frecuentes, como el 25 % a 50 % o menos del 25 %, el límite se eleva ligeramente hasta los 31 °C y 31.5 °C, respectivamente. Esto indica que, a pesar de la intensidad del cargo, incorporar descansos programados permite tolerar temperaturas levemente más elevadas sin comprometer la salud del trabajador.

Respecto al cocinero con una carga metabólica similar (400 kcal) y peso también de 70 kg, se observa un límite permisible de 29 °C para jornadas con alta exigencia física (75 % a 100 %). Este umbral coincide con el establecido para el jefe de cocina en regímenes de actividad moderada, lo que sugiere que el riesgo térmico es comparable. En regímenes de trabajo con mayor proporción de descanso, el límite aumenta progresivamente, alcanzando los 33.6 °C cuando el esfuerzo solo ocupa entre el 25 % y 50 % del tiempo, y los 32.5 °C si la exigencia es mínima. Esto demuestra que la alternancia entre trabajo y reposo tiene un impacto directo en la tolerancia térmica del organismo.

Por otro lado, el segundo cocinero evaluado tiene una carga metabólica de 429 kcal y un peso mayor, de 75 kg, lo que implica una mayor producción de calor corporal durante la actividad. En su caso, se admite un límite WBGT de 32.5 °C en regímenes de alta intensidad (75 % a 100 %), ligeramente superior al del primer cocinero, lo cual puede deberse a diferencias individuales en la masa corporal y el gasto energético. A medida que se incrementan los períodos de descanso, los límites disminuyen a 30.4 °C y 30 °C, con un ligero repunte a 31.5 °C en regímenes con baja carga de trabajo. Esta variación sugiere que una mayor masa corporal puede influir en la capacidad de tolerancia térmica, pero siempre dentro de márgenes controlados.

El ayudante de cocina con una carga metabólica de 389 kcal y peso de 68 kg presenta un límite WBGT permisible más restrictivo cuando trabaja en jornadas exigentes, con un valor de 28 °C para regímenes entre 75 % y 100 %. Esta cifra refleja una menor tolerancia al calor en comparación con los cargos anteriores, posiblemente por una menor resistencia física o por la naturaleza de sus tareas, que pueden no incluir pausas sistemáticas. Sin embargo, conforme el régimen se hace menos demandante, el límite se incrementa a 29 °C, 30 °C y 31.5 °C respectivamente, lo que indica que los riesgos se moderan si se establecen pausas adecuadas.

Finalmente, el segundo ayudante, con una carga metabólica más baja (372 kcal) y peso de 65 kg, tiene un límite ligeramente más alto en la franja de mayor esfuerzo (29 °C para 75 % a 100 %), lo cual puede atribuirse a un menor gasto energético y menor generación de calor interno. En regímenes más livianos, los valores aumentan hasta alcanzar los 31.9 °C cuando la carga de trabajo es mínima. Esto evidencia cómo las características fisiológicas individuales, combinadas con la intensidad de la actividad, determinan los límites de exposición al calor aceptables para cada trabajador.

El análisis de los Límites Permisibles de Exposición, mostrado en la Fig. 1) revela una correlación directa entre la carga metabólica, la masa corporal y la flexibilidad de los

regímenes de trabajo-descanso, desde una perspectiva fisiológica, los resultados confirman que la capacidad de termorregulación del personal de cocina es altamente heterogénea, variando significativamente incluso ante demandas energéticas similares. En los puestos con mayor gasto energético, como es el caso del Cocinero 2 (429 kcal, 75 kg), se observa una paradoja térmica: a pesar de su elevada producción de calor interno, presenta umbrales de tolerancia superiores (32.5 °C WBGT) en jornadas continuas frente a otros puestos. Este fenómeno sugiere que la masa corporal actúa como un modulador en el cálculo de los LPE, permitiendo una mayor inercia térmica en comparación con sujetos de menor peso, como el Ayudante 1 (68 kg). Este último presenta el umbral más crítico del estudio, con un límite restrictivo de 28 °C, lo que lo posiciona como el perfil de mayor vulnerabilidad ante el estrés térmico ocupacional.

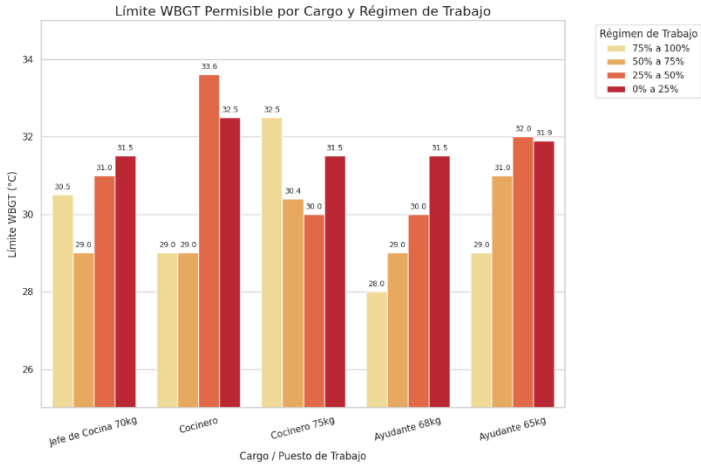


Fig. 1 Mapa de calor y barras agrupadas de límites permisibles en trabajadores de consecionaria.

Por otro lado, la investigación demuestra el carácter protector de las medidas administrativas de control. Se evidencia que, independientemente del cargo, la transición de un régimen de trabajo continuo (75-100%) a uno con pausas programadas incrementa progresivamente los umbrales de tolerancia. Un caso representativo es el del Cocinero 1, quien logra elevar su límite de exposición en 4.6 °C al reducir su actividad al 25% de la jornada.

En conclusión, la determinación de la seguridad térmica en entornos de cocina industrial debe trascender la medición ambiental única. La evidencia indica que el riesgo es una función multivariada donde la eficiencia metabólica y el diseño de los ciclos de recuperación son determinantes para prevenir la fatiga térmica y asegurar la integridad biopsicosocial del trabajador.

3) *Riesgo por trabajador*: el reporte de los datos por trabajador se tiene en la Tabla III.

TABLA III
VALORES DE EXPOSICIÓN

Trabajador	Carga metabólica (kcal/h)	WBGT medido (°C)	Corrección vestimenta	WBGT final (°C)	Límite permisible	Exposición
------------	---------------------------	------------------	-----------------------	-----------------	-------------------	------------

Jefe de cocina	400	31.95	1	32.95	28	Excesiva
Cocinero	400	31.88	1	32.88	28	Excesiva
Cocinero	429	32.02	1	33.02	28	Excesiva
Ayudante	389	31.94	1	32.94	28	Excesiva
Ayudante	372	32	1	33	28	Excesiva

El jefe de cocina presenta una carga metabólica de 400 kcal/h, con un WBGT medido de 31.95 °C, al cual se le aplica una corrección de +1.0 °C debido al tipo de vestimenta utilizada, lo que arroja un WBGT final de 32.95 °C. Este valor supera de forma significativa el límite permisible de 28.0 °C establecido para su nivel de esfuerzo, lo que indica una exposición excesiva al calor. Esta condición representa un riesgo importante para la salud térmica, ya que podría generar efectos fisiológicos adversos como agotamiento, deshidratación o incluso golpe de calor si no se toman medidas de mitigación inmediatas.

En el caso del primer cocinero, con una carga metabólica también de 400 kcal/h, el WBGT medido fue de 31.88 °C, que, sumado al ajuste por vestimenta, resulta en un WBGT final de 32.88 °C. Este valor también excede el límite permisible de 28.0 °C, colocándolo en una situación de exposición excesiva. A pesar de tener la misma carga de trabajo que el jefe de cocina, su entorno térmico es igualmente peligroso, lo que evidencia que las condiciones generales del área de trabajo afectan a todos los trabajadores por igual, independientemente del rol.

El segundo cocinero presenta una carga metabólica ligeramente mayor (429 kcal/h), y su WBGT medido alcanza los 32.02 °C. Con la corrección por vestimenta, el WBGT final asciende a 33.02 °C, superando ampliamente el límite permisible de 28.0 °C. Esta exposición excesiva es especialmente preocupante por la mayor producción de calor interno del trabajador, lo que incrementa su vulnerabilidad ante el estrés térmico. La combinación de alta exigencia física y condiciones ambientales críticas lo expone a un riesgo aún más elevado.

El primer ayudante de cocina tiene una carga metabólica de 389 kcal/h, con un WBGT medido de 31.94 °C. Al sumar la corrección de vestimenta, se obtiene un WBGT final de 32.94 °C. Este valor está claramente por encima del límite permisible de 28.0 °C, situándolo en un escenario de exposición excesiva. Aunque su carga metabólica es algo menor que la de los cocineros, la diferencia no es suficiente para reducir el riesgo térmico, lo que indica que las condiciones en el área de cocina afectan por igual a todo el equipo.

Por último, el segundo ayudante, con la carga metabólica más baja del grupo (372 kcal/h), registra un WBGT medido de 32.00 °C, que con la corrección asciende a 33.00 °C. A pesar de su menor exigencia física, este trabajador también está sometido a una exposición excesiva, superando con amplitud el límite de 28.0 °C. Esto demuestra que incluso aquellos con menor carga de trabajo no están exentos de riesgo, especialmente en ambientes cerrados o mal ventilados como las cocinas industriales.

4) *Propuesta de Medidas de Control para mitigar el Estrés térmico:* Se contempla una serie de acciones organizadas en función de su objetivo, responsables, plazos de ejecución y mecanismos de seguimiento.

4.1. Medida de Control de Ingeniería: Instalación de un sistema de ventilación mecánica compuesto por extractores y renovadores de aire, a cargo del encargado de mantenimiento. Esta intervención tendrá un plazo de implementación de tres meses, y su efectividad será verificada mediante un informe técnico de instalación acompañado de mediciones térmicas posteriores a la intervención.

4.2. Medida de Control Administrativo:

4.2.1. Implementación de descansos programados de 5 minutos por cada hora de trabajo continuo, responsabilidad del área de seguridad y salud en el trabajo. Esta medida, con un plazo de ejecución de una semana, será monitoreada a través del registro diario de pausas y fichas de monitoreo fisiológico de los trabajadores.

4.2.2. Establecimiento de Horarios de hidratación programada, que consistirá en el suministro de agua y bebidas isotónicas cada dos horas. Esta acción será coordinada por el área de seguridad y salud, con un plazo de implementación de solo dos días, el cumplimiento se verificará a través de listas de chequeo diarias.

4.2.3. Señalización adecuada: Se procederá a la señalización adecuada de las zonas con mayor riesgo térmico, así como las rutas de evacuación, lo cual también será responsabilidad del área de seguridad y salud en el trabajo y se llevará a cabo en el transcurso de una semana. Para su verificación se utilizarán evidencias fotográficas y listas de chequeo de señalización.

4.2.4. Charlas de concientización dirigidas a todo el personal, enfocadas en los efectos del estrés térmico sobre la salud y el rendimiento. Estas sesiones informativas se llevarán a cabo de forma inmediata, igualmente bajo la coordinación del área de seguridad y salud, registrando la asistencia y aplicando encuestas de percepción térmica como parte del seguimiento.

4.2.5. Monitoreo mensual del índice WBGT en las áreas de cocina, con el fin de ajustar la duración y frecuencia de los descansos en caso de que se superen los límites permitidos. Esta revisión mensual será documentada en reportes de medición y gráficos comparativos que permitan observar la evolución de las condiciones térmicas en el tiempo.

4.3. Equipo de Protección Personal: Se propone la dotación de vestimenta adecuada, específicamente ropa liviana y transpirable que facilite la disipación del calor corporal. Esta acción será liderada por el área de recursos humanos y se espera completar en un plazo de un mes. El seguimiento se realizará mediante actas de entrega del uniforme y una evaluación del confort térmico percibido por el personal.

IV. CONCLUSIONES

Exposición térmica excesiva en el 100 % del personal evaluado: Los valores de WBGT, corregidos por el tipo de vestimenta, oscilaron entre 32.88 °C y 33.02 °C, superando el límite permisible de 28.0 °C en un rango de 4.88 °C a 5.02 °C. Esto representa un exceso del 17.4 % al 17.9 %, conforme a los límites establecidos por la normativa nacional.

Condiciones térmicas extremas sostenidas durante más del 60 % de la jornada laboral: Las mediciones efectuadas mostraron temperaturas de globo superiores a los 36 °C desde las 09:00 hasta las 14:00 horas, alcanzando valores críticos de hasta 37.8 °C entre las 11:00 y 13:00 horas, periodo que coincide con las horas de mayor carga operativa.

Alta carga térmica acumulativa por factores ambientales y operativos: El entorno de trabajo presenta condiciones de riesgo térmico elevado debido a la deficiente ventilación, uso de indumentaria inadecuada y elevada exigencia física. La actividad metabólica registrada, entre 372 y 429 kcal/h, sitúa al área de cocina en un nivel de riesgo alto, según lo estipulado en la Guía N.º 2 del D.S. N.º 024-2016-EM.

RECOMENDACIONES

Proveer al personal con uniformes térmicamente adecuados: Sustituir la vestimenta actual por indumentaria confeccionada con tejidos livianos, transpirables y de secado rápido, que faciliten la disipación del calor corporal y minimicen la acumulación de humedad.

Implementar sensores de temperatura en tiempo real con alertas automatizadas: Instalar dispositivos digitales que monitoreen de forma continua el índice WBGT y emitan alertas visuales o sonoras cuando se superen los límites establecidos, permitiendo una respuesta oportuna por parte del personal o los supervisores.

Diseñar un sistema de rotación inteligente del personal según la carga térmica: Establecer un cronograma operativo que alterne tareas de mayor y menor demanda térmica, evitando que los trabajadores permanezcan más de 60 minutos consecutivos en zonas de alta exposición sin pausas adecuadas o cambios de puesto.

REFERENCES

- [1] International Labour Organization (ILO), Working on a warmer planet: The impact of heat stress on labour productivity and decent work, Geneva, Switzerland, 2019. [Online]. Available: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_711919.pdf
- [2] K. Parsons, Human Thermal Environments: The Effects of Hot, Moderate, and Cold Environments on Human Health, Comfort, and Performance, 3rd ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2014. doi: 10.1201/b16750
- [3] ISO, Ergonomics of the thermal environment — Assessment of heat stress using the WBGT (wet bulb globe temperature) index, ISO Standard 7243:2017, 2017. [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/62442.html>
- [4] Ministerio de Salud del Perú (MINSA), Informe técnico sobre estrés térmico laboral en el sector comercio, Lima, Perú, 2023. [Online]. Available: <https://www.gob.pe/minsa>

- [5] Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral (SUNAFIL), Reporte de cumplimiento normativo en seguridad y salud en el trabajo, Lima, Perú, 2023. [Online]. Available: <https://www.gob.pe/sunafil>
- [6] DIRESA Arequipa, Estudio microclimático en establecimientos comerciales de alimentos, Arequipa, Perú, 2023.
- [7] Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Encuesta Nacional de Empleo e Ingresos - Región Arequipa, Lima, Perú, 2024. [Online]. Available: <https://www.inei.gob.pe>
- [8] Seguro Social de Salud (EsSalud), Reporte epidemiológico de enfermedades ocupacionales relacionadas con factores térmicos, Lima, Perú, 2023.
- [9] C. Cecilia, J. Botello, y R. S. Manuel, «Situación de las enfermedades gastrointestinales en México», Enfermedades Infecciosas y Microbiología, vol. 31, n.º 4, pp. 137-151, 2011. [Online]. Available: <https://www.medigraphic.com/pdfs/micro/ei-2011/ei114f.pdf>
- [10] M. C. Guillén y V. Guadalupe, Metodología de la investigación, 1ra ed. México: Editorial Patria, 2018.
- [11] A. Risso, Metodología de la investigación de las ciencias del comportamiento, Madrid, España: Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), 2002.
- [12] C. Becerril, Ciencia, metodología e investigación, México: Pearson Educación, 1997.
- [13] M. Sánchez, «El Estrés Térmico Laboral: ¿Un Nuevo Riesgo con Incidencia Creciente?», Revista de Derecho Social, n.º 71, pp. 85-104, 2015.
- [14] K. Gutierrez y J. Guerra, «Evaluación de riesgo por estrés térmico en trabajadores de los procesos de incineración y secado de una empresa de tableros contrachapados», Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Ecuador, 2018. [Online]. Available: <https://www.google.com/search?q=http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/34567>
- [15] C. Alban, J. P. Arguello, y M. G. Calle, «Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción)», Recimundo, vol. 4, n.º 3, pp. 163-173, 2020. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- [16] P. Atehortúa, «Metodología de la investigación: más que una receta», AD-minister, n.º 20, pp. 115-120, 2012. [Online]. Available: <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/administer/article/view/1376>