



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE POSGRADO

MAESTRÍA EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL

TEMA

**“EVALUACIÓN DEL ESTRÉS TÉRMICO POR FRÍO Y SU IMPACTO EN LA
SALUD DE LOS TRABAJADORES DE LA PLANTA FAENADORA DE AVES
LASSO 2024”**

Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de Magíster en
Higiene y Salud Ocupacional

Línea de investigación:

Salud y bienestar integral.

AUTOR/A: Samantha Nicole Almeida Benalcázar

DIRECTOR: Jorge Alejandro Córdova Castillo

ASESOR: Francisco Alejandro Brito Minuche

IBARRA - ECUADOR

2025



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020
FACULTAD DE POSGRADO



Ibarra, 06 de octubre del 2025


Dr. Jorge Gordón
Decano (e)
Facultad de Posgrado

ASUNTO: Conformidad con el documento final

Señor(a) Decano(a):

Nos permitimos informar a usted que revisado el Trabajo final de Grado Evaluación del estrés térmico por frío y su impacto en la salud de los trabajadores de la planta faenadora de aves Lasso 2024 del/de la maestrante Samantha Nicole Almeida Benalcázar, de la Maestría de Higiene y Salud Ocupacional, certificamos que han sido acogidas y satisfechas todas las observaciones realizadas.

Atentamente,

	Apellidos y Nombres	Firma
Director/a	Córdova Castillo Jorge Alejandro	JORGE ALEJANDRO CORDOVA CASTILLO Firmado digitalmente por JORGE ALEJANDRO CORDOVA CASTILLO Fecha: 2025.10.17 11:22:41 -05'00'
Asesor/a	Brito Minuche Francisco Alejandro	 Francisco Alejandro Brito Minuche Una gran idea tiene gran futuro

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 la entrega del presente trabajo 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	2350039901		
APELLIDOS Y NOMBRES	ALMEIDA BENALCÁZAR SAMANTHA NICOLE		
DIRECCIÓN	SANTO DOMINGO-EL PORTON		
EMAIL	samyalmb@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO		TELÉFONO MÓVIL:	0987477847
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	Evaluación del estrés térmico por frío y su impacto en la salud de los trabajadores de la planta faenadora de aves Lasso 2024		
AUTOR:	Samantha Almeida B.		
FECHA: DD/MM/AAAA	30/07/2025		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
PROGRAMA DE POSGRADO	MAESTRÍA EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL		
TITULO POR EL QUE OPTA	MAGÍSTER EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL		
DIRECTOR	Dr. Jorge Córdova		

CONSTANCIAS

El autor Samantha Nicole Almeida Benalcázar manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, 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 asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 11 días del mes de diciembre del año 2025

EL AUTOR:

Firma _____

Nombre: Samantha Almeida B.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	3
CONSTANCIAS.....	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
Resumen.....	7
1. Introducción.....	7
2. Objetivo general.....	8
3. Materiales y métodos.....	8
Determinación de la carga térmica.....	9
Cálculo de Resistencia térmica de la vestimenta.....	10
Determinación del Valor de IRQ (aislamiento requerido del atuendo).....	10
Determinación del Tiempo de exposición Máximo en horas Tmax.....	10
Determinación de los efectos en la salud de los trabajadores.....	10
4. Resultados.....	10
Resultados índices de masa corporal (IMC).....	10
Resultados estrés térmico por frío.....	12
Resultados Globales.....	14
Resultados del impacto en la salud por exposición al frío.....	15
5. Discusión.....	18
6. Conclusiones.....	19
7. Recomendaciones.....	19
Referencias bibliográficas.....	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos de muestreo	9
Tabla 2. Resultados indicadores fisiológicos	11
Tabla 3. Resultados indicadores fisiológicos	11
Tabla 4. Estrés térmico por frío	12
Tabla 5. Valor IRQ	12
Tabla 6. Tiempo de exposición.....	13
Tabla 7. Estrés térmico por frío	13
Tabla 8. Valor IRQ	14
Tabla 9. Resultados generales	15

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pregunta 7: Episodios de tos.....	15
Figura 2. Pregunta 8: Frecuencia de episodios de tos	16
Figura 3. Pregunta 9: Temblores en el cuerpo.....	16
Figura 4. Pregunta 10: Alteración cognitiva.....	16
Figura 5. Pregunta 11: Debilidad o adormecimiento.....	17
Figura 6. Pregunta 12: Hormigueo o entumecimiento en extremidades	17
Figura 7. Pregunta 13: Cambios en coloración de la piel.....	17

EVALUACIÓN DEL ESTRÉS TÉRMICO POR FRÍO Y SU IMPACTO EN LA SALUD DE LOS TRABAJADORES DE LA PLANTA FAENADORA DE AVES LASSO 2024

Resumen

El presente estudio evaluó el impacto del estrés térmico por frío en la salud de los trabajadores de una planta faenadora de aves ubicada en Lasso, provincia de Cotopaxi, Ecuador. Se aplicó una metodología cuantitativa basada en las normas ISO 11079 y NTP 462, midiendo el índice de aislamiento requerido del atuendo (IREQ) y el tiempo máximo de exposición al frío (Tmax) en dos áreas críticas de trabajo: Empaque 1 y Empaque 2. Las mediciones ambientales evidenciaron temperaturas de hasta $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ y velocidades de aire promedio de 1.5 m/s , condiciones que, combinadas con la carga metabólica de las tareas ($129,86\text{--}133,05\text{ W/m}^2$), demandan un nivel de aislamiento superior al proporcionado por la vestimenta actual ($\text{ICl} = 1.98\text{ clo}$), con un déficit estimado de 0.6 clo . Las encuestas aplicadas a los trabajadores revelaron síntomas frecuentes asociados a la exposición al frío, tales como tos, temblores, hormigueo, palidez y adormecimiento, lo que indica un riesgo significativo para su salud y desempeño laboral. Se concluye que las condiciones térmicas en las áreas evaluadas exceden los límites recomendados de exposición, por lo que se recomienda optimizar la ropa térmica y establecer estrategias de control del tiempo de exposición como medidas preventivas prioritarias.

Palabras claves: Estrés Térmico por Frío, Salud Ocupacional, IREQ, Tiempo de Exposición, Aislamiento Térmico.

Abstract

This study evaluated the impact of cold thermal stress on the health of workers in a poultry processing plant located in Lasso, Cotopaxi Province, Ecuador. A quantitative methodology based on ISO 11079 and NTP 462 standards was applied, measuring the required clothing insulation index (IREQ) and the maximum exposure time (Tmax) in two critical work areas: Packaging 1 and Packaging 2. Environmental measurements recorded temperatures as low as $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ and average air velocities of 1.5 m/s . These conditions, combined with the metabolic workload of the tasks ($129.86\text{--}133.05\text{ W/m}^2$), require a higher level of thermal insulation than that provided by the current clothing ($\text{ICl} = 1.98\text{ clo}$), revealing an estimated deficit of 0.6 clo . Worker surveys identified frequent symptoms associated with cold exposure, such as coughing, shivering, tingling, pallor, and numbness, indicating a significant risk to their health and job performance. The study concludes that the thermal conditions in the evaluated areas exceed recommended exposure limits; therefore, improving thermal clothing and implementing exposure time control strategies are recommended as priority preventive measures.

Keywords: Cold Thermal Stress, Occupational Health, IREQ, Exposure Time, Thermal Insulation

1. Introducción

Desde los inicios de la civilización, la humanidad ha tratado de adaptarse a las condiciones de temperatura del medio ambiente para asegurar su supervivencia y calidad de vida. El equilibrio térmico del cuerpo es una necesidad biológica fundamental, y cualquier alteración en este puede acarrear efectos fisiológicos importantes. En este sentido, se entiende el confort térmico como la condición en la que una persona se siente satisfecha con el ambiente térmico circundante (Parsons, 2014). Sustentar este equilibrio en los lugares de trabajo es crucial para proteger la salud, la productividad y la seguridad de los empleados, particularmente en entornos donde las condiciones climáticas son extremas.

El estrés térmico causado por el frío constituye un riesgo laboral considerable que se da cuando la pérdida de calor corporal sobrepasa la capacidad del cuerpo para recuperarlo. Según Havenith (2001), esta situación puede impactar tanto el rendimiento físico como el cognitivo, ocasionando desde incomodidad y cansancio hasta problemas graves como la hipotermia, lesiones en la piel, y disfunciones en el sistema respiratorio y cardiovascular. Este tipo de estrés se manifiesta en sectores industriales donde las bajas temperaturas son esenciales para la producción, como en las industrias alimentaria, pesquera, de refrigeración y avícola. En esos ámbitos, las condiciones suelen implicar temperaturas por debajo de los $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, una alta velocidad del aire y exposición prolongada, elementos que incrementan el riesgo de problemas de salud.

Diferentes investigaciones han evidenciado que la exposición continua a ambientes fríos puede causar una disminución en la habilidad manual, lentitud en la toma de decisiones, trastornos musculoesqueléticos y un mayor riesgo de accidentes laborales (Wegman, García y Pedersen, 2001). Además, el estrés térmico no solo pone en juego la salud física del empleado, sino que también puede perjudicar la calidad del producto y la eficacia del proceso de producción. Por esta razón, organizaciones internacionales de estandarización como la Organización Internacional de Normalización (ISO), han creado métodos estandarizados para valorar las condiciones térmicas en el trabajo, entre ellos la ISO 11079, que determina el Índice de Aislamiento Necesario de la Vestimenta (IREQ), y la Norma Técnica de Prevención NTP 462, que establece criterios para el tiempo máximo de exposición (T_{max}). Estas herramientas permiten identificar el nivel de aislamiento requerido en la vestimenta y los límites de exposición segura, facilitando la implementación de estrategias de prevención y control.

En el contexto de Ecuador, la exposición al frío en el trabajo ha emergido como un tema de creciente relevancia en salud ocupacional, sobre todo en sectores donde es crucial mantener la cadena de frío para asegurar la inocuidad de los alimentos. Las plantas procesadoras de aves son un ejemplo típico: allí, los empleados realizan labores físicamente exigentes en ambientes donde las temperaturas fluctúan entre $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, exponiéndolos a una constante pérdida de calor. No obstante, la literatura científica en el país muestra una falta de estudios técnicos que analicen las condiciones térmicas reales y su efecto en la salud de los trabajadores, lo que crea una brecha en la gestión preventiva y en el diseño de medidas de control que se ajusten a la realidad productiva local.

El caso de la planta procesadora de aves Lasso, situada en la provincia de Cotopaxi, representa un escenario ideal para examinar este fenómeno. En dicha planta, los empleados llevan a cabo tareas continuas en cámaras frías y áreas de embalaje, en las cuales la temperatura, la corriente de aire y el grado de esfuerzo físico varían considerablemente. Estas circunstancias, junto con la falta de un adecuado aislamiento térmico en la ropa de trabajo, pueden ocasionar síntomas recurrentes como tos, escalofríos, hormigueo, palidez y entumecimiento, lo que afecta la salud y la productividad del personal.

En este marco, el estudio actual tiene como objetivo analizar el grado de exposición al estrés térmico por frío y su efecto en la salud de los trabajadores de la planta procesadora de aves Lasso, a través de la determinación del índice IREQ y el tiempo máximo de exposición (T_{max}) de acuerdo a las normas internacionales ISO 11079 y NTP 462. Además, se pretende identificar las respuestas fisiológicas más comunes relacionadas con la exposición al frío y proporcionar recomendaciones que mejoren las condiciones laborales. Los hallazgos de esta investigación buscan ofrecer evidencia concreta para el desarrollo de estrategias preventivas, reforzando la cultura de seguridad y salud ocupacional en la industria alimentaria de Ecuador.

2. Objetivo general

Evaluar el impacto del estrés térmico por frío en la salud de los trabajadores de la planta faenadora de aves Lasso, mediante la determinación del índice de aislamiento requerido del atuendo (IREQ) y del tiempo máximo de exposición (T_{max}), con el fin de establecer medidas preventivas que mejoren las condiciones térmicas laborales.

3. Materiales y métodos

Se llevó a cabo una investigación cuantitativa en la empresa faenadora de aves en Lasso ubicada en la provincia de Cotopaxi. La medición de estrés térmico se la realizó a los puestos de trabajo

en la empresa que se consideran como críticos en función a la cualificación de riesgos inicial como también por inspección de campo, los cuales son el cuarto frío 1 (empaquete 1) y el cuarto frío 2 (empaquete 2).

Para la medición se ubicaron las normas técnicas y los equipos adecuados para llevar a cabo este proceso. Se utilizó un medidor de temperatura de marca RED Instruments R6200, procedencia NORTEAMERICANA que obedece a la Norma ISO 7226 para instrumentos y métodos de medida de los parámetros físicos. Este equipo determina la medición de dos parámetros que se indican a continuación: Temperatura de bulbo húmedo natural, y humedad relativa. Además, se utilizó un anemómetro para realizar mediciones de velocidad de aire. Una vez que se ubicaron las unidades en los medidores (grados centígrados para la temperatura y metros/ segundos para la velocidad), se procedió a realizar las muestras.

La muestra se realizó según COVENIN 2254:1995/ISO 11079, para condiciones homogéneas sugiere: “realizar la evaluación por 25 minutos una vez que se estabilicen las temperaturas.” (Pg. 5) (Gao, Lin, Halder, Kuklane, & Holmér, 2015). En la siguiente tabla se explica de mejor manera los datos para el muestreo.

ÁREA	Contaminante	Norma muestreo	Actividad	Tiempo medición (min)	Técnica
CUARTO FRIO	<i>Temperatura extrema</i>	ISO TR 11079:2009 COVENIN 2254 NTP 462	Ubicación de presas en cuarto	Lo que dura tarea	SENSOR DE TEMPERATURA/ CAUDALIMETRO DE AIRE
MUESTREO			MEDICIONES		
SAMPLER	POR PUESTO		PUESTO	Por actividad en puesto de trabajo	
CONDICIONES	CRÍTICAS DE MAYOR CARGA DE TRABAJO Y TEMPERATURA		TIEMPO RECOMENDADO	25 minutos	
CALCULOS	SOFTWARE IREQver4_2		AMBIENTE	Interno	
NUMERO DE MUESTRAS	3 por puesto		REPETICIÓN TAREA	No, condiciones reales.	

Tabla 1. Datos de muestreo

Determinación de la carga térmica

Para proceder a determinar la carga térmica se siguió los siguientes procesos que se detallan a continuación basados en los valores de las tablas de la NTP 323 pg. 5-8:

- Determinar Tipo de Trabajo. (TT)
- Determinar Posición y Movimiento del Cuerpo. (PMC)
- Determinar metabolismo Basal. (MB)

- Determinar metabolismo de desplazamiento. (Mdc)
- Calcular la Carga Térmica Metabólica (W/m²) con la ecuación:

$$CTMi = PMCi + TTi + MBi + Md$$

Cálculo de Resistencia térmica de la vestimenta

Sumando los valores de acuerdo con la descripción de las prendas que lleva el trabajador (ICli) con la ecuación:

$$ICl = \sum ICl_i$$

Determinación del Valor de IRQ (aislamiento requerido del atuendo)

En función de la Velocidad del aire V_r , ta y $CTMi$ (NTP 462 pg 6)

Determinación del Tiempo de exposición Máximo en horas Tmax

En función de las características del vestido I_{Cl} , Velocidad del aire $CTMi$, Var , ta y I_{Cl} (NTP 462 pg 11). Las ecuaciones requieren iteración.

Determinación de los efectos en la salud de los trabajadores

Para determinar los diversos efectos en la salud de los trabajadores se procedió a realizar una encuesta que consta de 13 preguntas en línea en un formulario de Google forms para facilidad de difusión en la empresa, en donde se enfatizó la recolección de información acerca de la edad, tiempo de exposición, antigüedad en el trabajo y síntomas más comunes del enfriamiento y congelamiento por exposición al frío. La cual se socializó con los 10 empleados que frecuentan los cuartos fríos en el proceso del faenamiento (específicamente en el último paso el despacho).

4. Resultados

Resultados índices de masa corporal (IMC)

Se realizaron las mediciones en los puestos de trabajo (empaque 1 y empaque 2) a los dos empleados que se encontraban de turno ese día. Los principales datos que se obtuvieron fueron acerca de los indicadores fisiológicos como edad, altura, peso, medidas de cintura, cuello, cadera, cálculo del índice de masa corporal (IMC), cálculo de la proporción altura cintura y el porcentaje de grasa corporal.

Nombre		FC
Datos	VALORES	
Edad (años)	35	
Altura (cm)	170	
Peso (kg)	70	
Cintura (cm)	80	
Cuello (cm)	40	
Cadera (cm)	90	
INDICADOR	RESPUESTA	CONCLUSIÓN
INDICE DE MASA CORPORAL	24,2	Normal
PROPORCION CINTURA ALTURA	0,47	Normal

PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL	12%	Normal
-------------------------------------	-----	--------

Tabla 2. Resultados indicadores fisiológicos

Se observa que el trabajador del empaque 1 presenta indicadores fisiológicos dentro de los valores normales, presenta un IMC de 24.2 (peso normal), proporción cintura altura de 0.47 (normal) y un porcentaje de grasa corporal 12%. dentro de los parámetros normales.

Nombre		HG
Datos	VALORES	
Edad (años)	20	
Altura (cm)	164	
Peso (kg)	65	
Cintura (cm)	76	
Cuello (cm)	36	
Cadera (cm)	85	
INDICADOR	RESPUESTA	CONCLUSIÓN
INDICE DE MASA CORPORAL	24,2	Peso normal
PROPORCION CINTURA ALTURA	0,46	Normal
PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL	13%	Normal

Tabla 3. Resultados indicadores fisiológicos

En el empaque 2 se observa de igual manera que los valores de los indicadores fisiológicos se encuentran dentro de los parámetros normales. Estos datos son el punto de partida, ya que nos permiten evaluar la composición corporal de los individuos y como esto puede influir en la respuesta y tolerancia a las temperaturas bajas. Las personas con diferentes valores de IMC responden al frío de maneras diversas debido a factores como la cantidad de grasa corporal y masa muscular, que actúan como aislantes térmicos y pueden afectar la generación de calor corporal.

Resultados estrés térmico por frío

Actividad empaque 1

Medición de temperatura del aire	Medición de velocidad del aire	Carga metabólica	Resistencia térmica del vestido
Ta= 15.0 C ⁰ HR= 35%	Va = 1.5 m/s	$PMCi= 20 W/m^2$ $TTi= 65 W/m^2$ $MBi= 44,86 W/m^2$ $Md= 0 W/m^2$	Ropa interior (calzoncillo)= 0,03 clo Camisa (ligera manga larga) = 0,2 clo Pantalones (normales)= 0,25 clo Chaqueta larga (Interperie)= 0,55 clo Calcetines (altos gruesos) = 0,1 clo Chaqueta larga= 0,40 clo Botas=0,10 clo Guantes= 0,05 clo Gorro=0,1 clo Delantal industrial=0,2 clo
		$CTMi= 129,86 W/m^2$	$I_{cl}= 1,98 clo$

Tabla 4. Estrés térmico por frío

<i>Determinación del Valor de IRQ (aislamiento requerido del atuendo)</i>
$CTMi= 129,86 W/m^2$ $V_{ar}= 2,0 m/s$ $Ta= -15 ^\circ C$ $IRQ \text{ min}= 2,5 -2,8 clo$

Tabla 5. Valor IRQ

<i>Determinación del Tiempo de exposición Máximo en horas Tmax</i>
$I_{cl}= 1,98 clo$ $V_{ar}= 2,0 m/s$ $Ta= -15 ^\circ C$

$T_{max} = 0,8 - 0,6$ horas

Tabla 6. Tiempo de exposición

Actividad Empaque 2

Medición de temperatura del aire	Medición de velocidad del aire	Carga metabólica	Resistencia térmica del vestido
Ta= -15,0 °C HR= 35 %.	Va = 1.5 m/s	$PM_{Ci} = 20 \text{ W/m}^2$ $TTi = 65 \text{ W/m}^2$ $MBi = 48,059 \text{ W/m}^2$ $Md = 0 \text{ W/m}^2$	Ropa interior (calzoncillo)= 0,03 clo Camisa (ligera manga larga) = 0,2 clo Pantalones (normales)= 0,25 clo Chaqueta larga (Interperie)= 0,55 clo Calcetines (altos gruesos) = 0,1 clo Chaqueta larga= 0,40 clo Botas=0,10 clo Guantes= 0,05 clo Gorro=0,1 clo Delantal industrial=0,2 clo
		$CTMi = 133,05 \text{ W/m}^2$	$I_{cl} = 1,98 \text{ clo}$

Tabla 7. Estrés térmico por frío

<i>Determinación del Valor de IRQ (aislamiento requerido del atuendo)</i>
$CTMi = 133,05 \text{ W/m}^2$
$V_{ar} = 2,0 \text{ m/s}$
$Ta = -15 \text{ }^\circ\text{C}$
$IRQ \text{ min} = 2,4 - 2,7 \text{ clo}$

Tabla 8. Valor IRQ

<i>Determinación del Tiempo de exposición Máximo en horas Tmax</i>
$I_{Cl} = 1,98 \text{ clo}$
$V_{ar} = 2,0 \text{ m/s}$
$Ta = -15 \text{ }^\circ\text{C}$
$Tmax = 0,9 - 0,6 \text{ horas}$

Dentro de las mediciones se obtuvo que los dos empaques operan a la misma temperatura de 15 grados centígrados con una humedad relativa del 35% y con una velocidad del aire de 1.5 m/s. En cuanto a la carga metabólica se obtuvo un valor más alto para el trabajador del segundo empaque de 133,05 W/m² en contraste con el valor de 129,86 W/m² del trabajador ubicado en el primer empaque. Por otro lado, el cálculo de la resistencia térmica arrojó un mismo valor para ambos trabajadores en los distintos empaques de 1,98 clo.

Resultados Globales

Estrés térmico por frío

RESULTADOS	BODEGA	BODEGA
	EMPAQUE 1	EMPAQUE 2
INDICE DE MASA CORPORAL (IMC)	24,2	24,2
PROPORCION CINTURA ALTURA	0,47	0,46
PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL	12%	13%

CARGA METABÓLICA (W/m²) (CTMi)	129,86	133,05
RESISTENCIA TÉRMICA DEL VESTIDO (clo) (I_{Cl})	1,98	1,98
AISLAMIENTO REQUERIDO DEL ATUENDO (clo) (IRQ)	2,5 -2,8	2,4 – 2,7
Tiempo de exposición máximo (h) (T max)	0,8 -0,6	0.9 -0.6

Tabla 9. Resultados generales

Resultados del impacto en la salud por exposición al frío

Se realizó una encuesta en línea a los 10 trabajadores que realizan sus actividades en los empaques y se encuentran expuestos a temperaturas bajas, la misma que se encuentra compuesta por 13 preguntas. La primera pregunta obtenía los nombres que por razones de confidencialidad no serán publicados en este documento. En la segunda pregunta se observó que el 50% de los trabajadores que realizan las actividades en los empaques se encuentran en el rango de edad de 25-35 años. Además, según los datos obtenidos de la tercera pregunta se obtuvo que el 90% se encuentran en el área de despacho y solo el 10% en bodega.

Según los resultados de cuarta pregunta se observa que la mayoría (60%) de los empleados se encuentra menos de 5 años trabajando en la empresa. En la quinta pregunta se obtuvo que el 80% de los trabajadores se encuentra en un horario laboral de 8 horas al día en contraste con el 20% restante que se exponen 6 horas al día. En la sexta pregunta se observó que la gran mayoría de los empleados con un 70% trabaja más de 5 días a la semana en estas áreas.

7. ¿Ha presentado episodios de tos en los últimos 6 meses?
10 respuestas

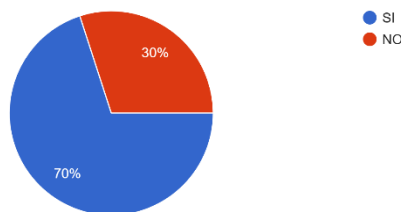


Figura 1. Pregunta 7: Episodios de tos

8. ¿Cuántos episodios ha presentado?. Responda si la respuesta de la pregunta anterior es si.
8 respuestas

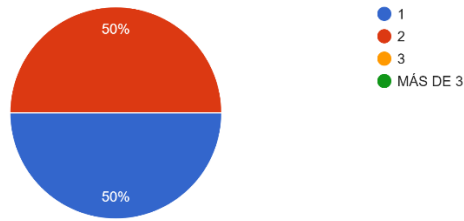


Figura 2. Pregunta 8: Frecuencia de episodios de tos

9. ¿Ha experimentado temblores en el cuerpo que no puede controlar cuando trabaja?
10 respuestas

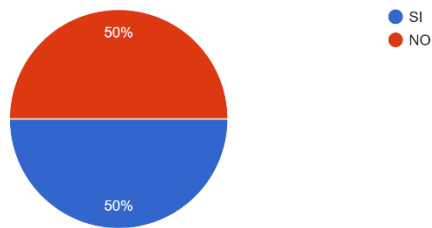


Figura 3. Pregunta 9: Temblores en el cuerpo

10. ¿Ha notado que presenta dificultad para pensar o realizar sus tareas cuando se encuentra en el cuarto frío?
10 respuestas

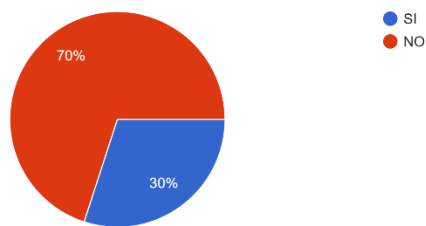


Figura 4. Pregunta 10: Alteración cognitiva

11. ¿Se ha sentido adormecido o débil cuando ejecuta sus actividades en el cuarto frío?
10 respuestas

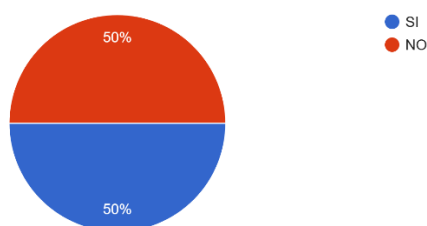


Figura 5. Pregunta 11: Debilidad o adormecimiento

12. ¿Ha presentado hormigueo o entumecimiento en extremidades durante el trabajo?
10 respuestas

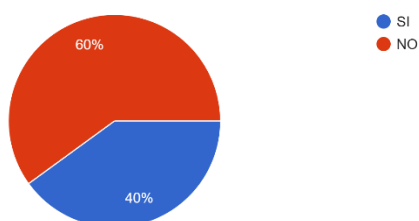


Figura 6. Pregunta 12: Hormigueo o entumecimiento en extremidades

13. ¿Ha notado que su piel se encuentra pálida y fría durante sus actividades laborales?
10 respuestas

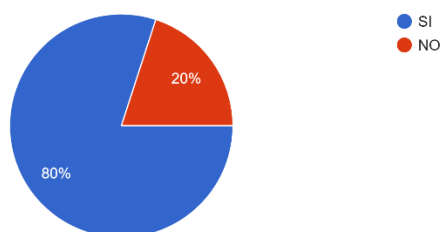


Figura 7. Pregunta 13: Cambios en coloración de la piel

La información obtenida acerca de los síntomas relacionados a la exposición al frío indica que el 70% de los trabajadores ha presentado episodios de tos en los últimos 6 meses, de este porcentaje el 50% ha presentado tan solo un episodio mientras que el otro 50% ha presentado dos episodios. Por otra parte, al interrogar acerca de la presencia de temblores durante las actividades laborales el 50% indicó una respuesta afirmativa con respecto a este síntoma. En cuanto a la presencia de dificultad para pensar o realizar actividades el 70% indicó ausencia de este síntoma. Además, se observó la presencia de debilidad o adormecimiento en un 50% de los trabajadores y hormigueo o entumecimiento en las extremidades en el 70% de los individuos. Finalmente se observó que el 80% de los encuestados presenta palidez y frialdad en su piel durante sus actividades laborales.

5. Discusión

Los resultados obtenidos de los trabajadores en Empaque 1 y Empaque 2 indican que ambos empleados presentan valores fisiológicos dentro de los rangos considerados normales. Ambos cuentan con un Índice de Masa Corporal (IMC) de 24.2, lo cual sugiere un peso saludable y adecuado para su estatura según los estándares de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Además, la proporción cintura-altura se mantiene dentro del rango normal (0.47 para Empaque 1 y 0.46 para Empaque 2), indicando un riesgo bajo de enfermedades metabólicas asociadas a una distribución de grasa abdominal elevada. El porcentaje de grasa corporal, del 12% para el empleado en Empaque 1 y 13% en Empaque 2, también se encuentra dentro de los valores saludables para hombres adultos jóvenes.

Estos indicadores son relevantes, ya que la composición corporal puede influir directamente en la tolerancia al frío, especialmente en el entorno de trabajo donde la exposición a bajas temperaturas es un factor constante. Las personas con mayor porcentaje de grasa corporal y una masa muscular adecuada tienen generalmente una mejor capacidad para soportar temperaturas frías debido a las propiedades aislantes de la grasa y la generación de calor asociada con el músculo. Aunque ambos trabajadores tienen una cantidad de grasa corporal dentro de los rangos normales, esto podría ser un aspecto favorable en términos de resistencia a condiciones de frío, lo cual es especialmente relevante en sus roles en la planta de faenamiento en el área de despacho.

Por otro lado, las mediciones de estrés térmico por frío en las actividades de los empaques muestran condiciones similares en cuanto a los factores ambientales, pero presentan algunas diferencias clave en los niveles de carga metabólica y en la resistencia térmica necesaria para soportar las bajas temperaturas del entorno laboral. En ambos empaques, la temperatura ambiente fue de $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, con una humedad relativa del 35% y una velocidad del aire de 1.5 m/s. Estos factores ambientales representan condiciones de frío significativo, lo cual demanda una protección adecuada para evitar el riesgo de hipotermia y otros efectos negativos sobre la salud. La velocidad del aire de 1.5 m/s puede aumentar la sensación térmica de frío, exigiendo mayor aislamiento en el atuendo para mantener el confort térmico.

La carga metabólica, que refleja la actividad física y el esfuerzo requerido en cada puesto, fue de $129,86\text{ W/m}^2$ para el trabajador de Empaque 1 y de $133,05\text{ W/m}^2$ para el trabajador de Empaque 2. La carga metabólica adicional en Empaque 2 implica que este trabajador genera más calor corporal, lo cual podría ofrecer una ventaja limitada en términos de resistencia al frío, aunque sigue siendo insuficiente para mantener el confort sin un aislamiento térmico adecuado.

En cuanto a la resistencia térmica del atuendo (ICI) fue de 1.98 clo para ambos trabajadores. Este valor refleja el aislamiento proporcionado por las capas de ropa utilizadas, incluyendo una combinación de ropa interior, chaqueta larga, pantalones, calcetines gruesos y guantes. Sin embargo, este aislamiento es inferior al mínimo requerido para las condiciones ambientales observadas (IRQ). Para el trabajador de Empaque 1, el IRQ se encuentra en un rango de 2.5-2.8 clo, mientras que para Empaque 2 es de 2.4-2.7 clo. En ambos casos, el aislamiento actual del atuendo (1.98 clo) es insuficiente, ya que está por debajo del nivel mínimo requerido para mantener la protección térmica en estas condiciones de frío extremo.

En relación con el tiempo máximo de exposición (T_{max}) estimado en función del aislamiento actual del atuendo y las condiciones ambientales fue de entre 0.6 y 0.9 horas para ambos trabajadores. Este tiempo de exposición sugiere que, sin cambios en el atuendo, los empleados deberían limitar su tiempo de trabajo continuo a menos de una hora para evitar el estrés térmico por frío. Esto indica la necesidad de proporcionar descansos regulares en áreas cálidas o, alternativamente, de mejorar el aislamiento del atuendo para permitir tiempos de exposición más prolongados y reducir el riesgo de efectos negativos en la salud.

6. Conclusiones

En conclusión, los resultados fisiológicos de los trabajadores indican que ambos se encuentran en buenas condiciones de salud en términos de composición corporal. Este estado favorece su adaptación a las condiciones de trabajo en frío, aunque se recomienda realizar evaluaciones periódicas para adaptar las estrategias de protección y asegurarse de que el personal continúe dentro de los rangos fisiológicos óptimos.

Además, al evaluar el riesgo por estrés térmico mediante la determinación del IREQ (aislamiento requerido del atuendo) se obtuvo el valor de 2.5 – 2.8 clo en el empaque 1 y 2.4-2.7 en el empaque 2 clo lo que nos indica un valor relativamente alto, indicando que las condiciones ambientales son bastante frías debido a que la velocidad del aire y otras condiciones contribuyen a la pérdida de calor de manera rápida. Así mismo, se evaluó el tiempo máximo de exposición con resultados de 0.8-0.6 (h) en el empaque 1 y 0.9-0.6 (h) en el empaque 2 indicando que el tiempo máximo que los trabajadores pueden estar expuestos es entre 36-48 minutos. Teniendo en cuenta estos dos factores tanto el IRQ como el Tmax se confirma que las condiciones en estas áreas de trabajo son bastante exigentes térmicamente.

En cuanto al atuendo actual, se concluye que proporciona un nivel de aislamiento insuficiente el ICI para todos los puestos analizados teniendo que subir un 30,3% de protección con ropa de trabajo 0,6 clo para llegar al límite recomendado. El déficit de protección otorgado por la ropa es un punto en común cuando se realiza este tipo de estudios, en un estudio similar que evaluó el estrés térmico por frío en el área de empaque de rosas en la ciudad de Tulcán en el año 2021 se llegó a la conclusión que con el suministro de una chaqueta térmica se podría llegar a cubrir el déficit de protección del 2-15.64%. Debido a esto, las mejores opciones para solucionar estos hallazgos son controlar cuidadosamente el tiempo de exposición o incrementar el aislamiento térmico para garantizar la seguridad y el bienestar de los trabajadores. Estas medidas permitirán que los empleados puedan realizar sus labores en condiciones de frío extremo sin comprometer su salud.

Los resultados indican que la exposición al frío conlleva a complicaciones relacionadas a su salud, los trabajadores presentaron como síntoma más común tos posterior a la exposición en los empaques, presentando más de un episodio de cuadros respiratorios altos en el año. Además, se observaron otras manifestaciones corporales por frío tales como temblores, adormecimiento y cambios en la coloración de la piel mientras se encontraban expuestos en los empaques. Estos hallazgos subrayan la necesidad de mejorar el aislamiento térmico de las prendas de trabajo y adoptar estrategias de manejo del tiempo de exposición, como descansos en zonas cálidas, para proteger la salud y el bienestar de los empleados.

7. Recomendaciones

1. Optimización del atuendo térmico laboral

Se sugiere rediseñar la ropa de trabajo utilizando materiales con mayor capacidad de aislamiento ($\geq 2,6$ clo) y que sean poco permeables al aire, añadiendo tejidos en capas y tecnologías avanzadas de aislamiento térmico. La vestimenta debe contemplar chaquetas térmicas reforzadas, guantes que no dejen pasar el agua, gorras o balaclavas, y calzado aislante, garantizando una cobertura total de las extremidades. Esta modificación podría disminuir el actual déficit de aislamiento en un 30 %, acercándose a los estándares especificados en la ISO 11079:1993 y la NTP 462 para condiciones de frío extremo.

2. Gestión del tiempo de exposición y recuperación térmica

Considerando que el tiempo máximo de exposición (Tmax) se calcula entre 0,6 y 0,9 horas, es esencial establecer un sistema de rotación de tareas y pausas controladas que

permita a los empleados alternar períodos de trabajo en el frío con descansos en áreas más cálidas. Estas pausas deben programarse en función del tipo de actividad, la temperatura y la velocidad del aire, para evitar la pérdida excesiva de calor corporal y minimizar el riesgo de hipotermia o fatiga debido al frío.

3. Implementación de un programa de vigilancia médica ocupacional
Se propone crear un programa de control médico regular para los trabajadores expuestos, enfocándose especialmente en la identificación temprana de síntomas respiratorios, neuromusculares y cardiovasculares relacionados con el estrés térmico en condiciones de frío. Este programa debe incluir exámenes clínicos semestrales, encuestas sobre salud térmica y seguimiento de indicadores fisiológicos clave, como la frecuencia cardíaca, la temperatura corporal y la sensibilidad en extremidades.
4. Capacitación continua en salud y seguridad térmica
Es crucial fortalecer la formación del personal a través de programas de capacitación constante sobre los peligros del trabajo en ambientes fríos, las medidas de autocuidado, el uso adecuado del equipo de protección y las acciones a seguir ante una exposición aguda. La formación preventiva ayuda a aumentar la conciencia sobre los riesgos y fomenta el desarrollo de una cultura organizacional centrada en la seguridad y el bienestar térmico.
5. Monitoreo ambiental y control técnico del frío
La planta debe establecer un sistema de monitoreo ambiental continuo, utilizando sensores que capturen de manera instantánea la temperatura, la humedad relativa y la velocidad del aire. Los datos obtenidos deben ser revisados regularmente para garantizar el cumplimiento de los límites de exposición fijados por leyes internacionales y la legislación ecuatoriana sobre seguridad laboral.
6. Políticas integradas de gestión del riesgo térmico
Se aconseja incluir los hallazgos de esta investigación en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional (SG-SST) de la empresa, desarrollando protocolos específicos para el manejo del estrés térmico causado por el frío. Estos protocolos deben abarcar directrices técnicas para el diseño de vestimenta, tiempos máximos de exposición, medidas de emergencia y evaluaciones de riesgo actualizadas.
7. Proyección e investigación futura
Finalmente, se sugiere extender la investigación a diferentes plantas de procesamiento en el país que tengan condiciones ambientales parecidas, con el objetivo de crear una base comparativa a nivel nacional que facilite la elaboración de un modelo de evaluación del estrés térmico laboral adaptado a la realidad de Ecuador. Igualmente, se aconseja investigar la aplicación de herramientas de simulación térmica y dispositivos portátiles para la medición en tiempo real del estrés térmico.

Referencias bibliográficas

FONDONORMA. (1995). *COVENIN 2254-1995: Ergonomía. Manejo manual de cargas*. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN).

Gao, C., Lin, Y., Halder, S., Kuklane, K., & Holmér, I. (2015). Evaluation of cold stress under controlled and field conditions: Validation of required clothing insulation (IREQ) model. *Applied Ergonomics*, 48, 45–52. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.11.003>

Havenith, G. (2001). Individualized model of human thermoregulation for the simulation of heat stress response. *Journal of Applied Physiology*, 90(5), 1943–1954. <https://doi.org/10.1152/jappl.2001.90.5.1943>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1994). *NTP 322: Ergonomía. Carga máxima de un trabajador al realizar levantamiento de cargas*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1994). *NTP 323: Ergonomía. Límites de exposición a vibraciones de mano y brazo*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1995). *NTP 462: Ergonomía. Diseño de lugares de trabajo*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

International Organization for Standardization. (1993). *ISO 11079: Ergonomics of the thermal environment — Determination of the equivalent temperature for the assessment of heat stress*. <https://www.iso.org/standard/15615.html>

Macias, L. (2021). *Evaluación del desconfort térmico por frío para el mejoramiento del ambiente laboral en la sala de control* [Tesis de maestría].

Martínez, Á. (2018). *Confort térmico*. [https://www.carm.es/web/descarga?ARCHIVO=FD-124.pdf&ALIAS=ARCH&IDCONTENIDO=120119&RASTRO=c740\\$m6061](https://www.carm.es/web/descarga?ARCHIVO=FD-124.pdf&ALIAS=ARCH&IDCONTENIDO=120119&RASTRO=c740$m6061)

Parsons, K. C. (2014). *Human thermal environments: The effects of hot, moderate, and cold environments on human health, comfort and performance* (3rd ed.). CRC Press.

Salud Laboral. (2016). *Boletín informativo N.º 22*.

Trabajo, I. N. (2015). *Estrés por frío*. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). <https://www.insst.es/documents/94886/330477/NTP+1036.pdf/a13abd54-b298-4307-8298-a0289a2f24b2>

Wegman, D. H., García, A. M., & Pedersen, D. (2001). Protecting workers in cold environments: The effects of temperature on safety and performance. *Occupational and Environmental Medicine*, 58(5), 289–296. <https://doi.org/10.1136/oem.58.5.289>