



**UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE EDUCACIÓN,
CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

Decreto Ejecutivo 575 del 21 de julio de 2004

Acreditada mediante Resolución N°15 del 31 de octubre de 2012

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
MAESTRÍA EN SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD
INDUSTRIAL**

**Trabajo presentado para optar al grado de especialista en Salud Ocupacional y
Seguridad Industrial**

**Estudio de las condiciones térmicas en la sala de proceso de la planta de
enlatados Proluxsa, David y sus posibles riesgos por estrés térmico**

Autor:

Roberto Camargo Salinas

Tutora:

Álvarez, Eliskha

Panamá, 2021

Dedicatoria

En primer lugar, dar gracias a Dios, por ser la guía espiritual que nunca falta en los momentos que más lo necesita, por la vida, por la salud, por permitir finalizar los estudios y realizar las metas propuestas en la vida.

A mi familia y en especial a mi Madre, quien es el pilar fundamental para seguir adelante.

A mi padre, ejemplo de vida, de esfuerzo y sacrificios para todos mis logros.

A mis amigos y compañeros, quienes de una u otra forma dan ese apoyo incondicional.

Y por último a mi hijo y esposa, quienes son la fuente de inspiración para seguir adelante.

Autor: Roberto Camargo Salinas

Título: Estudio de las condiciones térmicas en la sala de proceso planta de enlatados Proluxsa, David y sus posibles riesgos por estrés térmico

Finalidad: Mejorar las condiciones ambientales en la planta de enlatados Proluxsa, David.

Facultad: Ciencias de la Salud

Cuidad: David

País: Panamá

Año: 2021

Resumen

El presente estudio surge de las observaciones, molestias e incomodidades presentes dentro de la sala de proceso de la empresa Proluxsa, debido a un ambiente caluroso en donde se realizan labores diarias de manufactura de productos enlatados por los colaboradores de la Empresa, dando como resultado insatisfacción, bajo rendimiento y posibles patologías, de esta manera se realiza una evaluación de las condiciones térmicas de la sala de proceso planta de enlatados Proluxsa, David con el fin de mejorar las condiciones higiénicas y ambientales de la sala de proceso. El estudio se enmarca dentro de la investigación cuantitativa, de tipo exploratoria y correlacional. Tendrá un diseño no experimental Bibliográfico Documental y de Campo. Se realizarán mediciones de los niveles de temperatura interna y externas, índice de WBGT y determinación del metabolismo energético para comprobación del estudio. El estudio de las condiciones térmica en la sala de proceso dará los resultados necesarios para realizar una intervención integral administrativa o de ingeniería, además de conocimiento y capacitación al personal expuesto a estas condiciones térmicas para su mejor comprensión del fenómeno que los pudiese estar afectando y disminuyendo su calidad de vida en el trabajo: padecimiento de posibles afecciones futuras. Mejorando la condición térmica de trabajo se aumentarán los rendimientos de producción, disminución del ausentismo en sus labores y tener valores aceptables del riesgo de estrés térmico en la sala de proceso mediante una medición constante de la temperatura.

Palabras clave: estrés térmico, índice WBGT, metabolismo energético

Author: Roberto Camargo Salinas

Title: Study of the thermal conditions in the canning plant process room Proluxsa, David and its possible risks due to thermal stress

Purpose: To improve the environmental conditions in the Proluxsa canning plant, David

Faculty: Health Sciences

Town: David

Country: Panamá

Year: 2021

Abstract

This study arises from observations, annoyances and discomforts present within the process room of the Proluxsa company, due to a hot environment where daily manufacturing tasks of canned products are carried out by the Company's collaborators, resulting in dissatisfaction, low yield and possible pathologies, in this way an evaluation of the thermal conditions of the Proluxsa, David canning plant process room is carried out in order to improve the hygienic and environmental conditions of the process room. The study is framed within quantitative research, it will be exploratory and correlational. It will have a non-experimental, Documentary and Field Bibliographic design. Measurements of internal and external temperature levels, WBGT index and determination of energy metabolism will be carried out to verify the study. The study of the thermal conditions in the process room will give the necessary results to carry out an integral administrative or engineering intervention, in addition to knowledge and training of the personnel exposed to these thermal conditions for their better understanding of the phenomenon that could be affecting and decreasing them. their quality of life at work suffering from possible future conditions. Improving the thermal working condition will increase production yields, decrease absenteeism in their work and have acceptable values of the risk of thermal stress in the process room through constant temperature measurement.

Keywords: heat stress, WBGT index, energy metabolism

Índice General

Resumen	iii
Abstract	iv
Introducción.....	viii
Parte I: Contextualización del Problema	1
1.1 Descripción del Tema	1
Parte II: Importancia o Justificación	7
2.1 Justificación	7
Parte III: Fundamentación Teórica.....	11
3.1 Bases Teóricas	11
3.1.1 Estrés térmico	11
Definición.....	11
3.1.2 Regulación de la temperatura del cuerpo.....	12
3.1.3 Termorregulación del cuerpo humano	12
3.1.4 La sobre carga térmica y la tensión térmica.....	15
3.1.5 Balance térmico entre la persona y el medio	19
Evaporación del sudor:.....	20
Convección.....	20
Radiación.....	21
3.1.6 Metabolismo.....	21
3.1.7 Mecanismo fisiológicos de la termorregulación.....	22
3.1.8 Sobrecarga calórica	22
3.1.9 Factores que influyen en el estrés térmico.....	24
Sexo.....	24
Constitución corporal	25
Edad.....	25
Etnia	26
El vestido.....	26
3.1.10 Aclimatación al calor	27
3.1.11 Indicadores fisiológicos de la tensión calórica	28

La Frecuencia cardiaca.....	28
La temperatura interna	29
Pérdida de peso por sudoración.....	30
3.1.12 Índice de valoración medio (IVM) de Fanger.....	32
3.1.13 Índice de la sobrecarga calórica (ISC)	32
3.1.14 Índice de temperatura de globo y bulbo húmedo (WBGT-index)	33
3.1.15 Índice de sudoración requerida (SW_{req}).....	34
3.1.16 Afectaciones a la salud de los trabajadores expuestos a estrés térmico....	35
Deshidratación.....	35
Sincope por calor.....	36
Calambres térmicos.....	36
Alteraciones cutáneas.....	36
Golpe de calor	36
3.1.17 Medidas de prevención y control de estrés térmico.....	37
Control en la fuente.....	37
Fuentes de calor en exteriores.....	37
En interiores o lugares cerrados	37
Control en el medio de transmisión	38
Control en el receptor.....	38
Reducción de la producción del gasto metabólico.....	38
Limitación de la duración de la exposición.....	39
Creación de un microclima en el puesto de trabajo	39
Labor de información interna y externa.....	39
Uso adecuado de ropa de trabajo	39
3.2 Bases Legales.....	40
3.2.1 Código de Trabajo de la República de Panamá.	40
3.2.2 Normativa Internacional	41
Conclusiones	42
Bibliografía.....	45

Lista de Figuras

Figura 1. Sala de Proceso de Enlatados Proluxsa	4
Figura 2. Termohigrómetro dentro del área de proceso de la empresa Proluxsa.....	9
Figura 3. Personal de Proluxsa realizando actividades en ambiente caluroso	14
Figura 4. Gráfico con la curva de sobrecarga y tensiones calóricas	16
Figura 5. Equipo Generador de calor, Marmita	19

Introducción

Productos Lux, S.A. o Proluxsa como se conoce comercialmente es una empresa manufacturera fundada por el empresario y bioquímico panameño Máximo Gallardo en 1964. La planta principal se localiza en la Ciudad de Panamá y actualmente procesa: vinagre natural destilado, salsas para sazonar, salsas picantes, jugos puros y esencia de vainilla. En el 2002 inicia operaciones en la ciudad de David, la planta procesadora de conservas de alimentos enlatados en la que se procesan sopas condensadas, frijoles en granos naturales y sazonados, frijoles molidos, salsa chunky, piña en rebanadas, mermelada de piña, glaseado de piña para jamón y pimientos morrones.

La Planta de conservas de alimentos enlatados en la ciudad de David cuenta con un área de distribución y ventas encargada del almacenamiento y distribución de los productos a los diferentes puntos de venta a nivel nacional y un área de producción donde se realizan las operaciones de manufactura de los productos enlatados. Esta planta posee una zona de empaque o área blanca totalmente aislada de las demás áreas y en donde se procesan los diferentes productos mediante la aplicación de calor por medio de vapor saturado a los diferentes equipos de cocción, como son marmitas, túnel de vapor, esterilizadores, pasteurizadores y evaporadores, los cuales generan gran cantidad de vapor de agua dentro del áreas elevando la temperatura de aires y mantenido una alta humedad, simultáneamente se crean superficies calientes por lo tanto hay una posible elevación de la temperatura corporal del personal llegando a ser un factor de riesgo a la salud.

Esta área se crea por normativas nacionales para la manufactura de alimentos inocuos para el consumo humano exigida por el Ministerio de Salud, Departamento de Protección de alimento (Decreto Ejecutivo 40 de 26 de enero de 2010, Decreto ejecutivo 856 de 4 de agosto de 2015 modifica el Artículo 1 del decreto ejecutivo 40 de 2010) incluido en el plan de buenas prácticas de manufactura y los prerrequisitos

Manual de procedimientos operativos estándares de sanitización (POES) y Análisis de peligros y puntos críticos.

Este estudio se realiza con la finalidad de identificar y definir las áreas, zonas y puesto de trabajo dentro del área de proceso que posiblemente tienen presencia de una elevada temperatura y así evitar y minimizar dicha exposición; además de tener y llevar controles que indiquen y mantengan estas áreas dentro de los parámetros y recomendaciones establecidas al finalizar el estudio. De igual forma se evaluará el metabolismo energético de cada colaborador para evidenciar que dentro de un ambiente caluroso el esfuerzo físico realizado por la actividad tienden a aumentar la temperatura interna del cuerpo provocando una sensación de malestar debido a que el cuerpo tiene que realizar un mayor desgaste para mantener el equilibrio de la temperatura interna corporal, esta sensación se denomina disconfor térmico que al ser de mayor exposición y con mayor grado de temperatura llegase a ser un problema de estrés térmico que trae como consecuencia alteraciones a la salud de los trabajadores.

Parte I: Contextualización del Problema

1.1 Descripción del Tema

Según Fisk, (2000, p 537) dice que el “calor es uno de los contaminantes físicos más comunes en los ambientes laborales, que puede generar entre los trabajadores expuestos desde sensaciones de pérdida de confort, hasta afectaciones de mayor gravedad con el potencial de comprometer su salud, lo cual reduce el rendimiento laboral”. Dentro de la sala de proceso de la empresa Proluxsa se mantienen niveles de calor por encima de lo normal y puede estar afectando la calidad laboral del colaborador sin que se tomen las medidas necesarias para controlar o reducir estos niveles de calor que generan disconfor térmico en el lugar.

Dentro del área de proceso en la planta de enlatados hace calor y el trabajo que se realiza puede resultar incómodo o incluso sofocante, esta es un área cerrada que mide aproximadamente 57.5 mts^2 , tiene cuatro ventanales pequeños de 38 cm de ancho x 58 cm de largo, dos extractores industriales que tienen un caudal de descarga de $7050 \text{ m}^3/\text{hr}$ o lo equivalente 4147 CFM que no logran extraer el calor generado por los diferentes equipos industriales que se encuentran dentro de la sala de proceso y que además utilizan vapor saturado para su funcionamiento, acumulándose gran cantidad de vapor dentro de la sala aumentando así la humedad del ambiente, elevando de manera constante el metabolismo energético de cada uno de los colaboradores presente en el área.

En muchos de los procesos o trabajos se requiere o se produce mucho calor, además de las actividades en el que se realiza un esfuerzo físico importante y es preciso llevar equipos de protección individual, las condiciones de trabajo pueden provocar algo más serio que la incomodidad por el excesivo calor y originar riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores.

Como describe Monroy y Luna (2011, p.1), del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), “el estrés térmico es la carga de calor neta que los trabajadores reciben y acumulan en su cuerpo y que resulta de la interacción entre las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y la ropa que llevan”. Es decir, el estrés térmico por calor no causa un efecto patológico debido al calor que se produce y que está en interacción constante con los trabajadores, sino es la causa de muchos efectos patológicos que se producen cuando se acumula excesivo calor en el cuerpo por la prolongada exposición al calor. Es por esta razón que “al trabajar en condiciones de estrés térmico, el cuerpo del individuo se altera. Sufre una sobrecarga fisiológica, debido a que, al aumentar su temperatura, los mecanismos fisiológicos de pérdida de calor tratan de que se pierda el exceso de calor” (Monroy y Luna, 2011, p.1).

Esto ocurre diariamente en la sala de proceso de la empresa Proluxsa a los trabajadores expuestos al calor que se genera internamente, comenzando por la normal sudoración haciendo reducir el calor corporal y posteriormente la vasodilatación si la exposición es prolongada y es sin duda un problema que se le debe prestar atención en cuanto a la salud del trabajador. Porque al no tomarle la importancia necesaria dice Monroy y Luna (2011, p.1): “la temperatura central del cuerpo superaría los 38 °C, se podrían producir distintos daños a la salud, cuya gravedad estará en consonancia con la cantidad de calor acumulado en el cuerpo”.

De manera tal que los trabajadores que realizan sus labores en la sala de proceso en el ambiente caluroso y realizando tareas significativas se ve comprometido su sistema de equilibrio térmico como lo expone Camacho (2005, p. 31):

El riesgo de estrés térmico, para una persona expuesta a un ambiente caluroso, depende de la producción de calor de su organismo como resultado de su actividad física y de las características del ambiente que

le rodea, el tiempo de exposición, factores personales entre los que destaca la falta de aclimatación, que condiciona el intercambio de calor entre el ambiente y su cuerpo. Cuando el calor generado por el organismo no puede ser emitido al ambiente, se acumula en el interior del cuerpo y la temperatura de éste tiende a aumentar, pudiendo producirse daños irreversibles

Dentro de la sala de procesos de la planta de enlatados de Proluxsa se observa un conjunto de variables involucradas en el propio estudio de estrés térmico por calor y además de conocer las condiciones de las instalaciones en que se presentan. Es importante tener conocimiento real de la escala, la intensidad y el peligro que representa su efecto hacia los trabajadores. De igual manera estos efectos serán maximizados cuando intervienen simultáneamente dentro de la sala de proceso y están determinados sobre todo en verano cuando en Panamá se presentan olas de calor por encima de los 38 °C y en sitios semicerrados como está diseñada dicha planta de proceso, donde el calor y la humedad se acumulan dentro y están presente al momento de la realización de los procesos de trabajo, como lo menciona Ramsey (1978, p. 491):

En la evaluación de los posibles riesgos laborales derivados de la exposición al calor, intervienen en una serie de variables a considerar, entre las que se incluyen, la existencia de fuentes de irradiación, elevados porcentajes de humedad y temperatura ambiente, condiciones corporales específicas de cada trabajador, vestimenta y la carga de exigencia física en las tareas realizadas.

Las condiciones de temperatura del ambiente laboral a las que se encuentran expuestos los trabajadores de Proluxsa en el área de proceso pueden ser la causa de accidentes de trabajo. La causa del problema no es sólo la elevada temperatura y

humedad que se produce en el área, en donde se lleva un registro diario medido mediante la utilización de un termohigrómetro dentro del área de proceso sino también la acumulación excesiva de calor en el organismo de los trabajadores que no se está contemplando y que se puede producir tanto por las altas temperaturas como por el calor que genera el cuerpo en las actividades físicas que se realizan como son: la preparación de los diferentes productos elaborados, el llenado manual de los granos y su liquido de cobertura que debe tener una temperatura mayor a 75°C para su posterior sellado y por último el autolavado de las latas, en el que se utiliza vapor saturado para la esterilización de las mismas.

En la fig. 1 se muestra el área de proceso donde se elaboran los diferentes productos de la empresa Proluxsa, como se puede apreciar la gran cantidad de vapor y humedad acumulado dentro.



Figura 1. Sala de Proceso de Enlatados Proluxsa

Cabe señalar que esta sala de proceso de la empresa Proluxsa tiene un área aproximadamente de 57.5 mt² c y su construcción fue realizada y establecida dentro de unas galeras que en un principio no fueron diseñadas para tal fin, esta sala fue construida por normativa del Ministerio de Salud de Panamá y no se tomaron en cuenta las medidas adecuadas para el proceso de enlatados ni las maquinarias que estarían dentro de esa sala, las cuales consumen y generan vapor de agua e irradian calor por los diferentes procesos que se realizan dentro y provocan como se ha planteado condiciones termo metabólicas al personal que labora inadecuadas.

Un punto importante que se debe mencionar es el factor humano, de quienes se está realizando el estudio, dentro de la población se encuentra un grupo variado refiriéndose a género, edad, constitución corporal y en el que estas características individuales se debe tomar en cuenta a la hora de realizar el análisis de los resultados para que estos estén acorde con la población en estudio; ya que el riesgo de accidente por inconfort térmico puede afectarlos de manera diferente a cada uno de ellos. Como, por ejemplo: que los trabajadores puedan padecer dolencias previas o que puedan ser sensibles al calor y a la humedad.

La exposición prolongada a las condiciones no favorables que se encuentra en la sala de proceso puede provocar consecuencias y que pueden manifestarse desde un simple dolor de cabeza hasta la aparición de debilidad, fatiga, calambres musculares, náuseas, abundante sudoración, confusión. La consecuencia más extrema es el conocido golpe de calor.

Por su parte y dentro de las normativas y legislaciones que atañen sobre el estrés térmico por calor no se especifica rangos, niveles, dato alguno referente a este riesgo ambiental y físico dentro del territorio nacional.

Además, dentro de los estudios investigados, no se registran específicamente los riesgos inherentes al estrés térmico y sus riesgos a la salud laboral, por lo tanto, se

considera importante este estudio para generar nuevas líneas de estudio que puedan mejorar los procesos y condiciones de trabajo que coadyuven a la mejora de la calidad de vida de los trabajadores de la Empresa de procesamiento de alimentos Proluxsa.

Por ende, este estudio desea responder a las siguientes interrogantes de investigación.

¿Cuáles son las condiciones térmicas en la sala de proceso Planta de enlatados Proluxsa?

¿Qué niveles de estrés térmico presenta la sala de proceso planta de enlatados Proluxsa?

¿Cuáles son las afectaciones a la salud de los trabajadores expuestos a estrés térmico en la sala de proceso planta de enlatados Proluxsa David?

¿Cómo se puede minimizar el posible estrés térmico en la sala de proceso de la planta de enlatados Proluxsa David?

Parte II: Importancia o Justificación

2.1 Justificación

Con los fuertes calores del verano en Panamá, especialmente al mediodía y teniendo en cuenta que se espera que aumenten las olas de calor debido al cambio climático, esta amenaza se extiende a muchos más tipos de trabajos y condiciones dentro de la planta de procesamiento de Alimento Proluxsa.

La presente investigación constituye un aporte a la actualización del conocimiento y análisis situacional de las condiciones laborales de los trabajadores de la Empresa Proluxsa.

La finalidad es brindar una visión clara e integral del ambiente laboral dentro de la sala de proceso que ayude a diseñar y planificar acciones dirigidas a la implementación de medidas administrativas y de ingeniería para minimizar el riesgo por estrés térmico.

Considerando así que este riesgo por estrés término se presenta en muchos más trabajos de lo que se piensa en Panamá y no se le da la real importancia a la situación laboral que están expuestos miles de trabajadoras en los diferentes sectores de la economía, como menciona Stérling, (2015, p. 5) en su artículo el estrés térmico Laboral: ¿Un Nuevo Riesgo con Incidencias Crecientes? “La existencia de altas temperaturas en el ambiente laboral constituye, sin duda, una fuente de problemas para el rendimiento en la producción, pero especialmente en el confort y la salud de los trabajadores”. Es por esto por lo que el estudio de los ambientes térmicos requieren de especial atención si se trata de mejorar tanto la salud y seguridad de los trabajadores.

Existen múltiples publicaciones sobre el estrés térmico y cada día tiene mayor importancia la valoración del confort y del estrés térmico. Como menciona Mondelo et al. (2013, p.11):

Un ambiente térmico inadecuado causa reducciones de los rendimientos físicos y mental, y por lo tanto de la productividad; provoca irritabilidad, incremento de la sensibilidad, de las distracciones, de los errores, incomodidad al sudar, aumento o disminución de la frecuencia cardiaca, lo que percute negativamente en la salud e incluso, en situaciones límite, puede desembocar en la muerte.

Dentro de la empresa Proluxsa existe un disconfor térmico en el área de proceso identificado y sentido por los propios trabajadores en donde es perceptible la elevada temperatura, humedad y la escasa ventilación; por lo que el estudio tiene la finalidad de hacer y realizar mejoras dentro de la misma y al personal que se encuentra dentro.

Para el estudio que se realiza en lugares calurosos por estrés térmico se debe efectuar un proceso de desarrollo y análisis para obtener resultados más confiables y evitar realizarlos mediante índices evaluativos que producen resultados no confiables y dificultan la posterior toma de decisiones. En este estudio desarrollado en el área de proceso de la empresa Proluxsa no solo se abordará la problemática del ambiente térmico en el ámbito laboral, también ayudar a comprender el complejo problema de la interacción entre éste y la persona.

Muchos de los trabajadores que realizan sus actividades en Panamá, en sus diferentes campos, ya sea: servicios, construcción o en este caso de estudio la manufactura o producción de alimentos enlatados, presentan o tienen problemas creados por la falta

de confort térmico; por lo que es de mucho interés de crear y disponer de criterios de valoración y métodos de control para estas situaciones



Figura 2. Termohigrómetro dentro del área de proceso de la empresa Proluxsa.

La Empresa cuenta con su manual o plan de prevención y gestión de riesgos profesionales, seguridad e higiene industrial, además del plan de respuesta a emergencia, sus procedimientos y protocolos de actuación; pero cabe resaltar que dentro de estos Manuales no hace referencia a la variable en estudio El estrés térmico, no se encuentra ningún protocolo, procedimiento o plan de prevención e identificación de riesgo por el estrés térmico, que está presente dentro del área

laboral. Para lo cual se realiza el estudio para evaluar, identificar y reducir o minimizar este riesgo dentro de la planta.

En la actualidad en Panamá no hay normativa específica relacionada a los riesgos por temperaturas elevadas hablando puntualmente de confort y estrés térmicos.

Se establece en el artículo 282 del Código de trabajo que: “el empleador tiene la obligación de aplicar las medidas que sean necesarias para proteger eficazmente la vida y la salud de sus trabajadores” y el artículo 283 también del Código de Trabajo higiene y seguridad en el trabajo. Nos dice que, “para la protección adecuada de la salud de los trabajadores, se adoptarán y aplicarán las siguientes medidas mínimas en los lugares de trabajo específicamente el numeral cuatro (4) en donde establece que se deben mantener las condiciones atmosféricas adecuadas”.

En definitiva, no hay una regulación específica y detallada de este riesgo para la salud de los trabajadores dentro de las normas Nacionales de Panamá.

Es por eso y como aporte de estudio realizado dentro de la planta de proceso, una vez se conozcan y/o se obtengan resultados, datos reales de la variable de estudio, estrés térmico, se identifican los riesgos producidos a la salud de los trabajadores y así realizar una propuesta al programa de salud y seguridad ocupacional para el manejo y control de los factores que inciden y desmejoran la salud del personal.

Parte III: Fundamentación Teórica

3.1 Bases Teóricas

3.1.1 Estrés térmico

Definición

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2011, p. 1) define que el “estrés térmico corresponde a la carga neta de calor o frío a la que los trabajadores están expuestos y resulta de la contribución combinada de las condiciones ambientales del lugar de trabajo, la actividad física y las características de la ropa”, se puede decir que el estrés térmico es un riesgo generado por la exposición a un ambiente caluroso, así mismo Aron y Hernandez (2013, p. 47) definen que “el estrés térmico como la presión ejercida sobre una persona al estar expuesta a temperaturas extremas y que, a igual de valores de temperatura y humedad y velocidad del aire, para cada sujeto presentan una respuesta distinta dependiendo la susceptibilidad del individuo y de su aclimatación”.

Alvares (2016, p. 9) concuerda que el estrés térmico por calor es la “acumulación de calor por las personas como resultado de la interacción o exposición a un ambiente con altas temperaturas, ejecución de actividades físicas intensas, e incluso el tipo de ropa o vestimenta que llevan”.

De igual manera el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (2019, p. 13) define al estrés térmico de la siguiente manera:

Cuando las condiciones de trabajo dificultan el mantenimiento del equilibrio normal de nuestro organismo, se está ante estrés térmico. Es la carga neta de calor a la que están expuestos los trabajadores, resultado de la combinación de los siguientes factores (excesivo calor

o humedad ambiental y a la exposición a calor radiante, como la radiación solar, la actividad física intensa, el uso de ropa dificulta el intercambio térmico con el entorno”.

3.1.2 Regulación de la temperatura del cuerpo

Cabe mencionar que el cuerpo humano es muy eficaz en regular su temperatura, el sistema asegura que la temperatura se mantenga aproximadamente a 37 ° C. Como menciona Chávez (2002, p. 21) “Cuando la temperatura del cuerpo sube demasiado, se ponen en marcha dos procesos: primero la vasodilatación, aumentando el flujo de la sangre a través de la piel y como consecuencia uno empieza a sudar”. Para el cuerpo humano esto es una herramienta refrescante muy eficaz, porque no requiere de gran energía para realizarlo.

3.1.3 Termorregulación del cuerpo humano

De por si el cuerpo genera calor constante para realizar sus funciones fisiológicas fundamentales, como menciona Mondelo et al. (2013, p.13) “una persona sin hacer absolutamente nada y con su gasto energético al mínimo, es decir, sólo para mantener su organismo vivo, genera entre 65 y 80 watios de calor, según su sexo, edad y superficie corporal”.

Todo cuerpo humano necesita producir energía para conservar su actividad física, mediante el consumo de alimento y por medio de la respiración se producen reacciones químicas complicadas que se van convirtiendo en calor.

Sin embargo, esta producción de calor metabólico por el cuerpo no siempre asegura que la temperatura interna sea necesaria para la vida y para la ejecución de las tareas cuando las personas se encuentran expuestas a determinadas condiciones. Mondelo et al. (2013, p.13):

Establece que los ambientes de altas temperaturas son muchos más peligrosos que los fríos, pues normalmente resulta más fácil protegerse del frío que del calor”. Y que el intervalo de supervivencia puede extenderse, en algunos casos, desde los 28°C hasta los 44°C de temperatura interna, la temperatura interna considerada normal, es la que no deben producirse afectaciones, oscila alrededor de los 37,6°C, dentro de un intervalo de 36°C a 38°C; no obstante, durante actividades físicas intensas puede llegar a alcanzar los 40°C.

Se considera que la temperatura interna del individuo, la cual compone un estado esencial para la salud y la vida debe mantenerse a una temperatura dentro los márgenes ajustados de entre 4 a 5 °C más o menos.

Martínez (2013, p. 2) menciona que “una persona esta exhibida a estrés térmico, cuando existen factores ambientales y propios del trabajo realizado que puede hacer subir su temperatura corporal interna por encima de los 38 °C”.

De igual forma Mondelo et al., (2013, p.16) “establece que las seis variables que define la interacción entre la persona y el ambiente término son las siguientes:

1. La temperatura del aire
2. La temperatura radiante
3. La humedad del aire
4. La velocidad del aire
5. La actividad desarrollada
6. La vestimenta,

Las cuatro primeras las aporta el entorno y las dos segundas la persona”. La cual coincide con Martínez (2013, p. 2) en donde los factores ambientales están contemplados “la temperatura, la humedad, la velocidad del aire y además de la

temperatura de las superficies que rodean al puesto de trabajo, como pisos, techos, equipos”

En la fig. 3 se muestra a personal de la empresa Proluxsa realizando las actividades de empaque lo cual refleja las condiciones ambientales y los factores que afectan a la termorregulación del cuerpo.



Figura 3. Personal de Proluxsa realizando actividades en ambiente caluroso

3.1.4 La sobre carga térmica y la tensión térmica

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo “la sobre carga térmica es la respuesta fisiológica del cuerpo humano al estrés térmico y corresponde al costo que le supone al cuerpo humano al ajuste necesario para mantener la temperatura interna en el rango adecuado” (Nota técnica de prevención 922, 2011, p. 1). “Todo ambiente térmico que provoque tensión en la persona que activen sus mecanismos de defensa naturales para mantener la temperatura interna dentro de su intervalo normal, constituye una sobre carga” (Mondelo et al., 2013, p.16)

Según Mondelo et al (2013, p. 16) se define la sobre carga calórica como “la causa que provoca en el individuo el efecto psicofisiológico que se denomina tensión calórica y que, para efectos prácticos, se considera que el ambiente térmico puede ser de cuatro tipos: de bienestar o confort; permisibles; críticos por calor; críticos por frío”.

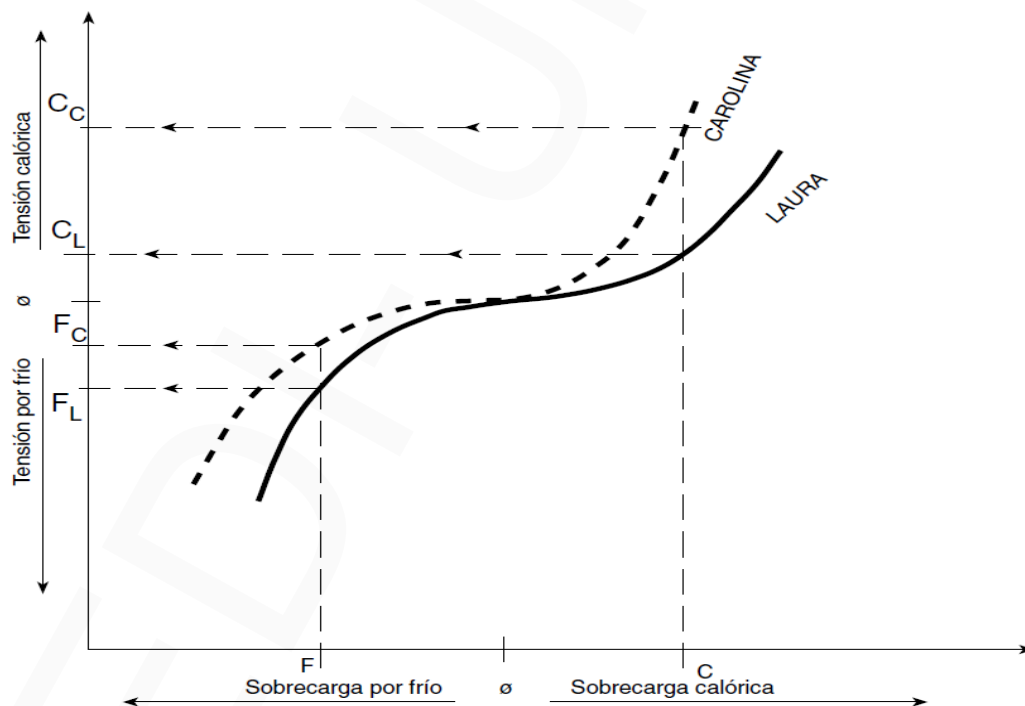
Cuando las condiciones dentro del lugar de trabajo dan lugar a un bienestar o confort las personas se mantienen satisfechas y su organismo interno mantiene el equilibrio térmico, se dice que su temperatura dentro de su organismo se encuentra dentro de los parámetros fisiológicos estables, sin tener que realizar ajustes de adaptación por un ambiente más o menos adverso. Como menciona Mondelo et al (2013, p. 17):

Las condiciones permisibles obligan a la persona a efectuar determinados ajustes fisiológicos para alcanzar el equilibrio térmico y conservar su temperatura interna dentro de los límites normales, lo que provoca una tensión térmica más o menos severa, según la sobrecarga térmica existente, la ropa, la actividad y sus características individuales.

Pero de igual manera al tener o mantener un equilibrio térmico adecuado, se puede decir que causarían pequeñas molestias psicológicas al individuo sin causar daños fisiológicos

“En condiciones críticas por calor, no hay equilibrio térmico entre el ambiente y el cuerpo humano. En el ambiente crítico por calor la temperatura interna se elevará continuamente con el mismo resultado fatal, si el individuo permanece expuesto el tiempo suficiente”. (Mondelo et al., 2013, p. 17)

Sin embargo, no todas las personas son afectadas de la misma manera por la sobrecarga térmica y lo que para unos puede constituir un ambiente severo para otros pudiera no serlo tanto, tal como se observa en la figura 4.



Fuente: (Mondelo et al., 2013, p. 18)

Figura 4. Gráfico con la curva de sobrecarga y tensiones calóricas

Como menciona Mondelo et al. (2013, p. 17) “La exposición a ambientes calurosos, desde el punto de vista conductual, puede provocar la pérdida de la motivación por la actividad, la disminución de la concentración y de la atención, con el consecuente incremento de los accidentes, y una disminución de la calidad del trabajo y del rendimiento”

El estrés térmico por calor es la sensación de malestar asociado a esfuerzos desmesurados del organismo para mantener la temperatura interna en 37 °C; cuando una persona está expuesto al calor se activan mecanismos fisiológicos, donde se pierde calor corporal por medio de radiación y sudoración (Córdova, 2013, p.1). de igual forma expresa y explica Mondelo et al. (2013, p. 17):

Desde el punto de vista fisiológico la tensión calórica puede provocar: deshidratación, quizás calambres debido a un trabajo pesado con sudoración abundante e ingestión de grandes cantidades de agua, síncope de calor con la pérdida del conocimiento debido a un largo periodo de inmovilidad en ambientes calurosos, agotamiento por deshidratación y pérdida de sal por exposición de varios días en sujetos no aclimatados; o, de súbito. Tras esfuerzos físicos intensos y prolongados, manifestaciones de naturaleza digestiva (náuseas y vómitos), cardiovascular (hipotensión, malestar general, lividez, dolores de cabeza, taquicardia, etcétera), neurológica (vértigos y desorientación), golpe de calor (pérdida súbita del conocimiento, Piel seca y caliente, incremento de la temperatura interna hasta más de 40°C, convulsiones u estado de coma).

El riesgo de estrés térmico para una persona expuesta a un ambiente caluroso depende de la producción de calor de su organismo como resultado de su actividad física y de

las características del ambiente que le rodea, el tiempo de exposición y factores personales (Camacho, 2013. p. 31

Afortunadamente, los mecanismos fisiológicos de la termorregulación del cuerpo humano son muy eficientes como explica Mondelo et al. (2013, p. 17) y en las etapas donde las condiciones ambientales laborales y la actividad que se desarrolla no permiten un confort térmico, “se puede desarrollar una tensión más o menos importante según las situaciones, con el fin de tratar de alcanzar un equilibrio térmico aceptable, aunque creando incomodidades, fatiga, disminución de la capacidad física y de la capacidad mental”.

“Un ambiente térmico favorable o neutro se produce cuando la generación de calor metabólico, o termogénesis se equilibra con las pérdidas de calor sensible sin que haga falta luchar contra el calor” (Cújar-Vertel, 2016. P. 334). De lo contrario o sea de no lograrse este equilibrio térmico nos menciona Mondelo et al. (2013, p. 17) que “los mecanismos fisiológicos resultaran insuficientes para resolver el conflicto, la salud de la persona se afectará al incrementarse o disminuir la temperatura corporal fuera de los límites del intervalo considerado normal”.

La temperatura corporal debe mantenerse en los límites mencionados dando como resultado una igualdad entre aumento y disminución de calor del cuerpo expuesto a un ambiente determinado, si el aumento es más que la disminución, el calor se almacena en el organismo y la temperatura se elevará a cada instante hasta llegar a rangos críticos que de no mejorar el ambiente o la situación, se pondría en riesgo la vida.

“Por cada grado centígrado de incremento de la temperatura interna, la frecuencia cardíaca se incrementa unas 10 pulsaciones por minuto, y a partir de 41°C disminuye al decaer la eficiencia cardíaca” (Mondelo et al., 2013, p. 19)

En la figura 5: se observa uno de los equipos instalados en la Sala de proceso, la cual genera vapor constante dando como resultado un ambiente caluroso.



Figura 5. Equipo generador de calor, Marmita

3.1.5 Balance térmico entre la persona y el medio

“El concepto de intercambio térmico se puede analizar como un estado de cuentas en el que el saldo final debe ser cero para que todo marche bien. Entonces se dice que el balance térmico entre el individuo y su entorno está en equilibrio” (Mondelo et al., 2013, p. 19).

El cuerpo humano puede intercambiar el calor mediante diferentes mecanismos entre ellos se tiene la evaporación del sudor, la convección y la radiación (Baraza et al., 2014, p. 414). Este intercambio de calor tiene la característica de verse afectado por

diversas variables como el propio metabolismo, por la radiación de calor, por la convección; es por esto por lo que se debe realizar el estudio de estas variables dentro de la Sala de proceso que permitan conocer si se tienen las condiciones aptas para un intercambio térmico adecuado dentro de esta.

Evaporación del sudor:

Como se ha mencionado la sudoración es un mecanismo fisiológico cuya función es segregar sudor, para enfriar al organismo cuando sea necesario; pero su eficiencia se ve reflejada si el sudor se evapora y esta evaporación está condicionada por la característica del vestido, la humedad y la velocidad del aire. “Si sus valores son desfavorables, el sudor producido no se evapora, sino que empapará la ropa o caerá al suelo y será por tanto térmicamente ineficiente” (Baraza et al., 2014 p. 415).

Para que el sudor se evapore es necesario calor, que es aportado por el propio cuerpo y al realizar este proceso se refrigera. Hay q mencionar que la eliminación de calor se realiza si el sudor se evapora y no solo por el hecho de sudar se realiza. “La cantidad de sudor que se evapora por unidad de tiempo daría en función de la humedad relativa y la velocidad del aire” (Falagan, 2001, p. 606)

Estas condiciones ambientales como son la humedad y la velocidad del aire intervienen directamente en la evaporación del sudor, en donde un ambiente con elevada humedad se hace más lenta la evaporación del sudor, mientras que corrientes altas de aire hace que se el sudor se evapore rápidamente.

Convección

La convección es un proceso por el cual la piel cede calor al ambiente que lo rodea, cuando las temperaturas de ambas son distintas. “si la temperatura de la piel es superior a la del aire, ella cede calor a este y cuando la temperatura del aire rebasa a

la de la piel, es la última la que absorbe el calor” (Falagan, 2001, p. 606). La cantidad de calor intercambiada por convección depende de cuatro variables: temperatura del aire, temperatura de la piel, velocidad del aire y las características del vestido (Baraza et al., 2014 p. 415).

La convección es un mecanismo de transferencia de calor en dos sentidos, el intercambio es dado por un sólido y un fluido, en donde la ganancia o la pérdida de temperatura es mayor cuando es más elevada la velocidad del aire.

Radiación

Según Falagan (2001, p. 606) “la radiación es un fenómeno de intercambio térmico que se origina entre dos cuerpos sólidos a distinta temperatura y que se encuentran uno en las proximidades del otro sin estar en contacto mutuo”. Esto va a depender de que la temperatura del cuerpo sea mayor o menor que la temperatura media de los objetos de su entorno y al final el efecto de ganancia o pérdida del calor evaluado.

Si la temperatura radiante media es superior a la de la piel, el cuerpo gana calor por radiación; en cambio si la temperatura radiante media es inferior a la de la piel, el cuerpo pierde calor por radiación. “La temperatura radiante media se define como la diferencia entre la temperatura de la piel, y la temperatura media de los objetos que rodean al individuo” (Baraza et al., 2014 p. 417).

3.1.6 Metabolismo

Los factores internos que inciden en la producción de calor en el cuerpo son: el metabolismo basal, la actividad muscular, la acción de la tiroxina, adrenalina, noradrenalina, la estimulación simpática de las células y el incremento de la temperatura células del organismo (Mondelo et al., 2013, p. 22).

Alvarez (2016, p. 7) dice que “para mantener la vida, el organismo de los seres humanos constantemente está generando calor por un proceso fisicoquímico conocido como metabolismo, cuya actividad depende de varios factores como el sexo, la edad y la superficie corporal”. De igual manera Mondelo et al. (2013, p. 22) define que “el metabolismo es la suma de las reacciones químicas que se producen en todas las células del organismo para mantenerse vivo”.

El metabolismo basal según las definiciones anteriores es el consumo que se genera en los seres humanos para mantenerse vivos y que ese desgaste va maximizando debido a factores como la edad, el sexo y otros.

3.1.7 Mecanismo fisiológicos de la termorregulación

“Estudios efectuados indican que el centro encargado de regular las temperaturas en todas las partes del cuerpo radica en el hipotálamo, y que mediante sensores que están distribuidos en el organismo envían señales al centro termorregulador a través del sistema nervioso”. Mondelo et al. (2013, p. 22)

“Además, el sistema cardiovascular desempeña un papel fundamental en la termorregulación, evacuando hacia la piel, en caso de calor, los excesos que se acumulan en los órganos y en los músculos para que éste pueda ser disipado hacia el ambiente”. Mondelo et al. (2013, p. 23)

3.1.8 Sobrecarga calórica

“Bajo condiciones calurosas el centro termorregulador incrementa el flujo sanguíneo cargado de calor interno hacia los vasos capilares de la piel, de esta forma la piel aumenta su temperatura y facilita la disipación de calor hacia el entorno por convección y por radiación”. (Guyton, 1993, p.871)

“Estas pérdidas de calor ya sea por convección o por radiación no son lo suficientemente eficiente para disminuir el aumento de la temperatura, el centro regulador ordena a las glándulas sudoríparas la segregación de sudor, para evaporar y así evacuar el calor excesivo de la piel”. (Mondelo et al. 2013, p. 24)

Es de suma importancia tener en consideración lo expuesto por Mondelo et al. (2013, p. 23):

La excesiva sudoración en los ambientes calurosos durante períodos de tiempo puede resultar perjudicial, ya que implica una pérdida de agua y de sales, como el cloruro de sodio, que si no son repuestas provocarán importantes daños en el organismo. Si por otra parte el ambiente es muy humero y el sudor no se evapora o se evapora poco, la piel mojada frena la sudoración, que puede llegar a ser inútil y un elemento adicional de malestar por su goteo, por el desgaste.

Según Guyton (1993, p.871): “una persona no aclimatada sudaría 1,5 litros/h y con 10 días de aclimatación elevaría su sudoración a 3 litros/h. Una persona no aclimatada, suda menos, solo puede mojar el 85% de su superficie cutánea y secreción será menos uniforme, su eficacia evaporativa será menor”.

“La temperatura corporal y la frecuencia cardiaca se incrementan acarreando malestares, desinterés por la actividad y sed. Cuando las pérdidas de agua alcanzan entre 2 y 4 litros, la capacidad de trabajo físico disminuye y se producen serias afectaciones fisiológicas”. (Mondelo et al. 2013, p. 24)

Para evitar estas molestias y afectaciones por exposición a microclimas calurosos se debe aclimatar a la persona ya su organismo realiza cambios fisiológicos importantes como lo menciona Guyton (1993, p.877):

Entre los cambios fisiológicos de mayor interés, que se observan durante la fase de aclimatación, destacan la duplicación de la velocidad máxima de sudoración, el incremento del volumen plasmático y la disminución o casi abolición de la pérdida de sal por el sudor y la orina; estos dos efectos obedecen a la hipersecreción de aldosterona por las glándulas suprarrenales.

3.1.9 Factores que influyen en el estrés térmico

No resulta sencillo determinar los efectos de la exposición al calor, pues algunos factores son difíciles de identificar y evaluar. “Al efectuar experimentos con grupos de personas expuestas a condiciones de sobrecarga térmica, sucede que las reacciones resultan muy variadas y se producen algunas respuestas completamente diferentes”. (Mondelo et al. 2013, p. 24)

Esto se debe de las diferencias fisiológicas entre sujetos en el que también pueden intervenir factores personales más sutiles, como el estado físico de la persona.

Sexo

“El sexo no parece ser relevante con relaciona al calor, si bien las mujeres parecen mostrar una mayor tolerancia a situaciones de baja actividad física” (Baraza et al., 2014 p. 415). “Las mujeres muestran mayores dificultades para soportar la sobrecarga calórica que los hombres, sobre todo cuando están embarazadas. La menor capacidad cardiovascular de la mujer hace que se aclimate peor. Su temperatura de la piel, la capacidad evaporativa y su metabolismo son ligeramente inferiores de la de los hombres”. (Mondelo et al., 2013, p.26)

Las mujeres presentan algunas desventajas con relación a los hombres expuestos a un microclima caluroso, esto se debe a la propia condición física, no obstante, estas

desventajas son difícilmente demostrables porque la respuesta al calor depende también de otros factores incluyendo el nivel de aclimatación de la persona.

Constitución corporal

Mondelo et al., (2013, p. 27) describe lo siguiente referente a la condición física de cada individuo:

Las personas corpulentas están en desventajas en ambientes cálidos, pero en ventaja en los ambientes fríos, frente a las personas menos corpulentas. Esto se debe a que la producción de calor de un cuerpo es proporcional a su volumen (W/m^3), mientras que la disipación es proporcional a su superficie (W/m^2), por lo que, a medida que aumenta el tamaño corporal la relación superficie-volumen se hace cada vez menor, dado que la superficie crece con el cuadrado de sus medidas y el volumen crece al cubo.

La selección del personal es una etapa importante en aquellos trabajos que se desarrollan a altas temperaturas, se debe tomar en cuenta que las personas de constitución delgada presentan mejor respuesta ante el calor que las personas corpulentas, más aún si las mismas presentan sobrepeso que ya es un indicativo de posibles deficiencias en el sistema cardiovascular.

Edad

En ambientes muy calurosos, las personas de más edad son afectados y tienen más dificultad que las jóvenes para disipar la carga calorífica, al parecer debido al retraso en la respuesta de sudoración y a una disminución de capacidad de disipar el calor, lo que da como resultado un almacenamiento superior de calor durante la actividad y un aumento del tiempo necesario para la recuperación (Mondelo et al., 2013, p. 27).

Las personas con mayor edad son más vulnerables y susceptibles al estrés térmico que las jóvenes, esto debido a la propia condición física que impide entre otras cosas mantener la hidratación y tener una respuesta rápida de sudoración por lo que la temperatura se acumula en el organismo pudiendo desencadenar afectaciones a la salud.

Etnia

“Las diferencias éticas frente al calor son sumamente sutiles y no se ha podido comprobar que el color de la piel tenga efectos importantes en la absorción de las radiaciones infrarrojas” (Mondelo et al., 2013 p. 23). Cabe mencionar que personas nórdicas, al estar expuestos a ambientes cálidos, su termorregulación se ve afectada, hasta que se aclimatan.

“Las etnias de pieles oscuras deben absorber más las radiaciones infrarrojas, al parecer esto lo contrarrestan por una mayor preparación frente a los climas calurosos exteriores lograda por la evolución, sus pieles están preparadas para enfrentar las radiaciones ultravioletas del sol (Mondelo et al., 2013 p. 23).

El vestido

“El vestido que modifica la interrelación entre el organismo y el medio al formar una frontera de transición entre ambos que amortigua o incrementa los efectos del ambiente térmico sobre la persona (Mondelo et al., 2013, p. 23).

La nota técnica de prevención 992 (2011, p. 3) menciona que:

En ambientes calurosos el vestido dificulta la evaporación del sudor y su necesidad depende del tipo de calor: en caso de calor seco de los desiertos, la ropa constituye, además de una pantalla protectora contra la radiación calórica, una necesidad imprescindible para evitar la

deshidratación del cuerpo por una excesiva evaporación del sudor. Sin embargo, en el caso del calor húmedo, como es el calor tropical, donde el aire tiene una importante carga de humedad que dificulta la evaporación, la ropa la frena aún más, al contrario del calor del desierto, donde es importante cubrirse más posible, en el trópico el vestido debe ser ligero inexistente, tal como se estila.

3.1.10 Aclimatación al calor

“La aclimatación es un periodo de adaptación fisiológico a las exposiciones a calor intenso, durante el cual el organismo modifica su comportamiento para resistir la agresión con mucho menos desgaste” (Baraza et al., 2014, p. 408). “Esto debido a que favorece los mecanismos de termorregulación fisiológica, aumenta la producción de sudor, disminuye si contenido de sales y aumenta la vasodilatación periférica” (Camacho, 2013, p. 33).

“La aclimatación al calor es la adaptación a condiciones micro climáticas calurosas y se adquiere en un tiempo de 14 días, de exposición a las mismas, no obstante, estas adaptaciones dependen de la función cardiovascular y otras habilidades fisiológicas para disipar el calor” (Sanchez, 2015, p. 8).

“Una persona se expone a un ambiente caluroso, se manifiesta bruscamente una tensión calórica superior a la que experimenta una persona aclimatada: su temperatura rectal y su frecuencia cardiaca sufren aumentos rápidos y muy pronunciados, se presentan malestares que pueden llegar a ser muy severos hasta alcanzar sensaciones de angustia” (Mondelo et al., 2013, p. 29).

“Los beneficios de la aclimatación consisten en mejorar la efectividad y la eficiencia del sistema de distribución y pérdida de calor, mejora el confort en la exposición al

calor y dificultar la aparición de sobrecarga térmica” (Nota técnica de prevención 922, 2011, p. 2)

Un proceso de aclimatación no solo debe presentarse a personal que ingresa nuevo a trabajar, también a los que entran de vacaciones debido a que la aclimatación se va perdiendo con relativa rapidez con el abandono de la exposición al ambiente.

3.1.11 Indicadores fisiológicos de la tensión calórica

“La tensión térmica aparece cuando existe una interacción entre el ambiente térmico, la ropa de trabajo y el grado de sudoración por la actividad que realiza. Al aumentar la temperatura corporal el organismo activa los sistemas termorreguladores para perder calor” (Vivar, 2016, p.21).

Los indicadores de la tensión calórica generalmente más utilizados son:

1. La frecuencia cardiaca (FC)
2. La temperatura interna (t_i)
3. La pérdida de peso por sudoración (S)

La Frecuencia cardiaca

Es un indicador fisiológico del sistema circulatorio que evalúa la carga térmica en condiciones de sobrecarga de trabajo, la frecuencia cardiaca máxima fluctúa entre 90 a 100 latidos por minuto. “El análisis de la frecuencia cardiaca es una de las formas más sencillas de medir la carga física que ejecuta un trabajador asociado a la actividad del puesto de trabajo” (Vivar, 2016, p.21).

“Un método muy útil para evaluar la sobrecarga total del trabajo y del calor consiste en determina el tiempo de recuperación de la frecuencia cardiaca normal, es decir, el

tiempo de descanso necesario para que a frecuencia cardiaca vuelva al nivel de reposo, una vez terminada la actividad” (Mondelo et al., 2013, p. 33).

Para obtener una mejor perspectiva de la Frecuencia cardiaca se hará referencia a lo expuesto por Mondelo et al. (2013, p. 32)

Las frecuencias cardíacas pueden considerarse como un indicador sencillo de la carga que impone al sistema circulatorio la acumulación de calor, inclusive para tensiones térmicas ligeras y moderadas. Este indicador permite evaluar la tensión calórica que provoca la sobrecarga calórica en las personas, en su entorno habitual de actividades, midiendo la frecuencia cardiaca con las mismas actividades, pero bajo condiciones de confort térmico y comparando los resultados con la frecuencia cardiaca bajo las condiciones habituales de sobrecarga calórica.

Para ello debe haber condiciones como: “el trabajo tiene que ser dinámico, el trabajador tendrá que utilizar los músculos más voluminosos, no hacer carga de trabajo estática, no exponerse a estrés térmico y no debe estar con carga mental” (Lázaro y Suárez, 2009, p. 1).

La temperatura interna

“El uso de la temperatura interna como indicador está limitado a tensiones calóricas severa, ya que las tensiones moderadas no provocan normalmente incremento. Por tal motivo, este indicador se utiliza para establecer límites máximos” (Mondelo et al. 2013, p. 34).

Para obtener una mejor perspectiva de la temperatura interna se hará referencia a lo expuesto por Lázaro y Suárez (2006, p. 1).

La temperatura corporal se regula en el hipotálamo del sistema nervioso central, la misma que mantiene una constante entre 37 °C y 37.5 °C, esta regularidad se mantiene siempre que nuestro organismo no sufra una agresión tanto interna como externa. Si tiene algunos de estos parámetros como agente agresor el organismo responde ordenado por el sistema nerviosa central al disminuir o aumentar la temperatura del cuerpo. Como indicador de tensión térmica se condicionada a tensiones calóricas severas, donde se establece una temperatura máxima entre 38 °C y 39 °C. una temperatura constante refleja un equilibrio térmico del cuerpo con relación al medio ambiente que lo rodea, es decir un equilibrio exacto entre la producción y la pérdida de calor. En la piel existe un gradiente de temperatura desde la superficie hacia el interior que ayuda a regular la temperatura corporal.

Pérdida de peso por sudoración

“Respecto a la sudoración, se acepta que, en sujetos aclimatados, la cantidad de sudor generado es proporcional a la tensión calórica que lo ha provocado por lo que solo es posible la utilización de este indicador con individuos aclimatados; de lo contrario será necesario aclimatarlo antes” (Mondelo et al., 2013 p. 34).

Para obtener una mejor perspectiva de la pérdida de peso por sudoración se hará referencia a lo expuesto por Lázaro y Suárez (2006, p. 1)

En trabajadores aclimatados la sudoración es proporcional a la tensión calórica que la provoco. La evaluación de la pérdida de peso se realiza al pesar al trabajador en una báscula antes y después de una actividad, debido a que disminuye masa musculara por perdida del glucógeno depositado en los músculos, al mismo tiempo durante la sudoración

pierde líquidos corporales constantemente que también colabora en la pérdida de peso, posteriormente se mide la ingesta y eliminación de líquidos durante esta actividad y se relaciona con el sudor acumulado en la ropa de trabajo.

En general, “analizar los factores que alteran esas funciones de respuesta a diferentes niveles de sobrecarga metabólica y ambiental, y determinar que mediciones son probablemente las más adecuadas según las circunstancias” (Mondelo et al., 2013, p. 32).

Se debe utilizar varios de estos indicadores, e integrar los resultados para llegar a conclusiones certeras, conociendo que la termorregulación es un mecanismo complejo, estos indicadores reaccionan por otras causas ajenas a la tensión térmica y no siempre es posible practicar mediciones fidedignas (Mondelo et al., 2013, p. 32).

“Al contrario del a frecuencia cardiaca, la medición de la temperatura interna no es sencilla ni cómoda, ya que tendría que medirse en el esófago o en el recto para que fuese lo suficientemente exacta” (Mondelo et al., 2013, p. 32).

En la práctica, se acude a la medición de la temperatura en el tímpano, o de la temperatura sublingual, con las debidas precauciones durante las mediciones: no respirar por la boca, hablar, consumir bebidas frías ni calientes antes de las mediciones (Mondelo et al., 2013, p. 32).

La Organización Mundial de la Salud (OMS 1969) estableció en los calores limites siguientes:

Temperatura interna: L. superior = 40,6 °C y L. Práctico = 38 °C

Frecuencia cardíaca: L. Puntual = 160 puls/min. y L. Jornada = 110 puls/min.

Volumen de sudoración: L. Puntual = 1,5-2 litros /hora y L. Jornada =5 litros/día

3.1.12 Índice de valoración medio (IVM) de Fanger

Según Pérez (2001, p 4) en su evaluación del bienestar térmico en locales de trabajo cerrados mediante los índices térmicos PMV y PPD explica que:

Uno de los métodos más usados para evaluar si las condiciones termo higrométricas de los locales cerrados son confortables es el método de Fanger de evaluación del bienestar térmico global, en el que se basa la norma técnica UNE EN ISO 7730:2006.

El método de Fanger es un método objetivo de evaluación que permite el cálculo del valor numérico de unos índices térmicos, PMV y PPD, indicadores de la sensación de bienestar térmico global del cuerpo, a través de la medición de los cuatro parámetros ambientales (temperatura del aire, temperatura radiante media, velocidad del aire y humedad relativa), la estimación del aislamiento de la vestimenta y la determinación de la tasa metabólica del trabajo que se realiza.

“El método más elaborado desarrollado es el de Fanger, pues incluye todas las variables que influyen en los intercambios térmicos, persona-ambiente: nivel de actividad, características del vestido, temperatura seca o del aire, humedad relativa, temperatura radiante media y velocidad del aire” (Mondelo et al., 2013, p. 78).

3.1.13 Índice de la sobrecarga calórica (ISC)

“La cantidad de calor que tiene el organismo, el mismo que tiene que distribuirse por todo el cuerpo para poder mantener un equilibrio térmico se conoce como índice de sobrecarga calórica. Siempre que haya una sobrecarga se produce una tensión térmica con la respuesta de aumento de la sudoración, frecuencia cardiaca y temperatura corporal (Menéndez, 2009, p. 390).

Para tener una mejor comprensión del índice de sobrecarga calórica se presenta lo expuesto por Mondelo et al. (2013, p. 101).

Si se quiere tener una idea del grado de tensión térmica a que está expuesto un sujeto, se puede optar por el índice de sobrecarga calórica (ISC). El método se basa en el cálculo de la magnitud de los intercambios térmicos entre la persona y el ambiente por medio de los tres mecanismos fundamentales a través de los cuales tiene lugar dicho intercambio térmico: convección, Radiación y evaporación, además de la producción de calor metabólico generado por la actividad.

El índice de ISC, como tal, hace referencia a situaciones de estrés calórico, para calores de 0 a 100, y está en función de la evaporación del sudor. Un ISC de 20 significa, por ejemplo, que el individuo debe evaporar sudor al 20% de sus posibilidades en ese medio microclimático para poder mantener el equilibrio térmico.

3.1.14 Índice de temperatura de globo y bulbo húmedo (WBGT-index)

“Índice WBGT (temperatura del globo y bulbo húmedo) es utilizado para establecer la relación entre la temperatura del globo negro (tg) y la temperatura humedad Natural (thm)” (Castillo & Orozco, 2010, p. 20).

“El método de índice WBGT desarrollado para un uniforme de trabajo (aproximadamente $I = 0.5$ clo.), se realizar correcciones aplicables siempre que la ropa no dificulte de forma importante el intercambio de calor entre la superficie de la piel y ambiente”. (Nota Técnica de prevención 922, 2011, p. 3).

“Este índice integra el efecto de la humedad y del movimiento del aire, de la temperatura del aire y de la radiación, como un factor propio de exteriores con carga solar”. (Falagán, 2001, 625).

“El índice WBGT establecido por Yaglou & Minard, para la US NAVY como método para determinar la severidad del ambiente térmico en ejecución de ejercicios y entrenamientos militares. Reconocido como criterio internacional por la norma ISO 7243, sencilla en su aplicación, cálculos e interpretación” (Mondelo et al., 2013, p. 107)

“El índice es aplicable en la evaluación del estrés térmico en exposiciones continuas, pero en periodos de tiempos de exposición cortos; en situaciones de estrés próximos al confort no es representativo, por lo que no es recomendable su utilización” (Mondelo et al., 2013, p. 112).

Actualmente existen equipos para realizar la medición directa del índice WBGT mediante sensores de temperatura del globo negro, temperatura del aire y de humedad relativa.

3.1.15 Índice de sudoración requerida (SW_{req})

“De los métodos existentes para la valoración del estrés térmico, uno de los más completos es el índice de sudoración requerida SW_{req} desarrollado por Vogt, Candas, Libert & Daull en 1981, recogido en la norma ISO 7933” (Mondelo et al., 2013, p. 113).

Cuando existe pérdida de líquidos por medio de la sudoración y su posterior evaporación, se considera el mecanismo más eficiente para que el organismo pierda calor y mantener una temperatura corporal cerca de los 37 °C. “Este método consiste en que la tasa de sudoración requerida está basada en la evaporación de sudoración requerida sobre la evaporación de sudoración máxima” (Sosa, 1999, p. 35).

Para tener una mejor comprensión índice de sudoración requerida (SW_{req}) se presenta lo expuesto por Mondelo et al. (2013, p. 103).

La importancia de este método radica en que no sólo proporciona los intervalos idóneos de sudoración requerida para colocar a la persona en situación de equilibrio térmico, sino que, además, su interpretación establece una comparación entre la sudoración, la humedad de la piel y la evaporación del sudor requeridas por la actividad, y lo que es fisiológicamente posible y aceptable para el operario.

Este índice se apoya en la ecuación de balance térmico, y al igual que el método de Fanger para el confort, basa su cálculo en el conocimiento de los seis parámetros básicos: Carga metabólica, Temperatura del aire, Temperatura radiante media, Velocidad del aire, Aislamiento térmico de la ropa, Humedad relativa.

3.1.16 Afectaciones a la salud de los trabajadores expuestos a estrés térmico

Todo trabajo que se efectué siempre está expuesto a los muchos peligros que existen dentro de su entorno laboral, en donde se debe realizar una serie de capacitaciones con el fin de sensibilizar y enfocar al personal para poder controlar esos riesgos. Se describirán las afectaciones a la salud cuanto se está expuesto a ambientes calurosos inadecuados.

Deshidratación

“se da cuando el organismo pierde más agua de la que ingiere, es decir el balance hídrico es negativo. A menudo se acompaña de alteraciones en el balance de sales minerales o de electrolitos del cuerpo, especialmente de sodio y potasio” (European hydration institute, 2013).

Sincope por calor

Álvarez (2016, p.6) define que “es la pérdida de conocimiento temporal y brusca. El cual ocurre por una disminución de sangre en el cerebro. Sus síntomas más comunes son desvanecimiento, visión borrosa, debilidad, mareo y náuseas”.

Calambres térmicos

(Cárdenas 2015, p 5) Normalmente se da cuando se realizan actividades físicas intensas a temperaturas elevadas, se caracteriza por contracciones musculares involuntarias y dolorosas. La OIT (2013, p. 8) menciona que “los calambres por calor pueden aparecer tras una intensa sudoración como consecuencia de un trabajo físico prolongado”.

Alteraciones cutáneas

Según la OIT (2013, p. 11) las alteraciones cutáneas son “la erupción por calor o miliaria, que es la alteración cutánea más común asociada a la exposición al calor. Se produce cuando la obstrucción de los conductos sudoríparos impide que el sudor alcance la superficie cutánea y se evapore”.

Golpe de calor

Es uno de los efectos más graves a causa de la exposición intensa de calor, se da:

Cuando la temperatura del cuerpo supera por encima de los 46 °C, según los registros que identificaron, se menciona que entre el 15 % y 25 % de casos fueron mortales, se caracteriza por los siguientes síntomas como piel seca, sudoración excesiva, pulso rápido, pérdida de conocimiento, dolor de cabeza, náuseas y convulsiones (García 2012, p. 1).

3.1.17 Medidas de prevención y control de estrés térmico

Control en la fuente

Intervenir en el control de los riesgos térmicos en la maquinaria o en fuentes de calor se deben identificar en primer lugar los peligros, probabilidades, daños y consecuencias, para luego emitir las medidas necesarias para el control del factor de riesgo. Se debe considerar el origen de la radiación calórica, si la fuente es interna o externa en el lugar de trabajo.

Fuentes de calor en exteriores

Ya conocidos los efectos del riesgo por estrés térmico en el trabajador y ya evaluado el riesgo calórico presente en el área, se analizan parámetros para su corrección y control, como lo menciona Cortés (2007, p. 476):

Las aportaciones térmicas provenientes del exterior como sería la energía solar o de los diferentes procesos de producción de una empresa, se debe intervenir primordialmente en la fuente, luego en acondicionamiento de aire del puesto de trabajo y posteriormente sobre el receptor. Se utilizará, aisladores de calor, al construir tabiques opacos o de vidrio, que separan las actividades del trabajador con la máquina que emite calor, campanas extractoras, pantallas radioactivas, acondicionadores de aires y ventilación de los locales.

En interiores o lugares cerrados

Las pantallas de aislamiento elaboradas con material de aluminio son consideradas actualmente como las más técnicas para aislar el calor. Para controlar el calor en lugares cerrados de operaciones industriales y el calor es transmitido por convección, una forma de control es el de realizar aberturas para turbinas extractoras en la parte

superior del edificio para facilitar la salida del aire caliente y aberturas o ventanales en la parte inferior para permitir la entrada de aire fresco.

Otra medida que se toma como valida es la de aislar de forma selectiva la parte de una máquina que emita un efecto de calor /cortes, 2007, p. 477).

Control en el medio de transmisión

Al conocer los factores de riesgo producto del calor, lo primero que se realizará es la acción de ventilar las zonas calurosas, en donde se toman medidas ingenieriles para su ventilación natural, si esta no funciona se debe instalar ventilación asistida con instalación de ventiladores industriales.

“Otra modificación sería la de reemplazar paredes con materiales que absorban la humedad y por último se dotará de surtidores de agua cercanos al sitio de trabajo para que el trabajador se hidrate frecuentemente” (Siles, 2005, p. 75).

Control en el receptor

Si las medidas tomadas anteriormente no son suficientes o no están dentro del presupuesto de la empresa que debe adecuar al receptor o trabajador, quien es el que recibirá la fuente de calor. Estas medidas serian:

Reducción de la producción del gasto metabólico

Se refiere a disminuir la carga de trabajo que realiza el trabajador de manera que minimice a valores aceptables el gasto metabólico mediante la fuerza que utilizan, el tipo de movimiento, la rotación del personal.

Limitación de la duración de la exposición

“Elaborar cronogramas de ciclos breves de calor, rotación de los puestos de trabajo. También se podría considerar el proveer áreas de descanso en ambientes frescos e hidratación. Los trabajos más duros deben realizarse en horarios donde la carga de calor sea menor” (Monroy y Mendoza, 2010, p. 4).

Creación de un microclima en el puesto de trabajo

Se puede decir que un ambiente confortable es lograr la suficiente renovación del aire, sin que se formen corrientes de aire que incomoden al trabajador. “para lograr este objetivo se podría instalar o construir cabinas climatizadas, utilizar en áreas de descanso equipos de aire acondicionado, proveer de ventiladores focalizados al área calorífica” (Menéndez, 2009, p. 401).

Labor de información interna y externa

“al trabajador informar sobre los parámetros de signos y síntomas de sobrecarga térmica, patologías frecuentes a la exposición al calor causadas por el estrés térmico, aconsejar a los trabajadores acerca de una buena hidratación, estilos de vida saludable y de una buena práctica laboral” (Menéndez, 2009, p. 401).

Uso adecuado de ropa de trabajo

Generalmente cuando el trabajador está próximo a focos de elevadas temperaturas se utilizan trajes especiales contra el calor, que son fáciles de colocar, pero resultan voluminosos e incómodos y dificultan el movimiento (Erro, 2010, p. 19).

3.2 Bases Legales

La investigación se fundamenta en la siguiente legislación nacional e internacional

3.2.1 Código de Trabajo de la República de Panamá.

Riesgos Profesional

Higiene y seguridad en el trabajo

Artículo 282. Todo empleador tiene la obligación de aplicar las medidas que sean necesarias para proteger eficazmente la vida y la salud de sus trabajadores; garantizar su seguridad y cuidar de su salud, acondicionando locales y proveyendo equipos de trabajo y adoptando métodos para prevenir, reducir y eliminar los riesgos profesionales en los lugares de trabajo, de conformidad con las normas que sobre el particular establezcan el Ministerio de Trabajo y Bienestar Social, la Caja de Seguro Social y cualquier otro organismo competente.

Artículo 283. Para la protección adecuada de la salud de los trabajadores, se adoptarán y aplicarán las siguientes medidas mínimas en los lugares de trabajo:

1. Que los desechos y residuos no se acumulen.
2. Que la superficie y la altura de los locales de trabajo sean suficientes para impedir aglomeración de los trabajadores y para evitar obstrucciones causadas por maquinarias, materiales y productos.
3. Que exista alumbrado suficiente y adaptado a las necesidades del caso, ya sean natural, artificial o de ambas clases.
4. Que se mantengan condiciones atmosféricas adecuadas.
5. Que se provean instalaciones sanitarias y medios necesarios para lavarse, así como agua potable en lugares apropiados, en cantidad suficiente y condiciones satisfactorias.
6. Que se provean vestuarios para cambiarse de ropa al comenzar y terminar el trabajo.
7. Que se establezcan lugares apropiados para que los trabajadores puedan consumir alimentos o bebidas en los locales de trabajo.
8. Que, en lo posible, se eliminen o reduzcan los ruidos y vibraciones perjudiciales a la salud de los trabajadores.

9. Que las sustancias peligrosas sean almacenadas en condiciones de seguridad, y la salud de los trabajadores en los lugares de trabajo.

3.2.2 Normativa Internacional

Ley ecuatoriana

Reglamento De Seguridad Y Salud De Los Trabajadores Y Mejoramiento Del Medio Ambiente De Trabajo

Decreto No. 2393 Registro Oficial No. 249 febrero 3/98

Real decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

UNE-EN ISO 7243:2017. Ergonomía del ambiente térmico, evaluación del estrés al calor utilizando el índice de WBGT (Temperatura del bulbo húmedo y de Globo).

Bienestar térmico. Criterios de diseño para ambientes térmicos confortables

NTP322. Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT

Conclusiones

Es de suma importancia reconocer, evaluar e identificar las variables presentes dentro del estudio de estrés térmico que se realiza en el área de proceso de la Empresa Proluxsa, con el fin de determinar y obtener criterios adecuados del ambiente en el que los trabajadores de la empresa prestan sus servicios en los diferentes puestos de trabajo y a lo largo de su jornada con el fin de utilizar el método más adecuado que se adapte a las situaciones y variables del ambiente laboral, enfocado al bienestar del trabajador para obtener de manera más precisa y efectiva una evaluación y una valoración acorde a las necesidades y problemáticas que presenta el área de proceso de enlatados de la empresa Proluxsa; ya que debido a una aplicación incorrecta de cualquiera de los métodos desarrollados, puede dar lugar a resultados equívocos.

Al reconocer que se tiene en la empresa un número significativo de factores que influyen en el estrés térmico se hace imprescindible la evaluación no solo del ambiente donde se realizan los trabajos, sino de todos los trabajadores que difieren en edad, sexo, constitución corporal, entre otros y que realizan labores que incrementan su metabolismo, generando su propio calor con un ambiente laboral inadecuado y caluroso y afectando ya sea su equilibrio térmico o su confort dentro del área, desmejorando su calidad laboral, siendo ineficiente por el bajo rendimiento y al final afectando su salud; con lo cual el estudio realizado dará las respuestas y los resultados necesarios para realizar los cambios de las condiciones ambientales y evitar que se presenten futuras situaciones en otras áreas que tengan iguales o similares características a las estudiadas.

El estudio presenta e incluye las actividades, las condiciones de adaptación que se desarrollan dentro del ambiente en el área de empaque de la empresa Proluxsa, lo que se conoce como ergonomía y que juega un papel fundamental en la realización de la investigación. Se debe conocer y evaluar los trabajos realizados dentro del área de

empaques, su actividad, su velocidad, si es repetitivo o no para tener una mayor comprensión y estimación del efecto que tendrá el ambiente caluroso y si es influyente en el estudio para tomarlo en cuenta.

La Legislación panameña basada en las condiciones ambientales calurosas no representa relevancia alguna ante la protección de los trabajadores bajo los efectos de ambientes extremos por calor. Esta normativa tiene que ser más específica, tener criterios y datos basados en estudios dirigidos específicamente a la problemática actual en nuestro País para evaluar, identificar y controlar las empresas que tengan este tipo de trabajos en ambientes calurosos.

Los beneficiarios directos con el estudio por estrés térmico en el área de proceso de la empresa Proluxsa es el personal de planta que labora en dicha área en donde se realizan las labores de manufactura de los diferentes productos que se fabrica. Si duda alguna tendremos además el mayor beneficiario indirecto que es la compañía empleadora Proluxsa debido a que se verá incrementada la producción, se realizará el trabajo con más eficiencia, se evitara accidentes laborales debido al exceso de calor y se reducirá la inasistencia por enfermedades relacionadas al riesgo por estrés térmico.

Los trabajadores tendrán un área de trabajo más confortable para realizar sus labores diarias y así se disminuirá la probabilidad de que se produzcan accidentes. Se aumentará la concentración y disminuirá la irritabilidad, sobre todo, en el área donde se concentra la mayor cantidad de calor y humedad. También existirá la disminución de las dolencias como son: enfermedades cardiovasculares, respiratorias, renales, cutáneas, diabetes y se minimizarán las llamadas enfermedades relacionadas con el calor como son Golpe de calor que es la alteración más grave relacionada con el calor y que puede tener consecuencias graves a su salud.

Se tendrán datos reales y concretos para las mejoras estructurales y de ingeniería necesarias para mantener un ambiente libre de estrés térmico y que los trabajadores tengan la posibilidad de trabajar en condiciones ambientales adecuadas. Se podrán realizar cambios administrativos gracias al estudio realizado mediante, horarios flexibles, control de los tiempos de exposición al calor de ser el caso, rotación del personal y jornadas de descanso para su recuperación. Se realizarán jornadas de capacitación enfocadas a la salud y seguridad en el trabajo acorde a las necesidades de la empresa y a todo el personal de planta basados en los datos obtenidos en este estudio.

Al finalizar el estudio realizado en la planta de proceso de enlatados se debe tener un ambiente laboral más higiénico libre de zonas calurosos y tratando de minimizar al máximo la exposición a este de manera que se establecerán programas de aclimatación para el personal nuevo, control médico de cada colaborador, charlas informativas, educativas para mantener informado al trabajador sobre las afectaciones que tiene la exposición prolongada a ambientes calurosos y mantener un control de las condiciones ambientales mediante indicadores fiables y sus registros.

Bibliografía

- Alvares Jara, Kiro pat. (2016). Evaluación de estrés mediante el índice TGH y gato metabólico de fabricación de tuberías de plástico. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima.
- Aron melgar y Hernandez Rodriguez, José Ovidio. (2013). Cuantificación de los niveles de riesgo ergonómico, ruido, intensidad luminosa y estrés térmico a lo cuales están expuestos los trabajadores de una planta industrial en el Salvador.
- Baraza, X., Catrejón, e., & Guardino, X. (2014). Higiene Industrial. UOC. Barcelona España.
- Camacho, D.I. (2005). Estrés térmico en trabajadores Expuestos a Área de fundición en una Empresa Metalmecánica, Mariana.
- Cárdenas Bedon, Henry. (2015). Evaluación de estrés térmico por exposición al calor en actividades en el campo libre en una empresa del sector agroindustrial. Universidad nacional de Ingeniería. Lima.
- Chávez, Francisco Javier. (2002). Zona variable de confort térmico. Barcelona.
- Código de trabajo de la república de Panamá. (2015). Libro segundo, Riesgos profesionales, título 1, Higiene y seguridad en el Trabajo. Panamá.
- Córdoba Silva, C. Respuesta del cuerpo ante altas temperaturas.
<https://www.emb.cl/hsec/articulo.mvc?xid=218&edi=10&xit=estrestermico>

- Cújar-Vertel, A. J. (2016). Evaluación de las condiciones térmicas ambientales del área de producción de una panadería en Cereté. Córdoba.
- Eastman, K. (1983). Human Factors Section. Ergonomic Design for People at Work, Volumen 1-2. Lifelong Learning Publications. Belmont, CA.
- Erro, J. (2010). Medidas de preservación y protección. Estrés térmico por Calor. http://ladep.es/ficheros/documentos/2010_Riesgos_stres.pdf.
- Falagán, R. (2001). Higiene Industrial aplicada. Fundación Luis Fernández Velasco. <http://site.ebrary.com/lib/utasp/detail.action?docID=10306605>.
- Fisk, W. J. Health and productivity gains from better indoor environments and their relationship with building energy efficiency.
- García, S. & Peñahora, M. (2012) Trabajar con calor. Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo. España.
- Grandjean, E. (1988). Fitting the task to the Man. Taylor & Francis. London.
- Guyton, A.C. (1993) Tratado de fisiología Médica, ed. McGraw-Hill Interamericana, Madrid.

Instituto europeo de Hidratación. (2013). Deshidratación.
<https://www.europeanhydrationinstitute.org/dehydration>.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2011). Notas técnicas de prevención. 992: Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos.

Instituto sindical de trabajo, ambiente y salud. (2019). Calor en el trabajo en el sector de ocio educativo y animación sociocultural. Valencia.

Lárazo, E. & Suárez R. (2009). Tensión fisiológica por exposición laboral a ambientes calurosos en trabajadores de cocina.
http://bvs.sld.cu/revista/rst/vol10_2_09/rst03209.html

Martínez, C. (2013). Estrés calórico: medición y evaluación según ISO7243.

Menéndez, F. (2009). Que es el Índice de sobre carga térmica. Higiene Industrial, (10ma. Ed.). Valladolid. España.

Mondelo, P., (2013). R. Ergonomía 2 confort y estrés térmico.

Monroy, E & Mendaza, P. (2010). Estrés térmico y sobrecarga térmica: definición de estrés térmico (I).
<http://www.insht.es/inshtWeb/contenidos/documentacion/NPT/NPT/ficheros/89a925/922w.pdf>

Monroy, E & Luna, P. (2011). Estrés Térmico y Sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (I). Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el Trabajo.

OIT. (2013). Calor y frío. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. INSHT.

Ramsey, J. D., (1978). Abbreviated guidelines for heat stress exposure.

Seguridad salud y ambiente. (2021) Normativa sobre confort y estrés térmico. Normativa sobre Confort y Estrés Térmico: Higiene Industrial, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional Ecuador: ESTRES, TERMICO, FRIO, CALOR, CONFORT, QUITO, GUAYAQUIL, CUENCA, ECUADOR (higieneindustrialyambiente.com)

Sánchez, S., (2015) El Estrés térmico Laboral: ¿Un Nuevo Riesgo con Incidencia Creciente? Revista colombiana de salud ocupacional.

Siles, N. (2005). Evaluación de riesgos: Planificación de la acción preventiva en la empresa (1era ed.). Vigo. España.

Sosa, M. Índice de temperatura efectiva. Ventilación natural efectiva y cuantificable. Caracas, Venezuela.

Vivar, C., (2016). Implementación de medidas en prevención y control del riesgo estrés térmico en la planta de utilidades de la refinería de Esmeralda. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/15100/1/CD-6912.pdf>