



## **FACULTAD DE POSGRADO**

### **TEMA**

**Prevalencia del estrés térmico por calor y sintomatologías asociadas a la salud en trabajadores de la empresa Constructora TechnoMacro S.A.**

Autor: Ing. Jessica Melina Oliva Zambrano

Presentado para Optar al Título en

**MAGISTER EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL**

Director: Dr. Juan Carlos Flores Díaz, PhD.

Asesor: Ing. Víctor Hugo Arias Bejarano, MSc.

**MAESTRÍA EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL**

Línea de Investigación: Salud y Bienestar Integral

Universidad Técnica del Norte

Sede Principal, Ibarra-Ecuador - 2023

## **DEDICATORIA**

*Dedico el resultado de esta investigación a Dios por bendecirme, darme sabiduría, acompañare y siempre ser mi protector en cada paso de mi vida, por darme fortaleza en cada obstáculo y librarme de cada peligro.*

*A mi familia, mis papitos Aidita y Enrique, quienes han sabido formarme con valores y me han enseñado que hay que luchar para lograr lo que anhelamos, a mis hermanos Jenny y Lenin, por ser mi motivación para siempre salir adelante, a mis sobrinos, Jocabed, Josué, Stéfano y Evan, por ser tan importantes y llenar mi vida de felicidad.*

*A mi Bolita y mi Cocky, por demostrarme que existe el amor incondicional.*

***Jessica Melina Oliva Zambrano***

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios, por permitirme siempre cumplir mis metas y sueños*

*A la Universidad Técnica del Norte, por permitirme terminar mis estudios de cuarto nivel*

*A mi tutor Dr. Juan Carlos Flores y asesor Ing. Víctor Hugo Arias, por ser apoyo y guía  
en esta investigación*

*A la empresa TechnoMacro S.A. por abrirme las puertas, permitirme agrandar mis  
conocimientos, experiencia y acceder a realizar este trabajo de grado*

*Finalmente, a mi familia por ser mi apoyo y motivación en cada etapa de mi vida.*

***Jessica Melina Oliva Zambrano***



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:	DE	0401841861	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	Oliva Zambrano Jessica Melina	
DIRECCIÓN:		Montúfar-San Gabriel	
EMAIL:		jmolivaz@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	(0593) 983925039
	(06) 2291351		

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Prevalencia del estrés térmico por calor y sintomatologías asociadas a la salud en trabajadores de la empresa Constructora TechnoMacro S.A.
AUTOR (ES):	Ing. Jessica Melina Oliva Zambrano
FECHA: DD/MM/AAAA	10/11/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	MAGISTER EN HIGIENE Y SALUD OCUPACIONAL
ASESOR /DIRECTOR:	Flores Díaz Juan Carlos. PhD

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) 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 (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 28 días del mes de noviembre de 2023

EL AUTOR:

Jessica Melina Oliva Zambrano



## APROBACIÓN DEL DIRECTOR

Yo, Ph.D. Flores Díaz Juan Carlos, certifico que el Maestrante Ing. Oliva Zambrano Jessica Oliva con cedula N<sup>o</sup> 0401841861, ha elaborado bajo mi tutoría la sustentación del Trabajo de Grado titulado:

PREVALENCIA DEL ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR Y SINTOMATOLOGÍAS ASOCIADAS A LA SALUD EN TRABAJADORES DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA TECHNOMACRO S.A.

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

Ibarra a los 10 días del mes de noviembre del 2023.

Dr. Flores Díaz Juan Carlos.  
PhD. Ciencias de la Salud Ocupacional.  
Ci: 1709564148

## Contenido

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA.....	1
1.1 Planteamiento del Problema.....	1
1.1.1 Esquema del problema.....	3
1.2 Antecedentes.....	3
1.3 Objetivos.....	6
1.3.1 Objetivo General.....	6
1.3.2 Objetivos Específicos.....	6
1.4 Justificación.....	6
CAPÍTULO II.....	11
MARCO REFERENCIAL.....	11
2.1 Marco Teórico.....	11
2.1.1 Higiene Industrial.....	11
2.1.2 Metodología de actuación de la Higiene Industrial.....	11
2.1.3 Factor de riesgos laborales.....	12
2.1.4 Riesgo Físico Ambiental.....	13
2.1.5 Ambiente térmico por calor.....	13
2.1.6 Sintomatología por calor.....	16
2.1.7 Estrés térmico por calor.....	18
2.1.8 Riesgos para la salud.....	19
2.1.9 Identificación de riesgos.....	19

2.1.10	Valoración de riesgos.....	20
2.1.11	Método de evaluación. Temperatura de globo y bulbo húmedo WBGT....	21
2.2	Marco Legal .....	30
2.2.1	Normativa Nacional.....	30
2.2.2	Normativas Internacionales .....	32
<b>CAPÍTULO III .....</b>		<b>34</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>		<b>34</b>
3.1	Diagnóstico de la situación actual de la empresa Techno Macro .....	34
3.1.1	Misión .....	34
3.1.2	Visión .....	34
3.1.1	Organigrama estructural .....	35
3.1.2	Actividades relacionadas con cada puesto de trabajo.....	36
3.1.3	Flujograma de proceso.....	38
3.1.4	Descripción de proceso.....	39
3.2	Enfoque y tipo de investigación.....	41
3.3	Población.....	41
3.4	Identificación de factores de riesgo ergonómico ambiental por estrés térmico en San Luis de Pambil.....	43
3.4.1	Resultados de la matriz de identificación de riesgos aplicada al puente de San Luis de Pambil. ....	44
3.5	Análisis de estrés térmico mediante WBGT .....	45
3.5.1	Índice TGBH ó WBGT.....	45
3.5.2	Datos técnicos de mediciones.....	45
3.5.3	Instrumentación .....	46
3.5.4	Metodología de medición .....	47
3.5.5	Evaluación de índice WBGT .....	47
3.5.6	Cálculo WBGT .....	48
3.6	Fichas sociodemográficas .....	51

3.6.1	Fichas sociodemográficas aplicadas a los trabajadores.....	51
3.7	Encuesta aplicada.....	55
<b>CAPÍTULO IV .....</b>		<b>56</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>		<b>56</b>
4.1	Análisis de resultados .....	56
4.2	Análisis de prevalencia de estrés térmico por calor.....	57
4.2.1	Comparación de resultados según el INSST y el Decreto Ejecutivo 2393 ....	58
4.2.2	Resultados obtenidos según el INSST en rangos de edad .....	59
4.2.3	Factor de riesgo según la edad.....	60
4.3	Discusión.....	60
<b>CAPÍTULO V .....</b>		<b>61</b>
<b>PROPUESTA DE HIGIENE LABORAL.....</b>		<b>61</b>
6.1	Datos informativos.....	61
6.2	Antecedentes .....	62
6.3	Factibilidad .....	62
6.4	Fundamentación legal .....	63
6.5	Metodología .....	64
6.6	Propósito .....	64
6.7	Plan de medidas preventivas y control.....	65
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>69</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>71</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>72</b>
<b>Bibliografía.....</b>		<b>83</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 .....	20
Tabla 2 .....	20
Tabla 3 .....	21
Tabla 4 .....	23
Tabla 5 .....	24
Tabla 6 .....	25
Tabla 7 .....	26
Tabla 8 .....	27
Tabla 9 .....	28
Tabla 10 .....	32
Tabla 11 .....	36
Tabla 12 .....	39
Tabla 13 .....	42
Tabla 14 .....	43
Tabla 15 .....	45
Tabla 16 .....	46
Tabla 17 .....	49
Tabla 18 .....	52
Tabla 19 .....	55
Tabla 20 .....	56
Tabla 21 .....	58
Tabla 22 .....	58
Tabla 24 .....	66
Tabla 24 .....	74
Tabla 25 .....	75
Tabla 26 .....	76
Tabla 27 .....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	3
Figura 2.....	11
Figura 3.....	13
Figura 4.....	15
Figura 5.....	17
Figura 6.....	19
Figura 7.....	29
Figura 8.....	30
Figura 9.....	35
Figura 10.....	38
Figura 11.....	44
Figura 12.....	46
Figura 13.....	47
Figura 14.....	59

## RESUMEN

Esta investigación surge de la necesidad de evitar condiciones de trabajo con exposición a altas temperaturas presentadas en los diferentes puestos de trabajo de la empresa constructora TechnoMacro S.A. en el proyecto de “construcción de 29 puentes carrozables en las zonas rurales de la provincia de Bolívar” en la parroquia de San Luis de Pambil con un clima tropical mega térmico húmedo. La acumulación de calor en el cuerpo hace que las personas no desarrollen sus actividades físicas con normalidad, su rendimiento disminuye por lo tanto la productividad de la empresa se ve afectada, es necesario realizar un diagnóstico en todos los puestos de trabajo para identificar la sintomatología asociada al estrés térmico por calor, esto se evalúa a través de la herramienta española del INSST 2023, empleando el instrumento HT30 para la toma de datos WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) establecido en la norma ISO UNE EN 27243 (ratificada), se debe tomar en cuenta si el trabajo que realiza en exterior con exposición a radiación solar o en interiores sin exposición a radiación solar y el tipo de trabajo que realiza, en esta constructora se tiene que, de los 22 trabajadores el 82% se expone a una situación peligrosa y el 100% indica tener sintomatología asociada a este riesgo, por lo que es necesario aplicar un plan de medidas preventivas y control, como: un programa de vigilancia de la salud, cronograma de capacitaciones, puntos de hidratación, y ropa de trabajo adecuada.

**Palabras clave:** Estrés térmico, calor, sintomatología, índice WBGT, exposición.

## ABSTRACT

This research arises from the need to avoid working conditions with exposure to high temperatures in the different workplaces of the construction company TechnoMacro S.A. in the project of “construction of 29 motorable bridges in the rural areas of the province of Bolívar” in the parish of San Luis de Pambil with a humid mega thermal tropical climate. The accumulation of heat in the body causes people not to carry out their physical activities normally, their performance decreases therefore the productivity of the company is affected, it is necessary to carry out a diagnosis in all jobs to identify the associated symptoms. to thermal stress due to heat, this is evaluated through the Spanish INSST 2023 tool, using the HT30 instrument for collecting WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) data established in the ISO UNE EN 27243 standard (ratified), it must be taken into account whether the work carried out outdoors with exposure to solar radiation or indoors without exposure to solar radiation and the type of work carried out, in this construction company, of the 22 workers, 82% are exposed to a dangerous situation and 100% indicate having symptoms associated with this risk, so it is necessary to apply a plan of preventive and control measures, such as: a health surveillance program, training schedule, hydration points, and appropriate work clothing.

**Keywords:** Thermal stress, heat, symptomatology, WBGT index, exposure.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1 Planteamiento del Problema

El estrés térmico concierne a la carga neta de calor para los trabajadores que se encuentran expuestos, lo que incide como resultado la contribución combinada de ciertos factores tales como: condiciones ambientales, la actividad física y las características de la ropa que llevan (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. [INSHT], 2011).

Quienes llegan a realizar actividades físicas en ambientes extremadamente calurosos, su temperatura corporal suele verse incrementada, generando un origen de riesgo de estrés térmico por calor, más aún si existen factores propios mencionados anteriormente.

La empresa TechnoMacro S.A, ubicada en la ciudad de Guayaquil como matriz principal, y su sucursal en Quito, se dedica a la solución de ingenierías en diferentes proyectos de construcción, presta servicios de obras civiles, ingeniería mecánica, mantenimientos industriales, obra de infraestructura eléctrica y consultorías.

En la actualidad la empresa, se encuentra ejecutando un proyecto de construcción de 29 puentes carrozables en las zonas rurales de la provincia de Bolívar, teniendo así la exposición de los trabajadores a diferentes riesgos, siendo uno de ellos el estrés térmico por calor, debido a que las condiciones ambientales no favorecen, especialmente en la zona de San Luis de Pambil, que se encuentra a una altitud de 187 msnm con una temperatura entre los 18°C y 24°C, las actividades diarias se ejecutan con una jornada normal de 8 horas diarias de lunes a domingo, afectando el rendimiento físico y mental de los trabajadores. De tal manera, podría ocasionar accidentes laborales, enfermedades profesionales o ausentismo, por lo que es necesario un estudio para la planeación de medidas de control.

La gestión de seguridad e higiene en la empresa es mínima, por lo que puede llegar a relacionarse con problemas de integridad física y salud de sus trabajadores, debido a la exposición de riesgos, que puede llegar a provocar trastornos sistémicos como es el caso de la

deshidratación, calambres; o alteraciones cutáneas y sudoración, síntomas en los que es necesario aplicar medidas preventivas.

La carencia de un departamento médico o un médico ocupacional en la empresa hace que, no exista vigilancia a la salud de los trabajadores y un seguimiento de las sintomatologías presentadas durante la jornada laboral, de esta manera no existe una ficha médica con fines preventivos y control de enfermedades.

Sobre condiciones normales, la temperatura del organismo humanos se encuentra entre 35,8°C y 37,2°C, esta, puede ir variando según la actividad física y ambiente. Cuando la temperatura corporal se incrementa, entra en acción mecanismos compensadores tales como la sudación, la vasodilatación y la hiperventilación, teniendo como consecuencia el aumento de ritmo cardiaco y descenso en actividades físicas (Ayala, 2007).

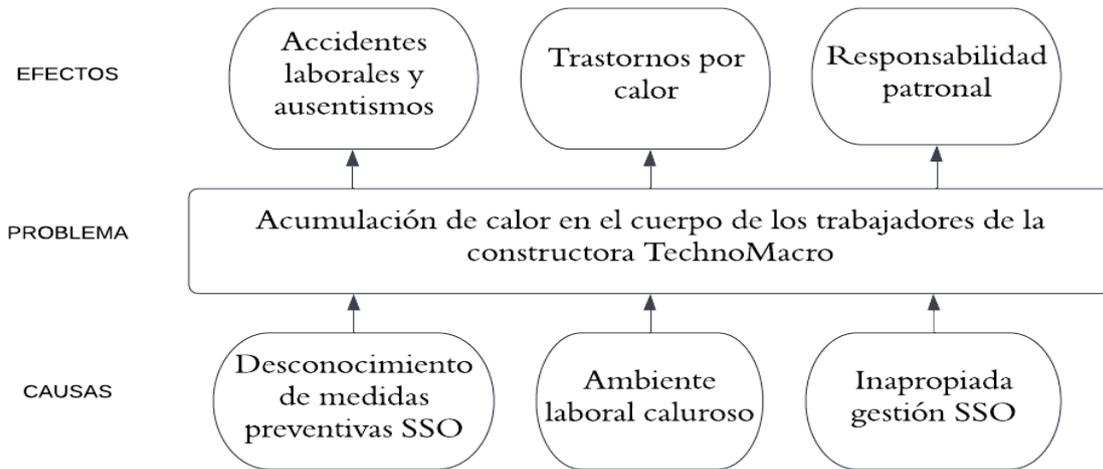
Por otra parte, el clima es un factor condicionante, y realizar labores de construcción en ambientes calurosos y al aire libre afecta directamente al trabajador, por consecuencia el nivel de rendimiento de la producción. Los factores que llegan a afectar al colaborador directamente es la temperatura, la humedad, radiación solar, viento, nubosidad y precipitaciones (Strofer, 2022).

Según el IEISS, en Ecuador en el año 2021 alcanza 19.586 accidentes de trabajo reportados y 552 enfermedades profesionales. (Instituto Ecuatoriano de Seguridad y Salud Ocupacional IEISS, 2022). Para toda empresa, que se dé un tipo de este suceso de enfermedad o accidente es una amenaza y pérdida, por lo que es importante mitigar riesgos y peligros, guardando la integridad del trabajador.

### 1.1.1 Esquema del problema

**Figura 1**

Árbol de problemas



*Nota.* Esta figura fue elaborada por el autor

## 1.2 Antecedentes

En la empresa no se han realizado estudios de estrés térmico por calor, siendo este, un riesgo físico ambiental, por lo que se ha visto necesario plantear medidas de prevención en el presente proyecto: "Construcción de puentes carrozables en el sector de San Luis de Pambil", debido a su clima tropical mega térmico húmedo con una temperatura entre 18 Y 26 °C, y una altitud de 187 msnm (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de San Luis de Pambil., 2015).

Para complementar lo mencionado se ha revisado algunos estudios investigativos sobre el tema, los mismos que permiten afianzar la propuesta de intervención para TechnoMacro S.A,

De acuerdo con Segovia, en su publicación: "Las empresas deben tomar medidas para prevenir la exposición de los trabajadores a altas temperaturas", menciona que, los trabajos realizados bajo el sol pueden agravar patologías previas como las enfermedades cardíacas o la alta presión arterial, por lo tanto, es necesario que todas las organizaciones se acojan a las medidas de prevención para garantizar su protección. En el año 2021 se han registrado en Madrid 58 accidentes de trabajo, esto debido al calor e insolación siendo uno de ellos mortal.

así mismo se ha registrado 89 accidentes dentro de la jornada debido a los efectos de las temperaturas extremas, la luz y la radiación. Por todo ello, considera que es fundamental extremar las precauciones en los lugares de trabajo, y ser más estrictos con el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales, para evitar accidentes relacionados con la exposición a altas temperaturas (Segovia, 2022).

El estrés por calor es una afección importante para la salud, la seguridad y la productividad de los trabajadores sobre todo para quienes laboran en áreas cálidas y húmedas. El trabajo físico prolongado en ambientes térmicos afecta gravemente a las personas que realizan actividades físicas, en la investigación "Estrés por calor en minas subterráneas y sus medidas de control", los autores mencionan que, la fatiga pre desarrollada es una de las causas principales de los riesgos para la salud, la seguridad y la pérdida de productividad, por lo que es esencial establecer parámetros personales, ambientales y profesionales que ayuden a minimizar los riesgos de exposición (Roy et al., 2022).

Ortiz et al., (2021) en su estudio denominado: "Parámetro de riesgo por exposición a estrés térmico en trabajadores de la construcción" hace mención que, los trabajadores que realizan actividades físicas al aire libre son más vulnerables al estrés térmico por calor, por lo tanto, su salud y rendimiento en sus actividades se ven notablemente afectados y en graves casos pueden ocasionarles la muerte. En países de primer mundo se está abordando y dando importancia a los impactos negativos que se ha generado en la salud de las personas, principalmente a los trabajadores de empresas dedicadas a la construcción y agricultura.

En otra investigación realizada por Revueltas et al.,(2015) en el artículo científico "La salud humana frente al estrés térmico por el cambio climático" menciona que en el año 2023, el estrés térmico por calor puede llegar a ocasionarse por las altas temperaturas, aproximándose a los límites de tolerancia del cuerpo humano, llegando a incrementar el riesgo en los trabajadores provocando malestares o dolencias, esto es a causa de que incrementa la carga neta de calor, resultado de una combinación de condiciones ambientales, actividades físicas y tipo de vestimenta. El cuerpo humano tiene un sistema termorregulador, que ayuda a mantener la temperatura corporal dentro de los límites adecuados, dependiendo de vasomotor que es la vasoconstricción y la vasodilatación, esta es la primera línea de defensa del organismo corporal ante altas temperaturas, cuando estos fallan, surgen de inmediato los daños a la salud, y por

consecuencia enfermedades previas. El aumento de temperatura en el cuerpo agota el sistema metabólico del corazón y provoca debilidad del miocardio.

En el estudio realizado por Revueltas et al., (2015). “Caracterización del ambiente térmico laboral y su relación con la salud de los trabajadores expuestos” tiene como objetivo conocer la valoración del medio térmico en jornadas laborales, apreciar las afecciones presentadas en los trabajadores debido a la exposición al calor extremo, esto mediante el método WBGT (Temperatura de Globo de Bulbo – Húmedo). Una elevada temperatura ambiental, alta humedad y un esfuerzo pueden causar disturbios, conocidos como trastornos que son producidos por el calor, siendo sistémicos y locales, también el calor llega a producir efectos negativos como es el ausentismo, disconformidad y afecciones emocionales, esto lleva a cometer actos inseguros o que se produzcan accidentes laborales, provocando que eficiencia laboral disminuya, cuando la temperatura ambiental sobrepasa de los 38 °C, se produce aumento de irritabilidad en los trabajadores.

El método de índice Temperatura de Globo - Bulbo Húmedo (Wet Bulb Globe Temperature Index (WBGT)), es uno de los métodos más utilizados a nivel mundial, llega a combinar dos parámetros: temperatura húmeda natural (temperatura de bulbo húmedo), temperatura de globo, Tg; en algunas situaciones la temperatura del aire (temperatura de bulbo seco), Ta y humedad relativa. Se puede llegar a aplicar dos ecuaciones, dependiendo si está expuesto al interior o exterior con carga solar, utilizando un medidor de temperatura de globo y bulbo húmedo marca Testo 950, con un rango de -30 °C a 50 °C, y un error de  $\pm 0,2$  °C, de fabricación alemana. Se empleó un medidor de temperatura natural de aire seco (rango de -50 a 200 °C), para las mediciones de la temperatura del aire. Las mediciones se realizan bajo condiciones normales de trabajo: días normales de producción y días típicos (soleados). Como resultado de su investigación obtuvieron que el 98.76% de los trabajadores consideraron que están expuestos a un ambiente caluroso, y que, 33 de los 81 trabajadores a los que se les realizó el estudio presentaron estrés térmico, posterior a esto tomaron la decisión de aplicar medidas preventivas (Revueltas et al., 2023).

Por último, en un estudio efectuado por Avila et al., (2022) aplicado a un grupo de trabajadores, cuyo objetivo fue “Describir un patrón estacional de exposición a estrés térmico por calor, para escenarios laborales agrícolas, según régimen de trabajo/descanso, consumo metabólico y condición de aclimatación”, aplicando la metodología WBGT, auxiliados con la

aplicación informática ETHEL, teniendo como resultados que, el país de Cuba en las estaciones: invierno, su riesgo de estrés térmico se relaciona con la temperatura húmeda ( $r=,956$ ), en primavera con la temperatura seca natural del aire ( $r =,760$ ), en verano con la temperatura radiante y húmeda ( $r =,882$  y  $r =,813$ ), y en otoño con la temperatura húmeda ( $r = ,960$ ) y la radiante ( $r =,884$ ). Teniendo como conclusión que los valores obtenidos sobrepasan los límites referenciales para toda condición.

### **1.3 Objetivos**

#### ***1.3.1 Objetivo General***

Determinar los factores de estrés térmico por calor y sintomatologías asociadas a la salud en trabajadores estableciendo medidas preventivas en Constructora.

#### ***1.3.2 Objetivos Específicos***

- Diagnosticar los puestos de trabajo que presenten condiciones térmicas desfavorables en base a la normativa legal vigente.
- Identificar las características de la sintomatología a la salud de los trabajadores.
- Aplicar herramientas y métodos de evaluación para estrés térmico por calor que permita establecer variables.
- Proponer un plan de medidas de prevención y control, que permita minimizar el estrés térmico por calor.

### **1.4 Justificación**

La Organización Internacional del Trabajo con sus siglas OIT, prevé que en el 2030 el estrés térmico se incremente debido al calentamiento global, de esta manera se pierda hasta 80 millones de puestos de trabajo, esto conlleva a grandes pérdidas económicas que pueden llegar a ser desde los 2.4 billones de dólares en escala mundial. Se ha realizado una hipótesis que, de los sectores más afectados son la agricultura y la construcción. El sector de la construcción se verá gravemente afectado, previendo en el año 2030, que se perderá el 19% de las horas de trabajo. Se estima que, las regiones donde se perderán más horas laborales serán en Asia meridional y África occidental, es decir 43 millones y 9 millones de puestos de trabajo

respectivamente. Mientras que, los países con ingresos bajos y medios-bajos, serán afectados de manera adversa por no disponer de los recursos necesarios e importantes para adaptarse al aumento de calor, por otro lado, la economía se verá afectada notablemente (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2019).

La Organización Panamericana de la Salud OPS, hace referencia que, las personas deben mantener su temperatura corporal entre los 36°C y 38°C, para mantener el equilibrio calórico, lo cual es requisito fisiológico para la salud, la seguridad y el confort laboral. A nivel mundial existe la exposición a temperaturas extremas tales como son: el frío y el calor, considerando a esto un riesgo laboral tradicional. En un estudio realizado en el país de Cuba, el calor es uno de los contaminantes físicos ambientales más frecuentes durante el verano, por lo que afecta a los trabajadores y recomiendan estar actualizado sobre las condiciones climáticas, para evitar el estrés y la sobrecarga térmica en el hombre (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2021).

La Organización Mundial de la Salud OMS, en el documento “Promoción de la salud mientras se mitiga el cambio climático” explica sobre los beneficios que pueden llegar a obtenerse si se mitiga la exposición al cambio climático, caso contrario existen enfermedades y muertes, por contaminación ambiental mueren siete millones de personas cada año y el calentamiento global puede llegar a excederse 2°C cada siglo, de manera que es una oportunidad para promover prioridad a la salud y bienestar físico (World Health Organization, 2015).

En América Latina que comprende (américa central y américa del sur) y el Caribe, son quienes corren más peligro por exposición al sol. Según el quinto informe de evaluación del IPCC, la temperatura media anual, en el último siglo se ha visto en aumento, la mayor parte de América del Norte de igual manera en EE. UU y Canadá. se han visto varios episodios de calor extremo, a finales del siglo XXI pueden llegar a subir hasta 6°. En el caso de América Latina y el Caribe, se ha observado que en los últimos 40 años el incremento de la temperatura fue de 0,7 °C y 1 °C en toda América Central y América del Sur (OIT, 2019).

En el Ecuador también se ha visto reflejados problemas debido a los cambios climáticos y aumentos de temperatura excesivos y repentinos por el calentamiento global, llegando a superar los 30°C, esto en zonas costeras y de temperaturas cálidas húmedas y tropicales, escenario que ha llamado la atención a causa de que no es habitual, son anomalías según el

INAMHI, viéndose afectadas las personas que se exponen a realizar actividades al aire libre (Medina, 2020).

Los colaboradores de diferentes profesiones y ocupaciones expuestos a trabajos al aire libre con temperaturas altas, hace que el calor corporal aumente y crezca linealmente con la carga térmica, siendo el resultado del calor del metabolismo más al calor ambiental. Mencionando que la piel llega a perder calor por: conducción, convección, radiación y evaporación del agua (Revueltas et al., 2023).

Una alta temperatura ambiental, humedad alta y esfuerzo físico pueden llegar a provocar disturbios o trastornos, llegando a ser sistémicos como síncope por calor, edema por calor, calambres, agotamiento y golpe de calor. Las personas que utilizan su recurso termorregulador ayudan a equilibrar un poco la temperatura de su cuerpo.

Las afecciones cutáneas más comunes son: miliaria cristalina, sarpullido, miliaria profunda, intertrigo, urticaria por calor, las afecciones oftalmológicas: cataratas, queratoconjuntivitis, además a nivel laboral el calor llega a provocar ausentismos, disconformidad, afecciones emocionales que pueden inducir al trabajador a que realicen actos inseguros, por ende, ocasionar accidentes laborales graves, de esta manera se reduce la eficiencia y capacidad laboral. La exposición al calor influye sobre sus relaciones laborales, sociales, bienestar físico y mental, por lo que hay que preservar sus salarios, para optimizar su seguridad y mejorar su satisfacción laboral (Revueltas et al., 2015).

Los factores que intervienen en los riesgos y daños a los trabajadores llegan a ser la falta de aclimatación al calor, para esto se necesita de 7 a 14 días, se considera grave que un trabajador se encuentre en jornada completa sin haber cumplido el ciclo de aclimatación, se debería incrementar en un 10% cada día hasta llegar a completar una jornada normal, en caso de que se le asigne un descanso o vacaciones, por 3 semanas, el personal debe volver a aclimatarse con el mismo ciclo. Como factores personales afecta la obesidad, estado de salud, toma de medicamentos, falta de ejercicio, falta de descanso, consumo de alcohol y drogas, tomar mucha cafeína, haber tenido anteriormente algún trastorno relacionado con las temperaturas altas.

Los trabajadores que sufren de enfermedades cardiovasculares, respiratorias, diabetes, insuficiencia renal, enfermedades gastrointestinales, epilepsia o algún tipo de enfermedad mental, son quienes más vulnerables se encuentran ante el estrés térmico por calor, por lo que se recomienda realizar sus actividades físicas en condiciones de temperatura moderada. La toma de medicamentos en ciertos pacientes hace que, se incrementen sus riesgos y se altere la termorregulación natural del cuerpo siendo estos (antihistamínicos, antidepresivos, tranquilizantes, etc.). Los diuréticos pueden facilitar la deshidratación afectando gravemente al trabajador (INSHT, 2015).

Esta investigación está alineado al Plan de Creación de Oportunidades (2021-2025), al objetivo 1, política 1.1 que menciona: “Crear nuevas oportunidades laborales en condiciones dignas, promover la inclusión laboral, el perfecciona mismo de modalidades contractuales, con énfasis en la reducción de brechas de igualdad y atención a grupos prioritarios, jóvenes, mujeres y personas LGBTI+” (Secretaría Nacional de Planificación, 2021).

Así mismo, el Ministerio de Trabajo, (2022) afirma que, “La Dirección de Seguridad y Salud en el Trabajo determina que los riesgos del trabajo son de cuenta del empleador y que hay obligaciones, derechos y deberes que cumplir en cuanto a la prevención de riesgos laborales.”

Los riesgos físicos ambientales, se deben considerar importantes para la prevención de enfermedades y accidentes laborales, mejorando el bienestar del trabajador y de esta forma lograr cumplir con los objetivos planteados por la empresa.

En la actualidad el proyecto de construcción de puentes TechnoMacro S.A, no cuenta con un estudio de riesgos laborales de estrés térmico por calor, por lo que se ha esto genera problemas en las condiciones físicas del trabajador, debido a que, se encuentran laborando en un ambiente caluroso por la exposición directa al sol, sujetos a un bajo rendimiento y posibles problemas a la salud, al proponer un plan de control y minimización de este riesgos mejorará el ambiente laboral, evitando ausentismos o cualquier causa que genere pérdidas a la empresa y malestar al trabajador.

Esta investigación tendrá el apoyo de la gerencia directamente para que las mediciones se realicen en horarios laborales, sin interrumpir actividades laborales, así este proyecto será de guía a varios estudios realizados referentes a estrés térmico por calor en áreas de construcción,

por estudiantes, docentes, consultas, entre otros, dentro y fuera de la universidad, aportando de esta forma al área de Seguridad y Salud Ocupacional.

## CAPÍTULO II

### MARCO REFERENCIAL

#### 2.1 Marco Teórico

##### 2.1.1 *Higiene Industrial*

La higiene industrial es una técnica que ayuda a la prevención de riesgos en el trabajo, basándose en la identificación, medición, evaluación y control de estos, actúa sobre los factores ambientales en los que se desarrolla una actividad laboral. (Baraza et al., 2016).

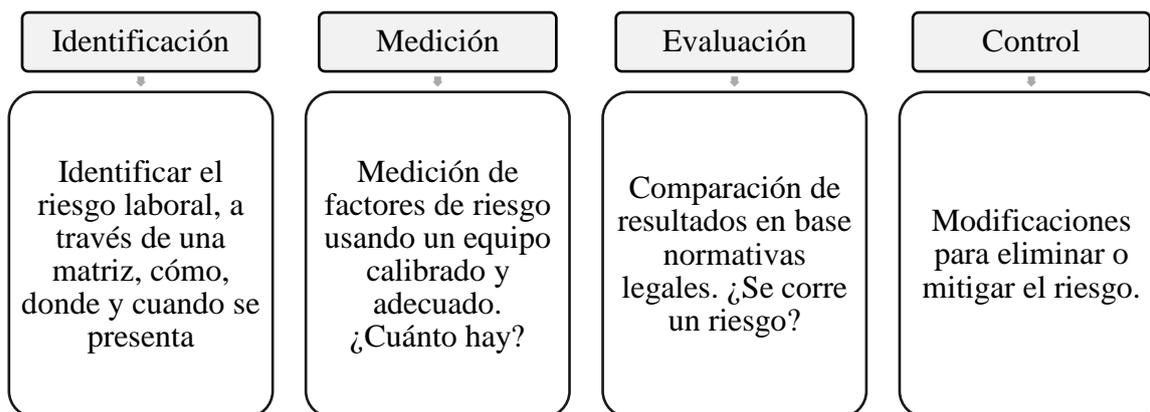
El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT, 1994) indica que, etimológicamente Higiene Industrial significa “protección de la salud en el trabajo”. En efecto, la palabra “higiene” procede del griego Hygiea, divinidad mitológica hija de Esculapio, dios de la medicina, cuya misión era la protección de la salud y la prevención de la enfermedad.

Los primeros higienistas industriales aparecen en Gran Bretaña y EE. UU., a finales del siglo XIX y a inicios del siglo XX, en 1910 la doctora Alice Hamilton es una de las primeras que inició con esta exploración sobre el control de factores de riesgo que llegan a afectar como enfermedades profesionales. El objetivo principal de esta materia es, estudiar el ambiente físico de cuanto llegaría a afectar de manera negativa a las personas en sus labores. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo [INSHT], 1994).

##### 2.1.2 *Metodología de actuación de la Higiene Industrial*

Para la identificación de los riesgos en la rama de la Higiene Industrial es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

**Figura 2**  
*Metodología de evaluación de la higiene industrial*



*Nota.* Esta figura indica como de debe aplicar la actuación en un estudio de higiene industrial. Adaptada de (Baraza et al., 2016).

### 2.1.3 Factor de riesgos laborales.

-Riesgo Físico:

El Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST,2017) menciona que el riesgo físico describe distintas formas de energía, que tiene la capacidad de causar daño en la salud y seguridad de los trabajadores, esto incluye las vibraciones, el ruido, las radiaciones etc., así mismo están presentes en varias actividades laborales cotidianas como construcción, industrias, varios lugares de servicios o producción.

-Riesgo Químico:

“El riesgo químico es una condición a los que los trabajadores se encuentran sujetos debido a la exposición o contacto con un agente químico presentado de forma natural o procesado de forma intencional o no” (INSST, 2017).

-Riesgo Mecánico:

“Se conoce como riesgo mecánico al conjunto de factores que pueden dar lugar a una lesión, producidos por maquinaria, herramientas, aparatos de izar, instalaciones, superficies de trabajo, orden y aseo” (ASPREC S.A., 2019).

-Riesgo Psicosocial

Son condiciones de trabajo que se muestran adversas, ya sea por un diseño inadecuado o implantación en la organización, tienen manera de impactar de forma negativamente sobre la seguridad, salud y bienestar de los trabajadores, mostrando una fuente de riesgo que es necesario gestionar (INSST, 2017).

#### -Riesgo Ergonómico

“Es una disciplina que tiene en consideración factores físicos, cognitivos, sociales, organizacionales y ambientales, pero con un enfoque “holístico”, en el que cada uno de estos factores no son analizados aisladamente, sino en su interacción con los demás” (INSST, 2017).

#### -Riesgo Biológico

Es la exposición a agentes biológicos mientras un trabajador realiza una actividad laboral, Los principales daños derivados de la exposición a agentes biológicos son: infecciones, alergias y efectos tóxicos o intoxicaciones (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo [INSST], 2016).

### ***2.1.4 Riesgo Físico Ambiental.***

El riesgo físico ambiental colabora con la investigación de condiciones externas que afectan a las personas tales como los factores ambientales pueden ser: ruido, niveles térmicos, iluminación, su estudio ayudará a mejorar la condición laboral y de esta manera tener una productividad segura y confortable (Geraldo & Paniza, 2014).

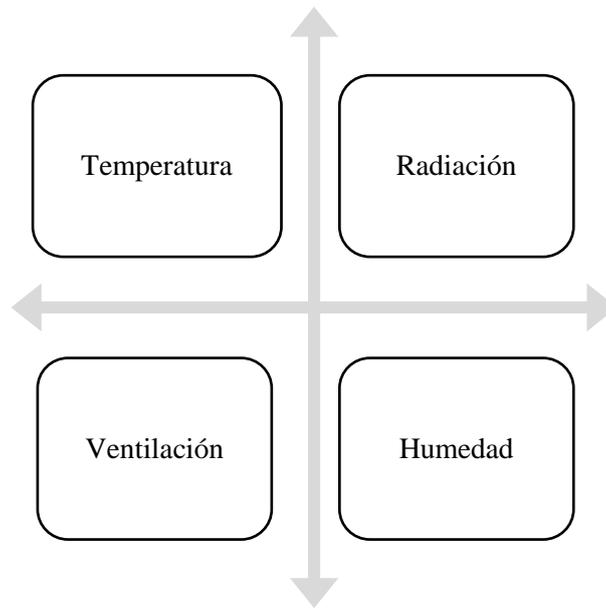
### ***2.1.5 Ambiente térmico por calor.***

El ambiente laboral es un factor que influye en la disminución o aumento de los índices de productividad, muestra la eficacia de los trabajadores, es la consecuencia del calor que genera por el mismo metabolismo del cuerpo en base a la carga térmica metabólica debido a su postura y movimiento en sus actividades, a esto se le añado el metabolismo basal (Santamaría & Guevara, 2018).

#### **2.1.5.1 Condiciones Ambientales:**

### **Figura 3**

## Condiciones Ambientales



*Nota.* Condiciones ambientales que producen estrés térmico por calor. Adaptada de: (Prolipa, 2017)

Temperatura: Es una magnitud de forma física que indica el nivel ya sea de frío o calor de los cuerpos o del ambiente en general.

Radiación: “La radiación presenta una diferencia fundamental respecto a la conducción y la convección: las sustancias que intercambian calor no tienen que estar en contacto, sino que pueden estar separadas por un vacío” (Prolipa, 2017).

Ventilación: Esto se referencia a la provisión o extracción de aire en cierta zona, puede ser de forma natural o mecánica haciendo que se perciba aire agradable y limpio (Hernández, 2000).

Humedad: Es un vapor de agua en el aire, cuando existe una mayor temperatura existe más humedad.

### 2.1.5.2 Factores individuales de riesgo

Condición física: Es la capacidad de una persona al momento de realizar una actividad física.

Edad: El estrés térmico por calor afecta de manera más directa a personas de mayor edad debido a su vulnerabilidad por sus problemas de circulación periférica, y por problemas de mantener la hidratación (Romero, 2022).

Hidratación: Romero (2022) hace referencia que, “El cuerpo pierde agua por difusión a través de la piel y por la respiración, pero principalmente la pérdida de agua durante una situación de estrés térmico se produce mediante la sudoración. La rehidratación, bebiendo agua es efectiva y rápida”

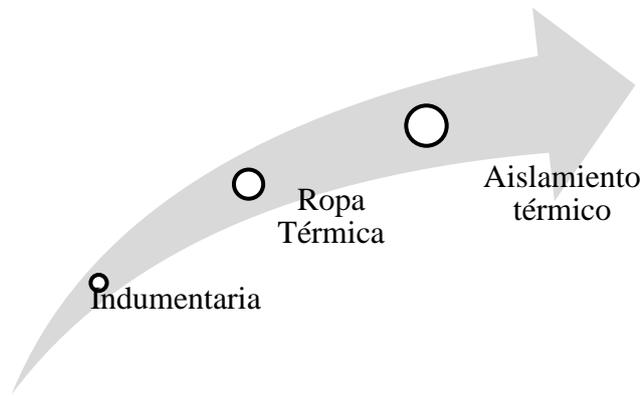
Sobrepeso: “Las personas obesas presentan una serie de desventajas a la hora de enfrentarse a una situación de estrés térmico debido al incremento del aislamiento térmico que sufre el cuerpo, las posibles deficiencias del sistema cardiovascular y la baja condición física” (Romero, 2022).

Medicamentos y bebidas: Estos llegan a impedir la sudoración en el cuerpo de la persona.

Aclimatación: Es un proceso en la persona, dura de 7 a 14 días dependiendo la actividad física que se realice, de igual manera el tipo de ropa que use. Al interrumpir este proceso por una o dos semanas, la persona tardará de 4 a 7 días para volver a aclimatarse (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. [INSHT], 2011).

### **2.1.5.3 Ropa de trabajo**

**Figura 4**  
*Ropa de Trabajo*



*Nota.* Cómo afecta o protege la ropa de trabajo al personal. Adaptada de (Ramos, 2018)

Aislamiento térmico: La forma de vestimenta modifica la interrelación entre el medio y el organismo en un ambiente donde se presente el calor la vestimenta evita que el sudor se evapore, en calor seco la ropa construye una protección de radiación calórica, en calor húmedo donde exista una considerable humedad es necesario llevar ropa más ligera. (Ramos, 2018).

Ropa Térmica: “La capacidad de aislar térmicamente que poseen las prendas de vestir se denomina “Resistencia térmica del vestido” y se mide en unidades llamadas “clo” (Ramos, 2018).

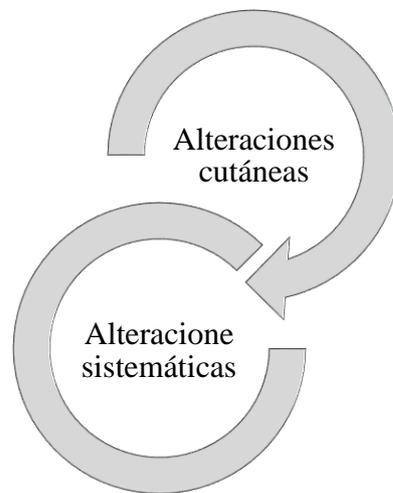
Indumentaria:

Ramos Guevara (2018) nos indica que, en ambientes calurosos la ropa ideal será aquella que permita a los trabajadores/as disipar el calor libremente. La ropa también se puede utilizar como un equipo de protección personal, para proteger a los trabajadores/as de factores tales como el calor por radiación o para bloquear el viento.

**2.1.6 Sintomatología por calor**

Las personas tienen una enfermedad causada por el calor cuando sus cuerpos no pueden enfriarse por sí mismos con el sudor. El sudor es el aire acondicionado normal del cuerpo, pero cuando la temperatura corporal sube rápidamente, el sudor no es suficiente. Las enfermedades causadas por el calor pueden ser graves y ponen en peligro la vida. Las temperaturas corporales muy altas pueden dañar el cerebro u otros órganos vitales y causar incapacidad e incluso la muerte (Ramos, 2018).

**Figura 5**  
Sintomatología por calor



*Nota.* Cómo se dan la sintomatología por calor en las personas (Ramos, 2018).

#### **2.1.6.1 Alteraciones cutáneas**

Erupción por calor: También se la conoce como miliaria, es cuando el sudor se queda en la piel por mucho tiempo en la piel. Puede producir pequeñas ampollas, bultos profundos, inflamarse la piel y ocasionar comezón, esto puede llegar a desaparecer cuando la piel se enfría. En casos graves se debe acudir a una atención médica (Mayoclinic.org, 2022).

Irritación: Ocurre cuando se está expuesto a temperaturas altas, teniendo como síntomas, levantamiento de piel, enrojecimiento y picazón, puede presentarse a cualquier edad.

Sudoración: Es una función que el cuerpo cumple para mantenerlo más fresco y mantener la temperatura.

#### **2.1.6.2 Alteraciones sistemáticas**

Golpe de calor: Es un cuadro clínico denominado hipertermia incontrolada que llegan a afectar directamente a los tejidos. Se refiere a cuando la termorregulación superó, de esta manera la persona usa gran parte de sus defensas para combatir la hipertermia. Se considera un elevado de temperatura interna cuando va sobre los 40,5 °C, la piel está caliente y muy seca ya

que la sudoración no es producida. Es importante tener una asistencia médica inmediata, en graves casos puede llegar a existir fallecimiento (Ortega, 2020).

Agotamiento por calor: Ortega(2020), menciona que el agotamiento por calor es la causa de una gran deshidratación, se muestran cuando se pierde la misma capacidad de realizar una labor, presenta, náuseas, fatiga, necesita una hidratación y reposo para que el trabajador pueda recuperarse. La pérdida de sales provoca calambres llegando a que el trabajador tenga hipotensión y taquicardia.

Síncope por calor: Es cuando el trabajador o trabajadores pierden la conciencia, se desmayan, generalmente les ocurre a personas que no son acostumbradas a exposición por calor, provoca un cuadro de debilidad, sed, náuseas e incluso vómitos, hipotensión y taquicardia (Ortega, 2020).

### ***2.1.7 Estrés térmico por calor***

En la vida cotidiana los trabajadores están expuestos a varios riesgos, siendo uno de ellos el estrés térmico por calor debido a las actividades al aire libre que realizan diariamente.

El estrés término por calor es la carga de calor que los trabajadores reciben y acumulan debido a las actividades realizadas en ciertas condiciones ambientales junto con la actividad física y su ropa de trabajo.

Cuando se realizan trabajos por calor excesivo puede ser incómodo e incluso llega a generar riesgos a la salud. Se considera también que, cuando se realizan actividades expuestas a una temperatura baja hay que considerar el tiempo de exposición debido a que puede causar varias afecciones al trabajador.

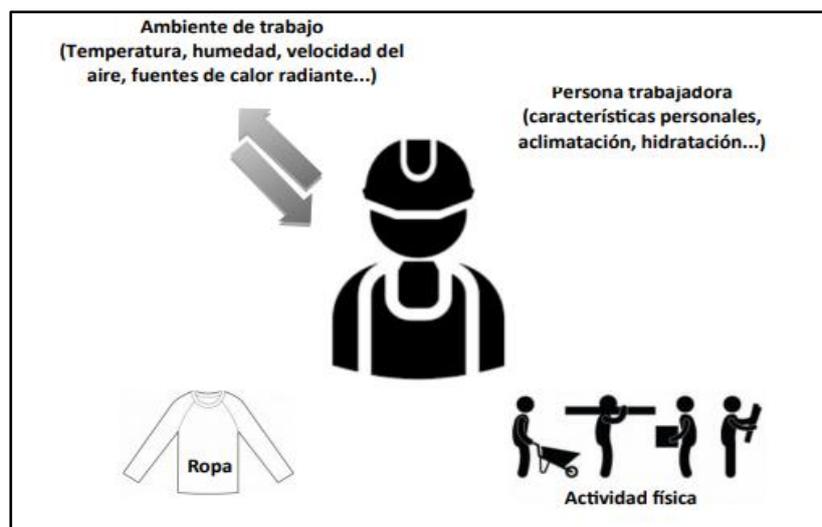
Es importante por ello conocer cuáles son los factores de riesgo que miden y determinan el estrés térmico, entre los que se incluyen: la temperatura del aire, la humedad relativa, la velocidad del aire, la radiación, la actividad metabólica y el tipo de ropa (emisividad y radiación de esta) La medición de estos factores de riesgo permitirá determinar las demandas térmicas internas y externas que dan lugar a la

termorregulación del cuerpo humano. Se ha de tener en cuenta los factores propios de cada persona, los cuales pueden variar en el tiempo (Romero, 2022).

También intervienen factores como el sobrepeso, estado de salud, mala forma física, estado de salud, falta de aclimatación. Puede provocar la muerte al trabajador si se expone a una temperatura mayor a 40°C

### Figura 6

*Esquema de principales factores de afectación de estrés térmico por calor*



*Nota.* Las actividades diarias de los trabajadores se ven afectadas directamente por la exposición al estrés térmico. Tomada de (Ortega, 2020).

#### 2.1.8 Riesgos para la salud

- Alto riesgo de que ocurra un accidente de trabajo.
- Produce dolencias y malestares como: enfermedades respiratorias, cardiovasculares, diabetes, entre otros.
- Enfermedades provocadas por el calor: deshidratación, erupciones, agotamiento, entre otros.

#### 2.1.9 Identificación de riesgos

Para evaluar los riesgos se toma en cuenta: la probabilidad por la consecuencia, la probabilidad nos indica los factores de riesgo que logran ocasionar un daño, siendo las condiciones de trabajo o actos inseguros de trabajo, mientras que la consecuencia se refiere a

la magnitud del daño. de que algo pueda ocasionar: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en del Trabajo , 1996).

En la tabla 1 se logra apreciar el tipo de probabilidad:

**Tabla 1**  
*Tipos de Probabilidad*

<b>Tipo de probabilidad</b>	<b>Daño</b>
<b>Baja</b>	Ocurre rara vez
<b>Media</b>	Ocurre algunas ocasiones
<b>Alta</b>	Ocurre siempre o casi siempre

*Nota. Esta tabla fue tomada de (INSHT, 1996)*

La consecuencia para evaluar los riesgos se puede apreciar en la siguiente tabla:

**Tabla 2**  
*Descripción de la consecuencia de riesgos laborales*

<b>Consecuencia</b>	<b>Descripción</b>
<b>Extremadamente dañino</b>	Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales.
<b>Dañino</b>	Quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores. Dermatitis, sordera, asma, trastornos musco-esqueléticos, enfermedad que conduce a incapacidad menor y momentánea.
<b>Levemente Dañino</b>	Daños superficiales, cortes y pequeñas magulladuras, irritaciones de ojos por polvo. Molestias e irritación, dolor de cabeza, disconfort

*Nota. Esta tabla fue tomada de (INSHT, 1996).*

### **2.1.10 Valoración de riesgos**

Para la valoración del riesgo se toma en cuenta los siguientes criterios, una vez realizado esto se genera un control o mitigación de estos.

**Tabla 3**

*Valoración de riesgos, se decide si existen riesgos tolerables*

<b>RIESGO</b>	<b>ACCIÓN Y TEMPORIZACIÓN</b>
<b>Trivial (T)</b>	No se requiere acción específica.
<b>Tolerable (To)</b>	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
<b>Moderado (M)</b>	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
<b>Importante (I)</b>	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
<b>Intolerable (In)</b>	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

*Nota.* Esta tabla fue tomada de (INSHT, 1996).

Para identificación de riesgos existe varias matrices que pueden ser utilizadas, entre ellas tenemos: INSHT, IPERC, GTC 45, NTP 330, 3X3, entre otras, todas ellas nos ayudan a la evaluación de riesgos en diferentes puestos de trabajo.

### **2.1.11 Método de evaluación. Temperatura de globo y bulbo húmedo WBGT.**

El presente método de evaluación permite valorar la exposición de estrés térmico por calor durante varias jornadas laborales denominado WBGT (Wet Bulb Globe Temperature)

“La existencia de calor en el ambiente laboral constituye frecuentemente una fuente de problemas que se traducen en quejas por falta de confort, bajo rendimiento en el trabajo y, en ocasiones, riesgos para la salud” (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. INSHT, 1996).

“El índice WBGT se calcula a partir de la combinación de dos parámetros ambientales: la temperatura de globo TG y la temperatura” (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. INSHT, 1996).

Ecuación para estrés térmico por calor. (NTP 322)

- $WBGT = 0.7 THN + 0.2 TG + 0.1 TA$

(aplicado a exteriores con radiación solar)

- $WBGT = 0.7 THN + 0.3 TG$

(aplicado a interiores o exteriores de edificaciones sin radiación solar)

Donde:

-THN: Temperatura húmeda natural

-TG: Temperatura globo

-TA: Temperatura seca del aire (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. INSHT, 1996)

#### **2.1.11.1 Valores de límites permisibles del índice WBGT en °C**

Se establece una carga de trabajo siendo: ligero moderado o pesado, así mismo un tipo de trabajo, de esta forma se calcula los límites permisibles de la carga de trabajo según costo energético (Decreto Ejecutivo 2393, 1986).

**Tabla 4**

*Límites permisibles de la carga de trabajo según costo energético y el tipo de trabajo*

Tipos de trabajo	Carga de trabajo		
	Ligero <375kcal/h	Moderado 375 a 450 kcal/h	Pesado >450kcal/h
Trabajo continuo	30,0	26,7	25,0
75% trabajo y 25% descanso, cada hora	30,6	28,0	25,4
50% trabajo y 50% descanso, cada hora	31,4	29,4	27,9
25% trabajo y 75% descanso, cada hora	32,2	31,1	30,0

*Nota.* Esta tabla fue tomada de (Decreto Ejecutivo 2393, 1986).

#### **2.1.11.2 Consumo metabólico. (NTP 323)**

- **Metabolismo basal (kcal/min)**

El metabolismo, es quien se encarga de transformar la energía química de los alimentos en energía mecánica y en calor, de esta manera también mide el gasto energético muscular. Este gasto energético se expresa normalmente en unidades de energía y potencia: kilocalorías (kcal), joules (J), y watios (w). (INSHT, 2014).

- 1 M = 0,239 kcal
- 1 kcal/h = 1, 161 w
- 1 w = 0,861 kcal/h
- 1 kcal/h = 0,644 w/m<sup>2</sup>
- 1 w / m<sup>2</sup> = 1,553 kcal / hora (para una superficie corporal estándar de 1,8 m<sup>2</sup>).

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT, 1998) menciona que el metabolismo basal: “Es el consumo de energía de una persona acostada y en reposo. Representa el gasto energético necesario para mantener las funciones vegetativas (respiración, circulación, etc.”

En la tabla 5 se aprecia el valor en función del sexo de la persona y su edad. (INSHT, 2014).

Para esto se usa la siguiente fórmula:

$$M = \frac{W}{m^2} \times \frac{1,553kcal}{h}$$

Basándose en los valores de la tabla 5 detallada a continuación.

**Tabla 5**

*Metabolismo basal para varones y mujeres dependiendo de su edad y sexo.*

Varones		Mujeres	
Años	W/m <sup>2</sup>	Años	W/m <sup>2</sup>
17.5	51.075	17.5	43.384
18	50.170	18-19	42.618
18.5	49.532	20-24	41.969
19	49.091	25-44	41.412
19.5	48.720	45-49	40.530
20-21	48.059	50-54	39.394
22-23	47.351	55-59	38.489
24-27	46.678	60-64	37.828
28-29	46.180	65-69	37.468
30-34	45.634		
35-39	44.869		
40-44	44.080		
45-49	43.349		
50-54	42.607		
55-59	41.876		
60-64	41.157		
65-69	40.368		

*Nota.* Esta tabla fue tomada de: (INSHT, 2014).

- **Tipo de trabajo según profesiones (kcal/min)**

Se obtiene el consumo metabólico según las profesiones de la tabla 6, en dicha tabla se incluye el metabolismo basal.

Para esto se usa la siguiente fórmula:

$$M = 1 \frac{W}{m^2} \times \frac{1,553kcal}{h}$$

**Tabla 6**

*Metabolismo basal para varones y mujeres dependiendo de su profesión*

<b>PROFESIÓN</b>	<b>METABOLISMO W/m<sup>2</sup></b>
<b>ARTESANOS</b>	
<b>Albañil</b>	110 a 160
<b>Carpintero</b>	110 a 175
<b>Vidriero</b>	90 a 125
<b>Pintor</b>	100 a 130
<b>Panadero</b>	110 a 140
<b>Relojero</b>	55 a 70
<b>INDUSTRIA SIDERÚRGICA</b>	
<b>Obrero de los altos hornos</b>	170 a 220
<b>Obrero de horno eléctrico</b>	125 a 145
<b>Fundidor</b>	140 a 240
<b>FERRETERÍA</b>	
<b>Herrero forjador</b>	90 a 200
<b>Solador</b>	75 a 125
<b>Tornero</b>	75 a 125
<b>Mecánico de precisión</b>	75 a 110
<b>IMPRESA</b>	
<b>Compositor manual</b>	70 a 95
<b>Encuadernador</b>	75 a 100
<b>AGRICULTURA</b>	
<b>Jardinero</b>	115 a 190
<b>Conductor de tractor</b>	85 a 110
<b>CIRCULACIÓN</b>	
<b>Conductor de coche</b>	70 a 90
<b>Conductor de autocar</b>	75 a 125
<b>Conductor de trolebus</b>	80 a 125
<b>Conductor de grúa</b>	65 a 145
<b>PROFESIONES DIVERSAS</b>	

<b>Laborante</b>	85 a 100
<b>Profesor</b>	85 a 100
<b>Vendedora</b>	100 a 120
<b>Secretaria</b>	70 a 85

*Nota.* Esta tabla fue tomada de: (INSHT, 2014).

- **Tasa metabólica debido a las posturas del cuerpo**

Esto va dependiendo de la posición al realizar una actividad, de pie, sentado, etc. Si la actividad es realizada en dos o más posiciones estas se suman.

**Tabla 7**

*Metabolismo para la postura corporal*

<b>CLASE</b>	<b>W</b>	<b>ACTIVIDAD (EJEMPLOS)</b>
Descanso	115(entre 100 y 125)	Sentado, de pie en descanso.
Actividad ligera	180 (entre 125 y 235)	Trabajo manual ligero (escribir, teclear, dibujar, costura, contabilidad). Trabajo manual con manos y brazos (con herramientas pequeñas, inspección, clasificación, montaje o selección de materiales ligeros). Trabajo con los brazos y las piernas (conducción de vehículos en condiciones normales, activación con el pie de interruptores o pedales). De pie, taladrado (piezas pequeñas), fresado (piezas pequeñas), enrollado de bobinas y pequeñas armaduras, mecanizado con herramientas de baja potencia caminar sin prisa (velocidad hasta 25 km/h)
Actividad moderada	300(entre 235 y 360)	Trabajo sostenido con manos y brazos constante (clavar clavos, limar, etc.). Trabajo con brazos y piernas (conducción de camiones, tractores o máquinas de obras públicas en obras), trabajo con tronco y brazos (martillos neumáticos, acoplamiento de aperos a tractor, enyesado, manejo intermitente de pesos moderados, escardar, usar la azada, recoger frutas y verduras, tirar de o empujar carretillas ligeras, caminar a una velocidad de 2.5 km/h hasta 5,5 km/h, trabajos en forja). Mecanizado con herramientas de baja potencia (taladros, amoladoras, etc.).
Actividad alta	415 (entre 360 y 465)	Trabajo intenso con brazos y tronco; transporte de materiales pesados; palear; empleo de macho o maza; empleo de sierra; cepillado o escopleado de madera dura; corte de hierba o cavado manual; caminar a una velocidad de 5,5 km/h hasta 7 km/h o llevar carros de mano muy cargados; desbarbado de fundición; colocación de bloques de hormigón.

Actividad muy alta	520 (>465)	Actividad muy intensa a ritmo de muy rápido a máximo; trabajo con hacha; cavado o paleado intenso; subir escaleras, rampas o escalas; caminar rápidamente a pequeños pasos; correr; caminar a una velocidad superior a 7 km/h.
--------------------	------------	--

Nota. Esta tabla fue tomada de: (INSST, 2023).

- **Gasto metabólico Kcal/min=**

$$\text{Valor posición del cuerpo} \times \frac{1,553}{60}$$

- **Gasto metabólico total kcal/min=**

$$\left( \text{Metabolismo total segun profesiones} \frac{\text{kcal}}{\text{min}} \right) + \left( \text{gasto metabólico} \times \frac{\text{kcal}}{\text{min}} \right) \times (\% \text{ tiempo})$$

- **Gasto metabólico total kcal/h=**

$$\left( \text{Metabolismo total} \frac{\text{kcal}}{\text{min}} \right) + \left( \text{Gasto metabólico total} \frac{\text{kcal}}{\text{min}} \right) \times (60)$$

### 2.1.11.3 Valor límite WBGT

Para verificar los valores límites WBGT, nos basamos en la tabla 4, de esta manera se compara si la carga de trabajo es: liviana, moderada o pesada.

### 2.1.11.4 Nivel de riesgo relativo

$$D = \frac{\text{WBGT medido}}{\text{WBGT TLV}}$$

**Tabla 8**

*Dosis de exposición de riesgo*

Evaluación	
>a 0,5	Riesgo Bajo
Entre 0,5 y 1	Riesgo medio, nivel de acción
Entre 1 y 2	Riesgo alto, nivel de control
> a 2	Riesgo crítico, nivel de control

Nota. Esta tabla fue tomada de: (Ayabaca Apunte, 2016).

### 2.1.11.5 WBGT referencial para cálculos

- **WBGT eff:** valor del WBGT ajustado a los efectos de la vestimenta.
- **WBGT ref:** valor límite, que, de acuerdo con el criterio de valoración, puede alcanzar el WBGT<sub>eff</sub>.
- **CAV** (valor de ajuste de la vestimenta): valor corrección del índice WBGT que tiene en cuenta los efectos de la ropa con propiedades térmicas diferentes a las de la ropa de trabajo estándar (o de referencia) (INSST, 2023).

**Tabla 9**

*Valores de ajuste a la vestimenta*

VESTIMENTA	OBSERVACIONES	CAVS (°C - WBGT)
Ropa de trabajo	Ropa de trabajo confeccionada con material tejido. Es la vestimenta de referencia (camisa de manga larga y pantalones).	0
Mono de trabajo	Confeccionado con tela, material tejido (por ejemplo, algodón)	0
Mono de trabajo confeccionado con material no tejido, tipo SMS, de una sola capa	SMS: material fabricado mediante un proceso específico que sella (no teje) hilos de polipropileno. Transpirable.	0
Mono de trabajo confeccionado con material no tejido, de poliolefinas, de una sola capa	Material patentado hecho de polietileno (por ejemplo, Tyvek)	2
Delantal largo y de manga larga, sobre mono de trabajo, cuyo material de confección presenta resistencia al paso del vapor de agua.	Delantal de forma envolvente diseñado para proteger el cuerpo, frente a salpicaduras químicas, por delante y por los lados.	4
Doble capa de tejido	Generalmente se refiere a mono convencional sobre la ropa de trabajo.	3
Monos cuyo material de confección presenta resistencia al paso del vapor de agua, sin capucha (una sola capa).	Su efecto depende de la humedad ambiental, pues dificultan la evaporación del sudor. En muchos casos el efecto puede ser menor que el que indica el CAV.	10 (ver nota)
Monos cuyo material de confección presenta resistencia al paso del vapor de agua, con capucha (una sola capa).	Su efecto depende de la humedad ambiental, pues dificultan la evaporación del sudor. En muchos casos el efecto puede ser menor que el que indica el CAV.	11 (ver nota)

Monos (sobre la ropa de trabajo) cuyo material de confección presenta resistencia al paso del vapor de agua, sin capucha.		12
Capucha (*)	Llevar capucha de cualquier tejido cualquier conjunto de ropa	más 1

*Nota.* Esta tabla fue tomada de: (INSST, 2023). En prendas con resistencia al paso del vapor de agua su efecto sobre el balance térmico del individuo depende de la humedad ambiental.

### 2.1.11.6 Valores límite de referencia WBGT<sub>eff</sub>

El valor de WBGT<sub>eff</sub> de referencia (WBGT<sub>ref</sub>) se calcula mediante las siguientes ecuaciones:

- Ecuación para personas aclimatadas:

$$WBGT_{ref} = 56,7 - 11,5 \log_{10}(M) \text{ } ^\circ\text{C}$$

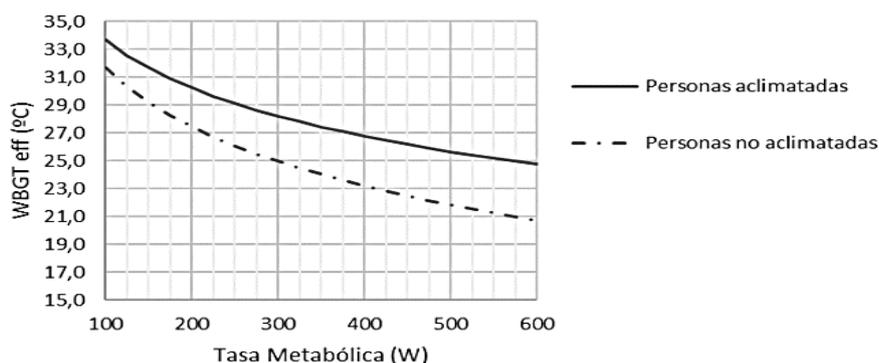
- Ecuación para personas no aclimatadas:

$$WBGT_{ref} = 59,9 - 14,1 \log_{10}(M) \text{ } ^\circ\text{C}$$

En ambos casos M (tasa metabólica) estaría comprendido entre 115 y 520 W.

### Figura 7

*Valores límite de referencia WBGT<sub>eff</sub>*



*Nota:* Esta figura fue tomada de (INSST, 2023)

## 2.2 Marco Legal

### 2.2.1 Normativa Nacional

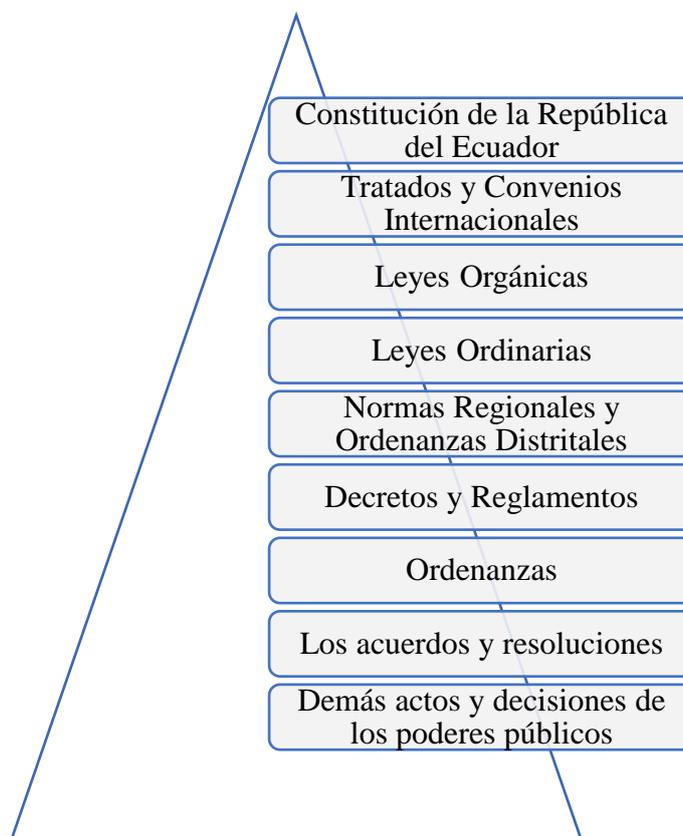
#### 2.2.1.1 Constitución de la República

La seguridad y salud en el trabajo es respaldada por normativa legal vigente nacional e internacional, en la nacional en el Art 326 de la constitución del Ecuador menciona que “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad” (Asamblea Nacional, 2008).

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

#### Figura 8

*Orden jerárquico de normas según la Constitución de la República*



*Nota.* Esta figura fue adaptada de (Asamblea Nacional, 2008).

### **2.2.1.2 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.**

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

Y el INSST (2012), en el Art 11 menciona que “-En todo lugar de trabajo se deberán tomar medidas tendientes a disminuir los riesgos laborales. Estas medidas deberán basarse, para el logro de este objetivo, en directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo y su entorno como responsabilidad social y empresarial”

### **2.2.1.3 Código Del Trabajo.**

El código del trabajo regula las relaciones entre el capital y el trabajador en base a normativas legales siempre bajo condiciones necesarias para una vida normal y justa, especificando libertad de trabajo, con derechos y deberes que cumplir.

En el Título IV referente a Riesgos del trabajo menciona que “Riesgos del trabajo son las eventualidades dañosas a que está sujeto el trabajador, con ocasión o por consecuencia de su actividad. Para los efectos de la responsabilidad del empleador se consideran riesgos del trabajo las enfermedades profesionales y los accidentes” (Código del Trabajo, 2012).

### **2.2.1.4 Decreto Ejecutivo 2393 (1986) Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente del Trabajo.**

Este decreto contiene normativas legales que se deben obligatoriamente adaptar en los centros de trabajo, en empresas tanto públicas como privadas, con el fin de guardar la integridad de los trabajadores, evitando accidentes y enfermedades laborales.

En el Art 1 nos menciona que “Las disposiciones del presente Reglamento se aplicarán a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, tendiendo como objetivo la prevención,

disminución o eliminación de los riesgos del trabajo y el mejoramiento del medio ambiente de trabajo” (Decreto Ejecutivo 2393, 1986).

En el artículo 54, indica las condiciones generales ambientales sobre la exposición al calor, dentro de este nos da la siguiente tabla:

**Tabla 10**

Carga de trabajo con exposición al calor:

<b>CARGA DE TRABAJO</b>			
<b>TIPO DE TRABAJO</b>	<b>LIVIANA</b>	<b>MODERADA</b>	<b>PESADA</b>
	Inferior a 200 Kcal/hora	De 200 a 350 Kcal/hora	Igual o mayor 350 Kcal/hora
Trabajo continuo 75% trabajo	TGBH= 30	TGBH= 26.7	TGBH= 25
25% descanso cada hora	TGBH= 30.6	TGBH= 28	TGBH= 25.9
50% trabajo, 50% descanso, cada hora	TGBH= 31.4	TGBH= 29.4	TGBH= 27.9
25% trabajo, 75% descanso, cada hora	TGBH= 32.2	TGBH= 31.1	TGBH= 30

*Nota.* Esta tabla fue tomada de: (Decreto Ejecutivo 2393, 1986).

## 2.2.2 Normativas Internacionales

### 2.2.2.1 NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: Índice WBGT

En esta guía española, el estudio del ambiente térmico requiere el conocimiento de una serie de variables del ambiente, del tipo de trabajo y del individuo. La mayor parte de las posibles combinaciones de estas variables que se presentan en el mundo del trabajo, dan lugar a situaciones de inconfort, sin que exista riesgo para la salud, (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. INSHT, 1996).

### 2.2.2.2 NTP 323: Determinación del metabolismo energético

Guía española de buenas prácticas que ayuda a determinar el gasto metabólico de las personas según sus actividades, basados en la norma ISO 8996, con referencia a ambientes térmicos, (INSHT, 1996).

### **2.2.2.3 NTP 922 Estrés térmico y sobrecarga térmica; evaluación de los riesgos.**

En esta guía española, 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 (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. [INSHT], 2011).

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Diagnóstico de la situación actual de la empresa Techno Macro**

TechnoMacro S.A. presta servicios de obras civiles, ingeniería mecánica, mantenimiento industrial, obras de infraestructura eléctrica y consultoría, es una empresa que tiene conocimiento de riegos e impactos ambientales que se asocian de acuerdo con las actividades, productos y servicios, con el fin de satisfacer las expectativas de cada cliente y guardar la integridad de cada trabajador (TechnoMacro S.A, 2019).

##### ***3.1.1 Misión***

Como empresa, nos proponemos a conservar liderazgo técnico y comercial en cada proyecto, conservando la excelencia de calidad, garantizando un entorno agradable y así, satisfacer la necesidad de cada cliente (TechnoMacro S.A, 2019).

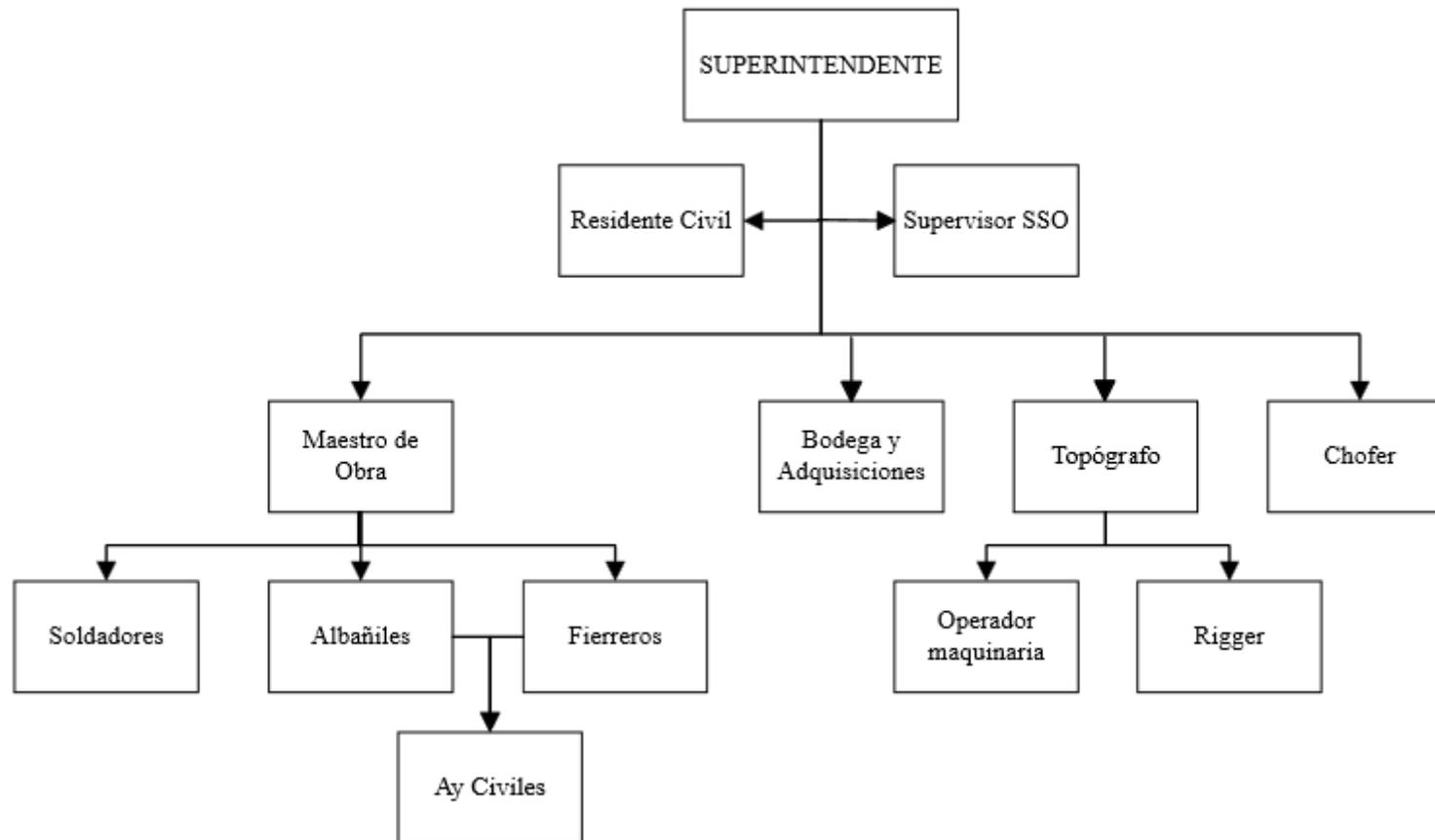
##### ***3.1.2 Visión***

Mantenerse como empresa líder en proyectos de construcción e ingenierías, reconocida a nivel nacional e internacional por ser exitosa en la satisfacción de los clientes. (TechnoMacro S.A, 2019).

### 3.1.1 Organigrama estructural

**Figura 9**

Organigrama estructural del proyecto actual de TechnoMacro S.A.



*Nota:* Este organigrama fue elaborado por el autor

El número total de trabajadores que asisten a la actividad de construcción es de 22 personas, dirigidos por un superintendente, seguido por el supervisor de seguridad industrial y el residente civil, un topógrafo, una persona encargada de la bodega y las adquisiciones durante todo el proyecto, un maestro de obra con su equipo completo: albañiles (cuatro), fierros (tres), ayudantes civiles (cuatro) y soldadores (2), un operador de maquinaria pesada con su rigger, y un chofer.

### 3.1.2 Actividades relacionadas con cada puesto de trabajo

**Tabla 11**

*Actividades de cada puesto de trabajo.*

<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>NÚMERO DE PERSONAS</b>
Superintendente	Planeación y supervisión de la ejecución de la obra, organización de actividades laborales de todo el personal, cumplimiento de objetivos y directrices del proyecto actual.	1
Supervisor SSO	Garantizar el cumplimiento de normativas de seguridad y salud ocupacional, capacitar y cuidar todo el personal en obra, minimizar riesgos y peligros, registro de accidentes e incidentes laborales, exigir el uso correcto de los epp	1
Residente de obra	Elaboración de planos, organizar, planear y ejecutar actividades de la obra, supervisión según las especificaciones técnicas, elaboración de planillas, mejorar el aprovechamiento de herramientas y materiales, solicitar insumos necesarios e importantes.	1
Bodega y adquisiciones	Control de inventarios, cumplir con el protocolo de compras necesarias solicitadas por el residente, recepción y salida de materiales y herramientas, notificar novedades de estos.	1
Topógrafo	Análisis del terreno, levantamientos topográficos, recolección de datos, elaboración de planos, replanteos en cada etapa del proyecto.	1

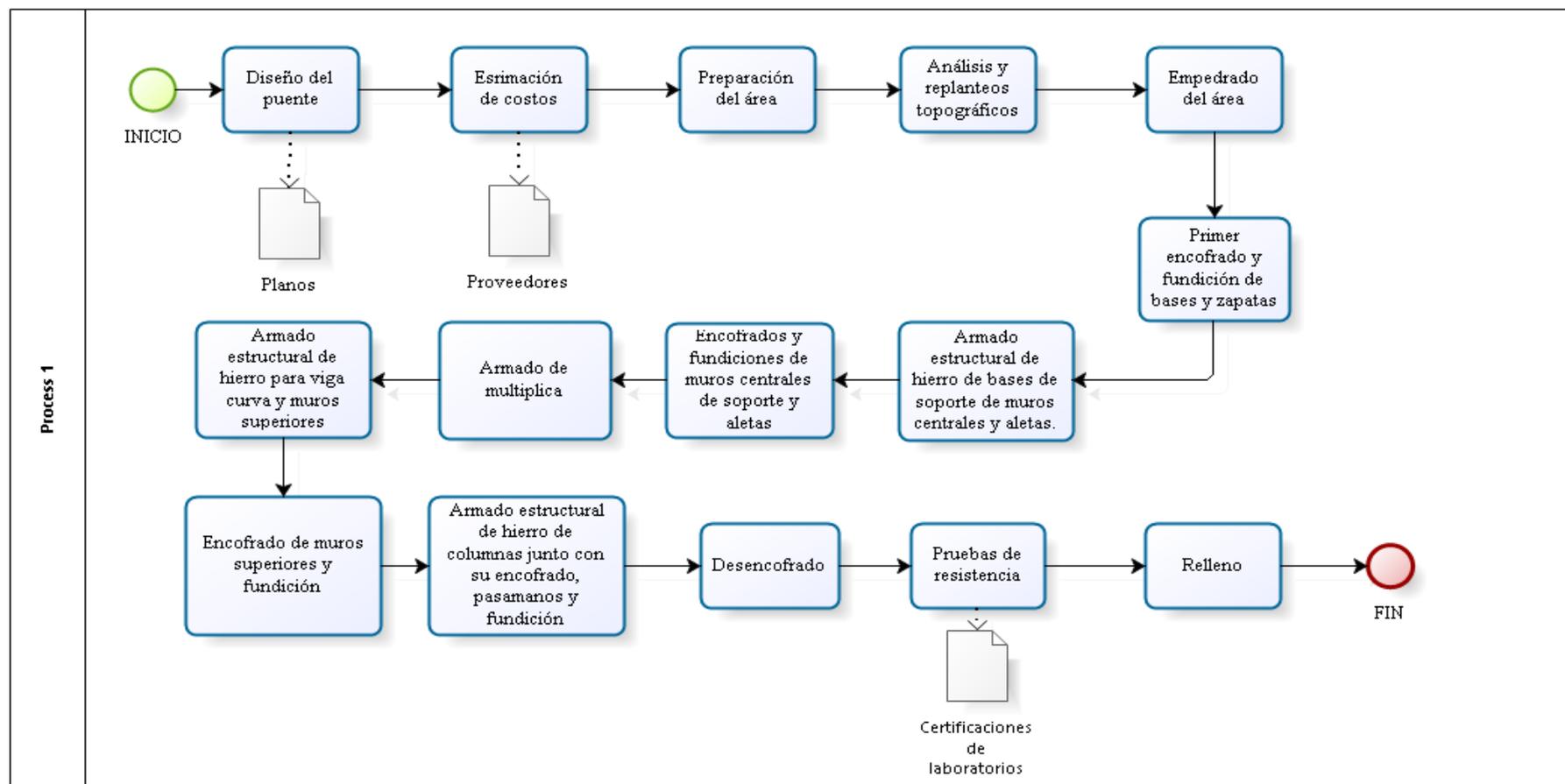
Maestro de obra	Se encarga de que la obra o proyecto se ejecute tal cual el plano y sus superiores lo indiquen, a su cargo tiene personal, albañiles, fierros, ayudantes, soldadores, operadores, por lo que se encarga de organizar y verificar que se cumpla con lo establecido, respetando reglamentos internos o acuerdos, solicitando material necesario y verificando que todo se ejecute con calidad y precaución.	1
Albañil	Realiza labores de la construcción tal cual lo indica su maestro de obra.	4
Fierrero	Realiza labores de corte y amarre de hierro tal cual indica los planos del proyecto.	3
Ayudantes civiles	Asiste al albañil, carga los materiales, realiza limpieza durante y después de la jornada.	4
Soldador	Realiza cortes, reparación, uniones a hierro o placas del proyecto.	2
Chofer	Manejo de camión o volqueta para transportar al personal, herramientas y materiales desde la bodega y campamento hasta la obra.	1
Operador maquinaria pesada	Conducir maquinaria pesada como retroexcavadora, gallineta o camión grúa, especiales para la ejecución de la obra.	1
Rigger	Planifican y dan indicaciones de maniobra al operador de maquinaria pesada, y control de brazo grúa	1

*Nota:* Esta tabla fue elaborado por el autor

### 3.1.3 Flujograma de proceso

Figura 10

Flujograma de proceso de construcción de los puentes



Nota: Este flujograma fue elaborado por el autor

### 3.1.4 Descripción de proceso

**Tabla 12**

*Descripción del proceso de construcción de puentes carrozables*

N°	Proceso	Actividad	Descripción
1	Diseño del puente	Realizar un diseño preliminar	Ingenieros civiles, junto con los fiscalizadores del proyecto, diseñan planos de los puentes en base a los estándares de calidad y aprovechamiento de materiales.
		Realizar un diseño final	
2	Estimación de costos	Enlistar los materiales a usar	Se especifica los materiales que se van a usar en el proyecto
		Calcular los precios de materiales	Se calcula y se precisa los costos en base al listado de proveedores obtenidos
		Enlistar la mano de obra necesaria junto con los costos de cada uno.	Se contrata personal apto y capacitado con experiencia en construcción de puentes
3	Preparación del área	Estudios de suelo	Los geotécnicos elaboran estudios de suelo y áreas donde se realizará la construcción, se envían a un laboratorio para que sean analizadas.
4	Análisis y replanteos topográficos	Seleccionar el tipo de maquinaria	Se utiliza la maquinaria adecuada y específica para las tareas de desalojo de materia alrededor del río, se realiza excavaciones para replanteos topográficos y compactación de suelos
		Trasladar la maquinaria	
		Colocar puntos topográficos	
5	Limpieza de área y empedrado.	Desalojo de materiales	Junto con una máquina retroexcavadora y volqueta se desaloja el material innecesario del río y su alrededor
		Colocación de piedras bola para bases	Se coloca piedra bola para estabilizar el terreno
6	Primer encofrado y fundición de bases y zapatas	Construcción de encofrados estables y fijos	Se apuntala con soldadura y de forma segura los encofrados entre sí en las bases y zapatas, donde inicia la construcción, para luego colocar el hormigón y nivelarlo con la ayuda de un codal
7	Armado estructural de hierro de bases de soporte de muros centrales y aletas.	Amarre de hierro conforme a los planos	El equipo de fierros se encarga de tomar las varillas de las medidas adecuadas, hacen cortes y doblan tal cual se indica en los planos, mientras que, los albañiles se encargan de amarrar e ir construyendo las mallas, las alas y los muros centrales pueden irse amarrando a la par.
8	Encofrados y fundiciones de muros centrales de	Construcción de encofrados estables y fijos	Se apuntala con soldadura y de forma segura los encofrados entre sí para luego colocar el hormigón y nivelarlo con la ayuda de un

	soporte y aletas		codal, se realiza una sola fundición tanto para el muro central como para las alas.
<b>9</b>	Armado de multiplicas	Levantamiento de multiplicas con grúa	Las multiplicas se levantan y mueven con la ayuda de una grúa, de esta manera se facilita el trabajo al personal
		Aseguramiento de multiplicas	Con la ayuda de andamios el personal asegura los multiplicas que se van colocando con la grúa.
<b>10</b>	Armado estructural de hierro para viga curva y muros superiores	Amarre de hierro conforme a los planos	Los fierros se encargan de continuar doblando y cortando las varillas tal cual se indica en los planos, mientras que, los albañiles se encargan de amarrar e ir construyendo las mallas de las vigas curvas y muros superiores.
<b>11</b>	Encofrado de muros superiores y fundición	Construcción y colocación de encofrados estables y fijos	Se apuntala con soldadura y de forma segura los encofrados entre sí para luego colocar el hormigón y nivelarlo con la ayuda de un codal
<b>12</b>	Armado estructural de hierro de columnas junto con su encofrado, pasamanos y fundición	Amarre de hierro conforme a los planos y colocación de pasamanos	El armado de las columnas va de acuerdo con los planos y al encofrarlas se coloca los pasamanos, seguido a esto se coloca el hormigón.
<b>13</b>	Desencofrado	Retiro de encofrado de muros y columnas	Se retira los encofrados con cortes con su debida precaución y medidas de seguridad.
<b>14</b>	Pruebas de resistencia	Se toma muestras de hormigón	Al tener las muestras de hormigón de bases, muros y columnas se envía a laboratorio para verificar si las pruebas de resistencia cumplen con los estándares de calidad
<b>15</b>	Relleno	Cada 30 cm compactando de cada lado	Los rellenos se van colocando cada 30 cm y se va compactando con la maquinaria adecuada, esto ayuda a que el puente vaya tomando forma del camino.

*Nota:* Esta tabla fue elaborada por el autor

## **3.2 Enfoque y tipo de investigación**

Este trabajo de investigación se realizó tomando información real de la empresa TechnoMacro S.A. usando metodología cuantitativa, para la obtención de resultados válidos, junto con la ayuda de una investigación bibliográfica de temas similares al estudiado, como es: artículos científicos, tesis, publicaciones de instituciones nacionales e internacionales.

### **3.2.1.1 Técnicas de recolección de datos**

**Encuesta:** Para la recolección de datos referentes a estrés térmico por calor y se realiza una encuesta donde se aprecia los conocimientos que tienen los colaboradores con respecto a la exposición a altas temperaturas y estrés térmico por calor

**Observación:** Nos permite obtener información directa de los procedimientos en cada puesto de trabajo y analizar el nivel de exposición de riesgo, reflejando en una matriz de cada uno de los puestos de trabajo, para posteriormente aplicar medidas preventivas

**De campo:** Se obtiene información y datos directos del lugar donde se realiza la investigación, en relación con el problema identificado

Estas técnicas de investigación son necesarias para la recopilación de información en base a los objetivos planteados, ayudará para establecer un plan de medidas preventivas que mejore la situación del trabajador por ende la productividad de la empresa.

## **3.3 Población**

Las mediciones fueron aplicadas a los 22 trabajadores de TechnoMacro S.A. en sus diferentes puestos de trabajo, sus labores son de lunes a domingo de 07h00 a 16h00, con una jornada de 22 días laborados y 8 días de descanso.

**Tabla 13**

*Puestos de trabajo donde se realizaron las mediciones*

<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<b>NÚMERO DE PERSONAS</b>
Superintendente	1
Supervisor SSO	1
Residente de obra	1
Bodega y adquisiciones	1
Topógrafo	1
Maestro de obra	1
Albañil	4
Fierrero	3
Ayudantes civiles	4
Soldador	2
Chofer	1
Operador maquinaria pesada	1
Rigger	1

*Nota:* Esta tabla fue elaborada por el autor

### 3.4 Identificación de factores de riesgo ergonómico ambiental por estrés térmico en San Luis de Pambil

**Tabla 14**

*Factores de riesgo de estrés térmico por calor identificados en la construcción del puente de San Luis de Pambil*

#	Puesto de trabajo	Actividad	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del Riesgo Físico por estrés térmico				
			B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN
1	Superintendente	Supervisión de obra	1				1		0	1	0	0	0
		Organización de actividades y personal.	1			1			1	0	0	0	0
2	Supervisor SSO	Garantizar cumplimiento de normativas SSO.	1			1			1	0	0	0	0
		Minimizar riesgos y peligros en obra	1				1		0	1	0	0	0
		Exigir uso correcto de Epp.	1				1		0	1	0	0	0
3	Residente de Obra	Planear y ejecutar actividades en obra	1			1			1	0	0	0	0
		Supervisión de obra		1		1			0	1	0	0	0
4	Bodega y adquisiciones	Control de inventarios de materiales y herramientas	1			1			1	0	0	0	0
		Entrega y recepción de materiales y herramientas	1			1			1	0	0	0	0
5	Topógrafo	Levantamientos topográficos en obra		1			1		0	0	1	0	0
		Replanteos y recolección de datos		1			1		0	0	1	0	0
6	Maestro de Obra	Cumplir con la ejecución de obra		1			1		0	0	1	0	0
		Supervisar las actividades según los establecido por sus superiores		1			1		0	0	1	0	0
7	Albañil	Elaboración, colocación y retiro de encofrados			1		1		0	0	0	1	0
		Preparación de hormigón para fundición			1		1		0	0	0	1	0
		Fundición de muros, bases y muros de puente			1		1		0	0	0	1	0

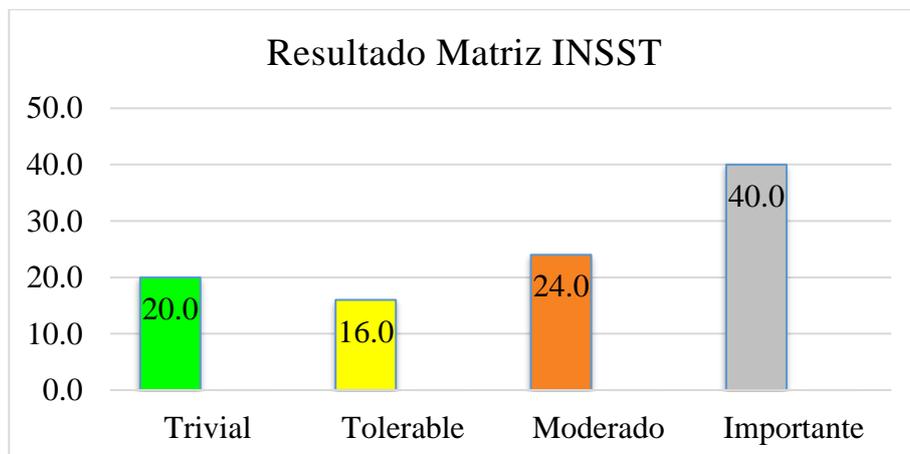
8	Fierrero	Corte y doblado de hierro			1	1	0	0	0	1	0
		Amarre de hierro conforme a los planos			1	1	0	0	0	1	0
9	Ayudante civil	Carga de materiales en obra			1	1	0	0	0	1	0
		Ayudante en preparación de hormigón y fundiciones			1	1	0	0	0	1	0
10	Soldador	Cortes de material de hierro o metal			1	1	0	0	0	1	0
		Uniones de metal o placas			1	1	0	0	0	1	0
11	Chofer	Conduce camión o volqueta			1	1	0	0	0	1	0
12	Operador máquina pesada	Operar maquinaria pesada para desalojo de material en obra		1		1	0	0	1	0	0
13	Rigger	Indicaciones de maniobras para operador de maquina pesada y control de brazo grúa		1		1	0	0	1	0	0

Nota: Esta tabla fue elaborada por el autor

### 3.4.1 Resultados de la matriz de identificación de riesgos aplicada al puente de San Luis de Pambil.

**Figura 11**

Resultados de matriz INSST



Nota: Los resultados fueron obtenidos de la matriz de identificación de riesgos.

En base a los resultados de la matriz INSHT, aplicado a los puestos de trabajo de este proyecto se aprecia la severidad de exposición por calor a los trabajadores de TechnoMacro en el puente de San Luis de Pambil se exponen a un 20% de riesgo trivial, indicando que no requiere acción alguna, el 16% de actividades se exponen a riesgo tolerable, donde no es necesario tomar una acción, sin embargo se debe hacer un control periódico, se tiene un 24% en riesgo moderado, en lo que se debe tomar medidas de control para reducir este riesgo, por último tenemos 40% es riesgo importante en las actividades que se llevan a cabo en la ejecución de la obra, donde es necesario que se reduzca inmediatamente este riesgo para poder continuar realizando las actividades, tomar medidas preventivas para que los trabajadores desarrollen su trabajo evitando enfermedades y ausentismos en el trabajo.

### 3.5 Análisis de estrés térmico mediante WBGT

Se realizará mediciones y evaluaciones mediante el método WBGT (Temperatura de Globo de Bulbo Húmedo, en español), aplicado a cada puesto de trabajo, con el fin de identificar cual es la exposición a la que se encuentran los trabajadores según las condiciones ambientales por calor, de igual manera conocer el calor que originan a través de sus actividades físicas y la ropa de trabajo que usan, esto durante su jornada laboral .

#### 3.5.1 Índice TGBH ó WBGT

El INSST menciona “El índice WBGT (Wet Bulb Globe Temperature), establecido en la norma UNE-EN ISO 7243:2017 (Ratificada), se utiliza en ambientes laborales para evaluar el estrés térmico al que está sometido la persona expuesta a un ambiente caluroso” (INSST, 2023).

Las siguientes expresiones muestran la relación entre estos parámetros, dependiendo de las características del lugar de trabajo:

**Tabla 15**

*Fórmulas aplicables según el lugar de trabajo*

FÓRMULA	DESCRIPCIÓN
$TGBH = 0.7t_{bhn} + 0.3t_g$	Para interiores o exteriores sin carga solar.
$TGBH = 0.7t_{bhn} + 0.2t_g + 0.1t_a$	Para exteriores con carga solar.

*Nota:* Esta tabla fue tomada de (INSST, 2023).

#### 3.5.2 Datos técnicos de mediciones

**Tabla 16**

*Datos de mediciones aplicadas a 22 colaboradores*

DATOS	DETALLES
Fecha de medición	01-03-2023
Hora de mediciones	09h30 12h30 15h00
Condiciones atmosféricas	Soleado

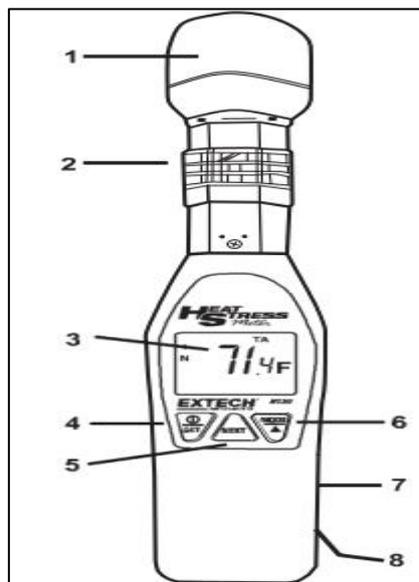
*Nota:* Esta tabla fue elaborada por el autor

### 3.5.3 Instrumentación

Para la toma de datos de estrés térmico por calor se ha utilizado el equipo HT30. Este nos indica el índice de calor térmico (TGBH), la temperatura de globo negro (TG), mide la temperatura del aire (TA) y la humedad relativa (HR), todo esto dependiendo si las mediciones se realizan el interior (IN) o exteriores (OUT). Puede medirse en °C o °F. (Extech Instruments, 2013). Es importante que el equipo de medición se encuentre calibrado. **anexo 1.**

**Figura 12**

*Instrumento de medición de estrés térmico por calor HT30*



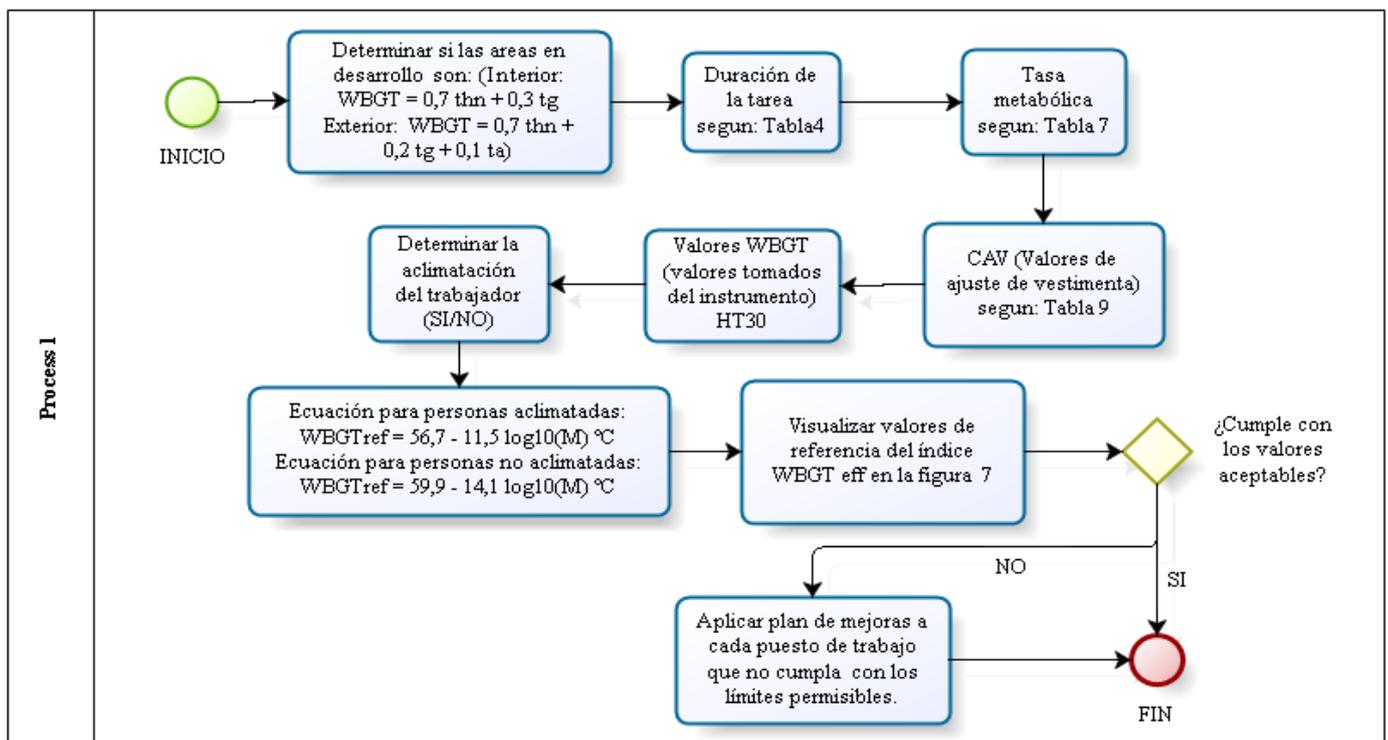
*Nota:* Esta figura fue tomada de (Extech Instruments, 2013).

Donde:

1. Sensor de temperatura de bulbo negro.
2. Sensores de temperatura y humedad relativa en cubierta protectora.
3. Pantalla LCD
4. /SET
5. NEXT
6. MODE /□
7. Interfaz RS-232
8. Compartimiento de la batería (atrás)

### 3.5.4 Metodología de medición

**Figura 13**  
Flujograma de cálculo WBGT



Nota: Esta figura fue elaborada por el autor

### 3.5.5 Evaluación de índice WBGT

Aplicado a cada trabajador en los diferentes puestos de trabajo mencionados en la tabla 38 de este documento.

Técnica: Medición y observación

Instrumento: Instrumento de medición de estrés térmico por calor HT30

Normativa:

- Decreto Ejecutivo 2393: Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo
- NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: Índice WBGT
- NTP 323: Determinación del metabolismo energético
- NTP 922 Estrés térmico y sobrecarga térmica; evaluación de los riesgos.
- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo

### **3.5.6 Cálculo WBGT**

En el anexo 2 se aprecia las mediciones aplicadas a cada trabajador en cada uno de sus puestos de trabajo, teniendo como resultados:

**Tabla 17***Datos obtenidos de cálculo WBGT en cada puesto de trabajo*

Puesto de trabajo	Tareas a desarrollarse en:	Duración de la tarea (8h)	Tasa metabólica según la tabla 7 (W)	Valores de vestimenta (CAV) según la tabla 9	Valores WBGT obtenidos de mediciones con el instrumento HT30 (°C)	Persona aclimatada	Resultados de informe
Superintendente	Exterior	75% de trabajo – 25% descanso	115	0	26.2	No	Situación aceptable
Supervisor SSO	Exterior	75% de trabajo – 25% descanso	115	0	30.43	No	Situación aceptable
Residente de obra	Exterior	75% de trabajo – 25% descanso	115	0	30.07	No	Situación aceptable
Bodega y adquisiciones	Interior	75% de trabajo – 25% descanso	115	0	22.47	No	Situación aceptable
Topógrafo	Exterior	75% de trabajo – 25% descanso	300	1	34.47	No	Situación peligrosa
Maestro de obra	Exterior	75% de trabajo – 25% descanso	300	1	34.57	No	Situación peligrosa
Albañil 1	Exterior	75% de trabajo – 25% descanso	415	1	34.93	No	Situación peligrosa
Albañil 2	Exterior	75% de trabajo – 25% descanso	415	1	34.53	No	Situación peligrosa
Albañil 3	Exterior	75% de trabajo – 25% descanso	415	1	34.9	No	Situación peligrosa
Albañil 4	Exterior	75% de trabajo – 25% descanso	415	1	34.4	No	Situación peligrosa

Fierrero 1	Exterior	75% de trabajo – 25% descanso	415	1	34.93	No	Situación peligrosa
Fierrero 2	Exterior	75% de trabajo – 25% descanso	415	1	34.37	No	Situación peligrosa
Fierrero 3	Exterior	75% de trabajo – 25% descanso	415	1	34.33	No	Situación peligrosa
Ayudante civil 1	Exterior	75% de trabajo – 25% descanso	415	1	34.83	No	Situación peligrosa
Ayudante civil 2	Exterior	75% de trabajo – 25% descanso	415	1	34.57	No	Situación peligrosa
Ayudante civil 3	Exterior	75% de trabajo – 25% descanso	415	1	34.6	No	Situación peligrosa
Ayudante civil 4	Exterior	75% de trabajo – 25% descanso	415	1	32.2	No	Situación peligrosa
Soldador 1	Exterior	75% de trabajo – 25% descanso	415	4	34.03	No	Situación peligrosa
Soldador 2	Exterior	75% de trabajo – 25% descanso	415	4	34.43	No	Situación peligrosa
Chofer	Exterior	75% de trabajo – 25% descanso	300	0	34.37	No	Situación peligrosa
Operador maquinaria pesada	Exterior	75% de trabajo – 25% descanso	300	0	33.63	No	Situación peligrosa
Rigger	Exterior	75% de trabajo – 25% descanso	300	1	33.77	No	Situación peligrosa

*Nota:* Esta tabla fue elaborada por el autor

### **3.6 Fichas sociodemográficas**

A pesar de la inexistencia de un departamento médico en la empresa TechoMacro S.A, se ha aplicado una ficha sociodemográfica al personal, esto nos ayuda a conocer sobre su sintomatología actual, hábitos, aptitudes, síntomas asociados al calor y las actividades físicas a las que se dedican, con el fin de obtener información relevante y conocer si se exponen a riesgos que produzcan enfermedades laborales. Tomando en cuenta que todo el personal tiene un tipo de contrato eventual discontinuo por el tiempo que el proyecto se ejecute. En el anexo 5 y 6 se puede apreciar la ficha aplicada al personal a través de la herramienta INSST 2023.

#### ***3.6.1 Fichas sociodemográficas aplicadas a los trabajadores.***

**Tabla 18***Resultados obtenidos de las fichas sociodemográficas*

Item	Puesto de trabajo	Edad (años)	Nivel educativo	Enfermedad	Accidente laboral	Peso (kg)	Alcohol	Tabaco	Aclimatación	Trastorno por calor
1	Superintendente	56	Superior	No	No	90	Si	No	No	Sudoración excesiva Agotamiento
2	Supervisor SSO	29	Superior	No	No	67	Si	Si	No	Sudoración excesiva Agotamiento
3	Residente de obra	33	Superior	No	No	65	Si	No	No	Sudoración excesiva Agotamiento
4	Bodega y adquisiciones	35	Superior	No	No	68	No	No	No	Sudoración excesiva Agotamiento
5	Topógrafo	34	Superior	No	No	88	Si	No	No	Sudoración excesiva Agotamiento
6	Maestro de obra	48	Bachillerato	No	No	76	Si	No	No	Sudoración excesiva Agotamiento
7	Albañil 1	47	Básica	No	No	76	Si	Si	No	Sudoración excesiva Agotamiento
8	Albañil 2	46	Básica	No	No	72	Si	No	No	Sudoración excesiva Agotamiento

9	Albañil 3	37	Básica	No	No	65	Si	Si	No	Sudoración excesiva Agotamiento
10	Albañil 4	60	Básica	No	No	70	No	No	No	Sudoración excesiva Agotamiento
11	Fierrero 1	36	Bachillerato	No	No	65	Si	Si	No	Sudoración excesiva Agotamiento
12	Fierrero 2	44	Básica	No	No	69	Si	Si	No	Sudoración excesiva Agotamiento
13	Fierrero 3	27	Bachillerato	No	No	65	Si	Si	No	Sudoración excesiva Agotamiento
14	Ayudante civil 1	26	Superior	No	No	60	Si	Si	No	Sudoración excesiva Agotamiento
15	Ayudante civil 2	21	Bachillerato	No	No	53	Si	Si	No	Sudoración excesiva Agotamiento
16	Ayudante civil 3	30	Bachillerato	No	No	68	Si	Si	No	Sudoración excesiva Agotamiento
17	Ayudante civil 4	47	Básica	No	No	70	Si	Si	No	Sudoración excesiva Agotamiento
18	Soldador 1	35	Bachillerato	No	No	67	Si	Si	No	Sudoración excesiva Agotamiento

19	Soldador 2	31	Bachillerato	No	No	74	Si	Si	No	Sudoración excesiva Agotamiento
20	Chofer	62	Básica	No	No	73	Si	No	No	Sudoración excesiva Agotamiento
21	Operador maquinaria pesada	45	Básica	No	No	68	Si	Si	No	Sudoración excesiva Agotamiento
22	Rigger	43	Bachillerato	No	No	65	Si	Si	No	Sudoración excesiva Agotamiento

*Nota:* Esta tabla fue elaborada por el autor

### 3.7 Encuesta aplicada

Una vez verificado que los colaboradores de TechnoMacro se encuentran expuestos a realizar sus labores en ambientes calurosos, se ha tomado en cuenta la técnica de la encuesta higiénica (anexo 4) para recopilar información durante su jornada laboral, esta encuesta consta de 7 preguntas referentes al estrés término por calor y se aplicó a los 22 trabajadores, de los cuales todos son hombres, y sus edades oscilan entre 21 y 62 años., con un promedio de edad de 40 años a continuación, se detalla los datos de la encuesta aplicada:

**Tabla 19**

*Resultados obtenidos de la encuesta higiénica*

Pregunta 1	¿Conoce acerca del estrés térmico por calor?	<b>Si</b>		<b>No</b>	
		77%		23%	
Pregunta 2	¿Considera usted que está expuesto a estrés térmico por calor en su puesto de trabajo durante la jornada laboral?	<b>Si</b>		<b>No</b>	
		90%		10%	
Pregunta 3	¿Conoce usted la temperatura de su puesto de trabajo?	<b>Si</b>		<b>No</b>	
		10%		90%	
Pregunta 4	¿Considera usted que trabajar a altas temperaturas puede ocasionar problemas en la salud?	<b>Si</b>		<b>No</b>	
		90%		10%	
Pregunta 5	¿Usted ha tenido algún tipo de ausentismo en el trabajo por alguna afección al encontrarse expuesto a temperaturas altas?	<b>Si</b>		<b>No</b>	
		30%		70%	
Pregunta 6	¿Conoce Ud. alguna de estas afecciones que produce cuando se realizan actividades a temperaturas altas?	<b>Agotamiento por calor</b>	<b>Síncope por calor</b>	<b>Calambres por calor</b>	<b>Ninguna</b>
		40%	14%	10%	36%
Pregunta 7	¿Considera Ud. que la empresa ha tomado medidas de acción preventivas ante la ejecución de actividades con exposición altas temperaturas?	<b>Si</b>		<b>No</b>	
		0%		100%	

*Nota:* Esta tabla fue elaborada por el autor

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Análisis de resultados

El Gobierno Autónomo descentralizado de San Luis de Pambil menciona que: el clima es muy complejo y su comportamiento no se predice fácilmente. Por un lado, existen tendencias a largo plazo por las variaciones sistemáticas como el incremento de la radiación solar o variaciones orbitales (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de San Luis de Pambil, 2020).

En la siguiente tabla se puede apreciar que el personal que se encuentra en situación aceptable pertenece a puestos de trabajo administrativos, mientras que el personal operativo es quién se expone a situación peligrosa.

**Tabla 20**  
*Comparación de resultados*

PUESTO DE TRABAJO	RESULTADOS INSST 2023		COMPARACIÓN LÍMITES DECRETO EJECUTIVO 2393		
	WBGT (°C)	Resultado	Tasa metabólica kcal/hora	WBGT (°C)	Resultado
Superintendente	26.2	Situación aceptable	99.02	30	Liviano
Supervisor SSO	30.43	Situación aceptable	99.02	30	Liviano
Residente de obra	30.07	Situación aceptable	99.02	30	Liviano
Bodega y adquisiciones	22.47	Situación aceptable	99.02	30	Liviano
Topógrafo	34.47	Situación peligrosa	258.30	30	Moderado
Maestro de obra	34.57	Situación peligrosa	258.30	26.7	Moderado
Albañil 1	34.93	Situación peligrosa	357.32	25	Pesado
Albañil 2	34.53	Situación peligrosa	357.32	25	Pesado

Albañil 3	34.9	Situación peligrosa	357.32	25	Pesado
Albañil 4	34.4	Situación peligrosa	357.32	25	Pesado
Fierrero 1	34.93	Situación peligrosa	357.32	25	Pesado
Fierrero 2	34.37	Situación peligrosa	357.32	25	Pesado
Fierrero 3	34.33	Situación peligrosa	357.32	25	Pesado
Ayudantes civiles 1	34.83	Situación peligrosa	357.32	25	Pesado
Ayudantes civiles 2	34.57	Situación peligrosa	357.32	25	Pesado
Ayudantes civiles 3	34.6	Situación peligrosa	357.32	25	Pesado
Ayudantes civiles 4	32.2	Situación peligrosa	357.32	25	Pesado
Soldador 1	34.03	Situación peligrosa	357.32	25	Pesado
Soldador 2	34.43	Situación peligrosa	357.32	25	Pesado
Chofer	34.37	Situación peligrosa	258.30	26.7	Moderado
Operador maquinaria pesada	33.63	Situación peligrosa	258.30	26.7	Moderado
Rigger	33.77	Situación peligrosa	258.30	30	Moderado

*Nota:* Esta tabla fue elaborada por el autor

Se realiza una comparación de los resultados el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo (2023) de España, con el Decreto Ejecutivo 2393 (Ecuador).

Las condiciones de los colaboradores operativos no son aceptables debido a que se exponen a efectos ocasionados por la exposición a altas temperaturas por sus actividades diarias realizadas la intemperie.

#### **4.2 Análisis de prevalencia de estrés térmico por calor**

A continuación, se presenta los datos de prevalencia de estrés térmico por calor:

## Sintomatología según el rango de edad

**Tabla 21**

*Sintomatología de acuerdo con el rango de edad*

Rango de edad	Personas	Sintomatología
15-24 años	1	Agotamiento y sudoración en exceso
25-34 años	7	
35-44 años	6	
45-54 años	4	
55 años y más	4	
<b>Total trabajadores</b>	<b>22</b>	

*Nota:* Esta tabla fue elaborada por el autor

En la presente tabla nos indica la sintomatología del personal según el rango de edad teniendo como información que el 100% sienten agotamiento y sudoración en exceso.

### **4.2.1 Comparación de resultados según el INSST y el Decreto Ejecutivo 2393**

**Tabla 22**

*Porcentaje de resultados según el INSST y el Decreto Ejecutivo 2393*

Resultados INSST	Porcentaje	Resultados Decreto Ejecutivo 2393	Porcentaje
Situación Aceptable	18%	Liviano	18%
Situación Peligrosa	82%	Moderado	23%
Total	100%	Pesado	59%
		Total	100%

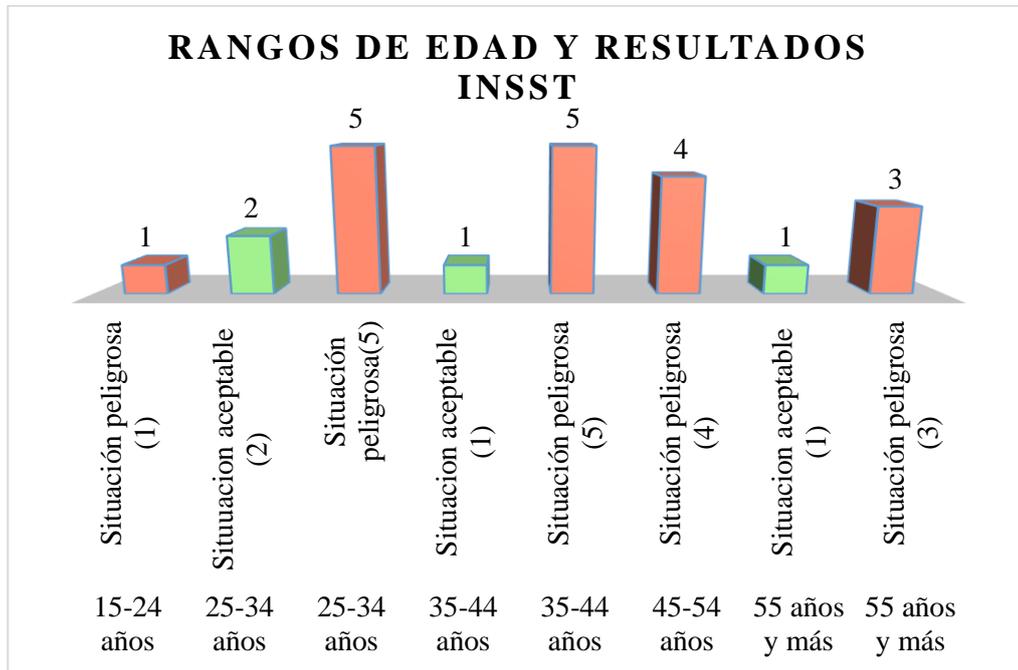
*Nota:* Esta tabla fue elaborada por el autor

De acuerdo con la metodología INSST, se obtiene como resultado que el 18% se encuentra en situación aceptable y el 82% en situación peligrosa, donde es necesario aplicar medidas preventivas.

#### 4.2.2 Resultados obtenidos según el INSST en rangos de edad

**Figura 14**

Resultados según el INSST en rango de edad



*Nota:* Esta tabla fue elaborada por el autor

En esta figura se puede apreciar que en el rango de 15 a 24 años existe una persona en situación peligrosa, en el rango de 25 a 34 años se tiene a dos personas en situación aceptable y a cinco en situación peligrosa, en el rango de 35 a 44 años se tiene una persona en situación aceptable y cinco personas en situación peligrosa, mientras que en el rango de 45-54 años cuatro personas se exponen a situación peligrosa, y en el rango de 55 y más años, una persona se encuentra en situación aceptable y tres se exponen a situación peligrosa

**Situación aceptable:** Se debe verificar periódicamente el puesto de trabajo para asegurar que se mantiene en condición aceptable

**Situación peligrosa:** Es necesario la implementación de medidas preventivas y de control, con el fin de minimizar los riesgos y el puesto de trabajo sea aceptable

### **4.2.3 Factor de riesgo según la edad**

Las consecuencias de estrés térmico son “a priori” independientemente de la edad, esto es cuando el trabajador tenga un adecuado sistema respiratorio, cardiovascular y de sudoración, que se encuentre totalmente en buen estado de salud y tenga una hidratación constante. Es importante considerar que las personas de mayor edad suelen padecer problemas de salud por su menor capacidad de mantener la hidratación en su cuerpo y por el control de circulación periférica, de esta manera se ven más vulnerables a la exposición a temperaturas altas a la intemperie (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. INSHT, 2011).

### **4.3 Discusión**

Esta investigación se aplicó a 22 trabajadores en los 13 puestos de trabajo del proyecto “Construcción de 29 puentes carrozables en las zonas rurales de la provincia de Bolívar” en la parroquia San Luis de Pambil, donde dispone de personal administrativo y operativo, tomando en cuenta que el personal operativo es quien se expone a una situación peligrosa por su ejecución diaria de actividades realizadas a la intemperie, ya que no existe un lugar de descanso e hidratación constante para el personal.

Los datos obtenidos en esta evaluación no coinciden con el estudio de Guzmán Y. y Medina R de Perú, en el puesto de trabajo de herrero, se exponen a un riesgo moderado (WBGT: 28.5°C), considerando que el personal está netamente aclimatado, mientras que en el presente estudio el personal herrero se expone a un riesgo pesado o situación peligrosa, pero estos no se encuentran aclimatados (WBGT: 34.53°C). Para el personal de albañilería, ellos consideran que el personal se encuentra en riesgo moderado (WBGT: 31.78°C) mientras que, en este trabajo, el albañil con un valor (WBGT: 34.698°C) se encuentra a riesgo pesado o situación peligrosa. En el área de ayudante civil o peón consideran un riesgo moderado (WBGT: 31.89°C), los ayudantes civiles o peones tienen un promedio de un WBGT: 34.05 estando a un riesgo pesado o situación peligrosa (Guzmán Hinojosa & Medina Riega, 2022).

En la investigación de Otero J, y Palma G, de México, mencionan que, realizar actividades físicas en condiciones ambientales extrema hace que el cuerpo sufra de constata deshidratación debido a la sudoración extrema, en los puestos de trabajo de albañiles y ayudantes son los más afectados por la exposición al calor excesivo y si el trabajador no se hidrata correctamente su

productividad llega a disminuir, aumentando su carga metabólica, coincidiendo con el presente estudio de que, el personal operativo es el más expuesto y de esta manera es necesario implementar medidas preventivas como es: los puntos de hidratación y descanso.

En otro estudio realizado en el cantón Cayambe por García Lexi en el 2023, en la zona de construcción, tenemos como información en los puestos de trabajo: maestro de obra, albañil y jornalero (ayudante civil), en su evaluación en estas áreas se encuentran expuestos a un riesgo moderado, siendo: el maestro de obra y el albañil, mientras que, el jornalero está entre riesgo liviano y moderado dependiendo su actividad, este personal no se encuentra aclimatado, tendiendo un 80% de personal en riesgo moderado y un 20% en riesgo liviano (García, 2023).

## **CAPÍTULO V**

### **PROPUESTA DE HIGIENE LABORAL**

#### **6.1 Datos informativos**

**Tema:**

Plan de medidas de prevención y control que permita minimizar el estrés térmico por calor

**Empresa**

TechnoMacro S.A.

**Beneficiarios**

Trabajadores del proyecto “Construcción de 29 puentes carrozables en las zonas rurales de la provincia de Bolívar”

**Ubicación**

San Luis de Pambil-Provincia de Bolívar

**Responsable**

Gerencia de la empresa

**Costo estimado**

USD 6,060.00

**6.2 Antecedentes**

Mediante las mediciones WBGT, de estrés térmico por calor, basadas en las normas UNE-EN ISO 7243:2017 (Ratificada), se identifica que los trabajadores de la empresa se encuentran expuestos a un ambiente caluroso, afectando de esta manera, su salud y bienestar, por falta de implementación de medidas de control y capacitaciones al personal, no existiendo un programa de vigilancia a la salud. En su mayoría de puestos de trabajo de esta constructora existe una exposición de riesgo debido al trabajo realizado al aire libre y al clima que posee la zona: tropical mega térmico húmedo.

**6.3 Factibilidad**

La propuesta de un plan de medidas de prevención y control que permita minimizar el estrés térmico por calor es muy factible para los trabajadores y la empresa en general debido a que, puede ser aplicada en proyectos similares con exposición al mismo riesgo, además existe la apertura por parte de la gerencia y los mismos colaboradores, de manera que se logre reducir las afecciones detectadas.

## **6.4 Fundamentación legal**

### **Constitución de la República del Ecuador**

Art. 326, numeral 5.- Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar (Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador, 2008).

### **Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (Decisión 584)**

Art. 4.- En el marco de sus Sistemas Nacionales de Seguridad y Salud en el Trabajo, los Países miembros deberán propiciar el mejoramiento de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, a fin de prevenir daños en la integridad física y mental de los trabajadores que sean consecuencia, guarden relación o sobrevengan durante el trabajo (Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo INSST, 2012).

### **El Código del Trabajo**

Art. 410.- Los empleadores están obligados a asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo que no presenten peligro para su salud o su vida. Los trabajadores están obligados a acatar las medidas de prevención, seguridad e higiene determinadas en los reglamentos y facilitadas por el empleador. Su omisión constituye justa causa para la terminación del contrato de trabajo (La Comisión de Legislación y Codificación del H. Congreso Nacional de conformidad con la Constitución Política de la República, 2013).

### **Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, Decreto Ejecutivo 2393**

Art. 11, numeral 2.- Adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y al bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su

responsabilidad. Art. 11, numeral 9.- Instruir sobre los riesgos de los diferentes puestos de trabajo y la forma y métodos para prevenirlos, al personal que ingresa a laborar en la empresa.

Art. 53, numeral 1.- En los locales de trabajo y sus anexos se procurará mantener, por medios naturales o artificiales, condiciones atmosféricas que aseguren un ambiente cómodo y saludable para los trabajadores.

Art. 54. CALOR, numeral 1.- En aquellos ambientes de trabajo donde por sus instalaciones o procesos se origine calor, se procurará evitar el superar los valores máximos establecidos en el numeral 5 del artículo anterior”, (Decreto Ejecutivo 2393, 1986).

### **Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo (C.D. 513)**

Art. 55.- Mecanismos de la prevención de riesgos de trabajo como medio de cumplimiento obligatorio de las normas legales o reglamentarias, haciendo énfasis en lo referente a la acción técnica, (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social , 2016).

## **6.5 Metodología**

Este plan de medidas de prevención y control se desarrolla teniendo en cuenta algunos aspectos que incluyen el ámbito administrativo y operativo, quienes son los receptores del riesgo, con el fin de minimizar el riesgo de exposición, disminuyendo de esta manera la carga de calor en el personal, dotando la ropa adecuada e implementando puntos de hidratación, reduciendo las afecciones y sintomatologías que se han detectado mediante esta investigación.

## **6.6 Propósito**

El objetivo de este plan es generar una herramienta de gestión para la empresa constructora TechnoMacro S.A que puede ser aplicada a sus proyectos en los que el personal se encuentre realizando labores o actividades físicas en ambientes calurosos, de esta manera guarda la integridad de cada persona y contribuye al proceso productivo de la empresa reduciendo sintomatologías, afecciones y ausentismos, también genera un programa de vigilancia a la salud del personal.

## **6.7 Plan de medidas preventivas y control**

**Tabla 23***Medidas de prevención y control*

MÉTODO DE CONTROL	INDICADOR	COSTO	RESPONSABLE		NORMATIVA
			EMPLEADOR	TRABAJADOR	
Ropa de trabajo ligera (lino o algodón) evitar el color negro. Pantalón en tela fina, camisas o buzos de manga larga que cubran completamente los brazos, esto reduce los CAVs (tabla 9)	N° de uniformes adquiridos/N° total de trabajadores	USD 2,000.00	X		Decreto Ejecutivo 2393. Art. 176, numeral 3, literal f
Equipo de Protección personal (mascara, filtro, mandil, gafas, buffs o capuchas que cubran del sol etc.)	N° de epp adquiridos/N° total de trabajadores	USD 2,000.00	X	X	Decreto Ejecutivo 2393. Art. 187
Botiquín de Primeros Auxilios	N° de botiquines adquiridos/ N° total de trabajadores	USD 100.00	X		Decreto Ejecutivo 2393. Art. 46
Dispensadores de agua y botellones	N° de botellones de agua adquiridos/ N° total de trabajadores	USD 60.00	X		Decreto Ejecutivo 2393. Art. 39. Numeral 1
Punto de descanso, almuerzo e hidratación	N° de sitios de descanso/ N° total de trabajadores	USD 200.00	X	X	Decreto Ejecutivo 2393. Art. 39. Numeral 1
Informar a todos los trabajadores de los riesgos a los que se exponen y sus medidas de prevención y cómo actuar en caso de una emergencia.	N° de trabajadores a informar/ N° total de trabajadores	USD 0.00	X		Reglamento interno SSO
Vigilar al trabajador durante su aclimatación, y sus actividades físicas a realizar. Permitirles adaptarse a los ritmos de trabajo a su tolerancia al calor	N° de trabajadores aclimatados/ N° total de trabajadores	USD 0.00	X		Reglamento interno SSO

Garantizar y promover la vigilancia de la salud a los trabajadores. Informarles sobre las afecciones a las que se encuentran expuestos por el calor, con la implementación de pausas pasivas bajo sombra	N° de talleres de vigilancia a realizar/ N° total de trabajadores	USD 200.00	X		Reglamento interno SSO
Contratación a tiempo parcial de un médico ocupacional	N° exámenes ocupacionales/ N° total de trabajadores	USD 1,500.00	X		Reglamento interno SSO
Informar a los superiores sobre los síntomas que tiene al encontrarse expuesto a temperaturas altas o si posee enfermedades crónicas que pueden ser afectadas	N° de síntomas asociados al calor/N° total de trabajadores	USD 0.00		X	Reglamento interno SSO
Descansar en lugares bajo sombra, hidratarse frecuentemente, si se encuentra agotado recuperarse bajo en un lugar fresco	N° de puntos de hidratación/ N° total de trabajadores	USD 0.00		X	Reglamento interno SSO
No tomar alcohol, consumir tabaco u otro tipo de sustancias que pueden afectar a la salud.	N° de campañas de prevención de alcohol y drogas/ N° total de trabajadores	USD 0.00		X	Reglamento interno SSO
Alimentarse de manera sana y adecuada a su persona	N° de campañas de nutrición/ N° total de trabajadores	USD 0.00		X	Reglamento interno SSO
Utilizar topa de trabajo adecuada, de colores claros, proteger la cabeza y utilizar de forma adecuada los epps.	N° de uniformes adquiridos/N° total de trabajadores	USD 0.00		X	Reglamento interno SSO

*Nota:* Esta tabla fue elaborada por el autor

Los planes de prevención de seguridad y salud ocupacional consisten en la planeación y ejecución de programas de trabajo seguro donde indique las actividades a realizar, planes de medidas de control y minimización de riesgos donde existe información y formación (capacitaciones), como actuar y que hacer para reducir el riesgo, incluyendo ropa de trabajo adecuada y epp, chequeos médicos ocupacionales, dietas y alimentación. En la infraestructura es importante la señalética orientar y guiar al trabajador: no fumar, consumir agua constantemente, cuidados sobre la exposición al sol, sitios de descanso o alimentación.

## CONCLUSIONES

Una vez realizada la identificación, medición y evaluación en los 13 puestos de trabajo de la empresa constructora TechnoMacro S.A. se determinó que el 82% correspondientes a los puestos del: topógrafo, maestro de obra, albañil, fierro, ayudante civil, soldador, chofer, operario de maquinaria pesada y rigger, son quienes se encuentran expuestos a una situación peligrosa a estrés térmico por calor debido a la ejecución de sus actividades físicas realizadas a altas temperaturas y al aire libre, mientras que el 18% restante, realizan labores administrativos con exposición al mismo clima pero bajo sombra, de igual manera fue posible evidenciar que existe una relación entre la temperatura exterior y la ejecución de actividades, tomando en cuenta que existen factores que influyen al riesgo de estrés térmico por calor, siendo: la edad, vulnerabilidad y estilos de vida que cada persona tiene.

A través de la encuesta y la ficha sociodemográfica aplicada a los 22 colaboradores de la empresa, se logró identificar la sintomatología que ellos tienen al exponerse a un clima tropical mega térmico húmedo en el presente proyecto en la parroquia de San Luis de Pambil, tomando en cuenta que, el 90% menciona sentirse expuestos a este riesgo, de esta manera pueden alcanzar problemas de salud, el 100% del personal asegura que durante el día tienen un sudor excesivo cuando realizan sus actividades, de igual manera sienten deshidratación y no poseen un punto fijo bajo sombra en el que puedan hidratarse constantemente.

La aclimatación es otro factor importante que influye en este riesgo de exposición al calor, el 100% del personal no está aclimatado debido a que provienen de ciudades de: Quito, Tabacundo, Cayambe, Balsapamba, Ambato, Esmeraldas y Napo y sus últimas actividades laborales han sido desarrolladas en ciudades de la sierra, no se ha planificado un horario o turnos para este problema de aclimatación que ciertamente llega a afectar su salud y productividad. Al no implementarse medidas de prevención adecuadas, se exponen a que sufran alteraciones cutáneas y sistémicas graves.

Las mediciones realizadas fueron a través del instrumento HT30, este equipo nos indica el índice de calor térmico (WBGT), la temperatura de globo negro (TG), mide la temperatura del aire (TA) y la humedad relativa (HR), dependiendo si se aplica en los interiores o exteriores donde se encuentren expuestos los trabajadores, mientras que, la metodología aplicada fue

mediante el cálculo de índice WBGT establecido en la norma UNE-EN ISO 7243:2017 (Ratificada), y la herramienta tomada del INSST 2023, que incorpora valores CAV sobre tipo de prendas de vestir que utilizan los trabajadores, nos da valores determinados que ayudan a tomar medidas preventivas según sea el caso, también se identifica la tasa metabólica de cada persona dependiendo la actividad que realice, estos datos son utilizados para identificar si existe o no un peligro referente al estrés térmico por calor en cada puesto de trabajo.

Las condiciones y actividades de ejecución de este proyecto son propios de exposición a altas temperaturas, esto conlleva a que exista el riesgo de estrés térmico por calor, por lo tanto las medidas de prevención ayudarán a minimizar este riesgo, mejorando las condiciones laborales y elevando la seguridad y salud de los trabajadores, llevando a cabo un plan de vigilancia de la salud en la empresa y a sus colaboradores con el fin de estudiar la relación entre afecciones y actividades laborales, evaluando condiciones de trabajo para asegurar el bienestar del trabajador basado en normativas locales, nacionales e internacionales, de esta manera se incrementa la confianza de cada persona e incrementa la productividad.

## RECOMENDACIONES

Es importante que, los datos obtenidos de la investigación sean cuantitativos, de esta manera permite la facilidad de identificar la causa efecto de exposición al riesgo en cada puesto de trabajo, por lo tanto, brindará una guía para trabajos futuros con exposición similar a esta investigación. Para la obtención de los datos es necesario que la empresa de la apertura y brinde el espacio necesario para que el personal no se sienta presionado y pueda colaborar con la investigación, de esta manera se logrará obtener información precisa y verídica, siendo entrevistas individuales o colectivas.

Es necesario que exista un médico ocupacional dentro de la empresa, junto a esto la historia clínica de cada trabajador realizada por un especialista, de tal manera que se logre identificar el diagnóstico correcto, antecedentes y situación actual de cada paciente, logrando conocer los síntomas asociados a varios tipos de riesgos de exposición y su evolución dentro de cada actividad a realizar. Es importante que el técnico de seguridad trabaje de la mano con el médico ocupacional para orientar a los trabajadores y minimizar los riesgos de cada actividad.

Se recomienda la aplicación de varias herramientas de investigación ayuda a obtener información cuantitativa para conocer la situación de las personas desde su punto de vista y de esta manera comprender su sintomatología que se asocien al riesgo, a través de matrices y métodos aplicados para recolección de datos numéricos, obteniendo resultados certeros de la investigación

Se debe aplicar medidas preventivas inmediatas con el fin de minimizar el riesgo de estrés térmico por calor, para que no afecte su salud en un corto o largo tiempo, promover puntos de hidratación y sombra en los frentes de trabajo, utilizar vestimenta adecuada, esto debe ir de la mano de un plan de capacitaciones periódicas en las que los trabajadores deben asistir de forma obligatoria para crear una cultura en el área de seguridad y salud ocupacional, y un plan de vigilancia a la salud para que se ejecute un procedimiento de aclimatación y descanso en cada una de las personas, así mismo dar un seguimiento en la sintomatología que se presente a lo largo de la ejecución de las actividades.

## ANEXOS

### Anexo 1: Calibración de instrumento HT30



### LABORATORIO DE METROLOGÍA CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**INFORME** 20028350  
**CLIENTE** PREVENCIÓN INTEGRAL ECUADOR  
**EQUIPO** TERMÓHIGRÓMETRO  
**MARCA** EXTECH HT30  
**SERIAL** B6120556  
**ESTADO** BUEN ESTADO  
**FECHA DE CALIBRACION** 08/02/2023 **FECHA PRÓXIMA CALIBRACION** 08/02/2024

**OBSERVACIONES** SE CALIBRO CON RESULTADO SATISFACTORIO DE TRABAJO

#### CONFIGURACION DE LOS PARÁMETROS

Temperatura Ambiente							
Patrón	Instrumento		Desvío		Escala	Error Permitido	Incertidumbre Medida
	Acordante		Acordante				
°C	°C		°C		°C	±	± °C
5,00	4,8		-0,20			No aplicable	0,0223
20,00	19,8		-0,20			No aplicable	0,0412
35,00	34,8		-0,20			No aplicable	0,1234

Temperatura de Globo							
Patrón	Instrumento		Desvío		Escala	Error Permitido	Incertidumbre Medida
	Acordante		Acordante				
°C	°C		°C		°C	±	± °C
5,00	4,8		-0,20			No aplicable	0,0223
20,00	19,8		-0,20			No aplicable	0,0412
35,00	34,9		-0,10			No aplicable	0,1234

Resultado: El instrumento cumple con las especificaciones del fabricante.

[www.equipoymediciones.com](http://www.equipoymediciones.com)  
 Cl. 139 Av. 7-25 Of: 601  
 TEL: (57-0) 304 9234  
 Bogotá - Colombia

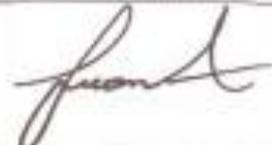


**CONFIGURACION DE LOS PARÁMETROS**

Humedad Relativa							
Patrón	Instrumento		Devia		Escala	Error Permisido	Incertidumbre Módulo
	Acusante		Acusante				
Hr%	Hr%		Hr%		Hr%	±	± Hr%
33,10	33,7		0,60			No aplicable	1,0000
75,20	75,9		0,70			No aplicable	1,0000

Resultado: El instrumento cumple con las especificaciones del fabricante.

Equipo calibrado, revisado y operado por:

ELABORÓ	REVISÓ
TECNICO DE CALIBRACION	COORDINADOR DE CALIBRACION
FIRMA	FIRMA
	

**Anexo 2 : Mediciones aplicada a cada trabajador con instrumento HT30**

**Tabla 24**

*WBGT Superintendente de obra*

<b>Fecha de medición:</b>	1/3/2023	<b>Evaluador:</b>	Ing Jessica Oliva	
<b>Datos del trabajador</b>				
<b>Puesto de Trabajo:</b>	Superintendente	<b>Edad:</b>	56 años	
		<b>Componente postural:</b>	De pie y sentado	
<b>Tipo de vestimenta</b>	Camisa o buzo manga larga, pantalón jean			
<b>Porcentaje de trabajo:</b>	75% de trabajo – 25% descanso			
<b>N° de mediciones</b>	<b>WBGT</b>	<b>Ta</b>	<b>Tg</b>	<b>% Humedad</b>
Muestra 1	25.2	29.3	41.1	65.2
Muestra 2	27.3	29.4	42	54.6
Muestra 3	26.1	28.9	41.5	48
<b>Promedio</b>	<b>26.20</b>	<b>29.20</b>	<b>41.53</b>	<b>55.93</b>

*Nota:* Esta tabla fue elaborada por el autor

**Tabla 25**  
**WBGT Maestro de Obra**

<b>Fecha de medición:</b>	1/3/2023	<b>Evaluador:</b>	Ing Jessica Oliva	
<b>Datos del trabajador</b>				
<b>Puesto de Trabajo:</b>	Maestro de obra	<b>Edad:</b>	48 años	
		<b>Componente postural:</b>	De pie	
<b>Tipo de vestimenta</b>	Camisa o buzo manga larga, pantalón jean			
<b>Porcentaje de trabajo:</b>	75% de trabajo – 25% descanso			
<b>N° de mediciones</b>	<b>WBGT</b>	<b>Ta</b>	<b>Tg</b>	<b>% Humedad</b>
Muestra 1	35.6	30.1	46.7	59.9
Muestra 2	33.5	29.5	45	58
Muestra 3	34.6	28.5	43.8	60
<b>Promedio</b>	<b>34.57</b>	<b>29.37</b>	<b>45.17</b>	<b>59.30</b>

*Nota:* Esta tabla fue elaborada por el autor

### Anexo 3: Fichas sociodemográficas

**Tabla 26**

*Ficha de datos de superintendente de obra*

<b>Fecha de evaluación:</b>	4/4/2023		<b>Evaluador:</b>	Ing. Jessica Oliva	
<b>Ficha de trabajador</b>					
<b>Cargo:</b>	Superintendente de obra			<b>Dirección domiciliaria.</b>	Quito
<b>Nivel educativo:</b>	Superior	<b>Edad:</b>	56 años	<b>Estado civil</b>	Casado
<b>Enfermedades o accidentes:</b>	No refiere	<b>Discapacidad alguna</b>	No refiere	<b>Deporte</b>	No
<b>Peso:</b>	90 kg	<b>Ultima actividad laboral</b>	En la ciudad de Quito, como supervisor de obras		
<b>Hábitos</b>	<b>Tabaco</b>	No	<b>Nutrición balanceada</b>	No	
	<b>Alcohol</b>	Si	<b>Salud física</b>	Si	
	<b>Otras sustancias</b>	No	<b>Tipo de sangre</b>	O+	
<b>Trastorno por calor</b>			<b>Recomendaciones</b>		
Siente agotamiento, sudor en exceso, bajo rendimiento			Hidratación, realizar deporte, visitar un médico, y nutricionista		

*Nota:* Esta tabla fue elaborada por el autor

**Tabla 27**

*Ficha de datos de maestro de obra*

<b>Fecha de evaluación:</b>	4/4/2023		<b>Evaluador:</b>	Ing Jessica Oliva	
<b>Ficha de trabajador</b>					
<b>Cargo:</b>	Maestro de obra			<b>Dirección domiciliaria.</b>	Cayambe
<b>Nivel educativo:</b>	Bachillerato	<b>Edad:</b>	48 años	<b>Estado civil</b>	Casado
<b>Enfermedades o accidentes:</b>	No refiere	<b>Discapacidad alguna</b>	No refiere	<b>Deporte</b>	No
<b>Peso:</b>	76 kg	<b>Ultima actividad laboral</b>	En la ciudad de Cayambe, como maestro de obra		
<b>Hábitos</b>	<b>Tabaco</b>	No	<b>Nutrición balanceada</b>	No	
	<b>Alcohol</b>	Si	<b>Salud física</b>	Si	
	<b>Otras sustancias</b>	No	<b>Tipo de sangre</b>	O+	
<b>Trastorno por calor</b>			<b>Recomendaciones</b>		
Siente agotamiento, sudor en exceso, bajo rendimiento			Hidratación, hacer ejercicio, visitar un médico y nutricionista		

*Nota:* Esta tabla fue elaborada por el autor

**Anexo 4:** Encuesta aplicada a los trabajadores

**ENCUESTA DIRIGIDA A LOS TRABAJADORES DE TECHNOMACRO S.A EN  
EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE PUENTES CARROZABLES EN EL  
CANTÓN DE SAN LUIS DE PAMBIL PROVINCIA DE BOLÍVAR**

**Objetivo:** Determinar los factores de estrés térmico por calor y sintomatologías asociadas a la salud en trabajadores estableciendo medidas preventivas en Constructora

**Señores trabajadores:** El estrés término por calor es la carga de calor que los trabajadores reciben y acumulan debido a las actividades realizadas en ciertas condiciones ambientales junto con la actividad física y su ropa de trabajo.

**DATOS GENERALES:**

**Edad:** \_\_\_\_\_

**Seleccione con una (X) la respuesta que usted considere correcta.**

- **Pregunta 1:** ¿Conoce acerca del estrés térmico por calor?

Si ( )

No ( )

- **Pregunta 2:** ¿Considera usted que está expuesto a estrés térmico por calor en su puesto de trabajo durante la jornada laboral?

Si ( )

No ( )

- **Pregunta 3:** ¿Conoce usted la temperatura de su puesto de trabajo?

Si ( )

No ( )

- **Pregunta 4:** ¿Considera usted que trabajar a altas temperaturas puede ocasionar problemas en la salud?

Si ( )

No ( )

- **Pregunta 5:** ¿Usted ha tenido algún tipo de ausentismo en el trabajo por alguna afección al encontrarse expuesto a temperaturas altas?

Si ( )

No ( )

- **Pregunta 6:** ¿Conoce Ud. alguna de estas afecciones que produce cuando se realizan actividades a temperaturas altas?

( ) Agotamiento por calor

( ) Síncope por calor

( ) Calambre por calor

( ) Ninguna

- **Pregunta 7:** ¿Considera Ud. que la empresa ha tomado medidas de acción preventivas ante la ejecución de actividades con exposición altas temperaturas?

Si ( )

No ( )

**GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

## Anexo 5: WBGT Superintendente



### INFORME - Estrés térmico. Índice WBGT

Cálculo del índice WBGT (Wet Bulb Globe Thermometer), establecido en la norma UNE EN 27243, utilizado en ambientes laborales para evaluar el estrés térmico por calor. Es una primera aproximación para determinar si una situación de estrés térmico es admisible para un trabajador

#### Resultado

$$WBGT_{act} (26,2 \text{ }^{\circ}\text{C}) < WBGT_{lim} (30,8 \text{ }^{\circ}\text{C})$$

#### SITUACIÓN ACEPTABLE

En las condiciones del estudio no existe una situación de riesgo de estrés térmico

#### Recomendaciones

- Verificar periódicamente que se mantienen las condiciones de trabajo incluidas en el presente estudio.
- Realizar un estudio específico de las condiciones de bienestar térmico. Este estudio se puede realizar mediante la herramienta "Evaluación del bienestar térmico global y local" del INSSST.

[Pulse para ir a la aplicación "Bienestar térmico global y local"](#)

#### Datos de partida

##### Datos del lugar de trabajo

Área de trabajo / Departamento

Administrativo

Puesto de trabajo

Superintendente de obra

¿El trabajador está aclimatado?

No

Ciclo de trabajo

- Supervisar actividades

La tarea se desarrolla en:

Exterior de edificios con carga solar

Descripción de la tarea:

Planeación y supervisión de la ejecución de la obra, organización de actividades laborales de todo el personal, cumplimiento de objetivos y directrices del proyecto actual.

Duración de la tarea:

45 minutos

Nota: El INSSST no garantiza la representatividad de los datos en la situación real del trabajo puesto que desconoce cómo se han obtenido, si los equipos son adecuados y si están correctamente calibrados, etc. Copyright. ©INSSST. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo España. Informe creado con versión: 56.



**Tasa metabólica:**

115 W

**CAV:**

0 °C - WBGT

**¿Dispone del valor del índice WBGT asociado a esta tarea?:**

SI

**WBGT**

26.2

---

## Anexo 10: WBGT Maestro de obra



### INFORME - Estrés térmico. Índice WBGT

Cálculo del índice WBGT (Wet Bulb Globe Thermometer), establecido en la norma UNE EN 27243, utilizado en ambientes laborales para evaluar el estrés térmico por calor. Es una primera aproximación para determinar si una situación de estrés térmico es admisible para un trabajador

#### Resultado

$$WBGT_{eff} (35,6 \text{ }^{\circ}\text{C}) \geq WBGT_{lim} (25 \text{ }^{\circ}\text{C})$$

#### SITUACIÓN PELIGROSA

En las condiciones del estudio existe una situación de riesgo de estrés térmico

#### Recomendaciones

Cuando se supera el valor límite es necesario:

- Reducir directamente el estrés térmico en el lugar de trabajo mediante métodos apropiados (control del ambiente térmico, del nivel de actividad física, mediante el uso de equipos de protección individual o estableciendo un régimen de trabajo - descanso de forma que el organismo pueda reestablecer su equilibrio térmico).
- Revisar la vestimenta de trabajo.
- Realizar un análisis detallado del estrés térmico, según métodos más específicos y precisos. Este estudio se puede realizar mediante el calculador "Sobrecarga térmica estimada" del INSST.

[Pulse para ir a la aplicación "Sobrecarga térmica estimada"](#)

#### Datos de partida

##### Datos del lugar de trabajo

Área de trabajo / Departamento

Operativo

Puesto de trabajo

Maestro de obra

¿El trabajador está aclimatado?

No

Ciclo de trabajo

- Supervisión y ejecución de obra

La tarea se desarrolla en:

Exterior de edificios con carga solar

Nota: El INSST no garantiza la representatividad de los datos en la situación real del trabajo puesto que desconoce cómo se han obtenido, si los equipos son adecuados y si están correctamente calibrados, etc. Copyright. ©INSST. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo España. Informe creado con versión: 58.



**Descripción de la tarea:**

Se encarga de que la obra o proyecto se ejecute tal cual el plano y sus superiores lo indiquen, a su cargo tiene personal, albañiles, fierros, ayudantes, soldadores, operadores, por lo que se encarga de organizar y verificar que se cumpla con lo establecido, respetando reglamentos internos o acuerdos, solicitando material necesario y verificando que todo se ejecute con calidad y precaución.

**Duración de la tarea:**

45 minutos

**Tasa metabólica:**

300 W

**CAV:**

1 °C - WBGT

**¿Dispone del valor del índice WBGT asociado a esta tarea?:**

SI

**WBGT**

35.6

---

## Bibliografía

- (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo INSST. (2016). *Ministerio de Trabajo y Economía*. Obtenido de <https://www.insst.es/-/cuales-son-los-danos-que-pueden-producir-los-agentes-biologicos-al-trabajador->
- Asamblea Nacional. (2008). *CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR*.
- Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Ecuador.
- ASPREC S.A. (2019 de marzo de 2019). Obtenido de <https://www.asprec.com.ec/blog/2019/03/25/riesgos-mecanicos/>
- Avila Roque, I., Rodríguez Betancourt, A., Sáez Larrondo, W., & Martínez García, Y. (2022). Patrón estacional de exposición a estrés térmico por calor para escenarios laborales. *Convención Internacional de Salud*. Cuba.
- Ayabaca Apunte, E. J. (noviembre de 2016). Impelmentacion de medidas de prevención y control de la exposición a estrés térmico en una empresa ecuatoriana productora de ladrillos ya doquines. Quito. Obtenido de <https://1library.co/document/q7wko3nz-implementacion-prevencion-exposicion-termico-ecuatoriana-productora-ladrillos-adoquines.html>
- Ayala, A. (2007). *Trastornos de la temperatura corporal*. Vol 7.
- Baraza, X., Castejón, E., & Guardino, E. (2016). *Higiene Industrial*. Barcelona: UOC (Oberta UOC Publishing, SL), de esta edición, 2015.
- Código del Trabajo. (2012). Código del trabajo. Ecuador.
- Decreto Ejecutivo 2393. (1986). *Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo*.
- Decreto Ejecutivo 2393. (17 de noviembre de 1986). Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.
- Extech Instruments. (mayo de 2013). Manual de usuario. TGBH Modelo HT30. Modelo-EU-SP V3 .4 .
- García, L. (2023). Análisis del factor riesgo físico por estrés térmico en base a la metodología WBGT para los operarios en campo de la Empresa Imbavial E.P. Ibarra, Ecuador.
- Geraldo Piñeda, A., & Montes Paniza, G. (agosto de 2014). ERGONOMÍA AMBIENTAL: Iluminación y confort térmico en trabajadores de oficinas con pantalla de visualización de datos. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 24.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de San Luis de Pambil. (2020). Actualización de plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2020-2024. San Luis de Pambil.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de San Luis de Pambil. (2015). ACTUALIZACION DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO

TERRITORIAL DE LA PARROQUIA RURAL SAN LUIS DE PAMBIL. *Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo* .

- Gómez, B. A. (13 de enero de 2021). *BUSINESS INSIDER*. Obtenido de Cuántas calorías hay que comer al día, según los expertos: <https://www.businessinsider.es/cuantas-calorias-hay-comer-dia-expertos-788407>
- Guzmán Hinojosa, Y. M., & Medina Riega, R. E. (2022). Evaluación de los controles implementados para la reducción de la situación de riesgo de estrés térmico en la obra de construcción “Mejoramientos del Puesto de Salud Luis Fernández Cortegana del Centro Poblado Huacapuy del Distrito José María Quimper Prov. Perú.
- Hernández Calleja, A. (2000). *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*. Obtenido de NTP 742: Ventilación general de edificios: [https://www.insst.es/documents/94886/327446/ntp\\_742.pdf/08383321-e605-4355-b830-c783a7d50b9c](https://www.insst.es/documents/94886/327446/ntp_742.pdf/08383321-e605-4355-b830-c783a7d50b9c)
- INSHT. (1996). *Evaluación de riesgos laborales*. Obtenido de [https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp\\_330.pdf/e0ba3d17-b43d-4521-905d-863fc7cb800b](https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp_330.pdf/e0ba3d17-b43d-4521-905d-863fc7cb800b)
- INSHT. (2014). NTP 323: Determinación del metabolismo energético mediante tablas.
- Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social . (2016). *Resolución No. CD 513 - IESS*.
- Instituto Ecuatoriano de Seguridad y Salud Ocupacional IESS. (octubre de 2022). *IESS*. Obtenido de [https://sart.iess.gob.ec/SRGP/cal\\_neg\\_ep.php?Mzc2NmlkPWVzdGF0](https://sart.iess.gob.ec/SRGP/cal_neg_ep.php?Mzc2NmlkPWVzdGF0)
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo . (1996). Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente. España.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo INSHT. (1994). *Higiene Industrial* (5a ed.). 73 - 28027 MADRID.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo INSHT. (2015). CALOR Y TRABAJO. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES DEBIDOS AL ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR. CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. INSHT. (1996). *NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT*.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. INSHT. (2011). NTP 922. *Estrés térmico y sobrecarga térmica*.
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). (2017). *Ministerio de Trabajo y Economía Social*. Obtenido de <https://www.insst.es/-/que-son-los-agentes-quimicos-y-el-riesgo-quimico->
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). (2017). *Ministerio del Trabajo y Economía Social*. Obtenido de <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-fisicos>

- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo INSST. (2016). *Ministerio de Trabajo y Educación Social*. Obtenido de <https://www.insst.es/-/cuales-son-los-danos-que-pueden-producir-los-agentes-biologicos-al-trabajador->
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo INSST. (2017). *Ministerio de Trabajo y Economía Social*. Obtenido de <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-psicosociales>
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo INSST. (2017). *Ministerio de Trabajo y Economía Social*. Obtenido de <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-ergonomicos>
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. INSST. (2023). *Calculador: Estrés térmico. Índice WBGT - Año 2023*. Obtenido de <https://www.insst.es/documentacion/catalogo-de-publicaciones/calculador-estres-termico-indice-wbgt>
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. INSST. (2023). *Ministerio de Trabajo y Economía Social*. Obtenido de [https://herramientasprl.insst.es/higiene/estres-termico-indice-wbgt/contenido/253/tabs/tabs-nav/tab\\_3](https://herramientasprl.insst.es/higiene/estres-termico-indice-wbgt/contenido/253/tabs/tabs-nav/tab_3)
- Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo INSST. (2012). Ecuador.
- La Comisión de Legislación y Codificación del H. Congreso Nacional de conformidad con la Constitución Política de la República. (2013). *Código del Trabajo*. Quito.
- Mayoclinic.org. (6 de mayo de 2022). Obtenido de <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/heat-rash/symptoms-causes/syc-20373276>
- Medina, A. (2020 de 12 de 2020). Ecuador. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/temperaturas-sol-humedad-inamhi-ecuador.html>
- MedlinePlus. (06 de enero de 2022). *Biblioteca Nacional de Medicina*. Obtenido de [https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001982.htm#:~:text=La%20temperatura%20corporal%20normal%20promedio,F%20\(37.2°C\)](https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001982.htm#:~:text=La%20temperatura%20corporal%20normal%20promedio,F%20(37.2%C2)).
- Ministerio de Trabajo. (2022). Obtenido de <https://www.trabajo.gob.ec/seguridad-y-salud-en-el-trabajo/>
- Oliva , J. M. (abril de 2019). DISEÑO DEL SISTEMA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DEL CAMAL DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN OTAVALO. Imbabura, Ecuador.
- Organización Internacional del Trabajo OIT. (1 de julio de 2019). El aumento del estrés térmico podría llevar a una pérdida de productividad equivalente a 80 millones de empleos. *Impulsar la justicia social, promover el trabajo decente*. Obtenido de [https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS\\_711946/lang--es/index.htm](https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_711946/lang--es/index.htm)

- Organización Internacional del Trabajo OIT. (2019). *Trabajar en un planeta más caliente: el impacto del estrés térmico en la productividad laboral y el trabajo decente*. Ginebra: ISBN 978-92-2-031465-4.
- Organización Panamericana de la Salud OPS. (2021). *Estrés térmico, salud y confort laboral*. ISBN 9789962901839.
- Ortega Galacho, J. A. (2020). Evaluación del riesgo de estrés térmico. *Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball (INVASSAT)*, 21. Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball (INVASSAT). Recuperado el 26 de octubre de 2022
- Ortiz Solís, M., & Ibarra Mejía, G. (11 de noviembre de 2021). Parámetro de riesgo por exposición a estrés térmico en trabajadores de la construcción. *Memorias de Ciencia y Tecnología*. Mexico.
- Prolipa. (17 de agosto de 2017). Obtenido de <https://www.prolipa.com.ec/blog/2017/08/17/naturales-6-8/>
- Ramos Guevara, J. E. (2018). *UTA ACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA*. Obtenido de [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28185/1/Tesis\\_%20t1430mshi.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28185/1/Tesis_%20t1430mshi.pdf)
- Revueltas Agüero, M., Betancourt Bethencour, J. A., del Toro Ramírez, R., & Martínez García, Y. (2015). Caracterización del ambiente térmico laboral y su relación con la salud de los trabajadores expuestos. *Cubana de Salud y Trabajo*.
- Revueltas Agüero, M., Molina Esquivel, E., & Hernández Sánchez, M. (10 de febrero de 2023). *La salud humana frente al estrés térmico por el cambio climático*. Obtenido de Archivo Médico Camagüey: <https://revistaamc.sld.cu/index.php/amc/article/view/9073/4530>
- Romero, S. (20 de julio de 2022). *El portal de coordinación empresarial*. Obtenido de <https://www.coordinacionempresarial.com/trabajar-con-calor-obligaciones-de-las-empresas-y-medidas-preventivas/>
- Roy, S., Mishra, D., Bhattacharjee, R., & Agrawal, H. (14 de enero de 2022). Estrés por calor en minas subterráneas y sus medidas de control: una revisión sistemática de la literatura y un análisis retrospectivo. *Minería, metalurgia y exploración*. Perú. doi:10.1007/s42461-021-00532-6
- Santamaría Freire, E. J., & Ramos Guevara, J. E. (2018). *El ambiente térmico laboral y los trastornos sistémicos por calor en los trabajadores del área de horneado de las panificadoras*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/28185>
- Secretaría Nacional de Planificación. (2021). *Plan de Oportunidades 2021-2025*. Obtenido de Gobierno del Encuentro: <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/Plan-de-Creacio%CC%81n-de-Oportunidades-2021-2025-Aprobado.pdf>
- Segovia, H. (18 de mayo de 2022). Las empresas deben tomar medidas para prevenir la exposición de los trabajadores a altas temperaturas. Madrid, España: Unión General de Trabajadoras y Trabajadores.

Strofer, G. (16 de noviembre de 2022). ¿Cómo influye el clima en tu construcción? La Romana, Republica Dominicana.

TechnoMacro S.A. (2019). Obtenido de <https://technomacro.com/>

Valdes Figueroa, R. C. (29 de enero de 2017). *Clínica Alemana*. Obtenido de <https://www.clinicaalemana.cl/articulos/detalle/2017/urticaria-por-calor-una-reaccion-a-las-altas-temperaturas>

World Health Organization. (2015). Promoting Health While Mitigating.