



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL TRABAJO Y DEL COMPORTAMIENTO  
HUMANO**

Título del Trabajo de Titulación:

“EVALUACIÓN DE ESTRÉS TÉRMICO POR EXPOSICIÓN AL FRÍO, EN  
AGENTES DE SEGURIDAD DE LA ESTACIÓN EL RECREO DEL TROLEBÚS DE  
QUITO”

Realizado por:

**Alexander Fabian Narváez De La Torre**

Director del proyecto:

Msc. Pablo Dávila

Como requisito para la obtención del título de;

**INGENIERIA EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

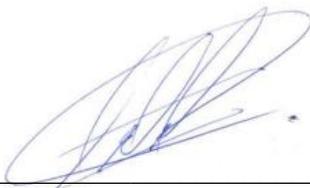
Quito, 10 de julio de 2023

## **DECLARACION JURAMENTADA**

Yo, Alexander Fabian Narváez De La Torre, con cédula de identidad # 171871985-7, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual que correspondan relacionados a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

D. M. Quito, 10 de julio de 2023



---

Alexander Fabian Narváez De La Torre  
171871985-7

## **DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS**

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Pablo Dávila', is positioned above a horizontal dashed line.

**Msc. Pablo Dávila**

LOS PROFESORES INFORMANTES:

Frank Guzmán

Jorge Jara

Después de revisar el trabajo presentado lo han calificado como apto para su defensa

oral ante el tribunal examinador.



---

Msc. Frank Guzmán



---

PhD. Jorge Jara

Quito, 10 de julio de 2023

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.



---

Alexander Narváz De La Torre

C.I.: 1718719857

## **Dedicatoria**

Este trabajo está dirigido primeramente a Dios por brindarme salud y guiarme en el camino para culminar mis metas, a mis padres que siempre me han apoyado incondicionalmente y a mi familia que siempre me alienta a terminar mis metas.

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por todo lo que me a dado y por siempre ser el pilar que guía a  
mi familia.

Agradezco a mi madre Mayra De La Torre por ser la persona que me a guiado  
en todo momento

Agradezco a mi padre Edwin Narvâez por siempre apoyarme  
incondicionalmente.

Agradezco a mi tutor Pablo Dávila por acompañarme en este proceso.

## **RESUMEN**

La exposición a niveles de temperatura por frío y el acondicionamiento físico inadecuado presentan riesgos importantes en los trabajadores de la seguridad privada. El objetivo fue conocer los niveles de estrés térmico por frío a los que están expuestos los guardias de seguridad que laboran en las paradas de trolebús de Quito. La metodología para la determinación el estrés por frío es el índice de enfriamiento localizado WCI, se realizará una evaluación de estrés térmico por frío mediante la evaluación del nivel de aislamiento térmico (método del aislamiento requerido del atuendo -IREQ) que nos ayudará a definir la vestimenta adecuado que debería portar los guardias para desarrollar de una manera adecuada y seguro sus labores.

Palabras claves: estrés térmico, temperatura, seguridad

**ABSTRAC**

Exposure to cold temperature levels and inadequate physical conditioning present significant risks in private security workers. The objective was to know the levels of thermal stress due to cold to which the security guards who work at the trolleybus stops in Quito are exposed. The methodology for determining cold stress is the WCI localized cooling index, an evaluation of cold thermal stress will be carried out by evaluating the level of thermal insulation (required insulation method of clothing -IREQ) that will help us define the Appropriate clothing that the guards should wear to carry out their work properly and safely.

Keywords: thermal stress, temperature, safety

## TABLA DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I</b> .....	12
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	12
<b>1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	12
<b>1.1.2. OBJETIVO GENERAL</b> .....	16
<b>1.1.3. OBJETIVO ESPECIFICOS</b> .....	16
<b>1.1.4. JUSTIFICACION</b> .....	17
<b>1.2. MARCO TEÓRICO</b> .....	18
<b>1.2.1. LA SEGURIDAD FÍSICA</b> .....	18
<b>1.2.2. ESTADO DE CONOCIMIENTO DEL ARTE</b> .....	19
<b>1.3. PERSPECTIVA TEÓRICA</b> .....	20
<b>1.3.1. MARCO LEGAL</b> .....	20
<b>1.4. DEFINICION DE TERMINOS TECNICOS</b> .....	23
<b>1.6. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES</b> .....	34
<b>1.7. ANTECEDENTES</b> .....	34
<b>1.7.2 ACTIVIDADES DEL GUARDIA DE SEGURIDAD EN LA ESTACIÓN EL RECREO DEL TROLEBÚS DE LA CIUDAD DE QUITO</b> .....	36
<b>CAPITULO II</b> .....	37
<b>2.1. MÉTODO</b> .....	37
<b>2.2. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	37
<b>2.3. MÉTODO</b> .....	37
<b>2.4. POBLACIÓN</b> .....	37
<b>2.4.1 MUESTRA</b> .....	38
<b>2.4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DEL PUESTO DE TRABAJO A EVALUAR</b> .....	38
<b>2.5. SELECCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	40
<b>2.5.1 MÉTODO WCI (ÍNDICE DE ENFRIAMIENTO LOCALIZADO)</b> .....	40
<b>2.5.2 MÉTODO IREQ (AISLAMIENTO REQUERIDO DE ROPA)</b> .....	43
<b>CAPITULO III</b> .....	55
<b>3. RESULTADOS</b> .....	55
<b>3.1. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	55
<b>3.1.1 INSTRUMENTAL EMPLEADO</b> .....	55
<b>3.1.2 RESULTADOS</b> .....	58
<b>CAPITULO IV</b> .....	63
<b>4.1 CONCLUSIONES</b> .....	63
<b>4.2 RECOMENDACIONES</b> .....	64
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	65

Tabla 1: Ejemplo de diferencia entre peligro y riesgo .....	24
Tabla 2: Sistema de termo regulación de organismo .....	28
Tabla 3 Valores de referencia límite para el índice WBGT .....	28
Tabla 4 Estimación del consumo metabólico .....	28
Tabla 5 Consumo metabólico según la profesión o tipos de actividades .....	29
Tabla 6 Carga de trabajo .....	30
Tabla 7 Temperatura de congelación para diferentes valores de temperatura y velocidad del viento (en negrita los valores de $t_{ch}$ que implican $WCI^3 \geq 1600$ ) .....	30
Tabla 8 Síntomas del cuerpo humano de acuerdo con su temperatura .....	32
Tabla 9 Efectos de la temperatura de enfriamiento .....	33
Tabla 10 Criterios para la determinación del IREQ y valoración del enfriamiento local .....	41
Tabla 11 Efecto del frío para diferentes valores de WCI y $t_{ch}$ .....	42
Tabla 12 Explicación de simbología y ecuaciones extras a utilizar .....	44
Tabla 13 Valores de IREQ en función de la velocidad y la temperatura del aire y del nivel de actividad .....	46
Tabla 14 Valores $T_{max}$ (horas) en función de las características del vestido y de la temperatura del aire para $M=80 \text{ w/m}^2$ y distintos valores de la velocidad del aire $V_{ar}$ ..	48
Tabla 15 Valores $T_{max}$ (horas) en función de las características del vestido y de la temperatura del aire para $M=115 \text{ w/m}^2$ y distintos valores de la velocidad del aire $V_{ar}$ ..	50
Tabla 16 Valores para la resistencia térmica específica del atuendo .....	53
Tabla 17 Resultados de la entrevista a los guardias de seguridad tipo de vestimenta .....	58
Tabla 18 Resultados de la valoración climática en la Estación El Recreo del Trolebús de Quito .....	59
Tabla 19 Velocidad de viento determinada en la madrugada de la estación El Recreo del Trolebús .....	60
Tabla 20 Valores a considerar para el cálculo del índice clo .....	61
Tabla 21 Valores clo de las prendas que se entrega a los trabajadores .....	62
Tabla 22 Valores $I_{cl}$ .....	62

## TABLA DE ILUSTRACION

Ilustración 1 QUESTemp 36 Heat Stress Meter .....	56
Ilustración 2 Anemómetro portátil K5000 KESTREL .....	57

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

#### 1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Cuando se estudian los riesgos físicos a los que se puede exponer un trabajador se encuentran: iluminación, vibraciones, ruido, estrés térmico, exposición a energía no ionizante y energía ionizante.

Como Sánchez Stérling (2015) lo indica en su artículo El estrés térmico laboral: ¿Un Nuevo Riesgo con Incidencia Creciente?, el cambio climático con sus oleadas de frío o calor que se registran en los últimos años son voces de alerta que deben extenderse al ámbito laboral como un fenómeno que acelera el crecimiento del riesgo laboral por estrés térmico. (Stérling, 2015)

La sensación térmica del hombre se relaciona con el estado térmico general de su cuerpo, depende de la actividad física que realice (energía metabólica), así como del atuendo que utilice (aislamiento de la vestimenta) y de magnitudes ambientales como la temperatura natural del aire, temperatura natural del agua, la velocidad del aire y la temperatura de globo (temperatura radiante). (Ávila Roque, y otros, 2016)

Trabajar en condiciones climáticas desfavorables de frío o de calor intenso, generan diversas consecuencias sobre el rendimiento y la salud de los trabajadores, condiciones que en su conjunto generan el denominado estrés térmico, por esto es necesario tomar en cuenta una serie de recomendaciones higiénicas y sanitarias cuando se realizan trabajos en condiciones de bajas o altas temperaturas. (Ávila Roque, y otros, 2016)

### 1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Ecuador los temas de Seguridad y Salud Laboral van tomando fuerza a medida del incremento del conocimiento y toma de conciencia de los riesgos, así como también, el crecimiento de empresas en los diferentes sectores y regiones del país. Ese crecimiento mencionado viene acompañado de la necesidad de cumplir las normativas legales vigentes que garantizan un espacio laboral seguro y saludable para el trabajador.

El Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) en su publicación de septiembre del 2019 indica que se tome más en cuenta los efectos de la temperatura en los trabajadores y al hacer referencia al frío indica que los empleadores deben tomar en cuenta este factor de riesgo, y que incluyan en sus sistemas de gestión medidas preventivas, estableciendo ciclos de trabajo y descanso, capacitación sobre los peligros de trabajar en ambientes fríos , así como también, proporcionar equipo apropiado para clima frío. (Jackilitsch & Ceballos, 2019)

La Organización de Naciones Unidas (ONU) en el año 2019 menciona que el cambio climático no solo tiene efectos ambientales, sino que también impacta al cuerpo humano mediante el estrés térmico y éste, a su vez, perjudica su productividad. (ONU, 2023)

El Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España menciona que el número de trabajadores afectados por el frío ha ido incrementando principalmente por la expansión de la industria del frío. (INSST, 2015)

La normativa técnica española, en el Real Decreto 486/1997, establece las condiciones ambientales, estas no deben generar riesgos ni permitir la presencia de fuentes de discomfort, y así, garantizar el cuidado del bienestar y la salud de los trabajadores. Los ambientes fríos principalmente se presentan por bajas temperaturas del aire y la velocidad del viento

En la nota técnica preventiva 462 del INSST (español), se indica que la exposición al frío por parte de los trabajadores (cámaras frigoríficas, almacenes fríos, trabajos en el exterior), es concordante con el Real Decreto 486/1997, al plantear que el estrés por frío depende de la temperatura del aire y la velocidad del viento, ya que el cuerpo de los trabajadores pierde temperatura por convección y radiación principalmente. La disminución de temperatura del cuerpo o de las extremidades que se encuentren al descubierto pueden generar hipotermia o su congelación. (INSST, 2012)

La seguridad privada es uno de los campos laborales con mayor demanda de presencia humana en el Ecuador. El rubro de la seguridad consiste en proteger personas, información, bienes e imagen, por tal motivo, esto genera que las condiciones laborales van a hacer diferente en cada punto de trabajo, según sea el interés específico. (Ponton Cevallos, 2006)

#### **1.1.1.1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA**

Según lo reporta la OIT el 1 de julio de 2019, el aumento del estrés térmico podría llevar a una pérdida de productividad equivalente a 80 millones de empleos, y esto afectara principalmente a los países más pobres. (Saget, 2019)

Entre las actividades que se realizan los guardias de seguridad, se ha identificado diferentes riesgos laborales que pueden provocar discomfort y baja productividad en el personal, el presente estudio está dirigido al factor de riesgo físico estrés térmico por frio. Este tipo de riesgo va cada día tomando más importancia, y se presentan cada vez más publicaciones que estudian el tema. El estrés térmico es la sensación de malestar que experimenta un trabajador cuando realiza sobre esfuerzos que no permite mantener estable su temperatura interna. (Mondelo, 2004)

Este trabajo se realizó en el ambiente laboral donde presta sus servicios el Consorcio Exmar (empleador de los guardias de seguridad) proveedor de la seguridad de las estaciones de trolebuses y alimentadores de la ciudad de Quito. Se interesa por la Seguridad y Salud de sus trabajadores por lo cual se plantea la necesidad de efectuar la evaluación de las condiciones térmicas en los puestos trabajo, para esto ha definido el muestreo de las condiciones térmicas en la estación de trolebús El Recreo.

Los puestos de trabajo de guardia de seguridad plantean la necesidad de la presencia de un trabajador durante las 24 horas del día (en 2 turnos de 12 horas cada uno) o cuando menos durante se realicen trabajos en el área. Si tomamos en cuenta que en la Estación de Trolebús El Recreo se tiene la presencia del guardia durante 24 horas, se puede presentar riesgo por extremo frio (entre las 0:00 a 06:00) (Cedar Lake Ventures, Inc, 2023) / (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2023)

Además, si tomamos en cuenta que algunos agentes de seguridad realizan su trabajo sin ningún tipo de caseta que les brinde protección por

temperatura (frío o calor), y de existir caseta generalmente estas son metálicas que conducen fácilmente la temperatura.

Con estos antecedentes se considera necesario realizar el análisis del riesgo por estrés térmico en este puesto de trabajo.

### **1.1.2. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar las condiciones térmicas de frío existentes en el puesto de trabajo de los agentes de seguridad en la Estación El Recreo del Trolebús de la ciudad de Quito, mediante la determinación del Índice de enfriamiento localizado WCI (Wind Chill Index) para proponer medidas de prevención frente al estrés térmico por frío.

### **1.1.3. OBJETIVO ESPECIFICOS**

- Caracterizar los puestos de trabajo asociados al estrés térmico por frío mediante la aplicación del método WCI para determinar el índice de congelamiento.
- Realizar la evaluación de estrés térmico por frío mediante la evaluación del nivel de aislamiento térmico (método del aislamiento requerido del atuendo -IREQ) para definir si la vestimenta que los trabajadores actualmente usan es la adecuada
- . Determinar los materiales más adecuados para la vestimenta de los agentes de seguridad del Consorcio Exmar que dan servicio en la Estación El Recreo del Trolebús de Quito, mediante el análisis de los “clo” de los diferentes materiales disponibles en el mercado nacional, para recomendar las características mínimas que debe cumplir la vestimenta de los trabajadores mencionados

#### 1.1.4. JUSTIFICACION

Como ya se indicó, la ONU y la OIT en sus publicaciones, recomiendan que cada vez se ve más la necesidad de estudiar el riesgo laboral por estrés térmico, y la condición de guardia de seguridad expone al trabajador a este riesgo.

Para Consorcio Exmar una de sus prioridades es garantizar que el servicio sea de excelente calidad desde el inicio del contacto hasta el último requerimiento que desee el cliente. De igual manera Consorcio Exmar se preocupa por la seguridad y salud de sus colaboradores, teniendo en cuenta que la salud y seguridad de estos es un pilar fundamental para el desarrollo las actividades laborales y por ende para la empresa. (Consorcio Exmar, 2021)

La prevención de los riesgos garantiza el éxito de toda gestión, por tanto, la prevención de riesgos laborales debe garantizar que las condiciones bajo las cuales los trabajadores realizan sus actividades presenten las condiciones de comodidad, confort y seguridad.

ad, ya que solo así se obtendrá la máxima productividad, por tanto, los espacios laborales deben ser adaptados a la actividad, así como también la implementación de medidas preventivas, y así, evitar cualquier eventualidad que pudiera existir, ya que, esto puede disminuir costos y garantiza la calidad del servicio contratado.

Al investigar y evaluar el nivel de riesgo por exposiciones a las condiciones de frío, que puedan generar efectos negativos, estamos determinando las características del riesgo, lo cual nos dará un punto de partida para implementar medidas de control que aseguren condiciones de trabajo que reduzcan o eliminen

los efectos negativos a la seguridad y salud de los trabajadores y la calidad de las actividades.

De esta manera se expone la importancia de que se realice la evaluación del riesgo por estrés térmico por frío, ya que los resultados obtenidos guiarán para generar medidas preventivas y de control que garanticen la salud y a su vez un correcto desenvolvimiento de los trabajadores en su entorno laboral

Este análisis también nos ayudara como punto de partida para continuar evaluando a futuro el resto de las estaciones de trolebús y corredores donde se encuentran ubicados agentes de seguridad, y así, mejorar las condiciones y calidad del trabajo.

## **1.2. MARCO TEÓRICO**

### **1.2.1. LA SEGURIDAD FÍSICA**

La privatización de la seguridad física no es un fenómeno reciente, la actividad de esta industria tiene una larga tradición y ha sido objeto de estudio por diferentes autores; no obstante, lo que actualmente está siendo objeto de intenso debate es el crecimiento (tanto cuantitativo como cualitativo) que ha experimentado en los últimos años, y muy especialmente, el hecho de que la seguridad privada parece haberse constituido en un fenómeno global cuyo reconocimiento y regulación está siendo estudiado por la cantidad de mano de obra que ocupa (7 millones en India, 5 millones en China, 2,5 millones en Latinoamérica, 2 millones en Europa y más de 1 millón en Estados Unidos). (Gomez , 2018)

En diario El Universo del 3 de abril de 2023, se indica que en el Ecuador hay 65336 guardias de seguridad privada operativos que se encuentran afiliados al sistema de seguridad social y cuentan con la preparación actualizada (al menos 1 de los 2 cursos que exige el ministerio del Interior y la ley). También

indica que sin embargo el número de guardias acreditados suman 285 mil, según lo afirma Pablo Coello (Director de Regulación y Monitoreo de Seguridad Privada del Ministerio del Interior). Por otra parte, también indica que se han emitido permisos de operación a 541 empresas. Sin embargo, en el Sistema de Rentas Internas, al año 2022 se registran 2984 empresas con Registro Único de Contribuyentes donde se reportan actividades referentes a servicios de seguridad física. (El Universo, 2023)

Por lo expuesto se puede indicar que en nuestro país no existe claridad en la cantidad de trabajadores que se desenvuelven en los servicios de seguridad física, por tanto, se desconoce la cantidad de trabajadores expuestos a los riesgos que implican estas actividades, y entre ellos el estrés térmico por frío.

Nuestro estudio que se desenvuelve en el entorno de los trabajos de seguridad física que se realizan al aire libre y en jornadas nocturnas.

Con este antecedente se visualiza la necesidad de estudiar las condiciones laborales frente al estrés térmico por frío al que se exponen los guardias de seguridad de la estación El Recreo del Trolebús en la ciudad de Quito.

### **1.2.2. ESTADO DE CONOCIMIENTO DEL ARTE**

No se cuenta con muchos estudios donde se analice la exposición al frío en trabajos de seguridad (guardias de seguridad que recorren instalaciones, por tanto, sin caseta que les resguarde mayormente de las inclemencias del tiempo).

En la revisión bibliográfica desarrollada se encontró la investigación desarrollada como trabajo de titulación “EVALUACIÓN DE ESTRÉS TÉRMICO POR EXPOSICIÓN AL FRÍO, EN AGENTES DE SEGURIDAD DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL MARISCAL SUCRE”, de Katherine Cabascango (2020), aquí se aplicó el método WCI. (Cabascango, 2020)

También se encontraron trabajos sobre el estrés térmico por frío y la afectación a la capacidad productiva en los trabajadores del Cuerpo de Ingenieros del Ejército mientras construían refugios en el volcán Chimborazo (zona de frío extremo) y se empleó el índice IREQ. (Macias, 2015)

En España (Galicia) se estudió del riesgo de estrés térmico en trabajos al aire libre, de entre la variedad de los métodos que se proponen, el más apropiado para este estudio es el índice WCI (Wind-Chill), identificándose que no precisa de mediciones in-situ, que con datos de la red de estaciones automáticas meteorológicas de MeteoGalicia se pudo realizar el estudio. Llegando a la conclusión de que existe alguna molestia por frío casi todo el año con excepciones de horas al medio día del mes de agosto. (Barrasa , Lamosa, & Alvarez, 2013)

### **1.3. PERSPECTIVA TEÓRICA**

#### **1.3.1. MARCO LEGAL**

Partiendo desde la base legal de la Republica del Ecuador podemos indicar que:

La constitución del Ecuador

- El artículo 326, numeral 5 nos indica “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar”,
- El artículo 326, numeral 11 literal c indica “Combatir y controlar los riesgos en su origen, en el medio de transmisión y en el trabajador, privilegiando el control colectivo al individual”

El Código del trabajo,

- Artículo 1 indica “Los preceptos de este Código regulan las relaciones entre empleadores y trabajadores y se aplican a las diversas

modalidades y condiciones de trabajo. Las normas relativas al trabajo contenidas en leyes especiales o en convenios internacionales ratificados por el Ecuador, serán aplicadas en los casos específicos a las que ellas se refieren”

- Artículo 42, numeral 2 “Instalar las fábricas, talleres, oficinas y demás lugares de trabajo, sujetándose a las medidas de prevención, seguridad e higiene del trabajo y demás disposiciones legales y reglamentarias, tomando en consideración, además, las normas que precautelan el adecuado desplazamiento de las personas con discapacidad”
- Artículo 410 “Obligaciones respecto de la prevención de riesgos. - 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
- Artículo 412 “Preceptos para la prevención de riesgos. - El Departamento de Seguridad e Higiene del Trabajo y los inspectores del trabajo exigirán a los propietarios de talleres o fábricas y de los demás medios de trabajo el cumplimiento de las órdenes de las autoridades, y especialmente de los siguientes preceptos:
  - 1) Los locales de trabajo, que tendrán iluminación y ventilación suficientes, se conservarán en estado de constante limpieza y al abrigo de toda emanación infecciosa;
  - 2) Se ejercerá control técnico de las condiciones de humedad y atmosféricas de las salas de trabajo

### Decreto Ejecutivo 2393

- Artículo 1” Las disposiciones del presente Reglamento se aplicarán a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, teniendo como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos del trabajo y el mejoramiento del medio ambiente de trabajo”
- Artículo 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”
- Artículo 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”
- Artículo 11, numeral 10” Dar formación en materia de prevención de riesgos, al personal de la empresa, con especial atención a los directivos Técnicos y mandos medios, a través de cursos regulares y periódicos”
- Artículo 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”
- Artículo 53, numeral 6 “En los centros de trabajo expuestos a altas y bajas temperaturas se procurará evitar las variaciones bruscas”
- Artículo 53, numeral 8 “(Reformado por el Art. 27 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Las instalaciones generadoras de calor o frío se situarán siempre que el proceso lo permita con la debida separación de los locales de trabajo, para evitar en ellos peligros de incendio o explosión, desprendimiento de gases

nocivos y radiaciones directas de calor, frío y corrientes de aire perjudiciales para la salud de los trabajadores”

#### **1.4. DEFINICION DE TERMINOS TECNICOS**

**1.4.1 Seguridad Industrial:** es el conjunto de normas técnicas, destinadas a proteger la vida, salud e integridad física de las personas y a conservar los equipos e instalaciones en las mejores condiciones de productividad. (Hena Robledo, 2013)

**1.4.2 Salud Ocupacional:** es aquella disciplina que trata de la prevención de las lesiones y enfermedades causadas por las condiciones de trabajo, y de la protección y promoción de la salud de los trabajadores. Tiene por objeto, mejorar las condiciones y el medio ambiente de trabajo, así como la salud en el trabajo, que conlleva la promoción y el mantenimiento del bienestar físico, mental y social de los trabajadores, en todas las ocupaciones. (Hena Robledo, 2013)

**1.4.3 Higiene Industrial:** Es una técnica no médica, de actuación sobre los contaminantes ambientales derivados del trabajo, con el objetivo de prevenir las enfermedades profesionales de los individuos expuestos a dichos contaminantes. (Hena Robledo, 2013)

**1.4.4 Peligro:** fuente, situación o acto con potencial para causar daño en términos de daño humano o deterioro de la salud, o una combinación de éstos. (OHSAS Project Group, 2007)

**1.4.5 Riesgo:** probabilidad de ocurrencia de un evento de características negativas. (Hena Robledo, 2013)

**1.4.6 Riesgo Laboral:** el riesgo laboral es la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo. Se califica valorando o conjuntamente la probabilidad de que ocurra el daño y la severidad del mismo. (García Laureano, 2019)

Peligro	Riesgo laboral
Trabajador en una plataforma en altura.	Caída en altura.
Utilización de herramientas punzantes	Cortes
Utilización prolongada del ratón del ordenador	Síndrome del túnel carpiano
Trabajos con equipos emisores de ruido	Trastornos auditivos
Presencia de objetos desordenados por el suelo.	Caídas al mismo nivel y tropiezos.
Manipulación de sustancias peligrosas	Intoxicación

Tabla 1: Ejemplo de diferencia entre peligro y riesgo

Fuente: (García Laureano, 2019)

**1.4.7 Incidente:** un incidente es un suceso o sucesos relacionados con el trabajo en el cual ocurre o podría haber ocurrido un daño, o deterioro de la salud, o una fatalidad. (OHSAS Project Group, 2007)

**1.4.8 Enfermedades Profesionales:** a diferencia de los accidentes, las enfermedades profesionales no se manifiestan de forma brusca e inesperada, sino después de un largo período de tiempo, como consecuencia de lesiones de tipo orgánico o funcional. Para que una enfermedad sea declarada como enfermedad profesional ha de estar producida por agentes específicos presentes en el medio laboral o las condiciones del puesto de trabajo y que estén asociadas a la actividad laboral indicada. (García Laureano, 2019)

**1.4.9 Medio Ambiente:** las condiciones del puesto de trabajo condicionan el contacto entre el agente y el individuo por causas no atribuibles a éste, como la difusión del agente en el aire, los movimientos del aire, el tipo de

manipulación y el proceso industrial, los movimientos y el distanciamiento relativos entre el individuo y los focos de generación, así como la frecuencia de contacto dérmico. (García Laureano, 2019)

**1.4.10 Riesgo Físico:** son todos aquellos factores ambientales de naturaleza física, que pueden provocar efectos adversos a la salud según sea la intensidad, exposición y concentración de estos. Diferentes formas de energía, presentes en el medio ambiente que tienen la potencialidad de causar lesiones entre los operarios. Dentro de éstos están: ruido y vibraciones, temperaturas anormales, presiones anormales, radiaciones ionizantes, radiaciones no ionizantes. (Hena Robledo, 2013)

**1.4.11 Riesgo Químico:** toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética, que, durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, puede incorporar al aire del ambiente en forma de polvos, humos, gases o vapores, con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos y en cantidades con probabilidad de lesionar la salud de las personas que entran en contacto con ellas. Se pueden clasificar en sólidos, líquidos y gases. Estando comprendidos todos los pertenecientes a materiales. (Hena Robledo, 2013)

**1.4.12 Riesgo Biológico:** todos aquellos seres vivos, ya sea de origen animal o vegetal y todas aquellas sustancias derivadas de los mismos, presentes en el puesto de trabajo, susceptibles de provocar efectos negativos en la salud de los trabajadores. Efectos negativos se pueden concertar en procesos infecciosos, tóxicos o alérgicos. (Hena Robledo, 2013)

**1.4.13 Riesgo Mecánico:** objetos, máquinas, equipos, herramientas, que por sus condiciones de funcionamiento, diseño o por la forma, tamaño, ubicación

y disposición del último, tienen la capacidad potencial de entrar en contacto con las personas o materiales, provocando lesiones en los primeros o daños en los segundos. (Hena Robledo, 2013)

**1.4.14 Riesgo Psicosociales:** se refiere a aquellos aspectos intrínsecos y organizativos del trabajo, y a las interrelaciones humanas, que al interactuar con factores humanos endógenos (edad, patrimonio genético, antecedentes psicológicos) y exógenos (vida familiar, cultura, etc), tienen la capacidad potencial de producir cambios psicológicos en el comportamiento (agresividad, ansiedad, insatisfacción) o trastornos físicos o sicosomáticos (fatiga, dolor de cabeza, hombros, cuello, espalda, propensión a la úlcera gástrica, la hipertensión, la cardiopatía, envejecimiento acelerado). (Hena Robledo, 2013)

**1.4.15 Ergonomía:** Es la ciencia que estudia cómo adecuar la relación del ser humano con su entorno, estudia las posturas más apropiadas para realizar las tareas del hogar y del puesto de trabajo, para el manejo de cargas y materiales y para los movimientos repetitivos, entre otros aspectos. (Fonseca, 2006)

**1.4.16 Temperaturas extremas:** afecta a gran cantidad de trabajadores, y a pesar de existir el “Reglamento técnico colombiano para evaluación y control de sobrecarga térmica en los centros y puestos de trabajo”, la gran mayoría de las empresa y trabajadores lo desconocen; y por lo tanto, no se aplican controles efectivos con el fin de eliminar el riesgo y cuando esto no es posible, se hace muy poco por minimizar sus efectos sobre la población trabajadora y no se cuantifican las pérdidas ocasionadas. (Fonseca, 2006)

**1.4.17 Estrés Térmico:** Se admite por estrés térmico la presión que se ejerce sobre una persona al estar expuesta a temperaturas extremas y que, a igualdad de valores de temperatura, humedad y velocidad del aire (confort), presenta para cada persona una respuesta diferente sobre la base de la susceptibilidad individual y de su aclimatación. Según Manuel Falagan: el cuerpo humano es un depósito al que llega un fluido a través de una serie de mecanismos, y a la vez, estos son evacuados a través de otros. Del binomio de estos mecanismos de aporte y eliminación del calor, se obtiene el “nivel térmico”.

**1.5 Liberación de calor:** El ser humano libera calor a través de cuatro mecanismos:

- ✓ Evaporación de sudor: es el mecanismo mediante el cual el cuerpo pierde calor, ya que para evaporarse el sudor se requiere que la piel pase su energía al líquido, y así, se evapora el calor, se debe aclarar que únicamente sudar no elimina calor.
- ✓ Convección: es el intercambio de calor con el medio ambiente mediante el contacto de la piel con el aire que circula alrededor del cuerpo, esto cuando la temperatura del cuerpo es diferente a la del aire.
- ✓ Radiación: mediante este mecanismo los cuerpos intercambian temperatura si entran en contacto directo
- ✓ Conducción: es la transferencia de calor de un cuerpo a otro mediante el contacto directo

Tabla 2: Sistema de termo regulación de organismo

Factores en la evaluación de un ambiente térmico	Metabolismo Basal y de trabajo	Convección $C=KcV0.6(Ta-Ts)$	Radiación $R=Kr(Tw-Ts)$	Evaporación $E_{max}=KeV0.6(Pws-Pwa)$
<b>Individual</b>	X			
<b>Ropa de trabajo</b>		X	X	X
<b>Tipo de trabajo</b>	X			
<b>Ts</b>		X	X	X
<b>Hr</b>				X
<b>Va</b>		X	X	X
<b>Tg</b>			X	

Nota: Ts (Temperatura Seca), Hr (Humedad Relativa), Va (Velocidad del Aire), Tg (Temperatura de Globo)

Fuente: Falagan, M. Higiene Industrial Aplica Ampliada pg. 758

### Consumo Metabólico

A continuación, se exponen tablas referenciales para determinar el consumo metabólico en actividades de manera general.

$$WBGT = 0.7 THN + 0.3 Tg \text{ (interior o exterior sin radiación solar directa)}$$

Tabla 3 Valores de referencia límite para el índice WBGT

Consumo metabólico Kcal/hora	WBGT límite °C			
	Persona aclimatada		Persona no aclimatada	
	V=0	V≠0	V=0	V≠0
≤ 100	33	33	32	32
100 – 200	30	30	29	29
200 – 310	28	28	26	26
310 – 400	25	26	22	23
> 400	23	25	18	20

Fuente: NTP 322, pg. 3

Tabla 4 Estimación del consumo metabólico

Postura del Cuerpo	Tasa metabólica (Wm <sup>2</sup> )
Sentado	0
De rodillas	10
En cuclillas	10
De pie	15
De pie inclinado hacia adelante	20

Fuente: NTP 1011, pg. 4

Tabla 5 Consumo metabólico según la profesión o tipos de actividades

Ocupación	Tasa metabólica
Trabajo sedentario	55 a 70
Trabajo administrativo	70 a 100
Conserje	80 a 115
Albañil	110 a 160
Carpintero	110 a 175
Pintor	100 a 130
Panadero	110 a 140
Carnicero	105 a 140
Relojero	55 a 70
Operador de vagoneta	70 a 85
Picador de carbón	110
Operador de horno de coque	115 a 175
Operador de alto horno	170 a 220
Operador de horno eléctrico	125 a 145
Moldeo manual	140 a 240
Moldeo a máquina	105 a 165
Fundidor	140 a 240
Herrero	90 a 200
Soldador	75 a 125
Tornero	75 a 125
Fresador	80 a 140
Mecánico de precisión	70 a 110
Componedor manual de artes gráficas	70 a 95
Encuadernador	75 a 100
Jardinero	115 a 190
Tractorista	85 a 110
Conductor de automóvil	70 a 100
Conductor de autobús	75 a 125
Conductor de tranvía	90 a 115
Operador de grúa	65 a 145
Ayudante de laboratorio	85 a 100
Profesor	85 a 100
Dependiente de comercio	100 a 120

Fuente: NTP 1011, pg. 5

### Consumo metabólico de acuerdo con la actividad

Para definir es necesario realizar un reconocimiento del espacio de trabajo, ya que el consumo se fundamenta en la suma de: la postura, movimiento del cuerpo, tipos de actividad que realiza la carga de trabajo, para esto se aplican las siguientes tablas.

Tabla 6 Carga de trabajo

Parte del cuerpo	Rango	Carga de trabajo ( $Wm^2$ )		
		Ligero	Medio	Pesado
Ambas manos	Rango	< 75	75 a 90	> 90
Un brazo	Rango	< 100	100 a 120	> 120
Ambos Brazos	Rango	< 130	130 a 150	>150
Cuerpo entero	Rango	< 210	210 a 285	>285

Fuente: NTP 1011, pg. 7

Tabla 7 Temperatura de congelación para diferentes valores de temperatura y velocidad del viento (en negrita los valores de tch que implican  $WCI^3 \geq 1600$ )

Velocidad del aire ( $ms^{-1}$ )	t°C										
	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
1.8	0	-5	-10	-15	-20	-25	<b>-30</b>	<b>-35</b>	<b>-40</b>	<b>-45</b>	<b>-50</b>
2	-1	-8	-11	-16	-21	-27	<b>-32</b>	<b>-37</b>	<b>-42</b>	<b>-47</b>	<b>-52</b>
3	-4	-10	-15	-21	-27	<b>-32</b>	<b>-38</b>	<b>-44</b>	<b>-49</b>	<b>-55</b>	<b>-60</b>
5	-9	-15	-21	-28	<b>-32</b>	<b>-40</b>	<b>-47</b>	<b>-53</b>	<b>-59</b>	<b>-66</b>	<b>-72</b>
8	-13	-20	-27	<b>-34</b>	<b>-40</b>	<b>-48</b>	<b>-55</b>	<b>-62</b>	<b>-69</b>	<b>-76</b>	<b>-83</b>
11	-16	-23	<b>-31</b>	<b>-38</b>	<b>-48</b>	<b>-53</b>	<b>-60</b>	<b>-68</b>	<b>-75</b>	<b>-83</b>	<b>-90</b>
15	-18	-26	<b>-34</b>	<b>-42</b>	<b>-53</b>	<b>-57</b>	<b>-65</b>	<b>-73</b>	<b>-80</b>	<b>-88</b>	<b>-96</b>
20	-20	-28	<b>-36</b>	<b>-44</b>	<b>-57</b>	<b>-60</b>	<b>-68</b>	<b>-76</b>	<b>-84</b>	<b>-92</b>	<b>-100</b>

Fuente: NTP462, pg. 12

### Evaluación del estrés térmico

Para evaluar el estrés térmico debemos tomar en cuenta las siguientes variables:

Temperatura seca del aire ( $T_a$ ), se la establece mediante la utilización de termómetros (se os tiene graduados en múltiples escalas: Celsius, Kelvin o Fahrenheit, y se determina midiendo la temperatura del aire que rodea al trabajador, se la toma utilizando un termómetro apantallado para aislarlo de la temperatura radiante de los objetos y de la humedad circundante.

Humedad del aire ( $H_r$ ), se relaciona directamente con la cantidad de vapor de agua contenida en una masa de aire, donde los parámetros más importantes son:

- ✓ Humedad absoluta: cantidad de vapor de agua que se encuentra en un volumen de aire específico
- ✓ Humedad relativa: es la relación que se presenta entre la cantidad de vapor de agua contenida en una masa de aire (humedad absoluta) y la máxima cantidad que el aire puede contener a esa temperatura, eso quiere decir que una humedad relativa del 100%, indica que el aire ya no puede contener más vapor de agua (depende de la temperatura)

Temperatura húmeda natural ( $T_{hn}$ ), es la temperatura que no indica un termómetro que tiene el sensor recubierto por una muselina de algodón húmeda y que está en contacto con el aire en movimiento en el punto de medida, la temperatura humedad generalmente es más baja que la temperatura seca, mientras más cercanas son la temperaturas seca y húmeda entre ellas, más saturado de humedad se encuentra el ambiente.

Temperatura psicométrica, es la temperatura que marca un termómetro cuyo bulbo se encuentra envuelto en material húmedo y al que se le proporciona una corriente de aire.

Temperatura de Globo, es el valor que se determina mediante un termómetro que se encuentra dentro de una esfera de cobre pintada de color negro mate, y de 150 mm de diámetro.

Exposición al frío, generalmente se origina cuando se desarrollan actividades a la intemperie (sin cubierta ni paredes o hay la falta de uno de estos componentes), si hablamos de condiciones naturales, pero también se presenta cuando las personas deben realizar actividades en lugares donde se mantiene temperaturas muy bajas, se tiene lugares como las bodegas de buques pesqueros donde se mantienen temperaturas alrededor de  $-50^{\circ}\text{C}$ . Cuando se

requiere exponer a trabajadores a condiciones de frío, se debe evaluar el estrés por frío. Y en función de esa evaluación se deberán generar medidas que eviten el descenso de la temperatura del cuerpo (hipotermia), para esto el cuerpo pone en funcionamiento diferentes mecanismos de defensa, estos mecanismos se exponen en la siguiente tabla.

Tabla 8 Síntomas del cuerpo humano de acuerdo con su temperatura

<b>Síntoma</b>	<b>Temperatura °C</b>
Tiritona	33 a 35
Fuerte hipotermia	30 a 33
Pérdida progresiva de la conciencia	27 a 30
Posible fibrilación ventricular	24 a 27
Límite de supervivencia	24
Riesgo de paro cardíaco	22

Fuente: (Falagan & Riesco, 2005), pg 800

Tiritona, conocido también como temblor, lo genera el frío del ambiente por la pérdida aproximadamente de 2 °C de temperatura

Hipotermia, se presenta cuando la temperatura del cuerpo presenta una temperatura por debajo de lo normal

Pérdida progresiva de la conciencia, es la pérdida de lucidez mental, la persona no razona correctamente e incluso no tiene conciencia de lo que pasa a su alrededor

Fibrilación ventricular, implica un aumento del ritmo cardíaco pudiendo llegar hasta 250 latidos por minuto

Paro cardíaco, implica que el corazón deja de latir, por tanto, se suspende la circulación sanguínea en el cuerpo, lo que puede terminar en el fallecimiento de la persona.

Cuando el trabajador realiza sus labores a temperaturas inferiores a los 28 °C, se requiere analizar el riesgo en función del tiempo de exposición y la temperatura a la que permanece expuesto.

Cuando el trabajo se realiza entre 0 y -18 °C no se requiere establecer límites de tiempo para la exposición, suficiente utilizar ropas adecuadas

Cuando el trabajo se realiza entre -18 y -34 °C, máximo se puede trabajar 4 horas por día, alternado 1 hora de exposición y 1 hora de recuperación

Cuando el trabajo se realiza entre -34 y -57°C, se trabaja 30 minutos y se toma 4 horas de recuperación.

A continuación, se expone los efectos que genera la temperatura cuando el ambiente es muy frío.

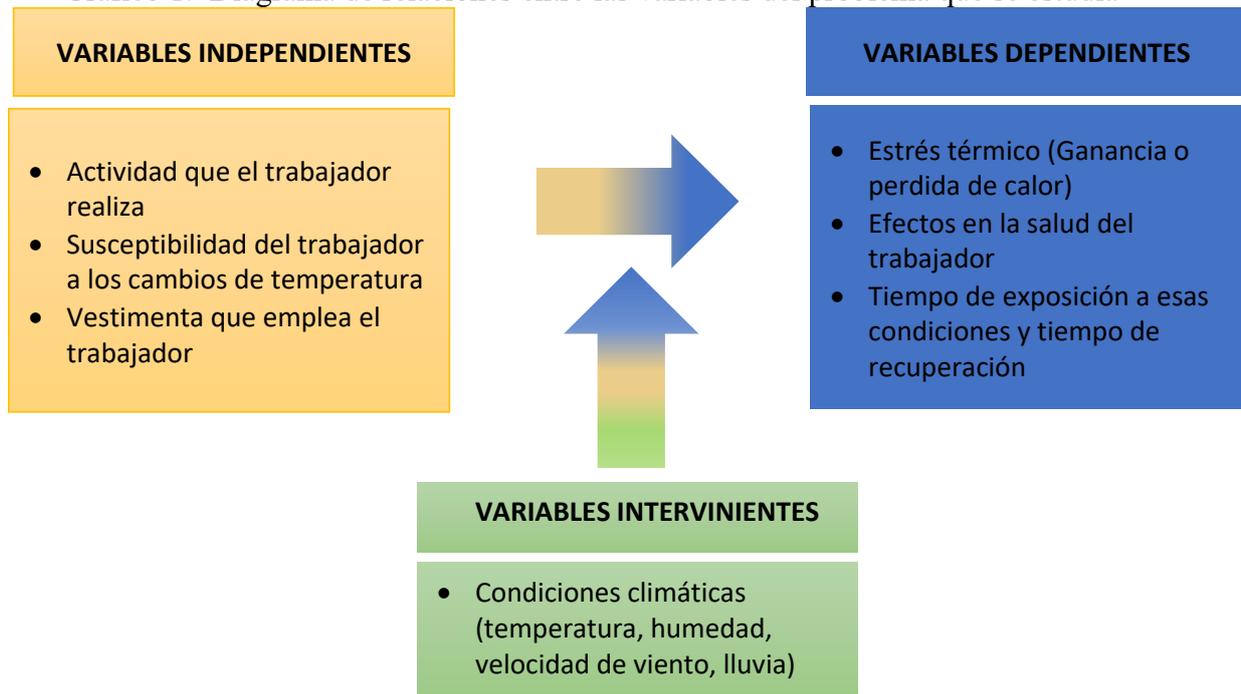
Tabla 9 Efectos de la temperatura de enfriamiento

<b>Temperatura en °C</b>	<b>Efecto</b>
-14	Sensación de frío agudo
-22	Sensación de frío muy agudo
-3 a -38	Se congelan las partes descubiertas del cuerpo en 360 segundos
-45 a -53	Se congelan las partes descubiertas del cuerpo en 60 segundos
-61 a -69	Se congelan las partes descubiertas del cuerpo en 30 segundos

Fuente: (Falagan & Riesco, 2005), pg 802

## 1.6. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES

Gráfico 1. Diagrama de relaciones entre las variables del problema que se estudia



Elaboración: Autor

Cuando se analiza puestos de trabajo que requieren realizar actividades a la intemperie, como la de guardia de seguridad haciendo rondas por patios de maniobras donde no se cuenta con paredes y/o cubiertas que protejan al trabajador, las variables a considerar en un estudio de estrés por frío serían las que se encuentran representadas en el Gráfico 1.

## 1.7. ANTECEDENTES

### 1.7.1 SEGURIDAD PRIVADA GLOBAL

La privatización de la seguridad física no es un fenómeno reciente, la actividad de esta industria tiene una larga tradición y ha sido objeto de estudio por diferentes autores; no obstante, lo que actualmente está siendo objeto de intenso debate es el crecimiento (tanto cuantitativo como cualitativo) que ha experimentado en los últimos años, y muy especialmente, el hecho de que la

seguridad privada parece haberse constituido en un fenómeno global cuyo reconocimiento y regulación está siendo estudiado por la gran cantidad de mano de obra que ocupa (7 millones en India, 5 millones en China, 2,5 millones en Latinoamérica, 2 millones en Europa y más de 1 millón en Estados Unidos). (Gomez , 2018)

En diario El Universo del 3 de abril de 2023, se indica que en el Ecuador hay 65336 guardias de seguridad privada operativos que se encuentran afiliados al sistema de seguridad social y cuentan con la preparación actualizada (al menos 1 de los 2 cursos que exige el ministerio del Interior y la ley). También indica que sin embargo el número de guardias acreditados suman 285 mil, según lo afirma Pablo Coello (Director de Regulación y Monitoreo de Seguridad Privada del Ministerio del Interior). Por otra parte, también indica que se han emitido permisos de operación a 541 empresas. Sin embargo, en el Sistema de Rentas Internas, al año 2022 se registran 2984 empresas con Registro Único de Contribuyentes donde se reportan actividades referentes a servicios de seguridad física. (El Universo, 2023)

Por lo expuesto se puede indicar que en nuestro país no existe claridad en la cantidad de trabajadores que se desenvuelven en los servicios de seguridad física, por tanto, se desconoce la cantidad de trabajadores expuestos a los riesgos que implican estas actividades, y entre ellos el estrés térmico por frío.

Para nuestro estudio debemos indicar que el guardia de seguridad (puesto de trabajo) se desenvuelve en el entorno de los trabajos que se realizan al aire libre

## **1.7.2 ACTIVIDADES DEL GUARDIA DE SEGURIDAD EN LA ESTACIÓN EL RECREO DEL TROLEBÚS DE LA CIUDAD DE QUITO**

El servicio de guardianía en la estación El Recreo del Trolebús de Quito, se desarrolla 24 horas al día los 365 días del año, para esto se generan 2 turnos de guardia, uno diurno (07:00 a 19:00 horas) y otro nocturno (19:00 a 07:00 horas), en este estudio se analizó el turno nocturno.

A continuación, se expone una descripción general del puesto de trabajo.

- ✓ 18:45 llegada al lugar de trabajo ubicado en la estación de trolebús “El recreo”
- ✓ 18:55 entrega de consignas por parte de supervisores y compañero saliente
- ✓ 19:00 inicio de jornada laboral
- ✓ En la jornada laboral se realiza (según rutinas establecidas)
  - Rondas cada hora por el perímetro de la estación
  - Reporte cada hora a la central para informe de novedades
  - Registro de ingreso y salida
  - Revisión minuciosa de los vehículos al salir
  - Revisión del sistema de CCTV
  - Coordinación en conjunto con los inspectores de seguridad de la empresa de transporte de Quito
  - Reporte de actividades al supervisor de turno

- Inspección rutinaria en troles y ecovías
- Inspección en oficinas, mecánica y boletería

## **CAPITULO II**

### **2.1 MÉTODO**

La investigación se realizó aplicando el método descriptivo, enfocando un estudio de tipo transversal ya que se analizó en tiempos y horarios específicos, ya que se debió analizar específicamente en las condiciones donde se presentan las menores temperaturas ambientales, en la jornada de trabajo.

### **2.2 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

El estudio se realizó aplicando actividades de campo y gabinete, dado que, la toma de medidas se realizó directamente en campo (in situ), en donde los agentes de seguridad realizan sus actividades de vigilancia, y a la hora estimada donde se presenta la menor temperatura, y en gabinete se procede a realizar el tratamiento de la información de acuerdo con los criterios descritos anteriormente.

### **2.3. MÉTODO**

Básicamente se aplicó el método Inductivo – Deductivo, ya que, partiendo de la premisa de la presencia de fríos extremos en las madrugadas al Sur de Quito, se recogieron datos en el ambiente de trabajo, para determinar si el personal se encuentra expuesto a estrés térmico por frío.

### **2.4. POBLACIÓN**

En este puesto de trabajo se tiene la presencia de un solo guardia por turno, pero lo desempeñan dos personas, eventualmente participa un tercer guardia que cubre el puesto cuando los guardias titulares se encuentran en sus días de descanso.

### **2.4.1 MUESTRA**

Para la ejecución del estudio se aplicaron los siguientes criterios de inclusión:

- Ser guardia de seguridad asignado a la estación del trolebús El Recreo de la ciudad de Quito
- Desarrollar actividades a la intemperie en el turno nocturno
- Declaración de participación voluntaria en el estudio

Para este estudio no se desarrollaron criterios de exclusión, ya que si se cumplen los criterios de inclusión es totalmente viable la participación.

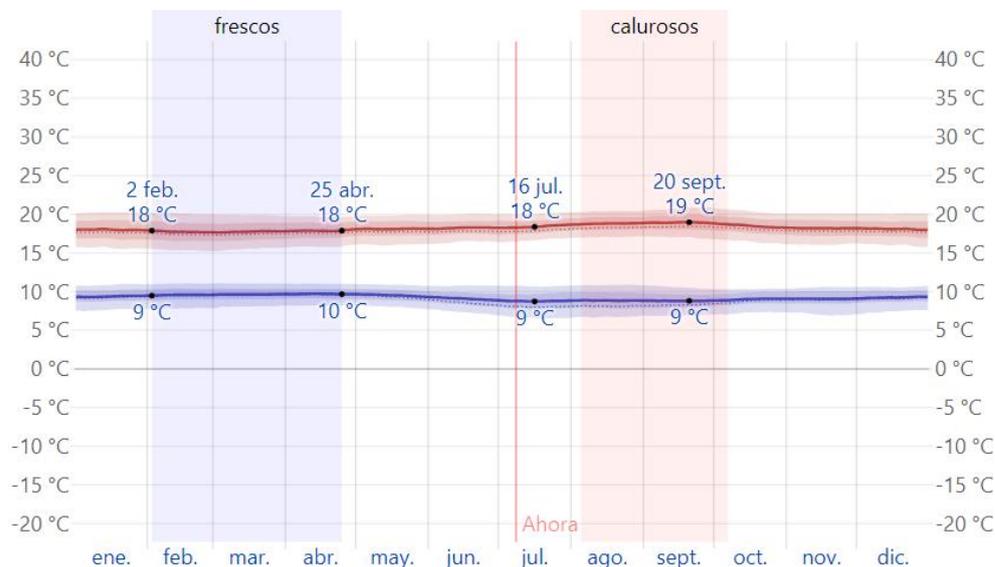
### **2.4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DEL PUESTO DE TRABAJO A EVALUAR**

Si bien en el ítem 1.7.2 ya se indicaron las actividades del puesto de trabajo (guardia de seguridad en la Estación El Recreo del Trolebús de la Ciudad de Quito), también, se requiere conocer las condiciones ambientales (de frío) a las horas que el trabajador del turno nocturno se ve expuesto.

La ciudad de Quito se encuentra ubicada muy cerca de la línea ecuatorial, en la Cordillera de los Andes, a una altura media de 2820 metros sobre el nivel del mar, esto genera un clima particular, mismo que se puede dividir en dos temporadas climáticas (seca / templada y lluviosa y fría), generalmente la temperatura varía entre 19°C y 9°C, y en muy pocas ocasiones ésta baja a menos de 7°C. (Weather Spark, 2023)

En los gráficos siguientes se puede observar el comportamiento general promedio de la temperatura y viento en la ciudad de Quito.

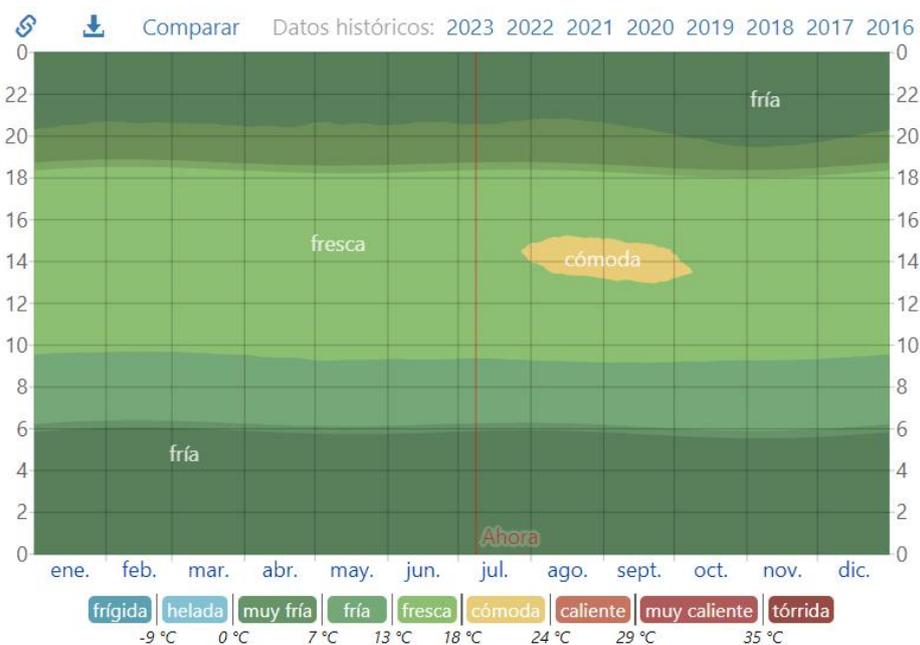
Gráfico 2 Temperatura máxima y mínima promedio en Quito



Nota: La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diario con bandas de los percentiles 25° a 75° 10° a 90°.

Fuente: (Weather Spark, 2023)

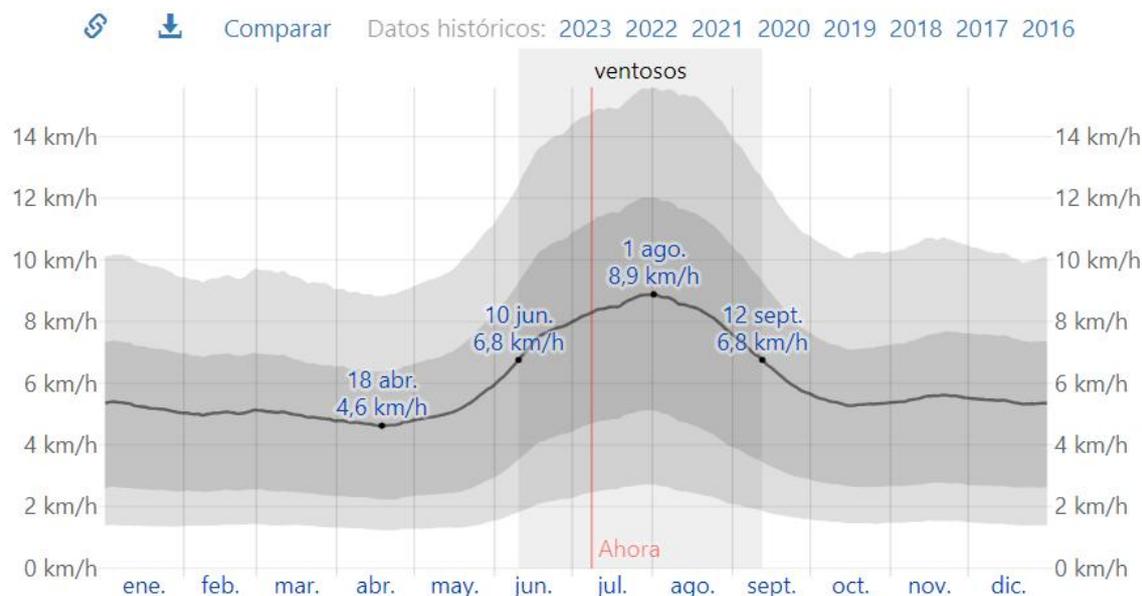
Gráfico 3 Temperatura promedio por hora en Quito



Nota: La temperatura promedio por hora, codificada por colores en bandas.

Fuente: (Weather Spark, 2023)

Gráfico 4 Velocidad promedio del viento en Quito



Nota: El promedio de la velocidad media del viento por hora (línea gris oscuro), con las bandas de percentil 25° a 75° 10° a 90°.

Fuente: (Weather Spark, 2023)

## 2.5. SELECCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Para la investigación se empleó el método WCI (índice de enfriamiento localizado) y el método IREQ (aislamiento requerido de ropa) que se encuentra desarrollado en las normas NPT 462, nota técnica que se fundamenta en la norma UNE ISO 11079:2009, la cual determina el aislamiento térmico que entrega la vestimenta.

### 2.5.1 MÉTODO WCI (ÍNDICE DE ENFRIAMIENTO LOCALIZADO)

En la NTP 462 (Estrés por frío: evaluación de las exposiciones laborales), se recomienda su aplicación para casos de exposición de los trabajadores a los ambientes fríos como ocurre al trabajar en:

- Cámaras frigoríficas,
- Almacenes fríos,
- Trabajos en el exterior, etc.

Este método nos ayuda a evaluar el riesgo de enfriamiento localizado, basándose en el enfriamiento por la exposición al viento en ambientes fríos, ya que esto genera una pérdida acelerada de calor.

El máximo valor de del índice es WCI 1600 para evitar daños por enfriamiento localizado, esto se observa en la siguiente tabla.

Tabla 10 Criterios para la determinación del IREQ y valoración del enfriamiento local

<b>Enfriamiento</b>	<b>Índice</b>	<b>Temperatura de la piel <math>t_{sk}</math> (°C)</b>	<b>Humedad de la piel <math>w</math></b>	<b>Perdida máxima de la energía calorífica <math>Q_{lim}</math> (<math>w_h/m^2</math>)</b>	<b>Perdida máxima de potencia calorífica <math>WCI</math> (<math>w/m^2</math>)</b>
General	IREQ <sub>min</sub>	30	0,06	X	X
	IREQ <sub>neutro</sub>	35,7 – 0.0285 M	0.001 M	X	X
	Tiempo máximo de exposición	30 (estrés por frío) 35,7 – 0.0285 M (mínimo confort)	0,06 (estrés por frío) 0,001 M (mínimo confort)	-40	X
	WCI	X	X	X	1600
Local	Temperatura de la piel de las manos	15 - 24	X	X	X

Nota: M es la actividad del trabajo en  $w/m^2$

Fuente: NTP 462

El WCI ( $w/m^2$ ) se calcula se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$WCI = 1,16 * (10,45 + 10 * \sqrt{V} - V) * (33 - T_a)$$

Donde:

$T_a$  = Temperatura seca del aire en °C

$V$  = velocidad del viento en m/s

Se data como temperatura de congelación ( $t_{ch}$ ), a la temperatura ambiente que para valores de  $V \leq 1,8$  m/s, posee el mismo poder de enfriamiento que las condiciones existentes, y se puede obtener según la fórmula:

$$t_{ch} = 33WCI / 25,5$$

Para calcular el índice se debe considerar que los valores de WCI o  $t_{ch}$  de acuerdo con tablas, como por ejemplo la siguiente

Tabla 11 Efecto del frio para diferentes valores de WCI y  $t_{ch}$

WCI (W/m <sup>2</sup> )	$t_{ch}$ (°C)	Efecto - sensación
50	31	Calor
200	25	Confort
400	17	Frio
1200	-14	Muy Frio
1400	-22	Extremadamente frio
1600	-30	Congelación de tejidos expuestos en una hora
1800	-38	
200	-45	Congelación de tejidos expuestos en un minuto
2200	-53	
2400	-61	Congelación de tejidos expuestos en medio minuto
2600	-69	

Nota: Tabla ampliada a la Tabla 5 de la NTP 462

Fuente: (Acha, 2005)

## 2.5.2 MÉTODO IREQ (AISLAMIENTO REQUERIDO DE ROPA)

Cuando un trabajador debe enfrentar condiciones de frío, lo primero que se debe analizar la ecuación de balance térmico, que está íntimamente ligada al riesgo de enfriamiento general, basándose en el cálculo del intercambio de calor con el ambiente, donde es fundamental la capacidad de aislamiento térmico que ofrece la ropa, y las actividades que desarrollan los trabajadores, y así, mantener el equilibrio térmico.

$$M - W = E_{\text{res}} + C_{\text{res}} + E + K + R + C + S$$

Donde:

M: actividad metabólica de trabajo

W: potencia mecánica

$C_{\text{res}}$  y  $E_{\text{res}}$ : calor sensible y calor latente

E: calor cedido por evaporación del sudor

K: calor intercambiado entre el cuerpo y las superficies en contacto

C: intercambio de calor por convección

R: intercambio de calor por radiación

S: calor acumulado por el cuerpo

El valor de cada uno de los términos indicados en la ecuación se expresa en  $\text{w/m}^2$ , y también, tienen su propia ecuación para calcularlos:

$$C_{\text{res}} = 0,0014 * M * (t_{\text{ex}} - t_{\text{a}})$$

$$E_{\text{res}} = 0,0173 * M * (P_{\text{ex}} - P_{\text{a}})$$

$$E = w * (P_{sks} - P_a) / R_t$$

$$C = f_{cl} * h_c * (t_{cl} - t_a)$$

$$R = f_{cl} * h_r * (t_{cl} - t_r)$$

Donde las definiciones de las variables dadas en las ecuaciones anteriores se explican en la siguiente tabla

Tabla 12 Explicación de simbología y ecuaciones extras a utilizar

Símbolo	Definición	Ecuación
$t_{ex}$	Temperatura del aire exhalado	$t_{ex} = 29 + 0,2 * t_a$
$t_a$	Temperatura seca del aire	
$P_{ex}$	Presión parcial del vapor de agua en el aire exhalado	$P_{ex} = 0,1333 * e^{(18,6686-4030,183/(t_{ex}+235))}$
$P_a$	Presión parcial del vapor de agua en el aire ambiente	$P_a = (HR / 100) * 0,1333 * e^{(18,6686-4030,183/(t_a+235))}$ HR = humedad relativa en %
w	Fracción de piel húmeda que participa en la evaporación del sudor	0,06 (no hay evaporación) 1 (piel totalmente mojada)
$p_{sks}$	Saturación del vapor de agua a la temperatura de la piel	$P_{sks} = 0,1333 * e^{(18,6686-4030,183/(t_{sk}+235))}$ $t_{sk}$ = temperatura de la piel
$R_t$	Resistencia evaporativa del vestido	$R_t = 0,16 * [f_{cl} / (h_c + h_r) + I_{clr}]$
$f_{cl}$	Factor de superficie del vestido	$f_{cl} = 1 + 1,97 I_{clr}$
$h_c$	Coefficiente de convección	$h_c = 3,5 + 5.2 V_{ar}$ sí $V_{ar} \leq 1$ m/s

		$h_c = 8,7 * 0,6 * V_{ar}$ <p>sí <math>V_{ar} &gt; 1</math> m/s</p>
$V_{ar}$	Velocidad relativa del aire	$V_{ar} = V_a + 0,0052 * (M - 58)$ <p><math>V_a</math> = velocidad media del aire</p>
$h_r$	Coeficiente de transferencia del calor por radiación	$h_r = s * e_{sk} * A_r / A_{DU} * [(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] / (t_{cl} - t_r)$ <p><math>s</math> = constante (<math>5,67 * 10^{-8}</math> w/m<sup>2</sup> K<sup>4</sup>)</p> <p><math>e_{sk}</math> = emisividad del vestido (0,95)</p>
$A_r / A_{DU}$	Fracción de superficie corporal participante en los intercambios de calor por radiación y depende de la postura del cuerpo	0,77
$I_{clr}$	Resistencia térmica del vestido considerando las condiciones reales de utilización	Valores de tabla

Fuente: NTP 462

Por tanto, los valores a valorar en campo son:

- Humedad,
- Radiación,
- Velocidad del viento, y
- Aproximación de la carga metabólica

En la siguiente tabla se puede identificar los valores del índice IREQ en función de la velocidad y temperatura del aire, y del nivel de actividad

Tabla 13 Valores de IREQ en función de la velocidad y la temperatura del aire y del nivel de actividad

<b>V<sub>ar</sub> (m/s)</b>	<b>IREQ<sub>min</sub> (clo) para M =80 w/m<sup>2</sup></b>					
	<b>t<sub>a</sub></b>					
	<b>5°C</b>	<b>0°C</b>	<b>-5°C</b>	<b>-10°C</b>	<b>-20°C</b>	<b>-30°C</b>
<b>0.2</b>	1.91	2.40	2.89	3.38	4.36	5.34
<b>0.5</b>	1.98	2.47	2.97	3.45	4.42	5.39
<b>1</b>	2.07	2.55	3.03	3.52	4.49	5.46
<b>2</b>	2.15	2.63	3.11	3.58	4.55	5.51
<b>5</b>	2.23	2.70	3.18	3.65	4.6	5.57

<b>V<sub>ar</sub> (m/s)</b>	<b>IREQ<sub>min</sub> (clo) para M =115 w/m<sup>2</sup></b>					
	<b>t<sub>a</sub></b>					
	<b>5°C</b>	<b>0°C</b>	<b>-5°C</b>	<b>-10°C</b>	<b>-20°C</b>	<b>-30°C</b>
<b>0.2</b>	1.16	1.51	1.86	2.20	2.89	3.58
<b>0.5</b>	1.24	1.58	1.93	2.27	2.95	3.63
<b>1</b>	1.32	1.66	2.00	2.34	3.02	3.70
<b>2</b>	1.4	1.74	2.07	2.41	3.08	3.76
<b>5</b>	1.49	1.82	2.15	2.49	3.15	3.82

<b>V<sub>ar</sub> (m/s)</b>	<b>IREQ<sub>min</sub> (clo) para M =145 w/m<sup>2</sup></b>					
	<b>t<sub>a</sub></b>					
	<b>5°C</b>	<b>0°C</b>	<b>-5°C</b>	<b>-10°C</b>	<b>-20°C</b>	<b>-30°C</b>
<b>0.2</b>	0.83	1.10	1.38	1.65	2.20	2.75
<b>0.5</b>	0.89	1.17	1.44	1.71	2.26	2.8

<b>1</b>	0.97	1.24	1.51	1.78	2.32	2.87
<b>2</b>	1.05	1.31	1.58	1.85	2.39	2.93
<b>5</b>	1.14	1.4	1.67	1.93	2.46	3.00

<b>V<sub>ar</sub> (m/s)</b>	<b>IREQ<sub>min</sub> (clo) para M =200 w/m<sup>2</sup></b>					
	<b>t<sub>a</sub></b>					
	<b>5°C</b>	<b>0°C</b>	<b>-5°C</b>	<b>-10°C</b>	<b>-20°C</b>	<b>-30°C</b>
<b>0.2</b>	0.40	0.69	0.89	1.09	1.49	1.89
<b>0.5</b>	0.54	0.74	0.94	1.14	1.54	1.94
<b>1</b>	0.61	0.80	1.00	1.20	1.59	1.99
<b>2</b>	0.68	0.87	1.07	1.26	1.66	2.05
<b>5</b>	0.76	0.96	1.15	1.34	1.73	2.12

<b>V<sub>ar</sub> (m/s)</b>	<b>IREQ<sub>min</sub> (clo) para M =250 w/m<sup>2</sup></b>					
	<b>t<sub>a</sub></b>					
	<b>5°C</b>	<b>0°C</b>	<b>-5°C</b>	<b>-10°C</b>	<b>-20°C</b>	<b>-30°C</b>
<b>0.2</b>	0.33	0.49	0.65	0.81	1.13	1.45
<b>0.5</b>	0.37	0.53	0.69	0.85	1.71	1.49
<b>1</b>	0.42	0.58	0.74	0.90	1.21	1.53
<b>2</b>	0.49	0.64	0.80	0.96	1.27	1.59
<b>5</b>	0.57	0.73	0.88	1.04	1.35	1.66

Fuente: NTP 462, pg. 5

En la siguiente tabla se exponen los valores máximos  $T_{\max}$  (horas o fracción) en función de las características del vestido y de la temperatura del aire para  $M=80 \text{ w/m}^2$  y distintos valores de la velocidad del aire  $V_{\text{ar}}$

Tabla 14 Valores  $T_{\max}$  (horas) en función de las características del vestido y de la temperatura del aire para  $M=80 \text{ w/m}^2$  y distintos valores de la velocidad del aire  $V_{\text{ar}}$

<b>I<sub>cl</sub> (clo)</b>	<b>V<sub>ar</sub> (m/s)</b>	<b>t<sub>a</sub></b>					
		<b>5°C</b>	<b>0°C</b>	<b>-5°C</b>	<b>-10°C</b>	<b>-20°C</b>	<b>-30°C</b>
<b>1.5</b>	<b>0.2</b>	2.06	1.09	0.75	0.57	0.39	0.30
	<b>0.5</b>	1.71	0.97	0.68	0.52	0.36	0.27
	<b>1</b>	1.41	0.84	0.60	0.47	0.33	0.25
	<b>2</b>	1.18	0.74	0.54	0.42	0.30	0.23
	<b>5</b>	0.99	0.64	0.48	0.38	0.27	0.21
<b>2</b>	<b>0.2</b>	6.41	2.30	1.27	0.88	0.55	0.40
	<b>0.5</b>	7.33	1.96	1.14	0.81	0.51	0.38
	<b>1</b>	4.71	1.67	1.02	0.73	0.47	0.35
	<b>2</b>	3.44	1.44	0.91	0.67	0.44	0.33
	<b>5</b>	2.63	1.24	0.82	0.61	0.40	0.30
<b>2.5</b>	<b>0.2</b>	>8	>8	>8	2.75	1.11	0.71
	<b>0.5</b>	>8	6.95	2.23	1.35	0.73	0.51
	<b>1</b>	>8	5.00	1.90	1.19	0.68	0.48
	<b>2</b>	>8	3.81	1.71	1.08	0.63	0.45
	<b>5</b>	>8	3.02	1.48	0.98	0.59	0.42
<b>3</b>	<b>0.2</b>	>8	>8	>8	2.75	1.11	0.71
	<b>0.5</b>	>8	>8	6.90	2.43	1.06	0.68
	<b>1</b>	>8	>8	5.22	2.14	0.98	0.64

	<b>2</b>	>8	>8	4.15	1.91	0.92	0.61
	<b>5</b>	>8	>8	3.42	1.70	0.85	0.57
<b>3.5</b>	<b>0.2</b>	>8	>8	>8	>8	1.77	0.98
	<b>0.5</b>	>8	>8	>8	6.93	1.64	0.93
	<b>1</b>	>8	>8	>8	5.40	1.51	0.88
	<b>2</b>	>8	>8	>8	4.45	1.40	0.83
	<b>5</b>	>8	>8	>8	3.73	1.29	0.78
<b>4</b>	<b>0.2</b>	>8	>8	>8	>8	3.15	1.37
	<b>0.5</b>	>8	>8	>8	>8	2.83	1.30
	<b>1</b>	>8	>8	>8	>8	2.56	1.22
	<b>2</b>	>8	>8	>8	>8	2.32	1.16
	<b>5</b>	>8	>8	>8	>8	2.11	1.09
<b>4.5</b>	<b>0.2</b>	>8	>8	>8	>8	>8	2.05
	<b>0.5</b>	>8	>8	>8	>8	7.07	1.92
	<b>1</b>	>8	>8	>8	>8	5.86	1.79
	<b>2</b>	>8	>8	>8	>8	4.95	1.68
	<b>5</b>	>8	>8	>8	>8	4.27	1.58
<b>5</b>	<b>0.2</b>	>8	>8	>8	>8	>8	3.44
	<b>0.5</b>	>8	>8	>8	>8	>8	3.17
	<b>1</b>	>8	>8	>8	>8	>8	2.90
	<b>2</b>	>8	>8	>8	>8	>8	2.69
	<b>5</b>	>8	>8	>8	>8	>8	2.49

Fuente: NTP 462, pg8

En la siguiente tabla se exponen los valores máximos  $T_{\max}$  (horas o fracción) en función de las características del vestido y de la temperatura del aire para  $M=115 \text{ w/m}^2$  y distintos valores de la velocidad del aire  $V_{\text{ar}}$

Tabla 15 Valores  $T_{\max}$  (horas) en función de las características del vestido y de la temperatura del aire para  $M=115 \text{ w/m}^2$  y distintos valores de la velocidad del aire  $V_{\text{ar}}$

<b>I<sub>cl</sub> (clo)</b>	<b>V<sub>ar</sub> (m/s)</b>	<b>t<sub>a</sub></b>					
		<b>5°C</b>	<b>0°C</b>	<b>-5°C</b>	<b>-10°C</b>	<b>-20°C</b>	<b>-30°C</b>
<b>1.5</b>	<b>0.2</b>	>8	2.33	1.10	0.73	0.44	0.31
	<b>0.5</b>	>8	1.83	0.95	0.64	0.40	0.29
	<b>1</b>	5.54	1.38	0.81	0.56	0.36	0.26
	<b>2</b>	3.20	1.13	0.69	0.50	0.32	0.24
	<b>5</b>	1.91	0.90	0.58	0.43	0.29	0.21
<b>2</b>	<b>0.2</b>	>8	>8	3.36	1.46	0.69	0.45
	<b>0.5</b>	>8	>8	2.56	1.26	0.63	0.42
	<b>1</b>	>8	>8	2.00	1.08	0.57	0.39
	<b>2</b>	>8	>8	1.60	0.94	0.51	0.35
	<b>5</b>	>8	>8	1.16	0.80	0.46	0.32
<b>2.5</b>	<b>0.2</b>	>8	>8	>8	5.00	1.16	0.66
	<b>0.5</b>	>8	>8	>8	3.71	1.05	0.61
	<b>1</b>	>8	>8	>8	2.77	0.95	0.57
	<b>2</b>	>8	>8	>8	2.23	0.84	0.52
	<b>5</b>	>8	>8	5.66	1.78	0.75	0.48
<b>3</b>	<b>0.2</b>	>8	>8	>8	>8	2.41	1.02
	<b>0.5</b>	>8	>8	>8	>8	2.09	0.94
	<b>1</b>	>8	>8	>8	>8	1.77	0.86

	<b>2</b>	>8	>8	>8	>8	1.56	0.79
	<b>5</b>	>8	>8	>8	>8	1.36	0.72
<b>3.5</b>	<b>0.2</b>	>8	>8	>8	>8	>8	1.74
	<b>0.5</b>	>8	>8	>8	>8	>8	1.57
	<b>1</b>	>8	>8	>8	>8	5.86	1.41
	<b>2</b>	>8	>8	>8	>8	4.34	1.28
	<b>5</b>	>8	>8	>8	>8	3.35	1.16
<b>4</b>	<b>0.2</b>	>8	>8	>8	>8	>8	4.02
	<b>0.5</b>	>8	>8	>8	>8	>8	3.36
	<b>1</b>	>8	>8	>8	>8	>8	2.86
	<b>2</b>	>8	>8	>8	>8	>8	2.48
	<b>5</b>	>8	>8	>8	>8	>8	2.15

Fuente: NPT 462, pg8

En la siguiente tabla se exponen los valores máximos  $T_{max}$  (horas o fracción) en función de las características del vestido y de la temperatura del aire para  $M=145 \text{ w/m}^2$  y distintos valores de la velocidad del aire  $V_{ar}$

Tabla 15 Valores  $T_{max}$  (horas) en función de las características del vestido y de la temperatura del aire para  $M=145 \text{ w/m}^2$  y distintos valores de la velocidad del aire  $V_{ar}$

<b>I<sub>cl</sub> (clo)</b>	<b>V<sub>ar</sub> (m/s)</b>	<b>t<sub>a</sub></b>					
		<b>5°C</b>	<b>0°C</b>	<b>-5°C</b>	<b>-10°C</b>	<b>-20°C</b>	<b>-30°C</b>
<b>1</b>	<b>0.2</b>	>8	1.46	0.78	0.53	0.28	0.23
	<b>0.5</b>	>8	1.14	0.65	0.46	0.27	0.21
	<b>1</b>	>8	0.88	0.55	0.40	0.26	0.19
	<b>2</b>	>8	0.69	0.45	0.34	0.23	0.17
	<b>5</b>	>8	0.53	0.37	0.28	0.19	0.15
<b>1.5</b>	<b>0.2</b>	>8	>8	3.18	1.25	0.57	0.37

	<b>0.5</b>	>8	>8	2.13	1.05	0.51	0.34
	<b>1</b>	>8	6.41	1.64	0.88	0.46	0.31
	<b>2</b>	>8	4.18	1.25	0.73	0.40	0.28
	<b>5</b>	>8	2.19	0.24	0.60	0.35	0.25
<b>2</b>	<b>0.2</b>	>8	>8	>8	6.41	1.16	0.61
	<b>0.5</b>	>8	>8	>8	5.78	1.01	0.56
	<b>1</b>	>8	>8	>8	3.42	0.88	0.50
	<b>2</b>	>8	>8	>8	2.38	0.78	0.46
	<b>5</b>	>8	>8	>8	1.71	0.66	0.41
<b>2.5</b>	<b>0.2</b>	>8	>8	>8	>8	4.02	1.09
	<b>0.5</b>	>8	>8	>8	>8	3.04	0.98
	<b>1</b>	>8	>8	>8	>8	2.36	0.88
	<b>2</b>	>8	>8	>8	>8	1.87	0.78
	<b>5</b>	>8	>8	>8	>8	1.49	0.70
<b>3</b>	<b>0.2</b>	>8	>8	>8	>8	>8	2.68
	<b>0.5</b>	>8	>8	>8	>8	>8	2.25
	<b>1</b>	>8	>8	>8	>8	>8	1.89
	<b>2</b>	>8	>8	>8	>8	>8	1.62
	<b>5</b>	>8	>8	>8	>8	>8	1.37
<b>3.5</b>	<b>0.2</b>	>8	>8	>8	>8	>8	>8
	<b>0.5</b>	>8	>8	>8	>8	>8	>8
	<b>1</b>	>8	>8	>8	>8	>8	>8
	<b>2</b>	>8	>8	>8	>8	>8	7.71
	<b>5</b>	>8	>8	>8	>8	>8	4.81

Fuente: NPT 462, pg 10

También debemos tomar en cuenta la vestimenta del trabajador, ya que es una variable que interviene de forma importante en el confort de la persona, ya que, mientras mayor sea la resistencia térmica del vestido del trabajador es más fácil que el trabajador guarde su calor corporal en los ambientes fríos.

El aislamiento térmico del vestido se mide en unidades clo (1 clo =  $0.155 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/w}$ ), y este depende de sus componentes, en la siguiente tabla se expone los valores de resistencia térmica por cada prenda que utilice el trabajador.

Tabla 16 Valores para la resistencia térmica específica del atuendo

Descripción de las prendas	Resistencia térmica $I_{cl}$ (clo)
Ropa Interior	
Calzoncillos	0.03
Calzoncillos largos	0.10
Camiseta de tirantes	0.04
Camiseta manga corta	0.09
Camiseta manga larga	0.12
Sujetadores y Bragas	0.03
Camisas y Blusas	
Manga corta	0.15
Ligera, mangas cortas	0.20
Normales mangas largas	0.25
Camisa de franela, mangas largas	0.30
Blusa ligera, mangas largas	0.15
Pantalones	

Corto	0.06
Ligero	0.20
Normal	0.25
Franela	0.28
Vestidos - Faldas	
Falda ligera (verano)	0.15
Falda gruesa (invierno)	0.25
Vestido ligero, mangas cortas	0.20
Vestido invierno, mangas largas	0.40
Mono de trabajo	0.55
Pullover	
Chaleco sin mangas	0.12
Pullover ligero	0.20
Pullover medio	0.28
Pullover grueso	0.35
Chaqueta	
Chaqueta ligera verano	0.25
Chaqueta normal	0.35
Bata de trabajo (guardapolvo)	0.30
Forradas con elevado aislamiento	
Mono de trabajo	0.90
Pantalón	0.35
Chaqueta	0.40
Chaleco	0.30
Prendas exteriores de abrigo	

Abrigo	0.60
Chaqueta larga	0.55
Parka	0.70
Mono forrado	0.55
Diversos	
Calcetines	0.02
Calcetines, gruesos, cortos	0.05
Calcetines, gruesos, largos	0.10
Medias de nylon	0.03
Zapatos de suela delgada	0.02
Zapatos de suela gruesa	0.04
Botas	0.10
Guantes	0.05

Fuente: NTP 462, pg. 13

### **CAPITULO III**

#### **3. RESULTADOS**

##### **3.1. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

###### **3.1.1 INSTRUMENTAL EMPLEADO**

Los datos de vestimenta se tomaron mediante la aplicación de una breve entrevista a los guardias, allí se determinó el uso del uniforme que les entrega la empresa de seguridad y que utilizan durante su turno (uniforme de trabajo y los complementos - ropa interior).

Para determinar los valores de velocidad de viento, temperatura de aire seco, temperatura de aire húmedo, temperatura de globo, y humedad relativa, se empleó un anemómetro y el medidor de temperatura ambiental (QUESTemp 36 Heat Stress Meter)

Ilustración 1 QUESTemp 36 Heat Stress Meter



**Especificaciones:**

**Entrada:** sensor de temperatura RTD, sensor de humedad relativa de polímero capacitivo, sensor de velocidad de aire de hilo caliente.

**Rangos de medición:** Temperatura: -5 a 100C (23 a 212F), Humedad relativa: 0 a 100%, Velocidad del aire: 0 a 20 m/s.

**Precisión:** Temperatura: +/- 0,5 C (0,9 F), Humedad relativa: +/- 5 %, Velocidad del aire: +/- 5 %.

**Parámetros:** Escalas Celsius y Fahrenheit; Soporte de múltiples idiomas; Incluye Reloj/Calendario; Intervalos de registro de datos de 1, 2, 5, 10, 15, 30 o 60 min; Calcula el índice de calor/Humidex; incluye el flujo de aire; Canal de medida.

**Salida:** interfaz de impresora/computadora serial RS-232, interfaz de impresora paralela.

**Estándares certificados de forma independiente:** código de temperatura T3 y estándares europeos para EEX ia IIC, T3. Conformidad electromagnética: marca CE.

**Energía:** Baterías Desechables de 9V (150 Hrs.); Opción de batería recargable NiMH (300 horas); Adaptador de alimentación de CA.

**Tamaño de la caja (aluminio):** 9,2 x 7,2 x 3" (23,5 x 18,3 x 7,5 mm).

**Peso:** 2,6 libras (1,2 kg)

Ilustración 2 Anemómetro portátil K5000 KESTREL



### **Especificaciones:**

Mide Velocidad de viento en un rango entre 0,6 a 40,0 m/s

Mide temperatura en un rango de -29,0 a 70,0 °C

Mide presión atmosférica en un rango de 750 a 1100 hPa | mbar

Mide Humedad en un rango de 5 a 95% RH

### 3.1.2 RESULTADOS

Como ya se indicó, el número de personas que desempeñan el puesto de trabajo en estudio son 3 (todos hombres), y se encuentran entre los 25 y 29 años, y gozan de excelente salud según reportan sus certificados de aptitud médica para el trabajo, de los tres guardias el que menos tiempo está en este puesto, tiene 8,5 de antigüedad.

En la siguiente tabla se exponen los resultados de la entrevista a los trabajadores donde se indagó sobre la vestimenta utilizada durante el trabajo en jornadas nocturnas.

Tabla 17 Resultaos de la entrevista a los guardias de seguridad tipo de vestimenta

Tipo de vestido	Prendas	Material de la prenda	Valor clo	Cantidad	Porcentaje
Ropa Interior	Calzoncillos	Algodón	0.3	1	33%
	Bóxer	Poliéster	0.10	2	66%
Camiseta	Camiseta manga Corta	Algodón	0.09	2	66%
	Camiseta manga larga	Algodón	0.12	1	33%
Calcetines	Calcetines gruesos cortos	Algodón	0.05	1	33%
	Calcetines gruesos largos	Algodón	0.10	1	33%
	Calcetines finos largos	Algodón	0.02	1	33%
Camisa	Normal Manga	Algodón	0.25	3	100%

	larga				
Vestido exterior	Overol	Algodón	0.56	3	100%
Zapatos	Botas de cuero suela gruesa	Cuero y goma	0.10	3	100%
Prenda exterior de abrigo	Chompa (chaqueta larga)	Algodón con cubierta impermeable	0.56	3	100%

Fuente: NTP 462 - Autor

A continuación, se expone los resultados de la valoración con el QUESTemp 36, para esta valoración se identificó que no se presenta gradiente vertical de temperatura, por tanto, se procedió a medir únicamente a la altura del tórax del trabajador (actividades en los exteriores de la estación El Recreo del Trolebús de Quito), previo a la valoración se dejó el equipo a la intemperie durante al menos 30 minutos para que los sensores se alineen con las condiciones climáticas del lugar.

En la siguiente tabla se exponen los resultados de la valoración, de las condiciones climáticas.

Tabla 18 Resultados de la valoración climática en la Estación El Recreo del Trolebús de Quito

Fecha	WBGTe	HR	TA	TG	TH
12/05/2023	10.3	82.3	11.8	10.8	10.1

Nota. Los resultados presentados corresponden al promedio de un conjunto de datos tomados cada minuto durante 45 minutos

Fuente: Autor

Utilizando el anemómetro se procede a medir la velocidad de viento en forma paralela a la valoración de las condiciones de temperatura y humedad.

En la siguiente tabla se presentan los resultados de la valoración de la velocidad de viento determinados

Tabla 19 Velocidad de viento determinada en la madrugada de la estación El Recreo del Trolebús

Fecha	Velocidad del viento (m/s)
12/05/2023	0.36

Nota. Los resultados presentados corresponden al promedio de un conjunto de datos tomados cada minuto durante 45 minutos

Fuente: Autor

Con esta información se procedió a calcular el índice WCI aplicando la fórmula:

$$WCI = 1,16 * (10,45 + 10 V^{-1/2} - V) * (33 - TA)$$

Donde:  $V$  es la velocidad del aire y  $TA$  es la temperatura del aire seco

$$WCI = 1,16 * (10,45 + 10 * 0,36^{-1/2} - 0,36) * (33 - 11,8)$$

$$WCI = 658 \text{ (w/s)}$$

Relacionando el valor de WCI obtenido con lo establecido en la Tabla 11 Efecto del frío para diferentes valores de WCI y  $t_{ch}$

WCI (w/m <sup>2</sup> )	$t_{ch}$ (°C)	Efecto Sensación
400	17	Frío

En conclusión, de este análisis puntual la sensación que tienen los guardias corresponde a frío.

Para el cálculo del aislamiento requerido para la realización del trabajo en condiciones de confort se trabaja con la temperatura del aire seco (TA), realizando las actividades de ronda en la estación El Recreo, para esto se debe calcular la actividad

metabólica durante las actividades, tomando en cuenta el metabolismo basal, tasa metabólica, y carga de trabajo, según lo indica la NTP 1011 (Determinación del metabolismo energético mediante tablas). (INSST, 2014)

Tomando en cuenta las actividades descritas para el puesto de trabajo se identifican los siguientes valores

Tabla 20 Valores a considerar para el cálculo del índice clo

Variable	Valor
Temperatura del Aire (Ta)	11,8°C ≈ 5°C
Metabolismo basal	44
Tasa metabólica (de pie)	15
Carga de trabajo (un brazo – lleva registro de recorrido)	35
Metabolismo (M)	94 w/m <sup>2</sup> ≈ 115 w/m <sup>2</sup>
Velocidad del viento (V)	0,36 m/s ≈ 0,5 m/s

Fuente: NTP 1011 / Elaboración: Autor

Tomando en cuenta la tabla que indica el índice IREQ<sub>min</sub> para 115 (w/m<sup>2</sup>), indicado en la tabla 13 Valores del IREQ, en su acápite pertinente nos indica:

Tabla 13 Valores de IREQ en función de la velocidad y la temperatura del aire y del nivel de actividad

V <sub>ar</sub> (m/s)	IREQ <sub>min</sub> (clo) para M = 115 w/m <sup>2</sup>					
	t <sub>a</sub>					
	5°C	0°C	-5°C	-10°C	-20°C	-30°C
0.5	1.24	1.58	1.93	2.27	2.95	3.63

Fuente: NTP 462

Por tanto, se obtiene que el índice IREQ es de 1.24 (clo)

A continuación, se valora la protección que brinda la vestimenta que emplean los guardias de la Estación El Recreo del Trolebús de Quito, se aclara que para esta valoración solo se tomara en cuenta la vestimenta que entrega la empresa “Consortio Exmar”, ya que es de uso estándar al ser considerado como uniforme de trabajo.

Tabla 21 Valores clo de las prendas que se entrega a los trabajadores

Prendas entregadas por la empresa (uniformes)	clo
Camisa Manga larga	0.25
Overol	0.56
Botas de cuero suela gruesa	0.10
Chompa (chaqueta larga)	0.56
TOTAL	1.47

Fuente Consortio Exmar - NTP 462 / Elaboración: Autor

Si tomamos en cuenta lo que nos indica la norma ISO 9920, que marca las referencias para para los valores clo ( $I_{cl}$ ) según el metabolismo se tiene:

Tabla 22 Valores  $I_{cl}$

Valor Índice clo relativo ( $I_{cl r}$ )	Metabolismo
$I_{cl r} = 0.9 I_{cl}$	Si $M \leq 100 \text{ W/m}^2$ (Trabajos Estáticos)
$I_{cl r} = 0.8 I_{cl}$	Si $M > 100 \text{ W/m}^2$ (Trabajos Dinámicos)

Fuente: Norma ISO 9920

Tomando en cuenta que en la Tabla 20 (Valores a considerar para el cálculo del índice clo) se identificó que  $M$  (metabolismo este entre 94 y 115  $\text{w/m}^2$ ) adoptamos el valor de 94 para  $M$ , e identificamos que el índice clo relativo ( $I_{cl r}$ ) determinado para los guardias de seguridad es 0.8, ya que desarrollan su actividad principalmente caminando, lo que nos lleva a determinar que el  $I_{cl r} < IREQ_{\min} = 1,24 \text{ clo}$ , determinándose que existe

riesgo de estrés térmico por frío, por tanto, riesgo para la salud de los trabajadores (guardias de la Estación El Recreo), dado que puede causarles hipotermia.

Por otra parte, la vestimenta que entrega la empresa genera un valor de 1.47 clo que es superior a 1 como lo indica la norma UNE-EN ISO 7730.

## CAPITULO IV

### 4.1 CONCLUSIONES

En el estudio se logró evaluar las condiciones térmicas de frío existentes en el puesto de trabajo de los agentes de seguridad en la Estación El Recreo del Trolebús de la ciudad de Quito, determinándose que los guardias tienen riesgo de estrés térmico por frío ( $I_{cl r} = 0,8 < IREQ_{min} = 1,24$  clo), a la fecha y condiciones de evaluación se exponen a una sensación de frío, pudiendo variar hacia arriba o abajo, si las condiciones climáticas varían (véase los valores extremos de frío a los que puede bajar la temperatura menos de 9°C en las noches y madrugadas de Quito)

Se consiguió y registro la información suficiente y necesaria para caracterizar el puesto de trabajo (guardia de seguridad de la Estación El Recreo del Trolebús de la Ciudad de Quito), para analizar el estrés térmico por frío, así como también se logró determinar que el índice de congelamiento según el método WCI en el puesto es de 658 w/m<sup>2</sup> que se encuentra cercano al valor de 400 (que se encuentra datado en los ábacos (tablas que facilitan el análisis), y que se empleó para el estudio.

Con la información recabada y los cálculos realizados se determinó que la vestimenta entregada por la empresa “Consortio Exmar” satisface las necesidades de aislamiento térmico que requieren los guardias para realizar sus

actividades durante las noches y madrugadas de la Ciudad de Quito (índice clo de 1,47 – superior a 1 que es lo recomendado según la Norma UNE EN ISO 7730)

Se llegó a determinar el estrés térmico por frío mediante la evaluación del nivel de aislamiento térmico (método del aislamiento requerido del atuendo - IREQ), identificándose que la vestimenta entregada por la empresa “Consortio Exmar”, cubre las necesidades de aislamiento térmico, lo que garantiza que los trabajadores no se encuentran protegidos frente al estrés térmico por frío

Al encontrar que el aislamiento térmico que brinda la vestimenta (1,47 clo) entregada por la empresa “Consortio Exmar”, no se requiere analizar materiales ni componentes de esta, pero se plantean algunas recomendaciones que se pueden observar a continuación.

Determinar los materiales más adecuados para la vestimenta de los agentes de seguridad del Consortio Exmar que dan servicio en la Estación El Recreo del Trolebús de Quito, mediante el análisis de los “clo” de los diferentes materiales disponibles en el mercado nacional, para recomendar las características mínimas que debe cumplir la vestimenta de los trabajadores mencionados

## **4.2 RECOMENDACIONES**

➤ Si bien en el estudio se determinó que el nivel de aislamiento térmico es el adecuado para los guardias de seguridad, se recomienda que la estructura de la vestimenta se cambie, ya que con pocas prendas se logra generar el nivel de aislamiento, y lo ideal es que el nivel de aislamiento térmico sea gradual (por capas), ya que esto facilita mantener el confort térmico en el trabajador.

➤ Como se indicó en la introducción al trabajo, se tiene un estudio que recomienda el uso de información de estaciones meteorológicas para realizar estudios (de carácter expeditivo), y es así que para este mismo estudio se puede realizar el análisis tomando en cuenta condiciones extremas de frío como lo data el reporte meteorológico (temperaturas inferiores a los 7°C), y así plantear la necesidad de aislamiento térmico por vestimenta para condiciones reales extremas, es allí donde se refuerza la necesidad de plantear la vestimenta por capas, dado que, no siempre se tiene la necesidad del aislamiento extremo.

➤ Cuando se realice el análisis del aislamiento térmico por capas, se solicita se ampare como parte de la vestimenta la implementación de guantes térmicos, verificando que el trabajador no pierda dexteridad y si llega a haber pérdida, que esta no le impida realizar sus actividades normales, ya que solo así nos aseguraríamos que los use de forma permanente.

➤ Se recomienda verificar que el trabajador no lleve exceso de ropa, porque esta situación genera que el trabajador se sobrecaliente y sude, lo que terminará mojando la ropa y esta hará que la pérdida de calor corporal se incremente.

➤ Se recomienda realizar charlas sobre estrés térmico por frío, para que el trabajador tome conciencia sobre este riesgo y por tanto busque protegerse al cumplir con las normas de la empresa sobre este tema.

➤ Se recomienda que el personal pueda ingerir líquidos calientes durante este tipo de turnos, ya que esto permite que el cuerpo mantenga su calor corporal.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Acha, C. (2005). *Estudio experimental de las condiciones de confort relacionadas con parametros higrotermicos y calidad de aire*. Madrid. Obtenido de <https://oa.upm.es/81/1/03200510a.pdf>
- Ávila Roque, I., Martínez García, Y., Baques Merino, R., Rodríguez Betancourt, A., López Doval, C., Sáez Larrondo, W., & González García, O. (2016). *Estrés térmico, salud y confort laboral*. Habana: ISBN.
- Barrasa, M., Lamosa, S., & Alvarez, M. (2013). *ESTUDIO DEL RIESGO DE ESTRÉS TÉRMICO EN TRABAJOS AL AIRE LIBRE EN LA PROVINCIA DE PONTEVEDRA (GALICIA)*. Obtenido de <http://dspace.aepro.com/xmlui/handle/123456789/1062>
- Cabascango, K. (2020). *EVALUACIÓN DE ESTRÉS TÉRMICO POR EXPOSICIÓN AL FRÍO, EN AGENTES DE SEGURIDAD DEL*. Quito.
- Cedar Lake Ventures, Inc. (22 de 03 de 2023). *Weather Spark*. Obtenido de Weather Spark: <https://es.weatherspark.com/s/20030/3/Tiempo-promedio-en-el-invierno-en-Quito-Ecuador>
- Cedar Lake Ventures, Inc. (22 de 03 de 2023). *Weather Spark*. Obtenido de Weather Spark: <https://es.weatherspark.com/s/20030/3/Tiempo-promedio-en-el-invierno-en-Quito-Ecuador>
- Consortio Exmar. (22 de 01 de 2021). Política integrada de Salud, medio ambiente y calidad. *Política Integral*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- El Universo. (3 de abril de 2023). Este es el número de empresas de seguridad privada y de guardias a los que Guillermo Lasso pide ayuda para combatir a la delincuencia en Ecuador. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/informes/porte-armas-guardia-privada-decreto-707-medidas-urgentes-seguridad-guillermo-lasso-nota/>
- Falagan, M., & Riesco, P. (2005). *Higiene Industrial Aplicac Ampliada*.
- Fonseca, M. (2006). Ergonomía definición.
- García Laureano, R. (2019). En R. García Laureano, *Seguridad y Salud MF0075* (pág. 37). Logroño: Editorial.
- Gomez, A. (2018). *Seguridad privada global ¿Amenaza u oportunidad en el marco de las Naciones Unidas?* Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Henao Robledo, F. (2013). En F. Henao Robledo, *Seguridad y Salud en el Trabajo: Conceptos Básicos* (págs. 49-75). Bogota: Ecoe Ediciones.
- INSST. (1997). *NTP 462: Estrés por frío: evaluación de las exposiciones laborales*. Obtenido de NTP 462: Estrés por frío: evaluación de las exposiciones laborales: [https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp\\_462.pdf/9f976f99-fbd2-4e12-b2e0-a35358a99eaf](https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp_462.pdf/9f976f99-fbd2-4e12-b2e0-a35358a99eaf)
- INSST. (2012). *Ntas Tecnicas de Prevencion*. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp-942+w.pdf/0f2f09c0-5888-42c0-ba99-1a54e067d111?version=1.0&t=1617977970198>
- INSST. (2014). *NTP 1011 DETERMINACIÓN DEL METABOLISMO ENERGETICO MEDIANTE TABLAS*. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/327975/ntp-1011.pdf/88e68db1-426e-4d88-85ff-6ec77f1f9204>

- INSST. (2015). *NTP 1036 Estrés por frío*. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/330477/NTP+1036.pdf/a13abd54-b298-4307-8298-a0289a2f24b2>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2023). *PREDICCIÓN DE FOCOS DE CALOR*. Quito: INAMHI. Obtenido de <https://www.inamhi.gob.ec/pronostico/FuegoTarde.pdf>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2023). *PREDICCIÓN DE FOCOS DE CALOR*. INAMHI. QUITO: INAMHI. Obtenido de <https://www.inamhi.gob.ec/pronostico/FuegoTarde.pdf>
- Jackilitsch, B., & Ceballos, D. (Septiembre de 2019). *Centers for disease Control and Prevention*. Obtenido de Publicaciones y productos de NIOSH: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/wp-solutions/2019-113/default.html>
- Macias, M. (2015). *ESTRÉS TÉRMICO POR FRÍO Y LA AFECTACIÓN EN LA CAPACIDAD*. Obtenido de [http://192.188.51.77/bitstream/123456789/17837/1/60584\\_1.pdf](http://192.188.51.77/bitstream/123456789/17837/1/60584_1.pdf)
- Mondelo, P. (2004). *Ergonomia 2 Confort y Estrés Termico*. Catalunya: Ediciones UPC. Obtenido de [https://www.academia.edu/19322877/Pedro\\_Mondelo\\_Ergonomia\\_2\\_Confort\\_y\\_Estres\\_Termico](https://www.academia.edu/19322877/Pedro_Mondelo_Ergonomia_2_Confort_y_Estres_Termico)
- OHSAS Project Group. (2007). En *OHSAS 18001:2007 Occupational health and safety management systems – Requirements* (págs. 20-21). Madrid: AENOR.
- ONU. (10 de mayo de 2023). *Noticias ONU*. Obtenido de <https://news.un.org/es/tags/estres-termico>
- Ponton Cevallos, D. (2006). *La privatización de la seguridad en Ecuador : impactos y posibles escenarios*. Quito: FLACSO.
- Saget, C. (1 de julio de 2019). *OIT*. (Noticias, Editor) Obtenido de OIT: [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)
- Stérling, S. (2015). El estrés térmico laboral: ¿Un Nuevo Riesgo con Incidencia Creciente? *Revista Colombiana De Salud Ocupacional*. doi:10.18041/2322-634X
- Weather Spark. (2023). *Weather Spark*. Obtenido de Weather Spark: <https://es.weatherspark.com/y/20030/Clima-promedio-en-Quito-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>