

 <p><b>Universidad Pontificia Bolivariana</b> SECCIONAL MONTERÍA Vigilada Mineducación</p>	<p><b>PRESENTACIÓN INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b> Código: DA-TMO-F351 Versión: 1</p>	 <p><b>CIDI · UPB</b> CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA INNOVACIÓN</p>
---	---	---

**ANÁLISIS DE ESTRÉS TÉRMICO LABORAL PARA EL ÁREA DE  
MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA TECNI AUTOS**

**JOSÉ ANTONIO MILANÉS HOYOS**

**ID: 000386023**

**EDWIN DAVID GUERRERO PETRO**

**ID: 000384996**

**ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**MONTERÍA**

**2024**

**ANÁLISIS DE ESTRÉS TÉRMICO LABORAL PARA EL ÁREA DE  
MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA TECNI AUTOS**

**JOSÉ ANTONIO MILANÉS HOYOS**

**ID: 000386023**

**EDWIN DAVID GUERRERO PETRO**

**ID: 000384996**

**Trabajo de grado para optar al título profesional de ingeniero industrial**

**ASESOR:**

**LUIS CARLOS PITALUA PANTOJA**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**

**ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**MONTERÍA**

**2024**

## **AGREDECIMIENTOS**

Agradecemos a Dios y a la Virgen por permitirnos alcanzar una meta muy importante para nosotros, agradecemos a nuestros padres, compañeros y docentes que nos han motivado a lograr el presente proyecto de investigación y lograron formarnos profesionalmente, mediante su apoyo a lo largo de este camino.

**ÍNDICE**

<b>DOCUMENTACIÓN REQUERIDA</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
<b>A. INFORMACIÓN GENERAL (máximo dos páginas)</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>AGREDECIMIENTOS</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DE ILUSTRACIONES</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b>	<b>5</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>6</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>8</b>
<b>1. OBJETIVOS</b>	<b>9</b>
1.1. Objetivo general	9
1.2. Objetivos específicos	9
<b>2. MARCO TEORICO/ESTADO DEL ARTE</b>	<b>10</b>
2. 1. Marco teórico	10
2.2. Estado del arte	15
<b>3. METODOLOGÍA</b>	<b>21</b>
<b>3. 1. Fases</b>	<b>21</b>
3. 1. 1. Fase 1	21
3. 1. 2. Fase 2	22
3. 1. 3. Fase 3	23
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>24</b>
<b>4.1. Contexto de la organización</b>	<b>24</b>
<b>4.2. Diagnóstico inicial de la empresa y caracterización de los puestos de trabajo</b>	<b>24</b>
<b>4.3. Medición de las variables ambientales</b>	<b>27</b>
<b>4.4. Determinación de la carga térmica metabólica</b>	<b>37</b>
<b>4.5. Evaluación del riesgo por estrés térmico</b>	<b>39</b>
<b>4.6. Fracción horaria de reposo</b>	<b>42</b>
<b>4.7. Recomendaciones para mejorar las condiciones laborales</b>	<b>44</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>48</b>

**LISTA DE ILUSTRACIONES**

**Ilustración 1:** WBGT intervalo de 8 a 10 a.m. .... 31  
**Ilustración 2:** WBGT intervalo de 10 a.m. a 12 p.m. .... 32  
**Ilustración 3:** WBGT intervalo de 2 a 4 p.m. .... 34  
**Ilustración 4:** WBGT intervalo de 4 a 6 p.m. .... 35  
**Ilustración 5:**WBGT medio de los técnicos ..... 36  
**Ilustración 6:** Consumo metabólico de los técnicos ..... 39

**LISTA DE TABLAS**

**Tabla 1:** Tabla de descripción del proceso de pintura de partes de autos..... 28  
**Tabla 2:** Tabla de mediciones de variables ambientales en el intervalo de 8 a 10 a.m..... 30  
**Tabla 3:** Tabla de mediciones de variables ambientales en el intervalo de 10 a.m. a 12p.m..... 32  
**Tabla 4:** Tabla de mediciones de variables ambientales en el intervalo de 12p.m. a 2p.m..... 33  
**Tabla 5:** Tabla de mediciones de variables ambientales en el intervalo de 4 a 6 p.m..... 35  
**Tabla 6:** Índice WBGT de cada técnico..... 36  
**Tabla 7:** Índices WBGT por intervalo horario ..... 37  
**Tabla 8:** CTM por tarea expresada ..... 38  
**Tabla 9:** Valoración de gasto energético y valor límite permisible para altas temperaturas..... 40  
**Tabla 10:** WBGT limite ..... 40  
**Tabla 11:** Clasificación de la exposición ..... 41  
**Tabla 12:** Diferencia en horas de trabajo ..... 43

**Tabla 13:** Fracción horaria de reposo ..... 44

## **RESUMEN**

En este trabajo se realizó un plan de mejoramiento para el área de mantenimiento, del taller automotriz Tecni autos. Tomando como principal objetivo el minimizar el estrés térmico laboral al que se someten los trabajadores y a su vez el minimizar las enfermedades y accidentes laborales que se presentan en la organización. El método de investigación utilizado es un estudio primeramente cuantitativo y de carácter descriptivo con el fin de establecer las actividades en las que los trabajadores se encuentran mayormente expuestos a estrés térmico por calor, determinar los factores generadores del riesgo y bajo qué condiciones se presentan las mismas. Se identificó que los técnicos se encuentran expuestos a un nivel alto de estrés térmico por calor. Sin embargo, se determinó que pueden trabajar por un periodo mayor a una (1) hora sin necesidad de descanso.

**Palabras claves:** riesgos, mejora, calor, estrés térmico, control

## **ABSTRACT**

In this work, an improvement plan was carried out for the maintenance area of the Tecni autos automotive workshop. Taking as its main objective to minimize the occupational thermal stress to which workers are subjected and in turn to minimize occupational diseases and accidents that occur in the organization. The research method used is a primarily quantitative and descriptive study in order to establish the activities in which workers are mostly exposed to thermal stress due to heat, determine the factors that generate the risk and under what conditions they occur. It was identified that technicians are exposed to a high level of thermal stress due to heat. However, it was determined that they can work for a period of more than one (1) hour without needing a break.

**Keywords:** risks, improvement, heat, thermal stress, control

## **INTRODUCCIÓN**

La presente investigación se desarrolla en el marco del trabajo de grado presentado para optar al título de ingeniero industrial en la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Montería. Busca determinar acciones de mejora aplicadas al área de mantenimiento, del taller automotriz Tecni - Autos; en aras de prevenir y gestionar, los riesgos y enfermedades laborales, que interfieran con el bienestar y seguridad en vida laboral de los involucrados de la organización y el aumento en la productividad.

El análisis de estrés térmico laboral parte de un estudio primeramente cuantitativo y de carácter descriptivo, con el cual se identifica la realidad de la organización, de acuerdo con los referentes normativos, legales y de trabajos guía relacionados con la temática; para posteriormente proceder a determinar los causantes de riesgos dentro del establecimiento.

De acuerdo con los resultados obtenidos acerca del nivel de exposición de los técnicos a altas temperaturas se sugirieron controles y acciones de mejora, las cuales la institución tendrá en cuenta con el fin de buscar el bienestar integral de los trabajadores al mejorar su ambiente laboral y lo relacionado con crear y generar cultura, conciencia y espacios de trabajo seguros para todos los integrantes de Tecni-Autos.

Este documento se estructura en articulación con el desarrollo de los objetivos propuestos. En la primera parte se realiza diagnóstico o evaluación inicial del establecimiento, posteriormente se realiza la medición de las variables ambientales y la determinación de la carga térmica metabólica y nivel de estrés térmico para cada uno de los técnicos y finalmente con base a los resultados obtenidos se brindan recomendaciones para el tratamiento de los riesgos.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. Objetivo general**

Evaluar el estrés térmico, al que se exponen los operarios del área de mantenimiento en la empresa Tecni-Autos, con el fin de brindar acciones preventivas y correctivas a las condiciones del lugar de trabajo.

### **1.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar el nivel estrés térmico por calor al que se encuentra expuesto el personal del área de mantenimiento de la empresa Tecni – Autos, con el fin de conocer e identificar los peligros a los que están expuestos los trabajadores, para determinar las necesidades de mejoramiento.
- Determinar la incidencia de las altas temperaturas y el tiempo de exposición de los operarios a estas en su jornada laboral con el fin de mitigar el estrés térmico por calor.
- Elaborar recomendaciones para el área de mantenimiento, del taller automotriz Tecni autos, a partir del diagnóstico de estrés térmico por calor, que determine la ruta de trabajo para el desarrollo del sistema organizacional.

## **2. MARCO TEORICO/ESTADO DEL ARTE**

### **2. 1. Marco teórico**

La salud ocupacional es un conjunto de normas y procedimientos que busca el bienestar integral de los trabajadores, al salvaguardar la salud física, mental y social del trabajador, identificando y controlando los riesgos a la salud que se puedan presentar debido al desempeño de sus actividades laborales, su función es diagnosticar y prevenir enfermedades de tipo ocupacional (ocasionadas a causa trabajo desempeñado) a partir de los componentes que son: el hombre y su medio de trabajo, es decir, la salud ocupacional busca conservar y mejorar la salud de los trabajadores en relación a las actividades que desarrollan y a las condiciones de trabajo a las que se exponen.

A lo largo de los años se han creado diferentes organismos tales como OSHA (Occupational Safety and Health Administration), NFPA (National Fire Protection Association), National Safety Council (Consejo nacional de seguridad) y CIAS (Consejo Interamericano de Seguridad), que tienen como misión la prevención y tratamiento de accidentes y enfermedades laborales, con el fin de disminuir el número y la severidad de estos accidentes o enfermedades, mediante la identificación y acción sobre las causas de los mismos, a través de investigaciones e inspecciones que posteriormente facilitan la generación de normas para controlar y prevenir estos accidentes. Un ejemplo de ello es la norma OHSAS 18001, la cual se encarga de promover los requisitos para el correcto manejo e implementación de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Con la Resolución 2013 de 1986, se da inicio a los comités de Medicina, Higiene y Seguridad industrial, la cual, reglamenta a las organizaciones con lo referente a la creación y funcionamiento de los comités de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial en los lugares de trabajo. (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social y El

Ministerio de Salud, 1986) Así mismo se reglamentan los Programas de Salud Ocupacional mediante la Resolución 1016 de 1986 a través de la cual se establece el implementar Programas de Salud Ocupacional, por parte de empleadores, los cuales deben responder por la implementación del programa permanente de Salud Ocupacional en los lugares de trabajo. (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social y El Ministerio de Salud, 1989)

Realizar actividad laboral en espacios libres es sinónimo de estar expuesto a calores excesivos, debido a la variación de las condiciones climáticas que se presentan durante el día, teniendo en cuenta todos los factores que lo rodean, desde como está vestido a cuál es su tipo de actividad a realizar, así mismo como los trabajadores de manufacturas, como aquellos de fabricación de metales, vidrios y plásticos también se encuentran sujetos a este nivel de riesgo. Otros factores comunes que aumentan el riesgo en los trabajadores son: Esfuerzo físico realizado, de acuerdo a la naturaleza de la empresa y actividad, prendas utilizadas para realizar la tarea, edad avanzada, enfermedades bases por calor, bajo consumo de líquido, exposiciones en lugares interiores con fuentes de calor (hornos, estufas, etc.) y lugares donde se limite la circulación del aire.

Los seres humanos necesitan mantener su temperatura central entre los 36 °C y los 38 °C, y para esto el cuerpo es capaz nivelar su temperatura por sí mismo, manteniendo el equilibrio calórico, lo cual es requisito fisiológico para la salud, la seguridad y el confort laboral. En caso de que ocurran alteraciones a esta temperatura, se pueden derivar en trastornos de tipo fisiológico que mientras no alcance límites superiores a 39 °C o inferiores a 34 °C, no implican trastornos graves a la salud de la persona (Industrial, 2008).

En el mundo laboral, la exposición a temperaturas extremas (calientes o frías) representa un factor de riesgo laboral, el cual se clasifica dentro de los factores de riesgo físico. La presencia de calor en el ambiente laboral ocasiona problemas que se desencadenan en la disminución del rendimiento y la productividad en el

trabajo y en ocasiones, riesgos para la salud, debido a la falta de confort que experimentan los trabajadores. (Organización Panamericana de la Salud, 2016)

De acuerdo con el (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2011), el estrés térmico se puede entender como la carga neta de calor o frío a la que los trabajadores están expuestos y se produce a raíz de la combinación de las condiciones ambientales del lugar de trabajo, la actividad física y las características de ropa.

Dependiendo de la intensidad de los factores que provocan el estrés térmico varía el nivel de la gravedad del este, el estrés térmico se clasifica en dos tipos: estrés térmico por calor y estrés térmico por frío. Por otra parte, cuando la exposición al calor se presenta en condiciones críticas pueden aparecer efectos psicofisiológicos, entre los más destacados se encuentran: la disminución de la capacidad de trabajo, de la eficiencia, el aumento de errores, el agotamiento físico, la ocurrencia de accidentes, la sobrecarga cardiocirculatoria y el desequilibrio hidromineral. También, pueden producirse efectos patológicos que requieren prevención primaria.

De igual manera el (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, 2019) concuerda determina que se está ante estrés térmico por calor se presenta toda vez que las condiciones de trabajo dificultan el mantenimiento del equilibrio térmico normal de nuestro organismo, los factores ambientales que contribuyen a la aparición del estrés térmico están constituidos por la temperatura de aire; las temperaturas radiantes son las principales fuentes de calor que afectan a los trabajadores, la humedad relativa ambiental el cual determina la capacidad de aire para admitir o no la evaporación del sudor, el cual se expresa en % y el factor del movimiento de aire es el que ayuda a disipar el calor sobrante producido y reduce la temperatura de la superficie corporal.

En la prevención de los riesgos ocupacionales, el término estrés térmico se ha utilizado de manera tradicional para referirse a las ocasiones donde se desarrollan actividades propias del trabajo relacionadas con temperatura extremas.

En el ámbito laboral el estrés térmico se puede dar en condiciones de calor y de frío, y se define como la carga térmica neta que reciben los trabajadores, efecto de la interacción de las condiciones ambientales, la actividad física y las características de la ropa que usan al realizar la labor. Por otra parte, la sobrecarga térmica es la respuesta fisiológica del cuerpo humano al estrés térmico. Se presenta siempre que no se cuente con un ajuste fisiológico adecuado, sino que admite un costo para el mismo. Los parámetros que permiten determinar y controlar la sobrecarga térmica son: la temperatura corporal, la frecuencia cardíaca y la tasa de sudoración. La sobrecarga térmica evidencia las consecuencias que sufre un individuo cuando se adapta a condiciones de estrés térmico, lo que puede provocar diversos estados patológicos.

El riesgo de estrés térmico por calor puede existir en innumerables actividades laborales, tanto en trabajos al aire libre como la pavimentación y la agricultura, como en trabajos que se realicen en sitios cerrados o semi cerrados con diferentes Características. Son múltiples los riesgos y afectaciones a la salud del individuo que pueden originarse por estrés térmico por calor, la mayoría de las veces sus causas se evidencian fácilmente y la posibilidad de que se produzcan daños es previsible.

En los escenarios donde las condiciones ambientales no son extremas, el estrés térmico por calor puede no evidenciarse y producir daños a los trabajadores, puesto que el exceso de calor corporal puede aumentar la probabilidad de accidentes de trabajo, empeorar dolencias previas (enfermedades cardiovasculares, respiratorias, renales, cutáneas y diabetes, entre otras) y producir las llamadas enfermedades relacionadas con el calor. En los ambientes

térmicamente desfavorables para la salud, los efectos del calor excesivo sobre el hombre pueden clasificarse en tres niveles: psicológico, psicofisiológico y patológico.

En ocasiones puede existir la progresión de estrés por calor a golpe de calor, que es una emergencia médica caracterizada por un incremento de la temperatura corporal central por encima de 40°C. (Curley e Irwin, 2003). El golpe de calor ocasiona alteraciones en el sistema termorregulador, en la expresión de proteínas de shock térmico y en el sistema nervioso central, lo que causa encefalopatía, coma y si no se toman las medidas oportunas, puede provocar la muerte. (Piñeiro et al., 2004).

Según la Administración de Seguridad y Salud Laboral (OSHA, 2013), en los Estados Unidos entre 2003 y 2012, alrededor de 30 trabajadores murieron anualmente debido a enfermedades y lesiones relacionadas con el calor. Estudios realizados en Sudáfrica han informado muertes relacionadas con el calor en el trabajo debido a la hipertermia o golpe de calor (Wyndham, 1965). Además, en los Estados Unidos un estudio ha analizado 423 muertes que se relacionan con estrés térmico en trabajadores agrícolas.

Por tanto, es indispensable realizar un seguimiento continuo del estado en el que se encuentra la empresa y en especial la ocupación de sus trabajadores, logrando evidenciar los posibles peligros, que se desencadenen en lesiones físicas o psicológicas para los trabajadores, daños a las instalaciones o daños al medio ambiente (OIT, 2012), y riesgos que puedan resultar en daños para el trabajador a raíz del trabajo (OSHA, 2001). Con el fin de evitar que en futuro deriven enfermedades o padecimientos que pueda sufrir el trabajador al realizar su trabajo o por consecuencia del mismo, así como también en desmotivación que significa las muestras de insuficiencias en el trabajo, provocado por factores de tipo psicosocial y social por parte de los trabajadores (Díaz, 2007).

De acuerdo con la OIT los empleadores son responsables de asegurar que todas las medidas de prevención y protección factibles para reducir la aparición de los riesgos laborales sean implementadas, es decir, que los empleadores tienen la responsabilidad de suministrar, de acuerdo a las necesidades y las capacidades de la empresa, dotación y elementos de protección apropiados sin costo alguno para el trabajador. A su vez los empleadores deben mantenerse informados acerca de todo lo concerniente a Seguridad y Salud en el Trabajo de los trabajadores, con el fin de prever contagios y notificar al personal en caso de identificar enfermedades al interior de la organización. (Organización Internacional del Trabajo (OIT), 2020)

## **2.2. Estado del arte**

Para la construcción del estado de arte del presente trabajo de grado, se tomó como tema central la evaluación de trabajadores expuestos a condiciones térmicas extremas, esta información fue recolectada mediante bases de datos como Scielo, EBSCO y Google académico.

Para el desarrollo de su investigación (Juan Castillo & Alejandro Orozco, 2010) tuvieron por objetivo el estudio la actividad de los trabajadores empleando actogramas analíticos para cada una de las acciones que estos realizan, para el registro de los datos utilizaron el software Kronos, y para la estimación de la carga de trabajo modificaron la ecuación para el cálculo de la tasa metabólica media presentada en los TLV's y la guía de seguridad: exposition professionnelle à la chaleur, finalmente tomaron como referencia los índices de estrés térmico y los índices de exigencia térmica desarrollados por Malchaire para determinar el índice de confort térmico (1986).

Por su parte (Laura Rojas Ladino, 2019) para Obtener el Título de Ingeniera ambiental mediante busca determinar la existencia o no de riesgos ocupacionales por estrés térmico, material particulado, luminosidad y presión sonora a los

trabajadores de la empresa de fabricación de autopartes con fibra de vidrio. Para determinar la zona de estudio las características que se tuvieron en cuenta para las distintas fases de trabajo y el tamaño de la pieza a fabricar, identificando así un área crítica, donde se pudo determinar que los parámetros de material particulado y luminosidad, exceden los valores límites permisibles, por otra parte, en cuanto al comportamiento del estrés térmico y la presión sonora no se encontraron fuera del límite, estableciendo así la inexistencia de riesgos ocupacionales para el personal de trabajo por dichos parámetros. Por lo anterior se hace necesario establecer acciones preventivas y correctivas con el fin de amparar la integridad de los trabajadores y reducir posibles enfermedades o accidentes laborales a futuro.

Así mismo, (Sebastián Ruíz Castro & Andrea Pabón Piratoba, 2015) realizan la evaluación de los niveles de estrés térmico, material particulado total y luminosidad, en el interior de las taquillas de las estaciones del Transmilenio de Bogotá, el trabajo tuvo como finalidad determinar la existencia o no de riesgos ocupacionales por estrés térmico, material particulado total y luminosidad a los trabajadores ubicados en el interior de las taquillas del sistema masivo de transporte (Transmilenio), en las troncales Carrera Décima y Calle 26. Al determinar la zona de estudio se tuvo en cuenta los siguientes criterios, fueron: las características viales, condiciones del uso del suelo, condiciones estructurales y comportamiento de la flota vehicular, identificando así un área crítica y una de referencia. Luego de analizar todas las variables mencionadas anteriormente se pudo determinar que las estaciones Portal Dorado y Mueso Nacional, exceden los valores límites permisibles de material particulado total en interiores; en cuanto al comportamiento del confort térmico, no se encontró estrés térmico por calor ni por frío durante el muestreo, estableciendo así la inexistencia de riesgos ocupacionales para el personal de trabajo. Con respecto a la luminosidad, ninguna de las estaciones evaluadas se encuentra dentro del rango permitido por los Thershold limit valué (TLV's), evidenciándose riesgos ocupacionales por luminosidad tanto de exceso como déficit.

De igual forma (Gutiérrez et al., 2018) realiza la Evaluación de Riesgo por Estrés Térmico en Trabajadores de los Procesos de Incineración y Secado de una Empresa de Tableros Contrachapados. Para llevarlo a cabo se realizaron una caracterización de los puestos de trabajo, donde emplearon la medición de las temperaturas de bulbo húmedo, bulbo seco y de globo, para la determinación de la carga térmica metabólica y el cálculo y valoración del índice. Como obtuvieron que en ninguno de los puestos de trabajo evaluados existe riesgo higiénico por estrés térmico, debido principalmente a la suficiente aclimatación de los trabajadores y a su baja carga térmica metabólica.

Igualmente, (Barrera & Morales, 2020) llevan a cabo una propuesta para desarrollar la evaluación de estrés térmico por calor en los trabajadores del área de escaldado de la empresa de alimentos frigorífico la marranera Sampués. Esta propuesta tiene como objetivo evaluar el estrés térmico por calor en los trabajadores del área de escaldado de la empresa de alimentos frigorífico la marranera en el sector alimento por medio de la metodología ISO 7243 con el fin de recomendar acciones preventivas y correctivas que mitiguen los incidentes presentados en la empresa debido a este riesgo. La evaluación se realizó en el área de escaldado de la empresa ya que es el punto con mayor sensación térmica de calor y en la cual se ha repostado incidentes debido a dicho factor de riesgo. Esta área de la empresa es controlada por un operario asignado por lo que las mediciones se realizarán en el 100% de la población. Se obtuvo como resultado que El WBGT promedio medido al realizar las actividades correspondientes en el área de escaldado, supera el TLV-WBGT (28°C) establecido, para un trabajador que realiza actividades moderadas, continuas y esta aclimatado. Por lo cual la exposición se puede considerar como alta. Los factores que posiblemente inciden en los resultados son el escaso flujo de aire debido a la poca ventilación, los altos niveles de humedad relativa y el encerramiento del área.

Por otra parte, el trabajo de grado para Obtener el Título de Ingeniero industrial (Gutiérrez, 2019) tuvo por objetivo identificar las condiciones físicas (termo –

metabólicas) de los ambientes en la que laboran los trabajadores de la panadería Willy's, asimismo, verificar la situación vigente del clima laboral que está en la panadería Willy's por parte de los trabajadores. Llevo a cabo esta investigación mediante la aplicación de los criterios de la muestra por conveniencia ya que se trabajó con una población pequeña; por lo mismo, los elementos de la población también fueron los elementos de la muestra. Emplearon un cuestionario a los elementos de la muestra como instrumento de medición documental. Posteriormente, para la evaluación y descripción del estrés térmico se utilizó el método de índice TGBH. De acuerdo con los resultados obtenidos, concluyeron que existe relación alta al 86,6% entre el estrés térmico por calor (variable independiente) y el clima laboral (variable dependiente) en la panadería Willy's, pero la relación es de tipo inversa, esto quiere decir que, a mayor riesgo de estrés térmico, el clima laboral va a ser desfavorable.

La investigación de (Juan Nicolas Siabato Amaya & Daniela Espejo Osma, 2019) busca identificar los peligros y valorar los riesgos a los que están expuestos los trabajadores del taller automotriz de latonería y pintura AUTOPINTURA SAS con el fin de proponer medidas que disminuyan la probabilidad de ocurrencia de accidentes de trabajo, donde se analiza el entorno y las características de cada uno de los procesos, las cuales se evaluaron según el área y lugar de trabajo destinado para cada cargo. Como resultado se obtuvo una matriz de "identificación de peligros, evaluación y valoración del riesgo" diligenciada y con base al nivel de gravedad de los riesgos se propusieron medidas de intervención para cada uno de los riesgos que lo ameritaba, adicionalmente se realizó un análisis costo beneficio que permitió justificar la implementación de estas mismas.

Del mismo modo (Gomez & Ruiz, 2017) buscan realizar una investigación sobre la valoración del ambiente caluroso en el área de trabajo de la maquina sopladora de la empresa prodeplasticos s.a.s y se describen los efectos en la salud de los operarios. Se hizo uso de métodos que permiten evidenciar la presencia de

ambientes calurosos, peligro a la exposición de riesgo de estrés térmico y consecuencia de la exposición a altas temperaturas, además se identifican las medidas de control de ingeniería que se aplicarán y los beneficios que se podrán obtener. Como respuesta a las problemáticas encontradas se diseñó una chaqueta térmica que retenga el calor radiado por la maquina sopladora como solución para eliminar la situación de riesgo de estrés térmico y se estableció que debería ser una solución de tipo integral, dado que, se debe realizar de manera simultánea la aclimatación, hidratación, medidas de enfriamiento e intervenciones de precaución y uso de prendas de vestir protectoras para los trabajadores.

En el caso de (Tirado, 2023) desarrollo una propuesta para determinar el riesgo de estrés térmico por calor se aplicó el índice WBGT y la tasa metabólica de cada trabajador, utilizando la NTP 322 donde se requiere diferentes temperaturas, para lo cual se utilizó el equipo de medición WBGT Reed R6200 calibrado. Para determinar la tasa de consumo metabólica de cada trabajador se aplicó la norma NTE INEN ISO 8996 donde se utilizó la tasa metabólica de cada actividad y su respectivo periodo. Como resultado, se evidencio que en cuatro de cinco puestos de trabajo existe riesgo de estrés térmico por calor, por ello se elaboró un plan de seguridad enfocado a controlar el riesgo, se propuso establecer capacitaciones de temáticas como: primeros auxilios, seguridad industrial, indumentaria adecuada para el trabajo en temperaturas altas, entre otros, también se estableció la necesidad de instalar dispensadores de bebidas hidratantes ya que al momento de trabajar a altas temperaturas el cuerpo genera sudor tratando de mantener una adecuada temperatura en el cuerpo y no sufrir daños en la salud, por último se estableció la indumentaria es decir la ropa de trabajo y el equipo de protección personal idóneo para el trabajo.

De la misma manera, (Geoconda, 2017) propone un diseño e implementación de un manual de procesos para distribución de tareas que prevengan trastornos músculo esqueléticos derivados del estrés térmico, en el área de reparación de

motores de la mecánica automotriz “injection power” de la ciudad de Riobamba. Realizaron una evaluación inicial de las condiciones térmicas del entorno laboral de interés, con el fin de valorar las condiciones ambientales que originaban los factores de riesgo del estrés térmico. Se realizó la valoración de los índices PMV (Predicted Mean Vote) y PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied), determinándose valores promedio de 2,52 puntos y 91,2% en su orden. Posteriormente se realizó el desarrollo el manual de procesos y la revaloración de los índices representativos del riesgo de estrés térmico obteniéndose valoraciones promedio iguales a 0,19 puntos y 5,8% para los índices PMV y PPD, con lo cual permitió verificar que la implementación del manual de procesos. Al evidenciar que para la valoración de la eficiencia en la reducción del nivel de riesgo se obtuvo un porcentaje de 93%, como valor promedio de los puestos de trabajo, valor que representa la idoneidad en la prevención de los riesgos térmicos dentro del área de reparaciones por medio de la implementación del manual de procesos, lo que permitirá una ejecución más efectiva de los procesos en el trabajo, eliminación de riesgos de salud, y aumento en la producción.

### **3. METODOLOGÍA**

En el presente trabajo de grado se realizó un estudio primeramente cuantitativo y de carácter descriptivo puesto que, a través de mecanismos de medición aplicados en el área de mantenimiento de la empresa Tecni - Autos, se pretende establecer las actividades en las que los trabajadores se encuentran mayormente expuestos a estrés térmico por calor. Posteriormente se procedió a realizar un estudio explicativo para determinar el nivel de riesgo higiénico por estrés térmico.

El uso de un estudio descriptivo permite realizar un diagnóstico general del estado actual de la empresa, por tanto, se podrá identificar los peligros, riesgos y acciones incumplidas por los trabajadores o la empresa y a su vez valorar el impacto que estas generan. Este diagnóstico se llevó a cabo mediante entrevistas, inspección de los puestos de trabajo, tablas, normativa de referenciación (INSHT, 1993) y comparación con otras empresas que se desempeñen en la misma área. A su vez se recurrió a herramientas como el Monitor de estrés térmico portátil, hojas de cálculo, desarrollo de formatos y visitas para la recopilación y procesamiento de datos.

Basado en los resultados de la evaluación se procedió a determinar los factores influyen para que se presente estrés térmico por calor, a través de un estudio descriptivo, con el fin de determinar las actividades necesarias a implementar para mitigar el riesgo de estrés térmico por calor.

#### **3. 1. Fases**

### **3. 1. 1. Fase 1**

En la primera fase se realizó un diagnóstico inicial a la empresa, donde se realizó una visita para observar las disposiciones del lugar de trabajo y el número de trabajadores que laboran en el área de mantenimiento. Conforme con la información brindada por el dueño del establecimiento y lo observado se determinó la población a cuál está dirigida la evaluación, conformada por los técnicos del área de mantenimiento (7 trabajadores), los cuales realizan los procesos de reparación y mantenimiento automóbiles.

La información necesaria para realizar el diagnóstico de la empresa se obtuvo a través de una entrevista con el dueño del establecimiento y el personal del área de mantenimiento de la empresa Tecni- Autos en las instalaciones del establecimiento, donde se pudo hacer una inspección e identificación de todas las actividades aquí realizadas.

### **3. 1. 2. Fase 2**

Para el desarrollo de la fase dos se realizó la caracterización de los puestos de trabajo y los parámetros ambientales medidos en cada uno de los puestos de trabajo. Para la caracterización de los puestos de trabajo se elaboró un formato de evaluación el cual fue diligenciado con la información proporcionada por los técnicos.

Una vez obtenidos los datos, se analizó la información correspondiente a los parámetros ambientales a través de las fórmulas correspondientes al método del índice WBGT, A su vez , mediante tablas referenciales para el cálculo de la carga térmica metabólica se identificaron los datos sobre la carga física de las tareas identificadas fueron analizados.

Para la medición de parámetros ambientales como el porcentaje de humedad, las temperaturas de bulbo húmedo, bulbo seco y de globo, se utilizó un instrumento medidor de estrés térmico debidamente calibrado, modelo QT 36 de 3M.

**ANEXOS** Con base en los resultados obtenidos en la medición de los parámetros de temperatura se realiza el cálculo del índice WBGT para las tareas y el tipo de trabajo.

### **3. 1. 3. Fase 3**

En la fase tres se busca establecer las acciones necesarias para mitigar la exposición de los técnicos a estrés térmico por calor, las cuales fomenten una cultura de prevención y un ambiente de trabajo seguro.

Las acciones de mejora establecen los aspectos que tiene el establecimiento debe tener en cuenta, en materia de controles en el medio y los individuos, así como la periodicidad en la que se deben aplicar los mismos. Para llevar a cabo el diseño de estas acciones de mejora, se tuvo comunicación con los técnicos y personal administrativo del establecimiento mediante visitas al mismo, para tener en claro la asignación del personal y recursos para la implementación del mismo.

Para finalizar, se realizó la socialización de las recomendaciones a implementar, con el fin de garantizar la disminución del nivel de exposición de los técnicos luego de la aplicación de las acciones de mejora, se realizaron entrevistas con el personal y a su vez listas de chequeo para asesorar al personal acerca del adecuado desarrollo y el cumplimiento de lo establecido. Posteriormente se le informo al administrador del establecimiento de los resultados obtenidos y se plantearon recomendaciones.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Para la realización del trabajo, y en concordancia con los objetivos y la metodología planteada, los resultados de la investigación se presentan por fases secuenciales. De acuerdo con las fases planteadas para el desarrollo del proyecto de investigación, se pueden evidenciar los siguientes resultados obtenidos de la aplicación de los métodos y técnicas para obtención de estos.

### **4.1. Contexto de la organización**

Tecni – Autos es un taller automotriz dedicada a la reparación y mantenimiento de vehículos, con sede ubicada en el municipio de montería, tierra cordobesa con temperatura cálido tropical que maneja en promedio temperaturas de 29°C a 34°C. En el área de mantenimiento, los técnicos se encuentran expuestos a la radiación solar, dado que, el establecimiento está dispuesto al aire libre, ahí realizan labores de mantenimientos de autos, lo cual implica reparaciones, latonería, pintura y ajuste, entre otras actividades, teniendo un fuerte impacto de rayos solares, radiaciones de calor emitida por los vehículos y el calor que emite los asfaltos de las calles.

La institución cuenta con once (11) trabajadores, de los cuales tres (3) realizan labores administrativas distribuidas en los cargos de director, cajero y secretaria, a su vez, se cuenta con siete (7) técnicos encargados del mantenimiento y reparación de vehículos automotrices y finalmente un (1) trabajador que hace parte del área de servicios generales.

#### **4.2. Diagnóstico inicial de la empresa y caracterización de los puestos de trabajo**

La recolección de datos e información necesaria para realizar la evaluación se realizó en primer lugar mediante una reunión con el dueño de Tecni- Autos, para obtener acceso a la información y aprobación para la realización de las actividades, así como también conocer las observaciones que el pudiera tener, entendiendo la importancia del compromiso de la alta dirección en el bienestar laboral de los técnicos.

Para el desarrollo de la primera fase, al realizar la primera visita, se determinó el área y la población de estudio, a la cual se encamino el desarrollo de la evaluación, aquí se identificaron las diferentes labores que desempeñan los técnicos, para así determinar la actividad a estudiar. Se eligió la actividad de pintura de partes de vehículos, puesto que es la actividad que los siete (7) técnicos realizan y a su vez, es la actividad que se realiza con más frecuencia en el establecimiento. Esta actividad se compone de varias sub actividades que se condensaron en tres (3); la preparación de las piezas, el uso de la lijadora y la pintura de las partes, las cuales suponen un riesgo de estrés térmico por exposición a calor. (

ANEXOS 1)

De acuerdo con las características de la empresa se puede determinar que se encuentra en un nivel de riesgo III (medio), puesto que la actividad económica del taller según la clasificación del decreto 768 de 2022 es 3 4520 01, debido a que su labor se basa en el mantenimiento y reparación de vehículos automotores, incluye centros de diagnóstico, mantenimiento y reparación de vehículos automotores como automóviles, camiones, lanchas y similares como reparaciones mecánicas, eléctricas, sistemas de inyección electrónica, carrocería y tapicería. (MTSS, 2022).

## **PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO**

Dado que la empresa cuenta con once (11) trabajadores y se encuentra en un nivel de riesgo III, los estándares mínimos del capítulo I Art. 3 de la Resolución 0312 de 2019 que debe cumplir son los siguientes:

- Asignación de una persona que diseñe el Sistema de Gestión de SST
- Asignación de recursos para el Sistema de Gestión de SST
- Afiliación al Sistema de Seguridad Social Integral
- Conformación y funcionamiento del COPASST
- Conformación y funcionamiento del Comité de Convivencia Laboral.
- Programa de capacitación
- Política de Seguridad y Salud en el Trabajo
- Plan Anual de Trabajo
- Archivo y retención documental del Sistema de Gestión de SST
- Descripción socio demográfica y Diagnóstico de condiciones de salud
- Actividades de medicina del trabajo y de prevención y promoción de la salud
- Evaluaciones médicas ocupacionales
- Restricciones y recomendaciones médicas laborales
- Reporte de accidentes de trabajo y enfermedades laborales
- Investigación de incidentes, accidentes de trabajo y enfermedades cuando sean diagnosticadas como laborales
- Identificación de peligros y evaluación y valoración de riesgos
- Mantenimiento periódico de instalaciones, equipos, máquinas y herramientas
- Entrega de los elementos de protección personal – EPP y capacitación en uso adecuado
- Plan de prevención, preparación y respuesta ante emergencias
- Brigada de prevención, preparación y respuesta ante emergencias
- Revisión por la alta dirección.

Actualmente se identifico que el nivel de cumplimiento de la empresa es de 0% ya que no se cuenta con ninguna de las disposiciones mencionadas anteriormente.

En el taller automotriz la actividad de pintura de partes de vehículos se realiza de forma diaria, de acuerdo a la demanda de este servicio, los técnicos laboran ocho (8) horas diarias de 7:00 a.m. a 12:00 p.m. y de 2 p.m. a 5 p.m. durante seis días a la semana, los cuales ejecutan principalmente tareas de operación de herramientas tales como; lijadora, pistola de pintura y polichadora.

### **4.3. Medición de las variables ambientales**

En el desarrollo de la segunda fase, se construyó un instrumento de evaluación del estado físico y condiciones de riesgo en el lugar de trabajo (**ANEXOS**), con el fin de involucrar a los trabajadores en el desarrollo del estudio y facilitar el manejo de la información para su análisis.

Para la construcción del instrumento de evaluación se tuvo en cuenta las variables a estudiar para la implementación de actividades de pintura de partes de vehículos por parte de los técnicos, a nivel de los puestos de trabajo y disposiciones del personal.

Las mediciones se realizaron en condiciones normales de operación. Se realizaron varias mediciones durante la jornada laboral de 8 horas que fueron distribuidas en cuatro (04) intervalos horarios; 8:00 a.m. a 10:00 a.m., 10:00 a.m. a 12:00 p.m., 2:00 p.m. a 4:00 p.m. y 4:00 p.m. a 6:00 p.m. teniendo por objetivo determinar, cuando se perciben las temperaturas más altas.

### **ANEXOS**

El equipo se ubicó en cada uno de los puntos de trabajo de los técnicos, procediendo así a tomar a medir las variables de TBS, TBH, TG, HR, TBGHi, TBGHe y velocidad del flujo de aire. Estas mediciones fueron registradas en el formato de evaluación del estado físico y condiciones de riesgo, y anexadas como registro en el presente documento (

### **ANEXOS**

**PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO**

De acuerdo con los resultados obtenidos en la aplicación del formato y el acompañamiento a los técnicos, se pudo establecer las características principales de los puestos de trabajo al desarrollar la actividad de pintura de partes de vehículos, las cuales se presentan en la **Tabla 1**.

PROCESO	N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TÉCNICO	LUGAR DE LA TAREA	TIEMPO DE DURACIÓN (m/h)	MAQUINAS Y EQUIPOS
Pintura de partes de vehículos	1	Preparación de piezas	1	Exterior	50	Lijadora Pistola de pintura Polichadora
	2	Uso de lijadora		Exterior	20	
	3	Pintura de partes		Exterior	80	
	1	Preparación de piezas	2	Exterior	45	
	2	Uso de lijadora		Exterior	20	
	3	Pintura de partes		Exterior	70	
	1	Preparación de piezas	3	Exterior	50	
	2	Uso de lijadora		Exterior	20	
	3	Pintura de partes		Exterior	80	
	1	Preparación de piezas	4	Exterior	40	
	2	Uso de lijadora		Exterior	20	
	3	Pintura de partes		Exterior	60	
	1	Preparación de piezas	5	Exterior	50	
	2	Uso de lijadora		Exterior	20	
	3	Pintura de partes		Exterior	70	
	1	Preparación de piezas	6	Exterior	40	
	2	Uso de lijadora		Exterior	20	
	3	Pintura de partes		Exterior	70	
1	Preparación de piezas	7	Exterior	50		
2	Uso de lijadora		Exterior	20		
3	Pintura de partes		Exterior	60		

**Tabla 1:** Tabla de descripción del proceso de pintura de partes de autos

Fuente: elaboración propia.

En concordancia, el proceso de medición se aplicó durante el desarrollo de las tres (03) actividades principales mencionadas en la **tabla** y se realizó un registro de los siguientes parámetros ambientales: temperatura de bulbo húmedo (THN), temperatura de globo (TG) y temperatura de bulbo seco o ambiente (TA).

Para realizar los cálculos que permiten determinar el índice WBGT se tuvo en cuenta las expresiones matemáticas aceptadas por la legislación colombiana de acuerdo con lo estipulado en la resolución 2400 de 1979, estas expresiones matemáticas son:

Para hallar el índice WBGT.

**Sin exposición solar:**

**Ecuación 1**

$$WBGT = 0,7 \cdot THN + 0,3 \cdot TG \text{ (}^\circ\text{C)} \quad (1)$$

**Con exposición solar:**

**Ecuación 2**

$$WBGT = 0,7 \cdot THN + 0,2 \cdot TG + 0,1 \cdot TA \text{ (}^\circ\text{C)} \quad (2)$$

A partir de los valores medidos durante la duración de las tareas en minutos por hora y de los resultados del índice WBGT obtenidos para cada una de ellas, se calcula el índice WBGT medio, valor ponderado para cada hora de trabajo que se obtiene a través de la **Ecuación 3**, donde WBGT es el índice calculado para cada tarea y t es su tiempo de duración en minutos.

**Ecuación 3**

$$WBGT = \frac{\sum_{i=1}^n (WBGT_i \cdot t_i)}{\sum_{i=1}^n t_i} \quad (3)$$

## PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO

La ecuación que se uso para establecer el riesgo de estrés térmico en este estudio es la

**Ecuación 2**, es decir para trabajos con exposición solar, debido a que el sitio donde se realizaron las mediciones es al aire libre, Algunos puntos de medición pueden presentar algún tipo de variación de temperatura, a raíz de esta variación se debe realizar un promedio de índice WBGT. Se realizaron mediciones en tres diferentes posiciones corporales, a nivel de los tobillos, a nivel del abdomen y a nivel de la cabeza; estos valores se promediaron para obtener el resultado de cada uno de los parámetros, los cuales se incorporarán en la ecuación para el cálculo del índice WBGT.

A partir de los valores obtenidos en el proceso de medición y los índices WBGT por tarea, se calculó el valor del índice WBGT promedio expresado en °C, para lo cual se utilizó la **Ecuación 3**. Los resultados por trabajador se presentan en las siguientes tablas:

Los valores obtenidos en las mediciones en el intervalo de 8:00 a.m a 10:00 a.m., así como el cálculo del índice WBGT por tarea se presentan en la

**Tabla 2.**

Técnico	T de bulbo húmedo (°C)	T de Globo (°C)	T de bulbo seco (°C)	WBGT Exterior (°C)	WBGT Medio (°C)
1	26,2	28,9	28,3	26,95	27,06
	26,2	29,5	28,6	27,1	
	26	29,9	29,6	27,14	
2	26,1	29,7	29,5	27,16	27,26
	26,3	29,5	29,2	27,23	
	26,6	29,4	28,9	27,39	
3	26,6	29,3	28,4	27,32	27,90
	27	30	29,1	27,81	
	27,7	30,8	30,2	28,57	
4	27,5	31,3	30,4	28,55	28,78
	27,3	32,8	31,8	28,85	
	27,2	33,3	32,3	28,93	
5	27,3	33,6	32,4	29,07	29,09

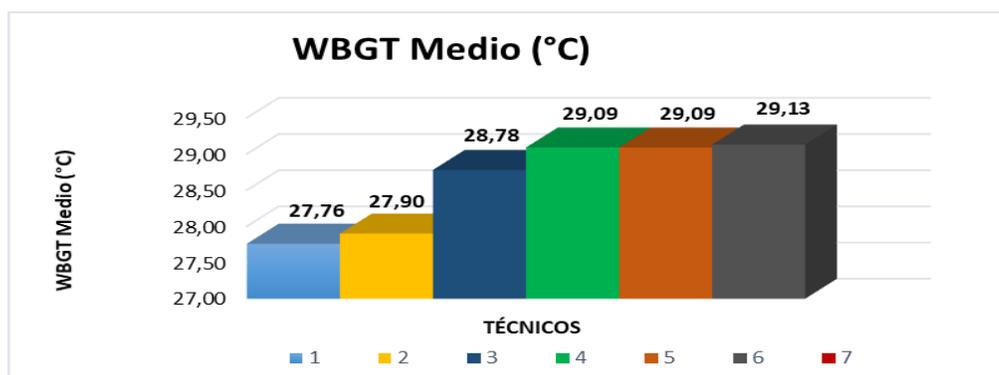
**PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO**

	27,2	33,9	32,4	29,06	
	27,3	33,8	32,6	29,13	
<b>6</b>	27	34,2	32,7	29,01	29,09
	26,9	34,4	32,9	29	
	27,1	34,8	33,4	29,27	
<b>7</b>	27,1	35	33,6	29,33	29,13
	27,5	32,8	31,8	28,99	
	27,3	33,6	32,4	29,07	

**Tabla 2:** Tabla de mediciones de variables ambientales en el intervalo de 8 a 10 a.m.

Fuente: elaboración propia.

En la **Ilustración 1** se observa que los índices WBGT promedio de cada uno de los técnicos se encuentran en torno a los 27°C y 29,13 °C para el intervalo horario de 8:00 a.m. a 10:00 a.m., siendo el mayor, el correspondiente al técnico número 7 con un valor de 29,13 °C.



**Ilustración 1:** WBGT intervalo de 8 a 10 a.m.

Fuente: elaboración propia.

Los valores obtenidos en las mediciones en el intervalo de 10:00 a.m a 12:00 p.m., así como el cálculo del índice WBGT por tarea se presentan en la **Tabla 3**.

Técnico	T de bulbo húmedo (°C)	T de Globo (°C)	T de bulbo seco (°C)	WBGT Exterior (°C)	WBGT Promedio (°C)
<b>1</b>	29,3	46,6	34,8	33,31	34,00
	28,8	50,9	36	33,94	

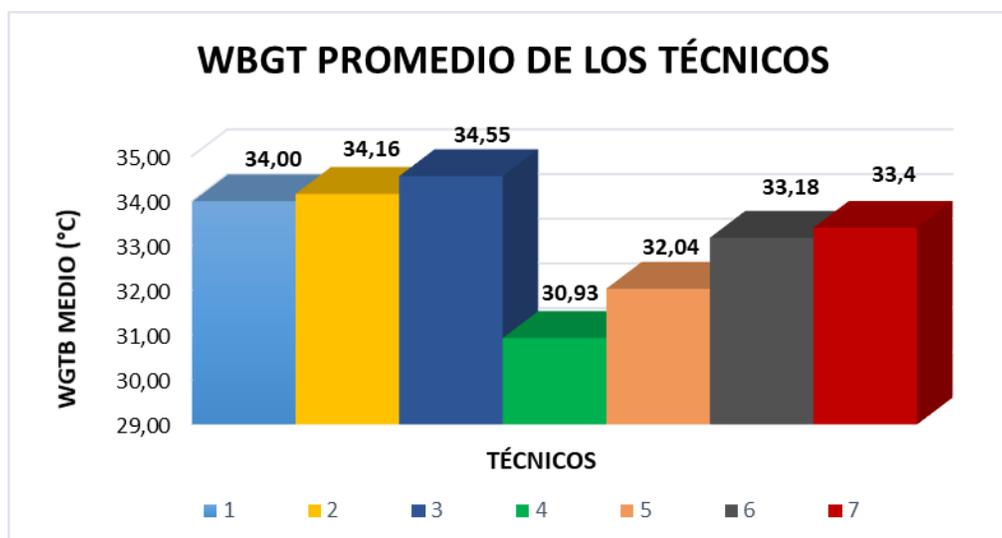
**PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO**

	29,5	52,5	35,9	34,74	
2	29,0	49,1	35,3	33,65	34,16
	29,2	50,8	35,5	34,15	
	29,9	50,8	35,8	34,67	
3	29,0	50,6	35,7	33,99	34,55
	29,9	50,8	35,7	34,66	
	29,9	52,5	35,8	35,01	
4	27,9	32	30,7	29	30,93
	27,6	41,8	34,1	31,09	
	28,1	47,7	35	32,71	
5	27,9	32,1	30,7	29,02	32,04
	28,5	49,8	35,3	33,44	
	28,8	50,1	34,7	33,65	
6	28,8	49,6	35,2	33,6	33,18
	28,7	50,3	35,9	33,74	
	28,8	43,1	34,1	32,19	
7	28,7	44,5	34,7	32,46	33,4
	28,6	48,8	34,9	33,27	
	28,8	53,6	35,9	34,47	

**Tabla 3:** Tabla de mediciones de variables ambientales en el intervalo de 10 a.m. a 12p.m.

Fuente: elaboración propia.

En la **Ilustración 2** se observa que los índices WBGT promedio de cada uno de los técnicos se encuentran en torno a los 30°C y 34,55 °C para el intervalo horario de 10:00 a.m. a 12:00 p.m., siendo el mayor, el correspondiente al técnico número 3 con un valor de 34,55 °C.



**Ilustración 2:** WBGT intervalo de 10 a.m. a 12 p.m.

Fuente: elaboración propia.

Los valores obtenidos en las mediciones en el intervalo de 2:00 p.m a 4:00 p.m., así como el cálculo del índice WBGT por tarea se presentan en la **Tabla 4**.

Técnico	T de bulbo húmedo (°C)	T de Globo (°C)	T de bulbo seco (°C)	WBGT Exterior (°C)	WBGT Medio (°C)
1	28,5	48,8	35,3	33,24	32,82
	28	47,3	35,1	32,57	
	28,4	46,5	34,8	32,66	
2	28,0	46,9	34,7	32,45	32,46
	28	48,3	34,9	32,75	
	28,1	45,1	35	32,19	
3	28,2	47,4	35,2	32,74	31,32
	27	43,3	34,3	30,99	
	26,9	40,1	33,8	30,23	
4	28	45,4	34,6	32,14	31,99
	27,7	44,7	34,5	31,78	
	27,6	46,5	34,4	32,06	
5	27,4	43,3	34,2	31,26	30,61
	27,2	41,9	34	30,82	
	26,7	38,6	33,5	29,76	
6	27,9	43,1	34,3	31,58	31,17
	27,2	43,5	34,5	31,19	
	26,9	42,3	34,5	30,74	

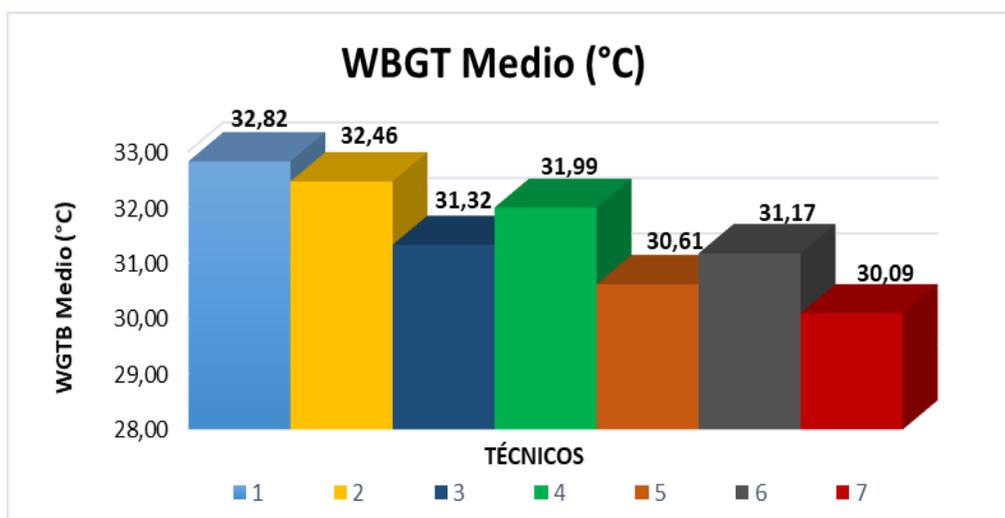
**PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO**

7	26,6	42,7	34,4	30,6	30,09
	26	42	33,9	29,99	
	26,7	38,2	33,5	29,68	

**Tabla 4:** Tabla de mediciones de variables ambientales en el intervalo de 12p.m. a 2p.m

Fuente: elaboración propia.

En la **Ilustración 3** se observa que los índices WBGT promedio de cada uno de los técnicos se encuentran en torno a los 30°C y 32,8 °C para el intervalo horario de 2:00 p.m. a 4:00 p.m., siendo el mayor, el correspondiente al técnico número 1 con un valor de 32,8 °C.



**Ilustración 3:** WBGT intervalo de 2 a 4 p.m.

Fuente: elaboración propia.

Los valores obtenidos en las mediciones en el intervalo de 4:00 p.m a 6:00 p.m., así como el cálculo del índice WBGT por tarea se presentan en la **Tabla 5**.

Técnico	T de bulbo húmedo (°C)	T de Globo (°C)	T de bulbo seco (°C)	WBGT Exterior (°C)	WBGT Medio (°C)
1	26,7	32,4	31,4	28,31	28,22
	26,3	33	31,7	28,18	

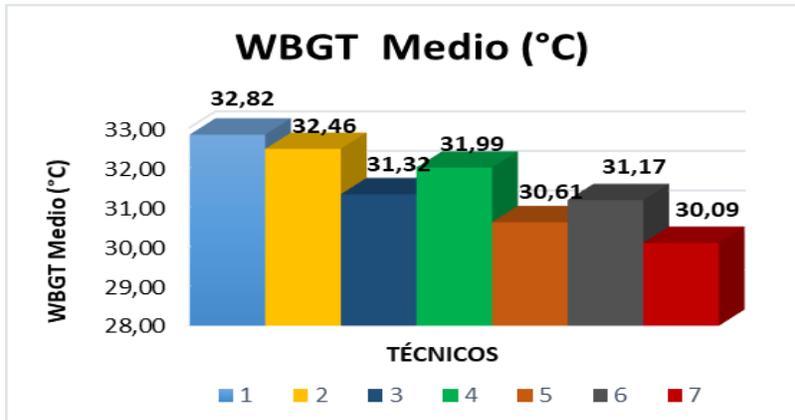
**PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO**

	26,3	32,9	31,7	28,16	
<b>2</b>	26,4	32,8	31,7	28,21	28,33
	26,6	32,7	31,7	28,33	
	26,8	32,6	31,7	28,45	
<b>3</b>	26,6	32,2	31,3	28,19	27,84
	26,8	31,7	31,2	28,22	
	26,3	29,3	28,3	27,1	
<b>4</b>	26,1	31	28	27,27	26,90
	25,9	29,9	28	26,91	
	25,7	28,9	27,5	26,52	
<b>5</b>	25,8	28,4	27,5	26,49	26,37
	25,7	28	27,5	26,34	
	25,7	27,7	27,4	26,27	
<b>6</b>	25,7	27,4	27,3	26,2	26,14
	25,7	27,2	27,3	26,16	
	25,6	27,1	27,2	26,06	
<b>7</b>	25,6	26,9	27,1	26,01	26,02
	25,6	26,8	27,1	25,99	
	25,6	27,1	27,2	26,06	

**Tabla 5:** Tabla de mediciones de variables ambientales en el intervalo de 4 a 6 p.m.

Fuente: elaboración propia.

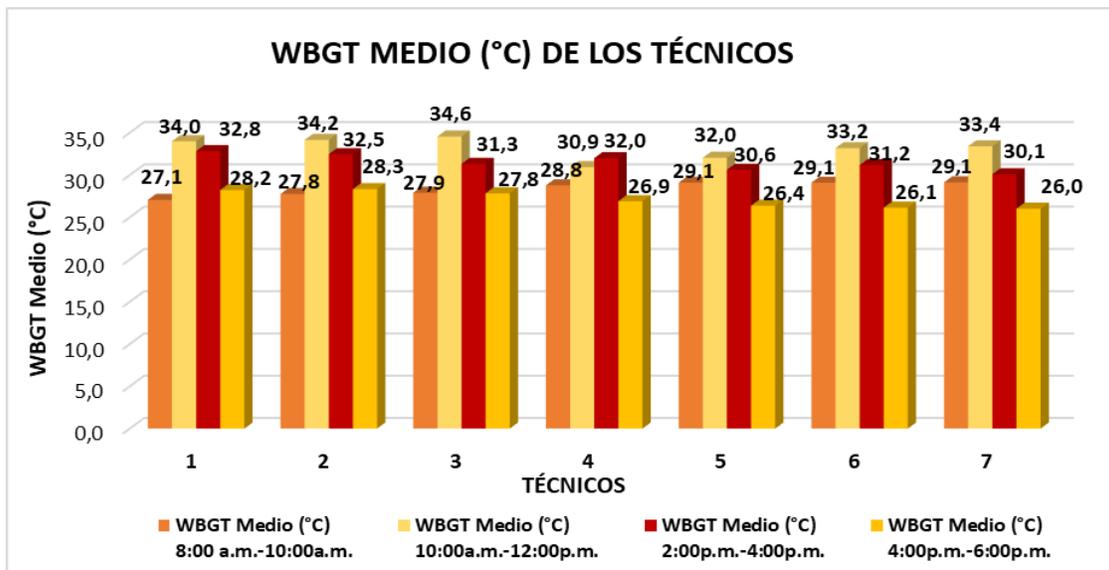
En la **Ilustración 4** se observa que los índices WBGT promedio de cada uno de los técnicos se encuentran en torno a los 26°C y 28,3 °C para el intervalo horario de 4:00 p.m. a 6:00 p.m., siendo el mayor, el correspondiente al técnico número 2 con un valor de 28,33 °C.



**Ilustración 4:** WBGT intervalo de 4 a 6 p.m.

Fuente: elaboración propia.

Conforme a los índices WBGT identificados, estos fueron clasificados de acuerdo con el técnico y el intervalo horario al que corresponda los datos, con el fin de determinar el intervalo horario en el que los técnicos se encuentran mayormente expuestos a altas temperaturas y el técnico mas expuesto durante la jornada laboral. Estos datos fueron condensados en la **Ilustración 5** donde podemos observar que las temperaturas a las que se exponen los trabajadores oscilan entre los 26°C y 34,6 °C.



**Ilustración 5:**WBGT medio de los técnicos

Fuente: elaboración propia.

**PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO**

Con base en los índices WBGT identificados para los técnico en los cuatro (04) intervalos horarios, estos valores se promediaron para obtener el resultado del índice WBGT de cada técnico durante toda lo jornada laboral, identificando que el técnico mayormente expuesto es el tecnico numero 2, con un indice WBGT de 30,7 °C, tal como se evidencia en la **Tabla 6**.

Técnico	WBGT Medio (°C) 8:00 a.m.- 10:00a.m.	WBGT Medio (°C) 10:00a.m.- 12:00p.m.	WBGT Medio (°C) 2:00p.m.- 4:00p.m.	WBGT Medio (°C) 4:00p.m.- 6:00p.m.	WBGT Medio (°C)
1	27,1	34,0	32,8	28,2	30,5
2	27,8	34,2	32,5	28,3	30,7
3	27,9	34,6	31,3	27,8	30,4
4	28,8	30,9	32,0	26,9	29,7
5	29,1	32,0	30,6	26,4	29,5
6	29,1	33,2	31,2	26,1	29,9
7	29,1	33,4	30,1	26,0	29,7

**Tabla 6:** Índice WBGT de cada técnico

Fuente: elaboración propia.

Al promediar los índices WBGT obtenidos para los siete (07) técnicos en los diferentes intervalos horarios se pudo identificar que en el intervalo de 10:00 a.m. a 12:00 p.m es el intervalo en el que los trabajadores se exponen a una temperatura mas alta, con un indice WBGT de 33,18 °C. Los índices WBGT por intervalo horario se muestran en la **Tabla 7**.

WBGT Medio (°C) 8:00 a.m.- 10:00a.m.	WBGT Medio (°C) 10:00a.m.- 12:00p.m.	WBGT Medio (°C) 2:00p.m.- 4:00p.m.	WBGT Medio (°C) 4:00p.m.- 6:00p.m.
28,40	33,18	31,50	27,12

**Tabla 7:** Índices WBGT por intervalo horario

Fuente: elaboración propia.

#### 4.4. Determinación de la carga térmica metabólica

De acuerdo con la caracterización de las actividades desarrolladas por los técnicos, se procedió a determinar el consumo metabólico de los trabajadores a partir de las actividades que realizan para la pintura de partes según la norma ISO 8996, este tipo de método dispone variables por separado como el metabolismo basal, la edad, sexo, componente postural, componente del tipo de trabajo y componente del movimiento, la estimación del consumo metabólico se hará a través de tablas, lo que implica que se deberá aceptar valores estandarizados para distintos tipos de actividades, esfuerzo, movimiento, etc. (Ergonomía Del Ambiente Térmico. Determinación de La Tasa Metabólica (ISO 8996, 2021)

Se determinó la CTM por tarea expresada en watos por minuto cuadrado. A partir de los resultados y se calculó la CTM media por trabajador, para el componente de desplazamiento se ha considerado que para todos los tecnicos es de 0 W/m<sup>2</sup>, asi como tambien se determino que el rango de consumo metabolico tecnicos es bajo, de acuerdo con la Tabla de Consumo metabólico por tipo de actividad de la norma UNE-EN ISO 7243:2017, los resultados se muestran en la **Tabla 8**.

Trabajador	Edad del trabajador	Posición del cuerpo	Posición del cuerpo (W/ min <sup>2</sup> )	Metabolismo basal (W/ min <sup>2</sup> )	Tipo de actividad (W/ min <sup>2</sup> )	Tipo de desplaz. (W/ min <sup>2</sup> )	Carga térmica metabólica (W/ min <sup>2</sup> )	CTM Media (W/ min <sup>2</sup> )	Rango de consumo metabólico
1	40	Agachado	20	44,08	85	0	149,08	154,08	Consumo metabólico bajo
		Sentado	10	44,08	105	0	159,08		
		De pie	25	44,08	85	0	154,08		
2	44	Agachado	20	44,08	85	0	149,08	154,08	Consumo metabólico bajo
		Sentado	10	44,08	105	0	159,08		
		De pie	25	44,08	85	0	154,08		
3	47	Agachado	20	43,349	85	0	148,349	153,35	Consumo metabólico bajo
		Sentado	10	43,349	105	0	158,349		
		De pie	25	43,349	85	0	153,349		

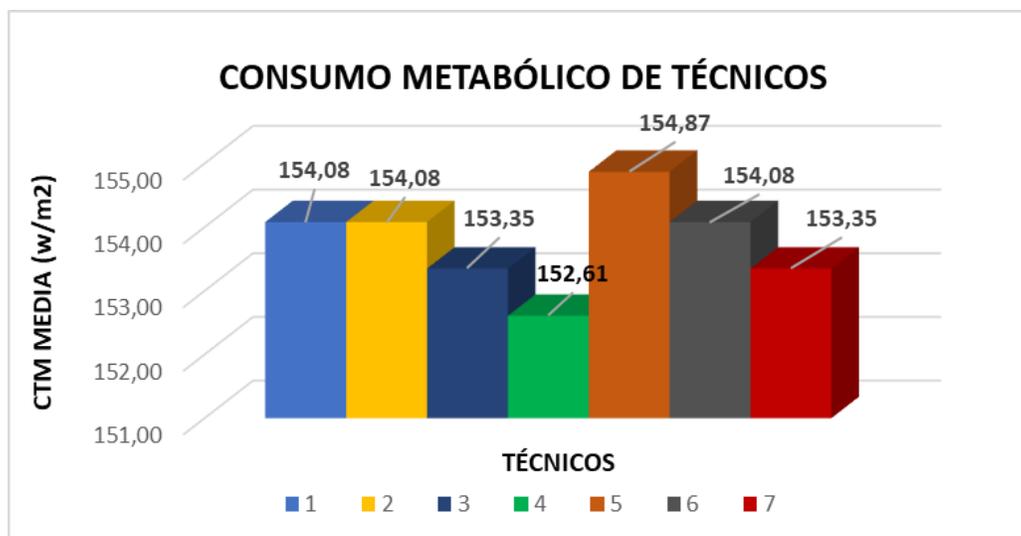
## PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO

4	50	Agachado	20	42,607	85	0	147,607	152,61	Consumo metabólico bajo
		Sentado	10	42,607	105	0	157,607		
		De pie	25	42,607	85	0	152,607		
5	39	Agachado	20	44,869	85	0	149,869	154,87	Consumo metabólico bajo
		Sentado	10	44,869	105	0	159,869		
		De pie	25	44,869	85	0	154,869		
6	44	Agachado	20	44,08	85	0	149,08	154,08	Consumo metabólico bajo
		Sentado	10	44,08	105	0	159,08		
		De pie	25	44,08	85	0	154,08		
7	45	Agachado	20	43,349	85	0	148,349	153,35	Consumo metabólico bajo
		Sentado	10	43,349	105	0	158,349		
		De pie	25	43,349	85	0	153,349		

**Tabla 8:** CTM por tarea expresada

Fuente: elaboración propia.

Con los valores de consumo metabólico obtenidos de las tablas del método de los componentes de la actividad, se puede observar que la persona con mayor consumo metabólico es el técnico número 5, con un consumo metabólico de 148.20 W/m<sup>2</sup>, tal como se observa en la **Ilustración 6**.



**Ilustración 6:** Consumo metabólico de los técnicos

Fuente: elaboración propia.

#### 4.5. Evaluación del riesgo por estrés térmico

En el proceso de valoración del riesgo por estrés térmico a través del método del índice WBGT, se debe determinar un valor WBGT de referencia, que establecerá el valor límite de exposición a un cierto nivel de temperatura (WBGT medio) para un puesto de trabajo con un desgaste energético previamente definido (CTM media). De este modo se procedió con la determinación de los valores del WBGT límite para cada uno de los técnicos analizados. Para hallar el índice WBGT límite se tomó como referencia el criterio de valoración de gasto energético y valor límite permisible para altas temperaturas dado por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) que ha establecido los siguientes valores máximos de exposición, en la **Tabla 9**, se presentan dichos datos.

Distribución de trabajo en un ciclo de trabajo y recuperación	TLV (WBGT valores en °C)				Límite de Acción (WBGT en °C)			
	Ligero	Moderado	Pesado	Muy Pesado	Ligero	Moderado	Pesado	Muy Pesado
75% a 100% Trabajo	31.0	28.0	---	---	28.0	25.0	---	---
50% a 75% Trabajo	31.0	29.0	27.5	---	28.5	26.0	24.0	---
25% a 50% Trabajo	32.0	30.0	29.0	28.0	29.5	27.0	25.5	24.5
0% a 25% Trabajo	32.5	31.5	30.5	30.0	30.0	29.0	28.0	27.0

**Tabla 9:** Valoración de gasto energético y valor límite permisible para altas temperaturas.

Fuente: American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)

## PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO

A su vez, se tomaron como punto de partida los valores CTM medio y utilizando como referencia los valores de la Tabla de Consumo metabólico por tipo de actividad de la norma UNE-EN ISO 7243:2017

**ANEXOS**, se obtuvieron los resultados que se muestran en la **Tabla 10**.

Técnico	Persona aclimatada	CTM Media (W/ min <sup>2</sup> )	Promedio velocidad del viento (m/s)	WBGT límite (°C)
1	Si	154,08	2,16	28
2	Si	154,08	2,16	28
3	Si	153,35	2,13	28
4	Si	152,61	2,13	28
5	Si	154,87	2,2	28
6	Si	154,08	2,23	28
7	Si	153,35	2,2	28

**Tabla 10:** WBGT limite

Fuente: elaboración propia.

En el desarrollo de la evaluación se identificó que la vestimenta utilizada por los trabajadores es en su totalidad ropa ligera, pantalones tipo jean, camiseta de algodón y calzado de seguridad, por lo tanto, se consideró que este factor no afecta en el cálculo de los índices y en la determinación del WBGT límite (INSHT, 1992).

Finalmente, en la determinación de la existencia o no del riesgo higiénico por estrés térmico, se relacionaron a través de una división los valores del WBGT medio y WBGT límite para cada uno de los técnicos, obteniendo los resultados que se muestran en la **Tabla 11**.

Técnico	WBGT límite (°C)	WBGT Medio (°C)	Supera el índice WBGT	Promedio velocidad del viento (m/s)	Clasificación de la exposición
1	28	30,53	Si	2,16	Alta
2	28	30,68	Si	2,16	Alta
3	28	30,40	Si	2,13	Alta
4	28	29,65	Si	2,13	Alta
5	28	29,53	Si	2,2	Alta

## PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO

6	28	29,89	Si	2,23	Alta
7	28	29,66	Si	2,2	Alta

**Tabla 11:** Clasificación de la exposición

Fuente: elaboración propia.

Mediante los resultados obtenidos en las mediciones realizadas en el taller automotriz Tecni – Autos, el WBGT promedio medido al realizar las actividades de pintura de partes de vehículos, supera el TLV-WBGT (28°C) establecido, para el trabajo moderado continuo y persona aclimata, dado que en promedio la temperatura es de 30,05°C durante una jornada laboral de 8 horas que desarrollan los técnicos. La medición con mayor valor se da en el intervalo de 10:00 a.m. a 12:00 p.m. con una temperatura promedio de 33,18 °C. Al analizar las mediciones realizadas a los técnicos se obtuvo una humedad relativa promedio de 45%, la cual provoca sudoración y en este ambiente el sudor no puede evaporarse y aumenta la sensación de calor, este fenómeno va ligado al proceso de ventilación ya que a pesar de ser un sitio al aire libre no se presentan muchas corrientes de aire, lo que induce a un aumento de la temperatura del ambiente y a su vez aumenta la cantidad de vapor de agua, lo que provoca una sensación térmica alta por la radiación de los equipos utilizados (pulidora, lijadoras, etc.) y la temperatura ambiente, el resultado es un estado de estrés térmico por aumento en la humedad relativa, por lo cual la exposición se puede considerar como alta, debido a que existe riesgo higiénico por estrés térmico. Los factores que posiblemente inciden en los resultados son el escaso flujo de aire, los altos niveles de humedad relativa y la exposición a la radiación solar.

#### 4.6. Fracción horaria de reposo

Conforme con los resultados obtenidos, se recomendaron acciones de mejora en busca del mejoramiento de las condiciones labores de los técnicos del área de mantenimiento de la empresa Tecni Autos. Debido a que los trabajadores se encuentran expuestos a riesgo higiénico por estrés térmico, es necesario determinar un tiempo de trabajo y otro de reposo para cada hora de los trabajadores

Con base en la ISO 7243, para el cálculo de la fracción de hora que puede trabajar un individuo se necesita conocer el límite de reposo y el límite de trabajo.

$WBGT_{Trabajo}$  y  $WBGT_{Limtrabajo}$ , es decir ambos valores en fase de trabajo.

$WBGT_{Reposo}$  y  $WBGT_{Limreposo}$ , es decir sus valores en reposo.

Teniendo en cuenta que jamás el  $WBGT_{Limreposo} < WBGT_{Reposo}$ .

Con el fin de calcular la diferencia de los valores en trabajo y la diferencia contraria de los valores en reposo

$$dWBGT = WBGT - WBGT_{Limite} \quad (4)$$

$$WBGT_0 = WBGT_{Limiterreposo} - WBGT_{Reposo} \quad (5)$$

Luego de la fracción horaria de reposo se obtiene con la **formula 6**

$$K = \frac{dWBGT_0}{dWBGT_t - dWBGT_0} \quad (6)$$

Este valor K es la fracción de hora que puede trabajar.

Esta es la fórmula general para el cálculo de reposo, sin embargo, la norma propone que el reposo se le haga en el mismo puesto de trabajo sentado siempre y cuando  $WBGT_{lim}$  sea igual a 32°C

En la ISO 7243, se proponen ciclos de trabajo descanso de 45 - 15, 30 - 30, 15 - 45 minutos. El trabajo es imposible si el WBGT ambiental es mayor de 32°C, por lo que para este caso se deba buscar lugares de reposo más frescos.

## PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO

Se realizan los cálculos para determinar la diferencia de valores en horas de trabajo, en la siguiente **Tabla 12**.

Técnico	CTM Media (W/ min <sup>2</sup> )	WBGT Medio (°C)	WBGT límite (°C)	Diferencia WBGT
1	154,08	30,53	28	2,53
2	154,08	30,68	28	2,68
3	153,35	30,40	28	2,40
4	152,61	29,65	28	1,65
5	154,87	29,53	28	1,53
6	154,08	29,89	28	1,89
7	153,35	29,66	28	1,66

**Tabla 12:** Diferencia en horas de trabajo

Fuente: elaboración propia.

El gasto metabólico en reposo tendría para este caso de un valor de  $65 \text{ W/m}^2$ . De esta forma se tiene que:

- Reposo,  $M = 65 \text{ W/m}^2$
- $WBGT_t = 33,4^\circ\text{C}$  (en el mismo ambiente)
- $WBGT_{Límite} = 32^\circ\text{C}$
- $dWBGT_0 = 33,4^\circ\text{C} - 32^\circ\text{C} = 1,4^\circ\text{C}$

Se realizan los cálculos para determinar la fracción horaria de reposo, en la siguiente **Tabla 13**.

Técnico	CTM Media (W/ min <sup>2</sup> )	WBGT Medio (°C)	WBGT límite (°C)	Diferencia WBGT trabajo	Diferencia WBGT reposo	Fracción horaria de reposo (horas)
1	154,08	30,53	28	2,53	1,4	1,24
2	154,08	30,68	28	2,68	1,4	1,10
3	153,35	30,40	28	2,40	1,4	1,40
4	152,61	29,65	28	1,65	1,4	5,56

## PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO

5	154,87	29,53	28	1,53	1,4	10,98
6	154,08	29,89	28	1,89	1,4	2,83
7	153,35	29,66	28	1,66	1,4	5,38

**Tabla 13:** Fracción horaria de reposo

Fuente: elaboración propia.

Es decir, que el técnico número 1 puede realizar su tarea durante 1 de hora y 24 minutos continuos aproximadamente. En consecuencia, con la información obtenida, el único que no necesita espacios de descanso durante su jornada de trabajo es el técnico número 5.

### 4.7. Recomendaciones para mejorar las condiciones laborales

Con el fin de disminuir las consecuencias que acarrea la exposición a las altas temperatura, se dan a conocer las siguientes recomendaciones con el objetivo de minimizar el nivel de exposición que presentan los técnicos. Aclarando además que será la empresa quien determine la viabilidad de la implementación.

Las estrategias o acciones de control que se pueden realizar para mitigar el impacto o el riesgo de estrés térmico generado en un sitio caluroso son incalculables, pueden ser muy sencillas o pueden ser muy complejas, todo depende del estudio que se esté realizando y sobre todo de factores económicos que permitan una acción de control eficiente y eficaz, las acciones de control o estrategias de control se pueden clasificarse de la siguiente manera.

#### Controles en el medio

- Aislamiento mediante materiales absorbentes de calor.
- Instalación de pantallas reflectantes entre el trabajador y la fuente de calor.
- Organizar horarios de trabajo para reducir al mínimo la exposición al calor, de acuerdo a la duración de las actividades a desarrollar por los técnicos.

- Implementar aislantes térmicos, dado que los materiales aislante térmicos tienen la capacidad de evitar la transferencia de calor de un elemento a otro y estos, deben tener ciertas características que le permitan cumplir eficientemente con su objetivo.

### **Controles en los técnicos**

- **Duración de la exposición.** Establecer periodos de descanso, de tal forma que no se superen los tiempos máximos continuos de exposición establecidos en el numeral anterior. De acuerdo con los resultados para el ambiente de trabajo evaluado, la actividad se puede ejecutar normalmente por todos los trabajadores por un periodo mayor a 1 hora.
- **Hidratación.** La empresa debe continuar con el suministro de agua potable y ubicar un punto de hidratación central para los técnicos, también debe realizar campañas acerca de la importancia de ingerir bebidas hidratantes durante la jornada laboral, los riesgos asociados a la deshidratación y la forma de contrarrestarlos.
- **Aclimatación.** Para los técnicos nuevos que ingresen a laborar, se debe incluir en su capacitación la necesidad de implementar periodos de aclimatación por lo menos durante una semana. lo anterior influye de gran manera en la demanda cardiovascular, mayor eficiencia en la evaporación del calor por sudoración y mayor capacidad del organismo para mantener la temperatura normal durante la jornada laboral.
- **Exámenes ocupacionales.** Implementar exámenes ocupacionales y controles médicos periódicos a los técnicos con el fin de identificar la aparición de enfermedades.

## **CONCLUSIONES**

Acorde a los resultados obtenidos en el diagnóstico inicial aplicado a los técnicos del área de mantenimiento de la empresa Tecni autos, se identificó que los técnicos se encuentran en un nivel alto de exposición a estrés térmico por calor, debido a que se puede evidenciar que en promedio la temperatura a la que se exponen los técnicos en su jornada laboral es de 30,05°C durante, resultados se encuentran fuera de los rangos aceptables de exposición, lo que indica que para el ambiente de trabajo evaluado, la actividad se puede desarrollar tomando descansos, por tanto, es importante que la institución tenga en cuenta las recomendaciones propuestas, sabiendo que la exposición a estrés térmico por calor desarrolla múltiples enfermedades y accidentes laborales.

La medición con mayor valor se da en el intervalo de 10:00 a.m. a 12:00 p.m. con una temperatura promedio de 33,18 °C, por lo cual se recomienda priorizar la aplicación de los controles anteriormente mencionados en este intervalo horario. Dado que la humedad relativa promedio obtenida es de 45%, la cual provoca un aumento de la sensación de calor en el lugar de trabajo, puesto que se genera un aumento de la temperatura del ambiente y la cantidad de vapor de agua, lo que provoca una sensación térmica alta por la radiación de los equipos utilizados por los técnicos y la temperatura ambiente.

Por otra parte, se concluye, que, a pesar de los vacíos en lo correspondiente a mecanismos de preservación de la salud de los trabajadores en el establecimiento, la alta dirección y el personal se muestran comprometidos en el proceso de instruirse y realizar cambios que conlleven al adecuado funcionamiento para garantizar la seguridad de todos los involucrados de la empresa.

Se recomienda que se inicie con las acciones bases del sistema de seguridad y salud del trabajo en base a las necesidades del establecimiento, a su vez implementar charlas que busquen fomentar y mantener en los trabajadores el

hábito del consumo de agua para la recuperación de líquidos que se pierden debido a la transpiración.

Por último, se sugiere que las condiciones de temperatura sean evaluadas nuevamente el próximo año con el fin de implementar un sistema de seguimiento a la dinámica de los trabajadores y principalmente en el caso de que se realicen cambios en las labores que se realizan.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales, 1 (2014).

Barrera, L., & Morales, C. (2020). *Barreracruzlina-Moralesgonzalezcarolinaisabel*. Universidad de Córdoba.

Curley, J. y S. Irwin., Disorders of temperature control. Part II: Hyperthermia, Irwin and Rippe's Intensive Care Medicine, 5a edición, 66, 762-777, (2003).

- Díaz, J. M. C. (2007). *Seguridad e Higiene en el Trabajo* (Novena edi). EDITORIALTÉBAR.
- European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). (2001). *Preventing accidents at work*.
- Geoconda, M. (2017). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE PROCESOS PARA DISTRIBUCIÓN DE TAREAS QUE PREVENGAN TRASTORNOS MÚSCULO ESQUELÉTICOS DERIVADOS DEL ESTRÉS TÉRMICO, EN EL ÁREA DE REPARACIÓN DE MOTORES DE LA MECÁNICA AUTOMOTRIZ "INJECTION POWER" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO.
- Gomez, J., & Ruiz, E. (2017). *Control de estrés térmico en el área de producción, en una empresa del sector de plásticos*. Universidad autonoma de occidente.
- Gutiérrez, R. E., Guerra, K. B., & Gutiérrez, M. D. (2018). Thermal stress risk assessment on workers in the incineration and drying processes of a plywood company. *Informacion Tecnologica*, 29(3), 133–144. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000300133>
- Gutierrez, S. (2019). *Relación del estrés térmico por calor y el clima laboral en la panadería WILLY'S*. Universidad continental.
- Juan Castillo, & Alejandro Orozco. (2010, June 18). *Evaluación de un método de cálculo para estimar la carga de trabajo en trabajadores expuestos a condiciones térmicas extremas*. [https://ve.scielo.org/SciELO.Php?Script=sci\\_arttext&pid=S1315-01382010000100003](https://ve.scielo.org/SciELO.Php?Script=sci_arttext&pid=S1315-01382010000100003).
- Juan Nicolas Siabato Amaya, A., & Daniela Espejo Osma, K. (2019). *Identificación de peligros, evaluación y valoración de riesgos laborales en el taller automotriz de latonería y pintura AUTOPINTURA SAS a través de la GTC 45*.
- Laura Rojas Ladino. (2019). *Evaluación de parámetros físicos ocupacionales en una industria de fabricación de autopartes con fibra de vidrio*. Universidad de La Salle.
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social y El Ministerio de Salud. (1986). *Resolución 2013 de 1986*. COPASO. 1–4.

- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social y El Ministerio de Salud. (1989). Resolución 1016 de 1989. *Ministeria Del Trabajo*, 1–6.
- Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica (ISO 8996:2021), (2021).
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2020). Las normas de la OIT y el COVID-19 (coronavirus). *International Labour Organization - ILO*, 19, 45.
- Organización Internacional del Trabajo(OIT). (2012). *Promoción de la salud y el bienestar en el trabajo*. <https://www.ilo.org/safework/areasofwork/workplace-health-promotion-and-well-being/lang--es/index.htm>
- Organización Panamericana de la Salud. (2016). *APUNTES SOBRE ESTRÉS TÉRMICO, SALUD Y CONFORT LABORAL* **ESTRÉS TÉRMICO, SALUD Y CONFORT LABORAL**.
- Piñeiro, N.; J.L. Martínez.; E. Alemparte y J.C. Rodríguez., Golpe de calor, *Emergencias*: 16, 116-125 (2004).
- Sebastián Ruíz Castro, J., & Andrea Pabón Piratoba, P. (2015). *Evaluación de los niveles de estrés térmico, material particulado total y luminosidad, en el interior de las taquillas de las estaciones de Transmilenio*. [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria)
- Tirado, M. J. (2023). *DISEÑO DE UN PLAN DE SEGURIDAD ENFOCADO A LOS FACTORES DE ESTRÉS TÉRMICO PARA LOS TRABAJADORES EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN DE HIERRO DE LA MICROEMPRESA EL MUNDO DE LA POLEA DE LA CIUDAD DE AMBATO*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

## **ANEXOS**

### **Anexo 1**

#### **Disposición del establecimiento**



### **Disposición de los puestos de trabajo**

## PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO



### Anexo 2

### Formato de evaluación del estado físico y condiciones de riesgo.

# PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO

<b>TECNI AUTOS</b>		<b>FORMATO DE EVALUACIÓN DE ESTADO FÍSICO Y CONDICIONES DE RIESGO</b>										<b>Fecha de elaboración:</b> 31 de octubre de 2023 <b>Elaboró:</b> Jose Milanes y Edwin Guerrero <b>Aprueba:</b> Daniel Mauricio Torres																	
		<b>FECHA</b>					<b>CARGO</b>																						
		<b>PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO</b>																											
PRIMER APELLIDO					SEGUNDO APELLIDO					NOMBRES					IDENTIFICACIÓN														
SEXO		F <input type="checkbox"/>		M <input type="checkbox"/>		EDAD		ESTADO CIVIL					Casado <input type="checkbox"/> Soltero <input type="checkbox"/> Unión Libre <input type="checkbox"/> Separado <input type="checkbox"/>																
EPS					ARL					NIVEL DE ESCOLARIDAD																			
TIPO DE VIVIENDA					ESTRATO					DIRECCIÓN																			
ANTIGÜEDAD EN LA INSTITUCIÓN										No. DE PERSONAS QUE DEPENDEN ECONÓMICAMENTE DE USTED																			
<b>EVALUACIÓN DE ESTADO FÍSICO Y CONDICIONES DE RIESGO</b>																													
DATO 1					DATO 2					DATO 3					DATO 4														
HORA:					HORA:					HORA:					HORA:														
TBH (°C)		TBS (°C)		TGBHi		HR %		V. A. (m/s)		TBH (°C)		TBS (°C)		TGBHi		HR %		V. A. (m/s)		TBH (°C)		TBS (°C)		TGBHi		HR %		V. A. (m/s)	
¿HIZO USO DE EQUIPOS?					SI		NO			¿HIZO USO DE EQUIPOS?					SI		NO			¿HIZO USO DE EQUIPOS?					SI		NO		
¿CUALES?					¿CUALES?					¿CUALES?					¿CUALES?														
DATO 5					DATO 6					DATO 7					DATO 8														
HORA:					HORA:					HORA:					HORA:														
TBH (°C)		TBS (°C)		TGBHi		HR %		V. A. (m/s)		TBH (°C)		TBS (°C)		TGBHi		HR %		V. A. (m/s)		TBH (°C)		TBS (°C)		TGBHi		HR %		V. A. (m/s)	
¿HIZO USO DE EQUIPOS?					SI		NO			¿HIZO USO DE EQUIPOS?					SI		NO			¿HIZO USO DE EQUIPOS?					SI		NO		
¿CUALES?					¿CUALES?					¿CUALES?					¿CUALES?														
DATO 9					DATO 10					DATO 11					DATO 12														
HORA:					HORA:					HORA:					HORA:														
TBH (°C)		TBS (°C)		TGBHi		HR %		V. A. (m/s)		TBH (°C)		TBS (°C)		TGBHi		HR %		V. A. (m/s)		TBH (°C)		TBS (°C)		TGBHi		HR %		V. A. (m/s)	
¿HIZO USO DE EQUIPOS?					SI		NO			¿HIZO USO DE EQUIPOS?					SI		NO			¿HIZO USO DE EQUIPOS?					SI		NO		
¿CUALES?					¿CUALES?					¿CUALES?					¿CUALES?														

## Anexo 3

### Medición de variables ambientales

# PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO



## Anexo 4

### **Consumo metabólico**

Existen varios métodos para determinar el gasto energético, algunos se basan en la consulta de tablas o en la medida de algún parámetro fisiológico, las más aplicadas para estimar el consumo metabólico es a través de tablas, este tipo de metodología es posiblemente el sistema más fácil y utilizado, pero tiene dos factores importantes que son: Aceptar valores estandarizados y Suponer algunas consideraciones de la población, proporcionando que esta metodología ofrezca menor precisión que los basados en mediciones de parámetros fisiológicos.

La metodología de hallar el consumo metabólico a partir de tablas presenta diferentes maneras de valoración del gasto energético, la más utilizada es el método del consumo metabólico a partir de los componentes de la actividad, este método dispone, por separado, de información sobre posturas, desplazamientos, consumo energético en reposo, etc., al sumar todas esta componente se obtiene el consumo metabólico total de la esa actividad, los términos a sumar son los siguientes:

**Componente postural.** Es el consumo de energía que tiene una persona en función de la postura que mantiene al desarrollar el trabajo. En la figura 42 se muestran los valores correspondientes.

Figura 42. Metabolismo para la postura corporal.

<b>Posición del cuerpo</b>	<b>Metabolismo (W/m<sup>2</sup>)</b>
Sentado	10
Arrodillado	20
Agachado	20
De pie	25
De pie inclinado	30

Fuente: SILVIA Nogareda Cuixart Silvia, LUNA Mendaza Pablo. NTP 323: Determinación del metabolismo energético, Ministerio de trabajo y asuntos sociales España [en línea]. 1992. [Consultado 15 de octubre 2016] disponible en: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp\\_323.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_323.pdf)

## PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO

**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.). La figura 43, muestra el valor en función del sexo y la edad.

Figura 43: Metabolismo basal en función de la edad y sexo.

VARONES		MUJERES	
Años de edad	Wattios/m <sup>2</sup>	Años de edad	Wattios/m <sup>2</sup>
6	61,480	6	58,719
7	60,842	6,5	58,267
8	60,065	7	56,979
8,5	59,392	7,5	55,494
9	58,626	8	54,520
9,5	57,327	8,5	53,940
10	56,260	9-10	53,244
10,5	55,344	11	52,502
11	54,729	11,5	51,968
12	54,230	12	51,365
13-15	53,766	12,5	50,553
16	53,035	13	49,764
16,5	52,548	13,5	48,836
17	51,968	14	48,082
17,5	51,075	14,5	47,258
18	50,170	15	46,516
18,5	49,532	15,5	45,704
19	49,091	16	45,066
19,5	48,720	16,5	44,428
20-21	48,059	17	43,871
22-23	47,351	17,5	43,384
24-27	46,678	18-19	42,618
28-29	46,180	20-24	41,969
30-34	45,634	25-44	41,412
35-39	44,869	45-49	40,530
40-44	44,080	50-54	39,394
45-49	43,349	55-59	38,489
50-54	42,607	60-64	37,828
55-59	41,876	65-69	37,468
60-64	41,157		
65-69	40,368		

Fuente: SILVIA Nogareda Cuixart Silvia, LUNA Mendaza Pablo. NTP 323: Determinación del metabolismo energético, Ministerio de trabajo y asuntos sociales España [en línea]. 1992. [Consultado 15 de octubre 2016] disponible en: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp\\_323.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_323.pdf)

**Componente del tipo de trabajo.** Es el gasto energético que se produce en función del tipo de trabajo (manual, con un brazo, con el tronco, etc.) y de la intensidad de éste (ligero, moderado, pesado, etc.), Ver figura 44.

Figura 44. Metabolismo para distintos tipos de actividades.

Tipo de trabajo	Metabolismo (W/m <sup>2</sup> )	
	Valor medio	Intervalo
Trabajo con las manos		
ligero .....	15	< 20
medio .....	30	20 - 35
intenso .....	40	> 35
Trabajo con un brazo		
ligero .....	35	< 45
medio .....	55	45 - 65
intenso .....	75	> 65
Trabajo con 2 brazos		
ligero .....	65	< 75
medio .....	85	75 - 95
intenso .....	105	> 95
Trabajo con el tronco		
ligero .....	125	< 155
medio .....	190	155 - 230
intenso .....	280	230 - 330
muy intenso .....	390	> 330

Fuente: SILVIA Nogareda Cuixart Silvia, LUNA Mendaza Pablo. NTP 323: Determinación del metabolismo energético, Ministerio de trabajo y asuntos sociales España [en línea]. 1992. [Consultado 15 de octubre 2016] disponible en: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp\\_323.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_323.pdf)

**Componente de desplazamiento:** Se refiere al consumo de energía que supone el hecho de desplazarse, horizontal o verticalmente a una determinada velocidad. Ver figura 45.

Figura 45. Metabolismo del desplazamiento en función de la velocidad del mismo.

<b>Tipo de trabajo</b>	<b>Metabolismo (W/m<sup>2</sup>)/ (m/s)</b>
Velocidad de desplazamiento en función de la distancia	
Andar 2 a 5 km/h .....	110
Andar en subida, 2 a 5 km/h	
Inclinación 5° .....	210
Inclinación 10° .....	360
Andar en bajada, 5 km/h	
Declinación 5° .....	60
Declinación 10° .....	50
Andar con una carga en la espalda, 4 km/h	
Carga de 10 kg .....	125
Carga de 30 kg .....	185
Carga de 50 kg .....	285
Velocidad de desplazamiento en función de la altura	
Subir una escalera .....	1725
Bajar una escalera .....	480
Subir una escalera de mano inclinada	
sin carga .....	1660
con carga de 10 kg. ....	1870
con carga de 50 kg. ....	3320
Subir una escalera de mano vertical	
sin carga .....	2030
con carga de 10 kg. ....	2335
con carga de 50 kg. ....	4750

Fuente: SILVIA Nogareda Cuixart Silvia, LUNA Mendaza Pablo. NTP 323: Determinación del metabolismo energético, Ministerio de trabajo y asuntos sociales España [en línea]. 1992. [Consultado 15 de octubre 2016] disponible en: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp\\_323.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_323.pdf)

La sumatoria de todos los valores obtenidos de cada uno de las componentes proporciona el consumo metabólico total de una manera más integral.

## **Anexo 5**

### **Ficha técnica del monitor de ambiente térmico QT 36-3**

**PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO**

Tamaño con el sensor montado	23,4 cm (ancho) x 18,3 cm (altura) x 7,6 cm (profundidad)(9.2" x 7.2" x 3"3")
Peso con el sensor montado	1,2 kg (2,6 lb)
Montaje del trípode	El montaje fotográfico estándar en la parte posterior acepta roscas de tornillo de ¼" – 20
Parámetros	Bulbo seco, de bulbo húmedo y globo temperaturas, humedad relativa Índice TGBH (interiores) Índice TGBH (exteriores) Indicé de Calor/ HUMIDEX Temperatura
Sensores: Tipo Precisión y rangos	Bulbo seco: 1000 Ohm RTD de platino + / -0.5 de 0 ° C a 120 ° C (+ / -0,9 ° F de 32 ° F a 248 ° F) Bulbo húmedo: 1000 Ohm RTD de platino + / -0.5 de 0 ° C a 120 ° C (+ / -0,9 ° F de 32 ° F a 248 ° F) Bulbo húmedo sin agua (humedad): + / -1,1 ° C (k = 2) entre 0 ° C y 80 ° C (32 ° F y 176 ° F) De globo: - 1000 Ohm RTD de platino + / -0.5 de 0 ° C a 120 ° C (+ / -0,9 ° F de 32 ° F a 248 ° F) De humedad relativa: + / -5% de 20 a 95% (sin condensación)
Batería	Batería de 9V para hasta 140 hs de operación Opcional Batería recargable de NiMH para hasta 300 hs de operación
Intervalos de registro de datos	1, 2, 5, 10, 15, 30 o 60 minutos
Hora y Fecha	SI
Interfaz de comunicación	Interfaz RS-232 impresora serie / equipo; Puerto paralelo de impresión

**PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO**

UL / CSA	Clase I los grupos A, B, C y D grupos de clase II E, F y G clase III código de temperatura T3
Marca CE	SI
Temperatura	Sensor: Funcionamiento -5 °C a +100 °C (23 °F a 212 °F) Electrónica: -5 °C a +60 °C (23 °F a 140 °F)



Universidad  
Pontificia  
Bolivariana

SECCIONAL MONTERÍA  
Vigilada Mineducación

**PRESENTACIÓN INFORME  
FINAL DE TRABAJO DE  
GRADO**

Código: DA-TMO-F351  
Versión: 1

**cidi · UPB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA  
EL DESARROLLO Y LA INNOVACIÓN

**Activos Devolutivos de Laboratorios**  
**Industrial**



Descripción: Monitor de Ambientes Térmicos

Marca: QUEST

Modelo: QUEST Temp 36      Serie No.: TXX0-40020

Estado: Bueno      Verificado: 27/07/2011

Sinónimos: Estrés Térmico

Parte de: \_\_\_\_\_

Tipo: Equipo de Laboratorio       Referencia Controlada (Activo no fijo)

Partes:

- 1005348: Matriz de Sensores Seco/Bulbo/Humedo- QUEST - 56-795
- 1005349: Matriz de Sensores Seco/Bulbo/Humedo- QUEST - 56-795
- 1005350: Matriz de Sensores Seco/Bulbo/Humedo- QUEST - 56-795
- 1005351: Módulo de verificación- QUEST - AMP - 53-823
- 1005352: Trípode para Monitor Amb. Térmicos- SUNPAK - Compact SxL

**Identificación:**

Código Interno: **1005347**

Código Barras: 47026

Placa Inventario: \_\_\_\_\_

Consec. Activo: \_\_\_\_\_

Manual: 1005347 

**Adquisición:** Fecha Compra (dd/mm/aaaa): 11-jul-11      Fecha Recibido: 12-jul-11

Valor: \$ 14.635.510,00      Valor de Reposición: \$ 16.000.000,00

O. C.: \_\_\_\_\_      Proveedor: \_\_\_\_\_

**Almacenamiento:** 1 - Salud Ocupacional 1

Nivel: 3 Lado: Izquierdo

Observaciones: \_\_\_\_\_      Marcas Proceso Posterior:  1     2     3

**Servicios Requeridos:**

	AIRE	VAPOR	AGUA	GAS
Presión (PSI):				
Caudal (m3):				Tipo: _____

**Especificaciones Técnicas:**

Precisión: +/- 0.5°C entre 0° y 120°C	Precisión: +/-5% RH entre 20% y 95%	Poder (Energía): batería Alcalina 9V o NiMH 7.2V	Sensor: Bulbos Húmedo-Seco-Globo 3 und
Dimensiones: 18.3 x 23.5 x 7.5 cm	Peso: 2.6 lbs. (1.2 Kg) con sensores	Poder (Energía): Adaptador de AC para operación y recarga ba	Puertos I/O: Puerto para Datos PC/Impresora, Puerto velón
Temperatura de Operación: Sensores: -5°C a +100°C - Electrónica: -5°C a	Memoria: 128 KB		

Fuente: Programa de Gestión de Laboratorios de Ingenierías de la Universidad Autónoma de Occidente.