

**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS**



**TESIS**

**ANALISIS DEL ESTRÉS TERMICO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN  
LAS LABORES DE PROFUNDIZACION DE LA EMPRESA OPERMIN – UM CONDESTABLE.**

**PRESENTADO POR:**

**BACH. ITALO HUILLCA CHAPARRO**

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL**

**DE INGENIERO DE MINAS**

**ASESOR:**

**MGT. RAIMUNDO MOLINA DELGADO**

**CUSCO-PERÚ**

**2025**

# INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: ANÁLISIS DEL ESTRÉS  
TECNICO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LAS LABORES DE  
PROFUNDIZACIÓN DE LA EMPRESA OPERMIN - UTA CONDESTABLE.

Presentado por: HUILCA CHAPOIRZO, ITALO DNI N° 45594956  
presentado por: ..... DNI N°: .....  
Para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO DE MINAS

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 03 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 10%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** las primeras páginas del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 31 de Marzo de 2025



Firma

Post firma Mgt. Raimundo Polina delgado

Nro. de DNI 23912083

ORCID del Asesor 0000-0003-0291-2700

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: **oid:** 27259:444328157

# Italo Huilca Chaparro

## ANALISIS DEL ESTRÉS TERMICO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LAS LABORES DE PROFUNDIZAC...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:444328157

Fecha de entrega

31 mar 2025, 4:31 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

31 mar 2025, 4:40 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

ANALISIS DEL ESTRÉS TERMICO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LAS LABOR....docx

Tamaño de archivo

10.6 MB

123 Páginas

22.664 Palabras

116.524 Caracteres

# 10% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

## Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text
- ▶ Cited Text
- ▶ Small Matches (less than 15 words)

## Exclusions

- ▶ 3 Excluded Matches

---

## Top Sources

- 8%  Internet sources
- 1%  Publications
- 8%  Submitted works (Student Papers)

---

## Integrity Flags

### 1 Integrity Flag for Review

-  **Hidden Text**  
4819 suspect characters on 47 pages  
Text is altered to blend into the white background of the document.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres Exaltación Huillca López que me guía cada paso que doy desde el cielo y a mi madre Marcelina Chaparro Vargas los cuales guiaron a mi formación personal, profesional, a mis hermanos que son una gran inspiración para mi desarrollo personal, amigos y compañeros de trabajo de la empresa OPERMIN que son como mi segunda familia por su apoyo incondicional en todo momento.

## **AGRADECIMIENTO**

A la escuela profesional de ingeniería de minas de la San Antonio Abad del Cusco, por la formación académica brindada a mi persona.

Al Mgt. Raimundo Molina Delgado, por ser mi asesor de tesis, la empresa OPERMIN SAC que me brindo la información para poder realizar el trabajo de investigación, apoyarme en la formación como profesional y darme la oportunidad de desempeñarme como supervisor en la empresa.

A los profesionales que me brindaron su conocimiento durante mi formación profesional en las diferentes empresas donde me desempeñe.

## ÍNDICE GENERAL

<i>DEDICATORIA</i> .....	<i>I</i>
<i>AGRADECIMIENTO</i> .....	<i>II</i>
<i>ÍNDICE GENERAL</i> .....	<i>III</i>
<i>ÍNDICE DE TABLAS</i> .....	<i>X</i>
<i>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</i> .....	<i>XIII</i>
<i>ÍNDICE DE ABREVIATURAS</i> .....	<i>XIV</i>
<i>RESUMEN</i> .....	<i>XVI</i>
<i>ABSTRACT</i> .....	<i>XVII</i>
<i>CAPITULO 1</i> .....	<i>XVII</i>
<i>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</i> .....	<i>18</i>
<b>1.1. Descripción Del Problema</b> .....	<b>18</b>
<b>1.2. Formulación del problema</b> .....	<b>19</b>
1.2.1. Problema principal .....	19
1.2.2. Problemas específicos.....	19
<b>1.3. Objetivos de la investigación</b> .....	<b>19</b>
1.3.1. Objetivo principal .....	19
1.3.2. Objetivo Especifico.....	19
<b>1.4. Justificación e importancia de la investigación</b> .....	<b>19</b>
1.4.1. Justificación de la investigación .....	19

1.4.2.	Delimitación de la investigación.....	20
1.4.2.1.	Delimitación espacial.....	20
<b>1.5.</b>	<b>Hipótesis de investigación.....</b>	<b>20</b>
1.5.1.	Hipótesis principal .....	20
1.5.2.	Hipótesis específicas.....	20
<b>1.6.</b>	<b>Variables y su operacionalización .....</b>	<b>21</b>
<b><i>CAPITULO 2</i></b>	<b>.....</b>	<b>22</b>
<b>2.1.</b>	<b>Antecedentes del problema: .....</b>	<b>22</b>
2.1.1.	Antecedentes internacionales.....	22
2.1.2.	Antecedentes Nacionales: .....	24
2.1.3.	Antecedentes locales.....	25
<b>2.2.</b>	<b>Marco contextual .....</b>	<b>26</b>
2.2.1.	Generalidades de compañía minera Condestable .....	26
2.2.2.	Generalidades de empresa contratista OPERMIN SAC. ....	27
2.2.3.	Contexto.....	28
2.2.3.1.	Ubicación .....	28
2.2.3.2.	Clima.....	29
2.2.3.3.	Mineralización .....	29
2.2.4.	Bases teóricas.....	30
2.2.4.1.	Riesgos físicos en el trabajo.....	30
2.2.4.1.1.	Calor.....	30
2.2.4.2.	Fuentes de calor .....	31

2.2.4.3.	Propagación de calor.....	32
2.2.4.4.	Carga térmica.....	33
2.2.4.5.	Generación del calor metabólico .....	34
2.2.4.6.	Temperatura.....	35
2.2.4.7.	Termómetro.....	35
2.2.4.8.	Estrés térmico.....	38
2.2.4.9.	Clima promedio en minas .....	39
2.2.4.10.	Índices del estrés por calor.....	39
2.2.4.11.	Indicadores de estrés térmicos .....	39
2.2.4.12.	Temperatura efectiva .....	40
2.2.5.	BASES TEORICAS.....	40
2.2.5.1.	Temperatura de globo (TG).....	40
2.2.5.2.	Temperatura del aire medida (TA) .....	41
2.2.5.3.	Temperatura del bulbo húmedo (TBH).....	41
2.2.5.4.	Temperatura de Globo y de Bulbo Húmedo Interna (TGBHi):.....	43
2.2.5.5.	Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo Interno (TGBHi): .....	43
2.2.5.6.	Temperatura de Globo y de Bulbo Húmedo Externa (TGBHe):.....	43
2.2.5.7.	Calor metabólico:.....	43
2.2.5.8.	Aclimatización: .....	44
2.2.5.9.	Limite permisible .....	46
2.2.5.10.	Nivel de acción .....	46
2.2.5.11.	Índice de Bulbo Húmedo y Temperatura del Aire (WBGT) .....	46
2.2.5.12.	Métodos de medición del índice TGBH .....	47

2.2.5.13.	Consumo metabólico (M) .....	48
2.2.5.14.	Variación de las condiciones de trabajo con el tiempo.....	50
2.2.5.15.	Adecuación de regímenes de trabajo-descanso.....	51
2.2.5.16.	Limitaciones a la aplicación del método.....	52
2.2.5.17.	Producción .....	53
2.2.5.18.	Productividad .....	53
2.2.5.19.	Costos.....	54
2.2.5.20.	Costos de producción.....	54
2.2.5.21.	Respuesta fisiológica al calor: Enfermedades y muerte por calor .....	54
<b><i>CAPITULO 3</i></b>	<b>.....</b>	<b>56</b>
<b>3.1.</b>	<b>Ámbito de estudio .....</b>	<b>56</b>
<b>3.2.</b>	<b>Tipo y nivel de investigación .....</b>	<b>56</b>
3.2.1.	Tipo de investigación.....	56
3.2.2.	Nivel de investigación.....	56
<b>3.3.</b>	<b>Diseño de la investigación: .....</b>	<b>56</b>
<b>3.4.</b>	<b>Población y Muestra .....</b>	<b>57</b>
3.4.1.	Población.....	57
3.4.2.	Muestra .....	57
<b>3.5.</b>	<b>Técnicas e instrumentos de captura de información .....</b>	<b>57</b>
3.5.1.	Técnicas de captura de información .....	57
3.5.2.	Instrumentos de captura de información.....	57

<b>3.6. Técnicas de Procesamiento de datos .....</b>	<b>58</b>
<b><i>CAPITULO 4</i> .....</b>	<b>59</b>
<b>4.1. Estudio sobre la influencia del estrés térmico en la productividad.....</b>	<b>59</b>
<b>4.2. Medición del valor de la temperatura de Globo y Bulbo Húmedo (TGBH) en los frentes de trabajo. ....</b>	<b>59</b>
<b>4.3. Cálculo de la temperatura de Globo y Bulbo húmedo promedio (TGBH promedio) en la zona de trabajo.....</b>	<b>65</b>
4.3.1. Cálculo de ciclo de tiempo del operador de Jumbo Frontonero .....	65
4.3.2. Cálculo de ciclo de tiempo del Ayudante de Jumbo.....	65
4.3.3. Cálculo de ciclo de tiempo del maestro y ayudante cargador.....	66
4.3.4. Proceso de Cálculo de la temperatura de Globo y Bulbo húmedo promedio (TGBH promedio) en la zona de trabajo. ....	67
<b>4.4. Estimación del consumo metabólico (M) por puestos de trabajos. ....</b>	<b>70</b>
4.4.1. Cálculo de consumo metabólico para operador de Jumbo Frontonero.....	71
4.4.2. Cálculo de consumo metabólico para Ayudante de Jumbo. ....	73
4.4.3. Cálculo de consumo metabólico para maestro y ayudante cargador. ....	75
4.4.4. Consumo metabólico por puesto de trabajo.....	77
4.4.5. Cálculo de factor de corrección. ....	79
4.4.6. Calculo corregido del consumo metabólico.....	81
4.4.7. Conversión de unidades de Kcal/min a Kcal/hr.....	83
4.4.8. Cálculo de consumo metabólico promedio.....	85

4.4.9.	Determinación de la TGBH límite para el consumo metabólico según tabla N° 2	89
<b>4.5.</b>	<b>Adecuaciones de regímenes de trabajo – descanso.</b>	<b>90</b>
4.5.1.	Cálculo de A (TGBH límite en el descanso)	91
4.5.2.	Cálculo de B (TGBH en la zona de descanso)	91
4.5.3.	Cálculo de C (TGBH en la zona de trabajo)	92
4.5.4.	Cálculo de D (TGBH limite en trabajo)	92
<b>4.6.</b>	<b>Cálculo de las adecuaciones de regímenes de trabajo – descanso.</b>	<b>94</b>
4.6.1.	Adecuación de régimen de trabajo – descanso en un sitio diferente de trabajo	95
4.6.2.	Adecuación de régimen de trabajo – descanso en el mismo sitio de trabajo	95
<b>4.7.</b>	<b>Influencia del estrés térmico en relación en la productividad</b>	<b>96</b>
4.7.1.	Tiempo de perforación en relación al régimen de trabajo – descanso	97
4.7.2.	Horario de trabajo en Compañía minera condestable.	98
4.7.3.	Tiempo de perforación en un ciclo normal	98
4.7.4.	Análisis comparativo de perforación	99
4.7.5.	Precio Unitario de avance de rampa	100
4.7.6.	Comparación de costos en el avance en condiciones normales y con estrés termico	102
4.7.7.	Resultado de análisis en el programa de avances.	102
4.7.8.	Resultado de análisis en el Costo beneficio en relación al estrés térmico	103
<b>4.8.</b>	<b>Prueba de hipótesis</b>	<b>104</b>

4.8.1. Hipótesis general.....	104
4.8.2. Hipótesis específicas.....	106
<b><i>CONCLUSIONES</i></b> .....	<b>109</b>
<b><i>RECOMENDACIONES</i></b> .....	<b>111</b>
<b><i>ANEXOS</i></b> .....	<b>114</b>
<b><i>BIBLIOGRAFÍA</i></b> .....	<b>132</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> variables y su operacionalización.....	21
<b>Tabla 2:</b> Valores límite de referencia para estrés térmico .....	48
<b>Tabla 3:</b> Estimación del consumo metabólico M.....	49
<b>Tabla 4:</b> Intensidad del trabajo respecto al Gasto Metabólico en Kcal/hora.....	50
<b>Tabla 5:</b> Factores de corrección de acuerdo al tipo de vestimenta.....	52
<b>Tabla 6:</b> Trastornos o enfermedades por calor, sus signos síntomas y mecanismos.....	55
<b>Tabla 7:</b> Datos del monitor de estrés térmico de temperatura Seca (TS), Temperatura de Bulbo Húmedo (TBH) y Temperatura de globo (TG) de cada trabajador por guardia. ....	60
<b>Tabla 8:</b> Datos calculados de índice de TGBH .....	63
<b>Tabla 9:</b> Cálculo del ciclo de tiempo del operador de jumbo frontonero.....	65
<b>Tabla 10:</b> Cálculo del ciclo de tiempo del ayudante de jumbo .....	66
<b>Tabla 11:</b> Cálculo de ciclo de tiempo del maestro y ayudante cargador .....	66
<b>Tabla 12:</b> Cálculo de Temperatura de Globo y bulbo húmedo promedio en el lugar de trabajo .....	68
<b>Tabla 13:</b> Ciclo de trabajo del Operador de Jumbo Frontonero .....	71
<b>Tabla 14:</b> Cálculo de consumo metabólico del operador de jumbo Frontonero. ....	72
<b>Tabla 15:</b> Cálculo de consumo metabólico del ayudante de jumbo .....	73
<b>Tabla 16:</b> Cálculo de consumo metabólico del ayudante de jumbo. ....	74
<b>Tabla 17:</b> Cálculo de consumo metabólico del maestro y ayudante cargador .....	75
<b>Tabla 18:</b> Cálculo de consumo metabólico del maestro y ayudante cargador. ....	76

<b>Tabla 19:</b> Consumo metabólico por puesto de trabajo.....	77
<b>Tabla 20:</b> Cálculo de factor de corrección.....	79
<b>Tabla 21:</b> Calculo corregido del consumo metabólico.....	81
<b>Tabla 22:</b> Conversión de unidades de Kcal/min a Kcal/hr.....	84
<b>Tabla 23:</b> Cálculo de consumo metabólico promedio.....	86
<b>Tabla 24:</b> Clasificación de categoría de intensidad de trabajo según el consumo metabólico promedio calculado.....	88
<b>Tabla 25:</b> Determinación de Valor limite TGBH y Nivel de acción TGBH.....	89
<b>Tabla 26:</b> Cálculo de TGBH limite en el descanso.....	91
<b>Tabla 27:</b> Interpolación de datos.....	94
<b>Tabla 28:</b> Datos del frente de avance de EC OPERMIN SAC.....	96
<b>Tabla 29:</b> Tiempo de perforación con relación al régimen de trabajo – descanso.....	97
<b>Tabla 30:</b> Tiempo total de perforacion con imprevistos con estres termico.....	97
<b>Tabla 31:</b> Horario de trabajo en Compañía minera condestable.....	98
<b>Tabla 32:</b> Tiempo de perforación en un ciclo normal.....	98
<b>Tabla 33:</b> Tiempo total de perforación con imprevistos.....	99
<b>Tabla 34:</b> Análisis comparativo de perforación.....	99
<b>Tabla 35:</b> Cálculo de Precio Unitario de rampa.....	100
<b>Tabla 36:</b> Comparación de costos en el avance.....	102
<b>Tabla 37:</b> Resultado de análisis en el programa de avances.....	103
<b>Tabla 38:</b> Resultado de análisis en el Costo beneficio con relación al estrés térmico ...	103
<b>Tabla 39:</b> Análisis de tiempo de perforación en temperaturas normales y con estrés térmico.....	104

<b>Tabla 40:</b> Cuadro de avance de frentes por guardias.....	105
<b>Tabla 41:</b> Cuadro de metraje mensual mes setiembre 2023 .....	107
<b>Tabla 42:</b> Cuadro comparativo de costo- beneficio en condiciones normales y estrés térmico a temperatura de 31.4 °C .....	108

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1:</b> Ubicación de la Compañía Minera Condestable CMC (fuente propia) ....	29
<b>Ilustración 2:</b> Instrumento de medición para estrés por calor.....	58
<b>Ilustración 3:</b> Curva de valores límites del índice TGBH.....	93
<b>Ilustración 4:</b> Cálculo de TGBH en función al Consumo metabólico de 276.68 Kcal/min .....	93
<b>Ilustración 5:</b> Análisis de tiempo de perforación en temperaturas normales y con estrés térmico.....	105
<b>Ilustración 6:</b> Gráfico de avance de frentes por guardias. ....	106
<b>Ilustración 7:</b> Gráfico de metraje mensual mes setiembre 2023.....	107

**ÍNDICE DE ABREVIATURAS**

<b>D.S.</b>	: Decreto Supremo
<b>TGBH</b>	: Temperatura de Globo y bulbo Húmedo
<b>Nv</b>	: Nivel
<b>NTP</b>	: Norma Técnica Peruana
<b>E.M.</b>	: Energía y Minas
<b>Art.</b>	: Artículo
<b>UTM</b>	: Universal Transverse Mercator (Proyección Universal Transversa de Mercator)
<b>PPM</b>	: Partes Por Millón
<b>SRT</b>	: Índice Sintetizado de la Temperatura
<b>WBGT</b>	: Índice de Bulbo Húmedo y Temperatura del Aire
<b>LMP</b>	: Límites Máximos Permisibles
<b>SPM</b>	: Southern Peaks Mining
<b>ISO</b>	: Organización Internacional de Normalización
<b>ITH</b>	: Índice de Temperatura y Humedad
<b>ECI</b>	: Índice de Enfriamiento Efectivo
<b>TG</b>	: Temperatura de globo
<b>TA</b>	: Temperatura del aire medida
<b>TBH</b>	: Temperatura del bulbo húmedo
<b>TGBHe</b>	: Temperatura de Globo y de Bulbo Húmedo Externa
<b>TGBHi</b>	: Temperatura de Globo y de Bulbo Húmedo Interna

<b>M</b>	: Consumo metabólico
<b>EPP</b>	: Equipo de Protección Personal
<b>TS</b>	: Temperatura Seca
<b>H.H.</b>	: Horas Hombre
<b>BB.SS.</b>	: Bienestar Social

## RESUMEN

En el presente trabajo se realiza para analizar cómo afecta el estrés térmico en la productividad de la empresa OPERMIN SAC, para ello se debe realizar las mediciones iniciales de temperatura de globo y bulbo húmedo (el equipo debe estar certificado en su calibración) para cada zona de trabajo donde el personal realiza sus actividades de sus jordanas diarias, el cual se tiene el promedio de TGBH de 31.4 °C, cumpliendo con el procedimiento de la guía N° 02 del D.S. 024-2016 EM y su modificatoria D.S. 023-2017 EM, para la determinación del valor límite de la Temperatura de globo y bulbo húmedo en las zonas donde se trabaja siendo este 28.7 °C, el cual es calculado a partir del consumo metabólico promedio del personal el cual es de 276.67 kcal/hr e interpolado en grafica N° 4 de la curva Calculo de TGBH en función al Consumo metabólico, con todo ello se determina que se tiene que realizar trabajos en la zona de trabajo de 40 minutos y descanso de 20 minutos en zonas con temperaturas reducidas (Cámaras de climatización), con la información obtenida se determina que el tiempo de trabajos de perforación se incrementa en 30 minutos por cada hora, afectando ello a la reducción en el metraje programado mensual en 1/3 del total, así mismo se determina que el valorizado de avance es también afectado en la misma cantidad de 1/3.

Siendo la temperatura un factor muy importante en los trabajos en mina, no solo en la productividad también en la salud del personal, ya que los efectos que ello proyecta son enfermedades cardiovasculares, renales, pulmonares y entre otros.

Por ello debemos tomar en cuenta la importancia de tener condiciones en las áreas de trabajos dentro de los parámetros máximos permisibles para optimizar todos los procesos y la productividad del personal, equipos y el mismo ciclo de minado.

**Palabras clave:** estrés térmico, consumo metabólico, metraje, temperatura

### ABSTRACT

In this work, it is carried out to analyze how thermal stress affects the productivity of the company OPERMIN SAC, for this the initial measurements of globe and wet bulb temperature must be carried out (the equipment must be certified in its calibration) for each zone. work area where the staff carries out their daily activities, which has an average TGBH of 31.4 °C, complying with the procedure of guide No. 02 of the D.S. 024-2016 EM and its amendment D.S. 023-2017 EM, for the determination of the limit value of the Globe and Wet Bulb Temperature in the areas where work is carried out, this being 28.7 °C, which is calculated from the average metabolic consumption of the personnel which is 276.67 kcal/ hr and interpolated in graph No. 4 of the curve Calculation of TGBH based on Metabolic Consumption, with all this it is determined that work must be carried out in the work zone of 40 minutes and rest of 20 minutes in areas with reduced temperatures ( Air conditioning chambers), with the information obtained, it is determined that the drilling work time increases by 30 minutes for each hour, affecting the reduction in the monthly scheduled footage by 1/3 of the total, it is also determined that the advance value is also affected by the same amount of 1/3.

Temperature is an especially principal factor in mine work, not only in productivity but also in the health of the personnel, since the effects that these projects are cardiovascular, kidney, lung, and other diseases.

Therefore, we must take into account the importance of having conditions in the work areas within the maximum permissible parameters to optimize all processes and the productivity of personnel, equipment, and the mining cycle itself.

**Keywords:** thermal stress, metabolic consumption, footage, temperature

## **CAPITULO 1**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Descripción Del Problema**

En minería subterránea aumenta la temperatura y la humedad relativa, en relación con la profundidad; estas dos variables inciden en el índice de estrés térmico que experimentan los trabajadores. En función que se profundizas las labores mineras, aumenta la transferencia de calor en las labores. Los ambientes subterráneos calurosos afectan, la salud física y mental de los trabajadores, la seguridad, la higiene y la productividad.

Los trabajadores expuestos a estas condiciones climatológicas, padecen sensación de no confort, pueden ocasionar en los trabajadores, altos niveles de estrés, aumentado la posibilidad de incremento de accidentes y el decrecimiento de la productividad.

A medida que aumenta la profundidad y aumenta el grado de mecanización, las altas temperaturas y los daños producidos por el calentamiento, se convierten en los mayores problemas asociados a la seguridad, limitando la actividad en las labores de avance, generando bajos rendimientos en los avances de las labores, corrosión de equipos y materiales, reducción de la vida útil de los equipos, e incremento de los índices de accidentalidad.

Observándose la alta temperatura en los frentes de avances de los niveles -700 hasta el Nv. -790 (profundización) el cual afecta a la productividad en cierta medida, trabajándose así desde hace un tiempo haciendo que el personal no realice sus 8 horas de trabajos efectivos, generando un desgaste de energía prematuro, por ende, se realiza esta investigación del estrés térmico en la productividad.

## **1.2. Formulación del problema**

### ***1.2.1. Problema principal***

¿Cómo influye el **estrés** térmico en relación en la productividad de la empresa OPERMIN en profundización?

### ***1.2.2. Problemas específicos.***

- a) ¿En qué medida influye el valor límite de Temperatura del globo y del bulbo húmedo (TGBH) en el metraje mensual?
- b) ¿Como se relaciona en el estrés térmico con el costo?

## **1.3. Objetivos de la investigación**

### ***1.3.1. Objetivo principal***

Determinar la influencia del estrés térmico en la productividad de empresa OPERMIN en profundización.

### ***1.3.2. Objetivo Especifico***

- a) Determinar la magnitud de la influencia del valor límite de Temperatura del globo y del bulbo húmedo (TGBH) en el metraje mensual
- b) Precisar la relación del estrés térmico con el costo.

## **1.4. Justificación e importancia de la investigación**

### ***1.4.1. Justificación de la investigación***

La temperatura en actividades mineras en profundización se incrementa, debido a la falta de aire limpio inyectado por el sistema de ventilación, así mismo la presencia de equipos diesel

generan diferentes fuentes de calor latente, así mismo la influencia de la voladura de rocas realizada en zonas aledañas.

La exposición a temperaturas elevadas varía desde la deshidratación hasta golpes de calor en el trabajador.

El personal expuesto a altas temperaturas puede causar enfermedades serias, llegando hasta la muerte.

Por tal motivo es necesario evaluar el riesgo de estrés térmico el cual esta estipulada en la NTP 322 (Índice WBGT) y de igual manera en el DS 024-2016 EM y su modificatoria DS 023-2017 EM, el cual es enunciado en el Art. 104, el cual indica la medición de temperatura en la guía N° 2, siendo necesario el monitoreo de ambiente térmico en diferentes labores donde se realizan los trabajos de avance de la empresa OPERMIN

#### ***1.4.2. Delimitación de la investigación***

##### ***1.4.2.1. Delimitación espacial***

Se realizo en los Niveles -730 al -790 de la Compañía Minera Condestable el cual se ubica en el distrito de Mala, provincia de Cañete, departamento de Lima. La cual tiene las siguientes coordenadas UTM: 325,784 (Este) y 8'595,821 (Norte).

### **1.5. Hipótesis de investigación**

#### ***1.5.1. Hipótesis principal***

El estrés térmico influye en la productividad de avance de la empresa OPERMIN en profundización.

#### ***1.5.2. Hipótesis específicas***

- a) El valor Limite TGBH influye en el metraje mensual.

b) El estrés térmico influye significativamente en el costo

## 1.6. Variables y su operacionalización

**Tabla 1:**

*variables y su operacionalización*

Variables independientes			
Estrés térmico	Carga térmica neta que reciben los trabajadores el ámbito laboral que se puede dar en condiciones de calor y de frío	Valor Limite TGBH	Kcal/h
		Temperatura	°C
		Programa de avance	Metros
		Gases	PPM
Variables dependientes			
Productividad	Indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de producción obtenida	costos	\$
		Avance mensual	m/mes
		avance diario	m/día
		Horas de trabajo	Hrs.
		Valorizado del avance programado	\$/m

Nota: fuente propia

## CAPITULO 2

### MARCO TEORICO

#### 2.1. Antecedentes del problema:

##### 2.1.1. *Antecedentes internacionales*

➤ Primer antecedente

Castro-Duque, Delgado-Rodríguez y Cáceres-Santos (2014) desarrollaron un artículo de investigación titulado "Análisis del índice de impacto térmico generado en un ambiente subterráneo", realizado en la Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia. El objetivo del estudio fue calcular y analizar el índice de riesgo térmico en una mina subterránea de carbón, empleando el concepto del Índice Sintetizado de la Temperatura (SRT), equivalente a un promedio del índice de estrés térmico (WBGT) en diferentes frentes de trabajo. Los resultados evidenciaron que, aunque el promedio general de calor (SRT) clasificó el ambiente como cálido moderado aceptable, existieron frentes de trabajo donde el índice de calor superó los valores permisibles, representando un riesgo alto para la salud de los trabajadores. Este estudio se relaciona con la presente investigación, al aplicar métodos de medición térmica en ambientes subterráneos, contribuyendo a la identificación de zonas críticas y riesgos asociados al estrés térmico en labores mineras.

➤ Segundo Antecedente

**Gallardo Sánchez (2014)** desarrolló una tesis de posgrado titulada "*Diseño de protocolos de tratamientos de estrés térmico para disimular los efectos del riesgo físico en temperatura elevada en trabajadores de empresas de mina subterránea, caso de estudio en una empresa minera de Cantón Portovelo*", presentada en la Universidad de Guayaquil, Ecuador. El estudio tuvo como objetivo diseñar protocolos específicos de seguridad y tratamiento para

contrarrestar los efectos del estrés térmico ocasionado por la exposición a temperaturas elevadas en ambientes de mina subterránea.

La investigación se desarrolló a partir de la observación y recolección de datos con un grupo de trabajadores perforistas, quienes se encontraban sometidos a elevadas temperaturas durante sus jornadas laborales. A través de la evaluación de los efectos físicos y clínicos derivados de esta exposición, como problemas respiratorios, irritaciones epidérmicas, deshidratación y agotamiento por calor, se determinó la urgente necesidad de establecer medidas preventivas y correctivas específicas.

Los resultados evidenciaron que, pese a la existencia de normas generales de seguridad y ventilación en las minas de la región, no se contaba con estudios previos ni protocolos diseñados específicamente para mitigar los efectos del calor en la salud de los trabajadores. Por ello, como aporte de la tesis, se plantearon **protocolos de prevención**, un **protocolo estándar de actuación** y **protocolos de tratamiento médico inmediato** para casos de deshidratación, golpe de calor, síncope por calor, calambres por deshidratación y agotamiento por calor.

Este estudio es pertinente para la presente investigación, ya que refuerza la importancia de identificar no solo las condiciones térmicas en minas subterráneas, sino también de implementar acciones concretas y procedimientos normalizados para proteger la salud de los trabajadores y mejorar su rendimiento laboral. Asimismo, permite valorar la carencia de normativas específicas en ciertos contextos mineros y resalta la necesidad de integrar protocolos de atención médica y preventiva frente a riesgos térmicos.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales:**

**Montoya Ortiz y Cruz Lopinta (2018)** desarrollaron una tesis de pregrado titulada “*Análisis y propuesta de control del nivel de estrés térmico en los puntos de trabajo de una empresa del rubro civil durante el proceso constructivo de edificios*”, presentada en la Universidad Tecnológica del Perú, sede Arequipa. El objetivo principal del estudio fue determinar y clasificar los niveles de estrés térmico presentes en los distintos puntos de trabajo de una obra de construcción de edificios, mediante la medición del índice WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) y su comparación con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos por la legislación nacional.

La metodología empleada consistió en realizar mediciones ambientales en diferentes zonas de la obra, identificando los valores de temperatura, humedad y radiación térmica. Posteriormente, se elaboró una clasificación de los puntos de trabajo desde los niveles más altos hasta los más bajos de estrés térmico. A partir de esta evaluación, se propusieron medidas de control específicas para minimizar los efectos del calor sobre los trabajadores, tales como la implementación de zonas de descanso, provisión de agua potable, periodos de pausa laboral en ambientes frescos y la instalación de botiquines de emergencia para la atención oportuna de casos de golpe de calor y deshidratación.

Este estudio resulta de gran relevancia para la presente investigación, ya que evidencia la utilidad de la medición sistemática del WBGT en actividades laborales al aire libre o en ambientes cerrados expuestos a altas temperaturas, proponiendo medidas de control preventivas y correctivas para proteger la salud ocupacional de los trabajadores. Asimismo, destaca la importancia de contar con procedimientos de atención inmediata ante emergencias relacionadas

con el estrés térmico, aspectos aplicables también en el contexto de operaciones mineras subterráneas.

### *2.1.3. Antecedentes locales*

**Aquice Hurtado y Yauri Machaca (2023)** elaboraron una tesis de pregrado titulada “Análisis de los factores de riesgo a estrés térmico por calor en trabajadores que realizan la actividad de carguío de concentrado de cobre para la implementación de controles en una empresa minera, Cusco 2021”, presentada en la Universidad Tecnológica del Perú, sede Arequipa. El objetivo de este trabajo fue identificar y evaluar los factores de riesgo relacionados con el estrés térmico en los trabajadores encargados del carguío de concentrado de cobre, actividad considerada de alta intensidad física dentro de las operaciones mineras.

La metodología aplicada consistió en medir el índice de temperatura de globo y bulbo húmedo (TGBH) en diferentes puntos de trabajo, contrastando los resultados obtenidos con el valor límite establecido de 23 °C según la normativa peruana vigente (Decreto Supremo N.º 024-2016-EM). Los resultados demostraron que, si bien los valores de TGBH no superaron dicho límite, el cálculo del consumo metabólico de los trabajadores arrojó valores que sí excedieron los parámetros establecidos, clasificando esta labor como de **actividad muy intensa**, lo que constituye un factor de riesgo relevante para la aparición de estrés térmico por calor.

Como conclusión, los autores propusieron implementar medidas de control específicas orientadas a reducir el consumo metabólico de los trabajadores, a través de pausas activas, mejoras en los horarios de trabajo, adecuación de zonas de descanso y provisión de hidratación, con el fin de minimizar los efectos adversos sobre la salud del personal expuesto.

Este estudio resulta de gran importancia para la presente investigación, pues evidencia que, aun cuando las condiciones ambientales puedan estar dentro de los valores permisibles, la

carga física o consumo metabólico asociado a las tareas desempeñadas constituye un determinante crítico en la generación de estrés térmico, aspecto especialmente relevante en ambientes mineros subterráneos y de carguío.

## **2.2. Marco contextual**

### ***2.2.1. Generalidades de compañía minera Condestable***

El Yacimiento de Compañía minera condestable es polimetálico de óxido de hierro, cobre y oro, el cual está ubicado en la región de Lima, provincia de cañete, distrito de Mala.

Posee un promedio de 45 mil hectáreas, siendo explotadas un total de 4500 hectáreas, con un 90% de las concesiones sin exploraciones, las cuales son futuros depósitos que sumaran a la producción de cobre del Yacimiento.

Condestable consta de la unión de dos concesiones contiguas, Condestable y Raúl, el cual teniendo una planta de flotación de sulfuros con una capacidad de procesamiento de 8400 toneladas por día.

El inicio de sus operaciones comienza en los 1960 por la empresa Nippon Mining. El cual durante el gobierno del General Juan Velasco Alvarado pasa a ser propiedad del gobierno, pasando a entidades privadas en el 1992 a través de privatizaciones. En el año de 1997 paso a manos de la empresa Trafigura integrando a la operación minera contigua Raúl, así mismo amplia la capacidad de procesamiento de mineral de 1500 tpd a 7000 tpd.

Southern Peaks Mining (SPM) compra todas las acciones de Trafigura en el 2013, ampliando la planta de 7000 tpd a 8400 tpd.

### 2.2.2. Generalidades de empresa contratista OPERMIN SAC.

OPERMIN S.A.C, es una empresa dedicada a las actividades mineras de desarrollo, preparación y explotación de minerales; el personal de mina trabaja en dos turnos rotativos con un sistema de catorce días trabajados por siete días de descanso.

La empresa fue fundada en 1996, es una empresa especializada en actividades en minería subterránea tanto en la preparación desarrollo (más de 95000 metros avanzado), como en la explotación de recursos (más de 5 000 000 toneladas producidas). Tiene experiencia nacional e internacional (teniendo operaciones en Zambia - Sudáfrica).

OPERMIN S.A.C., Realiza sus operaciones en Compañía minera Condestable, realizando un metraje mensual de 900 metros mensuales aproximadamente, la cual consta de 3 jumbos, 3 scooptram, 1 equipo Scalermin, su fuerza laboral consta de 145 colaboradores entre obreros y empleados.

▪	Obreros	:	129+
▪	Empleados	:	16

---

TOTAL : 145 Colaboradores.

Así mismo la empresa se alinea a las normas ISO 45001-2018 (certificación corresponde al sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional) e ISO 14001-2018 (Esta certificación en gestión ambiental asegura que la compañía minimiza sus impactos ambientales).

Las actividades de la empresa OPERMIN se realizan a partir del Nivel 350 hasta niveles inferiores (Nivel 790), especializado en realizar actividades de avance, preparación y desarrollo en la zona de profundización en Compañía Minera Condestable.

### **2.2.3. Contexto**

#### **2.2.3.1. Ubicación**

La compañía minera Condestable se ubica en el distrito de Mala, provincia de Cañete, departamento de Lima.

La cual tiene las siguientes coordenadas geográficas  $76^{\circ} 35' 30''$  de longitud W  $12^{\circ} 42' 02''$  de latitud Sur y en coordenadas UTM: 325,784 (Este) y 8'595,821 (Norte)

Su acceso desde la ciudad de Lima, se efectúa utilizando la siguiente ruta:

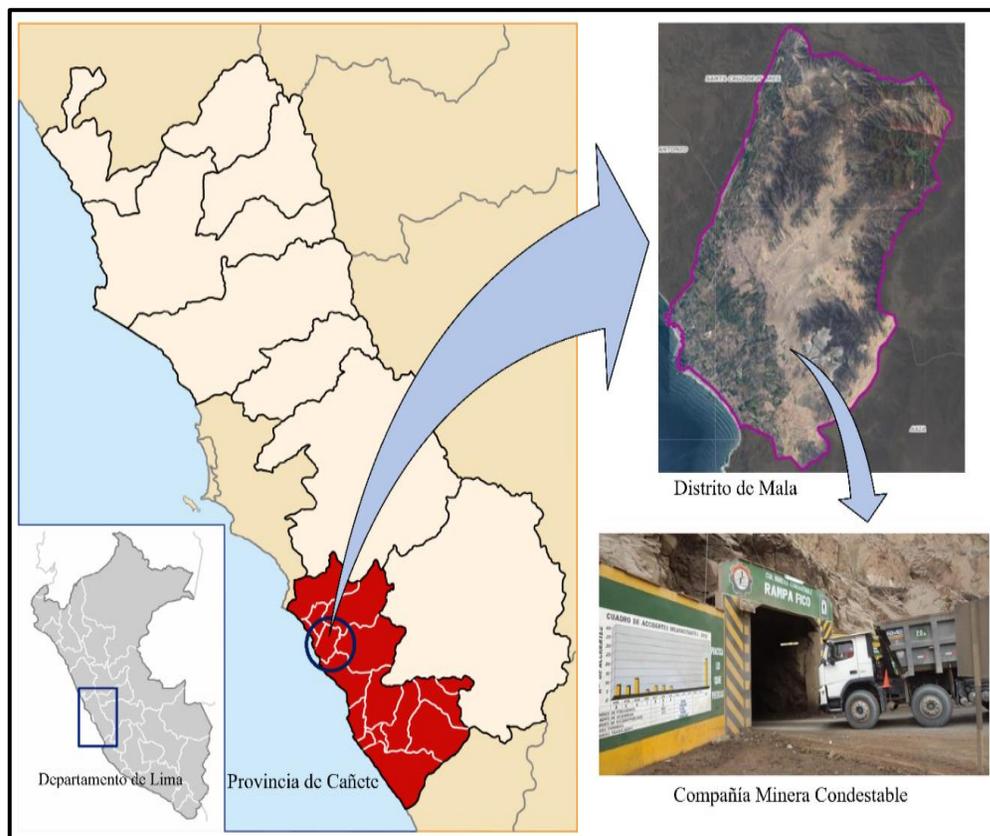
- Autopista Lima – Mala = 90 km.
- Trocha afirmada = 0.5 km.

El área se ubica en la franja de la Costa Peruana, donde las alturas máximas llegan a 800 m.s.n.m, las alturas más bajas llegan a 80 m.s.n.m.

Los trabajos realizados de avance en profundización realizadas por la empresa OPERMIN inician en el Nv. -580 hasta el Nv. -790

**Ilustración 1:**

*Ubicación de la Compañía Minera Condestable CMC (fuente propia)*



Fuente: Elaboración propia.

**2.2.3.2. Clima**

Siendo un clima costero, siendo cálido y húmedo en verano, el cual ocasiona la rápida corrosión de los equipos debido a la cercanía al mar. La temperatura máxima en verano oscila entre los 26°C y 30°C. y en invierno oscila entre los 14°C y 21°C. Por su cercanía al litoral presenta excesiva humedad atmosférica, sin lluvias regulares y en invierno hay cierta nubosidad la cual provocan precipitaciones escasas (garúas), las cuales caen con mayor intensidad en las colinas.

**2.2.3.3. Mineralización**

Se evidencian vetas de cuarzo las cuales contienen sulfuros transversales y la presencia de mineralización de cobre las cuales ocurren en cuerpos de reemplazo estratiformes ricos en

sulfuro (arrecifes). Siendo los arrecifes minerales de sulfuro – óxidos de hierro las cuales se encuentran diseminados, de manera semimasivos a masivos. En el yacimiento se tienen en su gran mayoría sulfuros como bornita, pirrotita, pirita y calcopirita, siendo los minerales económicos la bornita y la calcopirita, encontrándose también oro y plata en menores cantidades las cuales están asociadas a la mineralización del cobre.

#### **2.2.4. Bases teóricas**

##### **2.2.4.1. Riesgos físicos en el trabajo**

Es el factor o circunstancia que puede causar daño con o sin contacto. Pueden clasificarse como tipo de riesgo laboral o riesgo ambiental:

- Ruido
- Vibración
- Radiación
- Temperatura y humedad

##### **2.2.4.1.1. Calor**

El calor es una forma de energía que se transfiere entre dos sistemas o cuerpos que están a diferentes temperaturas. Esta transferencia de energía ocurre debido a la diferencia de temperatura entre los objetos y continúa hasta que ambos alcanzan el equilibrio térmico, es decir, hasta que sus temperaturas son iguales. El calor puede transferirse de varias maneras, principalmente a través de conducción, convección y radiación. En zonas donde se tiene presencia de oxidación de pirita, se tiene fuerte emanación de temperatura por su reacción exotérmica.

#### 2.2.4.2. Fuentes de calor

Las minas pueden estar expuestas a diversas fuentes de calor debido a la naturaleza de las operaciones mineras y las condiciones geotérmicas subterráneas. Algunas de las fuentes de calor comunes en una mina pueden incluir:

a) Calor Geotérmico

A medida que se desciende más profundamente en la tierra, la temperatura tiende a aumentar debido al calor interno del planeta. Esto se conoce como gradiente geotérmico, y puede contribuir significativamente al aumento de la temperatura en las minas subterráneas.

b) Maquinaria y Equipos

Las máquinas y equipos utilizados en la minería, como perforadoras, camiones, trituradoras, y otros equipos mecánicos, generan calor como resultado de la fricción y el funcionamiento continuo. Además, los motores de combustión interna de algunos equipos también emiten calor.

c) Lámparas y Fuentes de Iluminación

Las lámparas utilizadas para la iluminación en las minas también emiten calor. Aunque las tecnologías modernas tienden a ser más eficientes y producir menos calor, aún pueden contribuir al aumento de la temperatura en entornos cerrados.

d) Reacciones Químicas

Algunos procesos mineros pueden involucrar reacciones químicas exotérmicas que generan calor como subproducto. Esto puede ocurrir durante la extracción y procesamiento de minerales.

e) Ventilación Inadecuada

La falta de ventilación adecuada en una mina puede contribuir al aumento de la temperatura. La acumulación de gases y partículas en el aire puede dificultar la disipación del calor generado por las fuentes mencionadas anteriormente.

La exposición prolongada a altas temperaturas puede tener efectos negativos en la salud y seguridad de los trabajadores mineros, como el riesgo de golpe de calor, agotamiento por calor y otros problemas relacionados con el estrés térmico.

#### **2.2.4.3. Propagación de calor**

La propagación del calor en una mina puede ocurrir de diversas maneras, y entender estos procesos es crucial para garantizar la seguridad y comodidad de los trabajadores en entornos subterráneos. Las principales formas de propagación del calor en una mina incluyen:

##### **a) Conducción Térmica**

La conducción es el proceso mediante el cual el calor se propaga a través de un material sólido debido a la transferencia de energía entre las partículas. En una mina, esto significa que el calor puede propagarse a través de las rocas y otros materiales presentes en la estructura geológica. La temperatura aumenta a medida que se profundiza en la mina debido al gradiente geotérmico natural de la Tierra.

##### **b) Convección Térmica**

La convección es el movimiento de un fluido (líquido o gas) que transporta calor. En una mina, el aire y otros gases presentes pueden llevar calor a través de procesos de convección. Las corrientes de aire generadas por la ventilación o la actividad humana pueden influir en la distribución del calor en el ambiente subterráneo.

##### **c) Radiación Térmica**

La radiación es la transferencia de calor en forma de ondas electromagnéticas, como la luz o el calor infrarrojo. En una mina, la radiación térmica puede ocurrir directamente desde las rocas calentadas, las máquinas o incluso las luces utilizadas para la iluminación.

#### d) Fuentes de Calor Internas

Las actividades mineras, como la perforación, la voladura y el funcionamiento de maquinaria, generan calor como subproducto. Estas fuentes internas contribuyen al aumento de la temperatura en el interior de la mina.

#### **2.2.4.4. Carga térmica**

La carga térmica en una mina se refiere a la cantidad total de calor presente en un área o ambiente específico, y está determinada por diversos factores, como la temperatura del aire, la humedad, la radiación térmica, la actividad física de los trabajadores y la presencia de fuentes de calor adicionales, como maquinaria o equipos. La gestión de la carga térmica es crucial para garantizar condiciones de trabajo seguras y saludables en entornos mineros, especialmente cuando se enfrentan condiciones de estrés térmico por calor.

Algunos elementos clave que contribuyen a la carga térmica en una mina son:

##### **a) Temperatura del Aire**

La temperatura ambiente es un factor fundamental. En minas profundas, la temperatura tiende a aumentar a medida que se desciende debido al gradiente geotérmico natural de la Tierra.

##### **b) Humedad:**

La humedad del aire afecta la capacidad del cuerpo para disipar el calor a través de la evaporación del sudor. Altos niveles de humedad pueden hacer que la evaporación sea menos eficiente, aumentando la percepción de calor.

##### **c) Radiación Térmica:**

La radiación del sol o de fuentes internas, como maquinaria caliente, contribuye a la carga térmica. La exposición directa al sol puede aumentar significativamente la carga térmica en áreas al aire libre.

**d) Actividad Física:**

La actividad física de los trabajadores genera calor adicional. El esfuerzo físico aumenta la producción de calor metabólico, lo que puede contribuir al estrés térmico.

**e) Ventilación:**

La eficiencia de los sistemas de ventilación influye en la capacidad de disipar el calor y mantener condiciones de trabajo confortables.

**f) Ropa de Trabajo:**

La ropa de trabajo puede afectar la carga térmica al afectar la capacidad del cuerpo para enfriarse a través de la evaporación del sudor.

**2.2.4.5. Generación del calor metabólico**

La generación del calor metabólico en una mina se refiere a la producción de calor por parte del cuerpo humano como resultado de procesos metabólicos internos. Este tipo de calor se produce durante la realización de actividades físicas y puede influir significativamente en la carga térmica del entorno minero. En operaciones mineras, donde los trabajadores están involucrados en diversas tareas físicas, la generación del calor metabólico puede ser una consideración importante para la salud y seguridad laboral. Algunos puntos clave sobre la generación del calor metabólico en una mina incluyen:

**a) Actividades Físicas:**

La realización de tareas físicas, como cargar y transportar materiales, perforar, excavar o caminar largas distancias, implica un esfuerzo físico que aumenta la tasa metabólica. A medida que los músculos se contraen y se realiza trabajo mecánico, se produce calor metabólico como subproducto.

b) Intensidad y Duración:

La cantidad de calor metabólico generado depende de la intensidad y la duración de la actividad física. Actividades más intensas y prolongadas resultan en una mayor producción de calor.

c) Ropa de Trabajo:

La ropa de trabajo utilizada por los mineros puede afectar la capacidad del cuerpo para disipar el calor. Ropa pesada o poco transpirable puede limitar la evaporación del sudor y aumentar la retención de calor.

d) Condiciones Ambientales:

La temperatura del entorno y la humedad afectan la capacidad del cuerpo para enfriarse mediante la evaporación del sudor. En condiciones de alta temperatura y humedad, la carga térmica total (incluyendo el calor metabólico) puede ser más desafiante.

#### **2.2.4.6. Temperatura**

la temperatura es una medida que describe qué tan caliente o frío está algo. Se refiere al nivel de energía térmica que tienen las partículas en un objeto o sustancia. Cuando algo tiene una temperatura alta, significa que sus partículas tienen más energía y están más agitadas, lo que percibimos como calor. Por otro lado, cuando algo tiene una temperatura baja, las partículas tienen menos energía y están menos agitadas, lo que percibimos como frío. La temperatura se mide comúnmente en grados Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) o en kelvin (K), siendo el cero absoluto (0 K) la temperatura teóricamente más baja posible, donde las partículas tienen una energía mínima.

#### **2.2.4.7. Termómetro**

Es un instrumento de medición de temperatura que se basa en las propiedades físicas de un material sensible a la temperatura. El termómetro típico utiliza un tubo de vidrio cerrado que contiene un líquido, como mercurio o alcohol, que se expande o contrae de manera predecible

con los cambios de temperatura. La expansión o contracción del líquido se muestra en una escala graduada que permite leer la temperatura.

El principio básico detrás del funcionamiento de un termómetro es la relación entre la temperatura y la magnitud de alguna propiedad física del material dentro del termómetro. En el caso del termómetro de mercurio, por ejemplo, la expansión lineal del mercurio con la temperatura se utiliza para medir el cambio de temperatura.

Los termómetros son herramientas fundamentales en diversas aplicaciones, desde la medición de la temperatura del cuerpo humano en aplicaciones médicas hasta la supervisión de procesos industriales y la medición del clima. La formalidad del termómetro radica en su capacidad para proporcionar mediciones cuantitativas y reproducibles de la temperatura en función de principios físicos bien definidos.

Existen varios tipos de termómetros, cada uno diseñado para medir la temperatura en diferentes situaciones y con distintos principios físicos. Algunos de los tipos más comunes incluyen:

a) Termómetro de Mercurio:

Utiliza la expansión y contracción del mercurio en un tubo de vidrio cerrado. Aunque ha sido ampliamente utilizado, su uso se ha reducido debido a preocupaciones ambientales ya que el mercurio es tóxico.

b) Termómetro de Alcohol:

Similar al de mercurio, pero utiliza alcohol coloreado en lugar de mercurio. Es más seguro que el termómetro de mercurio, pero suele tener un rango de medición más limitado.

c) Termómetro Digital:

Utiliza sensores electrónicos para medir la temperatura y muestra el resultado en una pantalla digital. Son comunes en aplicaciones domésticas y profesionales debido a su facilidad de lectura y precisión.

d) Termómetro Infrarrojo:

Mide la radiación infrarroja emitida por un objeto para determinar su temperatura. Se utiliza sin contacto y es útil para medir la temperatura de superficies calientes, como en aplicaciones industriales.

e) Termopar:

Utiliza la relación entre la temperatura y el voltaje generado por la unión de dos metales diferentes. Los termopares son versátiles y se utilizan en una variedad de aplicaciones industriales.

f) Termómetro Bimetálico:

Emplea dos metales con coeficientes de expansión térmica diferentes, unidos en una lámina. Cuando la temperatura cambia, la lámina se dobla, lo que se traduce en una indicación de temperatura.

g) Termómetro de Gas a Volumen Constante:

Mide la presión de un gas a volumen constante. Se utiliza en aplicaciones científicas y de laboratorio.

h) Termómetro de Resistencia:

Utiliza la variación de la resistencia eléctrica de un material conductor con la temperatura. Los termómetros de platino (PT100) son un ejemplo común.

i) Termómetro de Máxima y Mínima:

Registra las temperaturas más altas y bajas alcanzadas en un período específico. Se utiliza comúnmente en aplicaciones meteorológicas.

Estos son solo algunos ejemplos y existen muchos otros tipos de termómetros especializados para aplicaciones específicas. La elección del termómetro depende de la precisión requerida, el rango de temperatura, la aplicación y otros factores específicos del uso previsto.

#### **2.2.4.8. Estrés térmico**

El estrés térmico se refiere a la tensión o carga fisiológica que experimenta el cuerpo humano cuando está expuesto a condiciones ambientales extremas, ya sea en términos de temperaturas elevadas o bajas. Este fenómeno ocurre cuando el cuerpo no puede regular su temperatura interna de manera efectiva, lo que puede dar lugar a diversos problemas de salud.

Hay dos formas principales de estrés térmico:

a) Estrés Térmico por Calor:

Ocurre cuando el cuerpo se expone a temperaturas elevadas y tiene dificultades para disipar el exceso de calor. Puede resultar en condiciones como golpe de calor, agotamiento por calor o calambres.

b) Estrés Térmico por Frío:

Se produce cuando el cuerpo se enfría a temperaturas bajas y lucha por mantener una temperatura interna adecuada. Puede dar lugar a condiciones como congelación, hipotermia o lesiones por exposición al frío.

El cuerpo humano tiene mecanismos naturales para regular la temperatura, como la transpiración para enfriarse en condiciones de calor y la contracción de los vasos sanguíneos para conservar el

calor en condiciones de frío. Sin embargo, cuando estas respuestas no son suficientes para contrarrestar las condiciones extremas, se produce el estrés térmico.

Las actividades laborales realizadas en entornos con temperaturas extremas pueden aumentar el riesgo de estrés térmico.

#### **2.2.4.9. Clima promedio en minas**

Las temperaturas en las diferentes minas son variables, en ciertas minas pueden superar el límite máximo permisible en lugares con altas temperaturas (30 °C) así como en lugares con muy bajas temperaturas (0 °C)

#### **2.2.4.10. Índices del estrés por calor**

Los índices de estrés por calor son herramientas que se utilizan para evaluar el riesgo de exposición a condiciones ambientales de temperatura y humedad que podrían afectar la salud y el rendimiento humano. Estos índices combinan variables como la temperatura del aire, la humedad relativa, la velocidad del viento y otras condiciones ambientales para proporcionar una medida cuantitativa del nivel de estrés térmico al que pueden estar expuestas las personas. El objetivo principal es evaluar el riesgo de efectos adversos para la salud, como el agotamiento por calor o el golpe de calor, así como para optimizar el rendimiento en entornos laborales o deportivos.

#### **2.2.4.11. Indicadores de estrés térmicos**

Los indicadores de estrés térmico son parámetros técnicos que cuantifican las condiciones ambientales relacionadas con el calor, considerando variables como la temperatura del aire, la humedad relativa, la velocidad del viento y la radiación solar. Estos indicadores ofrecen mediciones objetivas del entorno térmico, permitiendo una evaluación precisa del riesgo potencial de estrés térmico en individuos. Su aplicación en entornos laborales y otros contextos

facilita la gestión proactiva de situaciones donde las condiciones térmicas pueden tener impactos negativos en la salud y el rendimiento humano.

#### **2.2.4.12. Temperatura efectiva**

Se utiliza para describir la sensación térmica que experimenta un individuo, teniendo en cuenta factores adicionales más allá de la temperatura del aire en sí. En lugar de simplemente medir la temperatura real, la temperatura efectiva considera otros elementos que pueden influir en la percepción térmica, como la humedad, la velocidad del viento y, en algunos casos, la radiación solar.

El índice de temperatura efectiva se ha desarrollado para proporcionar una medida más precisa de cómo las condiciones climáticas se sienten para una persona en lugar de simplemente indicar la temperatura del aire. Ejemplos de índices de temperatura efectiva incluyen el Índice de Temperatura y Humedad (ITH o Heat Index), el Índice de Bulbo Húmedo y Temperatura del Aire (WBGT) y el Índice de Enfriamiento Efectivo (ECI o UTCI). Estos índices combinan múltiples variables climáticas para estimar cómo el cuerpo humano percibe y responde al entorno térmico.

#### **2.2.5. BASES TEORICAS**

##### **2.2.5.1. Temperatura de globo (TG)**

Es una medida que se obtiene mediante un termómetro de globo, un instrumento utilizado para evaluar la temperatura del aire y la radiación solar en entornos donde la exposición al sol es un factor significativo. Este tipo de termómetro consta de un bulbo negro que absorbe la radiación solar y un termómetro interior que mide la temperatura resultante.

Las características de la esfera son las siguientes:

- Diámetro de 150 mm

- El coeficiente de emisión medio es de 90 (color negro y de brillo mate)
- El grosor de la esfera debe ser lo más delgado posible
- La escala de medición oscila entre los 20°C hasta los 120 °C
- La precisión de la medición de temperatura es de  $\pm 0,5$  °C en el rango de 20 °C a 50 °C y  $\pm 1$  °C en el rango de 50 °C a 120 °C

#### **2.2.5.2. Temperatura del aire medida (TA)**

La temperatura del aire, en el contexto de la medición de estrés térmico, se refiere a la temperatura ambiente que se registra utilizando un termómetro convencional. Es una de las variables esenciales consideradas al evaluar las condiciones térmicas en entornos laborales.

Las características son las siguientes:

- El sensor deberá estar protegido de la radiación térmica, sin impedir la circulación del aire a su alrededor naturalmente.
- Escala de medida en el rango de 20 °C hasta 60 °C con una variación  $\pm 1$  °C

#### **2.2.5.3. Temperatura del bulbo húmedo (TBH)**

La temperatura de bulbo húmedo es una medida de la temperatura que tiene en cuenta la humedad del aire. Se obtiene utilizando un termómetro de bulbo húmedo, que consta de dos termómetros: uno con su bulbo seco y otro con su bulbo humedecido con un paño mojado.

La evaporación del agua del paño mojado en el bulbo húmedo provoca un enfriamiento adicional en ese termómetro debido al proceso de evaporación. La diferencia de temperatura entre el bulbo seco (que no está afectado por la evaporación) y el bulbo húmedo se utiliza para calcular la humedad relativa del aire y, a partir de ahí, se puede obtener la temperatura de bulbo húmedo.

La temperatura de bulbo húmedo es importante en el estudio del confort térmico y la evaluación del riesgo de estrés térmico, ya que proporciona información sobre la capacidad del aire para

evaporar la humedad del cuerpo humano. En entornos con alta humedad, la evaporación es menos efectiva para enfriar el cuerpo, lo que puede aumentar la sensación de calor y el riesgo de estrés térmico. Por lo tanto, la temperatura de bulbo húmedo es un indicador útil en la evaluación de las condiciones ambientales desde el punto de vista térmico.

- Las características del sensor de dicho equipo son:
- Tiene forma cilíndrica.
- El diámetro externo es de  $6\text{mm} \pm 1\text{mm}$ .
- La longitud es de  $30\text{mm} \pm 5\text{mm}$ .
- El rango de medida es de  $5^{\circ}\text{C}$  hasta  $40^{\circ}\text{C}$ .
- La precisión es de  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- La parte sensible del sensor debe tener un recubierto de un tejido (algodón, por ejemplo) con alto poder absorbente de agua.
- El soporte del sensor del equipo debe tener un diámetro promedio de  $6\text{mm}$  y una parte del ( $20\text{mm}$ ) debe estar cubierto por el tejido, esto para reducir el calor transmitido por la conducción desde el soporte hasta el sensor.
- El tejido debe tener forma cilíndrica formando una manga el cual debe ajustar al sensor, el cual debe estar holgado sin apretar el sensor ni estar tan holgado.
- El tejido debe estar limpio durante la medición.
- La parte inferior del tejido debe estar metido en agua destilada y la parte que no se encuentra en contacto debe tener una medida promedio de  $20\text{mm}$  a  $30\text{mm}$ .
- El recipiente que contiene el agua destilada debe estar protegido de la radiación térmica del ambiente.

#### **2.2.5.4. Temperatura de Globo y de Bulbo Húmedo Interna (TGBHi):**

Combinación de dos mediciones clave para evaluar las condiciones térmicas en entornos donde la radiación solar y la humedad del aire son factores críticos.

La combinación de la temperatura de globo y la temperatura de bulbo húmedo se utiliza a menudo en índices de estrés térmico, como el Índice de Bulbo Húmedo y Temperatura del Aire (WBGT), que se emplea en entornos laborales. Este índice proporciona una medida más integral de las condiciones térmicas al considerar la radiación solar y la humedad, lo que ayuda a evaluar el riesgo de estrés térmico. La TGBH es esencial para comprender las condiciones térmicas de manera más completa que simplemente medir la temperatura del aire.

#### **2.2.5.5. Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo Interno (TGBHi):**

Combinación de mediciones de temperatura de globo y temperatura de bulbo húmedo realizadas internamente en un lugar específico. Esto podría ser relevante en situaciones donde se desea evaluar el riesgo de estrés térmico en espacios interiores, como en entornos de trabajo o lugares donde la climatización y la gestión térmica son cruciales.

#### **2.2.5.6. Temperatura de Globo y de Bulbo Húmedo Externa (TGBHe):**

Combinación de mediciones de temperatura de globo y temperatura de bulbo húmedo realizadas en el exterior, con el propósito de evaluar las condiciones térmicas en ambientes al aire libre, donde la radiación solar y la humedad juegan un papel crucial.

#### **2.2.5.7. Calor metabólico:**

Cantidad de calor que se produce como resultado de los procesos metabólicos en el cuerpo humano. Durante las actividades metabólicas normales, como la digestión, la circulación sanguínea, la respiración y otras funciones celulares, el cuerpo genera energía, y una parte de esa energía se disipa en forma de calor.

En entornos donde hay condiciones de estrés térmico, como temperaturas elevadas, el cuerpo puede tener dificultades para disipar el calor producido internamente. Cuando la producción de calor metabólico supera la capacidad del cuerpo para perder calor al entorno, puede aumentar el riesgo de sobrecalentamiento y otros problemas asociados con el estrés térmico.

Es una consideración clave en la evaluación del riesgo de estrés térmico, ya que representa la fuente interna de calor que debe ser gestionada para mantener el equilibrio térmico del cuerpo en entornos donde las condiciones ambientales son desafiantes.

#### **2.2.5.8. Aclimatización:**

La Aclimatización al estrés térmico en una mina es un proceso mediante el cual los trabajadores se adaptan gradualmente a las condiciones térmicas del entorno laboral, especialmente en situaciones de temperaturas elevadas. Este proceso permite que el cuerpo se ajuste a las condiciones ambientales extremas y mejore su capacidad para mantener una temperatura interna estable. La Aclimatización es esencial para reducir el riesgo de enfermedades relacionadas con el calor y mejorar el rendimiento y la seguridad de los trabajadores. Aquí hay algunos puntos clave sobre la Aclimatización al estrés térmico en una mina:

##### a) Gradualidad:

Debe ser un proceso gradual y progresivo. No se puede esperar que un trabajador se adapte de inmediato a condiciones térmicas extremas.

##### b) Duración:

La duración del proceso de Aclimatización puede variar, pero generalmente se recomienda un período de al menos 5 a 14 días para lograr adaptaciones significativas.

c) Supervisión Médica:

Es importante que sea supervisada por profesionales médicos que evalúen la salud y el estado físico de los trabajadores durante el proceso.

d) Monitoreo Continuo:

Se debe realizar un monitoreo continuo de la salud y el rendimiento de los trabajadores durante y después del proceso de Aclimatización para garantizar que estén adaptándose adecuadamente y para identificar cualquier signo de estrés térmico.

e) Hidratación:

Durante la Aclimatización, se enfatiza la importancia de la hidratación adecuada. Los trabajadores deben ser conscientes de la necesidad de mantenerse bien hidratados para compensar las pérdidas de líquidos debido a la sudoración.

f) Descansos y Pausas:

Se pueden implementar estrategias como la programación de descansos y pausas en áreas más frescas para permitir que los trabajadores se recuperen y eviten la acumulación excesiva de calor.

g) Entrenamiento y Concientización:

Los trabajadores deben recibir capacitación sobre el reconocimiento de los síntomas del estrés térmico, las medidas preventivas y la importancia de informar cualquier problema de salud relacionado con el calor.

h) Vestimenta Adecuada:

Utilizar ropa adecuada para el calor, como prendas ligeras y de colores claros, puede contribuir a la Aclimatización.

La Aclimatización es fundamental en entornos laborales donde el estrés térmico es un riesgo significativo, como en las minas, ya que ayuda a reducir el riesgo de enfermedades relacionadas con el calor y mejora la seguridad y el bienestar de los trabajadores.

#### **2.2.5.9. Limite permisible**

El límite permisible de la temperatura TGBH (Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo) varía según las normativas y regulaciones específicas de cada país y de la industria en la que se aplique. En términos generales, el TGBH se utiliza como parte de índices de estrés térmico, como el Índice de Bulbo Húmedo y Temperatura del Aire (WBGT, por sus siglas en inglés), para evaluar las condiciones térmicas en entornos laborales.

Estos límites se establecen con el objetivo de proteger la salud y seguridad de los trabajadores, ya que altas temperaturas, combinadas con alta humedad, pueden aumentar el riesgo de estrés térmico, agotamiento por calor y golpes de calor.

Se recomienda usarlo con el nivel de acción.

#### **2.2.5.10. Nivel de acción**

Se refiere a los límites predefinidos en condiciones de temperatura y humedad en los cuales se deben implementar medidas específicas para proteger la salud y seguridad de los trabajadores.

Estos niveles de acción están diseñados para prevenir el riesgo de estrés térmico, agotamiento por calor y otros problemas relacionados con las condiciones ambientales extremas.

#### **2.2.5.11. Índice de Bulbo Húmedo y Temperatura del Aire (WBGT)**

El WBGT es un índice que combina las mediciones de la temperatura de globo y bulbo húmedo junto con la temperatura del aire. Se utiliza comúnmente para evaluar el riesgo de estrés térmico en entornos laborales.

Niveles de Acción del WBGT:

- ✓ Nivel Bajo de Acción: Se pueden implementar pausas y medidas de precaución cuando el WBGT alcanza un cierto nivel.
- ✓ Nivel Moderado de Acción: Se deben tomar medidas adicionales, como ajustar la carga de trabajo y proporcionar áreas de descanso más frescas, cuando el WBGT supera un umbral más alto.
- ✓ Nivel Alto de Acción: Se deben tomar medidas inmediatas, como la reducción de la intensidad del trabajo y la provisión de descansos más frecuentes, cuando el WBGT alcanza un nivel crítico.

Se deben tener en cuenta otros factores, como la duración de la exposición y la tasa de Aclimatización de los trabajadores.

#### **2.2.5.12. Métodos de medición del índice TGBH**

Se obtiene mediante las siguientes ecuaciones:

- ✓ Cuando se está en el interior de edificaciones o en el exterior, sin radiación solar

$$TGBH_i = 0.7TBH + 0.3TG \dots (I)$$

- ✓ Cuando se está en exteriores con radiación solar

$$TGBH_e = 0.7TBH + 0.2TG + 0.1TA \dots (II)$$

- ✓ Si la temperatura no es constante en los alrededores del puesto de trabajo, teniéndose diferencias notables entre mediciones efectuadas a diferentes alturas, debe hallarse realizando tres (03) mediciones, en nivel de tobillos, abdomen y cabeza, utilizando la formula (III):

$$TGBH = \frac{TGBH(Cabeza) + 2 \times TGBH(abdomen) + TGBH(tobillos)}{4} \dots \dots (III)$$

Las mediciones deben medirse a 0.1 m, 1.1 m, y 1.7 m con relación al suelo si se realiza actividades de trabajo es de pie, y a 0.1 m, 0.6 m, y 1.1 m, si es sentado.

Si el ambiente tiende a ser homogéneo, solo una medición a la altura del abdomen será suficiente.

Este índice expresa las características del ambiente, el cual no debe sobrepasar un cierto valor límite el cual depende del calor metabólico que el trabajador genera durante el trabajo (**M**).

En la lectura de la Tabla 2, se determina la temperatura máxima que alcanza el índice TGBH según el valor que adopta el término M (el cálculo se realiza usando las tablas 3 y 4).

**Tabla 2:**

*Valores límite de referencia para estrés térmico*

Ubicación del trabajo dentro de un ciclo de trabajo – descanso	Valor límite (TGBH en °C)				Nivel de acción (TGBH en °C)			
	Ligero	Moderado	Pesado	Muy pesado	Ligero	Moderado	Pesado	Muy pesado
75% a 100%	31	28	---	---	28	25	---	---
50% a 75%	31	29	27.5	---	28.5	26	24	---
25% a 50%	32	30	29	28	29.5	27	25.5	24.5
0% a 25%	32.5	31.5	30.5	30	30	29	28	27

Fuente: Decreto supremo 024-2016 EM y su modificatoria - Guía N° 02

### **2.2.5.13. Consumo metabólico (M)**

Se define como cantidad de calor producido por el organismo por unidad de tiempo siendo una variable que necesaria de conocer para la valoración del estrés térmico. Para calcularlo se puede utilizar el dato del consumo metabólico, siendo la energía total generada por el organismo por unidad de tiempo (potencia), siendo esto consecuencia de la tarea que realiza el trabajador, desestimando la potencia útil (siendo el rendimiento es muy bajo) y tomando en cuenta que toda la energía consumida se convierte en calorífica.

El consumo metabólico (**M**) puede medirse mediante el consumo de oxígeno de la persona, o estimarse a través de tablas, siendo este método el más utilizado. Relacionan, de forma sencilla y directa, el tipo de trabajo con el término M estableciendo trabajos exactos (Descargar camiones, perforación de frentes, carguío de frente, etc.) y dando un valor de M a cada uno de ellos. En la Tabla 3 se determinan un valor de M según la posición y movimiento del cuerpo, tipo de trabajo y metabolismo basal. Considerándose de 1 Kcal / min como media para la población laboral, el cual debe añadirse siempre.

**Tabla 3:**

*Estimación del consumo metabólico M*

<b>A. Posición y movimiento del cuerpo</b>			
			<b>Kcal/min</b>
Sentado			0.3
De pie			0.3
Andando			2.0 - 3.0
Subida de una pendiente andando			Añadir 0.8 por m. de subida

<b>B. Tipo de trabajo</b>			
Parte del Cuerpo	Intensidad	Media KCal/min	Rango KCal/min
Trabajo manual	Ligero	0.4	0.2 - 1.2
	Pesado	0.9	
trabajo con un brazo	Ligero	1	0.7 - 2.5
	Pesado	1.8	
Trabajo con dos brazos	Ligero	1.5	1.0 - 3.5
	Pesado	2.5	
Trabajo con el cuerpo	Ligero	3.5	2.5 - 15.0
	Moderado	5	
	Pesado	7	
	Muy pesado	9	

<b>C. Gasto Metabólico basal</b>			
1 kcal/min			

Fuente: Decreto supremo 024-2016 EM y su modificatoria - Guía N° 02

\*: Datos aplicables a una persona de 70Kg de peso, para corregir ver la ecuación VIII.

$$factor = \frac{Peso}{70 \text{ kg}} \dots\dots (VIII)$$

El consumo metabólico en unidades de potencia o potencia por unidad de superficie corporal.

Teniendo la relación siguiente: 1 K cal/hora = 1,16 watos = 0,64 watos/m<sup>2</sup> (en una superficie corporal media de 1,8 m<sup>2</sup>)

En la aplicación del límite máximo permisible debe determinarse cuál es el gasto metabólico total en la actividad, luego de ello ubicarlo en una de las categorías de la Tabla 4:

**Tabla 4:**

*Intensidad del trabajo respecto al Gasto Metabólico en Kcal/hora*

<b>Gasto Metabólico (Kcal/hr)</b>	<b>Categoría de Intensidad del Trabajo</b>	<b>Ejemplo de Actividad</b>
< 100	Descanso	Sentado
100-200	Ligero	Sentado con trabajo ligero con las manos o con las manos los brazos, etc.
200-300	Moderado	Trabajo constante moderado con las manos y brazos, etc.
300-400	Pesado	Trabajo intenso con manos y tronco, excavación manual, caminando rápidamente, etc.
>400	Muy Pesado	Actividad muy intensa

Fuente: Decreto supremo 024-2016 EM y su modificatoria - Guía N° 02

#### **2.2.5.14. Variación de las condiciones de trabajo con el tiempo**

Durante el turno de trabajo pueden variar el consumo metabólico o las condiciones ambientales, según las diferentes tareas o en diferentes ambientes de trabajo. Para estos casos se debe hallar el

índice TGBH o consumo metabólico, ponderados en el tiempo, aplicando las expresiones siguientes:

$$TGBH = \frac{\sum_{i=1}^n TGBH_i \times t_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \dots (IV) \quad M = \frac{\sum_{i=1}^n M_i \times t_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \dots (V)$$

En esta fórmula se aplicará el ponderado sólo puede utilizarse bajo la condición siguiente:

$$\sum_{i=1}^n t_i \leq 60$$

Esta compensación se debe a que unas situaciones térmicas con otras no ofrecen exactitud en periodos de lagos de tiempo.

#### 2.2.5.15. Adecuación de regímenes de trabajo-descanso

Se aplica cuando existe riesgo de estrés térmico, después de la evaluación, se puede ejecutar un régimen de trabajo-descanso de manera que el organismo del trabajador pueda restablecer el balance térmico y liberar el calor en exceso. Se puede calcular en este caso la fracción de tiempo requerida para que, en conjunto, la actividad sea confiable. Se aplica la siguiente fórmula para hallar esta fracción:

$$ft = \frac{(A - B)}{(C - D) + (A - B)} \times 60 \text{ (minutos / hora)} \dots (VI)$$

Siendo:

ft= Fracción de tiempo de trabajo respecto al total (indica los minutos a trabajar por cada hora)

A = TGBH límite en el descanso ( $M < 100$  Kcal/h.)

B = TGBH en la zona de descanso

C = TGBH en la zona de trabajo

D = TGBH límite en el trabajo

Si el personal está aclimatado al calor, permaneciendo en el lugar de trabajo durante la pausa, la expresión (VI) se simplifica:

$$ft = \frac{32.5 - B}{32.5 - D} \times 60 \text{ (minutos / hora)} \quad \dots \text{ (VII)}$$

Esto si  $B \geq A$ , las ecuaciones VI y VII no son aplicables.

En esta circunstancia equivale a un índice TGBH muy alto, que ni incluso con un índice de actividad relativo al descanso ( $< 100$  kcal 1 hora) ofrece seguridad. Debe acomodarse en un lugar más fresco para el descanso, de manera que cumpla  $B < A$ .

#### 2.2.5.16. Limitaciones a la aplicación del método

La sencillez del método hace que esté sometido a ciertas limitaciones, debidas a las restricciones en algunas variables. Ejemplo de ello, la curva límite sólo se aplica a individuos cuya EPP's ofrezca una resistencia térmica aproximada de 0,6 clo, lo que corresponde a una vestimenta veraniega. En caso distinto, deberá incrementarse el valor TGBH hallado según lo indicado en la Tabla 5:

**Tabla 5:**

*Factores de corrección de acuerdo con el tipo de vestimenta*

Tipo de Ropa	Sumar al TGBH (°C)
Ropa de trabajo (manga larga en camisa y pantalón)	0
Mamelucos (material tejido)	0
Ropa tejida de doble capa	3
Ropa sintética poco porosa	0.5
Ropa de trabajo de uso limitado que sirve de barrera al paso del vapor	11

Fuente: Decreto supremo 024-2016 EM y su modificatoria - Guía N° 02

Si los EPP's usados para el trabajo no permite el fácil paso del aire (complica la evaporación) y no se cuenta con factor de corrección para el TGBH, entonces deberá evaluarse un cambio en el material como una medida de protección. Cuando el ambiente de trabajo no se adapte al campo de ejecución del método, es decir, que la velocidad del aire o el vestido sean muy diferentes de lo indicado, debe aplicarse métodos más exactos de valoración (Ejemplo, el método establecido por la ISO).

**Observación:** Los datos mencionados en la Tabla 3 son considerados para un trabajador de peso aproximado de 70 Kg. Es posible corregir estos valores para pesos distintos a 70 Kg usando el factor de corrección siguiente:

$$factor = \frac{Peso}{70Kg} \dots VIII$$

#### **2.2.5.17. Producción**

Se refiere al proceso de extracción y obtención de minerales y otros recursos geológicos valiosos de la tierra. Esta actividad implica diversas etapas, desde la exploración y la identificación de depósitos minerales hasta la extracción, transporte y procesamiento del tonelaje extraído de interior mina en la planta de tratamiento.

#### **2.2.5.18. Productividad**

Eficiencia con la que se extraen y procesan los recursos minerales en comparación con los recursos y esfuerzos invertidos. Es un indicador clave que evalúa la relación entre la producción de minerales y los recursos utilizados, incluyendo el tiempo, el capital, la mano de obra y los equipos. La mejora de la productividad en la minería es esencial para garantizar la viabilidad económica de las operaciones.

### **2.2.5.19. Costos**

Se refiere a los gastos económicos asociados con las diversas etapas del proceso minero, desde la exploración y el desarrollo hasta la extracción, el procesamiento y la comercialización de minerales.

### **2.2.5.20. Costos de producción**

Se refieren a los gastos asociados con las diversas etapas del proceso minero, desde la exploración y desarrollo hasta la extracción, procesamiento y comercialización de minerales.

Estos costos son fundamentales para evaluar la viabilidad económica de una operación minera y son cruciales para la toma de decisiones estratégicas.

### **2.2.5.21. Respuesta fisiológica al calor: Enfermedades y muerte por calor**

A pesar de la activación de los mecanismos de termorregulación, las enfermedades por calor surgen cuando la temperatura corporal se eleva por encima de los niveles saludables. Con el aumento de la temperatura central, el cuerpo experimenta una disminución en su capacidad para llevar a cabo las funciones normales.

El exceso de calor en el cuerpo influye negativamente a la salud, la cual puede manifestarse de varias formas.

**Tabla 6:***Trastornos o enfermedades por calor, sus signos síntomas y mecanismos*

Trastornos o enfermedades por calor	Signos, síntomas mecanismos
Sarpullido por calor	Aparecen pequeñas manchitas rojas (pápulas) y picor, generalmente en zonas como la cara, el cuello, la parte superior del pecho, debajo del pecho, la ingle y el escroto. Se asocia a la sudoración intensa, muy habitual en climas cálidos húmedos.
Edema por calor	La hinchazón de las extremidades inferiores, generalmente en los tobillos, aparece al comienzo de la estación calurosa.
Desmayo o síncope por calor	Se manifiesta en una pérdida de la consciencia o mareo, de corta duración. Suele afectar a personas que han permanecido de pie durante largos períodos de tiempo sin moverse o cuando se han levantado repentinamente de una posición sentada o acostada, generalmente durante los primeros días de exposición al calor.
Calambres por calor	Son espasmos musculares dolorosos que suelen darse en piernas, brazos o abdomen, generalmente al final de un ejercicio prolongado. Puede estar relacionado con deshidratación, pérdida de electrolitos y fatiga muscular.
Agotamiento por calor	Enfermedad leve a moderada caracterizada por la incapacidad de mantener el ritmo cardiaco, sed intensa, debilidad, incomodidad, ansiedad, mareos, desmayos y dolor de cabeza. La temperatura central puede ser normal, o ligeramente baja o elevada (menor a 39 °C). El pulso es irregular, con hipotensión postural (es la tensión baja que se produce al ponerse de pie tras estar sentado o acostado) y respiración rápida y superficial. No hay alteración del estado mental. Suele aparecer como resultado de la exposición a niveles altos de calor ambiental o al ejercicio físico vigoroso, a veces asociada a deshidratación y/o pérdida de electrolitos.
Golpe de calor	Problema muy grave: el cuerpo es incapaz de controlar la temperatura, y esta se va incrementando, alcanzando rápidamente los 40 °C y más. Los síntomas principales: calor, sequedad y piel roja, pulso rápido, dolor intenso de cabeza, confusión y pérdida de conciencia. Puede haber náuseas, hipotensión, aumento de la frecuencia respiratoria. El cuerpo sufre una inflamación interna, con resultado de lesiones en órganos (como el hígado, riñón, etc.) y en tejidos (por ejemplo, intestinos y músculos). En su grado más severo, que puede aparecer rápidamente, además de las lesiones citadas, se produce una disfunción profunda del sistema nervioso central.

Fuente: Exposición laboral al estrés térmico por calor y sus efectos en la salud. ¿Qué hay que saber? -

## **CAPITULO 3**

### **METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**

#### **3.1. *Ámbito de estudio***

La tesis se desarrolla en las operaciones de avance de profundización de la empresa OPERMIN S.A.C. la cual realiza servicios para Compañía Minera Condestable, la cual se hace mención en el capítulo 2 en el marco contextual.

#### **3.2. *Tipo y nivel de investigación***

##### **3.2.1. *Tipo de investigación***

El tipo de investigación será aplicativa por la forma anteriormente planteada ya que se busca precisar la influencia del estrés térmico en la productividad.

##### **3.2.2. *Nivel de investigación***

Con relación a las características y objetivos de la investigación, se clasifica como un nivel descriptivo por la necesidad de conocer todo el todo el proceso de actividades que los trabajadores desarrolla a para identificar las labores críticas a evaluar y así mismo de nivel explicativo ya que se realizara el análisis de estos, para determinar el impacto del estrés térmico en la productividad de los avances.

#### **3.3. *Diseño de la investigación:***

El diseño de la investigación es cuasi experimental, para lo cual se realiza la recolección de datos a través de equipos de medición, así mismo la aplicación de registros al personal monitoreado y el análisis de datos finitos de la información recolectada del personal.

### **3.4. Población y Muestra**

#### **3.4.1. Población**

Se realizará en las labores de profundización de los Niveles -730 al Nivel -790 donde se evidencia las altas temperaturas, considerándose a todos los trabajadores que realizan actividades en dichos lugares en albos turnos.

#### **3.4.2. Muestra**

Se realizará a través de muestreo no probabilístico eligiéndose 09 frentes de trabajo con un total de 54 trabajadores y con mayor tiempo de permanencia.

### **3.5. Técnicas e instrumentos de captura de información**

#### **3.5.1. Técnicas de captura de información**

Se realizará los siguientes pasos:

- ✓ Medición de temperaturas y llenado de registros
- ✓ Recolección de muestras de datos e información de estrés térmico
- ✓ Evaluación de tipo de ropa de trabajo en cada frente de trabajo
- ✓ Estudio de exámenes médicos ocupacionales.
- ✓ Fichas de seguimiento del personal en campo
- ✓ Evaluación de metros de avance por cada mes
- ✓ Realización de tamizaje de peso y talla del personal para los cálculos
- ✓ Entrevista al personal sobre actividades realizadas en su hora de trabajo

#### **3.5.2. Instrumentos de captura de información**

Se usarán las siguientes herramientas:

- ✓ Equipo de monitoreo CRIFFER modelo PROTEMP 4 serie 11000749
- ✓ Microsoft Excel para el procesamiento de datos

- ✓ Libros de investigación relacionados al tema
- ✓ Ficha de datos del personal
- ✓ Registros del personal

### **Ilustración 2:**

*Instrumento de medición para estrés por calor.*

<b>MEDIDOR DE ESTRÉS TÉRMICO</b>		
	<b>Código:</b>	<b>ET-04</b>
	<b>Marca:</b>	CRIFFER
	<b>Modelo:</b>	PROTEMP 4
	<b>Serie:</b>	11000749
	<b>Procedencia:</b>	BRASIL
	<b>Calibrado:</b>	15/11/2022
	<b>Vigencia:</b>	15/11/2023

Fuente: datos de equipo propiedad de MEIN INGENIEROS SA.C.

### **3.6. Técnicas de Procesamiento de datos**

Se realiza los siguientes ítems para realizar el procesamiento de datos

- ✓ Se realizo el ingreso de la información de observación directa.
- ✓ Se realizo las mediciones con el equipo para el cálculo de estrés térmico.
- ✓ Se realizo la medición de variables en campo.
- ✓ Se realizo la aplicación de fórmulas para el cálculo de Índices del Termómetro de Globo y Bulbo Húmedo.
- ✓ Se realizo el cálculo de horas de descanso en relación con la alta temperatura y el cálculo de perdidas en el metraje y costos.

## CAPITULO 4

### RESULTADOS Y DISCUSION DE LA INVESTIGACION

#### 4.1. Estudio sobre la influencia del estrés térmico en la productividad

En la compañía minera condestable, en la zona de profundización donde realiza las actividades de avance la empresa OPERMIN, se tienen labores con temperaturas que sobrepasan los Limites Máximo Permisibles (LMP), en la cual se realiza la toma de muestras de 36 trabajadores en tres guardias distintas, cada guardia está constituido por 3 jumbos Frontonero, los cuales tienen como personal al Operador de Jumbo, ayudante de jumbo, maestro cargador y ayudante cargador, siendo el personal más expuesto a altas temperaturas en las diferentes labores

Así mismo, al personal que ingresa a la empresa (Personal nuevo) se le designa trabajos leves y reconocimiento de labores durante sus primeros siete días para la aclimatación del cuerpo y recién luego de ello ingresar a las operaciones para el avance programado de las labores y las funciones en las cuales se desempeñara en sus actividades diarias según el cargo.

#### 4.2. Medición del valor de la temperatura de Globo y Bulbo Húmedo (TGBH) en los frentes de trabajo.

Para ello se utiliza el equipo de monitor de estrés térmico en los diferentes frentes de trabajo, los cuales da la información de diferentes tipos de temperaturas entre ellas tenemos las siguientes

- Temperatura Seca (TS)
- Temperatura de Bulbo Húmedo (TBH)
- Temperatura de Globo (TG)

El cual se adjunta en la tabla 07, el cual esta ordenado por guardias y así mismo por equipo y personal.

**Tabla 7:**

*Datos del monitor de estrés térmico de temperatura Seca (TS), Temperatura de Bulbo Húmedo (TBH) y Temperatura de globo (TG) de cada trabajador por guardia.*

	<b>Cargo que desempeña</b>	<b>Guardia A</b>	<b>Temp. Seca (TS) °C</b>	<b>Temp. Bulbo Húmeda (TBH) °C</b>	<b>Temp. Globo (TG) °C</b>
<b>ROCKET BOOMER SD N° 07</b>	<b>Op. Jumbo 1</b>	Casimiro Rojas Alberto Alejandro	36.5	28.4	40
	<b>Ay. Jumbo</b>	Yataco Huacalsaico Edson	37.2	28.5	39.1
	<b>Maestro Cargador</b>	Camayo Yaurivilca Roberth	36.7	28.4	38.7
	<b>Ay. Cargador</b>	Cuarez Gomez William Ronald	38.2	27.1	38.5
<b>ROCKET BOOMER N° 03</b>	<b>Op. Jumbo 2</b>	Soto Bernachea Michael David	33.7	28.5	39.2
	<b>Ay. Jumbo</b>	Huamani Cuba Edwin Ricardo	37.3	29	40.6
	<b>Maestro Cargador</b>	Bente Ushiñahua Alberto	36.7	28.4	38.5
	<b>Ay. Cargador</b>	Cocha Bedriñana Jonathan	38.4	27.6	38.1
<b>JUMBO</b>	<b>Op. Jumbo 3</b>	Carrion Vera Joel	36.4	29	40.1
	<b>Ay. Jumbo</b>	Vitor Huatarango Elim	37.6	28.1	38.3
	<b>Maestro Cargador</b>	Chuquipiondo Chavez Eder	38.1	29	39.1
	<b>Ay. Cargador</b>	Sanchez Tuya Julian Rodrigo	37.4	28.1	38.4

	<b>Cargo que desempeña</b>	<b>Guardia B</b>	<b>Temp. Seca (TS) °C</b>	<b>Temp. Bulbo Húmeda (TBH) °C</b>	<b>Temp. Globo (TG) °C</b>
<b>ROCKET BOOMER SD N° 07</b>	<b>Op. Jumbo 1</b>	Campos Peña Manuel	37.6	29.1	39.5
	<b>Ay. Jumbo</b>	Ordinola Casaverde Henry Martin	36.9	28.2	40
	<b>Maestro Cargador</b>	Araujo Morales Ernesto Augusto	38.2	28.1	39.1
	<b>Ay. Cargador</b>	Vitor Huatarongo Jhon	36.4	28	38.3
<b>ROCKET BOOMER N° 03</b>	<b>Op. Jumbo 2</b>	Caballero Chiclla Luis Justiniano	38.1	28.4	40
	<b>Ay. Jumbo</b>	Ochoa Navarro Luisin Power	37.4	29.1	38.4
	<b>Maestro Cargador</b>	Curi Canturin Henry	37.1	29	39.1
	<b>Ay. Cargador</b>	Chumpitaz Cordova Luis Hernan	36.8	28	38.9
<b>JUMBO</b>	<b>Op. Jumbo 3</b>	Osorio Huillcas Roberto	38.1	28.4	39.2
	<b>Ay. Jumbo</b>	Rojas Garcia Eucebio Aquilino	37.7	28.1	40
	<b>Maestro Cargador</b>	Ramos Ichpas Mario Jesus	36.4	27.9	39.1
	<b>Ay. Cargador</b>	Huacalsaico Bravo Luis Gerardo	37.4	28.1	38.7

	<b>Cargo que desempeña</b>	<b>Guardia C</b>	<b>Temp. Seca (TS) °C</b>	<b>Temp. Bulbo Húmeda (TBH) °C</b>	<b>Temp. Globo (TG) °C</b>
<b>ROCKET BOOMER SD N° 07</b>	<b>Op. Jumbo 1</b>	Ortiz Inocente Calep	37.6	28.1	39.3
	<b>Ay. Jumbo</b>	Aliaga Cangahuala David	38.2	28.3	39.1
	<b>Maestro Cargador</b>	Ricapa Chombo Victor Alberto	37.6	28.5	39.2
	<b>Ay. Cargador</b>	Flores Chumpitaz Yeiko	37.3	28	38
<b>ROCKET BOOMER N° 03</b>	<b>Op. Jumbo 2</b>	Ticona Mamani Midwar	36.9	27.6	39.7
	<b>Ay. Jumbo</b>	Viru Urruchi Jeampier Martin	37.8	28.1	39.1
	<b>Maestro Cargador</b>	Rojas Armas Dennis	37.6	28.4	38.5
	<b>Ay. Cargador</b>	Fernandez Segil Hirwen	37.8	28.7	39.7
<b>JUMBO</b>	<b>Op. Jumbo 3</b>	Jordan Huisa Hector	36.8	28.2	38.5
	<b>Ay. Jumbo</b>	Bartolo Quispe Alexis Yasser	37.3	27.5	39.1
	<b>Maestro Cargador</b>	Huaman Padin Luis	37.9	27.5	40.1
	<b>Ay. Cargador</b>	Quispe Huamancha Josue	36.8	28.1	38.5

Fuente: Elaboración propia.

Después de realizar las mediciones de temperaturas, se realiza los cálculos de índices de

TGBH con las siguientes formulas:

- ✓ Cuando se está en el interior de edificaciones o en el exterior, sin radiación solar

$$TGBH_i = 0.7TBH + 0.3TG \dots (I)$$

- ✓ Cuando se está en exteriores con radiación solar

$$TGBH_e = 0.7TBH + 0.2TG + 0.1TA \dots (II)$$

En el caso de interior mina se aplica la primera formula (I), ya que en profundización no se cuenta con radiación solar que pueda influenciar en el índice de TGBH, por ende, no se toma en cuenta la Temperatura del Aire (TA).

**Tabla 8:**

*Datos calculados de índice de TGBH*

	<b>Cargo que desempeña</b>	<b>Guardia A</b>	<b>Temp Globo y Bulbo Húmedo (TGBH) °C</b>
<b>ROCKET BOOMER SD N° 07</b>	<b>Op. Jumbo 1</b>	Casimiro Rojas Alberto Alejandro	31.9
	<b>Ay. Jumbo</b>	Yataco Huacalsaico Edson	31.7
	<b>Maestro Cargador</b>	Camayo Yaurivilca Roberth	31.5
	<b>Ay. Cargador</b>	Cuarez Gomez William Ronald	30.5
<b>ROCKET BOOMER N° 03</b>	<b>Op. Jumbo 2</b>	Soto Bernachea Michael David	31.7
	<b>Ay. Jumbo</b>	Huamani Cuba Edwin Ricardo	32.5
	<b>Maestro Cargador</b>	Bente Ushiñahua Alberto	31.4
	<b>Ay. Cargador</b>	Cocha Bedriñana Jonathan	30.8
<b>JUMBO</b>	<b>Op. Jumbo 3</b>	Carrion Vera Joel	32.3
	<b>Ay. Jumbo</b>	Vitor Huatarango Elim	31.2
	<b>Maestro Cargador</b>	Chuquipiondo Chavez Eder	32.0
	<b>Ay. Cargador</b>	Sanchez Tuya Julian Rodrigo	31.2

	<b>Cargo que desempeña</b>	<b>Guardia B</b>	<b>Temp Globo y Bulbo Húmedo (TGBH) °C</b>
<b>ROCKET BOOMER SD N° 07</b>	<b>Op. Jumbo 1</b>	Campos Peña Manuel	32.2
	<b>Ay. Jumbo</b>	Ordinola Casaverde Henry Martin	31.7
	<b>Maestro Cargador</b>	Araujo Morales Ernesto Augusto	31.4
	<b>Ay. Cargador</b>	Vitor Huatarongo Jhon	31.1
<b>ROCKET BOOMER N° 03</b>	<b>Op. Jumbo 2</b>	Caballero Chiclla Luis Justiniano	31.9
	<b>Ay. Jumbo</b>	Ochoa Navarro Luisin Power	31.9
	<b>Maestro Cargador</b>	Curi Canturin Henry	32.0
	<b>Ay. Cargador</b>	Chumpitaz Cordova Luis Hernan	31.3
<b>JUMBO</b>	<b>Op. Jumbo 3</b>	Osorio Huillcas Roberto	31.6
	<b>Ay. Jumbo</b>	Rojas Garcia Eucebio Aquilino	31.7
	<b>Maestro Cargador</b>	Ramos Ichpas Mario Jesus	31.3
	<b>Ay. Cargador</b>	Huacalsaico Bravo Luis Gerardo	31.3

	<b>Cargo que desempeña</b>	<b>Guardia C</b>	<b>Temp Globo y Bulbo Húmedo (TGBH) °C</b>
<b>ROCKET BOOMER SD N° 07</b>	<b>Op. Jumbo 1</b>	Ortiz Inocente Calep	31.5
	<b>Ay. Jumbo</b>	Aliaga Cangahuala David	31.5
	<b>Maestro Cargador</b>	Ricapa Chombo Victor Alberto	31.7
	<b>Ay. Cargador</b>	Flores Chumpitaz Yeiko	31.0
<b>ROCKET BOOMER N° 03</b>	<b>Op. Jumbo 2</b>	Ticona Mamani Midwar	31.2
	<b>Ay. Jumbo</b>	Viru Urruchi Jeampier Martin	31.4
	<b>Maestro Cargador</b>	Rojas Armas Dennis	31.4
	<b>Ay. Cargador</b>	Fernandez Segil Hirwen	32.0
<b>JUMBO</b>	<b>Op. Jumbo 3</b>	Jordan Huisa Hector	31.3
	<b>Ay. Jumbo</b>	Bartolo Quispe Alexis Yasser	31.0
	<b>Maestro Cargador</b>	Huaman Padin Luis	31.3
	<b>Ay. Cargador</b>	Quispe Huamancha Josue	31.2

Fuente: Elaboración propia.

### 4.3. Cálculo de la temperatura de Globo y Bulbo húmedo promedio (TGBH promedio) en la zona de trabajo.

Para realizar el cálculo de la Temperatura de globo y bulbo húmedo promedio, se debe determinar el ciclo de tiempo de trabajo de cada puesto de trabajo, en este caso se calculó para el Operador de Jumbo, Ayudante de Jumbo y Maestro Cargador siendo este similar al de ayudante cargador:

#### 4.3.1. Cálculo de ciclo de tiempo del operador de Jumbo Frontonero

Se realiza el seguimiento al personal y se tienen los siguientes datos adjuntos en la tabla N° 9:

**Tabla 9:**

*Cálculo del ciclo de tiempo del operador de jumbo frontonero*

	<i>TAREA</i>	<i>TIEMPO (m)</i>	<i>% DEL TOTAL</i>
1	<i>Descolgar y transportar barretilla</i>	2	4%
2	<i>prueba de estabilidad de roca</i>	0.5	1%
3	<i>desate de roca</i>	20	40%
4	<i>alumbrado de techo</i>	5	10%
5	<i>limpieza del desate</i>	8	16%
6	<i>perforación desde cabina (control)</i>	15	30%
	<i>tiempo total</i>	50.5	100%

Fuente: Elaboración propia

Siendo el ciclo de tiempo del operador de jumbo frontonero 50.5 minutos

#### 4.3.2. Cálculo de ciclo de tiempo del Ayudante de Jumbo

Realizando el seguimiento del personal se obtiene los siguientes datos el cual se adjunta en el cuadro N° 10

**Tabla 10:**

*Cálculo del ciclo de tiempo del ayudante de jumbo*

	<b>TAREA</b>	<b>TIEMPO (m)</b>	<b>% DEL TOTAL</b>
1	<i>Descolgar y transportar barretilla</i>	2	5%
2	<i>prueba de estabilidad de roca</i>	0.5	1%
3	<i>desate de roca</i>	20	47%
4	<i>alumbrado de techo</i>	5	12%
5	<i>limpieza del desate</i>	8	19%
6	<i>Instalación de cable de energía y agua de jumbo</i>	3	7%
7	<i>Cambio de brocas</i>	1.5	3%
8	<i>Desinstalación de cable y manguera de equipo</i>	3	7%
	<i>tiempo total</i>	40.5	100%

Fuente: Elaboración propia.

Siendo el ciclo de tiempo del ayudante de jumbo 40.5 minutos en total

#### 4.3.3. *Cálculo de ciclo de tiempo del maestro y ayudante cargador*

Realizando el seguimiento del personal se obtiene los siguientes datos el cual se adjunta en el cuadro N° 11:

**Tabla 11:**

*Cálculo de ciclo de tiempo del maestro y ayudante cargador*

	<b>TAREA</b>	<b>TIEMPO (m)</b>	<b>% DEL TOTAL</b>
1	<i>Descolgar y transportar barretilla</i>	1	1%
2	<i>prueba de estabilidad de roca</i>	1	1%
3	<i>desate de roca</i>	10	9%
4	<i>Limpieza de perforación y desatado</i>	28	25%
5	<i>Sopletear los taladros</i>	10	9%
6	<i>Trasladar el material explosivo al frente</i>	3	3%
7	<i>Encebado de explosivos</i>	8	7%
8	<i>colocación (empuje) de explosivos</i>	40	35%
9	<i>Colocación de Pentacore (amarre de fanel)</i>	10	9%
10	<i>esperar descansando</i>	2	2%
	<i>tiempo total</i>	113	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Siendo el ciclo de tiempo del ayudante de jumbo 113 minutos en total

**4.3.4. Proceso de Cálculo de la temperatura de Globo y Bulbo húmedo promedio (TGBH promedio) en la zona de trabajo.**

Teniendo los ciclos de cada puesto de trabajo se puede realizar el cálculo promedio del TGBH en la zona de trabajo, para ellos se aplica la siguiente formula:

$$TGBH = \frac{\sum_{i=1}^n TGBH_i \times t_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \dots (IV)$$

Donde:

TGBH: Temperatura de globo y bulbo húmedo por puesto de trabajo

t: tiempo del ciclo por puesto de trabajo

Así mismo se tiene como información que los ciclos para cada puesto de trabajo son los siguientes:

- Ciclo del operador de Jumbo frontonero: 50.5 min
- Ciclo del operador de ayudante de Jumbo: 40.5 min
- Ciclo del operador del maestro y ayudante cargador: 113 min.

Luego de ello se adjunta la información en la tabla N° 12 para iniciar los cálculos:

**Tabla 12:**

*Cálculo de Temperatura de Globo y bulbo húmedo promedio en el lugar de trabajo*

	<b>Cargo que desempeña</b>	<b>Guardia A</b>	<b>Temp Globo y Bulbo Húmedo (TGBH) °C</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>TGBH* Tiempo</b>
<b>ROCKET BOOMER SD N° 07</b>	<b>Op. Jumbo 1</b>	Casimiro Rojas Alberto Alejandro	31.9	50.5	1609.94
	<b>Ay. Jumbo</b>	Yataco Huacalsaico Edson	31.7	40.5	1283.04
	<b>Maestro Cargador</b>	Camayo Yaurivilca Roberth	31.5	113	3558.37
	<b>Ay. Cargador</b>	Cuarez Gomez William Ronald	30.5	113	3448.76
<b>ROCKET BOOMER N° 03</b>	<b>Op. Jumbo 2</b>	Soto Bernachea Michael David	31.7	50.5	1601.35
	<b>Ay. Jumbo</b>	Huamani Cuba Edwin Ricardo	32.5	40.5	1315.44
	<b>Maestro Cargador</b>	Bente Ushiñahua Alberto	31.4	113	3551.59
	<b>Ay. Cargador</b>	Cocha Bedriñana Jonathan	30.8	113	3474.75
<b>JUMBO</b>	<b>Op. Jumbo 3</b>	Carrion Vera Joel	32.3	50.5	1632.66
	<b>Ay. Jumbo</b>	Vitor Huatarango Elim	31.2	40.5	1261.98
	<b>Maestro Cargador</b>	Chuquipiondo Chavez Eder	32.0	113	3619.39
	<b>Ay. Cargador</b>	Sanchez Tuya Julian Rodrigo	31.2	113	3524.47

	<b>Cargo que desempeña</b>	<b>Guardia B</b>	<b>Temp Globo y Bulbo Húmedo (TGBH) °C</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>TGBH* Tiempo</b>
<b>ROCKET BOOMER SD N° 07</b>	<b>Op. Jumbo 1</b>	Campos Peña Manuel	32.2	50.5	1627.11
	<b>Ay. Jumbo</b>	Ordinola Casaverde Henry Martin	31.7	40.5	1285.47
	<b>Maestro Cargador</b>	Araujo Morales Ernesto Augusto	31.4	113	3548.2
	<b>Ay. Cargador</b>	Vitor Huatarongo Jhon	31.1	113	3513.17
<b>ROCKET BOOMER N° 03</b>	<b>Op. Jumbo 2</b>	Caballero Chiclla Luis Justiniano	31.9	50.5	1609.94
	<b>Ay. Jumbo</b>	Ochoa Navarro Luisin Power	31.9	40.5	1291.54
	<b>Maestro Cargador</b>	Curi Canturin Henry	32.0	113	3619.39
	<b>Ay. Cargador</b>	Chumpitaz Cordova Luis Hernan	31.3	113	3533.51
<b>JUMBO</b>	<b>Op. Jumbo 3</b>	Osorio Huillcas Roberto	31.6	50.5	1597.82
	<b>Ay. Jumbo</b>	Rojas Garcia Eucebio Aquilino	31.7	40.5	1282.63
	<b>Maestro Cargador</b>	Ramos Ichpas Mario Jesus	31.3	113	3532.38
	<b>Ay. Cargador</b>	Huacalsaico Bravo Luis Gerardo	31.3	113	3534.64
	<b>Cargo que desempeña</b>	<b>Guardia C</b>	<b>Temp Globo y Bulbo Húmedo (TGBH) °C</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>TGBH* Tiempo</b>
<b>ROCKET BOOMER SD N° 07</b>	<b>Op. Jumbo 1</b>	Ortiz Inocente Calep	31.5	50.5	1588.73
	<b>Ay. Jumbo</b>	Aliaga Cangahuala David	31.5	40.5	1277.37
	<b>Maestro Cargador</b>	Ricapa Chombo Victor Alberto	31.7	113	3583.23
	<b>Ay. Cargador</b>	Flores Chumpitaz Yeiko	31.0	113	3503
<b>ROCKET BOOMER N° 03</b>	<b>Op. Jumbo 2</b>	Ticono Mamani Midwar	31.2	50.5	1577.11
	<b>Ay. Jumbo</b>	Viru Urruchi Jeampier Martin	31.4	40.5	1271.7
	<b>Maestro Cargador</b>	Rojas Armas Dennis	31.4	113	3551.59
	<b>Ay. Cargador</b>	Fernandez Segil Hirwen	32.0	113	3616
<b>JUMBO</b>	<b>Op. Jumbo 3</b>	Jordan Huisa Hector	31.3	50.5	1580.14
	<b>Ay. Jumbo</b>	Bartolo Quispe Alexis Yasser	31.0	40.5	1254.69
	<b>Maestro Cargador</b>	Huaman Padin Luis	31.3	113	3534.64
	<b>Ay. Cargador</b>	Quispe Huamanacha Josue	31.2	113	3527.86

Fuente: Elaboración propia

Por ende, se tiene los siguientes datos para el cálculo de la temperatura de globo y bulbo húmedo promedio en el lugar de trabajo

$$\sum TGBH_i * T_i = 89723.63 \text{ } ^\circ\text{C x min}$$

$$\sum T_i = 2853 \text{ min}$$

Aplicando la formula (IV) se tiene lo siguiente:

$$TGBH_{promedio} = \frac{89723.63 \text{ } ^\circ\text{C x min}}{2853 \text{ min}}$$

$$TGBH_{promedio} = 31.4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Se tiene entonces que la temperatura de Globo y Bulbo húmedo promedio en el lugar de trabajo es de 31.4 °C

#### **4.4. Estimación del consumo metabólico (M) por puestos de trabajos.**

El consumo metabólico es la cantidad de energía que el cuerpo utiliza para realizar funciones vitales y actividades diarias. Incluye la energía necesaria para respirar, mantener la temperatura corporal y realizar actividades físicas.

Por tal motivo se realizan los cálculos del consumo metabólico para el operador de jumbo, el ayudante de jumbo, así mismo el cálculo de consumo metabólico es igual para el maestro y el ayudante cargador ya que ambos realizar actividades similares en el momento del carguío del frente.

El proceso de cálculo es determinando el ciclo de trabajo según trabajador, luego de ello se tiene que realizar el cálculo metabólico por cada actividad programado según el tipo de actividad y posición de cada puesto de trabajo anteriormente mencionado y luego el acumulado total, para tal fin se tiene que usar la tabla N° 3: “Estimación del consumo metabólico M”

#### 4.4.1. Cálculo de consumo metabólico para operador de Jumbo Frontonero.

Inicialmente se define el ciclo de trabajo del operador de jumbo según el tiempo de cada actividad adjunto en tabla N° 13.

**Tabla 13:**

*Ciclo de trabajo del Operador de Jumbo Frontonero*

	<i>TAREA</i>	<i>TIEMPO (m)</i>	<i>% DEL TOTAL</i>
1	<i>Descolgar y transportar barretilla</i>	2	4%
2	<i>prueba de estabilidad de roca</i>	0.5	1%
3	<i>desate de roca</i>	20	40%
4	<i>alumbrado de techo</i>	5	10%
5	<i>limpieza del desate</i>	8	16%
6	<i>perforación desde cabina (control)</i>	15	30%

Fuente: Elaboración propia.

Según lo descrito en el ciclo de trabajo del personal se selecciona la primera fila (de 75% al 100% del tiempo de trabajo sin descanso) de la tabla N° 2, en la cual al no tener descanso menor o igual al 0.25 en el ciclo total de la actividad.

Se realiza el cálculo del consumo metabólico para cada tarea programada para el operador del jumbo Frontonero el cual tiene que ser evaluada según la tabla N° 3: “Estimación del consumo metabólico M”, según las posiciones del cuerpo y el tipo de actividad realizado y así mismo se debe agregar 1 Kcal/min por el metabolismo basal, la información se resume en la tabla N° 14.

**Tabla 14:**

*Cálculo de consumo metabólico del operador de jumbo Frontonero.*

TAREA		% TIEMPO	GASTO CALORICO	
1	<i>Descolgar y transportar barretilla</i>	<i>0.04</i>	Andando ..... 2.0 Kcal/min Trabajo ligero con ambos brazos ..... 1.5 Kcal/min	3.5
2	<i>prueba de estabilidad de roca</i>	<i>0.01</i>	De pie ..... 0.6 Kcal/min Trabajo pesado con ambos brazos ..... 2.5 Kcal/min	3.1
3	<i>desate de roca</i>	<i>0.40</i>	De pie ..... 0.6 Kcal/min Trabajo moderado con el cuerpo ..... 5.0 Kcal/min	5.6
4	<i>alumbrado de techo</i>	<i>0.10</i>	De pie ..... 0.6 Kcal/min	0.6
5	<i>limpieza del desate</i>	<i>0.16</i>	Andando ..... 2.0 Kcal/min Trabajo ligero con ambos brazos ..... 1.5 Kcal/min	3.5
6	<i>perforación desde cabina (control)</i>	<i>0.30</i>	Sentado ..... 0.3 Kcal/min Trabajo manual ligero .... 0.4 Kcal/min	0.7
Metabolismo Basal		.....	1 kcal/min	1

Fuente: Elaboración propia.

Luego de los cálculos realizados para cada tarea se realiza el cálculo del acumulado del consumo metabólico total del ciclo del operador de jumbo frontonero con la siguiente formula:

$$M = \Sigma(\%_i \times \text{Gasto Calorifico}_i) + \text{metabolismo basal} \dots \dots \text{(IX)}$$

Aplicando la formula se tiene lo siguiente:

$$M = (0.04 \times 3.5 \text{ Kcal/min}) + (0.01 \times 3.1 \text{ Kcal/min}) + (0.40 \times 5.6 \text{ Kcal/min}) + (0.10 \times 0.6 \text{ Kcal/min}) + (0.16 \times 3.5 \text{ Kcal/min}) + (0.30 \times 0.7 \text{ Kcal/min}) + 1 \text{ Kcal/min}$$

$$M = 4.21 \text{ Kcal/min (Consumo metabólico de operador de Jumbo)}$$

#### 4.4.2. Cálculo de consumo metabólico para Ayudante de Jumbo.

Inicialmente se define el ciclo de trabajo del operador de jumbo según el tiempo de cada actividad adjunto en tabla N° 15.

**Tabla 15:**

*Cálculo de consumo metabólico del ayudante de jumbo*

	<b>TAREA</b>	<b>TIEMPO (m)</b>	<b>% DEL TOTAL</b>
1	<i>Descolgar y transportar barretilla</i>	2	5%
2	<i>prueba de estabilidad de roca</i>	0.5	1%
3	<i>desate de roca</i>	20	47%
4	<i>alumbrado de techo</i>	5	12%
5	<i>limpieza del desate</i>	8	19%
6	<i>Instalación de cable de energía y agua de jumbo</i>	3	7%
7	<i>Cambio de brocas</i>	1.5	3%
8	<i>desinstalación de cable y manguera de equipo</i>	3	7%

Fuente: Elaboración propia.

Según lo descrito en el ciclo de trabajo del personal se selecciona la primera fila (de 75% al 100% del tiempo de trabajo sin descanso) de la tabla N° 2, en la cual al no tener descanso menor o igual al 0.25 en el ciclo total de la actividad.

Se realiza el cálculo del consumo metabólico para cada tarea programada para el ayudante del jumbo el cual tiene que ser evaluada según la tabla N° 3: “Estimación del consumo metabólico M”, según las posiciones del cuerpo y el tipo de actividad realizado y así mismo se debe agregar 1 Kcal/min por el metabolismo basal, la información se resume en la tabla N° 16.

**Tabla 16:**

*Cálculo de consumo metabólico del ayudante de jumbo.*

TAREA		% TIEMPO	GASTO CALORICO	
1	<i>Descolgar y transportar barretilla</i>	0.05	Andando ..... 2.0 Kcal/min Trabajo ligero con ambos brazos ..... 1.5 Kcal/min	3.5
2	<i>prueba de estabilidad de roca</i>	0.01	De pie ..... 0.6 Kcal/min Trabajo pesado con ambos brazos ..... 2.5 Kcal/min	3.1
3	<i>desate de roca</i>	0.47	De pie ..... 0.6 Kcal/min Trabajo moderado con el cuerpo ..... 5.0 Kcal/min	5.6
4	<i>alumbrado de techo</i>	0.12	De pie ..... 0.6 Kcal/min	0.6
5	<i>limpieza del desate</i>	0.19	Andando ..... 2.0 Kcal/min Trabajo ligero con ambos brazos ..... 1.5 Kcal/min	3.5
6	<i>Instalación de cable de energía y agua de jumbo</i>	0.07	De pie ..... 0.6 Kcal/min Trabajo ligero con ambos brazos ..... 1.5 Kcal/min	2.1
7	<i>Cambio de brocas</i>	0.03	De pie ..... 0.6 Kcal/min Trabajo pesado con ambos brazos ..... 2.5 Kcal/min	3.1
8	<i>desinstalación de cable y manguera de equipo</i>	0.07	De pie ..... 0.6 Kcal/min Trabajo ligero con ambos brazos ..... 1.5 Kcal/min	2.1
Metabolismo Basal		.....	1 kcal/min	1

Fuente: Elaboración propia.

Luego de los cálculos realizados para cada tarea se realiza el cálculo del acumulado del consumo metabólico total del ciclo del ayudante de jumbo con la siguiente formula:

$$M = \Sigma(\%_i \times \text{Gasto Calorifico}_i) + \text{metabolismo basal} \dots \dots \text{(IX)}$$

Aplicando la formula se tiene lo siguiente:

$$M = (0.05 \times 3.5 \text{ Kcal}) + (0.01 \times 3.1 \text{ Kcal}) + (0.47 \times 5.6 \text{ Kcal}) + (0.12 \times 0.6 \text{ Kcal}) + (0.19 \times 3.5 \text{ Kcal}) + (0.07 \times 2.1 \text{ Kcal}) + (0.03 \times 3.1 \text{ Kcal}) + (0.07 \times 2.1 \text{ Kcal}) + 1 \text{ Kcal/min}$$

$$M = 4.93 \text{ Kcal/min}$$

#### 4.4.3. Cálculo de consumo metabólico para maestro y ayudante cargador.

Inicialmente se define el ciclo de trabajo del maestro y ayudante cargador los cuales realizan el trabajo de carguío de frente y voladura según el tiempo de cada actividad adjunto en tabla N° 17.

**Tabla 17:**

*Cálculo de consumo metabólico del maestro y ayudante cargador*

	<b>TAREA</b>	<b>TIEMPO (m)</b>	<b>% DEL TOTAL</b>
1	<i>Descolgar y transportar barretilla</i>	1	1%
2	<i>prueba de estabilidad de roca</i>	1	1%
3	<i>desate de roca</i>	10	9%
4	<i>Limpieza de perforación y desatado</i>	28	25%
5	<i>Sopletear los taladros</i>	10	9%
6	<i>Trasladar el material explosivo al frente</i>	3	3%
7	<i>Encebado de explosivos</i>	8	7%
8	<i>colocación (empuje) de explosivos</i>	40	35%
9	<i>Colocación de Penta Core (amarre de fanel)</i>	10	9%
10	<i>esperar descansando</i>	2	2%

Fuente: Elaboración propia.

Según lo descrito en el ciclo de trabajo del personal se selecciona la primera fila (de 75% al 100% del tiempo de trabajo sin descanso) de la tabla N° 2, en la cual al no tener descanso menor o igual al 0.25 en el ciclo total de la actividad.

Se realiza el cálculo del consumo metabólico para cada tarea programada para el maestro y ayudante cargador el cual tiene que ser evaluada según la tabla N° 3: “Estimación del consumo metabólico M”, según las posiciones del cuerpo y el tipo de actividad realizado y así mismo se debe agregar 1 Kcal/min por el metabolismo basal, la información se resume en la tabla N° 18.

**Tabla 18:**

*Cálculo de consumo metabólico del maestro y ayudante cargador.*

TAREA		% TIEMPO	GASTO CALORICO	
1	Descolgar y transportar barretilla	0.01	Andando ..... 2.0 Kcal/min Trabajo ligero con ambos brazos ..... 1.5 Kcal/min	3.5
2	prueba de estabilidad de roca	0.01	De pie ..... 0.6 Kcal/min Trabajo pesado con ambos brazos ..... 2.5 Kcal/min	3.1
3	Desate de roca	0.09	De pie ..... 0.6 Kcal/min Trabajo moderado con el cuerpo ..... 5.0 Kcal/min	5.6
4	Limpieza de perforación y desatado (lampa)	0.25	Andando ..... 2.0 Kcal/min Trabajo moderado con el cuerpo ..... 5.0 Kcal/min	7
5	Sopletear los taladros	0.09	De pie ..... 0.6 Kcal/min Trabajo ligero con ambos brazos ..... 1.5 Kcal/min	2.1
6	Trasladar el material explosivo al frente	0.03	Andando ..... 2.0 Kcal/min Trabajo pesado con ambos brazos ..... 2.5 Kcal/min	4.5
7	Encebado de explosivos	0.07	De pie ..... 0.6 Kcal/min Trabajo manual ..... 0.4 Kcal/min	1
8	colocación (empuje) de explosivos	0.35	De pie ..... 0.6 Kcal/min Trabajo ligero con ambos brazos ..... 1.5 Kcal/min	2.1
9	Colocación de Penta Core (amarre de fanel)	0.09	De pie ..... 0.6 Kcal/min Trabajo ligero con ambos brazos ..... 1.5 Kcal/min	2.1
10	esperar descansando	0.02	De pie ..... 0.6 Kcal/min	0.6
Metabolismo Basal		.....	1 kcal/min	1

Fuente: Elaboración propia.

Luego de los cálculos realizados para cada tarea se realiza el cálculo del acumulado del consumo metabólico total del ciclo del maestro y ayudante con la siguiente formula:

$$M = \Sigma(\%_i \times \text{Gasto Calorifico}_i) + \text{metabolismo basal} \dots \dots \text{(IX)}$$

Aplicando la formula se tiene lo siguiente:

$$M = (0.01 \times 3.5 \text{ Kcal/min}) + (0.01 \times 3.1 \text{ Kcal/min}) + (0.09 \times 5.6 \text{ Kcal/min}) + (0.25 \times 7 \text{ Kcal/min}) + (0.09 \times 2.1 \text{ Kcal/min}) + (0.03 \times 4.5 \text{ Kcal/min}) + (0.07 \times 1 \text{ Kcal/min}) + (0.35 \times 2.1 \text{ Kcal/min}) + (0.09 \times 2.1 \text{ Kcal/min}) + (0.02 \times 0.6 \text{ Kcal/min}) + 1 \text{ Kcal/min}$$

$$M = 4.60 \text{ Kcal/min}$$

#### 4.4.4. Consumo metabólico por puesto de trabajo.

Según lo calculado el consumo metabólico por puesto de trabajo se tiene los siguientes cuadros como resumen en general en la tabla N° 19.

**Tabla 19:**

*Consumo metabólico por puesto de trabajo.*

	<b>Cargo que desempeña</b>	<b>Guardia A</b>	<b>Consumo Metabólico (M) (Kcal/min)</b>
<b>ROCKET BOOMER SD N° 07</b>	<b>Op. Jumbo 1</b>	Casimiro Rojas Alberto Alejandro	4.21
	<b>Ay. Jumbo</b>	Yataco Huacalsaico Edson	4.93
	<b>Maestro Cargador</b>	Camayo Yaurivilca Roberth	4.60
	<b>Ay. Cargador</b>	Cuarez Gomez William Ronald	4.60
<b>ROCKET BOOMER N° 03</b>	<b>Op. Jumbo 2</b>	Soto Bernachea Michael David	4.21
	<b>Ay. Jumbo</b>	Huamani Cuba Edwin Ricardo	4.93
	<b>Maestro Cargador</b>	Bente Ushiñahua Alberto	4.60
	<b>Ay. Cargador</b>	Cocha Bedriñana Jonathan	4.60
<b>JUMBO</b>	<b>Op. Jumbo 3</b>	Carrion Vera Joel	4.21
	<b>Ay. Jumbo</b>	Vitor Huatarango Elim	4.93
	<b>Maestro Cargador</b>	Chuquipiondo Chavez Eder	4.60
	<b>Ay. Cargador</b>	Sanchez Tuya Julian Rodrigo	4.60

	<b>Cargo que desempeña</b>	<b>Guardia B</b>	<b>Consumo Metabólico (M) (Kcal/min)</b>
<b>ROCKET BOOMER SD N° 07</b>	<b>Op. Jumbo 1</b>	Campos Peña Manuel	4.21
	<b>Ay. Jumbo</b>	Ordinola Casaverde Henry Martin	4.93
	<b>Maestro Cargador</b>	Araujo Morales Ernesto Augusto	4.60
	<b>Ay. Cargador</b>	Vitor Huatarongo Jhon	4.60
<b>ROCKET BOOMER N° 03</b>	<b>Op. Jumbo 2</b>	Caballero Chiclla Luis Justiniano	4.21
	<b>Ay. Jumbo</b>	Ochoa Navarro Luisin Power	4.93
	<b>Maestro Cargador</b>	Curi Canturin Henry	4.60
	<b>Ay. Cargador</b>	Chumpitaz Cordova Luis Hernan	4.60
<b>JUMBO</b>	<b>Op. Jumbo 3</b>	Osorio Huillcas Roberto	4.21
	<b>Ay. Jumbo</b>	Rojas Garcia Eucebio Aquilino	4.93
	<b>Maestro Cargador</b>	Ramos Ichpas Mario Jesus	4.60
	<b>Ay. Cargador</b>	Huacalsaico Bravo Luis Gerardo	4.60

	<b>Cargo que desempeña</b>	<b>Guardia C</b>	<b>Consumo Metabólico (M) (Kcal/min)</b>
<b>ROCKET BOOMER SD N° 07</b>	<b>Op. Jumbo 1</b>	Ortiz Inocente Calep	4.21
	<b>Ay. Jumbo</b>	Aliaga Cangahuala David	4.93
	<b>Maestro Cargador</b>	Ricapa Chombo Victor Alberto	4.60
	<b>Ay. Cargador</b>	Flores Chumpitaz Yeiko	4.60
<b>ROCKET BOOMER N° 03</b>	<b>Op. Jumbo 2</b>	Ticono Mamani Midwar	4.21
	<b>Ay. Jumbo</b>	Viru Urruchi Jeampier Martin	4.93
	<b>Maestro Cargador</b>	Rojas Armas Dennis	4.60
	<b>Ay. Cargador</b>	Fernandez Segil Hirwen	4.60
<b>JUMBO</b>	<b>Op. Jumbo 3</b>	Jordan Huisa Hector	4.21
	<b>Ay. Jumbo</b>	Bartolo Quispe Alexis Yasser	4.93
	<b>Maestro Cargador</b>	Huaman Padin Luis	4.60
	<b>Ay. Cargador</b>	Quispe Huamancha Josue	4.60

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4.5. Cálculo de factor de corrección.

El cálculo de consumo metabólico para cada puesto de trabajo está calculado para el peso de 70 Kg. Se sabe que los distintos trabajadores cuentan con diferentes pesos, motivo por el cual se realiza un factor de corrección el cual se aplica la formula VIII

$$\text{factor} = \frac{\text{Peso}}{70\text{Kg}} \dots \text{VIII}$$

Para lo cual se adjunta la tabla N° 20 con los pesos de cada trabajador y así mismo el factor de corrección calculado para cada persona.

**Tabla 20:**

*Cálculo de factor de corrección.*

	<b>Cargo que desempeña</b>	<b>Guardia A</b>	<b>peso (Kg)</b>	<b>Factor de corrección</b>
<b>ROCKET BOOMER SD N° 07</b>	<b>Op. Jumbo 1</b>	Casimiro Rojas Alberto Alejandro	64	0.91
	<b>Ay. Jumbo</b>	Yataco Huacalsaico Edson	65	0.93
	<b>Maestro Cargador</b>	Camayo Yaurivilca Roberth	70	1.00
	<b>Ay. Cargador</b>	Cuarez Gomez William Ronald	77	1.10
<b>ROCKET BOOMER N° 03</b>	<b>Op. Jumbo 2</b>	Soto Bernachea Michael David	66	0.94
	<b>Ay. Jumbo</b>	Huamani Cuba Edwin Ricardo	64	0.91
	<b>Maestro Cargador</b>	Bente Ushiñahua Alberto	67	0.96
	<b>Ay. Cargador</b>	Cocha Bedriñana Jonathan	80	1.14
<b>JUMBO</b>	<b>Op. Jumbo 3</b>	Carrion Vera Joel	86	1.23
	<b>Ay. Jumbo</b>	Vitor Huatarango Elim	59	0.84
	<b>Maestro Cargador</b>	Chuquipiondo Chavez Eder	75	1.07
	<b>Ay. Cargador</b>	Sanchez Tuya Julian Rodrigo	79	1.13

	<b>Cargo que desempeña</b>	<b>Guardia B</b>	<b>peso (Kg)</b>	<b>Factor de corrección</b>
<b>ROCKET BOOMER SD N° 07</b>	<b>Op. Jumbo 1</b>	Campos Peña Manuel	101	1.44
	<b>Ay. Jumbo</b>	Ordinola Casaverde Henry Martin	68	0.97
	<b>Maestro Cargador</b>	Araujo Morales Ernesto Augusto	85	1.21
	<b>Ay. Cargador</b>	Vitor Huatarongo Jhon	58	0.83
<b>ROCKET BOOMER N° 03</b>	<b>Op. Jumbo 2</b>	Caballero Chiclla Luis Justiniano	74	1.06
	<b>Ay. Jumbo</b>	Ochoa Navarro Luisin Power	74	1.06
	<b>Maestro Cargador</b>	Curi Canturin Henry	81	1.16
	<b>Ay. Cargador</b>	Chumpitaz Cordova Luis Hernan	68	0.97
<b>JUMBO</b>	<b>Op. Jumbo 3</b>	Osorio Huilucas Roberto	63	0.90
	<b>Ay. Jumbo</b>	Rojas Garcia Eucebio Aquilino	63	0.90
	<b>Maestro Cargador</b>	Ramos Ichpas Mario Jesus	55	0.79
	<b>Ay. Cargador</b>	Huacalsaico Bravo Luis Gerardo	67	0.96

	<b>Cargo que desempeña</b>	<b>Guardia C</b>	<b>peso (Kg)</b>	<b>Factor de corrección</b>
<b>ROCKET BOOMER SD N° 07</b>	<b>Op. Jumbo 1</b>	Ortiz Inocente Calep	75	1.07
	<b>Ay. Jumbo</b>	Aliaga Cangahuala David	81	1.16
	<b>Maestro Cargador</b>	Ricapa Chombo Victor Alberto	56	0.80
	<b>Ay. Cargador</b>	Flores Chumpitaz Yeiko	70	1.00
<b>ROCKET BOOMER N° 03</b>	<b>Op. Jumbo 2</b>	Ticono Mamani Midwar	70	1.00
	<b>Ay. Jumbo</b>	Viru Urruchi Jeampier Martin	64	0.91
	<b>Maestro Cargador</b>	Rojas Armas Dennis	75	1.07
	<b>Ay. Cargador</b>	Fernandez Segil Hirwen	69	0.99
<b>JUMBO</b>	<b>Op. Jumbo 3</b>	Jordan Huisa Hector	67	0.96
	<b>Ay. Jumbo</b>	Bartolo Quispe Alexis Yasser	80	1.14
	<b>Maestro Cargador</b>	Huaman Padin Luis	65	0.93
	<b>Ay. Cargador</b>	Quispe Huamancha Josue	64	0.91

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4.6. *Calculo corregido del consumo metabólico*

Con el cálculo realizado del factor de corrección para cada trabajador en el paso anterior, el cual se corrige al consumo metabólico por puesto de trabajo, el cual se muestra en la tabla N° 21.

**Tabla 21:**

*Calculo corregido del consumo metabólico*

	<b>Cargo que desempeña</b>	<b>Guardia A</b>	<b>Consumo Metabólico (M) (Kcal/min)</b>	<b>Factor de corrección</b>	<b>corrección del Consumo metab. según peso (Kcal/min)</b>
<b>ROCKET BOOMER SD N° 07</b>	<b>Op. Jumbo 1</b>	Casimiro Rojas Alberto Alejandro	4.21	0.91	3.848
	<b>Ay. Jumbo</b>	Yataco Huacalsaico Edson	4.93	0.93	4.574
	<b>Maestro Cargador</b>	Camayo Yaurivilca Roberth	4.60	1.00	4.604
	<b>Ay. Cargador</b>	Cuarez Gomez William Ronald	4.60	1.10	5.065
<b>ROCKET BOOMER N° 03</b>	<b>Op. Jumbo 2</b>	Soto Bernachea Michael David	4.21	0.94	3.968
	<b>Ay. Jumbo</b>	Huamani Cuba Edwin Ricardo	4.93	0.91	4.503
	<b>Maestro Cargador</b>	Bente Ushiñahua Alberto	4.60	0.96	4.407
	<b>Ay. Cargador</b>	Cocha Bedriñana Jonathan	4.60	1.14	5.262
<b>JUMBO</b>	<b>Op. Jumbo 3</b>	Carrion Vera Joel	4.21	1.23	5.171
	<b>Ay. Jumbo</b>	Vitor Huatarango Elim	4.93	0.84	4.152
	<b>Maestro Cargador</b>	Chuquipiondo Chavez Eder	4.60	1.07	4.933
	<b>Ay. Cargador</b>	Sanchez Tuya Julian Rodrigo	4.60	1.13	5.196

	<b>Cargo que desempeña</b>	<b>Guardia B</b>	<b>Consumo Metabólico (M) (Kcal/min)</b>	<b>Factor de corrección</b>	<b>corrección del Consumo metab. según peso (Kcal/min)</b>
<b>ROCKET BOOMER SD N° 07</b>	<b>Op. Jumbo 1</b>	CAMPOS PEÑA MANUEL	4.21	1.44	6.073
	<b>Ay. Jumbo</b>	ORDINOLA CASAVARDE HENRY MARTIN	4.93	0.97	4.785
	<b>Maestro Cargador</b>	ARAUJO MORALES ERNESTO AUGUSTO	4.60	1.21	5.591
	<b>Ay. Cargador</b>	VITOR HUATARONGO JHON	4.60	0.83	3.815
<b>ROCKET BOOMER N° 03</b>	<b>Op. Jumbo 2</b>	CABALLERO CHICLLA LUIS JUSTINIANO	4.21	1.06	4.449
	<b>Ay. Jumbo</b>	OCHOA NAVARRO LUISIN POWER	4.93	1.06	5.207
	<b>Maestro Cargador</b>	CURI CANTURIN HENRY	4.60	1.16	5.328
	<b>Ay. Cargador</b>	CHUMPITAZ CORDOVA LUIS HERNAN	4.60	0.97	4.473
<b>JUMBO</b>	<b>Op. Jumbo 3</b>	OSORIO HUILLCAS ROBERTO	4.21	0.90	3.788
	<b>Ay. Jumbo</b>	ROJAS GARCIA EUCEBIO AQUILINO	4.93	0.90	4.433
	<b>Maestro Cargador</b>	RAMOS ICHPAS MARIO JESUS	4.60	0.79	3.618
	<b>Ay. Cargador</b>	HUACALSAICO BRAVO LUIS GERARDO	4.60	0.96	4.407

	<b>Cargo que desempeña</b>	<b>Guardia C</b>	<b>Consumo Metabólico (M) (Kcal/min)</b>	<b>Factor de corrección</b>	<b>corrección del Consumo metab. según peso (Kcal/min)</b>
<b>ROCKET BOOMER SD N° 07</b>	<b>Op. Jumbo 1</b>	ORTIZ INOCENTE CALEP	4.21	1.07	4.510
	<b>Ay. Jumbo</b>	ALIAGA CANGAHUALA DAVID	4.93	1.16	5.700
	<b>Maestro Cargador</b>	RICAPA CHOMBO VICTOR ALBERTO	4.60	0.80	3.684
	<b>Ay. Cargador</b>	FLORES CHUMPITAZ YEIKO	4.60	1.00	4.604
<b>ROCKET BOOMER N° 03</b>	<b>Op. Jumbo 2</b>	TICONA MAMANI MIDWAR	4.21	1.00	4.209
	<b>Ay. Jumbo</b>	VIRU URRUCHI JEAMPIER MARTIN	4.93	0.91	4.503
	<b>Maestro Cargador</b>	ROJAS ARMAS DENNIS	4.60	1.07	4.933
	<b>Ay. Cargador</b>	FERNANDEZ SEGIL HIRWEN	4.60	0.99	4.539
<b>JUMBO</b>	<b>Op. Jumbo 3</b>	JORDAN HUISA HECTOR	4.21	0.96	4.029
	<b>Ay. Jumbo</b>	BARTOLO QUISPE ALEXIS YASSER	4.93	1.14	5.629
	<b>Maestro Cargador</b>	HUAMAN PADIN LUIS	4.60	0.93	4.276
	<b>Ay. Cargador</b>	QUISPE HUAMANCHA JOSUE	4.60	0.91	4.210

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4.7. *Conversión de unidades de Kcal/min a Kcal/hr*

Se realiza la conversión de unidades para el realizar la clasificación de trabajo respecto al gasto metabólico el cual se requiere en Kcal/hr, la cual se presenta en la tabla N° 22.

**Tabla 22:***Conversión de unidades de Kcal/min a Kcal/hr*

	<b>Cargo que desempeña</b>	<b>Guardia A</b>	<b>Correc. del Consumo metab según peso</b>	<b>Consumo Metab. (Kcal/Hr)</b>
<b>ROCKET BOOMER SD N° 07</b>	<b>Op. Jumbo 1</b>	Casimiro Rojas Alberto Alejandro	3.848	230.89
	<b>Ay. Jumbo</b>	Yataco Huacalsaico Edson	4.574	274.43
	<b>Maestro Cargador</b>	Camayo Yaurivilca Roberth	4.604	276.27
	<b>Ay. Cargador</b>	Cuarez Gomez William Ronald	5.065	303.89
<b>ROCKET BOOMER N° 03</b>	<b>Op. Jumbo 2</b>	Soto Bernachea Michael David	3.968	238.10
	<b>Ay. Jumbo</b>	Huamani Cuba Edwin Ricardo	4.503	270.20
	<b>Maestro Cargador</b>	Bente Ushiñahua Alberto	4.407	264.43
	<b>Ay. Cargador</b>	Cocha Bedriñana Jonathan	5.262	315.73
<b>JUMBO</b>	<b>Op. Jumbo 3</b>	Carrion Vera Joel	5.171	310.26
	<b>Ay. Jumbo</b>	Vitor Huatarango Elim	4.152	249.09
	<b>Maestro Cargador</b>	Chuquipiondo Chavez Eder	4.933	296.00
	<b>Ay. Cargador</b>	Sanchez Tuya Julian Rodrigo	5.196	311.79
	<b>Cargo que desempeña</b>	<b>Guardia B</b>	<b>Correc. del Consumo metab según peso</b>	<b>Consumo Metab. (Kcal/Hr)</b>
<b>ROCKET BOOMER SD N° 07</b>	<b>Op. Jumbo 1</b>	Campos Peña Manuel	6.073	364.37
	<b>Ay. Jumbo</b>	Ordinola Casaverde Henry Martin	4.785	287.09
	<b>Maestro Cargador</b>	Araujo Morales Ernesto Augusto	5.591	335.47
	<b>Ay. Cargador</b>	Vitor Huatarongo Jhon	3.815	228.91
<b>ROCKET BOOMER N° 03</b>	<b>Op. Jumbo 2</b>	Caballero Chiclla Luis Justiniano	4.449	266.97
	<b>Ay. Jumbo</b>	Ochoa Navarro Luisin Power	5.207	312.42
	<b>Maestro Cargador</b>	Curi Canturin Henry	5.328	319.68
	<b>Ay. Cargador</b>	Chumpitaz Cordova Luis Hernan	4.473	268.37
<b>JUMBO</b>	<b>Op. Jumbo 3</b>	Osorio Huillcas Roberto	3.788	227.28
	<b>Ay. Jumbo</b>	Rojas Garcia Eucebio Aquilino	4.433	265.98
	<b>Maestro Cargador</b>	Ramos Ichpas Mario Jesus	3.618	217.07
	<b>Ay. Cargador</b>	Huacalsaico Bravo Luis Gerardo	4.407	264.43

	Cargo que desempeña	Guardia C	Correc. del Consumo metab según peso	Consumo Metab. (Kcal/Hr)
<b>ROCKET BOOMER SD N° 07</b>	<b>Op. Jumbo 1</b>	ORTIZ INOCENTE CALEP	4.510	270.57
	<b>Ay. Jumbo</b>	ALIAGA CANGAHUALA DAVID	5.700	341.98
	<b>Maestro Cargador</b>	RICAPA CHOMBO VICTOR ALBERTO	3.684	221.01
	<b>Ay. Cargador</b>	FLORES CHUMPITAZ YEIKO	4.604	276.27
<b>ROCKET BOOMER N° 03</b>	<b>Op. Jumbo 2</b>	TICONA MAMANI MIDWAR	4.209	252.53
	<b>Ay. Jumbo</b>	VIRU URRUCHI JEAMPIER MARTIN	4.503	270.20
	<b>Maestro Cargador</b>	ROJAS ARMAS DENNIS	4.933	296.00
	<b>Ay. Cargador</b>	FERNANDEZ SEGIL HIRWEN	4.539	272.32
<b>JUMBO</b>	<b>Op. Jumbo 3</b>	JORDAN HUISA HECTOR	4.029	241.71
	<b>Ay. Jumbo</b>	BARTOLO QUISPE ALEXIS YASSER	5.629	337.75
	<b>Maestro Cargador</b>	HUAMAN PADIN LUIS	4.276	256.53
	<b>Ay. Cargador</b>	QUISPE HUAMANCHA JOSUE	4.210	252.59

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4.8. *Cálculo de consumo metabólico promedio*

El cálculo de consumo metabólico promedio sirve para identificar la categoría de intensidad de trabajo el cual nos ayudara a determinar así el valor limite TGBH en el trabajo, para ello se usa la siguiente fórmula:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n M_i \times t_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \dots (V)$$

Donde:

M: consumo metabólico por puesto de trabajo

t: tiempo del ciclo por puesto de trabajo

Así mismo los valores de cada trabajador se adjunta en la tabla N° 23, los cuales se adjuntan los tiempos en una columna y en la siguiente el tiempo por consumo metabólico.

**Tabla 23:**

*Cálculo de consumo metabólico promedio*

	<b>Cargo que desempeña</b>	<b>Guardia A</b>	<b>Consumo Metab. (M) (Kcal/Hr)</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>M*tiempo</b>
<b>ROCKET BOOMER SD N° 07</b>	<b>Op. Jumbo 1</b>	Casimiro Rojas Alberto Alejandro	230.89	50.5	11659.89
	<b>Ay. Jumbo</b>	Yataco Huacalsaico Edson	274.43	40.5	11114.22
	<b>Maestro Cargador</b>	Camayo Yaurivilca Roberth	276.27	113	31218.00
	<b>Ay. Cargador</b>	Cuarez Gomez William Ronald	303.89	113	34339.80
<b>ROCKET BOOMER N° 03</b>	<b>Op. Jumbo 2</b>	Soto Bernachea Michael David	238.10	50.5	12024.26
	<b>Ay. Jumbo</b>	Huamani Cuba Edwin Ricardo	270.20	40.5	10943.23
	<b>Maestro Cargador</b>	Bente Ushiñahua Alberto	264.43	113	29880.09
	<b>Ay. Cargador</b>	Cocha Bedriñana Jonathan	315.73	113	35677.71
<b>JUMBO</b>	<b>Op. Jumbo 3</b>	Carrion Vera Joel	310.26	50.5	15667.97
	<b>Ay. Jumbo</b>	Vitor Huatarango Elim	249.09	40.5	10088.29
	<b>Maestro Cargador</b>	Chuquipiondo Chavez Eder	296.00	113	33447.86
	<b>Ay. Cargador</b>	Sanchez Tuya Julian Rodrigo	311.79	113	35231.74

	<b>Cargo que desempeña</b>	<b>Guardia B</b>	<b>Consumo Metab. (M) (Kcal/Hr)</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>M*tiempo</b>
<b>ROCKET BOOMER SD N° 07</b>	<b>Op. Jumbo 1</b>	Campos Peña Manuel	364.37	50.5	18400.76
	<b>Ay. Jumbo</b>	Ordinola Casaverde Henry Martin	287.09	40.5	11627.19
	<b>Maestro Cargador</b>	Araujo Morales Ernesto Augusto	335.47	113	37907.57
	<b>Ay. Cargador</b>	Vitor Huatarongo Jhon	228.91	113	25866.34
<b>ROCKET BOOMER N° 03</b>	<b>Op. Jumbo 2</b>	Caballero Chiclla Luis Justiniano	266.97	50.5	13481.74
	<b>Ay. Jumbo</b>	Ochoa Navarro Luisin Power	312.42	40.5	12653.11
	<b>Maestro Cargador</b>	Curi Canturin Henry	319.68	113	36123.69
	<b>Ay. Cargador</b>	Chumpitaz Cordova Luis Hernan	268.37	113	30326.06
<b>JUMBO</b>	<b>Op. Jumbo 3</b>	Osorio Huillcas Roberto	227.28	50.5	11477.70
	<b>Ay. Jumbo</b>	Rojas Garcia Eucebio Aquilino	265.98	40.5	10772.25
	<b>Maestro Cargador</b>	Ramos Ichpas Mario Jesus	217.07	113	24528.43
	<b>Ay. Cargador</b>	Huacalsaico Bravo Luis Gerardo	264.43	113	29880.09
	<b>Cargo que desempeña</b>	<b>Guardia C</b>	<b>Consumo Metab. (M) (Kcal/Hr)</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>M*tiempo</b>
<b>ROCKET BOOMER SD N° 07</b>	<b>Op. Jumbo 1</b>	Ortiz Inocente Calep	270.57	50.5	13663.93
	<b>Ay. Jumbo</b>	Aliaga Cangahuala David	341.98	40.5	13850.03
	<b>Maestro Cargador</b>	Ricapa Chombo Victor Alberto	221.01	113	24974.40
	<b>Ay. Cargador</b>	Flores Chumpitaz Yeiko	276.27	113	31218.00
<b>ROCKET BOOMER N° 03</b>	<b>Op. Jumbo 2</b>	Ticona Mamani Midwar	252.53	50.5	12753.00
	<b>Ay. Jumbo</b>	Viru Urruchi Jeampier Martin	270.20	40.5	10943.23
	<b>Maestro Cargador</b>	Rojas Armas Dennis	296.00	113	33447.86
	<b>Ay. Cargador</b>	Fernandez Segil Hirwen	272.32	113	30772.03
<b>JUMBO</b>	<b>Op. Jumbo 3</b>	Jordan Huisa Hector	241.71	50.5	12206.44
	<b>Ay. Jumbo</b>	Bartolo Quispe Alexis Yasser	337.75	40.5	13679.04
	<b>Maestro Cargador</b>	Huaman Padin Luis	256.53	113	28988.14
	<b>Ay. Cargador</b>	Quispe Huamancha Josue	252.59	113	28542.17

Fuente: Elaboración propia.

Por ende, se tiene los siguientes datos para el cálculo del consumo metabólico promedio

$$\sum Mi * Ti = 789376.27 \text{ Kcal} * \text{min}/\text{Hr}$$

$$\sum Ti = 2853.00 \text{ min}$$

Aplicando la formula (V) se tiene lo siguiente:

$$M = \frac{789376.27 \left( \frac{\text{Kcal} * \text{min}}{\text{hr}} \right)}{2853.00 \text{ min}}$$

$$M = 276.68 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

Con el dato del consumo metabólico calculado se determina en la tabla N° 4 se determina que la categoría de intensidad de trabajo es moderada ya que el valor promedio calculado esta entre los 200 y 300 Kcal/hr. La cual se demuestra en la tabla N°20 siguiente:

**Tabla 24:**

*Clasificación de categoría de intensidad de trabajo según el consumo metabólico promedio calculado.*

Gasto Metabólico (Kcal/hr)	Categoría de Intensidad del Trabajo	Ejemplo de Actividad
< 100	Descanso	Sentado
100-200	Ligero	Sentado con trabajo ligero con las manos o con las manos los brazos, etc.
200-300	Moderado	Trabajo constante moderado con las manos y brazos, etc.
300-400	Pesado	Trabajo intenso con manos y tronco, excavación manual, caminando rápidamente, etc.
>400	Muy Pesado	Actividad muy intensa

Fuente: Decreto supremo 024-2016 EM y su modificatoria - Guía N° 02

#### 4.4.9. Determinación de la TGBH límite para el consumo metabólico según tabla N° 2

Teniendo el consumo metabólico promedio (M) equivalente a 276.67 Kcal/hr se determina que la categoría de intensidad de trabajo está clasificada en moderado, así mismo también se verifica que en los ciclos de trabajos por puestos de trabajo motivo por el cual en la tabla N°2 se elige la primera columna (de 75% al 100% del tiempo de trabajo sin descanso) en la cual al no tener descanso menor o igual al 0.25 en el ciclo total de la actividad.

Con estos datos se tiene lo siguiente como resumen:

- ✓ Categoría de Intensidad del Trabajo: “**Moderado**”
- ✓ Ubicación del trabajo dentro de un ciclo de trabajo- descanso: “**75% - 100%**”

Esta información se ingresa en la tabla N° 2 para la determinación del Valor Limite (TGBH en °C) y de igual manera el Nivel de acción (TGBH en °C)

**Tabla 25:**

*Determinación de Valor limite TGBH y Nivel de acción TGBH*

Ubicación del trabajo dentro de un ciclo de trabajo – descanso	Valor limite (TGBH en °C)				Nivel de acción (TGBH en °C)			
	Ligero	Moderado	Pesado	Muy pesado	Ligero	Moderado	Pesado	Muy pesado
75% a 100%	31	28	---	---	28	25	---	---
50% a 75%	31	29	27.5	---	28.5	26	24	---
25% a 50%	32	30	29	28	29.5	27	25.5	24.5
0% a 25%	32.5	31.5	30.5	30	30	29	28	27

Fuente: Decreto supremo 024-2016 EM y su modificatoria - Guía N° 02

Teniendo como dato lo siguiente:

- ✓ Valor limite TGBH: 28 °C (con trabajos de 75% a 100%)
- ✓ Nivel de acción TGBH: 25 °C (Temperatura por la cual se debe tomar medidas correctivas y preventivas)

#### 4.5. Adecuaciones de regímenes de trabajo – descanso.

Al evidenciar el estrés térmico en las actividades de los trabajadores, se tiene que establecer un régimen de trabajo – descanso, esto para que el organismo del trabajador expuesto a altas temperaturas pueda reestablecer el balance térmico y así mismo liberar el exceso de calor existente en el cuerpo, para ello se tiene que utilizar dos ecuaciones para con dos condiciones distintas:

La fórmula (VI) se aplica si el trabajador tiene un punto de menor temperatura para poder reestablecer su balance térmico

$$ft = \frac{(A - B)}{(C - D) + (A - B)} \times 60 (\text{minutos / hora}) \dots (VI)$$

ft= Fracción de tiempo de trabajo respecto al total (indica los minutos a trabajar por cada hora)

A = TGBH límite en el descanso (M <100 Kcal/h.)

B = TGBH en la zona de descanso

C = TGBH en la zona de trabajo

D = TGBH límite en el trabajo

Si el personal ya tiene experiencia en el trabajo con alta temperatura y así mismo descansa en el lugar de trabajo se aplica la fórmula (VII)

$$ft = \frac{32.5 - B}{32.5 - D} \times 60 (\text{minutos / hora}) \dots (VII)$$

La única condición es que  $B \geq A$ , (si la temperatura en la zona de descanso sea mayor o igual a la temperatura del límite de descanso).

Para ello calcularemos los valores de A, B, C y D y así mismo sus interpretaciones.

#### 4.5.1. Cálculo de A (TGBH límite en el descanso)

Para el cálculo de A o TGBH límite en el descanso se usa la tabla N° 2, para ello el trabajador debe estar descansado y haber realizado 0% de trabajo y así mismo indica que tiene una actividad ligera, con esos datos se interpola en la tabla y se tiene lo siguiente:

**Tabla 26:**

*Cálculo de TGBH límite en el descanso*

Ubicación del trabajo dentro de un ciclo de trabajo - descanso	Valor límite (TGBH en °C)				Nivel de acción (TGBH en °C)			
	Ligero	Moderado	Pesado	Muy pesado	Ligero	Moderado	Pesado	Muy pesado
75% a 100%	31	28	---	---	28	25	---	---
50% a 75%	31	29	27.5	---	28.5	26	24	---
25% a 50%	32	30	29	28	29.5	27	25.5	24.5
0% a 25%	32.5	31.5	30.5	30	30	29	28	27

Fuente: Decreto supremo 024-2016 EM y su modificatoria - Guía N° 02

Calculándose de esta manera el valor de TGBH límite en el descanso (A)

$$A = 32.5 \text{ °C}$$

#### 4.5.2. Cálculo de B (TGBH en la zona de descanso)

Es la medición de ambiente donde descansa el personal, en el caso de la EC OPERMIN SAC usa las cámaras de climatizaciones implementadas por la Compañía Minera Condestable, la cual esta diseñadas en interior mina en las zonas de profundización implementados con equipos aire acondicionado y cooler de agua con sales rehidratantes para la ayuda de reducción del estrés térmico y reducir así los golpes de calor que está expuesto los trabajadores.

Para el cálculo de Temperatura de Globo y Bulbo húmedo en la cámara de climatización se aplica la formula (I) ya que esta no está expuesta ningún tipo de radiación solar.

$$TGBH i = 0.7TBH + 0.3TG \dots (I)$$

Para nuestro calculo se realizó la medida de temperatura en dicho ambiente con el equipo medidor de estrés térmico, teniendo los siguientes datos:

$$TBH_{\text{cámara climatización}} = 26.5$$

$$TG_{\text{cámara climatización}} = 28.2$$

Aplicando la formula se tiene la temperatura en la zona de descanso de descanso siendo la siguiente

$$TGBH_{\text{camara climatizacion}} = (0.7 \times 28.2 \text{ } ^\circ\text{C}) + (0.3 \times 26.5)$$

$$TGBH_{\text{camara climatizacion}} = 27.01 \text{ } ^\circ\text{C} \equiv 27.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$B = 27.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

#### **4.5.3. Cálculo de C (TGBH en la zona de trabajo)**

El cálculo de la temperatura de globo y bulbo húmedo en la zona de trabajo el valor promedio ponderado de los valores medidos con el equipo medidor de estrés térmico para cada trabajador, dicho valor calculado está calculado en el capítulo 4.3

Siendo el siguiente valor:

$$TGBH_{\text{promedio}} = 31.4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

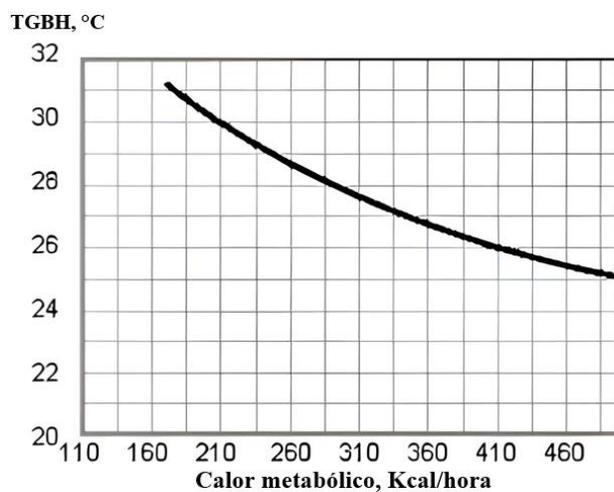
$$C = 31.4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

#### **4.5.4. Cálculo de D (TGBH limite en trabajo).**

Para el cálculo de Temperatura limite en el trabajo se calcula en relación con el Consumo metabólico promedio el cual se interpola en la curva de valores límites del índice TGBH

**Ilustración 3:**

*Curva de valores límites del índice TGBH*



Fuente: NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT - ISO 7243

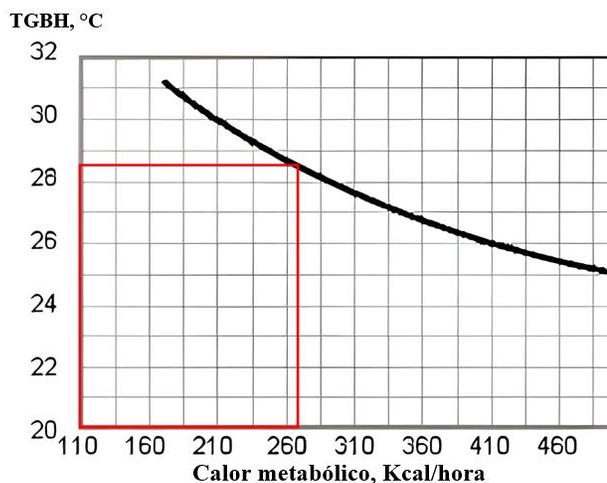
Teniendo:

$$M = 276.68 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

Dicho valor se ubica en el eje X que representa al calor metabólico (Kcal/hr), el cual debe ser proyectado en el eje Y que representa al TGBH (°C).

**Ilustración 4:**

*Cálculo de TGBH en función al Consumo metabólico de 276.68 Kcal/min*



Fuente: NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT - ISO 7243

Teniendo la siguiente información se realiza la interpolación en la tabla N° 27:

**Tabla 27:**

*Interpolación de datos*

M (Kcal/hr)	°C
210	30
276.68	X
410	26

Fuente: Elaboración propia.

Se realiza el cálculo de X

$$\frac{(X - 30^{\circ}\text{C})}{(276.68 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}} - 210 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}})} = \frac{(26^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C})}{(410 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}} - 210 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}})}$$

$$(X - 30^{\circ}\text{C}) = \frac{(26^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}) \times (276.68 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}} - 210 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}})}{(410 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}} - 210 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}})}$$

$$X = \frac{-4^{\circ}\text{C} * 66.68 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}}{210 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}} + 30^{\circ}\text{C}$$

$$X = 28.7^{\circ}\text{C}$$

Siendo D equivalente al valor TGBH limite en trabajo se tiene que el valor de D es igual al X recientemente hallado:

$$D = 28.7^{\circ}\text{C}$$

#### 4.6. Cálculo de las adecuaciones de regímenes de trabajo – descanso.

Se realizará el cálculo para los dos diferentes ambientes:

- Adecuación de régimen de trabajo – descanso en un sitio diferente de trabajo
- Adecuación de régimen de trabajo – descanso en el mismo sitio de trabajo

#### 4.6.1. Adecuación de régimen de trabajo – descanso en un sitio diferente de trabajo

Esta fórmula se aplica cuando el trabajador descansa en un ambiente distinto donde tiene menor temperatura, en este caso la cámara de climatización implementada por Compañía Minera Condestable en la zona de profundización, el cual se usa para reestablecer el balance térmico del cuerpo del trabajador y liberar el exceso de calor.

Se tiene los siguientes datos para la formula (VI)

$$ft = \frac{(A - B)}{(C - D) + (A - B)} \times 60 (\text{minutos / hora}) \dots \text{(VI)}$$

A: TGBH límite en el descanso = 32.5 °C

B: TGBH en la zona de descanso = 27.0 °C

C: TGBH en la zona de trabajo = 31.4 °C

D: TGBH límite en el trabajo = 28.7 °C

Se reemplaza los datos en la formula:

$$Ft = \frac{(32.5 \text{ °C} - 27.0 \text{ °C})}{(31.4 \text{ °C} - 28.7 \text{ °C}) + (32.5 \text{ °C} - 27.0 \text{ °C})} \times 60 \left(\frac{\text{min}}{\text{hr}}\right)$$

$$Ft = 40 \left(\frac{\text{min}}{\text{hr}}\right)$$

Lo cual se traduce de la siguiente manera:

El trabajador puede realizar sus actividades en zona de trabajo durante un tiempo de 40 minutos y descansar 20 minutos en la zona de descanso (Cámara de climatización).

#### 4.6.2. Adecuación de régimen de trabajo – descanso en el mismo sitio de trabajo

Esta fórmula se aplica cuando el trabajador descansa en su zona de trabajo, para ello la temperatura de la zona de descanso sería igual a la temperatura de la zona de trabajo, en tal situación se aplica la formula (VII):

$$ft = \frac{32.5 - B}{32.5 - D} \times 60 (\text{minutos / hora}) \quad \dots \text{(VII)}$$

Tener en cuenta que TGBH en la zona de trabajo (C) toma el valor de TGBH en la zona de descanso (B) por realizar el descanso en la labor.

Donde:

B = C = 31.4 °C (TGBH en la zona de descanso en la labor)

D = 28.7 °C (TGBH límite en el trabajo)

Reemplazando los datos en la formula:

$$Ft = \frac{32.5 \text{ °C} - 31.4 \text{ °C}}{32.5 \text{ °C} - 28.7 \text{ °C}} \times 60 \left( \frac{\text{min}}{\text{hr}} \right)$$

$$Ft = 17 \left( \frac{\text{min}}{\text{hr}} \right)$$

Lo cual se traduce de la siguiente manera:

El trabajador puede realizar sus actividades en zona de trabajo durante un tiempo de 17 minutos y descansar 43 minutos en la zona misma zona de trabajo.

#### 4.7. Influencia del estrés térmico en relación en la productividad

En las labores de profundización la empresa OPERMIN SAC realiza frentes de avance con los siguientes datos de la tabla N° 28:

**Tabla 28:**

*Datos del frente de avance de EC OPERMIN SAC*

<b>Sección de labor</b>	5.0 m x 4.0 m
<b>N° Taladros por frente</b>	45 talados/frente
<b>Tipo de roca</b>	Dura
<b>Tiempo de perforación por taladro</b>	4 min/tal
<b>Avance efectivo de 14 pies</b>	3.65 mts

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.7.1. *Tiempo de perforación con relación al régimen de trabajo – descanso*

Teniendo como datos anteriores los valores de adecuación de regímenes de trabajo - descanso en un ambiente distinto donde se tiene menor temperatura (Cámara de climatización) se tiene lo siguiente:

El trabajador realizar sus actividades en zona de trabajo durante un tiempo de 40 minutos y descansar 20 minutos en la zona más fría (Cámara de climatización).

Por tal motivo se realiza los cálculos para la perforación de un frente (tabla N° 29):

**Tabla 29:**

*Tiempo de perforación con relación al régimen de trabajo – descanso*

Ítem	tiempo perf.	N° tal	Descanso (min)	tiempo total (min)	tiempo total (Hr)
1	40	10	20	60	1
2	40	20	20	60	1
3	40	30	20	60	1
4	40	40	20	60	1
5	20	45	10	30	0.5

Fuente: Elaboración propia.

Se tiene un total de 270 minutos equivalentes a 4.5 horas, a lo cual se debe incluir el 9% en imprevistos durante la actividad, teniendo la siguiente tabla 30.

**Tabla 30:**

*Tiempo total de perforacion con imprevistos con estres termico*

Tiempo tota	imprevistos	tiempo total con imprevistos
270 min	9 %	294.3 min
4.5 hr	9 %	4.91 hr

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.7.2. Horario de trabajo en Compañía minera condestable.

En compañía Minera Condestable se tiene dos turnos de trabajo, en los cuales el horario de chispeo a las 6:30 am y 6:30 pm, teniéndose actividades administrativas durante la guardia, reduciendo las horas efectivas de trabajo de la jornada en la tabla N° 31:

**Tabla 31:**

*Horario de trabajo en Compañía minera condestable.*

HORARIO	ACTIVIDAD	TIEMPO
7:00 - 7:15	Llegada del personal a oficinas y entrega de EPP's	15 min
7:15 - 7:30	Charla de seguridad y reparto de guardia	15 min
7:30 - 7:50	ingreso del personal a sus labores en interior mina	20 min
7:50 - 13:00	jornada de trabajo	5 hr 10 min
13:00 - 13:45	almuerzo y o refrigerio	45 minutos
13:45- 18:30	jornada de trabajo	4 hr 45 min
18:30 - 19:00	Salida del personal a superficie	30 min

Fuente: Elaboración propia.

Con ello se tiene que las horas efectivas de trabajo son de 9 horas 45 minutos por guardia.

#### 4.7.3. Tiempo de perforación en un ciclo normal

La perforación por taladro toma un tiempo aproximado de 4 min, siendo un total de 15 talador/ hora, por tal motivo se tiene la tabla N° 32.

**Tabla 32:**

*Tiempo de perforación en un ciclo normal*

tiempo perf.	N° tal	Descanso (min)	tiempo total (min)	tiempo total (Hr)
60	15	0	60	1
60	30	0	60	1
60	45	0	60	1

Fuente: Elaboración propia.

Se tiene un total de 180 minutos equivalentes a 3 horas, a lo cual se debe incluir el 9% en imprevistos durante la actividad, teniendo la siguiente tabla 33.

**Tabla 33:**

*Tiempo total de perforación con imprevistos*

Tiempo tota	imprevistos	tiempo total con imprevistos
180	9%	196.2
3	9%	3.27

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.7.4. *Análisis comparativo de perforación*

Se realizó una comparación de tiempo con el equipo en condiciones normales y otro en relación con el tiempo de perforación con relación al régimen de trabajo – descanso donde se sobrepasa el Valor Limite, el cual genera estrés térmico en la labor (Tabla N° 34)

**Tabla 34:**

*Análisis comparativo de perforación*

N° tal	tiempo perf.	T °	Relación de trabajo según estrés térmico
45	3.27	Temperatura dentro de LMP	1
45	4.91	Estrés térmico superior al LMP	1.5

Fuente: Elaboración propia

Significa que la cantidad b es 1.5 veces la cantidad a. Alternativamente, se puede expresar como una fracción:

$$a/b = 1/1.5$$

La forma decimal de la fracción 1/1.5 es aproximadamente 0.6667. En términos porcentuales, esto equivale a un 66.67%, indicando que la segunda cantidad es el 66.67% de la primera cantidad.

En una guardia se realiza la perforación de 3 frentes por equipo en condiciones normales, siendo su equivalencia en condiciones de estrés térmico superiores a los Límites permisibles en una guardia un equipo realiza la perforación de 2 frentes cumpliéndose el 66.67% de los cálculos realizados.

#### 4.7.5. Precio Unitario de avance de rampa

El Precio unitario del avance se realiza el cálculo con los costos de mano de obra, materiales, equipos en lo que son costos directos y así mismo se le adiciona los costos indirectos de explosivos, gastos generales y utilidades, dando como resultado el de avance, se adjunta el siguiente cuadro con los detalles:

**Tabla 35:**

*Cálculo de Precio Unitario de rampa*

RAMPA (Sección 5.0 m x 4.0 m)							
Numero Taladros Perforados =	37	Alivio =	4		Long Perforación =	12.5	Pies
Rendimiento =	3.40	m / gdia			HH / grdia =	8	Hrs.
Limpieza con scoop hasta =	200	M			Pies Perforados =	562.5	PP
Equipos =	Jumbo / Scoop / Ventilador / Bomba				Cubos Rotos =	68.00	m3
Factor de carga =	1.88	Kg. / m3	37.5	Kg/m	T. Roca =	Dura	Anfo
Peso específico =	2.80			Kg/m3	BB. SS =	99.94%	
Actividades: Ventilado, Desatado, regado, perforación, voladura y limpieza de frente							
DESCRIPCIÓN	UNID.	Cant.	Incid.	Precio (US \$)	Parcial (US \$/m)	Sub Total (US \$/m)	Total (US \$/m)
<b>1.- MANO DE OBRA</b>						<b>133.218</b>	<b>133.218</b>
Operador de jumbo	HH	12.02	3.536	7.90	27.950		
Ayudante operador de jumbo	HH	12.02	3.536	4.48	15.851		
Operador de scoop	HH	12.02	3.536	7.52	26.606		
Operario cargador	HH	12.02	3.536	4.88	17.245		
Ayudante Cargador	HH	12.02	3.536	4.17	14.756		
Operario servicios mina	HH	12.02	3.536	4.88	17.245		
Ayudante Servicios mina	HH	12.02	3.536	3.84	13.566		

<b>2.- MATERIALES:</b>							<b>64.654</b>
<b>Aceros de perforación</b>							<b>28.854</b>
Barra 14.0'	Unid	1	0.058	530.00	8.995		
Broca Botón 48 mm	Unid	1	0.468	89.00	12.240		
Broca Rimador	Unid	1	0.031	298.00	2.714		
Shank Adapter 1838	Unid	1	0.058	221.00	3.751		
Coupling R38-R32	Unid	1	0.058	68.00	1.154		
<b>Accesorios de Perforación y Voladura</b>							<b>15.033</b>
Mangueras de lona de 1" 100 PSI	Mt	25.00	0.012	3.90	0.332		
Abrazadera de 1"	Unid	2.00	0.012	5.00	0.034		
Válvula de 2"	Unid	1.00	0.012	65.77	0.224		
Válvula de 1"	Unid	1.00	0.012	18.80	0.064		
Copas de afilado	Unid	2.00	0.023	145.00	1.972		
Cáncamo Energía	Unid	1.00	1.000	4.63	1.543		
Cáncamo RH - Aire y Agua	Unid	1.00	1.000	7.22	2.407		
Cáncamo Ventilación	Unid	1.00	1.000	4.63	1.543		
Manguera Antiestática	Mt	1.00	0.012	14.39	0.049		
Tubo de PVC x 3 m	Unid	5.00	1.471	0.97	1.426		
Tubería de Polietileno HDPE 2" Diámetro	Mt	6.80	2.000	2.20	4.400		
Brida Vitaulic 2"	Unid	1.00	0.012	11.50	0.039		
Aceite de perforación Torcula 150	Gln	0.30	1.000	8.64	0.762		
Alambre negro N° 08	Kg.	0.50	1.000	1.61	0.237		
<b>Accesorios de Ventilación</b>							<b>4.400</b>
Manga de ventilación 30"	Mt	1.00	1.000	4.40	4.400		
<b>Herramientas Manuales</b>	Glb.	1.00	1.000	11.64	3.424		<b>3.424</b>
<b>Implementos de seguridad</b>	Glb.	10.52	3.094	2.96	9.173		<b>9.173</b>
<b>Lámparas mineras</b>	Glb.	10.52	1.000	1.22	3.771		<b>3.771</b>
<b>3.- EQUIPOS:</b>							<b>262.787 262.787</b>
Jumbo 1 Brazo	Hm	4.10	1.207	112.74	136.098		
Scoop 6.0 Yd3	Hm	3.77	1.108	96.76	107.246		
Jackleg	PP	3.00	0.882	0.102	0.090		
Ventilador 50,000 CFM	Hm	6.87	2.021	7.56	15.282		
Cargador de Anfo	gdia.	1.00	0.294	1.39	0.408		
Bomba sumergible	Hm	4.50	1.324	2.08	2.753		
Aguzadora	Pp	55.0	16.2	0.06	0.910		
<b>TOTAL, COSTO DIRECTO</b>							<b>460.660</b>
<b>4.- EXPLOSIVOS:</b>							<b>46.879 46.879</b>
Emulex x 1 x 7	Kg.	11.18	3.288	1.92	6.326		
Emulex 1.1/2 x 7	Kg.	7.41	2.179	1.82	3.974		
ANFO	Kg.	108.95	32.045	0.71	22.624		
Pentacord	Mt	40.00	11.765	0.17	1.941		
Carmex 8 pies	Unid	2.00	0.588	0.72	0.424		
Fanel 4.8 m	Unid	37.00	10.882	1.07	11.590		

<b>5.- GASTOS GENERALES:</b>		43.1%				198.551	<b>198.551</b>
<b>6.- UTILIDADES:</b>		10.0%				46.066	<b>46.066</b>
<b>7.- COSTO TOTAL</b>							<b>705.277</b>

#### 4.7.6. Comparación de costos en el avance en condiciones normales y con estrés térmico

El Precio Unitario P.U. que se tiene para las labores de 5.0 m x 4.0 m, considerado con Compañía Minera Condestable a la EC OPERMIN SAC es de 705.28 (US \$/m)

Para un trabajo de perforación y carguío donde se tiene presencia de alta temperatura generando estrés térmico en el ambiente, se tiene lo siguiente en la tabla N° 35:

**Tabla 36:**

*Comparación de costos en el avance*

Descripción	(US \$) /Frente	Relación de perf. Frente según estrés térmico	(US \$) Total	Observación
mano de obra	133.22	1.5	199.83	
Materiales	64.65	1.5	96.98	
Equipos	262.79	1.5	394.19	
contingencia (2%)			13.82	
Utilidad (10%)			70.48	
Total			775.29	
K (Cte.)				9.9% de incremento de un metro/frente

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.7.7. Resultado de análisis en el programa de avances.

En el mes de setiembre del 2023 se tiene programado un avance de 933 metros lineales, para ello se tiene que realizar 258 disparos en el transcurso del mes (30 días) en condiciones normales, afectando en los disparos en el 66.67% a los disparos en condiciones normales (equivalente a la relación de 1/1.5), teniendo 172 disparos en el mismo tiempo en condiciones de estrés térmico.

**Tabla 37:**

*Resultado de análisis en el programa de avances.*

Programa (m)	Nº disp.	Avance Efectivo (14 pies)	Metraje ejecutado (m)	cumplimiento	T °	Resultado
933	258	3.65	941.7	100.93%	Temperatura LMP	Optimo avance
933	172	3.65	627.8	67.29%	LMP superior (estrés térmico)	Avance deficiente

Fuente: Elaboración propia.

En condiciones normales el cumplimiento del metraje ejecutado se cumple al 100.93% según lo programado, pero con la presencia de estrés térmico (altas temperaturas) en las labores, el cumplimiento en el mismo tiempo es de 67.29% con la temperatura de 31.4 °C en la zona de trabajo, teniendo pendiente el avance del 32.71% siendo en metros 305.20 metros

#### **4.7.8. Resultado de análisis en el Costo beneficio en relación con el estrés térmico**

En relación con el cuadro de programa de avances se realiza el costo beneficio en relación en condiciones normales y al estrés térmico, verificándose así la reducción del valorizado mensual.

**Tabla 38:**

*Resultado de análisis en el Costo beneficio con relación al estrés térmico*

Labor	Sección (m)	Programa (m)	Metraje ejecutado (m)	P.U (US \$/m)	T °	Costo Beneficio
Rp y XC	5.0 x 4.0	933	941.7	705.28	Temperatura LMP	664162.18 US \$
Rp y XC	5.0 x 4.0	933	627.8	705.28	LMP superior (estrés térmico)	442774.78 US \$

Fuente: Elaboración propia.

En dicho calculo realiza variación de costos según condiciones normales y temperaturas superiores:

costo beneficio en condiciones normales	664 162.18 US \$ -
costo beneficio en temperaturas LMP superiores (estrés térmico) a 31.4 °C	<u>442 774.78 US \$</u>
Perdida	221 387.39 US \$

Teniendo una pérdida de \$ 221 387.39 mensuales siendo esto el 33.33% equivalente a 1/3 del valor del costo en condiciones normales.

#### 4.8. Prueba de hipótesis

##### 4.8.1. Hipótesis general

El estrés térmico influye en la productividad de avance de la empresa OPERMIN en profundización.

**H0**= El estrés térmico influye en la productividad de avance de la empresa OPERMIN en profundización.

**H1**= El estrés térmico no influye en la productividad de avance de la empresa OPERMIN en profundización.

El estrés térmico afecta en el tiempo de perforación y voladura del frente de la labor, según lo indicado en el grafico N° y la tabla N° se verifica que en condiciones de alta temperatura se eleva el tiempo de perforación en 1.5 horas más que en condiciones normales.

#### Tabla 39:

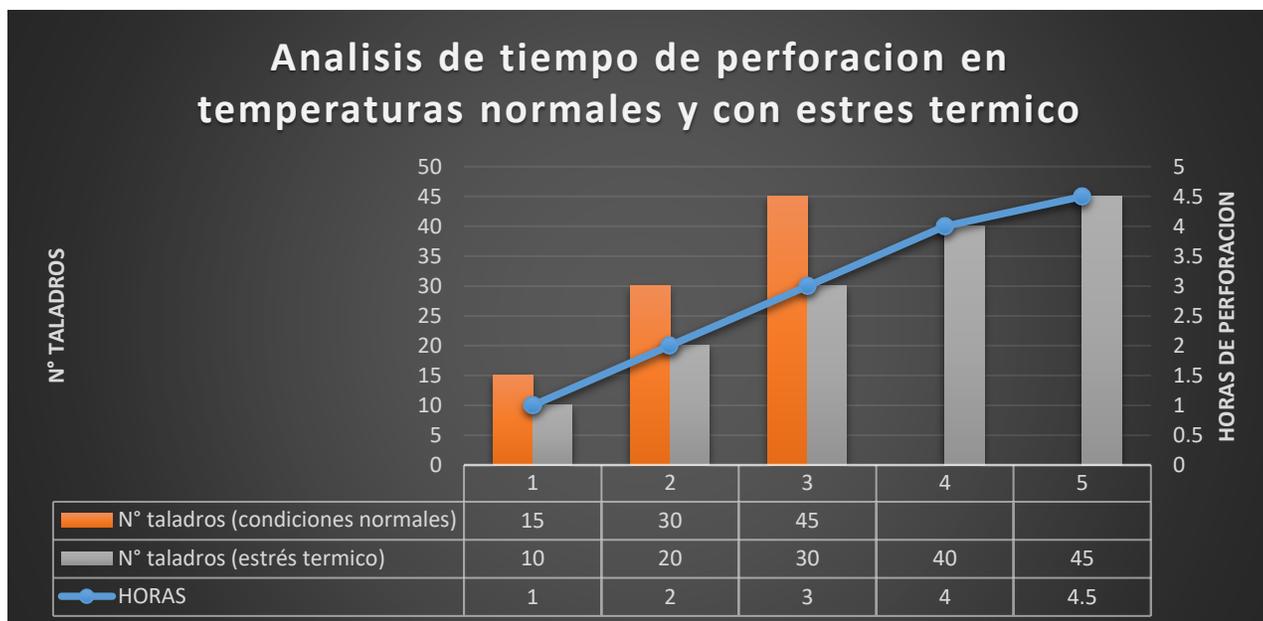
*Análisis de tiempo de perforación en temperaturas normales y con estrés térmico*

HORAS	N° taladros (condiciones normales)	N° taladros (estrés térmico)
1	15	10
2	30	20
3	45	30
4		40
4.5		45

Fuente: Elaboración propia.

**Ilustración 5:**

*Análisis de tiempo de perforación en temperaturas normales y con estrés térmico*



Fuente: Elaboración propia.

De igual manera se verifica que en una guardia en condiciones normales se realizan la perforación de 3 frentes completos, en cambio con temperaturas altas (estrés térmico) se tiene la perforación de 2 frentes en una guardia.

**Tabla 40:**

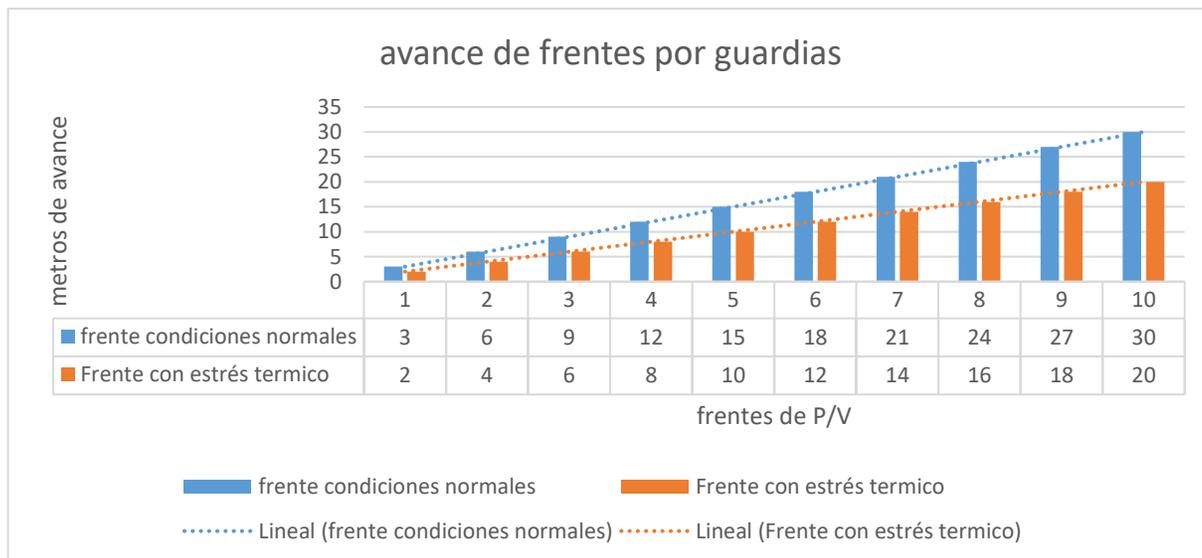
*Cuadro de avance de frentes por guardias.*

<b>Guardia</b>	<b>frente condiciones normales</b>	<b>Frente con estrés térmico</b>
1	3	2
2	6	4
3	9	6
4	12	8
5	15	10
6	18	12
7	21	14
8	24	16
9	27	18
10	30	20

Fuente: Elaboración propia.

**Ilustración 6:**

*Gráfico de avance de frentes por guardias.*



Fuente: Elaboración propia.

Con la información recolectada se determina que el estrés térmico afecta al incremento de horas en la perforación y así mismo en relación con el avance de frente por guardias en presencia de altas temperaturas, todo ello afecta negativamente en el avance del metraje mensual

**H0 = (Hipótesis nula) = acepto      H1 = (Hipótesis alternativa) = rechazo**

#### 4.8.2. *Hipótesis específicas*

a) El valor Limite TGBH influye en el metraje mensual.

**H0**= El valor Limite TGBH influye en el metraje mensual.

**H1**= El valor Limite TGBH no influye en el metraje mensual.

En condiciones normales el cumplimiento del metraje ejecutado se cumple al 100.93% según lo programado, pero con la presencia de estrés térmico (altas temperaturas) en las labores, el cumplimiento en el mismo tiempo es de 67.29%, teniendo pendiente el avance del 32.71% siendo en metros 305.20 metros, quedando pendiente 1/3 del metraje programado.

**Tabla 41:**

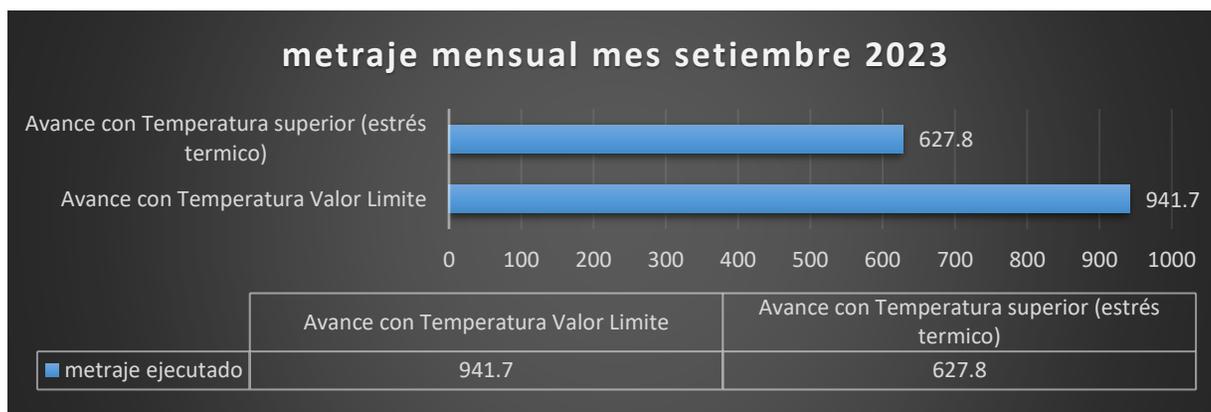
*Cuadro de metraje mensual mes setiembre 2023*

	Avance con Temperatura Valor Limite	Avance con Temperatura superior (estrés térmico)
metraje ejecutado	941.7	627.8

Fuente: Elaboración propia.

**Ilustración 7:**

*Gráfico de metraje mensual mes setiembre 2023*



Fuente: Elaboración propia.

Verificándose que el estrés térmico influye negativamente en el avance de la empresa OPERMIN en una reducción de 33.33%, en cambio con la temperatura dentro de los valores limites se cumple el metraje programado.

**H0 = (Hipótesis nula) = rechazo      H1 = (Hipótesis alternativa) = acepto**

**b)** El estrés térmico influye significativamente en el costo

**H0**= El estrés térmico influye significativamente en el costo

**H1**= El estrés térmico no influye significativamente en el costo

Según el programa mensual se tiene 993 metros lineales de avance según lo establecido para el mes de setiembre, en condiciones normales con la eficiencia de avance de 3.65 metros con perforación de 14 pies, se tiene un total de 258 disparos, en temperaturas elevadas de 31.4 °C

en la zona de trabajo esta es afectada y solo se cumple el 66.67% de los disparos, siendo un equivalente de 172 disparos, en consecuencia, se tiene el comparativo en la tabla N° 42

**Tabla 42:**

*Cuadro comparativo de costo- beneficio en condiciones normales y estrés térmico a temperatura de 31.4 °C*

<b>Programa (m)</b>	<b>N° disp.</b>	<b>Avance Efectivo (14 pies)</b>	<b>Metraje ejecutado (m)</b>	<b>P.U (US \$/m)</b>	<b>T °</b>	<b>Costo Beneficio</b>
933	258	3.65	941.70	705.28	Temperatura LMP	664162.18
933	172	3.65	627.80	705.28	LMP superior de 31.4 °C (estrés térmico)	442774.78

Fuente: Elaboración propia.

Realizando la diferencia de los costos en condiciones normales y en condiciones con estrés térmico a temperatura de la zona de trabajo equivalente a 31.4 °C se tiene lo siguiente:

costo beneficio en condiciones normales	664 162.18 US \$	-
costo beneficio en temperaturas LMP superiores (estrés térmico) a 31.4 °C	442 774.78 US \$	
Perdida	<u>221 387.39 US \$</u>	

La relación de la perdida es la siguiente:

$$\text{Relacion} = \frac{221\,387.39\text{ US \$}}{664\,162.18\text{ US \$}}$$

$$\text{Relacion} = 0.3333$$

$$\text{Relacion} = 33.33\%$$

Teniendo una pérdida del 33.33% influyendo significativamente en el costo

**H0** = (Hipótesis nula) = acepto

**H1** = (Hipótesis alternativa) = rechazo

## CONCLUSIONES

Luego de realizar las mediciones en campo al personal de las temperaturas para el cálculo del TGBH, realizar el cálculo de la temperatura de globo y bulbo húmedo, de determina que la temperatura en campo es de 31.4 °C, así mismo se realizó el consumo metabólico para del personal con el cual se determina la temperatura de globo y bulbo húmedo de Valor límite siendo 28.7 °C, con todo ello se realiza los cálculos de tiempo de trabajo – descanso que debe realizar el trabajo según los cálculos realizados, con ello se determina que se realiza el trabajo de 40 minutos de trabajo en campo y 20 minutos en descanso en un lugar con menor temperatura para reducir el calor del cuerpo y generar equilibrio térmico de la piel, perdiendo 1/3 del tiempo de la hora, aumentando así en la perforación en 30 minutos por cada hora y así mismo reduciendo el costo del programa mensual de avance y así mismo el valorizado al 66.66% del costo en condiciones normales.

**Primero:** se realizó la investigación recolectando los datos en campo de temperatura se determina tiempos de descanso según la temperatura en la zona de trabajo de 31.4 °C, se verifica que afecta a las horas de perforación incrementando en 30 minutos en la hora de perforación en condiciones normales, y así mismo en la cantidad de frentes por guardia en condiciones normales se realiza 3 frentes, en condiciones de estrés térmico a temperatura de 31.4 °C se verifica que se realiza 2 frentes por guardia, llegando a la conclusión de que el estrés térmico afecta negativamente en la productividad en el avance de la empresa OPERMIN.

**Segundo:** Se realizó el cálculo de valor límite de TGBH a través del consumo metabólico calculado realizando la interpolación en el cuadro de Cálculo de TGBH en función al Consumo metabólico teniendo como resultado de 28.7 °C siendo esto el valor límite para realizar actividades en el área de trabajo, si este se mantiene en la temperatura dentro del valor límite

(28.7 °C) se cumplirá con el metraje programado, en cambio sí se eleva la temperatura el metraje se reduce como en el caso que se tiene en esta investigación que se reduce en 1/3 del total.

**Tercero:** En el análisis comparativo realizado anteriormente se verifica que el costo en condiciones normales es mucho mayor que en condiciones de estrés térmico a temperaturas de 31.4 °C, reduciéndose en 1/3 del costo, corroborándose que se tiene una pérdida de 221387.39 US \$ en el avance del mes de setiembre 2023, el cual se tiene un programa de 933 metros lineales.

## RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidenciaron que las condiciones térmicas en las labores de profundización de la empresa OPERMIN SAC superan los valores recomendados para una operación minera segura, alcanzando temperaturas promedio de 31.4 °C. A partir del cálculo del consumo metabólico del personal y del índice de Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo (TGBH), se estableció un valor límite de 28.7 °C, superado el cual se afecta tanto la salud de los trabajadores como el rendimiento operativo de las labores. Esta situación conlleva a la necesidad de establecer tiempos de trabajo y descanso de 40 minutos de labor por 20 minutos de recuperación en un ambiente con menor temperatura, con el fin de mantener el equilibrio térmico corporal.

Sin embargo, esta medida de control genera una reducción operativa de aproximadamente 1/3 del tiempo efectivo de trabajo por hora, incrementando en 30 minutos las operaciones de perforación y disminuyendo la cantidad de frentes atendidos por guardia, lo cual se refleja en una afectación económica significativa sobre el avance mensual programado y su valorización. En base a estos hallazgos, se plantean a continuación recomendaciones orientadas a mitigar los efectos del estrés térmico sobre el personal y la productividad de la empresa, mediante el control de las condiciones térmicas, la optimización de los tiempos de trabajo, la implementación de medidas preventivas en salud ocupacional y el fortalecimiento de la capacitación en gestión de riesgos térmicos.

### **Primero - En relación con la conclusión 1:**

Considerando que se evidenció que el estrés térmico a 31.4 °C afecta negativamente la productividad en labores de perforación, incrementando los tiempos operativos y reduciendo de

tres a dos frentes por guardia, se recomienda realizar un monitoreo constante de las condiciones térmicas en todas las zonas de trabajo, asegurando el cumplimiento del avance mensual programado. Es necesario, además, mejorar el sistema de ventilación en las labores de profundización para mantener ambientes ventilados y frescos, e implementar una tercera línea de servicios (agua y aire) en las labores de perforación y carguío de frentes, lo cual contribuirá a reducir la temperatura en las zonas de trabajo. Mientras no se cuente con un sistema de ventilación óptimo, se deberá establecer una jornada laboral que contemple 40 minutos de trabajo efectivo y 20 minutos de descanso en zonas de menor temperatura, junto con el abastecimiento de agua mineral helada para preservar la capacidad física y operativa del personal.

**Segundo - En relación con la conclusión 2:**

Al determinarse que el valor límite de TGBH es de 28.7 °C, superado el cual se reduce considerablemente el metraje programado, se recomienda establecer controles específicos para el manejo del estrés térmico, incluyendo monitoreos periódicos de las condiciones ambientales, uso adecuado de cámaras de climatización y consumo responsable de sales rehidratantes para equilibrar el calor corporal. Adicionalmente, se debe capacitar al personal operativo y de contrata sobre los riesgos del estrés térmico, sus efectos en la salud, las medidas preventivas, el uso correcto de sistemas de enfriamiento personal y el aprovechamiento adecuado de los periodos de descanso. Paralelamente, es fundamental fortalecer la preparación del personal de la brigada de seguridad en temas de gestión de riesgos térmicos, primeros auxilios y atención de emergencias relacionadas con la exposición a altas temperaturas.

**Tercero - En relación con la conclusión 3:**

Para mitigar las pérdidas económicas ocasionadas por la reducción del avance mensual en condiciones de estrés térmico, se recomienda implementar de manera prioritaria un plan integral

de control térmico y optimización productiva. Este debe contemplar, en primer término, la mejora del sistema de ventilación mecanizada en las zonas de profundización, junto con la instalación de una tercera línea de servicios (agua y aire comprimido) en las labores de perforación y carguío de frentes, a fin de reducir la temperatura ambiental en los puntos críticos de trabajo y mantener los valores de TGBH dentro del límite permitido (28.7 °C).

Paralelamente, se sugiere desarrollar un plan de reestructuración de turnos y cuadrillas basado en la carga térmica diaria, asignando personal en horarios de menor temperatura ambiental (preferentemente en turnos nocturnos o tempranos), aplicando rotación de trabajadores entre zonas de distinta exposición térmica y estableciendo pausas térmicas programadas con acceso a estaciones de hidratación, zonas de descanso climatizadas y consumo de sales rehidratantes.

De forma complementaria, se recomienda implementar un programa médico ocupacional preventivo específico para personal expuesto a altas temperaturas, que contemple evaluaciones periódicas, capacitaciones en reconocimiento de síntomas de estrés térmico, y protocolos de atención inmediata ante emergencias térmicas.

La aplicación combinada de estas medidas permitirá controlar las condiciones térmicas adversas, optimizar el tiempo efectivo de trabajo, reducir pérdidas económicas y preservar la salud e integridad de los trabajadores, contribuyendo así a la sostenibilidad operativa y financiera de la empresa.

## ANEXOS

## Anexo I: Formato de medición de estrés térmico:

		<b>OPERACIONES MINERAS S.A.C.</b> SISTEMA DE GESTION DE SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y ASUNTOS AMBIENTALES <b>"TODOS LOS TRABAJADORES DE REGRESO A CASA SANOS Y SALVOS, TODOS LOS DÍAS"</b> <b>MEDICIÓN DE ESTRÉS TÉRMICO</b>						CÓDIGO: OPE-MIN-F-061 VERSIÓN: 00 FECHA: 10/02/2023 PÁGINA: 1/1		UNIDAD MINERA CONDESBLE			
Área:		Puesto de trabajo :											
Fecha:		Hora:		N° Trabajadores expuestos en el área:									
Programa de monitoreo (Si/No)		Temporada:											
		Horario Recomendado (Aire libre)						10:00 am- 16:00 pm					
ÍTEM	NOMBRE PERSONA EVALUADA	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MEDICIÓN	TBS (°C)	TBH (°C)	TG (°C)	HR (%)	T <sub>wbGT(1)</sub> (°C)	T <sub>wbGT(e)</sub> (°C)	OBSERVACIONES				
1													
Fuente Generadora:		Distancia de la fuente al punto evaluado (Calderos, máquinas y equipos):		Croquis-Ubicación de punto de evaluación-detallar referencias									
Velocidad del viento <input type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Artificial		Detalle:											
N°	Descripción de actividades	Tiempo	Vestimenta										
1			Interior									Material	Color
2													
3													
4													
5			Exterior	Material	Color								
6													
7													
8													
9													
Nombre del evaluado:		Nombre del evaluador:											
Firma:		Firma:											
Área:		Puesto de trabajo :											
Fecha:		Hora:		N° Trabajadores expuestos en el área:									
Programa de monitoreo (Si/No)		Temporada:											
		Horario Recomendado (Aire libre)						10:00 am- 16:00 pm					
ÍTEM	NOMBRE PERSONA EVALUADA	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MEDICIÓN	TBS (°C)	TBH (°C)	TG (°C)	HR (%)	T <sub>wbGT(1)</sub> (°C)	T <sub>wbGT(e)</sub> (°C)	OBSERVACIONES				
1													
Fuente Generadora:		Distancia de la fuente al punto evaluado (Calderos, máquinas y equipos):		Croquis-Ubicación de punto de evaluación-detallar referencias									
Velocidad del viento <input type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Artificial		Detalle:											
N°	Descripción de actividades	Tiempo	Vestimenta										
1			Interior									Material	Color
2													
3													
4													
5			Exterior	Material	Color								
6													
7													
8													
9													
Nombre del evaluado:		Nombre del evaluador:											
Firma:		Firma:											

## Anexo II: PETS - OPE-MIN-P-034 TRABAJO EN LABORES CON ALTA

## TEMPERATURA

	"TODOS LOS TRABAJADORES DE REGRESO A CASA SANOS Y SALVOS, TODOS LOS DÍAS"		<b>UNIDAD MINERA CONDESTABLE</b>
	SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y ASUNTOS AMBIENTALES		
	<b>PETS: TRABAJOS EN LABORES CON ALTA TEMPERATURA</b>		
	Área: MINA	Versión: 04	
	Código: OPE-MIN-P-034	Página: 1 de 2	

**1. PERSONAL**

1.1. A todo el personal que labore en interior de mina.

**2. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL**

- 2.1 Ropa de Trabajo con cintas reflectiva.
- 2.2 Botas de jebe con punta de acero.
- 2.3 Respirador.
- 2.4 Lámpara minera.
- 2.5 Tapones auditivos.
- 2.6 Protector de cabeza a la redonda.
- 2.7 Barbiquejo.
- 2.8 Lentes de seguridad.
- 2.9 Guantes de cuero y de jebe
- 2.10 Pantalón de jebe.
- 2.11 Arnés de seguridad con línea de vida (Trabajos en altura o inclinado)

**3. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES**

EQUIPOS	HERRAMIENTAS	MATERIALES
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avisos de señalización.</li> </ul>	

**4. PROCEDIMIENTO**

- 4.1. Recibir la orden de trabajo escrita de parte del supervisor.
- 4.2. Al comenzar la labor, si fuera necesario, el supervisor y/o jefe de guardia, comparará la temperatura del ambiente de trabajo con las cifras respectivas de la Guía N°2 Medición de Estrés Térmico, del DS 024-2016 EM.
- 4.3. Inspeccionar el área de trabajo, realizar y rellenar el IPERC continuo.
- 4.4. La guardia entrante debe evaluar la ventilación y haciendo el monitoreo de gases con el detector de gases.
- 4.5. La manga de ventilación deberá estar a 15 metros del tope de la labor.
- 4.6. Realizar el regado y lavado del área a trabajar para reducir la sofocación y mejorar la condición termo ambiental.
- 4.7. Los trabajadores cada 90 minutos de trabajo continuo deben descansar 15 minutos en un área ventilada para controlar la fatiga.
- 4.8. Los trabajadores deberán rehidratarse con 500 ml de agua dependiendo de la necesidad a fin de contrarrestar la fatiga causada por el estrés térmico en la labor.
- 4.9. Este ciclo se deberá cumplir hasta culminar la actividad ordenada.

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Supervisor del Área	Residente de Obra	Jefe de Seguridad	Gerente General
Fecha de elaboración: 15 de Diciembre del 2022			Fecha de Aprobación: 05 de Enero del 2023

	"TODOS LOS TRABAJADORES DE REGRESO A CASA SANOS Y SALVOS, TODOS LOS DÍAS"		<b>UNIDAD MINERA CONDESTABLE</b>
	SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y ASUNTOS AMBIENTALES		
	<b>PETS: TRABAJOS EN LABORES CON ALTA TEMPERATURA</b>		
	<b>Área: MINA</b>	<b>Versión: 04</b>	
	<b>Código: OPE-MIN-P-034</b>	<b>Página: 2 de 2</b>	

4.10. La guardia saliente debe dejar ventilando la labor después de cada disparo.

4.11. Reportar al supervisor el estado de la labor al final de la guardia.

## 5. RESTRICCIONES

El trabajo se suspenderá cuando:

5.1. El colaborador no cuente con su orden de trabajo.

5.2. Exista indicios de presencia de niveles que se encuentran fuera del rango de los LMP de gases.

5.3. Exista chispeo constante de roca.

5.4. Se tenga tiros cortados.

5.5. No se tenga visibilidad suficiente.

5.6. La temperatura corporal del trabajador supera los 38°C o registra menos de 36°C no deberá permitirse su acceso a la labor.

**Advertencia:** Las copias impresas de este documento son **Copias No Controladas**. La Copia Controlada se encuentra en el "Sitio para la gestión de documento" es responsabilidad del usuario verificar la vigencia de este documento antes de su uso.

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Supervisor del Área	Residente de Obra	Jefe de Seguridad	Gerente General
Fecha de elaboración: 15 de Diciembre del 2022			Fecha de Aprobación: 05 de Enero del 2023

Anexo III: ESTANDAR - OPE-MIN-E-013 TRABAJOS EN LABORES CON  
TEMPERATURA ALTA

	"TODOS LOS TRABAJADORES DE REGRESO A CASA SANOS Y SALVOS, TODOS LOS DÍAS"		<b>UNIDAD MINERA CONDESTABLE</b>
	SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y ASUNTOS AMBIENTALES		
	<b>ESTÁNDAR: TRABAJOS EN LABORES CON TEMPERATURA ALTA</b>		
	Código: OPE-MIN-E-013	Versión: 05	
	Fecha de elaboración: 20/06/2020	Página: 1 de 3	

#### 1. OBJETIVO

- 1.1. Garantizar al trabajador un grado de confort termo-ambiental para el desenvolvimiento de sus tareas de acuerdo a las normas de seguridad.

#### 2. ALCANCE

- 2.1. A todo el personal que labore en interior mina.

#### 3. REFERENCIAS LEGALES Y OTRAS NORMAS

- 3.1. Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, Art. 21°, 50° y 57°.  
3.2. D.S. N° 005-2012-TR, Art. 82°.  
3.3. Reglamento Interno de Seguridad y Salud Ocupacional.  
3.4. Reglamento de Seguridad y Salud ocupacional en Minería D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM. Art. 7°, 44°, 47°, 48°, 49°, 83°, 95°, 98°, 99°, 210°, 218°, 225°, 234°, 248°, 252°, 252°.  
3.5. OHSAS 18001:2007 Requisitos 4.3.1, 4.3.2 y 4.4.6.

#### 4. ESPECIFICACIONES DEL ESTÁNDAR

- 4.1. El personal debe contar con el EPP completo: Protector de cabeza a la redonda, barbiquejo, lentes de seguridad, respirador con filtro para polvo, guantes de cuero y/o jebe, tapones auditivos, lámpara minera, botas de jebe con punta de acero y ropa de trabajo y/o chaleco con cintas reflectantes.  
4.2. Los trabajadores deben elaborar el **IPERC SEMÁFORO**, con la finalidad de identificar los peligros, evaluar los niveles de riesgos que conlleva realizar un trabajo en labores de temperatura alta y sus medidas de control en forma inmediata.  
4.3. Alinearse al estándar mundial de labores con temperatura  $\geq$  a 30°.  
4.4. Para las labores se asignará personal con experiencia y al personal se les rotará periódicamente a labores ventilados, deben asignarse 600 ml de agua por hora de trabajo.  
4.5. El área de ventilación CMC y Mina OPERMIN, debe monitorear periódicamente las labores donde exceda los 30°C y hacer seguimiento de las medidas correctivas tomadas.  
4.6. Para todo tipo de labores de alta temperatura se usará una tercera línea para la ventilación, esta deberá tener una válvula independiente y la punta estar lo más próximo al frente de trabajo.  
4.7. En zonas donde exista altas temperaturas se dará prioridad a inclinados que conecten a niveles superiores.

<b>PREPARADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
<b>Supervisor del Área</b>			<b>Gerente General</b>
Fecha de elaboración: 15 de Diciembre del 2022	<i>Residente de Obra</i>	<i>Jefe de Seguridad</i>	Fecha de Aprobación: 05 de Enero del 2023

	"TODOS LOS TRABAJADORES DE REGRESO A CASA SANOS Y SALVOS, TODOS LOS DÍAS"		<b>UNIDAD MINERA CONDESTABLE</b>
	SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y ASUNTOS AMBIENTALES		
	<b>ESTÁNDAR: TRABAJOS EN LABORES CON TEMPERATURA ALTA</b>		
	Código: OPE-MIN-E-013	Versión: 05	
	Fecha de elaboración: 20/06/2020	Página: 2 de 3	

- 4.8. Los colaboradores dejarán ventilando las labores con temperatura alta, se deberá regar y lavar el área de trabajo con el fin de reducir la sensación térmica del ambiente.
- 4.9. En zonas donde exista labores de alta temperatura igual o mayor de 30°C se rotará al personal.
- 4.10. Todo trabajo en labores con alta temperatura se deberá contar periodos de descanso dentro del turno de trabajo cada hora y media con 15 minutos de descanso en zona ventilada.
- 4.11. En zonas donde exista labores de alta temperatura se colocará cajas de agua y la sala de aclimatación debe estar cercana al lugar de trabajo, a fin de controlar la fatiga, deshidratación y otros efectos en la salud de los trabajadores.

#### 5. RESPONSABLES

- 5.1. INGENIERO RESIDENTE: Responsable de proporcionar los recursos para el cumplimiento del estándar.
- 5.2. JEFE DE SEGURIDAD: Responsable de hacer cumplir el estándar.
- 5.3. SUPERVISOR: Responsable de entrenamiento, hacer cumplir el estándar y seguimiento al personal.
- 5.4. TRABAJADORES: Responsable de cumplir el estándar.

#### 6. REGISTROS, CONTROLES Y DOCUMENTACIÓN

- 6.1. Orden de Trabajo.
- 6.2. IPERC Continuo.
- 6.3. Monitoreo de Temperatura en la labor.

#### 7. REVISIÓN.

Cada vez que la legislación vigente relacionada a las actividades y procesos de OPERMIN experimenten cambios y/o modificaciones.

**Advertencia:** Las copias impresas de este documento son **Copias No Controladas**. La Copia Controlada se encuentra en el "Sitio para la gestión de documento". Es responsabilidad del usuario verificar la vigencia de este documento antes de su uso.

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Supervisor del Área	Residente de Obra	Jefe de Seguridad	Gerente General
Fecha de elaboración: 15 de Diciembre del 2022			Fecha de Aprobación: 05 de Enero del 2023

## ANEXO IV: Certificado de medidor de estrés térmico Marca CLIFFER PROTEMP 4





 [Baixe o manual](#)
 [Assista o vídeo](#)

## Certificado de Calibración

Número del certificado: CRV3410/2022

**Fecha de la calibración: 15/11/2022**  
**Fecha de emisión del certificado: 15/11/2022**

**DATOS DEL CLIENTE:**  
**Nombre:** MEIN INGENIEROS S.A.C.  
**Dirección:** MZA. B1 LOTE. 10 A.H. CUEVA DE LOS TAYOS - PROV. CONST. DEL CALLAO – VENTANILLA – PERÚ

**IDENTIFICACIÓN DEL INSTRUMENTO CALIBRADO:**  
**Instrumento:** Monitor de Carga Térmica  
**Fabricante:** Criffer  
**Modelo:** Protemp 4  
**Número de serie:** 11000749

**PROCEDIMIENTO(S) DE CALIBRACIÓN:** PC TMP01 - Revisión: 01

**MÉTODO(S):** Comparación directa con el estándar de referencia.

**ESTÁNDAR(ES) UTILIZADO(S):**

- Cámara Climática – Gelopar - Certificado de calibración n° T0388/2021 del Labelo - Válido hasta 11/2023
- Testo - Testo 622 - Certificado de calibración n° T0648/2020 del Labelo - Válido hasta 11/2023

**CONDICIONES AMBIENTALES:**  
**Temperatura:** 22,0 °C ± 3,0 °C  
**Humedad Relativa:** 55 % ± 10 %  
**Presión Atmosférica:** 101,32 kPa ± 10 %

**NOTAS:**

- Los resultados de la calibración están contenidos en tablas adjuntas, que relacionan los valores indicados por el instrumento en prueba, con valores obtenidos a través de la comparación con los patrones e incertidumbres estimadas de la medición (IM).
- La incertidumbre ampliada de medición se declara como la incertidumbre de medición multiplicada por el factor de cobertura "k", corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95%, según la distribución de probabilidad t-Student, con grados de libertades efectivas (Veff).
- La incertidumbre estándar de calibración se determinó de acuerdo con la "guía para la expresión de incertidumbre de medición".
- Esta calibración no sustituye ni exige los cuidados mínimos del control metrológico.
- Este certificado se refiere exclusivamente al elemento calibrado y no se extiende a ningún lote.
- El certificado no debe reproducirse total o parcialmente sin autorización previa.
- Calibración realizada en las instalaciones de CrifferLab, ubicada en la avenida Theodomiro Porto da Fonseca, 3101, Unidad 6, sala 203, Barrio: Cristo Rei, Ciudad: São Leopoldo – RS, con estándares calibrados en laboratorios acreditados a la coordinación general de acreditación del INMETRO.
- El presente certificado de calibración cumple los requisitos de la norma ABNT NBR ISO IEC 17025.

Página 1 de 2



Aterramento  
+55 51 3081-6684



De Segunda à Sexta  
das 8h às 18h (UTC-3)



Av. Theodomiro Porto da Fonseca, 3101  
Barrio: Cristo Rei - São Leopoldo-RS  
C.E.P: 93022-715 - Campus Sec. Unisinos





 Baixe o manual
  Assista o vídeo

## Certificado de Calibración

Número del certificado: CRV3410/2022

Fecha de la calibración: 15/11/2022  
 Fecha de emisión del certificado: 15/11/2022

### Resultado de la calibración:

#### Temperatura de bulbo seco (°C):

VR	MM	EA	ET	IM
10,0	9,8	0,2	0,3	0,2
20,0	20,2	-0,2	0,3	0,2
30,0	30,1	-0,1	0,2	0,2

#### Temperatura de bulbo húmedo natural (°C):

VR	MM	EA	ET	IM
10,0	10,1	-0,1	0,2	0,2
20,0	20,1	-0,1	0,2	0,2
30,0	30,0	0,0	0,2	0,2

#### Temperatura del globo (°C):

VR	MM	EA	ET	IM
10,0	10,2	-0,2	0,3	0,2
20,0	20,1	-0,1	0,2	0,2
30,0	29,8	0,2	0,3	0,2

#### Tabla de convención:

<b>VR</b>	Valor de referencia
<b>MM</b>	Resultado obtenido de la media aritmética de las medidas
<b>EA</b>	Error absoluto
<b>ET</b>	Error total
<b>IM</b>	Incertidumbre de medición

*João Carlos T.C. Izabel*

Responsable Técnico  
João Carlos T.C. Izabel

## ANEXO V:

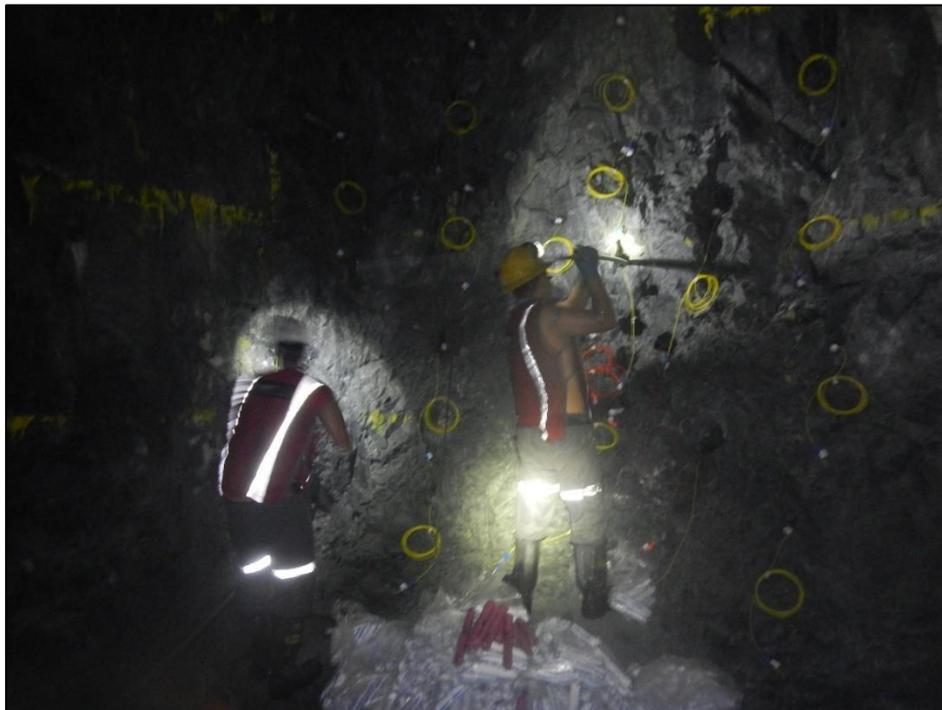
## Capacitaciones de estrés térmico al personal guardia día



## Capacitaciones de estrés térmico al personal guardia noche



ANEXO VI: Pintado de malla de perforación y carguío de frente con estrés térmico



ANEXO VII: Cámaras de climatización para reducir el estrés térmico



ANEXO VIII: Monitoreo de temperaturas con el medidor de estrés térmico Marca CLIFFER PROTEMP 4 al personal en las diferentes labores.



## ANEXO IX: Programa mensual de avance del mes de abril de la empresa OPERMIN

SAC del mes de SETIEMBRE 2023 con la programación de 933 metros lineales.

PROGRAMA DE AVANCES – SETIEMBRE 2023  
OPERMIN

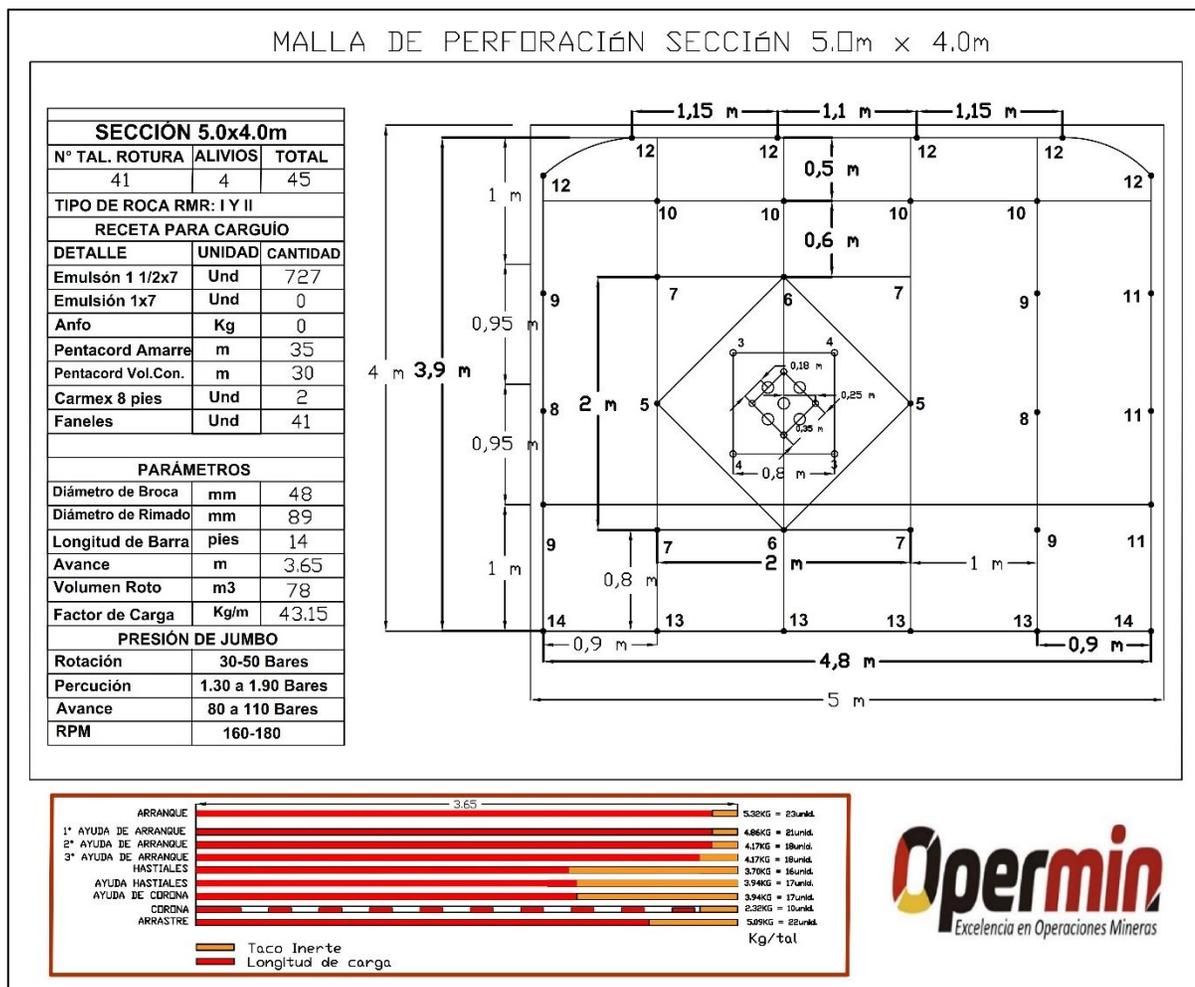
Labores disponibles:

MINA	Status labor	Nivel	LABOR	FASE	DESCRIPCIÓN	GRADIENTE / INCLINACIÓN	SECC_LABOR	Centro de Costo	EXPLOSIVO	Avance (m)
RAUL	Disponible	-610	XC_6641_1_610	Preparación	Preparación de block 6520	1%	5.0 x 4.0	Opex	EMULSION	5
			XC_6641_2_610	Preparación	Preparación de block 6520	1%	5.0 x 4.0	Opex	EMULSION	12
		-640	XC_6520_4_640	Preparación	preparación de block 6598	2%	5.0 x 4.0	Opex	EMULSION	17
			XC_4264_8_640	Preparación	Preparación de block	2%	5.0 x 4.0	Opex	ANFO	30
			XC_5859_1_640	Desarrollo	Accesar a block minables	2%	5.0 x 4.0	Opex	EMULSION	50
		-670	RP_6873_1_670	Preparación	Preparación de block 6020	-12%	5.0 x 4.0	Opex	EMULSION	20
		-700	XC_6091_9_700	Desarrollo	Maniobra del volquete para desmontera 6167	1%	5.0 x 4.0	Opex	EMULSION	14
		-760	XC_6022_21_760	Preparación	Preparación del block 6022 -Nv-760	1%	5.0 x 4.0	Opex	EMULSION	30
			RP_6791_1_760	Desarrollo	Rampa de acceso al block 6782	12%	5.0 x 4.0	Opex	EMULSION	60
			XC_6101_2_760	Desarrollo	Cámara de cargaño	2%	5.0 x 4.0	Opex	ANFO	38
			XC_6101_4_760	Preparación	Preparación del block 6101	1%	5.0 x 4.0	Opex	ANFO	40
		-790	XC_4234_790	Desarrollo	Integración RP_88	-2%	5.0 x 4.0	Capex profundización	EMULSION	70
		-820	RP_78_820	Desarrollo	Rampa de profundización Nv -790	-10%	5.0 x 4.0	Capex profundización	ANFO	70
	Total, Disponible									456
	Falta llegar	-640	XC_4308_70_640	Preparación	Avances para Accesar a varios blocks	2%	5.0 x 4.0	Opex	EMULSION	5
		-670	XC_5868_29_670	Desarrollo	Preparación de block 6590	1%	5.0 x 4.0	Opex	EMULSION	31
		-760	XC_6791_3_760	Desarrollo	Comunicación a CH_RB - Ventilación	-3%	5.0 x 4.0	Capex Ventilación	EMULSION	31
			XC_6101_3_760	Preparación	Preparación del block 6022 -Nv-760	1%	5.0 x 4.0	Opex	ANFO	26
		-820	RP_4234_3_820	Desarrollo	Poza de bombeo RP_78	-15%	5.0 x 4.0	Capex profundización	EMULSION	25
	Total, Falta llegar									118
	(en blanco)	-670	XC_6805_670	Preparación	Preparación de block 5752 (20,214tms @0.81Cu)	1%	5.0 x 4.0	Opex	EMULSION	10
	Total (en blanco)									10
	Total, RAUL									584
	Total, general									584

MINA	Status labor	Nivel	LABOR	FASE	ACTIVIDADES PENDIENTES	GRADIENTE / INCLINACIÓN	SECC_LABOR	Centro de Costo	EXPLOSIVO	Avance (m)
RAUL	Bombeo	-580	RP_4261_6_580	Desarrollo	Requiere bombeo y limpieza de lama	4%	5.0 x 4.0	Capex ampliación ACR	EMULSION	12
	Total, Bombeo									12
	Energía	-730	RP_6021_6_730	Preparación	En espera de tablero eléctrico y ventilación	-5%	5.0 x 4.0	Opex	EMULSION	40
	Total, Energía									40
	TL	-640	XC_5859_2_640	Preparación	Espera de la explotación del TJ_6520_TL	5%	5.0 x 4.0	Opex	EMULSION	11
			XC_6520_5_640	Preparación	(en blanco)	1%	5.0 x 4.0	Opex	EMULSION	4
			XC_6520_6_640	Desarrollo	Espera de la explotación del TJ_6643_TL	1%	5.0 x 4.0	Capex Ventilación	EMULSION	10
		-670	XC_6805_2_670	Preparación	En espera que termine TJ_6555_TL	1%	5.0 x 4.0	Opex	EMULSION	10
			XC_6555_9_670	Desarrollo	Espera de la explotación del TJ_6555_TL	2%	5.0 x 4.0	Opex	EMULSION	16
			XC_6805_3_670	Preparación	Espera de la explotación del TJ_6555_TL	2%	5.0 x 4.0	Opex	EMULSION	49
			XC_6677_1_670	Preparación	En espera que termine TJ_6555_TL	12%	5.0 x 4.0	Opex	EMULSION	30
			XC_6805_4_670	Preparación	En espera que termine TJ_6555_TL	2%	5.0 x 4.0	Opex	EMULSION	11
		-700	RP_6091_7_700	Desarrollo	En espera que termine TJ_6153_TL	12%	5.0 x 4.0	Opex	EMULSION	40
			XC_6091_8_700	Desarrollo	En espera que termine TJ_6153_TL	2%	5.0 x 4.0	Capex Ventilación	EMULSION	24
		-760	XC_6022_1_760	Preparación	Espera de la explotación del TJ_6101_TL	5%	5.0 x 4.0	Opex	ANFO	19
		-790	XC_6101_2_790	Preparación	En espera que TL termine explotación	1%	5.0 x 4.0	Opex	ANFO	25
			XC_6101_4_790	Preparación	En espera que TL termine explotación	1%	5.0 x 4.0	Opex	ANFO	28
	Total, TL									277
	DDH	-640	XC_4264_20_640	Desarrollo	En espera que geología termine la perforación	2%	5.0 x 4.0	Capex Ventilación	EMULSION	20
	Total, DDH									20
	Total, RAUL									349

Labores Disponibles (m)	584
Labores con restricciones (m)	349
Total, Programa (m)	933

## ANEXO X: Diseño de malla de perforación ejecutado en las labores de profundización



## ANEXO XI: Presentación sobre estrés térmico:



EXPERTOS  
EN  
TRABAJOS  
EXIGENTES

**Opermin**  
Operación Operación Minería

# ESTRÉS TÉRMICO

SUPERVISOR: ITALO HUILLCA CHAPARRO  
ASISTENTE DE SEGURIDAD  
Br. ING. MINAS:

## CONTENIDO

1. CALOR EN EL AMBIENTE DE TRABAJO.
2. ESTRÉS TÉRMICO
3. SIGNOS Y SINTOMAS
4. PREVENCIÓN
5. TRATAMIENTO

## 1. CALOR EN EL AMBIENTE DE TRABAJO

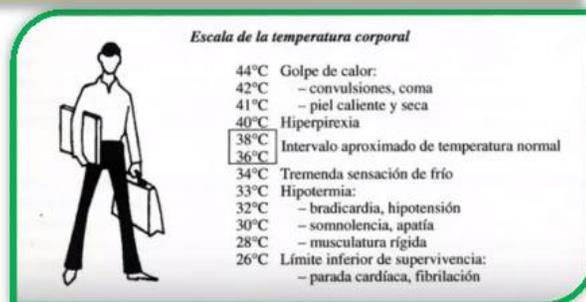


- La temperatura interna del cuerpo considerada normal oscila alrededor de los 36,5°C (entre los 36°C y los 38°C).
- En las minas subterráneas la principal fuente de calor es la propia roca. La temperatura de la roca aumenta aproximadamente en 1 °C por cada 100 m de profundidad.
- La actividad física que desarrollan, la cantidad de aire en circulación, la temperatura y la humedad del aire ambiente y el calor generado por los equipos de minería, sobre todo las máquinas con motores.

## 1. CALOR EN EL AMBIENTE DE TRABAJO



## 1. CALOR EN EL AMBIENTE DE TRABAJO



## MECANISMOS DE REGULACION DE CALOR

- Este exceso de calor pone en marcha mecanismos como:
  - El aumento de la circulación de la sangre hacia la piel para facilitar la pérdida de calor hacia el exterior
  - La sudoración, que facilita la pérdida de calor gracias a la evaporación.

## 2. ESTRÉS TÉRMICO

Es un estado de malestar producido por una acumulación o pérdida excesiva de calor.



## 3. PREVENCIÓN

- Evaluar la **ACTIVIDAD DEL TRABAJADOR** en el puesto y niveles de **VENTILACIÓN**.
- Frecuencia de **DESCANSO** y temperatura de la zona de descanso, si se supera el índice recomendado.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Establecer programas de **ACLIMATACIÓN** de los trabajadores y trabajadoras a ambientes calurosos, mínimo de 7 días de exposición regular permite al individuo habituarse al calor.
- Evitar el trabajo aislado con el fin de facilitar una **SUPERVISIÓN** mutua en caso de aparición de algún problema.
- Poner a disposición **AGUA** potable, cerca de los puestos de trabajo.



### ACLIMATACIÓN

#### Medidas preventivas

##### ➤ Acimatación del personal:

Período de 6 días: 1º día: 50 % carga de trabajo

Siguientes: 10% +

## PREVENCIÓN DE REPOSICIÓN HIDROELECTROLÍTICA



Debe contarse con abundante suministro de agua fresca u otro tipo de bebida que favorezca la rehidratación, sales de hidratación. No esperar hasta tener sed.



No se recomienda el consumo de bebidas carbonatadas ni de bebidas que contengan cafeína (por ejemplo bebidas cola).



## REPOSICIÓN HIDROELECTROLÍTICA

- ¿Cuánto de Agua?
  - 2 litros de agua cada 2 a 3 horas aproximadamente.
  - Pero si el calor es extremo: estrés
  - Sales de Rehidratación.
  - Diluir 1 sobre en un litro de agua.
  - Conservar la solución una vez reconstituida en nevera (entre 2°C y 8°C) y desecharla a las 24 horas después de su preparación.
  - ¿Si la T° supera los 30°C cómo se conserva?.
  - Cooler.

## EXISTENCIA DE ANTECEDENTES MÉDICOS:

- Enfermedades crónicas
- Uso de medicamentos antihistamínicos, diuréticos o antidepressivos.
- Consumo de alcohol o cafeína.
- Edad avanzada
- Dimensiones físicas.
- Otras cuestiones: actividades tras la jornada laboral.
- Sexo. Embarazada o no.



#### 4. SINTOMAS DE ESTRÉS TÉRMICO

ENFERMEDADES RELACIONADAS CON EL CALOR	CAUSAS	SÍNTOMAS	PRIMEROS AUXILIOS (P. AUX.) / PREVENCIÓN (PREV.)
<b>ERUPCIÓN CUTÁNEA</b>	Piel mojada debido a excesiva sudoración o a excesiva humedad ambiental.	Erupción roja desigual en la piel. Puede infectarse. Picores intensos. Molestias que impiden o dificultan trabajar y descansar bien.	<b>P. AUX.:</b> Limpiar la piel y secarla. Cambiar la ropa húmeda por seca. <b>PREV.:</b> Ducharse regularmente, usar jabón sólido y secar bien la piel. Evitar la ropa que oprima. Evitar las infecciones.
<b>CALAMBRES</b>	Pérdida excesiva de sales, debido a que se suda mucho. Bebidas de grandes cantidades de agua sin que se ingieran sales para reponer las pérdidas con el sudor.	Espasmos (movimientos involuntarios de los músculos) y dolores musculares en los brazos, piernas, abdomen, etc. Pueden aparecer durante el trabajo o después.	<b>P. AUX.:</b> Descansar en lugar fresco. Beber agua con sales o bebidas isotónicas. Hacer ejercicios suaves de estiramiento y frotar al músculo afectado. No realizar actividad física alguna hasta horas después de que desaparezcan. Llamar al médico si no desaparecen en 1 hora. <b>PREV.:</b> Ingesta adecuada de sal con las comidas. Durante el periodo de aclimatación al calor, ingesta suplementaria de sal.
<b>SÍNCOPE POR CALOR</b>	Al estar de pie e inmóvil durante mucho tiempo en sitio caluroso, no llega suficiente sangre al cerebro. Pueden sufrirlo sobre todo los trabajadores no aclimatados al calor al principio de la exposición.	Desvanecimiento, visión borrosa, mareos, debilidad, pulso débil.	<b>P. AUX.:</b> Mantener a la persona echada con las piernas levantadas en lugar fresco. <b>PREV.:</b> Aclimatación. Evitar estar inmóvil durante mucho rato, moverse o realizar alguna actividad para facilitar el retorno venoso al corazón.
<b>DESHIDRATACIÓN</b>	Pérdida excesiva de agua, debido a que se suda mucho y no se repone el agua perdida.	Sed, boca y mucosas secas, fatiga, aturdimiento, taquicardia, piel seca, acortada, mucosas menos frecuentes y de menor volumen, orina concentrada y oscura.	<b>P. AUX.:</b> Beber pequeñas cantidades de agua cada 30 minutos. <b>PREV.:</b> Beber abundante agua fresca con frecuencia, <b>aunque no se tenga sed.</b> Ingesta adecuada de sal con las comidas.

#### 4. SINTOMAS DE ESTRÉS TÉRMICO

ENFERMEDADES RELACIONADAS CON EL CALOR	CAUSAS	SÍNTOMAS	PRIMEROS AUXILIOS (P. AUX.) / PREVENCIÓN (PREV.)
<b>AGOTAMIENTO POR CALOR</b>	En condiciones de estrés térmico por calor: trabajo continuado, sin descansar o perder calor y sin reponer el agua y las sales perdidas al sudar. <b>Puede desembocar en golpe de calor.</b>	Debilidad y fatiga extremas, náuseas, mareos, taquicardia, dolor de cabeza, pérdida de conciencia, pero sin obnubilación.  Piel pálida, fría y <b>mojada por el sudor.</b>  La temperatura rectal puede superar los 39 °C.	<b>P. AUX.:</b> Llevar al afectado a un lugar fresco y tumbado con los pies levantados. Aflojarle o quitarle la ropa y refrescarlo, rocíandole con agua y abanicándole. Darle agua fría con sales o una bebida isotónica fresca. <b>PREV.:</b> Aclimatación. Ingesta adecuada de sal con las comidas y mayor durante la aclimatación. Beber agua abundante aunque no se tenga sed.
<b>GOLPE DE CALOR<sup>1)</sup></b>	En condiciones de estrés térmico por calor: trabajo continuado de trabajadores no aclimatados, mala forma física, susceptibilidad individual, enfermedad cardiovascular crónica, toma de ciertos medicamentos, obesidad, ingesta de alcohol, deshidratación, agotamiento por calor, etc. <b>Puede aparecer de manera brusca y sin síntomas previos.</b>  Fallo del sistema de termorregulación fisiológica. Elevada temperatura central y daños en el sistema nervioso central, riñones, hígado, etc., con alto riesgo de muerte.	Taquicardia, respiración rápida y débil, tensión arterial elevada o baja, disminución de la sudación, irritabilidad, confusión y desmayo.  Alteraciones del sistema nervioso central  Piel caliente y seca, <b>con cese de sudoración.</b>  La temperatura rectal puede superar los 40,5 °C.  <b>PELIGRO DE MUERTE</b>	<b>P. AUX.:</b> Lo más rápidamente posible, alejar al afectado del calor, empezar a enfriarlo y llamar <b>urgentemente al médico:</b> Tumbarle en un lugar fresco. Aflojarle o quitarle la ropa y envolverle en una manta o tela empapada en agua y abanicarle, o introducirle en una bañera de agua fría o similar.  <b>¡ES UNA EMERGENCIA MÉDICA!</b> <b>PREV.:</b> Vigilancia médica previa en trabajos en condiciones de estrés térmico por calor importante. Aclimatación. Atención especial en olas de calor y épocas calurosas. Cambios en los horarios de trabajo, en caso necesario. Beber agua frecuentemente. Ingesta adecuada de sal con las comidas.



**MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN**

## BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Internacional de trabajo, Trabajar en un planeta más caliente, 2019.
2. Alanazi J. (2020). *Assessment of Heat Stress for Outdoor Work Conditions in Saudi, Morgantown*. West Virginia: Engineering and Mineral Resources at West Virginia University.
3. Seguridad Minera (2018), *Fatores de riesgo físico en el trabajo*. Lima: Tuminoticias.
4. Fundación Estatal para la prevención de riesgos laborales (2017), *Exposición Laboral a estrés térmico por calor y sus efectos en la salud*, España: ISTAS.
5. Melo J. L. (2009), *Carga térmica*, Argentina: Fundación MAPFRE.
6. Iberley (2019), *Ambiente térmico del lugar de trabajo en la PRL como condición ambiental*.
7. Monroy Martí Eugenia (2009), *Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (I)*, ESPAÑA: Normas Técnicas de Prevención.
8. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS (2016), *Reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería - D.S. 024-2016-EM*, Lima.: Guía N° 2 Medición de estrés térmico.
9. Armendáris Pérez de Ciriza Pilar (2010) *PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES DEBIDOS AL ESTRES TERMICO POR CALOR*, ESPAÑA: CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGIAS.
10. Castejón Viella Emilio (1972), *Confort Térmico - Método de Fanger para su evaluación*, España: Norma Técnicas de Prevención.

11. Luna Mezada Pablo y Nogareda Cuixart Silvia (1994), *NTP 323: Determinación del metabolismo energético*, ESPAÑA: CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO.
12. Rivera Poma Juan Manuel, (2020). *Riesgo de estrés térmico en trabajadores expuestos al calor en un proceso térmico*, Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
13. Córdova Suárez Manolo Alexander y Espinoza Guano Mónica Paulina Guano. (2017) *Estrés Térmico por calor y su incidencia en la salud de los trabajadores* Ambato, Ecuador, Quito.
14. Ayabaca Apunte Eufemia Janneth (2016), *Implementación y medidas de prevención y control de la exposición a estrés térmico en una empresa ecuatoriana productora de ladrillos y adoquines*, Quito: Escuela Politécnica Nacional.
15. Gallardo Sánchez Germán Enrique. (2015) *Diseño de protocolos de tratamiento de estrés térmico, pardo simular los efectos del riesgo físico temperatura elevada, en los trabajadores de empresa de mina subterránea, caso de estudio en una empresa minera del canton Portovelo*, Ecuador, 2014, Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
16. D. Gutiérrez Marco, B. Guerra Karla, E. Gutiérrez Raúl (2018) *Evaluación de Riesgo por Estrés Térmico en Trabajadores del proceso de incineración y secado de una empresa de tableros contrachapados*, Riobamba- Ecuador: Información Tecnológica.

17. Caro Galoc, Jeny Florivet, López Apaza Gianela Angela (2013), Estrés Térmico en trabajadores expuestos al área de fundición, Ciencia y trabajo.
18. Teixeira de Rezende Leonardo Mateus, Araújo Carneiro-Júnior Miguel, Natali, Thales Antonio José, Prímola-Gomes Nicolau (2019), Estrés *Térmico ambiental y termorregulación en jugadores de fútbol: una revisión sistemática*, Brasil: Revista Brasileira de ciencias do Esporte.
19. Castro Nuñez C. (2017). *Evaluación de la influencia del estrés térmico en el absentismo laboral de los trabajadores de una factoría de acero inoxidable*, Revista de la asociación española especializada en medicina del trabajo, 2017.
20. S.R. Alves e Silva Camerino. (2017). “*Efecto de diferentes estados de hidratación sobre el rendimiento físico y cognitivo-motor de atletas sometidos a ejercicio en ambientes de bajo estrés térmico*”, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – Brasil.
21. Cauduro Roscani Rodrigo, Pires Bitencourt Daniel, Alves Maia Paulo. (2017) “*Riesgo de exposición a la sobrecarga térmica para trabajadores de plantaciones de caña de azúcar en el estado de Sao Paulo, Brasil*”, Brasil, 2017.
22. Meléndres Medina Edison, Ricaurte Ortiz Paul, Arboleda Álvarez Luis. (2017) “*Implementación de un traje regulable para control de confort térmico a fin de mejorar el rendimiento en el trabajo*”. Facultad de ingeniería industrial UNMSM – lima Perú.
23. Arias Ortiz, Juan Fredi (2018) “*Estudio exploratorio de la exposición a estrés térmico en trabajadores que desempeñan actividades de mantenimiento en*

*interiores de tanques de almacenamiento de crudo*". Universidad de Cuenca, Ecuador.

24. Sánchez Merchán Luis Alberto. (2016). *INCIDENCIA DE LOS RIESGOS FÍSICOS EN OPERADORES DE CALDERAS DEL SECTOR MANUFACTURERO- PLAN PREVENTIVO*, Ecuador: Universidad de Guayaquil.
25. Almeida Villena Gerardo Ramiro (2017), *Equipo de protección del personal de topografía de la compañía Conalvisa*, Riobamba Ecuador, Riobamba.
26. Herrera Valladare Lider Patricio. (2018), *Evaluación del estrés térmico por calor en el taladro de reacondicionamiento de pozos petroleros para la mejora de la calidad de vida de la cuadrilla de la empresa triboilgas cía. ltda*, Quito, Quito, 2015.
27. Y. Castro. (2014), "Análisis del índice de impacto térmico generado en un ambiente subterráneo", *Respuestas*, Vol. 19, no. 2 pp. 32-40, Jul 2014.
28. Sánchez Stérling, Julián Andrés. (2015), "El estrés térmico laboral: ¿Un nuevo riesgo con incidencia creciente?", Vol. 5 no. 3 pp. 5-10, *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, Sep. 2015.
29. Redrobán Dillon Cristian David, Larrea Moreano Ángel Daniel. (2020). "Mitigación del ambiente térmico en el área de lavandería sección secado del Hospital General Docente Ambato", Vol. 3 no. 31 pp. 268-284: *Ciencia Digital*, ago. 2020.
30. V. Costanazo. (2020) *A risk index for assessing heat stress mitigation strategies, An application in the Mediterranean context: Journal of Cleaner Production* Vol. 346, Abr. 2022.

31. F. Ozbey. (2022). *A comprehensive comparison and accuracy of different methods to obtain mean radiant temperature indoor environment*, *Thermal Science and Engineering Progress*: Vol. 31, Jun 2022.
32. S. Atthajariyakul. (2005), *Neural computing thermal comfort index for HVAC systems*, *Energy Conversion and Management*: Vol. 46, no. 15-16 pp. 2553-2565, Set 2005.
33. M.A. Folkerts, A.W. Boshuizen. (2021). *Predicted and user perceived heat strain using the ClimApp mobile tool for individualized alert and advice*,” *Climate Risk Management*, Vol. 34, Nov 2021.
34. Jie Gao, yi wang, Pawel Wargocki. (2015), “*Comparative analysis of modified PMV models and SET models to predict human thermal sensation in naturally ventilated buildings*”, *Building and Environment*: Vol. 92, no. 200-208, Oct 2015.
35. Albornoz Villagra Christian (2014) “*PROTOCOLO PARA LA MEDICIÓN DE ESTRÉS TÉRMICO*”, INSTITUTO DE SALUD PUBLICA, MINISTERIO DE SALUD GOBIERNO DE CHILE
36. R. Mondelo Pedro, Gregori Torada Enrique (1999) *ERGONOMIA 2 Confort y estrés térmico*, Edicions UPC.