



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**PROYECTO TÉCNICO**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA MECÁNICA**

**TEMA:**

---

**“DISEÑO DE UN PLAN DE SEGURIDAD ENFOCADO A LOS FACTORES DE ESTRÉS TÉRMICO PARA LOS TRABAJADORES EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN DE HIERRO DE LA MICROEMPRESA EL MUNDO DE LA POLEA DE LA CIUDAD DE AMBATO”**

---

**AUTORA:** María José Tirado Gutiérrez

**TUTORA:** Ing. Alejandra Marlene Lascano Moreta Mg.

**AMBATO – ECUADOR**

**Febrero – 2023**

## CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutora del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniera Mecánica, con el tema: **“DISEÑO DE UN PLAN DE SEGURIDAD ENFOCADO A LOS FACTORES DE ESTRÉS TÉRMICO PARA LOS TRABAJADORES EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN DE HIERRO DE LA MICROEMPRESA EL MUNDO DE LA POLEA DE LA CIUDAD DE AMBATO”**, elaborado por la Srta. Maria José Tirado Gutiérrez, portadora de la cédula de ciudadanía C.I. 1805401740, estudiante de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica.

Certifico que:

- El presente Proyecto Técnico es original de su autora.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, febrero 2023



**Ing. Alejandra Marlene Lascano Moreta Mg.**

**TUTORA**

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **María José Tirado Gutiérrez**, portadora de la C.I. 1805401740 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Proyecto Técnico con el tema: **“DISEÑO DE UN PLAN DE SEGURIDAD ENFOCADO A LOS FACTORES DE ESTRÉS TÉRMICO PARA LOS TRABAJADORES EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN DE HIERRO DE LA MICROEMPRESA EL MUNDO DE LA POLEA DE LA CIUDAD DE AMBATO”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autora del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, febrero 2023



---

**María José Tirado Gutiérrez**

**C.I. 1805401740**

**AUTORA**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación según las normas de la institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, febrero 2023



---

**Maria José Tirado Gutiérrez**

**C.I. 1805401740**

**AUTORA**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el Proyecto Técnico, realizado por la estudiante María José Tirado Gutiérrez, de la Carrera de Ingeniería Mecánica bajo el tema: **“DISEÑO DE UN PLAN DE SEGURIDAD ENFOCADO A LOS FACTORES DE ESTRÉS TÉRMICO PARA LOS TRABAJADORES EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN DE HIERRO DE LA MICROEMPRESA EL MUNDO DE LA POLEA DE LA CIUDAD DE AMBATO”**.

Ambato, febrero 2023

Para constancia firman:



Ing. María Belén Paredes Robalino Mg.  
**MIEMBRO CALIFICADOR**



Ing. Víctor Rodrigo Espín Guerrero Mg.  
**MIEMBRO CALIFICADOR**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Norma y Rubén por impulsarme en este camino de conocimiento, por su esfuerzo, paciencia, e inmenso cariño.

A mis hermanos Eliza y Rodrigo por guiarme, comprenderme, por su incondicional compañía. A mis abuelos por su cariño y sus sabios consejos.

A toda mi familia que de una forma u otra han logrado aportar para el desarrollo de este proyecto, con sus consejos, con su sabiduría y su total cariño.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios y a la Virgen por permitirme culminar una meta muy importante para mí, agradezco por siempre iluminar mi camino y mi vida, guiando por el mejor sendero, por darme fuerza y esperanza para poder cumplirlo.

A mis padres Norma y Rubén por sus sabios consejos, por compartir sus conocimientos, por siempre darme una voz de aliento para continuar y no rendirme.

A mis hermanos Eliza y Rodrigo por alentarme, por estar siempre incondicionales para todo momento y por su cariño.

A Cristopher por ser un gran compañero de vida y estar en lo mejores y peores momentos, por su cariño y compañía.

A los docentes de la carrera de Ingeniería mecánica, han sido fundamental en este trayecto, gracias por compartir sus conocimientos, su valioso tiempo y su pasión por la educación.

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN .....	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xv
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT .....	xviii
A CONTENIDO .....	1
1 CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Tema .....	1
1.2 Antecedentes.....	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo general .....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
1.4 Fundamentación teórica.....	3
1.4.1 Fundición de hierro.....	3
1.4.2 Planta de una fundición .....	4
1.4.3 Ergonomía .....	6
1.4.4 Riesgos laborales.....	7
1.4.5 Microclima .....	9
1.4.6 Calor .....	9



1.4.7	Ambiente térmico .....	9
1.4.8	Variación del rendimiento a causa del calor.....	11
1.4.9	Aclimatación al calor.....	11
1.4.10	Gasto metabólico .....	12
1.4.11	Medidas de protección frente al ambiente caluroso.....	14
1.4.12	Intercambio de calor a través de la ropa .....	15
1.4.13	Parámetros de la vestimenta .....	16
2	CAPÍTULO II METODOLOGÍA.....	18
2.1	Nivel o tipo de investigación .....	18
2.1.1	Investigación bibliográfica .....	18
2.1.2	Investigación de campo .....	18
2.1.3	Investigación aplicada .....	18
2.2	Población y muestra.....	18
2.2.1	Población .....	18
2.2.2	Muestra .....	19
2.3	Descripción de la microempresa “El Mundo de la Polea” enfocado en la fundición de hierro. ....	19
2.3.1	Descripción del proceso de fundición de hierro .....	19
2.3.2	Descripción del área de fundición .....	20
2.4	Materiales y equipos .....	20
2.4.1	Medidor de estrés por calor WBGT .....	20
2.4.2	NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT ..	22
2.4.3	NTE INEN - ISO 8996:2014 Ergonomía del medio ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica.....	23
2.5	Métodos .....	24
2.5.1	Procedimiento.....	24
2.5.2	Identificación de riesgo .....	24

2.5.2.1	Heat Strees Safety Checklist – 08/16/06 .....	25
2.5.2.2	Lista de identificación de riesgo en torno al ambiente .....	30
2.5.2.3	Encuesta hacia los trabajadores .....	31
2.5.3	Determinación de la resistencia térmica de la indumentaria .....	41
2.5.4	Cálculos de la tasa metabólica.....	42
2.5.5	Recolección de datos para el cálculo del índice WBGT .....	47
2.5.6	Cálculos del índice WBGT.....	48
3	CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
3.1	Análisis y discusión de los resultados.....	51
3.2	Plan de seguridad ante estrés térmico por calor.....	52
3.2.1	Objetivo .....	52
3.2.2	Alcance .....	52
3.2.3	Medidas .....	52
3.2.3.1	Objetivos.....	52
3.2.3.2	Tipo de medida .....	53
3.2.3.3	Impactos mitigados.....	53
3.2.3.4	Lugar y población afectada .....	53
3.2.3.5	Actividades .....	53
3.2.4	Datos generales de la microempresa .....	53
3.2.5	Evaluación y análisis de riesgo laboral .....	54
3.2.5.1	Procedimiento y equipos técnicos a utilizar .....	54
3.2.5.2	Tipos de riesgo .....	54
3.2.5.3	Análisis de riesgos.....	54
3.2.6	Medidas preventivas .....	54
3.2.6.1	Capacitaciones.....	54
3.2.6.2	Bebidas hidratantes.....	59
3.2.6.3	Indumentaria.....	60

3.2.7	Tiempo de trabajo-descanso .....	65
3.2.8	Costo de implementación del plan de seguridad enfocado a estrés térmico por calor .....	66
4	CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
4.1	Conclusiones.....	67
4.2	Recomendaciones .....	68
B	MATERIALES DE REFERENCIA .....	69
	Referencias bibliográficas.....	69
	Anexos.....	73

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Necesidades fisiológicas más importantes. ....	6
<b>Tabla 2.</b> Relación entre el aumento de temperatura ambiental y rendimiento según Grandjean. ....	11
<b>Tabla 3.</b> Clasificación de los niveles de gasto metabólico. ....	13
<b>Tabla 4.</b> Valores de la resistencia térmica específica de indumentaria. ....	16
<b>Tabla 5.</b> Valores de la resistencia térmica de indumentaria combinada. ....	17
<b>Tabla 6.</b> Descripción de la población. ....	18
<b>Tabla 7.</b> Niveles para la determinación de la tasa metabólica. ....	23
<b>Tabla 8.</b> Resumen de resultados del Heat Strees Safety Checklist. ....	30
<b>Tabla 9.</b> Resultados de la lista de verificación por observación del estrés por calor. ....	31
<b>Tabla 10.</b> Tareas que realizan en los puestos de trabajo. ....	33
<b>Tabla 11.</b> Determinación de la resistencia térmica de la indumentaria en cada trabajador. ....	42
<b>Tabla 12.</b> Tasa metabólica (en $W.m^{-2}$ ) para un individuo sentado, en función de la carga de trabajo y de la parte del cuerpo implicada. ....	43
<b>Tabla 13.</b> Suplemento para la tasa metabólica (en $W.m^{-2}$ ) debido a las posturas del cuerpo. ....	43
<b>Tabla 14.</b> Tasa metabólica para actividades específicas. ....	43
<b>Tabla 15.</b> Cálculo de la tasa metabólica en un ciclo de trabajo. ....	46
<b>Tabla 16.</b> Determinación de la tasa metabólica de cada trabajador. ....	47
<b>Tabla 17.</b> Registro de datos medidos de la temperatura húmeda natural, temperatura de globo, temperatura del aire. ....	48

<b>Tabla 18.</b> Registro de datos de la temperatura húmeda natural, temperatura de globo, temperatura del aire e índice de temperatura WBGT.....	50
<b>Tabla 19.</b> Determinación del índice WBGT en cada uno de los trabajadores. ....	50
<b>Tabla 20.</b> Valores de referencia, en función de actividades desempeñadas.....	51
<b>Tabla 21.</b> Determinación de la clase de consumo metabólico de cada uno de los puestos de trabajo.....	51
<b>Tabla 22.</b> Determinación de estrés térmico por calor en cada puesto de trabajo. ....	52
<b>Tabla 23.</b> Información de la microempresa.....	53
<b>Tabla 24.</b> Planificación de capacitaciones 2023 para la microempresa "El Mundo de la Polea". ....	56
<b>Tabla 25.</b> Indumentaria .....	60
<b>Tabla 26.</b> Equipos de protección personal y ropa de trabajo. ....	63
<b>Tabla 27.</b> Carga de trabajo. ....	65
<b>Tabla 28.</b> Tasa metabólica e índice WBGT de cada puesto de trabajo.....	65
<b>Tabla 29.</b> Tiempo de trabajo-descanso en los puestos de trabajo de la microempresa El Mundo de la Polea. ....	66
<b>Tabla 30.</b> Costo de implementación del plan de seguridad.....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Horno cubilote.....	4
<b>Figura 2.</b> Diagrama de flujo de una planta de fundición.....	5
<b>Figura 3.</b> Estrés térmico por calor.....	8
<b>Figura 4.</b> Métodos de medida fisiológicos.....	8
<b>Figura 5.</b> Maneras que favorecen a una mejor tolerancia . .....	10
<b>Figura 6.</b> Efecto de aclimatación al calor en los primero 4-7 días.....	12
<b>Figura 7.</b> Diagrama de flujo del proceso.....	19
<b>Figura 8.</b> Instrumento REDD R6200 para medición de estrés térmico por calor WBGT.....	20
<b>Figura 9.</b> Descripción del instrumento REED R6200.....	21
<b>Figura 10.</b> Descripción de display del instrumento REED R6200. ....	21
<b>Figura 11.</b> Procedimiento para determinar estrés térmico. ....	24
<b>Figura 12.</b> Determinación de clo utilizando el software. ....	42
<b>Figura 13.</b> Medición de temperaturas. ....	47
<b>Figura 14.</b> Ubicación del dispensador de agua en la planta industrial de la microempresa "El Mundo de la Polea". ....	59

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Reconocer el peligro. ....	25
<b>Gráfico 2.</b> Capacitación.....	26
<b>Gráfico 3.</b> Prácticas de trabajo. ....	27
<b>Gráfico 4.</b> Descansos.....	28
<b>Gráfico 5.</b> Ropa y equipos de protección personal.....	29
<b>Gráfico 6.</b> Edad de los trabajadores. ....	32
<b>Gráfico 7.</b> Sexo de los trabajadores.....	32
<b>Gráfico 8.</b> Pregunta 4, tiempo de duración de trabajo.....	33
<b>Gráfico 9.</b> Pregunta 5, frecuencia de efectuar tareas. ....	34
<b>Gráfico 10.</b> Pregunta 6, experiencia en puesto de trabajo. ....	34
<b>Gráfico 11.</b> Pregunta 7, experiencia trabajando en ambientes calurosos. ....	35
<b>Gráfico 12.</b> Pregunta 8, ropa adecuada. ....	35
<b>Gráfico 13.</b> Pregunta 9, sudoración.....	36
<b>Gráfico 14.</b> Pregunta 10, calor en el puesto de trabajo. ....	36
<b>Gráfico 15.</b> Pregunta 11, utilización de protección solar en su jornada laboral.....	37
<b>Gráfico 16.</b> Pregunta 12, el calor es un problema todo el día. ....	37
<b>Gráfico 17.</b> Pregunta 13, el calor es un problema parte del día. ....	38
<b>Gráfico 18.</b> Pregunta 14, conocimiento a cerca de estrés térmico. ....	38
<b>Gráfico 19.</b> Pregunta 15, estrés térmico por calor es su jornada laboral.....	39
<b>Gráfico 20.</b> Pregunta 16, temperaturas altas puede ser perjudicial para su salud. ....	39

<b>Gráfico 21.</b> Pregunta 17, capacitación de ambientes calurosos. ....	40
<b>Gráfico 22.</b> Pregunta 18, capacitación de riesgos por estrés térmico en los últimos 6 meses. ....	40
<b>Gráfico 23.</b> Pregunta 19, accidente de trabajo, acciones a realizar. ....	41



## RESUMEN

En la microempresa “El Mundo de la Polea”, se encuentra un problema relacionado a temperaturas altas, las mismas que generan molestias en los trabajadores.

En el área de fundición de hierro existen cinco puestos de trabajo cada uno cuenta con un trabajador, los cuales fueron evaluados y se determinó que en cada uno de ellos existe riesgo de estrés térmico por calor.

Para determinar el riesgo de estrés térmico por calor se aplicó el índice WBGT, utilizando la NTP 322 donde se requiere diferentes temperaturas, para lo cual se utilizó el equipo de medición WBGT Reed R6200 calibrado, y la tasa metabólica de cada trabajador, para ello se aplicó la norma NTE INEN ISO 8996 donde se utilizó la tasa metabólica de cada actividad y su respectivo periodo.

Se determinó que en cuatro de cinco puestos de trabajo existe riesgo de estrés térmico por calor por ello se elaboró un plan de seguridad enfocado a atenuar el riesgo, se establecieron capacitaciones con temas como: primeros auxilios, seguridad industrial, indumentaria adecuada para el trabajo en temperaturas altas, entre otros, también se estableció dispensadores de bebidas hidratantes ya que al momento de trabajar a altas temperaturas el cuerpo genera sudor tratando de mantener una adecuada temperatura en el cuerpo y no sufrir daños en la salud, por último se estableció la indumentaria es decir la ropa de trabajo y el equipo de protección personal idóneo para el trabajo.

**Palabras claves:** Estrés térmico, Fundición, Seguridad industrial, WBGT, Tasa metabólica.

## ABSTRACT

The company "El mundo de la polea", has a problem related with high temperatures, this is a drawback for workers.

In the iron foundry area, there are five workplaces, where is one worker for area, these were evaluated and determined that exist thermal heat stress risk.

In order to determine the thermal heat stress risk, the heats stress index was applied WBGT using the NTP 322 it need different temperatures, the WBGT Reed R6200 WBGT measuring device was used and the metabolic rate of each worker applying NTE INEN ISO 8996 standard, the metabolic rate of each activity and its respective period was used.

It was determined that in four out of five workplaces are thermal heat stress risk. In order to mitigate the risk a security plan was elaborated. Training was provided on topics such as: first aid, industrial safety, appropriate clothing for working in high temperatures, among others, and hydration drink dispensers were also set up, since when working at high temperatures the body generates sweat trying to maintain an adequate temperature and not suffer health damages. Finally clothing work and personal protective equipment was implemented.

**Key words:** Thermal stress, Foundry, Industrial safety, WBGT, Metabolic rate.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Tema**

“DISEÑO DE UN PLAN DE SEGURIDAD ENFOCADO A LOS FACTORES DE ESTRÉS TÉRMICO PARA LOS TRABAJADORES EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN DE HIERRO DE LA MICROEMPRESA EL MUNDO DE LA POLEA DE LA CIUDAD DE AMBATO.”

### **1.2 Antecedentes**

Para realizar estudios sobre ambiente térmico se necesita previos conocimientos sobre las variables que provocan o que conducen a estrés térmico, como el ambiente, la clase de trabajo a realizar, el obrero o individuo. El disconfort se puede mostrar con las diferentes combinaciones de las variables que existen en el mundo laboral sin necesidad de presentar riesgo en la salud del individuo, sobre esto influye trabajos con limitado esfuerzo físico, la humedad (> 60%), y que exista radiación térmica.

Los factores ambientales, características fisiológicas como falta de aclimatación, tiempo de exposición, producción de calor que genera el organismo producto de la actividad física, son variables dependientes para que exista el riesgo de estrés térmico de un individuo expuesto a un ambiente caluroso, puede producirse daños irreversibles en el organismo cuando el cuerpo genera calor y no es capaz de emitir al ambiente, este se acumula internamente en el cuerpo produciendo un aumento de temperatura [1].

Se realizó el estudio del estrés térmico en la CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO S.A. CEDAL en las áreas de fundición y extrusión, mediante el cálculo del índice WBGT según la norma UNE-EN 27243 obteniendo valores entre  $12,70\text{ °C} \leq \text{índice WBGT} \leq 23,47\text{ °C}$  en el área de fundición, y  $13,59\text{ °C} \leq \text{índice WBGT} \leq 18,87\text{ °C}$  en el área de extrusión, la norma establece un valor límite permisible de  $28\text{ °C}$  por lo que se determina que no existe estrés térmico en ninguna de las dos áreas de la empresa [2].

Por medio de un análisis desarrollado en la UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN, se deduce que en áreas de fundición generan efectos negativos en la salud de

trabajadores por la exposición a altas temperaturas, los efectos que destacan es la deshidratación que presenta el trabajador al no tomar precauciones o medidas de seguridad pasa a obtener un nivel crónico que con ello conlleva a enfermedades renales, otros efectos que se generan es el agotamiento, la alteración de las hormonas tiroideas, y en un caso fatal puede ocurrir un derrame cerebral que conduciría a la muerte del trabajador [3].

Se realizó una evaluación médica a los trabajadores de la panadería-pastelería “Sevipan Quitumbe” y se obtuvo el resultado como principal afección a la salud del 28% de deshidratación, a causa de desarrollar sus actividades laborales en un ambiente de alta temperatura por lo que produce demasiada sudoración en los trabajadores, otras de las afecciones que se presentaron en los trabajadores fueron dermatitis y alteraciones en las manos, producidas por la piel húmeda y el contacto con áreas calientes [4].

Las capacidades corporales son importantes de igual forma los ambientes térmicos, para la incidencia de riesgo de estrés térmico, ambas características ayudan a evaluar áreas vulnerables, del mismo modo el pronóstico y manipulación de golpes de calor, dentro de un plan de salud y seguridad en el área de trabajo.

En los planes de seguridad, creando programas de contingencia, es necesario considerar la inspección sobre variables climáticas, controlar las tareas que demandan gastos energéticos en exceso, áreas de hidratación y sombra, en el caso de que lo requiera aire artificial, y demás aspectos que requieren tomar en cuenta para el control de riesgos por estrés térmico [5].

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

- Diseñar un plan de seguridad enfocado a los factores de estrés térmico para los trabajadores en el área de fundición de hierro de la microempresa EL MUNDO DE LA POLEA de la ciudad de Ambato, mediante la valoración del índice WBGT.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Establecer el gasto metabólico de los empleados en la microempresa EL MUNDO DE LA POLEA en el área de fundición de hierro de la ciudad de

Ambato, utilizando la NTE INEN ISO 8996 para analizar las condiciones de consumo metabólico.

- Determinar el índice WBGT a los que están expuestos los empleados en el área de fundición en la microempresa EL MUNDO DE LA POLEA de la ciudad de Ambato, utilizando la NTP 322 analizando el estrés térmico.
- Desarrollar medidas de control para los puestos de trabajo donde se existan niveles de riesgo críticos con el fin de atenuar el estrés térmico.

## **1.4 Fundamentación teórica**

### **1.4.1 Fundición de hierro**

#### **Obtención de hierro gris**

- **Preparación de los minerales de hierro:** aquí se prepara los minerales de hierro que es la fragmentación, el cribado y la concentración. En la fragmentación se tritura los minerales hasta poder obtener el tamaño que se requiere. En el cribado se selecciona el tamaño de los minerales. Y en la concentración se selecciona el mineral con las propiedades adecuadas requeridas mediante las propiedades magnéticas del mineral de hierro [6].
- **Producción de coque:** El carbón coque se utiliza en la fundición de altos hornos en la siderurgia a modo de combustible, son extraídos y recogidos de las minas para ser utilizados y ser procesados en las distintas plantas.
- **Fundición:** se utilizan altos hornos para la producción de hierro fundido a través del método de reducción con gas caliente. En los hornos cubierto de material refractario por lo general se cargan desde la parte de arriba con el mineral de hierro, con caliza o dolomita y carbón coque para obtener masa fundida de hierro, escoria y monóxido de carbono.

La escoria y el hierro fundido son retirados por las diferentes salidas del horno que se encuentran en su base. El hierro fundido se vacía a las corredizas que conducen a los moldes de las piezas y la escoria chorrea por la parte posterior del horno [6].

#### **Horno cubilote**

El horno cubilote es de continua marcha, como se ve en la figura 1 el horno se encuentra cargado de metal sólido que se funde con gases calientes originarios de todo

el carbón coque, el metal fundido va cayendo en forma de gotas entre en coque ardiente.

Se mantiene en constante carga al carbón coque ya que se va consumiendo durante la fusión. De la mezcla entre caliza y ceniza del coque se forma la escoria que se encuentra encima del metal fundido.[7]

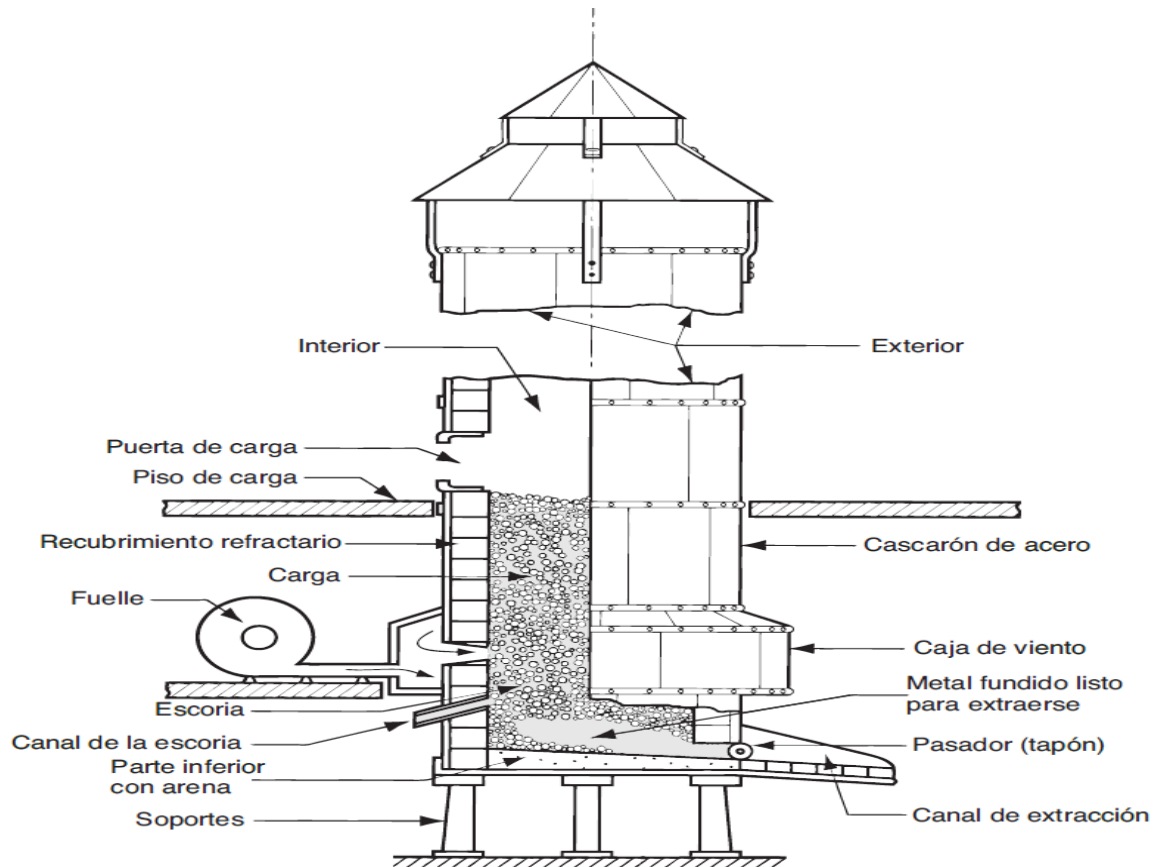


Figura 1. Horno cubilote.[8]

#### 1.4.2 Planta de una fundición

En la figura 2 se puede observar un diagrama de flujo de una planta de fundición donde se encuentran las diferentes operaciones que se realizan.

Para la planta de fundición se tiene dos entradas que son los materiales básicos, la arena con la que se modela y el metal para fundir. En la arena se utiliza para confeccionar el molde, y el metal debe pasar por el proceso de fusión antes de unirse con el molde, donde se realiza el vaciado. Después la arena toma un reproceso de acondicionamiento para volver al punto de inicio, a la vez que la pieza pasa a otro proceso de preparación, inspección, etc.

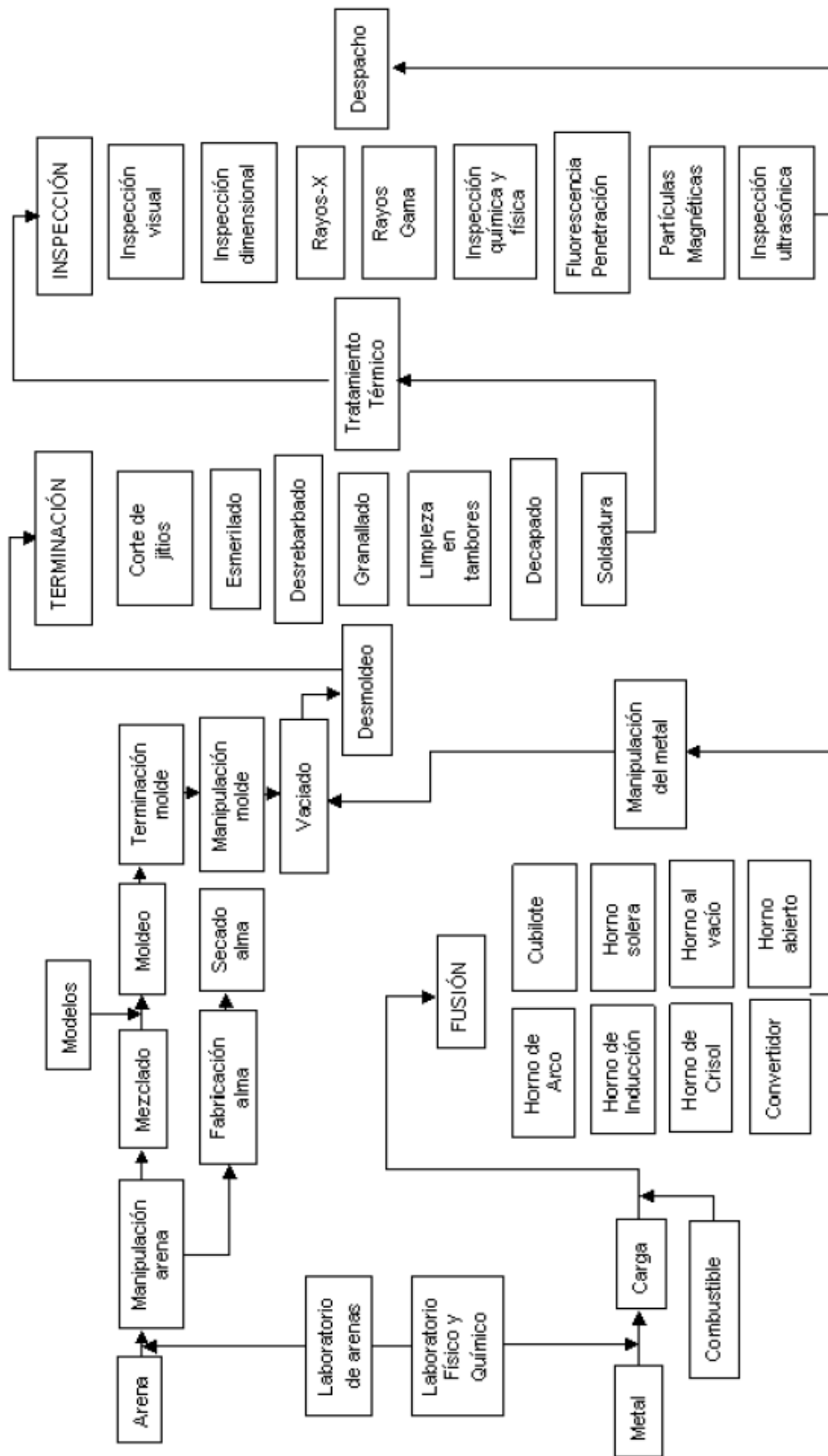


Figura 2. Diagrama de flujo de una planta de fundición [7].

### 1.4.3 Ergonomía

Tiene como fin estudiar al ser humano cuando se encuentra realizando actividades laborales, su interacción con máquinas, instrumentos y herramientas que usa en un lugar que pocas veces están adaptados para la labor.

La ergonomía se la puede describir como el enlace entre el ser humano y su trabajo, su entorno, sus equipos y la utilización del entendimiento psicológico, anatómicos y fisiológicos a los inconvenientes que suceden entre ellos [9]

#### **Factor Humano-Necesidades fisiológicas**

En la exigencia de mejorar la satisfacción de las necesidades fisiológicas el hombre ha creado aparatos y mecanismos con el transcurso del tiempo más complejos. Para diseñar se han basado en las necesidades fisiológicas. La ergonomía mediante estudio determina que los criterios que son utilizados para el diseño de dichos mecanismos que satisfacen estas necesidades. En la tabla 1 se describen necesidades fisiológicas más importantes que se deben considerar para un estudio ergonómico [10].

**Tabla 1.** Necesidades fisiológicas más importantes [10].

<b>Alimentos y agua</b>	Es importante beber líquidos para recuperar la evaporación en el procedimiento de sudoración y respiración, tanto como la excreción de riñones. Se requiere cantidad de azúcares, proteínas y grasas para producir energía necesaria para los tejidos biológicos y actividades normales del ser humano.
<b>Control de temperatura</b>	La temperatura interior del ser humano es alrededor de 37°C y varía según el ambiente térmico donde se encuentre. El control homeostático hace que las personas busquen el confort térmico ya sea que estén en lugares donde hace demasiado frío o calor, disminuyendo o aumentando la ropa o fuentes que generen un ambiente confortable.



**Tabla 1.** Necesidades fisiológicas más importantes [10] (Continuación).

<b>Descanso</b>	Es necesario tomar una disposición de descanso para la reposición de fuerzas y energías que han sido consumidas a lo largo de un determinado tiempo en cuerpo llega al punto de la fatiga y requiere tomar reposo. Considerando las maneras de reposo están los de sentarse, acostarse o tomar posiciones de descanso.
<b>Movimiento</b>	Es una necesidad de todo el sistema biológico, continuamente el ser humano mueve las manos, diferentes partes del cuerpo o la cabeza sin razón alguna, el movimiento es una necesidad fisiológica.

#### **1.4.4 Riesgos laborales**

##### **Estrés térmico**

El estrés térmico se lo puede definir como la presión que actúa sobre un individuo al ser expuesto a temperaturas excesivas, los valores de la velocidad del aire y humedad donde cada individuo lo percibe de manera distinta dependiendo de su aclimatación y susceptibilidad [9].

Para determinar el estrés térmico se consideran las siguientes variables que son: el gasto metabólico, la humedad relativa, temperatura del aire, la clase de indumentaria. Para que se dé correctamente la termorregulación del cuerpo humano se requiere la medición de estos factores para determinar de los requerimientos térmicos externos e internos [11].

##### **Estrés térmico por calor**

Se define como el valor elevado de calor que un individuo recepta y acumula en el cuerpo, consecuencia del intercambio que existe entre circunstancias ambientales del lugar que les rodea, la vestimenta que utiliza y las actividades físicas que ejecutan. El estrés térmico por calor es la causa de distinto resultados patológicos que se crean cuando existe una acumulación excesiva de calor en el cuerpo de un individuo [12].

En la figura 3 se puede apreciar cómo actúa el estrés térmico por calor en las personas y su posible causa.



Figura 3. Estrés térmico por calor[12].

### Determinación del riesgo de estrés térmico

Para evaluar el estrés térmico se debe medir los componentes físicos del ambiente y los climáticos, estudiando los impactos sobre el cuerpo humano a través de la aplicación del índice de estrés térmico apropiado.

Hay varios métodos de medición fisiológicos, que se basan en estudios de grandes grupos de personas como se describen en la figura 4.

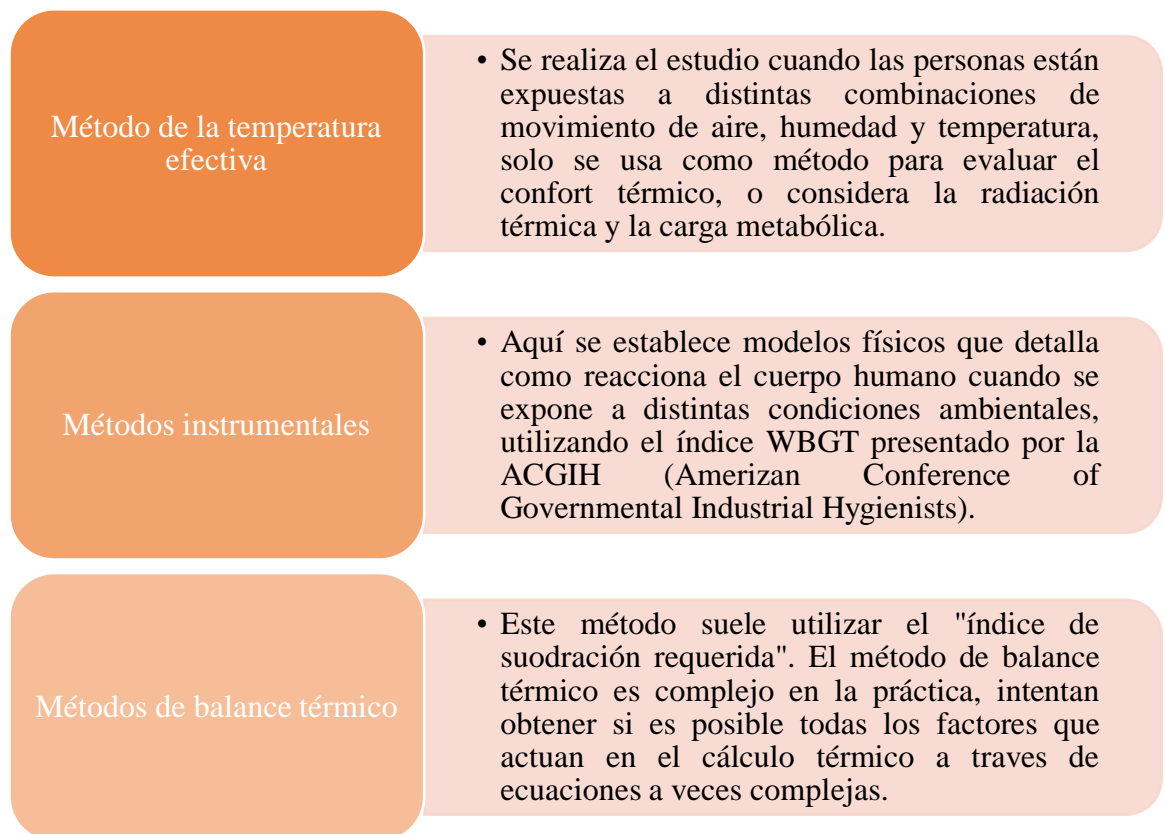


Figura 4. Métodos de medida fisiológicos [9].

#### **1.4.5 Microclima**

Al microclima se lo puede describir como el estado de la atmósfera donde interactúa el individuo en estudio, teniendo un estado de gran importancia y un entorno reducido. El objetivo principal del estudio del clima es establecer la condición en la que se encuentra la atmósfera en la cual se encuentran desarrollando los seres vivos [13].

#### **1.4.6 Calor**

El calor es la energía que se presenta debido a que la temperatura aumenta, que puede causar diferentes transformaciones dependiendo del medio en el que se encuentre.

En el humano se debe mantener la temperatura corporal bajo un límite muy pequeño de variación. Se puede tolerar internamente temperaturas a bajo de 35°C y por encima de 41°C, por periodos muy cortos. [14]

#### **1.4.7 Ambiente térmico**

En el ambiente térmico existe un grupo de variables como la humedad, actividad del trabajo, la temperatura, entre otros, que define los distintos lugares de trabajo. La combinación de estas variables designa diferentes grados de aceptación de los ambientes.

El ambiente térmico es probable que presente riesgos a corto plazo, en el momento que sus características son extremas, ya sea ambiente muy caluroso o muy fríos, con ello se puede generar un incomfort térmico [9].

#### **Reacción del cuerpo al estrés térmico por calor**

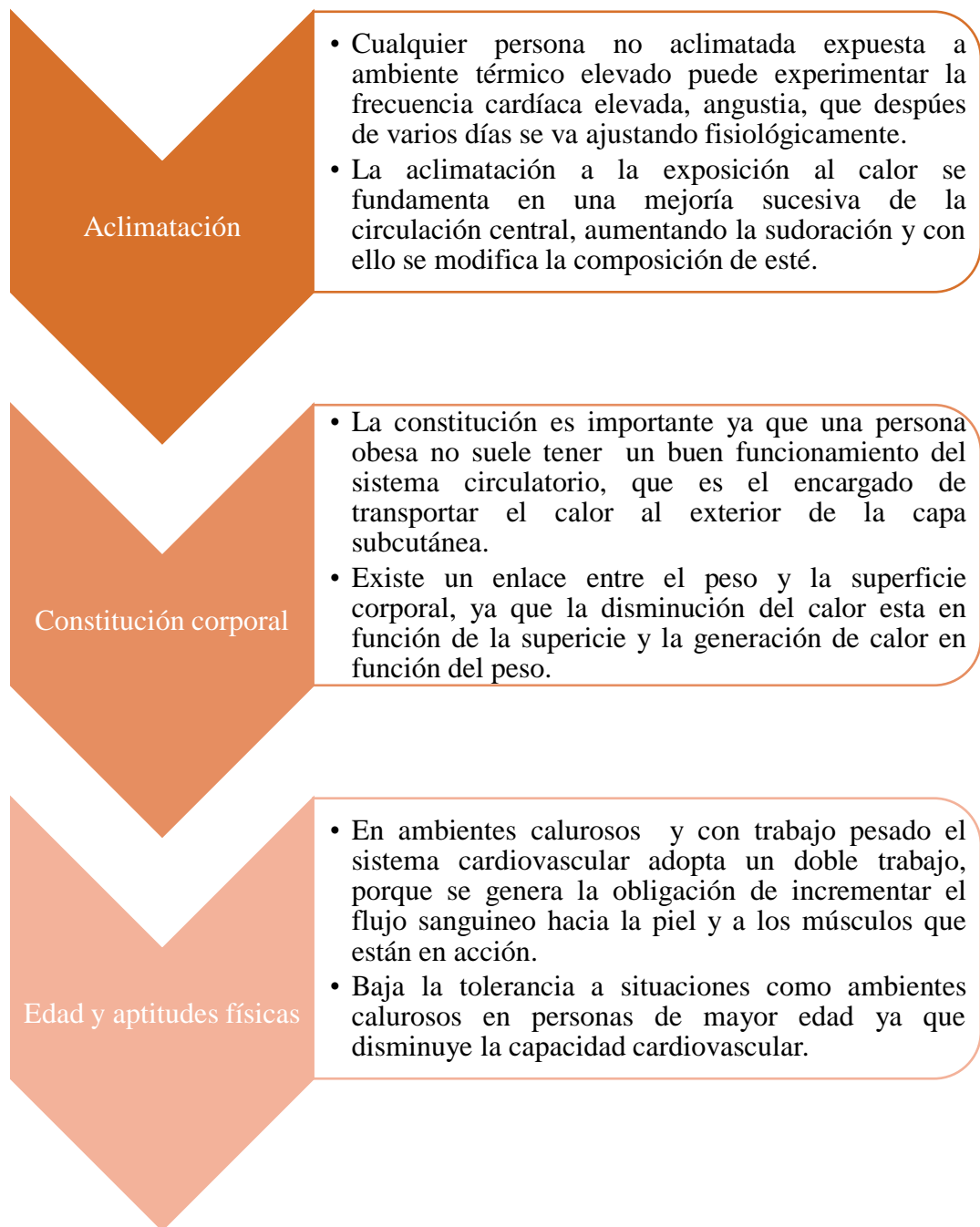
**Agotamiento por calor:** se da junto a dolor de cabeza, debilidad, aturdimiento, temperatura del cuerpo, sed y vértigo. Si se trata rápidamente se puede eliminar pronto.

**Calambres por calor:** es por causa de disminución de sal mediante la sudoración, junto a una ingesta de agua sin reponer la sal perdida.

**Erupción por calor:** se presentan como puntos rojos planteados en la piel, por lo general en lugares de la piel donde son cubiertos por ropa y genera sensación de comezón. Aparece en la piel cuando se encuentra en constante contacto con el sudor sin evaporar, ya que obstaculiza los canales de sudoración.

**Golpe de calor:** aquí el individuo puede pasar por una afección que actúa en el sistema nervioso central, ya sea inconsciente o convulsiones, con una temperatura de cuerpo más arriba de 41°C, acompañado de falta de sudoración. El golpe de calor se considera una emergencia médica y cualquier acción que ayude a disminuir la temperatura en el individuo contribuye a restablecer el confort.

Hay distintas maneras que favorecen a una mejor tolerancia al calor como se describe en la figura 5:



**Figura 5.** Maneras que favorecen a una mejor tolerancia [9].

### 1.4.8 Variación del rendimiento a causa del calor

En la tabla 2 se describe el vínculo que existe entre la temperatura y las diversas clases de trastornos, de acuerdo con el estudio que estableció Grandjean, definiendo la humedad relativa constante. Se muestra que los primeros indicativos son psíquicos después con el aumento de la temperatura cambia a trastornos psicofisiológicos y después solo a fisiológicos.

**Tabla 2.** Relación entre el aumento de temperatura ambiental y rendimiento según Grandjean [15].

20 °C	Tª confortable	Capacidad rendimiento plena
↓	Malestar	Trastornos Psíquicos
	Irritabilidad	
	Dificultad de concentración	
	Disminución rendimiento intelectual	
	Aumento fallos en trabajo	Trastornos Psicofisiológicos
	Dismu. rend. trabajos de destreza	
	Mayor nº accidentes	
	Disminu. rend. trabajos pesados	Trastornos Fisiológicos
	Perturbación metab. hidro-salino	
	Sobrecarga sist. cardiovascular.	
Fuerte fatiga, riesgo de agotamiento		
35-40 °C	Límite de la máxima temperatura tolerable	

### 1.4.9 Aclimatación al calor

La aclimatación al calor es una adecuación a situaciones micro climáticas de exceso de calor, se necesita un periodo entre 7 y 14 días aproximadamente, en algunos casos se puede requerir más días de exposición. A pesar de la “excelente” aclimatación no es posible asegurar que un individuo tenga la total protección en casos extremos.

Atravesan por una tensión calorífica como aumentos muy pronunciados y rápidos en la frecuencia cardíaca y temperatura rectal, las personas que están expuestas en un inicio a ambientes calurosos produciendo malestar y angustia [16].

Cambios psicológicos y fisiológicos de la termorregulación durante los primeros 4-7 días

- Sistema cardiovascular, ajusta la habilidad de suministrar sangre a los capilares de la piel, mejorando la eficiencia de transpiración con ello evitando pérdidas de sal, la frecuencia cardíaca y la temperatura rectal disminuyen.

**Figura 6.** Efecto de aclimatación al calor en los primeros 4-7 días [16].

En la figura 6 describe el efecto de aclimatación al calor en los primeros 4-7 días, con ello después de este proceso es posible lograr el equilibrio térmico en ambiente caluroso o como mínimo alcanzar a aguantar los ambientes con sobrecarga térmica [16].

Por cada día que el individuo descansa pierde medio día de aclimatación, con ello lleva a que la aclimatación no es estable y con la variación del tiempo el proceso se puede ir disminuyendo con rapidez cuando se abandona la exposición en medio caluroso.

#### **1.4.10 Gasto metabólico**

El gasto metabólico es un procedimiento que se da entre la obtención de energía que se adquiere de los sustratos (proteínas, hidratos de carbono), consumo de oxígeno y la elaboración de dióxido de carbono [17].

El gasto metabólico es utilizado para evaluar la carga física, y también es un factor importante y necesario para determinar la agresión térmica [18].

El gasto metabólico es la cantidad de energía total que se produce en modo de calor, por causa de las actividades físicas que realiza el trabajador.

En la norma ISO 8996, el gasto metabólico es posible determinar mediante:

- La medición de oxígeno consumido por una persona
- La estimación en tablas de referencia [19].

En la tabla 3 se describe la clasificación del gasto metabólico en cinco clases principales, sus valores se establecieron mediante el transcurso de actividades.

**Tabla 3.** Clasificación de los niveles de gasto metabólico [20].

Clase	Tasa metabólica media (rango entre paréntesis)		Ejemplos
	W·m <sup>-2</sup>	W	
0 Descanso	65 (55 a 70)	115 (100 a 125)	Descansando, sentado cómodamente
1 Tasa metabólica baja	100 (70 a 130)	180 (125 a 235)	Trabajo manual ligero (escribir, teclear, dibujar, coser, anotar contabilidad); trabajo con brazos y manos (herramientas pequeñas, inspección, montaje o clasificación de materiales ligeros); trabajo con pié y piernas (conducción de vehículos en condiciones normales, empleo de pedales de accionamiento).  De pié, taladrado (piezas pequeñas); fresado (piezas pequeñas); enrollado de bobinas y de pequeñas armaduras; mecanizado con herramientas de pequeña potencia; caminar sin prisa (velocidad de hasta 2,5 km·h <sup>-1</sup> )
2 Tasa metabólica moderada	165 (130 a 200)	295 (235 a 360)	Trabajo sostenido con manos y brazos (clavar clavos, limar); trabajo con brazos y piernas (conducción de camiones, tractores o máquinas de obras públicas en obras); trabajo con tronco y brazos (martillos neumáticos, acoplamiento de aperos a tractor, enyesado, manejo intermitente de pesos moderados, escardar, usar la azada, recoger frutas y verduras, tirar de o empujar carretillas ligeras, caminar a una velocidad de 2,5 km·h <sup>-1</sup> hasta 5,5 km·h <sup>-1</sup> , trabajos en forja)
3 Tasa metabólica alta	230 (200 a 260)	415 (360 a 465)	Trabajo intenso con brazos y tronco; transporte de materiales pesados; palear; empleo de macho o maza; empleo de sierra; cepillado o escopleado de madera dura; corte de hierba o cavado manual; caminar a una velocidad de 5,5 km·h <sup>-1</sup> hasta 7 km·h <sup>-1</sup> .  Empujar o tirar de carretillas o carros de mano muy cargados; desbarbado de fundición; colocación de bloques de hormigón.
4 Tasa metabólica muy alta	290 (> 260)	520 (> 465)	Actividad muy intensa a ritmo de muy rápido a máximo; trabajo con hacha; cavado o paleado intenso; subir escaleras, rampas o escalas; caminar rápidamente a pequeños pasos; correr; caminar a una velocidad superior a los 7 km·h <sup>-1</sup> .

#### **1.4.11 Medidas de protección frente al ambiente caluroso**

Si ha resultado complicado por diversos factores sean económicos, técnicos o prácticos crear un ambiente que brinde confort, o condiciones que estén dentro del rango moderado o aceptable, ya sea que se pueda obtener un resultado ingenieril para el control de calor, es necesario ejecutar medidas que cuiden de la salud del hombre de un entorno con exceso de calor [16]. Algunas precauciones que es posible adaptar en el medio son:

1. Seleccionar personas a través de estudios médicos, entre estos deben ser personas: sin obesidad, jóvenes, que no sufra de afecciones: renales o dérmicas y cardiovasculares, no a mujeres embarazadas.
2. Establecer un plan de aclimatación para aplicar previo a la incorporación como trabajadores a través de preparación mediante sesiones de exposición con determinados tiempos que paulatinamente se incrementan, también se debe realizar en cada retorno de vacaciones. Se puede ingerir vitamina C.
3. Control médico regular de los trabajadores que requiera según la condición de salud del individuo.
4. Colocación de un sistema de abastecimiento de agua, con acceso fácil y cercano al trabajador, que sea factible de ingerir frecuentemente (15-20 minutos) agua en porciones sin excesos (entre 100 y 200 cc). Se debe incrementar el suministro de potasio, vitamina C y sal, preferible a través de los alimentos.
5. Utilización de un programa educativo, con el fin de informar a los trabajadores acerca de efectos y enfermedades que pueden producirse por exceso de la tensión calórica, medidas necesarias para prevenir e impedir la propagación de afecciones, el adecuado uso de tipo de vestimenta, la falta de ingerir agua fresca, potasio, etc.
6. Si es necesario, es posible realizar un reglamento de trabajo y descanso, para limitar la exposición excesiva al calor con el fin de efectuar la recuperación térmica, a través de un estudio y diseño ergonómico con métodos de rotación de puestos de trabajo, también sea posible implementar locales alejado del



ambiente laboral preparado ergonómica y estéticamente (bajo nivel de ruido, ambiente térmico de confort, asientos, dimensiones.)

7. Tener en control permanente las características del microclima a través de un indicador confiable para que los trabajadores afectados conozcan los resultados y registrarlos [16].

#### **1.4.12 Intercambio de calor a través de la ropa**

##### **Naturaleza del aislamiento proporcionado por la ropa**

El aislamiento que brindan la ropa está dependiendo en la cantidad de aire atrapado dentro y sobre la prenda de vestir. Para seleccionar una prenda o ropa en cualquier clase de material que pueda tener varias capas de aire, también es importante las propiedades mecánicas de los tejidos y las propiedades internas de las fibras.[14]

##### **Capas del aire y movimiento del aire**

El aire inmóvil es el que causa el aislamiento, para un aumento de aislamiento debe haber capas gruesas de aire, aunque sea limitado las capas de aire en las prendas de vestir.

##### **Capas múltiples de tejido**

Para que exista un gran aislamiento en una prenda de vestir debe ser necesariamente gruesa, aunque también se puede obtener un gran aislamiento con una combinación de prendas que contengan varias capas finas.[14]

##### **Tipos de prendas de vestir**

Los factores de diseño que contribuyen en el aislamiento:

- Zonas de piel al descubierto
- Distribución del aislamiento
- Aberturas
- Ajuste
- Número de capas
- Propiedades de los materiales (permeabilidad del aire).[14]

Se debe seleccionar el tipo de vestimenta adecuado para poder tener el mayor aislamiento en las prendas de vestir tomando en cuenta sus factores de diseño.

### 1.4.13 Parámetros de la vestimenta

En tabla 4 están los niveles de aislamiento de una persona y sus valores dependiendo el tipo de ropa que utiliza para las actividades, siendo su unidad el “clo”, esta establece el nivel de aislamiento térmicos de la indumentaria. Cuando una persona esta desnuda se asigna un clo igual a cero, desde ese punto se parte para establecer el clo en las prendas de vestir.

**Tabla 4.** Valores de la resistencia térmica específica de indumentaria [21].

<b> Descripción de las prendas</b>	<b>Resistencia térmica I<sub>cl</sub> (clo)</b>
<b>Ropa interior</b>	
Calzoncillos	0,03
Calzoncillos largos	0,10
Camiseta de tirantes	0,04
Camiseta de manga corta	0,09
Camiseta de manga larga	0,12
Sujetadores y bragas	0,03
<b>Camisas blusas</b>	
Manga corta	0,15
Ligera, mangas cortas	0,12
Normal, mangas largas	0,25
Camisa de franela, mangas largas	0,30
Blusa ligera, mangas largas	0,15
<b>Pantalones</b>	
Corto	0,06
Ligero	0,2
Normal	0,25
Franela	0,28
<b>Vestidos- Faldas</b>	
Falda ligera (verano)	0,15
Falda gruesa (invierno)	0,25
Vestido ligero, mangas cortas	0,20
Vestido de invierno, mangas largas	0,40
Mono de trabajo	0,55
<b>Pullover</b>	
Chaleco sin mangas	0,12
Pullover ligero	0,20
Pullover medio	0,28
Pullover grueso	0,35

**Tabla 4.** Valores de la resistencia térmica específica de indumentaria [21]  
(Continuación).

Chaqueta ligera de verano	0,25
Chaqueta normal	0,35
Bata de trabajo (guardapolvo)	0,30
<b>Forradas con elevado aislamiento</b>	
Mono de trabajo	0,90
Pantalón	0,35
Chaqueta	0,40
Chaleco	0,20
<b>Prendas exteriores de abrigo</b>	
Abrigo	0,60
Chaqueta larga	0,55
Parka	0,70
Mono forrado	0,55
<b>Diversos</b>	
Calcetines	0,02
Calcetines, gruesos, cortos	0,05
Calcetines, gruesos, largos	0,10
Medias de nylon	0,03
Zapatos de suela delgada	0,02
Zapatos de suela gruesa	0,04
Botas	0,10
Guantes	0,05

En la tabla 5 se describe valores de la indumentaria combinada con aislamiento térmico, que contribuyen al cálculo de bienestar térmicos.

**Tabla 5.** Valores de la resistencia térmica de indumentaria combinada [22].

TIPO DE VESTIMENTA	AISLAMIENTO TÉRMICO (clo)
Desnudo	0,0
En pantalón corto	0,1
Vestimenta tropical: pantalón corto, camisa manga corta y sandalias	0,3
Vestimenta de verano ligera: Pantalón largo ligero, camisa de manga corta, calcetines ligeros y zapatos	0,5
Vestimenta de trabajo.	0,7
Vestimenta de invierno ligera: Camisa de manga larga, pantalón grueso, jersey, calcetines gruesos, zapatos,	1,0
Vestimenta de invierno	1,5

## CAPÍTULO II METODOLOGÍA

### 2.1 Nivel o tipo de investigación

#### 2.1.1 Investigación bibliográfica

Para el desarrollo de este proyecto se requiere una previa investigación bibliográfica-documental de distintos autores, mediante artículos científicos, revistas, libros, normas, entre otros, que tenga información sustentable, válida y confiable con el fin de aportar de manera positiva al desarrollo del proyecto.

#### 2.1.2 Investigación de campo

La investigación de campo se desarrolla dentro las instalaciones de la microempresa El Mundo de la Polea en el área de fundición, para la toma de datos, conociendo previamente los procesos que se lleva a cabo, el personal de producción y el ambiente laboral.

#### 2.1.3 Investigación aplicada

El proyecto requiere el desarrollo de investigación aplicada para dar solución al problema de estrés térmico que se encuentran en los trabajadores de la microempresa El Mundo de la Polea, aplicando conocimientos adquiridos durante la formación universitaria, normas vigentes, entre otros.

### 2.2 Población y muestra

#### 2.2.1 Población

La población que se utiliza para el desarrollo del presente trabajo es finita y se conforma por los trabajadores del área de fundición que laboran en la microempresa EL MUNDO DE LA POLEA ubicado en la ciudad de Ambato, en la provincia de Tungurahua. La población son 5 trabajadores con las descripciones en la tabla 6.

**Tabla 6.** Descripción de la población.

Nº	Puesto de trabajo	Sexo	Edad
1	Operador de toberas	Masculino	49 años
2	Vaciador	Masculino	49 años
3	Abastecedor de materia prima	Femenino	48 años
4	Alimentador de horno	Masculino	25 años
5	Escoriador	Masculino	23 años

### 2.2.2 Muestra

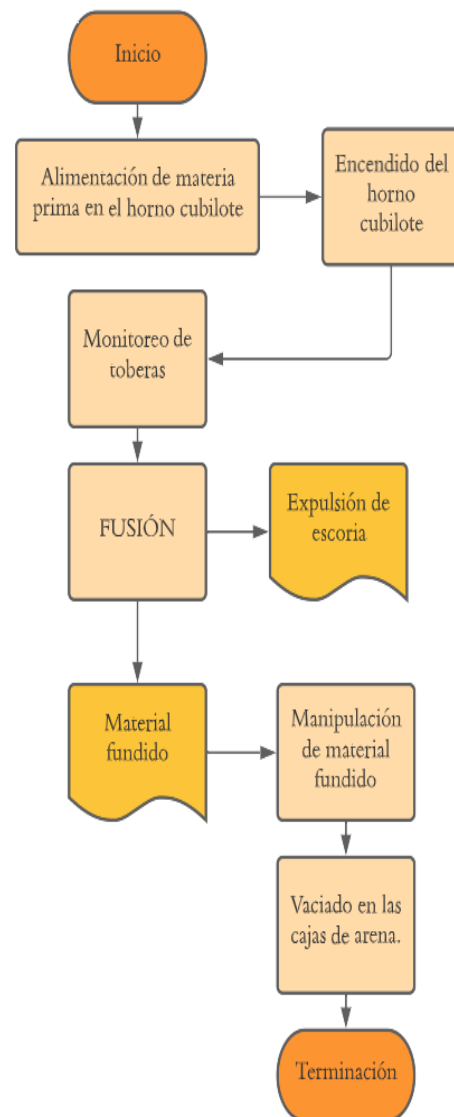
No se tiene muestra porque se realizó el estudio con toda la población.

## 2.3 Descripción de la microempresa “El Mundo de la Polea” enfocado en la fundición de hierro.

### 2.3.1 Descripción del proceso de fundición de hierro

Para la descripción del proceso de fundición de hierro se utiliza un diagrama de flujo, figura 7, y junto a este se detalla cada paso del proceso.

1. Se alimenta el horno cubilote creando una capa de carbón con caliza y otra capa de hierro hasta que esté lleno, se prende el horno hasta alcanzar la temperatura adecuada.
2. Se monitoriza las toberas para observar cómo está yendo el proceso de fundición dentro del horno.
3. Al momento de salir la escoria del horno cubilote, es señal de que está listo el material fundido para salir, se destapa la salida para la obtención del material fundido hasta que llene la cayana y se vuelve a tapar la salida.
4. Con la cayana ya llena se dirigen hacia la sección donde se encuentran las cajas de arena modeladas con las piezas, y se vierte el material fundido por el orificio de entrada de la caja de arena, mientras que una persona va retirando toda la escoria que se encuentra en el material fundido.



**Figura 7.** Diagrama de flujo del proceso de fundición de hierro.

### 2.3.2 Descripción del área de fundición

El área de fundición en la microempresa “El Mundo de la Polea” se compone de tres secciones:

- **Primera sección:** Se encuentra toda la materia prima requerida para la fundición, es decir el carbón, la caliza y el hierro que se encuentra seccionado hecho pedazos entre medianos y pequeños con un cierto peso cada sección.
- **Segunda sección:** Se encuentra el horno cubilote con el alimentador de aire, en este caso un ventilador y su respectiva tubería, y una rampa donde se encuentra el trabajador que alimenta el horno.
- **Tercera sección:** Se encuentra las cajas de arena modeladas de las piezas requeridas.

### 2.4 Materiales y equipos

#### 2.4.1 Medidor de estrés por calor WBGT

El instrumento mide el índice de calor térmico, que tan caliente se siente cuando es combinado la humedad y la temperatura. Mide la temperatura de globo negro monitoreando los efectos de la radiación solar directa en una superficie expuesta. Consta con el certificado de calibración Anexo N°2.



Figura 8. Instrumento REDD R6200 para medición de estrés térmico por calor WBGT [23].

#### Características del instrumento

- Mide la temperatura de ambiente, el porcentaje de humedad relativa, la temperatura de bulbo húmedo (WB), temperatura de globo negro (GT),

temperatura WBGT, índice de estrés por calor (HI), punto de rocío (DPT) y la presión.

- La función In/Out detalla el valor WBGT con o sin exposición directa al sol.
- Tiene funciones de máximo, mínimo, promedio y conservación de datos.
- Tiene memoria interna que puede guardar hasta 99 datos.
- Unidades de medida seleccionables de temperatura ( $^{\circ}\text{F}$  o  $^{\circ}\text{C}$ ) y presión (hPa, inHg, mmHg).
- Señala cuando tiene batería baja y se apaga automáticamente [23].

### Descripción del instrumento

1. Sensor de globo negro
2. Sensor de temperatura y humedad
3. Pantalla LCD
4. Botón de espera
5. Botón de modo
6. Botón de ajuste
7. Botón de encendido
8. Botón de máx/mín
9. Botón de unidad de medida
10. Botón de retroiluminación

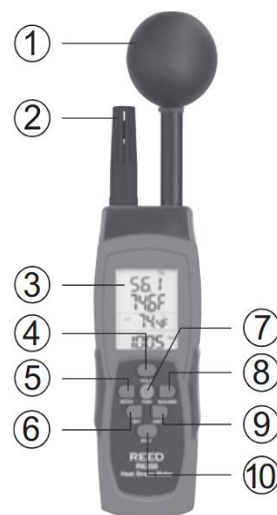


Figura 9. Descripción del instrumento REED R6200 [23].

### Descripción de display

1. Indicador de alarma
2. Indicador de humedad relativa
3. Indicador de temperatura ambiente
4. Indicador de HI, DPT, WB, GT, WBGT
5. Indicador de presión barométrica

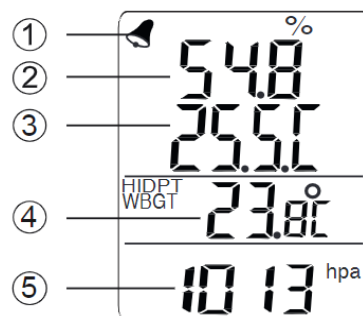


Figura 10. Descripción de display del instrumento REED R6200 [23].

### Selección de modo de temperatura indoor/outdoor

El instrumento REED R6200 calcula la temperatura WBGT usando las siguientes formulas dependiendo si ha seleccionado el modo indoor/outdoor:

1. Cuando se realiza mediciones al exterior con exposición solar directa:

$$WGBT = (0,7 * THN) + (0,2 * TG) + (0,1 * TA) \quad (1)$$

2. Cuando se realiza mediciones al interior o exterior sin exposición solar directa:

$$WGBT = (0,7 * THN) + (0,3 * TG) \quad (2)$$

#### 2.4.2 NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT

La nota técnica de prevención 322 describe el método índice WBGT para evaluar el riesgo de estrés térmico, con ello es posible tomar decisiones para poder desarrollar planes de prevención que se pueda aplicar.

Para el cálculo del índice WBGT se necesitan de dos parámetros ambientales: la temperatura de globo **TG** y la temperatura húmeda natural **THN**, en algunos casos se requiere la temperatura seca del aire **TA**.

- **Temperatura de globo (TG):** se obtiene equipo que censa la temperatura en forma de esfera metálica hueca de color negro mate, que permite recolectar la cantidad máxima de radiación infrarroja posible.
- **Temperatura de bulbo húmedo natural (THN):** se obtiene mediante un sensor de temperatura que tiene recubierto un tejido húmedo.
- **Temperatura seca del aire (TA):** esta temperatura es medida con un sensor ubicado a contacto con el ambiente [24].

Con las ecuaciones siguientes se puede obtener el índice WBGT

- 1) Se utiliza la siguiente ecuación cuando se realiza el estudio en el interior de edificios o en el exterior sin radiación solar.

$$WGBT = 0,7 THN + 0,3 TG$$

- 2) Se utiliza la siguiente ecuación cuando se realiza el estudio en el exterior con radiación solar.

$$WGBT = 0,7 THN + 0,2 TG + 0,1 TA$$



Cuando se tiene un ambiente homogéneo se requiere solo una medición a la altura del abdomen, en cambio en ambientes donde existe una variación notable de temperatura se requiere hallar el índice WBGT tomando tres mediciones, a nivel de cabeza, abdomen y tobillos, con ello se utiliza la siguiente ecuación:

$$WBGT = \frac{WBGT(cabeza) + 2 * WBGT(abdomen) + WBGT(tobillos)}{4} \quad (3)$$

Cuando el estudio se realiza en un ambiente heterogéneo, la recolección de datos se debe realizar a 0,1 m, 1,1 m y 1,7 m desde el suelo en el caso de que las actividades laborales sean de pie. Cabe destacar que las mediciones se realizan en el día más caluroso de verano [25]

### 2.4.3 NTE INEN - ISO 8996:2014 Ergonomía del medio ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica

La norma NTE INEN – ISO 8996:2014 es la traducción exacta de la norma ISO 8996:2004. El objetivo de esta norma es detallar distintos métodos para determinar la tasa metabólica que tiene vínculo con la ergonomía del ambiente climático de trabajo. La tasa metabólica es un factor decisivo para determinar el confort que se expone a un ambiente térmico.

En la tabla 7 se detallan los niveles para determinar la tasa metabólica según la norma NTE INEN – ISO 8996:2014.

**Tabla 7.** Niveles para la determinación de la tasa metabólica [20].

Nivel	Método	Precisión	Inspección del lugar de trabajo
1 Tanteo	1A: Clasificación del tamaño de la ocupación	Información aproximada	No es necesaria, pero se requiere información sobre el equipo técnico y la organización del trabajo
	1B: Clasificación del tamaño de la actividad	Muy alto riesgo de error	
2 Observación	2A: Tablas de evaluación de grupo	Alto riesgo de error	Se requiere un estudio temporal y del movimiento
	2B: Tablas para actividades específicas	Precisión: ± 20%	
3 Análisis	Medida del ritmo cardíaco bajo condiciones determinadas	Riesgo de error medio Precisión: ± 10%	Se requiere un estudio para determinar un período representativo
4 Actuación experta	4A: Medida del consumo de oxígeno	Errores dentro de los límites de precisión de la medida o del estudio temporal y del movimiento	Se requiere un estudio temporal y del movimiento
	4B: Método del agua doblemente marcada		No es necesaria la inspección del lugar de trabajo, pero deben evaluarse las actividades de ocio
	4C: Calorimetría directa	Precisión: ± 5%	No es necesaria la inspección del lugar de trabajo

## 2.5 Métodos

### 2.5.1 Procedimiento

En la figura 11 en un diagrama de flujos se describe el procedimiento que se lleva a cabo para el desarrollo del proyecto, se inicia con la identificación de riesgo en el área de fundición, con encuestas hacia los trabajadores, realizando inspecciones, fichas de observación y listas de verificación de riesgos, como consecuencia de ello se determina si existe riesgo de estrés térmico en el área.

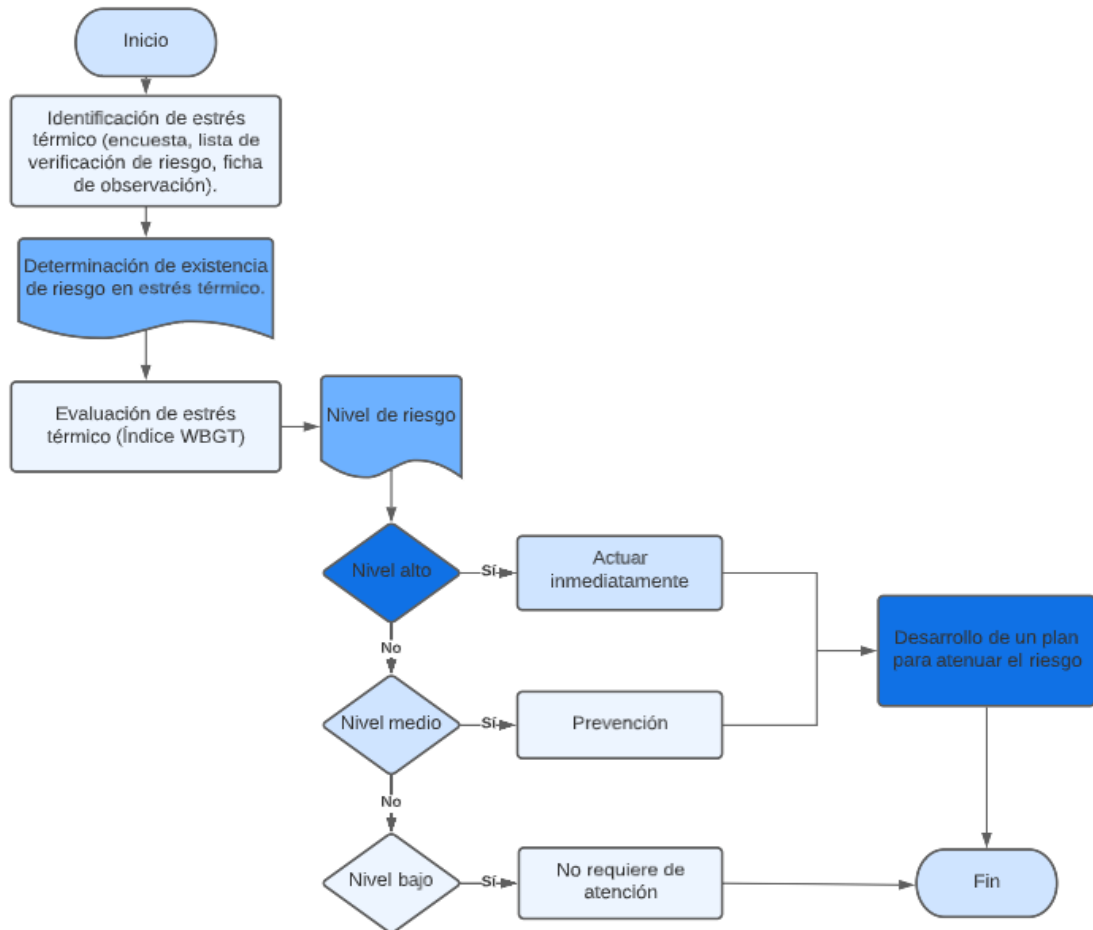


Figura 11. Procedimiento para determinar estrés térmico.

En el siguiente paso se realiza la evaluación de estrés térmico mediante el método del índice WBGT que ayuda a determinar a qué nivel de estrés están sometidos los trabajadores. Como último paso se realiza un plan de seguridad para atenuar el riesgo que genera el estrés térmico.

### 2.5.2 Identificación de riesgo

Mediante una lista de identificación de riesgo, lista de verificación y encuestas hacia los trabajadores se determina la existencia de riesgo en los trabajadores del área de fundición.

### 2.5.2.1 Heat Strees Safety Checklist – 08/16/06

El objetivo de realizar esta lista Anexo N°3 [26] es descartar cualquier duda que hay a cerca de la existencia de riesgo de estrés térmico, valorando cinco aspectos importantes.

Iniciando con la primera sección de la encuesta Heat Strees Safety Checklist se tiene el reconocimiento del peligro de estrés térmico por calor, identificando que tareas se realizan dentro del área de fundición, si se tiene documentos sobre un programa de prevención de lesiones y enfermedades, entre otros.

Reconocer el peligro	Sí	No
¿Tiene un documento el empleador de un Programa de Prevención de Lesiones y Enfermedades? Incluye cómo identificar y corregir los peligros relacionados con la exposición al calor.		✗
¿Se han identificado las tareas que requieren exposición al calor?	✗	
¿Se trabaja al aire libre con temperaturas altas? ¿Qué trabajos? Fundición <i>de metales y modelado</i> . ¿Qué tan caliente es? <u>25- 30°C</u>	✗	
¿El calor es un problema todo el día?		✗
¿El calor es un problema parte del día?	✗	
¿Se trabaja en áreas interiores calientes? ¿Qué trabajos? _____		✗

Como resultados de la encuesta se crea un gráfico de barras donde se establece la frecuencia y el porcentaje de cada una de las respuestas, que se puede apreciar a continuación:

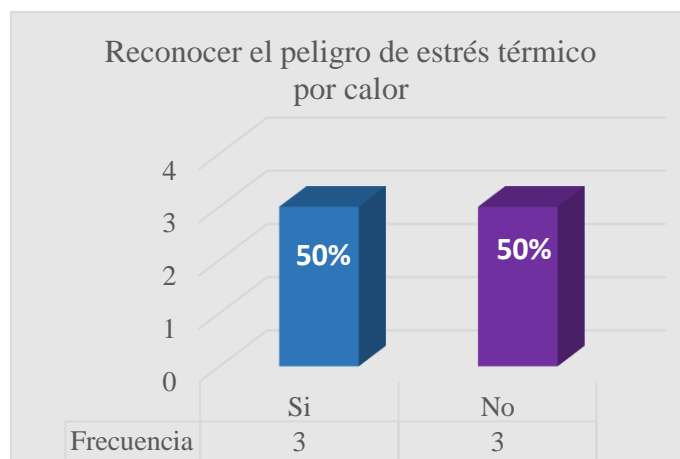


Gráfico 1. Reconocer el peligro.

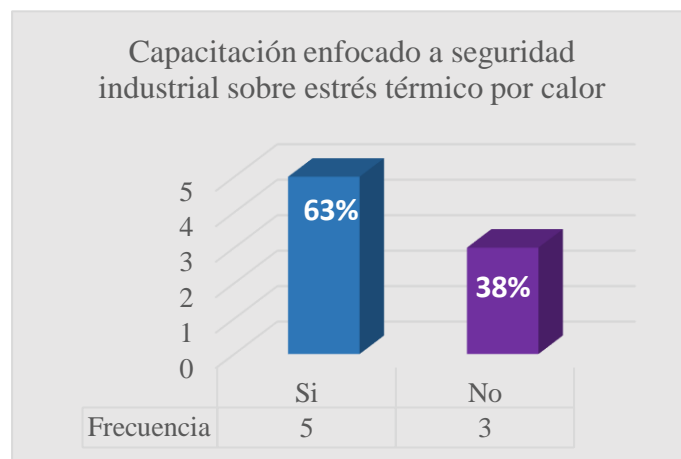
**Análisis:** Reconocimiento el peligro en el área de fundición como se detalla en el gráfico 1 se deduce que no existe un plan o documento de prevención de lesiones y

enfermedades ocupacionales, se trabaja al aire libre fundiendo metales alrededor de una temperatura de 25°C-30°C, y el calor no causa problema o discomfort durante todo el día, si no solo en un cierto horario.

En la siguiente sección se describe la siguiente parte de la checklist realizada acerca de la capacitación, con ello determinando si los trabajadores han recibido capacitación en temas que se refieren a seguridad industrial y estrés térmico por calor.

Capacitación	Si	No
<b>Los trabajadores han sido capacitados en los siguientes:</b>		
Tomar precauciones para evitar las enfermedades a causa del calor (aclimatación, ingesta de líquidos, descansos)	✗	
Efectos del estrés por calor en la salud		✗
Cómo reconocer los signos y síntomas de calambres, erupciones en la piel, cansancio, fatiga por calor y golpe de calor.		✗
Efecto del alcohol y las drogas sobre el riesgo de enfermedades por el calor.		✗
Uso adecuado de ropa y equipos de protección.	✗	
La importancia de comunicar al instante al empleador o supervisor si muestran algún síntoma o señal de enfermedad por calor, en ellos mismos como en sus compañeros de trabajo.	✗	
Los procedimientos que debe llevar a cabo el empleador para reaccionar a los síntomas de posibles enfermedades causadas por el calor.	✗	
Procedimientos para ponerse en contacto con los servicios médicos de emergencia	✗	

Como producto de la encuesta de capacitación se crea un gráfico de barras para analizar los resultados, siendo así el gráfico 2 donde se determina la frecuencia y el porcentaje de las respuestas.



**Gráfico 2.** Resultado del checklist de capacitación.

**Análisis:** Como se observa en el gráfico 2, la capacitación hacia los trabajadores tomando en cuenta de 8 ítems, 5 resultan positivos dando así un 63% donde se afirma

que precauciones deben tomar para evitar las enfermedades por causa de calor, el uso de ropa adecuada, lo importante que es comunicar al empleador si tiene algún síntoma de estrés por calor, los procedimientos que debe realizar el empleador si alguien presenta síntomas de estrés por calor y los procedimientos que deben seguir para contactarse con los servicios médicos.

En esta sección se describe la siguiente parte de la checklist, donde detalla los parámetros de prácticas de trabajo refiriéndose a supervisiones, rotaciones de puestos, aclimatación entre otros.

Prácticas de trabajo	Si	No
Supervisar la temperatura y la humedad del ambiente.		✘
Supervisar la temperatura del trabajador con un instrumento de estrés por calor.		✘
Los trabajadores se rotan en los puestos de trabajo calurosos y extenuantes para minimizar el estrés por calor.		✘
Cuando sea factible se debe realizar el trabajo más fatigoso en el transcurso de las horas más frescas del día (Temprano por la mañana o por la noche)		✘
En los trabajadores nuevos que no están aclimatados o no tienen habito de trabajar en el calor, se asigna trabajos más livianos durante la primera semana de labor.	✘	
<b>Suministro de agua potable, limpia y fresca de fácil acceso disponible en el lugar de trabajo.</b> Según su nivel de esfuerzo y las condiciones de trabajo, los obreros deben beber un litro por hora o más.	✘	

En el siguiente gráfico de barras se representa los resultados de la sección de prácticas de trabajo dentro del área de fundición de hierro de la checklist, detallando la frecuencia y el porcentaje de las respuestas.

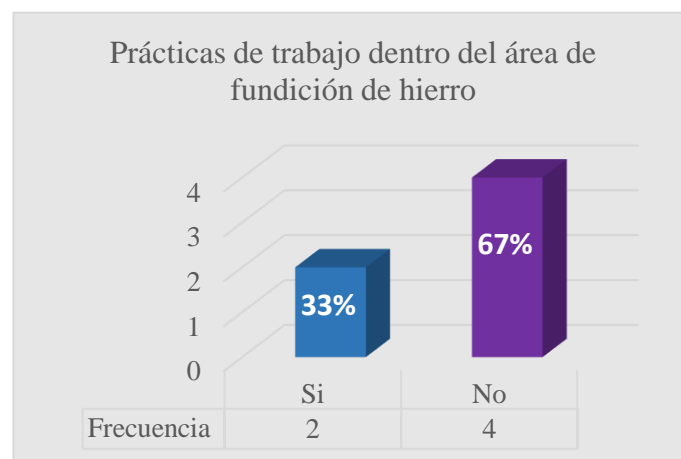
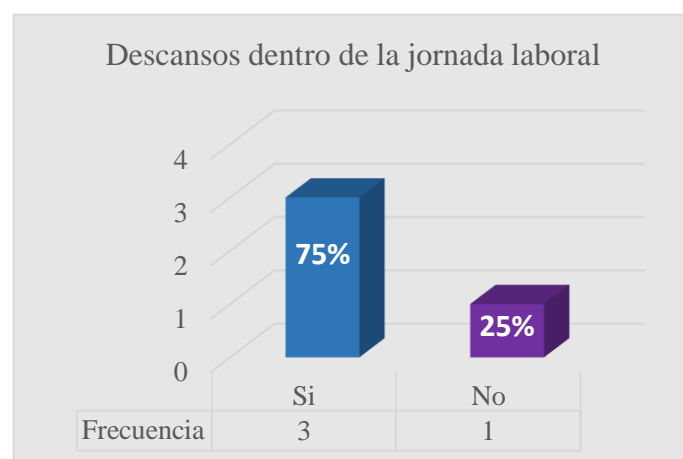


Gráfico 3. Prácticas de trabajo.

**Análisis:** Del gráfico 3 se deduce un 67% de respuestas negativas ante el cuestionario de prácticas de trabajo que se realizan en el área de fundición, no existe una rotación de puestos de trabajo cuando se realiza trabajo en ambientes calurosos, por lo general se realiza el trabajo en un ambiente caluroso a media tarde, si existe suministro de agua potable para que los empleados puedan consumir, cuando existe un trabajador nuevo no se le somete a trabajos con alto ritmo que implique trabajar en ambientes calurosos.

En la siguiente sección de la checklist se evalúa los elementos que se requieren para un buen descanso de los trabajadores, determinando las áreas adecuadas, tiempos de descanso, entre otros.

<b>Descansos</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
Los trabajadores que muestran síntomas de estrés por calor deben tomar descanso de al menos cinco minutos en un lugar donde exista buena ventilación y sombra.	✘	
Los trabajadores utilizan el “sistema de compañeros” para identificar los síntomas de enfermedades producidas por el calor en los demás (como cambio en el color de piel, irritabilidad, debilidad, ritmo inestable, desorientación)		✘
Están disponibles los suministros y equipos de primeros auxilios.	✘	
<i>Para ambientes en el exterior</i> <b>Acceso a lugares con sombra</b> Se debe facilitar un lugar con sombra para el descanso cuando los trabajadores requieran protegerse del sol (como sombrilla, lonas, árboles y/o estructuras).	✘	



**Gráfico 4.** Descansos.

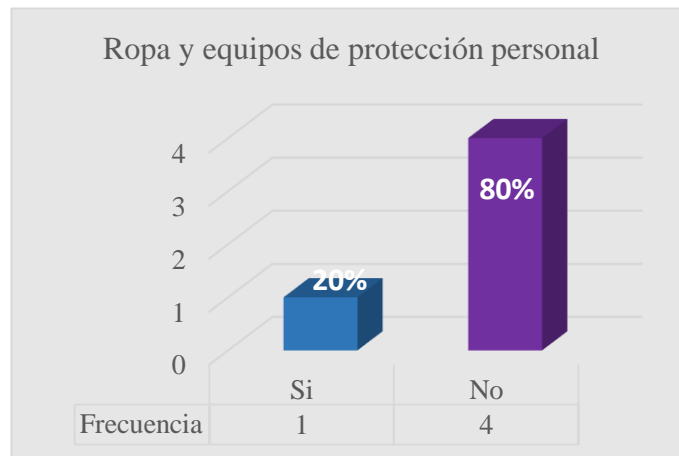
**Análisis:** Para los descansos los trabajadores pueden salir de su puesto de trabajo por 3 minutos hacia áreas con buena ventilación y sombreros, los suministros de primeros auxilios están disponibles para todos los trabajadores y si existen lugares con sombras

donde los trabajadores pueden tomar un descanso. Como se observa en el gráfico 4 el 75% de los ítems son afirmativos.

En esta sección de la checklist se evalúa la ropa y equipos de protección personal de los trabajadores del área de fundición de hierro, determinando el tipo de tela para un cierto tipo de trabajo, si existen prendas especiales enfriadas con algún tipo de refrigerante, entre otros.

Ropa y Equipo de Protección Personal	Si	No
Proporciona prendas especiales enfriadas con aire o agua, chalecos aislantes de ambientes extremadamente calurosos.		✘
Se proporciona descansos frecuentes a los trabajadores que ocupan el equipo de protección personal caliente.		✘
<i>Para ambientes al aire libre</i> Cuando trabajan en el sol los trabajadores utilizan ropa de algodón ligera, y holgada con colores claros y sombreros anchos.		✘
Cuando la temperatura supera los 35°C, se usa camisas livianas de manga larga y pantalones largos		✘
¿Los empleados están aclimatados? ¿Cuántos empleados ha sido aclimatados? .....5.....	✘	

A continuación, se tiene el gráfico de barras con el resultado de la sección de ropa y equipos de protección personal determinando la frecuencia y el porcentaje de las respuestas.



**Gráfico 5.** Ropa y equipos de protección personal.

**Análisis:** Del gráfico 5 se deduce que en la checklist de ropa y equipos de protección personal existe un déficit bastante notorio ya que el 80% de respuestas han sido negativas, no tienen prendas que se enfríen con agua o aire, o ropa de algodón ni sombreros anchos, existe una ventaja que es la aclimatación de los trabajadores, ya que tienen experiencia en trabajar en ambientes calurosos.

## Resultado

**Tabla 8.** Resumen de resultados del Heat Strees Safety Checklist.

	Frecuencia	Porcentaje (%)
<b>Si</b>	14	48%
<b>No</b>	15	52%
<b>Total</b>	29	100%

**Análisis:** La tabla 8 refleja el resultado de toda la checklist que determina el 52% en resultado negativo es decir existe déficit en varios aspectos del área de fundición y es posible que exista riesgo de estrés por calor y no hay buenos elementos que reduzcan el estrés como capacitaciones, equipos de protección personal (EPP) adecuados para el trabajo, personal aclimatado y requieren un plan o programa que reduzca el riesgo laboral.

### 2.5.2.2 Lista de identificación de riesgo en torno al ambiente

La lista de identificación de riesgo Anexo N°4 se utiliza para determinar si existe riesgo de estrés por calor en el área de fundición, con ello ayuda al desarrollo del proyecto, proporcionando una noción de que pasos se debe seguir para determinar el nivel de riesgo.

Consideración	Descripción	Marcar
Temperatura de aire	¿Siente tibio o caliente el aire?	✘
Temperatura radiante	¿Existe una fuente de calor radiante a su alrededor (como el sol, hornos, secadores, superficies o maquinas calientes, reacciones químicas exotérmicas, metales fundidos, etc.)?	✘
Humedad	¿Hay alguna máquina que produzca vapor?	
	¿El área de trabajo es afectado por las circunstancias climáticas externas?	
	¿Los trabajadores utilizan EPP impermeable al vapor?	
	¿Existen quejas de que el aire está húmedo?	
Movimiento del aire	¿Existe un movimiento de aire tibio o caliente sobre sus empleados?	✘
Tasa metabólica	¿Existe un ritmo de trabajo moderado a intenso?	✘
Equipo de protección personal EPP	¿Se utiliza EPP para proteger frente a químicos dañinos, asbesto, llamas, calor extremo, etc.?	
¿Qué piensan sus empleados?	¿Piensan sus empleados que el estrés por calor es un problema?	
	¿Sus empleados presentan su disconformidad de sentir un ambiente cálido o caliente?	✘
Otros		



**Análisis:** Se realizó una encuesta rápida para identificar el riesgo en el área de fundición de la microempresa El Mundo de la Polea en este caso existen 5 aspectos que han sido notados en el ambiente laboral que son la temperatura de aire, la temperatura radiante, movimiento del aire, tasa metabólica y la disconformidad de los empleados trabajando en un ambiente caliente, dando como resultado un riesgo existente de estrés por calor, con ello se requiere un estudio más detallado de 6 parámetros básicos utilizando la lista de verificación por observación del estrés por calor, para determinar el riesgo.

### Lista de verificación por observación del estrés por calor

Se realiza la lista de verificación por observación de estrés por calor Anexo N°5 como continuación de la encuesta de identificación de riesgo anterior. Tiene seis parámetros básicos importantes que determina el riesgo de estrés por calor, si la puntuación es mayor, el nivel de riesgo será mayor queriendo decir que existe estrés por calor.

**Tabla 9.** Resultados de la lista de verificación por observación del estrés por calor.

	Puntaje										
	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	No sé
Temperatura de aire							×				
Temperatura radiante										×	
Velocidad de aire								×			
Humedad						×					
Ropa											×
Ritmo de trabajo						×					

**Análisis:** Como se puede observar en la tabla 9, los puntajes asignados a cada parámetro están dentro de la zona rojiza, con valores mayores o igual al dos dando como resultado la identificación de riesgo por observación un nivel de riesgo medio/alto de estrés térmico con ello llevando a la realización de un estudio de estrés térmico por calor más detallado utilizando el método de índice WBGT para establecer el nivel de estrés térmico por calor.

### 2.5.2.3 Encuesta hacia los trabajadores

Se realiza una encuesta hacia los trabajadores para conocer las diferentes necesidades que se pueden presentar en cada puesto de trabajo que existe en el área de fundición en la microempresa “El Mundo De La Polea”. La encuesta Anexo N°6 consta de 19 preguntas referentes a su puesto de trabajo mientras realizan sus actividades laborales

para poder analizar si existe riesgo laboral y con ello determinar un plan de seguridad que se ajuste a sus necesidades.

## Resultados

A continuación, se presentan los resultados de la encuesta hacia los trabajadores, con gráficos y sus respectivos análisis de cada pregunta.

### 1. Edad del trabajador

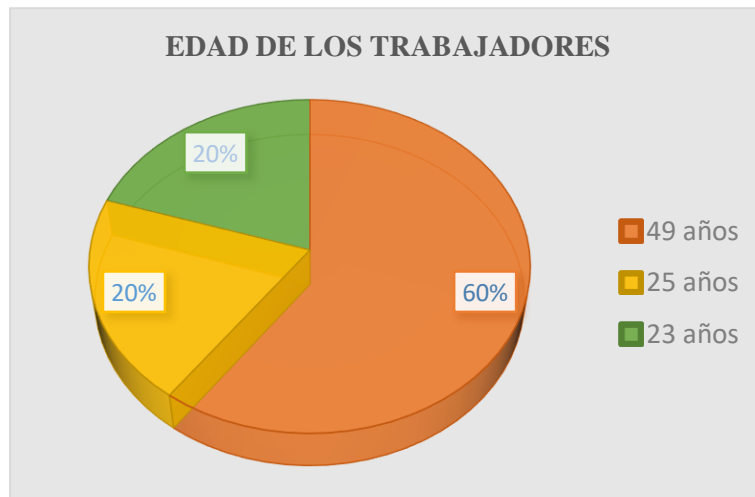


Gráfico 6. Edad de los trabajadores.

**Análisis:** Del gráfico 6, se deduce que existen 3 trabajadores de 49 años, 1 trabajador de 25 años y 1 trabajador de 23 años del área de fundición, existen más personas mayores de 45 años, donde el estrés por calor si representa un problema para realizar las actividades laborales en esta área.

### 2. El trabajador es hombre o mujer

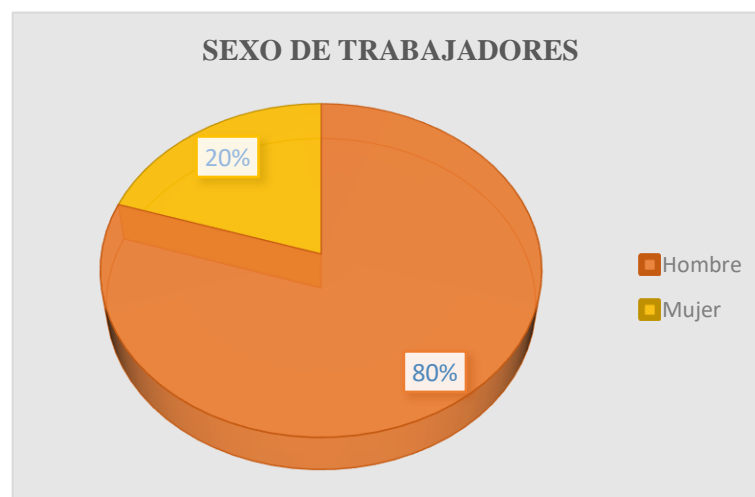


Gráfico 7. Sexo de los trabajadores.

**Análisis:** Como se puede observar en el gráfico 7 el resultado de la pregunta dos de la encuesta hacia los trabajadores, 4 de los trabajadores son de sexo masculino y 1 es de femenino, realizando diferentes actividades unos que requieren mayor esfuerzo físico que otros, pudiendo contratar ambos géneros para realizar las labores.

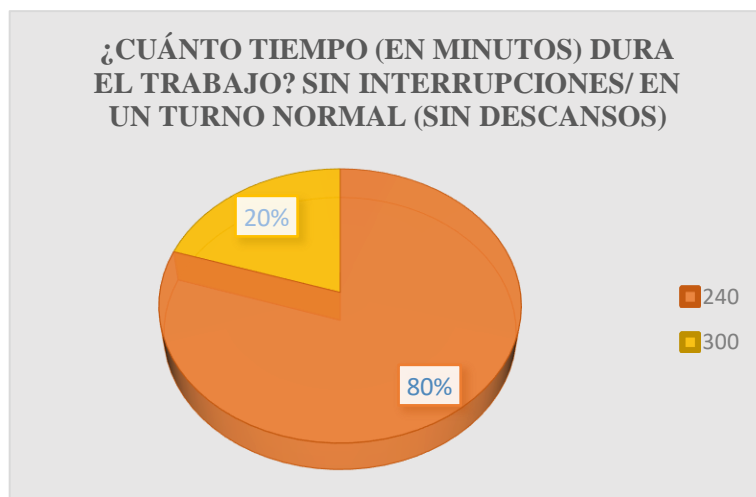
### 3. ¿Qué tareas realiza en su puesto de trabajo?

**Tabla 10.**Tareas que realizan en los puestos de trabajo.

N° empleado	Actividad
1	Alimenta de materia prima al horno cubilote
2	Abastece materia prima.
3	Retirar la escoria del caldo.
4	Vacea o cola el caldo en las cajas modeladas.
5	Manipulación de las toberas del horno.

**Análisis:** En este caso no se requiere un gráfico analítico ya que existen cinco trabajadores que ocupan diferentes puestos de trabajo con diferentes actividades laborales como se describe en la **tabla 10**.

### 4. ¿Cuánto tiempo (en minutos) dura el trabajo? Sin interrupciones/ En un turno normal (sin descansos):



**Gráfico 8.** Pregunta 4, tiempo de duración de trabajo.

**Análisis:** En la pregunta 4, cuatro trabajadores respondieron que la duración de sus actividades es de 240 minutos y solo un trabajador tiene la duración de 300 minutos sin interrupciones y sin descanso como se puede analizar en el gráfico 8.

## 5. Con qué frecuencia se efectúa esta tarea: Diario / Con poca frecuencia

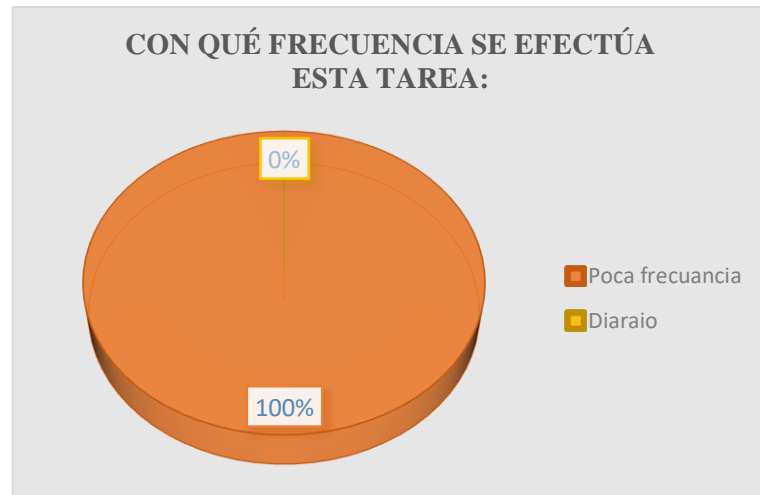


Gráfico 9. Preguntar 5, frecuencia de efectuar tareas.

**Análisis:** En el gráfico 9 se detalla el resultado de la pregunta 5 donde describe que en el área de fundición de hierro el 100% de las actividades se desarrollan con poca frecuencia es decir una o dos veces al mes, no funden hierro con tanta frecuencia ni diario.

## 6. ¿Tiene usted experiencia en su puesto de trabajo?



Gráfico 10. Preguntar 6, experiencia en puesto de trabajo.

**Análisis:** Se obtiene que los 5 trabajadores del área de fundición de hierro tienen experiencia realizando su trabajo, es decir todos los trabajadores saben y entienden cada actividad que realizan, esto es muy favorable para el área ya que se requiere personal que tenga experiencia y con ello no sufra bruscamente el cambio de ambiente térmico laboral, como se detalla en el gráfico 10.

**7. ¿Tiene usted experiencia trabajando en ambientes calurosos?**



**Gráfico 11.** Pregunta 7, experiencia trabajando en ambientes calurosos.

**Análisis:** Con el resultado de la pregunta 7 se genera el gráfico 11, y se obtiene que el 100% de la población tiene experiencia trabajando en ambientes calurosos, en cierto modo tienen una ligera aclimatación e instrucción sobre cómo deben manejar los golpes de calor. Esto es muy favorable para el estudio de estrés térmico por calor.

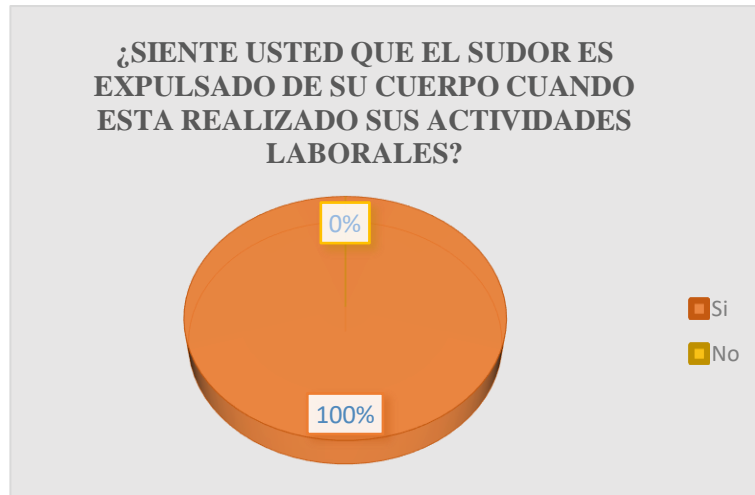
**8. ¿Considera usted que su ropa de trabajo es adecuada para realizar sus actividades laborales?**



**Gráfico 12.** Pregunta 8, ropa adecuada.

**Análisis:** Como se observa en el gráfico 12, cuatro de los trabajadores consideran que están utilizando la ropa adecuada para el trabajo que realizan mientras que uno de los trabajadores considera que su indumentaria no es la adecuada para desarrollar sus actividades, dando una insatisfacción dentro de los EPP.

**9. ¿Siente usted que el sudor es expulsado de su cuerpo cuando esta realizado sus actividades laborales?**



**Gráfico 13.** Pregunta 9, sudoración.

**Análisis:** El resultado que se obtiene del gráfico 13 para la pregunta 9, toda la población de los trabajadores siente que su cuerpo expulsa el sudor mientras desarrollan sus actividades laborales, sin tener problemas al momento de enfriar su cuerpo mediante el sudor, por otro lado, causando deshidratación en su cuerpo necesitando recuperar sales y minerales.

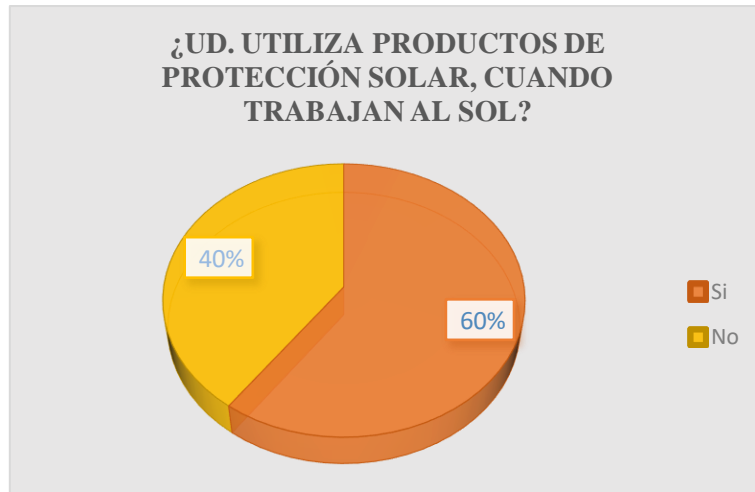
**10. ¿Siente demasiado calor cuando está en su puesto de trabajo realizando sus actividades laborales?**



**Gráfico 14.** Pregunta 10, calor en el puesto de trabajo.

**Análisis:** En el gráfico 14 detalla que toda la población siente demasiado calor cuando realizan sus actividades laborales, es decir que pueden estar sometidos a un estrés térmico por calor, generando riesgo de enfermedades ocupacionales.

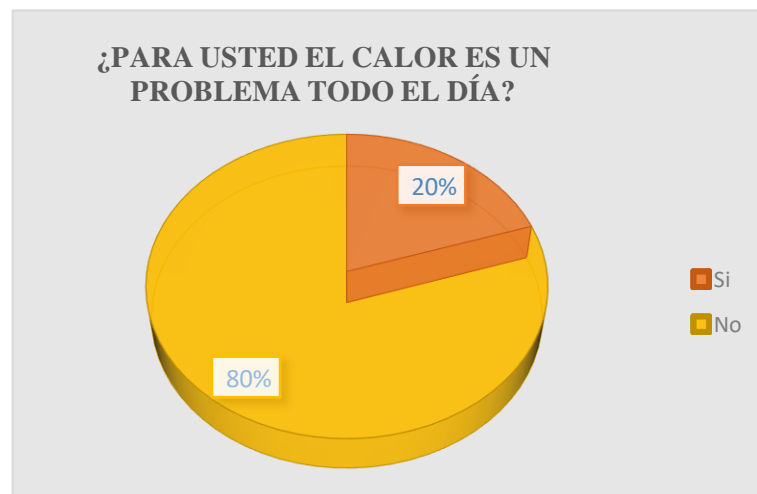
**11. ¿Ud. utiliza productos de protección solar, cuando trabajan al sol?**



**Gráfico 15.** Pregunta 11, utilización de protección solar en su jornada laboral.

**Análisis:** En la pregunta 11, tres trabajadores ocupan protector solar en su jornada de trabajo, identificando un riesgo que se encuentra en dos de los trabajadores requiriendo una capacitación sobre la importancia del uso de protección solar. Como se muestra en el gráfico 15.

**12. ¿Para usted el calor es un problema todo el día?**



**Gráfico 16.** Pregunta 12, el calor es un problema todo el día.

**Análisis:** Como se observa en el gráfico 16 para cuatro trabajadores, el calor en su jornada de trabajo no es problema todo el día, para un trabajador si es problema, esto se debe a que existen diferentes puestos de trabajo con distintas actividades que les causa problema el calor todo el día.

**13. ¿Para usted el calor es un problema parte del día?**



**Gráfico 17.** Pregunta 13, el calor es un problema parte del día.

**Análisis:** Del gráfico 17 se obtiene el resultado que, para tres de los trabajadores, el calor es un problema una parte del día donde se requiere un estudio detallado para determinar si esa parte del día el trabajador puede estar en riesgo a estrés térmico por calor, afectando su salud y desarrollo en sus actividades laborales.

**14. ¿Tiene conocimiento usted sobre qué es el estrés térmico por calor?**



**Gráfico 18.** Pregunta 14, conocimiento a cerca de estrés térmico.

**Análisis:** En la pregunta 14 da como resultado el gráfico 18 describiendo que cuatro de los trabajadores no tiene conocimiento sobre estrés térmico por calor creando un déficit dentro de la empresa ya que puede existir riesgos de estrés térmico en algunos puestos de trabajo, con ello se requiere una capacitación sobre que es el estrés térmico por calor, como influyen en su desarrollo laboral y como afecta en su salud.



15. ¿Considera usted que a lo largo de su horario de trabajo está bajo estrés térmico por calor?

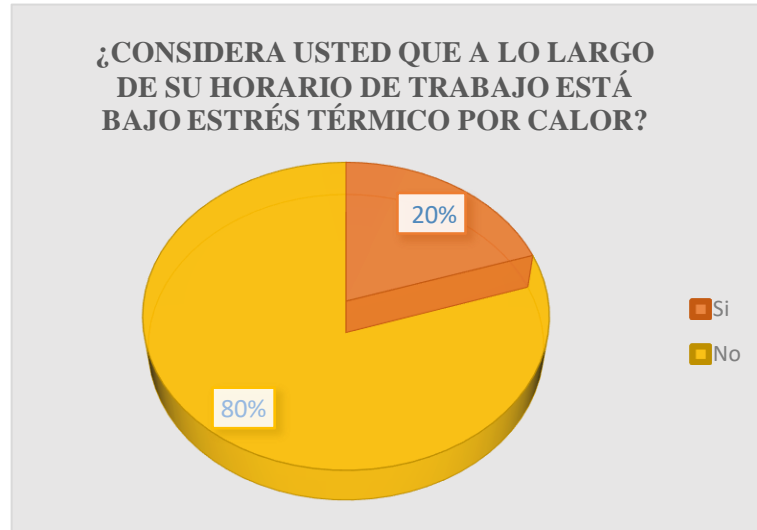


Gráfico 19. Pregunta 15, estrés térmico por calor es su jornada laboral.

**Análisis:** Como resultado del gráfico 19, cuatro de los trabajadores consideran que no están bajo estrés térmico por calor, esto en conexión con la pregunta 14 al no saber que es estrés térmico por calor, consideran que no están bajo riesgo de estrés.

16. ¿Piensa que las temperaturas altas en su lugar de trabajo pueden ser perjudiciales para su salud?

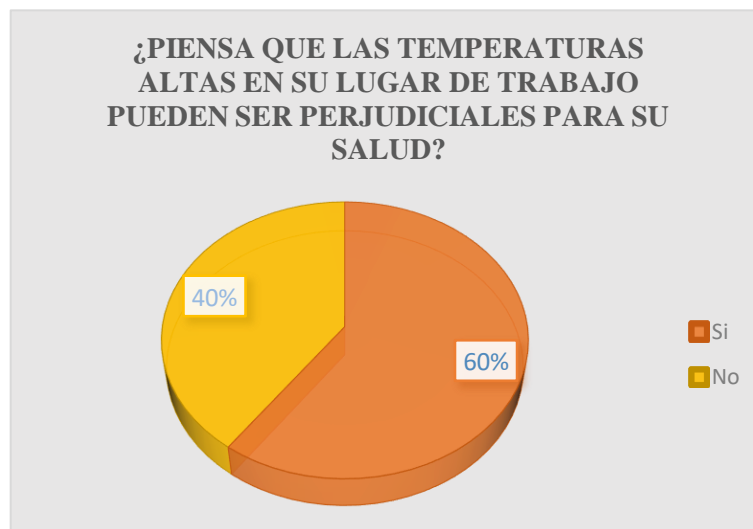
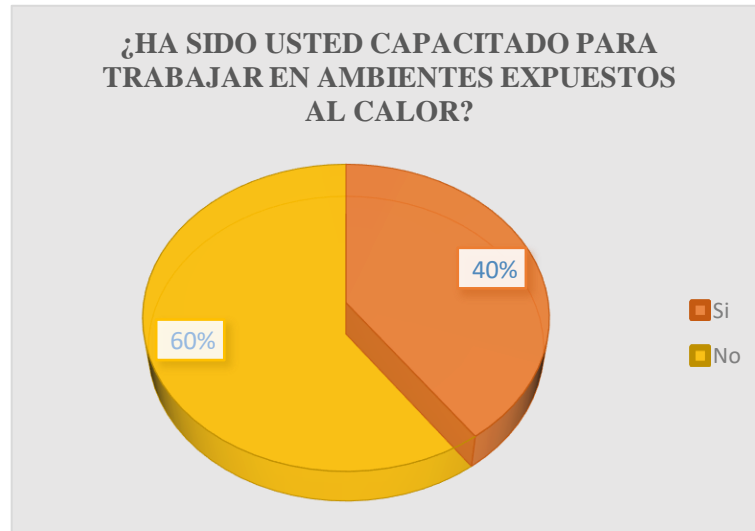


Gráfico 20. Pregunta 16, temperaturas altas puede ser perjudicial para su salud.

**Análisis:** Como se detalla en el gráfico 20, tres de cinco trabajadores dicen que si consideran que altas temperaturas pueden ser dañinas para su salud y dos de cinco trabajadores consideran que no son perjudiciales para ellos, requiriendo una

capacitación de como influyen las temperaturas altas en la salud de las personas y en el desarrollo de sus actividades.

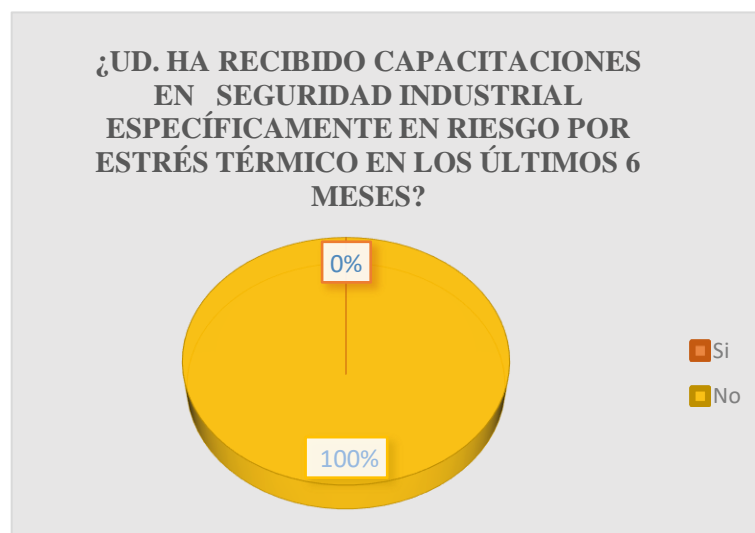
**17. ¿Ha sido usted capacitado para trabajar en ambientes expuestos al calor?**



**Gráfico 21.** Pregunta 17, capacitación de ambientes calurosos.

**Análisis:** Tres de cinco trabajadores responden que no han sido capacitados para realizar trabajos en ambientes expuestos al calor, así obteniendo dos de cinco trabajadores con falta de conocimiento, generando una necesidad de capacitaciones de ambientes calurosos. Como se puede observar en el gráfico 21.

**18. ¿Ud. ha recibido capacitaciones en seguridad industrial específicamente en riesgo por estrés térmico en los últimos 6 meses?**



**Gráfico 22.** Pregunta 18, capacitación de riesgos por estrés térmico en los últimos 6 meses.

**Análisis:** En el gráfico 22 muestra que cinco de cinco trabajadores no han tenido capacitación en seguridad industrial los últimos 6 meses, requiriendo una capacitación amplia en seguridad industrial, enfocando en estrés térmico por calor.

**19. En el caso de que exista un accidente de trabajo ¿sabe que acciones debe tomar?**



**Gráfico 23.** Pregunta 19, accidente de trabajo, acciones a realizar.

**Análisis:** Del gráfico 23 se deduce que dos de cinco trabajadores responden que no tienen conocimiento de que acciones debe realizar al momento de que suceda un accidente de trabajo, necesitando un curso sobre primeros auxilios que se requieren para actuar ante un accidente laboral.

### 2.5.3 Determinación de la resistencia térmica de la indumentaria

Para la determinación de la resistencia térmica de la indumentaria para cada uno de los trabajadores se utilizó un software, donde describe las prendas de vestir. Este software permite seleccionar el tipo de prenda de vestir específico como la ropa interior, bividis, camisetas, camisas, chaquetas, pantalones, medias y zapatos con su determinado valor de resistencia térmica (clo).

En la figura 12 se puede observar la interfaz del software donde: en el recuadro uno describe cada prenda de vestir donde se puede ir seleccionando la indumentaria que utiliza cada trabajador, en el recuadro dos refleja una imagen describiendo a la prenda señalada, en el recuadro tres está el listado de las prendas de vestir seleccionadas y el recuadro cuatro nos da la sumatoria total de la resistencia térmica de la indumentaria del trabajador.

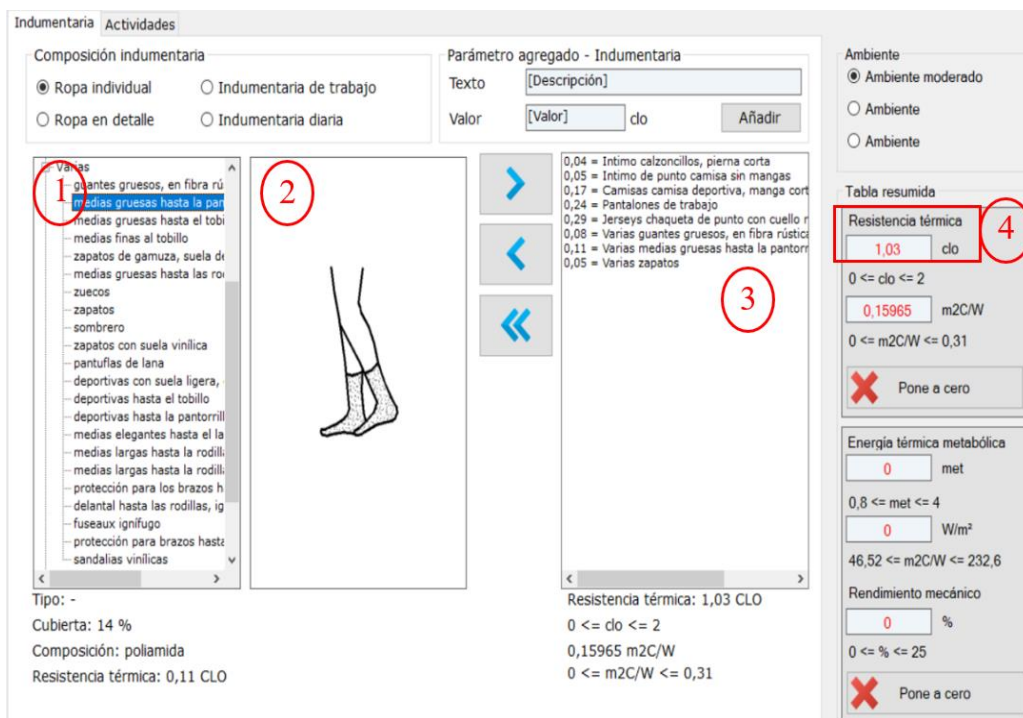


Figura 12. Determinación de clo utilizando el software.

Tabla 11. Determinación de la resistencia térmica de la indumentaria en cada trabajador.

N°	Puesto de trabajo	Sexo	Resistencia térmica (indumentaria) clo
1	Operador de toberas	Masculino	1,03
2	Vaciador	Masculino	0,79
3	Abastecedor de materia prima	Femenino	0,83
4	Alimentador de horno	Masculino	0,95
5	Escoriador	Masculino	0,76

En la tabla 11 se especifica la resistencia térmica de la indumentaria total que utiliza los trabajadores para realizar sus actividades laborales dando así con la mayor resistencia térmica el operador de toberas con 1,03 clo y la menor resistencia el escoriador con 0,76 clo. En el Anexo N°7 se puede apreciar la interfaz con cada valor de resistencia térmica de la indumentaria obtenida de todos los trabadores.

#### 2.5.4 Cálculos de la tasa metabólica

Para la determinación de la tasa metabólica se utilizó la norma NTE INEN-ISO 8996 que proporciona las tablas 12, 13 y 14 donde en cada una se describe las actividades específicas que realiza el individuo con cada parte de su cuerpo y la postura del cuerpo.

**Tabla 12.** Tasa metabólica (en  $W \cdot m^{-2}$ ) para un individuo sentado, en función de la carga de trabajo y de la parte del cuerpo implicada [20].

Parte del cuerpo		Carga de trabajo		
		Ligera	Media	Pesada
Ambas manos	Valor medio	70	85	95
	Rango	< 75	75 a 90	> 90
Un brazo	Valor medio	90	110	130
	Rango	< 100	100 a 120	> 120
Ambos brazos	Valor medio	120	140	160
	Rango	< 130	130 a 150	> 150
Cuerpo entero	Valor medio	180	245	335
	Rango	< 210	210 a 285	> 285

**Tabla 13.** Suplemento para la tasa metabólica (en  $W \cdot m^{-2}$ ) debido a las posturas del cuerpo [20].

Postura del cuerpo	Tasa metabólica (en $W \cdot m^{-2}$ )
Sentado	0
De rodillas	10
En cuclillas	10
De pie	15
De pie e inclinado hacia delante	20

**Tabla 14.** Tasa metabólica para actividades específicas [20].

Actividad	$W \cdot m^{-2}$
Dormir	40
Recostado	45
Descanso, sentado	55
Descanso, de pie	70
Caminar en horizontal, suelo llano y firme	
1. Sin carga	
a $2 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	110
a $3 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	140
a $4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	165
a $5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	200
2. Con carga	
10 kg, $4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	185
30 kg, $4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	250
Caminar cuesta arriba, suelo liso y firme	
1. Sin carga	
Inclinación de $5^\circ$ , $4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	180
Inclinación de $15^\circ$ , $3 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	210
Inclinación de $25^\circ$ , $3 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	300
2. Con una carga de 20 kg	
Inclinación de $15^\circ$ , $4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	270
Inclinación de $25^\circ$ , $4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	410
Caminar cuesta abajo a $5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , sin carga	
Inclinación de $5^\circ$	135
Inclinación de $15^\circ$	140

**Tabla 14.** Tasa metabólica para actividades específicas [20] (Continuación).

	Inclinación de 25°	180
Subir por una escalera de mano, inclinada 70°, a un velocidad de 11,2 m·min <sup>-1</sup>		
sin carga		290
con una carga de 20 kg		360
Empujar o tirar de una vagoneta, 3,6 km·h <sup>-1</sup> , suelo llano y firme		
fuerza de empuje: 12 kg		290
fuerza de tiro: 16 kg		375
Empujar una carretilla, suelo llano, 4,5 km·h <sup>-1</sup> , ruedas de goma, 100 kg de carga		230
Limar hierro	42 golpes de lima/min	100
	60 golpes de lima/min	190
Trabajar con un mazo, a 2 manos, peso del mazo 4,4 kg, 15 golpes/min		290
Trabajo de carpintería	serrado a mano	220
	serrado a máquina	100
	cepillado a mano	300
Colocar ladrillos, 5 ladrillos/min		170
Atornillar		100
Cavar una zanja		290
Actividad sedentaria (oficina, hogar, escuela, laboratorio)		70
De pie, actividad ligera (comprar, laboratorio, industria ligera)		95
De pie, actividad media (dependiente de tienda, trabajo doméstico, trabajo con máquina)		115
Trabajo con máquina herramienta		
ligero (ajuste, montaje)		100
medio (carga)		140
pesado		210
Trabajo con una herramienta manual		
ligero (pulido ligero)		100
medio (pulido)		160
pesado (taladrado pesado)		230

Para determinar la tasa metabólica en función del tiempo se requiere la tasa metabólica de la tarea respectiva y de su periodo, usando la ecuación:

$$M = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n M_i t_i \quad (4)$$

Donde

$M$  es la tasa metabólica media de acuerdo al ciclo de trabajo, (W.m<sup>-2</sup>).

$M_i$  es la tasa metabólica ligada a la tarea  $i$ , (W.m<sup>-2</sup>).

$t_i$  es la duración de la tarea  $i$ , en minutos

$T$  es la duración en minuto del periodo de trabajo, la sumatoria de las duraciones parciales [20].

#### **Procedimiento para el cálculo de la tasa metabólica.**

En el procedimiento del cálculo de la tasa metabólica global en un periodo de trabajo, se requiere estudiar los movimientos y los tiempos que realiza el individuo donde debe

incluir la descripción del trabajo. Con ello se clasifica cada tarea considerando las variables como la duración de cada tarea, la distancia caminada, la altura subida, el peso que se manipula, etc. [27].

Se debe seguir el siguiente procedimiento:

1. Se escribe el nombre y/o especificación del individuo.

Puesto de trabajo:	Operador de toberas	Fecha:	28/10/2022
--------------------	---------------------	--------	------------

2. Observar el trabajo del individuo (en un periodo de 2h a 3h).

Categoría	
Tarea 1	Monitorear las toberas
Tarea 2	Destapar la salida del material fundido
Tarea 3	Taponar la salida del material fundido
Tarea 4	Cargar la cayana
Tarea 5	Vaciar el material fundido en las cajas de arena (moldes)

3. Determinar cada elemento de la actividad individual y la respectiva tasa metabólica, considerando las tablas 12, 13 y 14.

	Tabla 12 (W.m <sup>-2</sup> )	Tabla 13 (W.m <sup>-2</sup> )	Tabla 14 (W.m <sup>-2</sup> )	Total (W.m <sup>-2</sup> )
Tarea 1	335	15	140	490
Tarea 2	160	20	-	180
Tarea 3	160	20	-	180
Tarea 4	335	-	250	585
Tarea 5	335	20	-	335

4. Siempre se debe anotar el momento en el que cambia el elemento de tarea.
5. Calcular la totalidad del tiempo que implica cada elemento de la actividad.

Categoría		Tiempo Min.
Tarea 1	Monitorear las toberas	5
Tarea 2	Destapar la salida del material fundido	5
Tarea 3	Taponar la salida del material fundido	3
Tarea 4	Cargar la cayana	0,67
Tarea 5	Vaciar el material fundido en las cajas de arena	5
Total		18,67

6. Se debe multiplicar el tiempo que implica cada elemento por la respectiva tasa metabólica.

Categoría	M'		Tiempo		Total	
	W.m-2		Min.			
Tarea 1	Monitorear las toberas	490	x	5	=	2450
Tarea 2	Destapar la salida del material fundido	180	x	5	=	900
Tarea 3	Taponar la salida del material fundido	180	x	3	=	540
Tarea 4	Cargar la cayana	585	x	0,67	=	391,95
Tarea 5	Vaciar el material fundido en las cajas de arena	355	x	5	=	1775

7. Sumar todos los valores.

Puesto de trabajo:		Operador de toberas		Fecha:	28/10/2022	
Categoría	M'		Tiempo		Total	
	W.m-2		Min.			
Tarea 1	Monitorear las toberas	490	x	5	=	2450
Tarea 2	Destapar la salida del material fundido	180	x	5	=	900
Tarea 3	Taponar la salida del material fundido	180	x	3	=	540
Tarea 4	Cargar la cayana	585	x	0,67	=	391,95
Tarea 5	Vaciar el material fundido en las cajas de arena	355	x	5	=	1775
Total				18,67		6056,95

8. Se debe dividir por el periodo total del ciclo de observación [20].

**Tabla 15.** Cálculo de la tasa metabólica en un ciclo de trabajo.

Puesto de trabajo:		Operador de toberas		Fecha:	28/10/2022	
Categoría	M'		Tiempo		Total	
	W.m-2		Min.			
Tarea 1	Monitorear las toberas	490	x	5	=	2450
Tarea 2	Destapar la salida del material fundido	180	x	5	=	900
Tarea 3	Taponar la salida del material fundido	180	x	3	=	540
Tarea 4	Cargar la cayana	585	x	0,67	=	391,95
Tarea 5	Vaciar el material fundido en las cajas de arena (moldes)	355	x	5	=	1775
Total				18,67		6056,95
Tasa metabólica media ponderada en función del tiempo (W.m-2)						324,42

En la tabla 15 se puede observar cómo ha sido todo el proceso para el cálculo de la tasa metabólica para el trabajador que opera las toberas detallando las actividades, cada



una con su respectiva tasa metabólica multiplicada por el tiempo que requiere esa actividad y dividiendo la sumatoria de todos los valores para el tiempo total del ciclo de trabajo dando como resulta una tasa metabólica media ponderada en función del tiempo de 324,42 W.m<sup>-2</sup>. Se utiliza el mismo método para calcular la tasa metabólica de cada uno de los trabajadores del área de fundición.

**Tabla 16.** Determinación de la tasa metabólica de cada trabajador.

N°	Puesto de trabajo	Sexo	Tasa metabólica (W.m <sup>-2</sup> )
1	Operador de toberas	Masculino	324,42
2	Vaciador	Masculino	227,86
3	Abastecedor de materia prima	Femenino	361
4	Alimentador de horno	Masculino	309,67
5	Escoriador	Masculino	319,63

En la tabla 16 se detalla la tasa metabólica de cada uno de los trabajadores, teniendo una tasa metabólica más alta el operador de toberas con 324,42 W.m<sup>-2</sup> y la tasa metabólica más baja el vaciador con 227,86 W.m<sup>-2</sup>. Cada tabla de cálculo se encuentra en el Anexo N°8 para cada uno de los trabajadores.

### 2.5.5 Recolección de datos para el cálculo del índice WBGT

En la recolección de datos para el cálculo del índice WBGT se inició con la determinación de un ambiente heterogéneo ya que se tomaron tres medidas de temperatura y hubo una diferencia notable entre ellas. Con ello se tomaron medidas de la temperatura de globo, la temperatura húmeda natural y la temperatura seca del aire.

Las mediciones se tomaron a la altura de 0,1 m, 1,1 m, y 1,7 m desde el nivel del suelo por la posición ya que el trabajo lo realizan de pie. Cabe mencionar que se realizó la medición el día más caluroso de verano con una temperatura de 23°C. Figura 13.



**Figura 13.** Medición de temperaturas.

**Tabla 17.** Registro de datos medidos de la temperatura húmeda natural, temperatura de globo, temperatura del aire.

 El Mundo De La Polea		REGISTRO DE DATOS MEDIDOS			
		Puesto de trabajo:		Operador de toberas	
		Consumo metabólico:		324,42 W/m <sup>2</sup>	
Área:	Equipo:	Modelo:	Vestido (clo):	Época:	Fecha:
Fundición	REED Instruments	R6200	1,03	Verano	15/09/2022
Datos de medición					
N°	Hora	Detalle	Cabeza	Abdomen	Tobillos
1	14:30	Temperatura húmeda natural, (THN) °C	25,7	24,8	22,4
2	15:00		24,9	22,8	21,8
3	15:30		26,8	25,8	21,8
PROMEDIO			25,80	24,47	22,00
1	14:30	Temperatura de globo, (TG) °C	39,5	37,9	33,9
2	15:00		38,9	34,5	32,6
3	15:30		37,8	39	35,4
PROMEDIO			38,73	37,13	33,97
1	14:30	Temperatura del aire, (TA) °C	35,1	34,6	34,4
2	15:00		27,9	27,4	30,2
3	15:30		36,8	30,4	36,6
PROMEDIO			33,27	30,80	33,73

En la tabla 17 se puede apreciar los datos obtenidos de la medición que se realizó con el instrumento Reed R6200 en el trabajador del puesto en operador de toberas, con tres mediciones en diferente horario, desde las 14:30 hasta 15:30, obteniendo un promedio de las temperaturas medidas en la cabeza, abdomen y tobillos.

### 2.5.6 Cálculos del índice WBGT

Para el cálculo del índice WBGT se emplea la NTP 322: “Valoración de riesgo de estrés térmico: índice WBGT”, utilizando las ecuaciones proporcionadas se requiere

diferentes temperaturas que son: temperatura húmeda natural (**THN**) temperatura de globo (**TG**) y la temperatura seca del aire (**TA**).

En la tabla 17 están detallados las diferentes temperaturas con sus respectivos promedios que se deben emplear para determinar el índice WBGT global.

Empleando la ecuación 1 se determina el índice WBGT:

$$WBGT = 0,7 THN + 0,2 TG + 0,1 TA \quad (1)$$

$$WBGT_{cabeza} = 0,7 (25,80) + 0,2 (38,73) + 0,1(33,27)$$

$$WBGT_{cabeza} = 29,13 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$WBGT_{abdomen} = 0,7 (24,47) + 0,2 (37,13) + 0,1(30,80)$$

$$WBGT_{abdomen} = 27,63 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$WBGT_{tobillos} = 0,7 (22,00) + 0,2 (33,97) + 0,1(33,73)$$

$$WBGT_{tobillos} = 25,57 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Ya obtenido el índice WBGT a la altura de la cabeza, abdomen y tobillos, se calcula el índice WBGT global empleando la ecuación 3:

$$WBGT = \frac{WBGT (cabeza)+2*WBGT(abdomen)+WBGT (tobillos)}{4} \quad (3)$$

$$WBGT = \frac{29,13 + 2 * 27,63 + 25,57}{4}$$

$$WBGT = 27,49 \text{ } ^\circ\text{C}$$

En la tabla 18 se muestra el resultado de cada índice WBGT de cabeza abdomen y tobillos, del trabajador que opera las toberas, en el Anexo N°9 se encuentran las tablas de todos los trabajadores con sus respectivos resultados.

En la tabla 19 se puede observar el índice WBGT global de cada uno de los trabajadores, con el índice más bajo esta el puesto del escoreador con 25,74 °C y con el índice WBGT más alto el puesto de operador de toberas con 27,49 °C

**Tabla 18.** Registro de datos de la temperatura húmeda natural, temperatura de globo, temperatura del aire e índice de temperatura WBGT.

 El Mundo De La Polea		REGISTRO DE DATOS			
		Puesto de trabajo:		Operador de toberas	
		Consumo metabólico:		324,42 W/m <sup>2</sup>	
Área: Fundición	Equipo: REED Instruments	Modelo: R6200	Vestido (clo): 1,03	Época: Verano	Fecha: 15/09/2022
Datos de medición					
N°	Hora	Detalle	Cabeza	Abdomen	Tobillos
1	14:30	Temperatura húmeda natural, (THN) °C	25,7	24,8	22,4
2	15:00		24,9	22,8	21,8
3	15:30		26,8	25,8	21,8
PROMEDIO			25,80	24,47	22,00
1	14:30	Temperatura de globo, (TG) °C	39,5	37,9	33,9
2	15:00		38,9	34,5	32,6
3	15:30		37,8	39	35,4
PROMEDIO			38,73	37,13	33,97
1	14:30	Temperatura del aire, (TA) °C	35,1	34,6	34,4
2	15:00		27,9	27,4	30,2
3	15:30		36,8	30,4	36,6
PROMEDIO			33,27	30,80	33,73
1	14:30	Índice WBGT (Medida global) °C	29,4	28,4	25,9
2	15:00		28	25,6	24,8
3	15:30		30	28,9	26
PROMEDIO			29,13	27,63	25,57
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>			<b>27,49</b>		

**Tabla 19.** Determinación del índice WBGT en cada uno de los trabajadores.

N°	Puesto de trabajo	Sexo	Índice WBGT
1	Operador de toberas	Masculino	27,49
2	Vaciador	Masculino	27,06
3	Abastecedor de materia prima	Femenino	26,51
4	Alimentador de horno	Masculino	26,50
5	Escoriador	Masculino	25,74

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Análisis y discusión de los resultados.

##### **Determinación de estrés térmico por calor en cada puesto de trabajo**

Para determinar si existe estrés térmico por calor en cada puesto de trabajo se requiere el consumo metabólico y el índice WBGT, que se han calculado en el capítulo anterior.

De la norma ISO 7243 se detalla la tabla 20 donde se describe los valores de referencia WBGT de acuerdo con la clase de consumo metabólico y la aclimatación del trabajador, para la determinación de la existencia de estrés térmico por calor en los distintos puestos de trabajo.

**Tabla 20.** Valores de referencia, en función de actividades desempeñadas [28].

Clases de consumo metabólico	Consumo metabólico, M		Valor de referencia WBGT			
	Relativo a un área superficial de piel unidad $W/m^2$	Para un área superficial de piel media de $1,8m^2$ $W$	Persona aclimatada al calor °C		Persona no aclimatada al calor °C	
0 (descanso)	$M \leq 65$	$M \leq 117$	33		32	
1	$65 < M \leq 130$	$117 < M \leq 234$	30		29	
2	$130 < M \leq 200$	$234 < M \leq 360$	28		26	
3	$200 < M \leq 260$	$360 < M \leq 468$	No sensible el movimiento del aire 25	Sensible movimiento del aire 26	No sensible el movimiento del aire 22	Sensible movimiento del aire 23
4	$M > 260$	$M > 468$	23	25	18	20

En la tabla 21 se establece la clase del consumo metabólico perteneciente a cada trabajador con la ayuda de la tabla 20 y su respectiva tasa metabólica.

**Tabla 21.** Determinación de la clase de consumo metabólico de cada uno de los puestos de trabajo.

N°	Puesto de trabajo	Tasa metabólica ( $W.m^{-2}$ )	Clase de consumo metabólico
1	Operador de toberas	324,42	Clase 4
2	Vaciador	227,86	Clase 3
3	Abastecedor de materia prima	361	Clase 4
4	Alimentador de horno	309,67	Clase 4
5	Escoriador	319,63	Clase 4

Ya establecido la clase de consumo metabólico de los trabajadores, lo siguiente es establecer el valor de referencia WBGT, con esto determinar la existencia de estrés térmico por calor.

En la tabla 22 se puede observar en la última columna la determinación de estrés térmico por calor de cada trabajador. Se determina que en cuatro de cinco puestos de trabajo del área de fundición de la microempresa “El Mundo de la Polea” existe riesgo de estrés térmico por calor, esto requiere de un plan de seguridad enfocado a estrés térmico por calor para atenuar el riesgo y que los trabajadores no sufran ningún daño en su salud.

**Tabla 22.** Determinación de estrés térmico por calor en cada puesto de trabajo.

Nº	Puesto de trabajo	Índice WBGT	Valor de referencia WBGT (C°)	Determinación de estrés térmico por calor
1	Operador de toberas	27,49	26	Existe
2	Vaciador	27,06	25	Existe
3	Abastecedor de materia prima	26,51	26	Existe
4	Alimentador de horno	26,50	26	Existe
5	Escoriador	25,74	26	No existe

### 3.2 Plan de seguridad ante estrés térmico por calor

#### 3.2.1 Objetivo

Diseñar un plan de seguridad, para prevenir mitigar el riesgo de estrés térmico por calor y quemaduras en los trabajadores del área de fundición de hierro en la microempresa “El Mundo de la Polea” ubicado en la ciudad de Ambato, mediante análisis de temperaturas y medidas preventivas.

#### 3.2.2 Alcance

Se diseña un plan de seguridad enfocado a estrés térmico por calor, debido a que existen temperaturas elevadas que a largo y corto plazo pueden afectar de forma negativa a la salud del trabajador, con ello, el objetivo del plan es prevenir y mitigar riesgos de quemaduras y estrés térmico por calor y sus consecuencias, con capacitaciones, análisis de la indumentaria que es preciso ocupar, y bebidas hidratantes.

#### 3.2.3 Medidas

##### 3.2.3.1 Objetivos

- Prevenir y reducir el riesgo de estrés térmico por calor en los trabajadores del área de fundición de hierro.

- Promover al uso adecuado de equipos de protección personal en los trabajadores.
- Organizar capacitación con temas referentes a seguridad industrial y estrés térmico para los trabajadores.
- Establecer puntos para dispensadores de bebidas hidratantes y la importancia de su consumo.

### 3.2.3.2 Tipo de medida

Prevención y mitigación.

### 3.2.3.3 Impactos mitigados

- Riesgos de estrés térmico por calor en los trabajadores.
- Riesgos de quemaduras de primer, segundo y tercer grado.

### 3.2.3.4 Lugar y población afectada

Trabajadores del área de fundición de hierro en la microempresa “El Mundo de la Polea”.

### 3.2.3.5 Actividades

Diseño de un plan de seguridad enfocado a estrés térmico por calor.

## 3.2.4 Datos generales de la microempresa

En la tabla 23 se describe la información general de la microempresa donde señala su nombre, dirección, su representante legal, su actividad económica principal, entre otros.

**Tabla 23.** Información de la microempresa.

<b>RUC:</b>	1802653921001
<b>Razón social:</b>	El Mundo de la Polea
<b>Dirección:</b>	Av. Bolivariana y pan de azúcar
<b>Ciudad:</b>	Ambato
<b>Provincia:</b>	Tungurahua
<b>Teléfono:</b>	098 581 0921
<b>Representante legal:</b>	Patricio Rubén Tirado Álvarez
<b>Actividades:</b>	Fundición de hierro gris, productos semiacabados de hierro.

### **3.2.5 Evaluación y análisis de riesgo laboral**

#### **3.2.5.1 Procedimiento y equipos técnicos a utilizar**

La fundición se inicia encendiendo el horno cubilote donde con anterioridad se colocan capas de carbón coque con caliza y pedazos de hierro con peso homogéneo. Una vez que el horno ha alcanzado la temperatura de  $\sim 1350^{\circ}\text{C}$ , el carbón y el hierro anteriormente colocados se han fundido, se prosigue a seguir alimentando el horno con carbón, caliza y hierro, de acuerdo con la necesidad del horno.

Ya fundido el hierro, el horno expulsa la escoria y un trabajador destapa la salida del material fundido, donde el material fundido cae en la cayana. Tres trabajadores cargan la cayana y la llevan hacia el área donde se encuentran las cajas de arena modelada.

Vierten el material fundido sobre la entrada de las cajas de arena mientras que un trabajador saca la escoria del material fundido.

#### **3.2.5.2 Tipos de riesgo**

Existen varios tipos de riesgos en el área de fundición, sin embargo, el plan de seguridad está enfocado en estrés térmico por calor y con esto le acompaña el riesgo de quemaduras en los trabajadores.

#### **3.2.5.3 Análisis de riesgos**

El estudio realizado bajo la NTP 322 se determinó que existe riesgo de estrés térmico por calor en cuatro de cinco puestos de trabajo, con ello el plan de seguridad está enfocado a mitigar y prevenir el riesgo de estrés térmico en cada puesto de trabajo con sus respectivas actividades.

### **3.2.6 Medidas preventivas**

#### **3.2.6.1 Capacitaciones**

A partir de las diferentes encuestas uno de los resultados es la existencia de un déficit de conocimiento en los trabajadores del área de fundición, esto genera un requerimiento de capacitación sobre temas como: primero auxilios, seguridad industrial, qué es estrés térmico por calor, entre otros que se detallan a continuación.

- *Primeros auxilios*

NTP 1062: Primeros auxilios: soporte vital básico en el adulto [29]



NTP 524: Primeros auxilios: quemaduras [30]

- ***Seguridad Industrial***

- ***Ambientes calurosos***

- ***Estrés térmico por calor***

¿Qué es?; ¿Cómo influye en su desarrollo laboral?; ¿Cómo afecta en su salud a largo y corto plazo?

- ***Hidratación***

Hidratación y función cognitiva [31]

- ***Equipos de protección personal (EPP)***

Guía orientativa para la selección y utilización de cascos de seguridad [32]

Guía orientativa para la selección y utilización de guantes de protección [33]

Guía orientativa para la selección y utilización de ropa de protección [34]

Guía orientativa para la selección y utilización de calzado de uso profesional [35]

- ***La importancia de la aclimatación***

Estrés por calor: Aclimatación [36]

- ***La importancia del uso de protector solar***

Cabe resaltar que se requiere un profesional especializado en seguridad industrial y primeros auxilios para la capacitación de los trabajadores, que pueda abordar con facilidad cada uno de los temas planteados, con ello asegurar que los trabajadores comprendan con facilidad el contenido de las capacitaciones.

En la tabla 24 se describe los temas en general que debe abordar la persona especializada en seguridad industrial para capacitar a cada trabajador, las capacitaciones se realizaran durante todo el año, es decir una vez por mes, y se repetirá a partir del séptimo mes del año para refrescar los conocimientos adquiridos. Todos los puestos de trabajo deben ser capacitados con los temas específicos ya que se requiere tener personal que sepan los riesgos que existe en su ambiente laboral, con ello tomar precauciones y disminuir los riesgos a corto y largo plazo existentes.

**Tabla 24.** Planificación de capacitaciones 2023 para la microempresa "El Mundo de la Polea".

Planificación de capacitaciones 2023																	
Tema general	Tema específico	Puesto(s) de trabajo	Número de trabajadores	Planificación anual												Responsable	Observación
				01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		
Primeros auxilios	NTP 1062: Primeros auxilios: soporte vital básico en el adulto.	Operador de toberas Vaciador	1 en cada puesto de trabajo.														
	NTP 524: Primeros auxilios: quemaduras.	Abastecedor de materia prima Alimentador de horno Escoriador	Total: 5	X							X						
Seguridad Industrial		Operador de toberas Vaciador	1 en cada puesto de trabajo.														
		Abastecedor de materia prima Alimentador de horno Escoriador	Total: 5	X							X						
Estrés térmico por calor	Ambientes calorosos. ¿Qué es?; ¿Cómo influye en su desarrollo	Operador de toberas Vaciador	1 en cada puesto de trabajo.		X							X					

**Tabla 24.** Planificación de capacitaciones 2023 para la microempresa "El Mundo de la Polea". (Continuación)

	laboral?; ¿Cómo afecta en su salud a largo y corto plazo?	Abastecedor de materia prima Alimentador de horno Escoriador	Total: 5														
Hidratación	Hidratación y función cognitiva.	Operador de toberas Vaciador Abastecedor de materia prima Alimentador de horno Escoriador	1 en cada puesto de trabajo. Total: 5			✘						✘					
Equipos de protección personal	Guía orientativa para la selección y utilización de cascos de seguridad. Guía orientativa para la selección y utilización de guantes de protección. Guía orientativa para la selección y utilización de ropa de protección.	Operador de toberas Vaciador Abastecedor de materia prima Alimentador de horno Escoriador	1 en cada puesto de trabajo. Total: 5				✘						✘				

**Tabla 24.** Planificación de capacitaciones 2023 para la microempresa "El Mundo de la Polea". (Continuación)

	Guía orientativa para la selección y utilización de calzado de uso profesional.																
Aclimatación	La importancia de la aclimatación. Como se realiza la aclimatación.	Operador de toberas Vaciador Abastecedor de materia prima Alimentador de horno Escoriador	1 en cada puesto de trabajo. Total: 5														
Protector solar	La importancia del uso del protector solar	Operador de toberas Vaciador Abastecedor de materia prima Alimentador de horno Escoriador	1 en cada puesto de trabajo. Total: 5														

### 3.2.6.2 Bebidas hidratantes

La hidratación en el cuerpo humano es muy importante, ya que beber agua muestra una mejora el rendimiento cognitivo en diferentes tareas con ello logrando un óptimo rendimiento.

Se sabe que el sudor está compuesto de 99% de agua y el 1% de sales minerales (sodio, potasio y cloro), con ello, se recomienda beber agua, bebidas hidratantes o bebidas de electrolitos (sueros) antes, durante o después de cada trabajo de fundición para reponer el agua y minerales que se pierde en la sudoración.

Se debe tener un consumo planificado de agua para: actividades de duración > 90 min, en especial si las tareas desarrolladas en ambientes calurosos; actividades de alta intensidad, altas tasas de sudoración, en actividades donde el rendimiento es muy importante [37].

Se determina que un adecuado consumo diario de líquidos en ambientes templados-calurosos es:

- Para hombres un aproximado de 3,7 litros, es decir, 15,5 tasas de líquidos.
- Para mujeres un aproximado de 2,7 litros, es decir, 11,5 tasas de líquidos [38].

Para ello en el área de fundición se deben colocar botellones de agua que sean de fácil acceso para los trabajadores en lugares estratégicos donde no impidan u obstaculicen el trabajo.

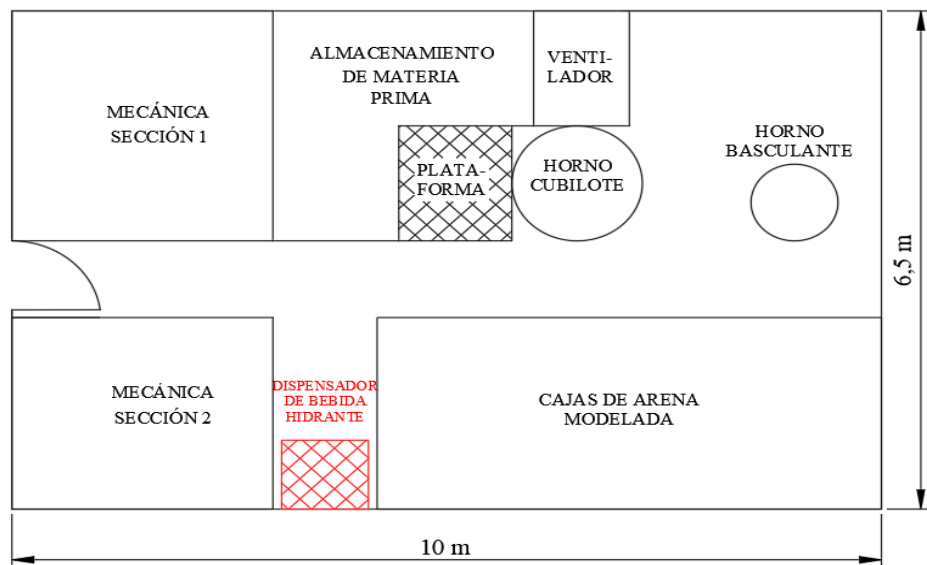


Figura 14. Ubicación del dispensador de agua en la planta industrial de la microempresa "El Mundo de la Polea".

Anteriormente el dispensador de agua estaba ubicado en el área de mecánica y existía inconvenientes al momento de ir hasta esa área. Con esto se ha reasignado de lugar al dispensador de agua, brindando facilidad para la ingesta de líquidos para los trabajadores del área de fundición de hierro.

En la figura 14 se puede observar la ubicación del dispensador de agua en la planta industrial de la microempresa “El Mundo de la Polea”, se coloca el dispensador de bebidas hidratantes lejos de los puntos de generación de calor como el horno cubilote y el horno basculante, así mismo donde no obstaculice el paso y no genere accidentes laborales



### 3.2.6.3 Indumentaria

Una adecuada indumentaria es muy importante al momento de realizar trabajos donde el riesgo está latente, para ello se debe seleccionar con detalle la ropa y equipos de protección personal que los trabajadores utilizarán en su jornada laboral.

Se ha establecido que existe estrés térmico en los trabajadores ya que realizan sus actividades en un ambiente caluroso y del mismo modo están propensos a quemaduras por las fuentes de calor y líquidos calientes, se ha seleccionado minuciosamente los EPP para cada uno de ellos, de acuerdo con sus necesidades de cada puesto de trabajo.

En la tabla 25 se describe las características y el costo de la ropa y equipos de protección personal de donde se seleccionará la adecuada para cada uno de los trabajadores.




**Tabla 25.** Indumentaria [39], [40]

Indumentaria	Características técnicas	Fotografía	Costo
Casco	Diseño compacto y liviano. Visera pequeña para mejorar la visibilidad hacia arriba. Hecho con polietileno de alta densidad para una mejor protección. Color de casco amarillo (personal operativo)		\$10,00
Camisa	Camisa industrial. Tela: jean. Con cinta reflectiva.		\$15,00

**Tabla 25.** Indumentaria [39], [40] (Continuación).

<p>Zapatos industriales</p>	<p>Material micro piel doble recubrimiento de PU.  Puntera composite, impacto 200J.  Antideslizante, resistente a hidrocarburos.  Dieléctrica, aislante hasta 18.000V.  Forro respirable antibacterial.  Alta dispensación de humedad.  Suela PU  PU bidensidad-bicolor.  Plantilla eva microporosa.  Válvula con absorbedor de energía.  Peso 1.000 g. y altura 16 cm.</p>		<p>\$43,00</p>
<p>Pantalón</p>	<p>Pantalón industrial.  Tela: jean.  Con cinta reflectiva.</p>		<p>\$15,00</p>
<p>Delantal de cuero</p>	<p>Fabricado con cuero con gran resistencia.  Espesor de 1,8mm a 2mm.  Resistentes al salpicaduras y llamas.</p>		<p>\$16,60</p>
<p>Protectores de zapatos</p>	<p>Alto rendimiento al calor.  Resistente al desgaste y al fuego para proteger de las salpicaduras y llamas a los zapatos.</p>		<p>\$19,00</p>
<p>Gafas polarizadas</p>	<p>Varillas de goma  Material: policarbonato resistente a los impactos.  Protección UV del 99,9% y resistente a los arañazos.  Templos de espátula negra.</p>		<p>\$7,50</p>
<p>Guantes para trabajos térmicos</p>	<p>Guantes de aluminio con ceo de vaca.  Aislamiento térmico 500-100 °C  Guantes de soldadura de fundición anti-quemaduras para horno industrial.</p>		<p>\$30,00</p>

**Tabla 25.** Indumentaria [39], [40]. (Continuación).

<p>Gafas transparentes</p>	<p>Dieléctrico, sin partes metálicas Protectores laterales integrales para un mayor sello orbital. Almohadillas de goma plásticas térmicas (TPR) las cuales mejoran el agarre y la comodidad. Filtra el 99,9% de los dañinos rayos U.V.</p>		<p>\$6,00</p>
<p>Guantes de seguridad SHOGUN</p>	<p>Guante con recubrimiento de Nitrilo, proporciona una buena sensibilidad táctil, destreza y resistencia a la abrasión, producto desechable.</p>		<p>\$4,15</p>
<p>Protector de cabeza</p>	<p>Capucha de cuero, cobertura desde la cabeza hasta el cuello. El exterior es de cuero contra salpicaduras, chispas y resistente al calor.</p>		<p>\$20,00</p>

La tabla 26 en su estructura diseñada por el Ministerio de Trabajo [41] , se detalla el puesto de trabajo, peligros/riesgos del puesto de trabajo y los diferentes componentes de equipos de protección personal y ropa de trabajo que se han apartado para la selección de cada uno de ellos en los diferentes puestos de trabajo.

Como se puede observar en el puesto de abastecedor de materia prima varia la mayor parte de EPP ya que en este puesto no está trabajando directamente con fuentes de calor o líquidos calientes, no requiere delantal de cuero, ni gafas polarizadas, tampoco guantes que soporten altas temperaturas.

Para el caso del puesto de alimentador de horno se requiere un protector de cabeza que soporte altas temperaturas y salpicaduras ya que este trabajo se desarrolla muy cerca de la entrada de la materia prima del horno donde la mayoría de las veces existe viento que lleva chispas calientes de la propia materia prima.



**Tabla 26.** Equipos de protección personal y ropa de trabajo.

<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y ROPA DE TRABAJO (EPP)</b>						
<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Peligros / riesgos en el puesto de trabajo</b>	<b>Casco</b>	<b>Camisa</b>	<b>Pantalón</b>	<b>Delantal de cuero</b>	<b>Zapatos</b>
						
Operador de toberas	Estrés térmico por calor	✗	✗	✗	✗	✗
Vaciador	Estrés térmico por calor	✗	✗	✗	✗	✗
Abastecedor de materia prima	Estrés térmico por calor	✗	✗	✗		✗
Alimentador de horno	Estrés térmico por calor	✗	✗	✗	✗	✗
Escoriador	Quemaduras	✗	✗	✗	✗	✗

Tabla 26. Equipos de protección personal y ropa de trabajo. (Continuación)

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y ROPA DE TRABAJO (EPP)							
Puesto de trabajo	Peligros / riesgos en el puesto de trabajo	Protectores de zapatos	Gafas polarizadas	Guantes	Gafas transparentes	Guantes	Protector de cabeza
							
Operador de toberas	Estrés térmico por calor	✗	✗	✗			
Vaciador	Estrés térmico por calor	✗	✗	✗			
Abastecedor de materia prima	Estrés térmico por calor				✗	✗	
Alimentador de horno	Estrés térmico por calor		✗	✗			✗
Escoriador	Quemaduras	✗	✗	✗			

### 3.2.7 Tiempo de trabajo-descanso

Para determinar el tiempo de descanso que requiere cada puesto de trabajo se emplea el Decreto Ejecutivo 2393 Art. 54. Calor, utilizando la tabla 27, donde describe el tipo de trabajo que se debe realizar de acuerdo a la tasa metabólica y el índice WBGT o TGBH (temperatura de globo y bulbo húmedo) sus siglas en español.

**Tabla 27.** Carga de trabajo [42].  
CARGA DE TRABAJO

TIPO DE TRABAJO	LIVIANA Inferior a 200 Kcal/hora	MODERADA De 200 a 350 Kcal/hora	PESADA Igual o mayor 350 kcal/hora
Trabajo continuo 75% trabajo 25% descanso cada hora.	TGBH = 30.0	TGBH = 26.7	TGBH = 25.0
50% trabajo, 50% descanso, cada hora.	TGBH = 30.6	TGBH = 28.0	TGBH = 25.9
25% trabajo, 75% descanso, cada hora.	TGBH = 31.4	TGBH = 29.4	TGBH = 27.9
	TGBH = 32.2	TGBH = 31.1	TGBH = 30.0

Para determinar el tiempo de trabajo – descanso en cada puesto de trabajo de la microempresa El Mundo de la Polea, se emplea la tabla 27 donde se clasifica la carga de trabajo junto al índice WBGT, para ello la tabla 28 describe cada tasa metabólica con su respectivo índice WBGT de cada puesto de trabajo. Mencionando que  $1 \text{ W.m}^{-2}$  es igual a 1,553 Kcal/h

**Tabla 28.** Tasa metabólica e índice WBGT de cada puesto de trabajo.

Nº	Puesto de trabajo	Tasa metabólica (W.m <sup>-2</sup> )	Tasa metabólica (Kcal/hora)	Índice WBGT
1	Operador de toberas	324,42	208,92	27,49
2	Vaciador	227,86	146,74	27,06
3	Abastecedor de materia prima	361	232,49	26,51
4	Alimentador de horno	309,67	199,43	26,50
5	Escoriador	319,63	205.85	25,74

En el puesto del operador de toberas se obtiene una tasa metabólica de 208,92 Kcal/h perteneciendo a la carga de trabajo moderada, su índice WBGT es de 27,49 ubicándose en el rango de TGBH=28,00 dando, así como resultado de 75% de trabajo continuo y 25% de descanso por hora, estableciendo 15 minutos de descanso por hora.

En los puestos de vaciador, abastecedor de materia prima, alimentador de horno y escoriador, realizando el mismo análisis que en el puesto de operador de toberas da como resultado que no requieren tiempo descanso, estableciendo esto en la tabla 29.

**Tabla 29.** Tiempo de trabajo-descanso en los puestos de trabajo de la microempresa El Mundo de la Polea.

N°	Puesto de trabajo	Carga de trabajo	Tipo de trabajo
1	Operador de toberas	Moderada	75% de trabajo 25% de descanso cada hora
2	Vaciador	Liviana	Trabajo continuo, no requiere descanso
3	Abastecedor de materia prima	Moderada	Trabajo continuo, no requiere descanso
4	Alimentador de horno	Liviana	Trabajo continuo, no requiere descanso
5	Escoriador	Moderada	Trabajo continuo, no requiere descanso

### 3.2.8 Costo de implementación del plan de seguridad enfocado a estrés térmico por calor

Es importante conocer el costo para la implementación del plan de seguridad enfocado a estrés térmico por calor, para que el empleador pueda tener una noción de cuanto debe invertir para que su empresa cuente con personal capacitado y equipos de protección personal en cada empleado para prevenir enfermedades ocupacionales a corto y largo plazo.

En la tabla 30 se puede observar el detalle de cada implementación que se requiere para atenuar el riesgo a estrés térmico por calor en los empleados, junto a ello se establece su costo total por cada implemento, dando así un total inicial de inversión de \$3239,55.

**Tabla 30.** Costo de implementación del plan de seguridad.

Costo de implementación del plan de seguridad			
Puesto de trabajo	Detalle	Costo	
		Mensual	Anual
Ingeniero especialista en seguridad industrial	Capacitaciones	\$200,00	\$2400,00
Operador de toberas	Ropa de trabajo y EPP	-	\$156,10
Vaciador	Ropa de trabajo y EPP	-	\$156,10
Abastecedor de materia prima	Ropa de trabajo y EPP	-	\$93,15
Alimentador de horno	Ropa de trabajo y EPP	-	\$176,10
Escoriador	Ropa de trabajo y EPP	-	\$156,10
Dispensador de bebidas hidratantes	20 litros		\$30,00
Bebidas hidratantes	20 litros	\$6,00	\$72,00
<b>TOTAL</b>		\$206,00	\$3239,55

## 4 CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- Para determinar la tasa metabólica de cada trabajador se utilizó la norma NTE INEN – ISO 8996, aplicando el método donde se emplea la tasa metabólica de la tarea correspondiente y su respectivo periodo, dando, así como resultado para el puesto de trabajo de operador de toberas  $324,24 \text{ W.m}^{-2}$ , en el puesto de vaciador o colador  $227,86 \text{ W.m}^{-2}$ , abastecedor de materia prima  $361,00 \text{ W.m}^{-2}$ , alimentador de horno  $309,67 \text{ W.m}^{-2}$  y el escoriador  $319,63 \text{ W.m}^{-2}$ .
- Para el cálculo del índice WBGT se utilizó la NTP 322, utilizando el método donde se requiere diferentes parámetros como temperatura de globo, temperatura de bulbo húmedo natural y temperatura seca del aire ya que las actividades se realizan al aire libre y a la exposición del sol, se obtuvo esas temperaturas con la medición en el área de fundición de hierro, el día más caluroso de verano y el momento en que se realizaba la fundición. Dando, así como resultado un índice WBGT en el puesto de operador de toberas  $27,49 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , en el puesto de vaciador o colador  $27,06 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , abastecedor de materia prima  $26,51 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , alimentador de horno  $26,50 \text{ }^{\circ}\text{C}$  y el escoriador  $25,74 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- En la microempresa El Mundo de la Polea, en el área de fundición según su tasa metabólica utilizando la norma ISO 7243 existe: uno de cinco trabajadores perteneciente a clase 3 dando un valor límite de índice WBGT de  $25^{\circ}\text{C}$ , cuatro de cinco trabajadores pertenecen a la clase 4 dando un límite de índice WBGT de  $26^{\circ}\text{C}$ .
- Utilizando la norma ISO 7243 se determinó el riesgo de estrés térmico por calor en los diferentes puestos de trabajo en el área de fundición de hierro en la microempresa “El Mundo de la Polea”, con ello se determinó que en cuatro de cinco puestos existe estrés térmico por calor, generando la necesidad de un plan de seguridad para atenuar el riesgo.
- Se concluye que solo se requiere un dispensador de bebidas hidratantes dentro del área de fundición en la microempresa “El Mundo de la Polea”, ya que el área es pequeña y no se dificulta a ningún trabajador acceder a este, el dispensador puede ser de agua o sueros de modo que requieren ingerir antes,

durante o después de las actividades realizadas en su puesto laboral, ya que al momento de sudar se pierde el 99% de agua y un 1% de sales minerales, que es necesario y fundamental recuperar para que no exista ningún daño en la salud del trabajador.

- Se diseñó un plan de seguridad con el objetivo de atenuar el riesgo de estrés térmico por calor en el área de fundición de hierro, dentro de este se establecieron capacitaciones para el empleador y sus empleados con su respectivo cronograma, dispensadores de bebidas hidratantes y una adecuada indumentaria que consta de ropa de trabajo y equipos de protección personal, el costo total del plan de seguridad sería de \$2267,55.
- En la encuesta hacia los trabajadores se determinó el tiempo de 240 minutos de trabajo continuo sin descanso, para mitigar el riesgo de estrés térmico por calor se estableció un tiempo de trabajo-descanso de acuerdo a las necesidades de cada puesto, dando como resultado en el puesto de operador de toberas un 75% de trabajo continuo y 25% de descanso cada hora, para los puestos de vaciador, abastecedor de materia prima, alimentador de horno y escoriador no se requiere un tiempo de descanso dentro de su jornada.

#### **4.2 Recomendaciones**

- Contratar una persona especializada en seguridad industrial y primeros auxilios para las capacitaciones de los trabajadores, ya que son temas bastante importantes y se requiere que los capacitados tengan una adecuada comprensión de los temas establecidos, para poner en práctica y cuidar de su salud y la de sus compañeros.
- Llevar un registro de todas las capacitaciones y evaluaciones para conocer el progreso de conocimiento en el personal capacitado, y saber si se requiere continuar con las mismas.
- Implementar el plan de seguridad en la empresa para evitar daños en la salud de sus empleados a corto y largo plazo evitando infracciones por parte de los empleados.
- Evaluar el estrés térmico dos veces al año en el área de fundición de hierro, con los procedimientos anteriormente mencionados, ya que existe cambios climáticos y con ello puede aumentar o disminuir el riesgo.

## B MATERIALES DE REFERENCIA

### Referencias bibliográficas

- [1] Inés Camacho, “Estrés Térmico en Trabajadores Expuestos al Área de Fundición en una Empresa Metalmeccánica, Mariara”, 2013. [En línea]. Available: [www.cienciaytrabajo.cl](http://www.cienciaytrabajo.cl)
- [2] Proaño Joel, “Estudio del estres termico en las areas de fundicion y extruccion en la corporacion ecuatoriana de aluminio S.A. CEDAL.”, Ambato, mar. 2018.
- [3] Florivet Caro y Angela López, “Efectos del estrés térmico en trabajadores en áreas de fundición”, Lima, jun. 2020.
- [4] Paulina Espinoza, “El estrés térmico por calor y su incidencia en la salud de los trabajadores.”, Ambato, 2017.
- [5] Andrés Sánchez Stérling, “El estrés térmico laboral: ¿Un nuevo riesgo con incidencia creciente?”, Cali, sep. 2015.
- [6] Valdez Diego, *Fundición y soldadura*. El Cid Editor | apuntes.
- [7] Departamento de ingeniería metalúrgica, *Introducción a la metalúrgia*. Santiago de Chile, 2003. [En línea]. Available: [www.elsolucionario.org](http://www.elsolucionario.org)
- [8] Groover P. Mikell, “Fundamentos de manufactura moderna”, Mexico, 2007. [En línea]. Available: [www.elsolucionario.net](http://www.elsolucionario.net)
- [9] Falagán Jesús, Ferrer Pedro, Canga Arturo, y Fernández Manuel, *Manual básico de prevención de riesgos laborales: higiene industrial, seguridad y ergonomía*. Oviedo - España: Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo, 2000.
- [10] Alberto Cruz y Andrés Garnica, *Ergonomía Aplicada*, 4ta ed. Bogotá: Ecoe Ediciones Ltda., 2010.
- [11] Instituto Nacional de Seguridad Higiene en el Trabajo - INSHT, “NTP 922: Estrés térmico y sobrecarga térmica”, 2011. [En línea]. Available: <http://calculadores.insht.es:86>

- [12] Armendáriz Pérez, “Prevención de riesgos laborales debido al estrés térmico por calor”, España.
- [13] Jiménez Alejandro, “Y el microclima ¿Qué es?”, pp. 1–6, 2001.
- [14] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, “Calor y Frío”, 2008.
- [15] Arroyo Francisco, “La Seguridad Industrial Fundamentos y Aplicaciones”.
- [16] Mondelo Pedro, Barrau Pedro, y Gregori Enrique, *Ergonomia 2 - Confort Y Estrés Térmico*, 3ra ed. Mexico: ALFAOMEGA - MACROBIT, 2002.
- [17] Quiroz Olgún Gabriela, “Fundamentos del gasto energético”, *IV Simposio de nutrición clinica*, Nuevo León, pp. 1–6.
- [18] Instituto Nacional de Seguridad Higiene en el Trabajo - INSHT, “NTP 1011: Determinación del metabolismo energético mediante tablas”, España, 2014.
- [19] Leite Cox De Moura Elizabeth Spengler, “Stress térmico por calor-estudo comparativo dos métodos e normas de quantificação”, Florianópolis, 2002.
- [20] NTE INEN-ISO 8996, “Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica.”, Quito, 2014.
- [21] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, “NTP 462: Estrés por frío: evaluación de las exposiciones laborales”.
- [22] Angel Sánchez, “Bienestar térmico en un espacio climatizado”, *Ministero de Industria, Energía y Turismo*.
- [23] Reed Instruments, “WBGT Heat Stress Meter Instruction Manual R6200 REED Instruments”, jun. 2019. [En línea]. Available: [www.reedinstruments.com](http://www.reedinstruments.com)
- [24] Comisión venezolana de normas industriales, “COVENIN 2254 Calor y frío. Límites máximos permisibles de exposicion en lugares de trabajo.”, Caracas, 1995.
- [25] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, “NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT”.
- [26] UCLA-Labor Occupational Safety and Health Program, “Heat Stress Safety Checklist”, 2006.



- [27] NTE INEN-ISO 7933, “Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la sobrecarga térmica estimada.”, Quito, 2014.
- [28] Organización Internacional para la Estandarización, “ISO 7243: Ergonomics of the thermal environment — Assessment of heat stress using the WBGT (wet bulb globe temperature) index”, 2017.
- [29] Marina Antúnez Estudillo y Solé Gómez M<sup>a</sup> Dolores, “NTP:1.062: Primeros auxilios: soporte vital básico en el adulto”, 2015.
- [30] Marina Antúnez Estudillo y Solé Gómez M<sup>a</sup> Dolores, “NTP 524: Primeros auxilios: quemaduras”, España, 1999.
- [31] Wittbrodt Matthew y Barnes Kelly, “Hidratación y función cognitiva en la población general”, *Sports Science Exchange*, pp. 1–7, 2020.
- [32] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, “Guía orientativa para la selección y utilización de cascos de seguridad.”, Madrid, 2003.
- [33] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, “Guía orientativa para la selección y utilización de guantes de protección.”, Madrid, 2003.
- [34] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, “Guía orientativa para la selección y utilización de ropa de protección.”, Madrid, 2003.
- [35] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, “Guía orientativa para la selección y utilización de EPI, calzado de uso profesional.”, Madrid, 2003.
- [36] Niosh, “Estrés por calor: Aclimatación”, 2017.
- [37] Robert Keneflic, “Estrategias de ingesta de líquidos para una óptima hidratación y rendimiento: consumo planificado vs. tomar según la sed”, *Sports Science Exchange*, vol. 29, núm. 1, Natick, MA, pp. 182–183, 2018.
- [38] Mayo Clinic, “Agua: ¿cuánto tienes que beber todos los días?”, oct. 2022. <https://www.mayoclinic.org/es-es/healthy-lifestyle/nutrition-and-healthy-eating/in-depth/water/art-20044256> (consultado nov. 26, 2022).
- [39] Molcad, “Catálogo 2022- Todo en seguridad industrial”, Ambato, 2022.

- [40] Degso, “Ficha técnica: delantal de cuero”, *Implementos de cuero*, 2020. <https://www.degso.com/?product=delantal-de-cuero-grande-splith> (consultado nov. 25, 2022).
- [41] Ministerio de trabajo, “Formato plan integral de prevención de riesgos laborales para empleadores con 1 a 10 trabajadores”, Quito, nov. 2020.
- [42] Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, “Decreto ejecutivo 2393, Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo”, feb. 2003.

## Anexos

### Anexo N°1 Tablas de datos

<b>N°</b>	<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Sexo</b>	<b>Edad</b>	<b>Estatura (m)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Tiempo trabajando en fundición</b>
1	Operador de toberas	Masculino	49 años	1,62	61,3	15 años
2	Vaciador	Masculino	49 años	1,65	65,77	30 años
3	Abastecedor de materia prima	Femenino	48 años	1,55	62,73	5 años
4	Alimentador de horno	Masculino	25 años	1,58	54,5	2 años
5	Escoriador	Masculino	23 años	1,72	68,1	5 años

## Anexo N° 2

### Certificado de calibración

	CC-054-240123	FECHA: 24/01/2023
	www.hes.com.ec	REV: 01

Señores:

Descripción del equipo: Medidor de estrés térmico

Fabricante: RED Instruments

Dimensión: 4.5 x 3.1 x 11.6 pulgadas

Modelo/Tipo: R6200

Código asignado: NO ESPECIFICA

Unidad de medida Temperatura: °C

Resolución Temperatura: 0,1°C

Rango Temperatura: NO ESPECIFICA

#### 1. Calibración:

Descripción	Unidad	Patrón	Corrección	Incertidumbre
Temperatura sensor bulbo seco-punto1	°C	19,97	-0,2	0,90
Temperatura sensor bulbo seco-punto2	°C	25,02	-0,1	0,44
Temperatura sensor bulbo seco-punto3	°C	30,04	0,2	0,40
Temperatura sensor bulbo humedo-punto1	°C	17,60	-0,3	0,90
Temperatura sensor bulbo humedo-punto2	°C	23,71	0,4	0,44
Temperatura sensor bulbo humedo-punto3	°C	27,48	0,0	0,44
Temperatura sensor de globo humedo-punto1	°C	19,97	-0,1	0,90
Temperatura sensor de globo humedo-punto2	°C	25,02	-0,2	0,44
Temperatura sensor de globo humedo-punto3	°C	30,04	0,2	0,40
Temperatura sensor Punto de rocío - punto1	°C	18,10	0,4	0,90
Temperatura sensor Punto de rocío - punto2	°C	22,93	0,2	0,44
Temperatura sensor Punto de rocío - punto3	°C	26,75	0,1	0,44

**Nota:** La estimación de la incertidumbre se realizó en base al documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k=2,00$  con una probabilidad de 95,45 % para una prueba t de student.

Panamericana Norte Km. 16, calle Adolfo Flores, Cel.: 032476321; 0987166794

E-mail: [gerencia@hes.com.ec](mailto:gerencia@hes.com.ec)  
Ambato – Ecuador

	CC-054-240123	FECHA: 24/01/2023
	www.hes.com.ec	REV: 01

**2.- Nota Importante:**

Ninguna calibración preventiva tiene garantía (garantía solamente aplica para venta de equipos y mantenimiento, ninguno de los dos es objeto de esta oferta), la calibración solamente se limita a certificar el nivel de exactitud (incertidumbre y corrección) del equipo intervenido en el momento del ensayo o calibración sugerido por el proveedor, o algún parámetro aprobado por el SAE o su equivalencia.

Usted puede enviar los equipos/instrumentos de inmediato se apruebe la cotización, una vez en nuestro laboratorio la calibración se realizará en los siguientes 7 - 14 días hábiles.

**3. Firma técnico:**


Escaneado y certificado por  
**MARCO ALEXANDER**  
**CORDOVA SUAREZ**  
 Marco Alexander Córdova



Atentamente:

LABORATORIO&HES LAB&HES CIA. LTDA.



CC:/ AP

Panamericana Norte Km. 16, calle Adolfo Flores, Cel.: 032476321; 0987166794

E-mail: [gerencia@hes.com.ec](mailto:gerencia@hes.com.ec)  
 Ambato – Ecuador

Anexo N° 3

Heat strees safety checklist

	<p><b>Heat Strees Safety Checklist – 08/16/06</b></p>	 <p><b>EL MUNDO DE LA POELA</b></p>	
<p><b>Reconocer el peligro</b></p>	<p><b>Sí</b></p>	<p><b>No</b></p>	
<p>¿Tiene un documento el empleador de un Programa de Prevención de Lesiones y Enfermedades? Incluye cómo identificar y corregir los peligros relacionados con la exposición al calor.</p>			
<p>¿Se han identificado las tareas que requieren exposición al calor?</p>			
<p>¿Se trabaja al aire libre con temperaturas altas? ¿Qué trabajos? _____ ¿Qué tan caliente es? _____</p>			
<p>¿El calor es un problema todo el día?</p>			
<p>¿El calor es un problema parte del día?</p>			
<p>¿Se trabaja en áreas interiores calientes? ¿Qué trabajos? _____</p>			
<p><b>Capacitación</b></p>			
<p><b>Los trabajadores han sido capacitados en los siguientes:</b></p>			
<p>Tomar precauciones para evitar las enfermedades a causa del calor (aclimatación, ingesta de líquidos, descansos)</p>			
<p>Efectos del estrés por calor en la salud</p>			
<p>Cómo reconocer los signos y síntomas de calambres, erupciones en la piel, cansancio, fatiga por calor y golpe de calor.</p>			
<p>Efecto del alcohol y las drogas sobre el riesgo de enfermedades por el calor.</p>			
<p>Uso adecuado de ropa y equipos de protección.</p>			
<p>La importancia de comunicar al instante al empleador o supervisor si muestran algún síntoma o señal de enfermedad por calor, en ellos mismos como en sus compañeros de trabajo.</p>			
<p>Los procedimientos que debe llevar a cabo el empleador para reaccionar a los síntomas de posibles enfermedades causadas por el calor.</p>			
<p>Procedimientos para ponerse en contacto con los servicios médicos de emergencia</p>			
<p><b>Prácticas de trabajo</b></p>			
<p>Supervisar la temperatura y la humedad del ambiente.</p>			
<p>Supervisar la temperatura del trabajador con un instrumento de estrés por calor.</p>			

Los trabajadores se rotan en los puestos de trabajo calurosos y extenuantes para minimizar el estrés por calor.		
Cuando sea factible se debe realizar el trabajo más fatigoso en el transcurso de las horas más frescas del día (Temprano por la mañana o por la noche)		
En los trabajadores nuevos que no están aclimatados o no tienen habito de trabajar en el calor, se asigna trabajos más livianos durante la primera semana de labor.		
<b>Suministro de agua potable, limpia y fresca de fácil acceso disponible en el lugar de trabajo.</b> Según su nivel de esfuerzo y las condiciones de trabajo, los obreros deben beber un litro por hora o más.		
<b>Descansos</b> Los trabajadores que muestran síntomas de estrés por calor deben tomar descanso de al menos cinco minutos en un lugar donde exista buena ventilación y sombra.		
Los trabajadores utilizan el “sistema de compañeros” para identificar los síntomas de enfermedades producidas por el calor en los demás (como cambio en el color de piel, irritabilidad, debilidad, ritmo inestable, desorientación)		
Están disponibles los suministros y equipos de primeros auxilios.		
<i>Para ambientes en el exterior</i> <b>Acceso a lugares con sombra</b> Se debe facilitar un lugar con sombra para el descanso cuando los trabajadores requieran protegerse del sol (como sombrilla, lonas, árboles y/o estructuras).		
<b>Ropa y Equipo de Protección Personal</b>		
Proporciona prendas especiales enfriadas con aire o agua, chalecos aislantes de ambientes extremadamente calurosos.		
Se proporciona descansos frecuentes a los trabajadores que ocupan el equipo de protección personal caliente.		
<i>Para ambientes al aire libre</i> Cuando trabajan en el sol los trabajadores utilizan ropa de algodón ligera, y holgada con colores claros y sombreros anchos.		
Cuando la temperatura supera los 35°C, se usa camisas livianas de manga larga y pantalones largos		
¿Los empleados están aclimatados? ¿Cuántos empleados ha sido aclimatados? _____		

## Anexo N°4

### Lista de identificación de riesgo en torno al ambiente

Esta lista contribuye a la identificación de posibles peligros de estrés por calor. Si existe algún peligro detallado, señale en el recuadro a la derecha de esa descripción.

En el caso de que no esté descrito algún riesgo, puede describir en el recuadro “Otro”.

Consideración	Descripción	Marcar
Temperatura de aire	¿Siente tibio o caliente el aire?	
Temperatura radiante	¿Existe una fuente de calor radiante a su alrededor (como el sol, hornos, secadores, superficies o maquinas calientes, reacciones químicas exotérmicas, metales fundidos, etc.)?	
Humedad	¿Hay alguna máquina que produzca vapor?	
	¿El área de trabajo es afectado por las circunstancias climáticas externas?	
	¿Los trabajadores utilizan EPP impermeable al vapor?	
	¿Existen quejas de que el aire está húmedo?	
Movimiento del aire	¿Existes un movimiento de aire tibio o caliente sobre sus empleados?	
Tasa metabólica	¿Existe un ritmo de trabajo moderado a intenso?	
Equipo de protección personal EPP	¿Se utiliza EPP para proteger frente a químicos dañinos, asbesto, llamas, calor extremo, etc.?	
¿Qué piensan sus empleados?	¿Piensan sus empleados que el estrés por calor es un problema?	
	¿Sus empleados presentan su disconformidad de sentir un ambiente cálido o caliente?	
Otros		



## Anexo N°5

### Lista de verificación para la observación del estrés por calor

En el caso de que algún recuadro de la lista de identificación de riesgo en torno al anterior este marcado, existe la posibilidad que haya un riesgo de estrés por calor, se debe realizar una evaluación de riesgo más detallada.

- En las siguientes listas de verificación aborda uno de los seis parámetros básicos.
- Se debe asignar una puntuación de riesgo para cada uno de los parámetros descritos.
- Debe marcar el recuadro con la mejor puntuación que tenga más similitud de su área de trabajo. Esto le facilitará información sobre el riesgo estimado para el parámetro.

#### Temperatura del aire

<b>¿Qué es la temperatura del aire y qué se debe considerar?</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• La temperatura del aire es una señal de enfriamiento o calentamiento del aire que rodea al empleado.</li><li>• Se debe considerar la temperatura del aire que rodea al empleado y su descripción.</li></ul>		
<b>Detalle subjetivo de la temperatura del aire</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Marcar</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Frio</li></ul>	-1	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Neutro</li></ul>	0	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Ligeramente cálido</li></ul>	1	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Cálido</li></ul>	2	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Caliente</li></ul>	3	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Muy caliente</li></ul>	4	
	No sé	

#### Temperatura radiante

<b>¿Qué causa la temperatura radiante y qué se debe considerar?</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• La temperatura radiante es el calor que emana una fuente de calor y estará presente si existen fuentes de calor a su alrededor.</li><li>• Es incluye: Sol, fuegos eléctricos, hornos, cocinas, secadores superficies y maquinas calientes, metales fundidos, etc.</li></ul>		
<b>Detalle subjetivo de la temperatura radiante</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Marcar</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Los objetos</li></ul>	-1	
<ul style="list-style-type: none"><li>• No existen fuentes de calor en el ambiente</li></ul>	0	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Existe una fuente de calor, pero los trabajadores no están junto a ella.</li></ul>	1	

<ul style="list-style-type: none"> <li>La superficie de la fuente de calor está caliente y no hay riesgo de quemaduras por contacto.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>La superficie de la fuente de calor está caliente al tacto.</li> <li>Los trabajadores sienten el calor cuando se paran cerca de la fuente de calor.</li> </ul>	2	
<ul style="list-style-type: none"> <li>La superficie de la fuente de calor está muy caliente al tacto y puede quemar la piel.</li> <li>Los trabajadores no pueden trabajar en cerca de la fuente de calor durante más de 10 minutos sin usar EPP.</li> </ul>	3	
<ul style="list-style-type: none"> <li>El contacto con la fuente de calor provocará quemaduras.</li> <li>Los empleados no pueden trabajar en cerca de la fuente de calor durante más de 5 minutos sin usar EPP.</li> </ul>	5	
<ul style="list-style-type: none"> <li>No se permite que los empleados trabajen en el ambiente sin EPP para protegerlos del calor radiante.</li> </ul>	6	
		No sé

### Velocidad del aire

Detalle subjetivo de la velocidad del aire	Puntaje	Marcar
<ul style="list-style-type: none"> <li>Aire frío a la velocidad (aire acondicionado)</li> </ul>	-3	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Aire frío a velocidad moderada</li> <li>Aire fresco a alta velocidad</li> </ul>	-2	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Aire frío y baja velocidad del aire</li> <li>Aire frío a una velocidad moderada</li> </ul>	-1	
Aire quieto en un ambiente neutral	0	
Aire caliente y baja velocidad del aire	1	
Aire quieto en un ambiente cálido	2	
Aire quieto en un ambiente caluroso	3	
Aire caliente a una velocidad de aire moderada, o Aire quieto en un ambiente muy caliente, o Aire caliente y velocidad de aire moderada.	4	
Aire muy caliente a alta velocidad.	5	
		No sé

### Humedad

Detalle subjetivo de la humedad	Puntaje	Marcar
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sin humedad. El aire es seco, sin procesos de secado u otros mecanismos para aumentar la humedad en el lugar de trabajo.</li> </ul>	0	
<ul style="list-style-type: none"> <li>La humedad parece estar entre muy húmedo y muy seco.</li> </ul>	2	
<ul style="list-style-type: none"> <li>El aire es muy húmedo (cerca de secadoras, lavadoras, procesos químicos donde se emite vapor).</li> </ul>	5	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se utiliza EPP impermeable al vapor</li> </ul>	6	
		No sé

## Ropa

Detalle subjetivo de la ropa	Puntaje	Marcar
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pantalones cortos y una camiseta. No se usa ropa protectora o de trabajo.</li> </ul>	-1	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ropa de trabajo ligera.</li> </ul>	0	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Overol de algodón, chaqueta.</li> </ul>	2	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ropa de trabajo de invierno, overoles de tela doble, materiales de barrera de agua.</li> </ul>	3	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trajes ligeros de barrera de vapor.</li> </ul>	5	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Traje completamente cerrado con capucha y guantes</li> </ul>	6	
	No sé	

## Ritmo de trabajo

Detalle subjetivo del ritmo de trabajo	Puntaje	Marcar
<p><b>Descanso</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El empleado está descansando como parte de un horario de trabajo/descanso o está esperando instrucciones, etc.</li> </ul>	-2	
<p><b>Bajo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sentado o de pie para controlar las máquinas</li> <li>Trabajo manual ligero (escritura, dibujo, costura, contabilidad, dibujo, etc.). Trabajo manual (uso de herramientas como sierras de mesa, taladros, inspección, ensamble o clasificación de materiales livianos, operaciones de paneles de control, etc.)</li> <li>Esta de pie con trabajo liviano en una máquina o banco mientras usa principalmente brazos (taladradora, fresadora, encintado de bobinas, bobinado de armadura pequeña o monitoreo de procesos calientes)</li> </ul>	0	
<p><b>Moderado</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Trabajo de manos y brazos (archivo de correo)</li> <li>Trabajo de brazos y piernas (operaciones de camiones, tractores y equipos de construcción).</li> <li>Trabajos de brazos y troncos (manejo de martillos neumáticos, montaje de tractores, limpieza de derrames de escombros ligeros, soldadura pesada, manipulación intermitente de objetos pesados).</li> <li>Transportar, levantar, tirar y empujar cargas livianas (carros y carretillas livianas);</li> <li>Operar controles pesados (abrir válvulas);</li> <li>Caminar en áreas congestionadas (espacio libre limitado), caminar de 2 a 3 mph.</li> <li>Elevación: 4,5 kg menos de 10 elevaciones/min, 11 kg menos de 6 elevaciones/min</li> </ul>	2	

<p><b>Alto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo intenso de brazos y troncos (aserrar a mano o cincelar madera, palear arena húmeda, transferir materiales pesados, trabajar con mazos).</li> <li>• Levantamiento pesado intermitente (como el trabajo de pico y pala).</li> <li>• Empujar o tirar de cargas pesadas (transpaletas, contenedores, jaulas cargadas, carretillas pesadas).</li> <li>• Manipulación y elevación manual pesada (p. ej., colocación de bloques de hormigón y limpieza de escombros pesados (p. ej., limpieza y revestimiento de recipientes de reactores)).</li> <li>• Trabajos pesados de montaje de forma discontinua.</li> <li>• Elevación: 4,5 kg 14 elevaciones/min; 11 kg 10 elevaciones/min.</li> </ul> <p><b>Muy alto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El trabajo a este ritmo no puede sostenerse durante períodos prolongados.</li> <li>• Actividad muy intensa a un ritmo máximo rápido (por ejemplo, palear intensamente, correr).</li> <li>• Trabajos pesados de montaje, edificación o construcción; (subir escaleras, rampas o escaleras rápidamente)</li> <li>• Caminar más rápido que 4 mph</li> <li>• Levantar 4,5 kg más de 18 elevaciones/min. 11 kg más de 13 elevaciones/min</li> </ul>	4	
	6	
		No sé

### Qué hacer con los resultados de la lista de verificación de observaciones

Refiriéndose a cada uno de los parámetros que acaba de observar, marque la puntuación que corresponde a la puntuación que le dio a cada parámetro.

Los cuadrados negros indican que la puntuación no está disponible para una categoría en particular. Por ejemplo, tasa metabólica solo puede alcanzar puntuaciones de -2, 0, +2, +4 y +6.

Cuando tenga una puntuación superior a 1, mayor será el riesgo de estrés por calor. A medida que aumentan los puntajes (también mostrados por el sombreado de color de rojo claro a rojo oscuro), también aumenta el riesgo de que ese parámetro contribuya al estrés por calor. Si tres o más de sus puntajes son mayores que 1, puede haber riesgo de estrés por calor.

Si obtiene una puntuación superior a 5, entonces, en estas situaciones, es posible que se requiera un control fisiológico. Si no es competente en la medición, el análisis y la interpretación de mediciones fisiológicas, ahora debe buscar el asesoramiento de un experto.

	SCORES										Don't know
	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	
Air temperature	Black	Black	White	White	White	Light Red	Red	Red	Black	Black	Red
Radiant heat	Black	Black	White	White	White	Light Red	Red	Red	Red	Black	Red
Air velocity	White	White	White	White	White	Light Red	Red	Red	Red	Black	Red
Humidity	Black	Black	Black	White	Black	Light Red	Black	Black	Red	Red	Red
Clothing	Black	Black	White	White	Black	Light Red	Red	Black	Red	Red	Red
Metabolic rate	Black	White	Black	White	Black	Light Red	Black	Red	Black	Red	Red

## Anexo N°6

### Encuesta hacia los trabajadores

Nombre del evaluador de riesgos:	
Fecha de evaluación:	
Nombre del empleado evaluado:	

Edad del trabajador:		El trabajador es hombre o mujer:
¿Qué tareas realiza en su puesto de trabajo?		
_____		
¿Cuánto tiempo (en minutos) dura el trabajo?		
• Sin		interrupciones:
	_____	
• En un turno normal (sin descansos):	_____	
Con qué frecuencia se efectúa esta tarea:		
Diario / Con poca frecuencia		

DESCRIPCIÓN	SI	NO
¿Tiene usted experiencia en su puesto de trabajo?		
¿Tiene usted experiencia trabajando en ambientes calurosos?		
¿Considera usted que su ropa de trabajo es adecuada para realizar sus actividades laborales?		
¿Siente usted que el sudor es expulsado de su cuerpo cuando esta realizando sus actividades laborales?		
¿Siente demasiado calor cuando está en su puesto de trabajo realizando sus actividades laborales?		
¿Ud. utiliza productos de protección solar, cuando trabajan al sol?		
¿Para usted el calor es un problema todo el día?		
¿Para usted el calor es un problema parte del día?		
¿Tiene conocimiento usted sobre qué es el estrés térmico por calor?		
¿Considera usted que a lo largo de su horario de trabajo está bajo estrés térmico por calor?		
¿Piensa que las temperaturas altas en su lugar de trabajo pueden ser perjudiciales para su salud?		
¿Ha sido usted capacitado para trabajar en ambientes expuestos al calor?		
¿Ud. ha recibido capacitaciones en seguridad industrial específicamente en riesgo por estrés térmico en los últimos 6 meses?		
En el caso de que exista un accidente de trabajo ¿sabe que acciones debe tomar?		

## Anexo N°7

### Determinación de la resistencia térmica (clo)

Indumentaria Actividades

Composición indumentaria

Ropa individual     Indumentaria de trabajo

Ropa en detalle     Indumentaria diaria

Parámetro agregado - Indumentaria

Texto: [Descripción]

Valor: [Valor] clo   

Ambiente

Ambiente moderado

Ambiente

Ambiente

Tabla resumida

Resistencia térmica

clo

$0 \leq clo \leq 2$

m2C/W

$0 \leq m2C/W \leq 0,31$

Energía térmica metabólica

met

$0,8 \leq met \leq 4$

W/m<sup>2</sup>

$46,52 \leq m2C/W \leq 232,6$

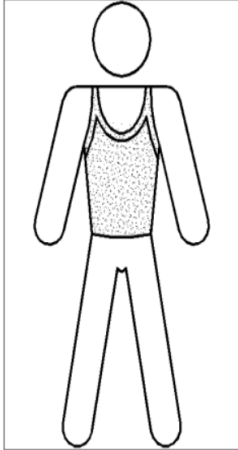
Rendimiento mecánico

%

$0 \leq \% \leq 25$

Intimo

- Intimo de punto
- sujetador
- enagua falda 1/2
- enagua falda larga
- camisa sin mangas**
- camiseta
- camiseta
- camiseta
- camisa manga lunga
- camiseta
- camisa, manga larga
- camisa, manga larga, térmica
- camisa, manga larga
- camisa, manga larga
- camisa, manga larga
- Camisias
- Pantalones
- Chándal
- Jerseys
- Chaquetas, chaleco, delantales
- Abrigos, Protector de chaqueta, F



Tipo: -

Cubierta: 30 %

Composición: algodón, poliéster

Resistencia térmica: 0,05 CLO

0,04 = Intimo calzoncillos, pierna corta

0,05 = Intimo de punto camisa sin mangas

0,11 = Intimo de punto camisa, manga larga

0,24 = Pantalones de trabajo

0,36 = Chaquetas, chaleco, delantales chaqueta

0,08 = Varias guantes gruesos, en fibra rústica

0,02 = Varias medias finas al tobillo

0,05 = Varias zapatos

Resistencia térmica: 0,95 CLO

$0 \leq clo \leq 2$

0,14725 m2C/W

$0 \leq m2C/W \leq 0,31$

Indumentaria Actividades

Composición indumentaria

Ropa individual     Indumentaria de trabajo

Ropa en detalle     Indumentaria diaria

Parámetro agregado - Indumentaria

Texto: [Descripción]

Valor: [Valor] clo   

Ambiente

Ambiente moderado

Ambiente

Ambiente

Tabla resumida

Resistencia térmica

clo

$0 \leq clo \leq 2$

m2C/W

$0 \leq m2C/W \leq 0,31$

Energía térmica metabólica

met

$0,8 \leq met \leq 4$

W/m<sup>2</sup>


$46,52 \leq m2C/W \leq 232,6$

Rendimiento mecánico

%

$0 \leq \% \leq 25$

- Chaquetas, chaleco, delantales
- Abrigos, Protector de chaqueta, F
- abrigo 3/4, laminado, termoresist
- pantalones largos
- chaqueta arriba de la rodilla**
- pantalones largos
- chaqueta arriba de la rodilla
- abrigo debajo de la rodilla
- chaqueta de pluma
- chaleco de pluma
- abrigo, debajo de la rodilla
- anorak, multi componentes
- anorak, multi componentes
- chándal de trabajo, multi componentes
- pantalones de fieltro muy prot
- chaqueta, multi componente
- chaqueta de fieltro muy prot
- pantalones laminados, termoresist
- abrigo laminado, termoresist
- pantalones impermeables
- chaqueta impermeable
- chaqueta, multi componente
- abrigo largo, laminado, termoresist



Tipo: -

Cubierta: 64 %

Composición: 35% algodón, 65% poliéster

Resistencia térmica: 0,28 CLO

0,04 = Intimo sujetador y slip

0,01 = Intimo de punto sujetador

0,11 = Intimo de punto camisa, manga larga

0,24 = Pantalones de trabajo

0,28 = Abrigos, Protector de chaqueta, Protector

0,08 = Varias guantes gruesos, en fibra rústica

0,02 = Varias medias finas al tobillo

0,05 = Varias zapatos

Resistencia térmica: 0,83 CLO

$0 \leq clo \leq 2$

0,12865 m2C/W

$0 \leq m2C/W \leq 0,31$

Indumentaria Actividades

Composición indumentaria

Ropa individual     Indumentaria de trabajo

Ropa en detalle     Indumentaria diaria

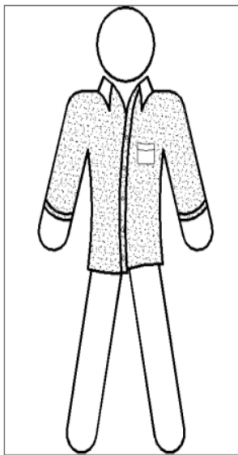
Parámetro agregado - Indumentaria

Texto: [Descripción]

Valor: [Valor] clo   

Camisas

- manga larga, cuello
- manga larga, cuello
- manga larga, cuello**
- manga corta, cuello
- manga larga, cuello
- manga larga, cuello
- manga corta, cuello
- manga corta, cuello
- camiseta escotada sin mang
- camiseta escotada sin mang
- camiseta cuello alto manga l
- camiseta manga larga con n
- manga 3/4, cuello cuadrado
- manga ranglan, cuello cuadr
- escotado sin mangas
- top tipo tubo
- manga larga, cuello
- manga larga, cuello
- manga larga, cuello
- manga larga, cuello
- manga larga, nudo al cuello
- manga larga, cuello



Tipo: Tejido diagonal

Cubierta: 51 %

Composición: 65% poliéster, 35% algodón

Resistencia térmica: 0,28 CLO

0,04 = Intimo calzoncillos, pierna corta  
 0,05 = Intimo de punto camisa sin mangas  
 0,28 = Camisas manga larga, cuello  
 0,24 = Pantalones de trabajo  
 0,08 = Varias guantes gruesos, en fibra rústica  
 0,02 = Varias medias finas al tobillo  
 0,05 = Varias zapatos

Resistencia térmica: 0,76 CLO

0 ≤ clo ≤ 2

0,1178 m2C/W

0 ≤ m2C/W ≤ 0,31

Ambiente

Ambiente moderado

Ambiente

Ambiente

Tabla resumida

Resistencia térmica

clo

0 ≤ clo ≤ 2

m2C/W

0 ≤ m2C/W ≤ 0,31

Energía térmica metabólica

met

0,8 ≤ met ≤ 4

W/m²

46,52 ≤ m2C/W ≤ 232,6

Rendimiento mecánico

%

0 ≤ % ≤ 25

Indumentaria Actividades

Composición indumentaria

Ropa individual     Indumentaria de trabajo

Ropa en detalle     Indumentaria diaria

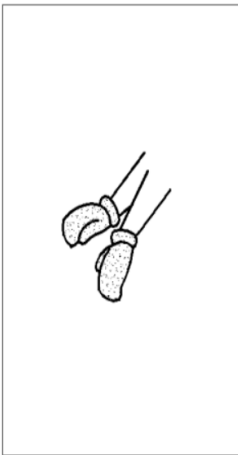
Parámetro agregado - Indumentaria

Texto: [Descripción]

Valor: [Valor] clo   

Varias

- guantes gruesos, en fibra rú**
- medias gruesas hasta la pan
- medias gruesas hasta el tobi
- medias finas al tobillo
- zapatos de gamuza, suela de
- medias gruesas hasta las ro
- zuecos
- zapatos
- sombrero
- zapatos con suela vinilica
- pantufias de lana
- deportivas con suela ligera,
- deportivas hasta el tobillo
- deportivas hasta la pantorrill
- medias elegantes hasta el la
- medias largas hasta la rodill
- medias largas hasta la rodill
- protección para los brazos h
- delantal hasta las rodillas, ig
- fuseaux ignifugo
- protección para brazos hast
- sandalias vinilicas



Tipo: -

Cubierta: 6 %

Composición: poliamida

Resistencia térmica: 0,08 CLO

0,04 = Intimo calzoncillos, pierna corta  
 0,05 = Intimo de punto camisa sin mangas  
 0,28 = Camisas manga larga, cuello  
 0,24 = Pantalones de trabajo  
 0,05 = Varias medias gruesas hasta el tobillo,  
 0,05 = Varias zapatos  
 0,08 = Varias guantes gruesos, en fibra rústica

Resistencia térmica: 0,79 CLO

0 ≤ clo ≤ 2

0,12245 m2C/W

0 ≤ m2C/W ≤ 0,31

Ambiente

Ambiente moderado

Ambiente

Ambiente

Tabla resumida

Resistencia térmica

clo

0 ≤ clo ≤ 2

m2C/W

0 ≤ m2C/W ≤ 0,31

Energía térmica metabólica

met

0,8 ≤ met ≤ 4

W/m²

46,52 ≤ m2C/W ≤ 232,6

Rendimiento mecánico

%

0 ≤ % ≤ 25



Indumentaria    Actividades

Composición indumentaria

Ropa individual     Indumentaria de trabajo

Ropa en detalle     Indumentaria diaria


Parámetro agregado - Indumentaria

Texto: [Descripción]

Valor: [Valor] clo   

Varías

- guantes gruesos, en fibra rústica
- medias gruesas hasta la pantorrilla**
- medias gruesas hasta el tobillo
- medias finas al tobillo
- zapatos de gamuza, suela de goma
- medias gruesas hasta las rodillas
- zuecos
- zapatos
- sombrero
- zapatos con suela vinílica
- pantufias de lana
- deportivas con suela ligera, suela de goma
- deportivas hasta el tobillo
- deportivas hasta la pantorrilla
- medias elegantes hasta el tobillo
- medias largas hasta la rodilla
- medias largas hasta la rodilla
- protección para los brazos hasta los codos
- delantal hasta las rodillas, ignífugo
- fuseaux ignífugo
- protección para brazos hasta los codos
- sandalias vinílicas



0,04 = Intimo calzoncillos, pierna corta

0,05 = Intimo de punto camisa sin mangas

0,17 = Camisas camisa deportiva, manga corta

0,24 = Pantalones de trabajo

0,29 = Jerseys chaqueta de punto con cuello redondo

0,08 = Varias guantes gruesos, en fibra rústica

0,11 = Varias medias gruesas hasta la pantorrilla

0,05 = Varias zapatos

Tipo: -

Cubierta: 14 %

Composición: poliamida

Resistencia térmica: 0,11 CLO

Resistencia térmica: 1,03 CLO

0 ≤ clo ≤ 2

0,15965 m2C/W

0 ≤ m2C/W ≤ 0,31

Ambiente

Ambiente moderado

Ambiente

Ambiente

Tabla resumida

Resistencia térmica

1,03 clo

0 ≤ clo ≤ 2

0,15965 m2C/W

0 ≤ m2C/W ≤ 0,31

Energía térmica metabólica

0 met

0,8 ≤ met ≤ 4

0 W/m²

46,52 ≤ m2C/W ≤ 232,6

Rendimiento mecánico

0 %

0 ≤ % ≤ 25

## Anexo N°8

### Tasa Metabólica de cada trabajador

Puesto de trabajo:		Operador de toberas			Fecha:	28/10/2022
Categoría		M'		Tiempo		Total
		W.m-2				
Tarea 1	Monitorear las toberas	490	x	5	=	2450
Tarea 2	Destapar la salida del material fundido	180	x	5	=	900
Tarea 3	Taponar la salida del material fundido	180	x	3	=	540
Tarea 4	Cargar la cayana	585	x	0,67	=	391,95
Tarea 5	Vacear el material fundido en las cajas de arena (moldes)	355	x	5	=	1775
Total				18,67		6056,95
Tasa metabólica media ponderada en función del tiempo (W.m-2)						324,42

Puesto de trabajo:		Vaciador			Fecha:	28/10/2022
Categoría		M'		Tiempo		Total
		W.m-2				
Tarea 1	Cargar la cayana	585	x	0,67	=	391,95
Tarea 2	Vacear el arrabio en las cajas de arena (moldes)	180	x	5	=	900
Total				5,67		1291,95
Tasa metabólica media ponderada en función del tiempo						227,86


Puesto de trabajo:		Abastecer de materia prima			Fecha:	28/10/2022
Categoría		M'		Tiempo		Total
		W.m-2				
Tarea 1	Transportar pedasos de hierro	520	x	4	=	2080
Tarea 2	Picar carbón	170	x	5	=	850
Tarea 3	Cargar y transportar carbón y caliza	520	x	2	=	1040
Total				11		3970
Tasa metabólica media ponderada en función del tiempo						361


Puesto de trabajo:		Alimentador de horno			Fecha:	28/10/2022
Categoría		M'		Tiempo		Total
		W.m-2				
Tarea 1	Monitorear nivel de llenado del horno	180	x	1	=	180
Tarea 2	Alimentar el horno con carbón y caliza	345	x	3	=	1035
Tarea 3	Alimentar el horno con pedasos de hierro	345	x	0,67	=	231,15
Total				4,67		1446,15
Tasa metabólica media ponderada en función del tiempo						309,67


Puesto de trabajo:		Escoriador			Fecha:	28/10/2022
Categoría		M'		Tiempo		Total
		W.m-2				
Tarea 1	Cargar la cayana	585	x	0,67	=	391,95
Tarea 2	Retirar residuos del arrabio	290	x	6	=	1740
Total				6,67		2131,95
Tasa metabólica media ponderada en función del tiempo						319,63


Anexo N°9


Tablas de índice WBGT global de cada trabajador

 El Mundo De La Polea		REGISTRO DE DATOS MEDIDOS			
		Puesto de trabajo:		Operador de toberas	
		Consumo metabólico:		324,42 W/m <sup>2</sup>	
Área:	Equipo:	Modelo:	Vestido (clo):	Época:	Fecha:
Fundición	REED Instruments	R6200	1,03	Verano	15/09/2022
Datos de medición					
N°	Hora	Detalle	Cabeza	Abdomen	Tobillos
1	14:30	Temperatura húmeda natural, (THN) °C	25,7	24,8	22,4
2	15:00		24,9	22,8	21,8
3	15:30		26,8	25,8	21,8
PROMEDIO			25,80	24,47	22,00
1	14:30	Temperatura de globo, (TG) °C	39,5	37,9	33,9
2	15:00		38,9	34,5	32,6
3	15:30		37,8	39	35,4
PROMEDIO			38,73	37,13	33,97
1	14:30	Temperatura del aire, (TA) °C	35,1	34,6	34,4
2	15:00		27,9	27,4	30,2
3	15:30		36,8	30,4	36,6
PROMEDIO			33,27	30,80	33,73
1	14:30	Índice WBGT (Medida gobla) °C	29,4	28,4	25,9
2	15:00		28	25,6	24,8
3	15:30		30	28,9	26
PROMEDIO			29,13	27,63	25,57
ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT			27,49		

 El Mundo De La Polea		REGISTRO DE DATOS MEDIDOS			
		Puesto de trabajo:		Vaciador	
		Consumo metabólico:		227,86 W/m <sup>2</sup>	
Área: Fundición	Equipo: REED Instruments	Modelo: R6200	Vestido (clo): 0,79	Época: Verano	Fecha: 15/09/2022
Datos de medición					
N°	Hora	Detalle	Cabeza	Abdomen	Tobillos
1	14:30	Temperatura húmeda natural, (THN) °C	22,7	22,5	22,7
2	15:00		21,8	21,6	21,7
3	15:30		24,4	23,3	24,3
PROMEDIO			22,97	22,47	22,90
1	14:30	Temperatura de globo, (TG) °C	35,9	35,9	36,6
2	15:00		34	34,5	34,9
3	15:30		36,3	35,3	34,4
PROMEDIO			35,40	35,23	35,30
1	14:30	Temperatura del aire, (TA) °C	37,3	34,7	34,9
2	15:00		34,4	33,8	33,3
3	15:30		38,6	35,3	38,1
PROMEDIO			36,77	34,60	35,43
1	14:30	Índice WBGT (Medida gobla) °C	26,8	26,4	26,7
2	15:00		25,5	25,4	25,5
3	15:30		28,2	26,9	27,7
PROMEDIO			26,83	26,23	26,63
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>			<b>27,06</b>		

 El Mundo De La Polea		REGISTRO DE DATOS MEDIDOS			
		Puesto de trabajo:		Abastecedor de materia prima	
		Consumo metabólico:		361 W/m <sup>2</sup>	
Área:	Equipo:	Modelo:	Vestido (clo):	Época:	Fecha:
Fundición	REED Instruments	R6200	0,83	Verano	15/09/2022
Datos de medición					
N°	Hora	Detalle	Cabeza	Abdomen	Tobillos
1	14:30	Temperatura húmeda natural, (THN) °C	20,6	21,1	21,8
2	15:00		21,4	21,3	21,4
3	15:30		20,5	22,5	21,2
PROMEDIO			20,83	21,63	21,47
1	14:30	Temperatura de globo, (TG) °C	34,2	34,6	35,2
2	15:00		33,8	34,2	35,5
3	15:30		33,5	34,3	35,2
PROMEDIO			33,83	34,37	35,30
1	14:30	Temperatura del aire, (TA) °C	31,4	37,1	35
2	15:00		32,6	38,5	32,2
3	15:30		32,5	35,9	33,2
PROMEDIO			32,17	37,17	33,47
1	14:30	Índice WBGT (Medida gobla) °C	24,4	25,4	25,8
2	15:00		25	25,6	25,3
3	15:30		24,3	26,2	25,2
PROMEDIO			24,57	25,73	25,43
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>			<b>26,51</b>		

 El Mundo De La Polea		REGISTRO DE DATOS MEDIDOS			
		Puesto de trabajo:		Alimentador de horno	
		Consumo metabólico:		309,67 W/m <sup>2</sup>	
<b>Área:</b> Fundición	<b>Equipo:</b> REED Instruments	<b>Modelo:</b> R6200	<b>Vestido (clo):</b> 0,95	<b>Época:</b> Verano	<b>Fecha:</b> 15/09/2022
Datos de medición					
N°	Hora	Detalle	Cabeza	Abdomen	Tobillos
1	14:30	Temperatura húmeda natural, (THN) °C	25,6	23,4	21
2	15:00		25,7	23,1	21,7
3	15:30		25,5	23,2	22,6
PROMEDIO			25,60	23,23	21,77
1	14:30	Temperatura de globo, (TG) °C	39,7	36,3	33,1
2	15:00		39,4	37,4	33,6
3	15:30		39,8	36,1	33,8
PROMEDIO			39,63	36,60	33,50
1	14:30	Temperatura del aire, (TA) °C	30,4	31,6	29,8
2	15:00		33,3	33,5	25,9
3	15:30		32,9	34,4	26,2
PROMEDIO			32,20	33,17	27,30
1	14:30	Índice WBGT (Medida gobla) °C	28,9	26,8	24,3
2	15:00		29,2	27	24,5
3	15:30		29,1	26,9	25,2
PROMEDIO			29,07	26,90	24,67
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>			<b>26,90</b>		

 El Mundo De La Polea		REGISTRO DE DATOS MEDIDOS			
		Puesto de trabajo:		Escorador	
		Consumo metabólico:		319,63 W/m <sup>2</sup>	
Área: Fundición	Equipo: REED Instruments	Modelo: R6200	Vestido (clo): 0,76	Época: Verano	Fecha: 15/09/2022
Datos de medición					
N°	Hora	Detalle	Cabeza	Abdomen	Tobillos
1	14:30	Temperatura húmeda natural, (THN) °C	21,9	22,2	21,8
2	15:00		21,6	22,1	20,8
3	15:30		21,5	20,8	20,3
PROMEDIO			21,67	21,70	20,97
1	14:30	Temperatura de globo, (TG) °C	34,2	34,2	34
2	15:00		32,8	32,1	31,8
3	15:30		33,9	34,9	31
PROMEDIO			33,63	33,73	32,27
1	14:30	Temperatura del aire, (TA) °C	32,3	30,2	33,4
2	15:00		36,2	30,1	30,8
3	15:30		34,7	24,6	30,9
PROMEDIO			34,4	28,3	31,7
1	14:30	Índice WBGT (Medida gobla) °C	25,4	25,4	25,4
2	15:00		25,3	24,9	24
3	15:30		25,3	24	23,5
PROMEDIO			25,33	24,77	24,30
<b>ÍNDICE DE ESTRÉS TÉRMICO WBGT</b>			<b>25,74</b>		