

**Propuesta Técnico-Económica Para La Intervención De Los Factores De Riesgo
Dominantes En La Ladrillera Clan Of Skys S.A -Ladrillos Keramos.**

Ingri Tatiana Lancheros Páez

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniera Industrial

Director Juan Camilo Lésmez Peralta

Ingeniero Industrial

Tutor: Luis Carlos Gómez Álvarez

Técnico en Análisis y Programación de Sistemas

**Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas
Escuela de Estudios Industriales y Empresariales
Bucaramanga**

2018

Agradecimientos

A la **Universidad Industrial de Santander** ya que me permitió formarme como profesional,
aquí viví una etapa maravillosa de mi vida.

Al Ingeniero **Juan Camilo Lésmez Peralta**, quien siempre estuvo respondiendo todas y cada una de mis inquietudes, por su paciencia y apoyo en el desarrollo de este proyecto, mil gracias
profe y muchos éxitos. Dios lo bendiga

A don **Luis Carlos Gómez Álvarez** y a **todo su equipo de colaboradores** por permitirme realizar mi proyecto en la ladrillera **Keramos**, por su paciencia y disposición, los mejores éxitos
para ustedes. Dios los bendiga.

Dedicatoria

Primero a Dios a quien todo le debo, pues gracias a él se superaron las dificultades que se presentaron en el camino, gracias infinitas porque siempre supe que de tu mano todo me sería posible, que tus tiempos son perfectos.

A mis padres Flavio e Idaly, gracias por su amor infinito y su fe puesta en mí durante todos estos años, sin ustedes esto jamás hubiese sido posible, gracias por sus enseñanzas, por su paciencia. Hoy gracias a ustedes soy mejor persona, los amo con todo mi corazón.

A mi hermana Angie gracias por ser esa persona que siempre tiene un consejo para mí, gracias por tu amor y tu apoyo no imaginas cuánto te quiero, y estoy segura que pronto serás una gran profesional. Dios bendiga tu camino.

A esos amigos que se convirtieron en hermanos Jessica, Helver, Miguel, porque siempre estuvieron ahí cuando más los necesite, por sus consejos, apoyo incondicional y esas risas inolvidables, los quiero.

A mi hermano, colega y gran amigo Pedro, gracias porque en este camino que fue ser ingenieros siempre estuviste ahí para mí, por compartir esos cafés interminables y esas tertulias tratando de solucionar los problemas del mundo.

Y, por último, Edwar eres una excelente persona de la cual aprendo cada día, Dios bendiga tu camino ingeniero te quiero mucho.

Tabla de contenido

Introducción	22
1. Generalidades de la empresa.....	25
1.1 Descripción de la empresa	25
1.2 Mapa de procesos.....	25
1.3 Número de empleados.....	26
1.4 Infraestructura.	26
1.5 Descripción del horno.	26
1.6 Productos.....	27
1.7 Actividades que componen el proceso productivo de la ladrillera Keramos.....	28
1.7.1Extracción de la materia prima (arcilla):	28
1.7.2 Trituración de la arcilla.....	28
1.7.3 Mezclado y amasado:.....	29
1.7.4 Forjado/extrusión:	29
1.7.5 Secado.	29
1.7.6 Cocción.	30
1.8 diagrama de flujo - fabricación de ladrillo.....	31
2.Generalidades del proyecto.....	32
2.1 Planteamiento del problema.....	32

2.2. Título del proyecto.....	35
2.3 Alcance del proyecto.....	35
2.4. Objetivos.....	36
2.4.1. Objetivo general.....	36
2.4.2. Objetivos específicos.....	36
2.5. Justificación.....	37
3 Marco de referencia.....	38
3.1 Marco de antecedentes.....	38
3.2 Marco Teórico.....	41
3.2.1 Salud Ocupacional.....	41
3.2.2 Accidente de trabajo.....	42
3.2.3 Enfermedad laboral.....	42
3.2.4 Factores de riesgo.....	43
3.2.5 Determinación de los factores de riesgo.....	44
4.Diagnóstico sobre las condiciones actuales de higiene y seguridad en los procesos de la ladrillera Clan of Skys- ladrillos Keramos.....	46
4.1 Recolección de información del medio.....	46
4.2 Preparación del trabajo de campo.....	46
4.3 Recolección de la información.....	47

5. Caracterización de los riesgos prioritarios, determinación de los riesgos dominantes, monitoreos de los mismos.....	51
5.1 Material particulado.....	51
5.1.1 Marco legal.....	52
5.1.2 Objetivos de la evaluación de material particulado.....	53
5.1.3 Contaminante a evaluar.....	54
5.1.3.1 Grado de riesgo.....	55
5.1.4 Generalidades del monitoreo.....	56
5.1.4.1 Empresa, actividad y personal expuesto.....	56
5.1.4.2 Elementos de protección personal- EPP.....	56
5.1.5 Metodología de medición.....	56
5.1.5.1 Equipo utilizado.....	59
5.1.5.2 Análisis de resultados.....	60
5.1.6 Conclusiones del monitoreo.....	62
5.2 Evaluación de estrés térmico.....	63
5.2.1 Marco Legal.....	64
5.2.2 Objetivos de la evaluación de estrés térmico.....	65
5.2.3 Índices para la evaluación de calor.....	65
5.2.3.1 Consumo metabólico (M).....	68
5.2.4 Generalidades del monitoreo.....	69

5.2.4.1 Empresa, actividad y personal expuesto	69
5.2.5 Metodología de la medición.....	69
5.2.5.1 Equipo utilizado.....	70
5.2.5.2 Análisis de resultados.	71
5.2.5.2.1 Calculo de la carga metabólica (M).....	71
5.2.5.2.2 Cálculo del índice de estrés térmico WBGT.....	73
5.2.6. Conclusiones del monitoreo.....	75
5.3 Exposición a monóxido de carbono.....	76
5.3.1 Efectos potenciales para la salud.	76
5.3.2 Marco Legal.....	77
5.3.3 Objetivos de la evaluación de monóxido de carbono.	77
5.3.4 Generalidades de la muestra.	78
5.3.4.1 Herramientas de medición de monóxido de carbón.....	78
5.3.4.2 Equipo utilizado.....	79
5.3.5 Análisis de resultados.	79
5.3.6 Conclusiones del monitoreo.....	81
6. Propuesta técnica.	81
6.1 Propuestas para exposición a material particulado.	82
6.1.1 Extractores de polvo.	82
6.1.1.1 Filtros de mangas.....	82

6.1.1.1.1. Funcionamiento de los filtros con mangas.....	82
6.1.1.1.2 Ventajas de los filtros con mangas.....	84
6.1.1.1.3 Desventaja de los filtros de mangas.....	84
6.1.1.2 Filtros tipo Ciclón	84
6.1.1.2.1 Ventajas.....	86
6.1.1.2.2 Desventajas	86
6.1.1.3 Precipitadores electrostáticos (PES).	86
6.1.1.3.1 Ventajas.....	88
6.1.1.3.2 Desventajas	89
6.1.2 Implementación de elementos de protección personal	89
6.2 Propuesta técnica para contrarrestar los niveles de riesgo por estrés térmico.	92
6.2.1 Implementación de un régimen de trabajo- descanso.	93
6.2.2 Régimen de hidratación.	95
6.2.2.4 Protocolo de hidratación.	97
6.2.2.4.1 Sales de rehidratación oral.	97
6.2.2.4.2 Pausas Laborales.....	98
6.2.2.4.3 Capacitación al personal.	98
6.2.3 EPP- Dotación.....	99
6.3 Propuestas para contrarrestar los niveles de riesgo que produce el monóxido de carbono. .	100
7. Propuesta económica	104

7.1 Propuesta económica para Material particulado	104
7.1.1 Reunión con la gerencia.....	104
7.1.2 Criterios para elegir proveedores.	105
7.1.3 Factor de ponderación.....	106
7.1.4 Evaluación de los criterios	106
7.1.5 Selección de alternativa.	107
7.1.6 Costo de las propuestas realizadas en cuanto a material particulado.....	108
7.1.7. Costeo de elementos de protección personal- EPP.....	109
7.2 Propuesta económica para exposición a estrés térmico	110
7.2.1 Costo de régimen de hidratación.....	110
7.2.2 Elementos de protección personal- Dotación	111
7.3 Propuesta económica para exposición a monóxido de carbono (CO).	111
7.3.1 Adición de aire al proceso de quema.	111
7.3.2 Implementación de un detector de monóxido.....	112
8.Socialización con la gerencia.....	113
9. Conclusiones	115
10. Recomendaciones	115
Referencias bibliográficas.....	¡Error! Marcador no definido.

Lista de tablas

Tabla 1. Cumplimiento de objetivos 14

Tabla 2. Costos asociados a la implementación de la propuesta..... 89

Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Mapa de procesos empresa LADRILLOS KERAMOS.	25
<i>Figura 2.</i> Productos que ofrece la empresa.	27
<i>Figura 3.</i> Proceso del ladrillo.	28
<i>Figura 4.</i> Extracción de materia prima.	28
<i>Figura 5.</i> Trituración de arcilla.....	29
<i>Figura 6.</i> Mezclado y amasado.....	29
<i>Figura 7.</i> Forjado- Extrusión.	29
<i>Figura 8.</i> Secado.	30
<i>Figura 9.</i> Área de Cocción.....	30
<i>Figura 10.</i> Porcentaje de los riesgos evaluados.....	34
<i>Figura 11.</i> Combinación entre probabilidad de ocurrencia y la consecuencia	44
<i>Figura 12.</i> Árbol de problema.	47
<i>Figura 13.</i> Árbol de causas y consecuencias.	48
<i>Figura 14.</i> Riesgos de extracción de arcilla.....	49
<i>Figura 15.</i> Riesgo de trituración.	49
<i>Figura 16.</i> Riesgo de mezclado y amasado.	49
<i>Figura 17.</i> Riesgo de Forjado Extrusión.....	50
<i>Figura 18.</i> Riesgo en el área de secado.	50
<i>Figura 19.</i> Riesgo en el área de cocción.....	50
<i>Figura 20.</i> Valor límite permisible para material particulado	54
<i>Figura 21.</i> Clasificación del grado de riesgo.....	55
<i>Figura 22.</i> Generalidades del monitoreo	56
<i>Figura 23.</i> Mascarilla utilizada actualmente en la empresa	56

<i>Figura 24.</i> Metodología del muestreo	57
<i>Figura 25.</i> Descripción del equipo (bomba) de muestreo	57
<i>Figura 26.</i> Equipo (bomba) de muestreo - monitor	58
<i>Figura 27.</i> Equipo (bomba) de muestreo- Bomba	58
<i>Figura 28.</i> Ubicación del equipo de muestreo en el colaborador.	59
<i>Figura 29 .</i> Monitoreos realizados, concenmtraciones y grado de riesgo.	60
<i>Figura 30.</i> Grafico Concentración de los monitoreos VS. TLVc.....	61
<i>Figura 31.</i> Grado de riesgo de los monitoreos realizados y el valor limite de grado de riesgo ...	62
<i>Figura 32.</i> WGBT vs Calor Metabólico para verificar si existe o no sobreexposición	67
<i>Figura 33.</i> Valores límite de referencia para el índice WBGT.....	68
<i>Figura 34.</i> Factores de consumo metabólico para índice WGBT medido	69
<i>Figura 35.</i> Generalidades del monitoreo.	69
<i>Figura 36.</i> Descripción del equipo	71
<i>Figura 37.</i> Medidor de estrés térmico.....	71
<i>Figura 38.</i> Ciclo de trabajo.....	71
<i>Figura 39.</i> Consumo metabólico de la actividad	72
<i>Figura 40.</i> Muestreos para el indice WBGT	73
<i>Figura 41.</i> Grafico del índice WBGT hallado en la muestra.....	73
<i>Figura 42.</i> Calor metabólico –WBGT °C.....	74
<i>Figura 43.</i> WBGT limite en personas aclimatadas y no aclimatadas de acuerdo al WBGT encontrado.....	74
<i>Figura 44.</i> Generalidades del monitoreo.	78
<i>Figura 45.</i> Vista de horno y secadero.....	78

<i>Figura 46.</i> Instrumento utilizado en la muestra.....	79
<i>Figura 47.</i> Datos de las muestras tomadas	80
<i>Figura 48.</i> Partes por millon de las muestras en comparacion con el TLV- ACGIH.....	80
<i>Figura 49.</i> Filtro de mangas.....	83
<i>Figura 50.</i> Filtro de mangas.....	83
<i>Figura 51.</i> Filtro tipo ciclón.....	85
<i>Figura 52.</i> Precipitador electrostático.....	88
<i>Figura 53.</i> Mascarilla para MP.....	73
<i>Figura 54.</i> Promedio de la muestra.....	74
<i>Figura 55.</i> Jerarquia de control de riesgos.....	75
<i>Figura 56.</i> WBGT limite	76
<i>Figura 57.</i> Importancia de una adecuadaa hidratación.....	79
<i>Figura 58.</i> Composición de las SRO.....	80
<i>Figura 59.</i> Dotacion de EPP para el area de cocción.	81
<i>Figura60.</i> Bomba centrifuga.....	84
<i>Figura61.</i> Factores de ponderación.....	86
<i>Figura 62.</i> Evaluación de criterios.....	87
<i>Figura 63.</i> Alternativas propuestas.....	87
<i>Figura 64.</i> Selección de alternativa.....	88
<i>Figura 65.</i> Costo de filtro de mangas.....	88
<i>Figura 66.</i> Propuesta de mascarillas para MP.....	89

<i>Figura 67.</i> Régimen de hidratación	90
<i>Figura 68.</i> Comparación de la cantidad de agua para 1 colaborador.....	91
<i>Figura69.</i> Hidratación con suero.....	91
<i>Figura 70.</i> Dotación para el personal del area de coccion.....	91
<i>Figura 71.</i> Costo de ventilador centrifugo.....	92
<i>Figura 72.</i> Propuesta económica para CO.....	92
<i>Figura 73.</i> Detector de CO.....	93

Lista de Apéndices

Apéndice A. Matriz de riesgos.....34

Apéndice B. Plano de la planta.....18

Apéndice C. NIOSH 600.....43

Apéndice D. Ficha técnica ventilador.....84

RESUMEN

TITULO: PROPUESTA TÉCNICO-ECONÓMICA PARA LA INTERVENCIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO DOMINANTES EN LA LADRILLERA CLAN OF SKYS S.A - LADRILLOS KERAMOS*.

AUTOR: INGRI TATIANA LANCHEROS PÁEZ**.

PALABRAS CLAVES: RIESGO, PELIGRO, MITIGAR, PROPUESTA TÉCNICA, PROPUESTA ECONÓMICA, COSTO, BENEFICIO.

DESCRIPCIÓN: Velar por la seguridad y salud de los trabajadores de una empresa es una responsabilidad que conlleva un compromiso por parte del empleador y del mismo empleado. Todas las labores que se desarrollan en una empresa acarrear en muchas ocasiones un peligro y por ende un riesgo que deberá ser identificado rápidamente y mitigado de manera total, atacándose ya sea desde la fuente que lo genera, el medio donde se encuentra o en la persona que desarrolla la actividad.

Aquí se desarrolla una propuesta técnica a partir de la identificación de peligros y riesgos de la ladrillera Keramos, a partir de la normativa colombiana vigente en la actualidad, dentro del proceso productivo que aquí se lleva a cabo, esto con el fin ¹de mitigarlos. Y así de esta manera mejorar calidad de vida de sus trabajadores, evitar accidentes, lesiones y/o enfermedades. De igual manera se elabora una propuesta económica, la cual evalúa el costo que tendría la implementación de la propuesta técnica, de acuerdo a una selección de criterios dados por la empresa, partiendo de

*Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Ingeniero Juan Camilo Lésmez Peralta

las herramientas que brinda la ingeniería, las leyes vigentes en Colombia y normas nacionales como internacionales.

Se espera que lo planteado en este documento, sea de fácil comprensión, aplicación y que sea una herramienta útil al momento de identificar factores de riesgos y formular propuestas tanto técnicas como económicas para las empresas de los diversos sectores en Colombia.

ABSTRACT

TITLE: TECHNICAL PROPOSAL AND ECONOMIC PROPOSAL FOR THE INTERVENTION OF THE KEY RISK FACTORS IN THE BRICK CLAN OF SKYS S.A-KERAMOS BRICKS.*

AUTHOR: INGRI TATIANA LANCHEROS PÁEZ**2.

KEY WORDS: RISK, DANGER, MITIGATE, TECHNICAL PROPOSAL, ECONOMIC PROPOSAL, COST, BENEFIT.

DESCRIPTION: Ensure the safety and health of the workers of a company in a responsibility that entails a commitment on the part of the employer and the employee. All the tasks carried out in a company entail a danger and a risk that must be quickly identified and mitigated in a total way, attacking either the source that generates it, the environment where it is located or the person who develops the activity.

Here a technical proposal is developed based on the identification of hazards and risks of the Keramos brickyard, based on the regulations currently in force, within the production process, this in order to mitigate them and thus be able to contribute to a better quality of life for their workers and thus avoid accidents, injuries and / or diseases. In the same way an economic proposal elaborated which evaluates the cost that would have to implement the technical proposal and what benefits would be obtained from each one, starting from the tools that the engineering, laws and norms provide.

*Bachelor Thesis

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Ingeniero Juan Camilo Lésmez Peralta

It expected that what stated in the document is easy to understand, apply and that it is a useful tool when identifying risk factors and formulate both technical and economic proposals for companies in Colombia.

Introducción

La industria ladrillera ha tenido transformaciones considerables con el pasar del tiempo, siendo está un actor importante en uno de los sectores que más mueve el crecimiento económico en un país, la industria de la construcción. Esté entonces ha tenido cambios considerables los cuales han estado dados por aspectos tales como la competencia entre empresas del mismo tipo, las exigencias de calidad en el mercado, el cuidado del medio ambiente y por supuesto, la salud y bienestar de los trabajadores, establecido en el decreto único reglamentario del sector trabajo decreto 1072 de 2015. Recalcando de este el capítulo 6. Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo para el desarrollo de este trabajo.

Ladrillos Keramos, en una empresa dedicada a la producción y comercialización de productos derivados de la arcilla; ladrillo y bloque para construcción desde el año 2010, con su planta ubicada en el municipio de Soracá, departamento de Boyacá, Este tipo de empresas se encuentran como riesgo alto (IV), dentro de la clasificación estipulada que se realiza de acuerdo a la actividad económica de cada empresa en el decreto 1607 de 2002.

Actualmente en la empresa laboran 42 empleados en el área de producción, los cuales debido al nivel de riesgo al que se encuentran expuestos cada uno de ellos, se hace necesario realizar una intervención de los riesgos de mayor relevancia los cuales pueden ser causantes de enfermedades laborales es ahí donde la empresa debe actuar y entrar a mitigar dichos factores, procurando de esta manera crear un ambiente laboral sano y seguro.

De acuerdo a lo anterior nace el objetivo de buscar una mejora continua en la empresa y de esta manera impulsar la sostenibilidad de la industria ladrillera; motivo por el cual se evidencia la

necesidad de generar una propuesta técnica y económica cuyo fin es fortalecer el área de seguridad y salud en el trabajo, a través de la intervención de los riesgos dominantes y así de esta manera generar un impacto en la mitigación de estos factores en la ladrillera Clan of Skys- Ladrillos Keramos, en aras de garantizar su productividad, rentabilidad, sostenibilidad en el tiempo encaminado de igual manera al mejoramiento de la calidad de vida de los trabajadores.

Cumplimiento de objetivos

Tabla 1. Cumplimiento de objetivos.

<i>OBJETIVO</i>	<i>CUMPLIMIENTO</i>
Realizar un diagnóstico sobre las condiciones actuales de higiene y seguridad en los procesos de la ladrillera Clan of Skys- ladrillos Keramos.	Núm. 4; 4.1; 4.2; 4.3.
Caracterizar los riesgos prioritarios inherentes al proceso de la organización, para determinar los niveles de riesgo generados por factores dominantes mediante mediciones de higiene industrial.	Núm. 5; 5.1; 5.1.1; 5.1.2; 5.1.3; 5.1.3.1; 5.1.4; 5.1.4.1; 5.1.4.2; 5.1.5; 5.1.5.1; 5.1.5.2; 5.1.6; 5.2; 5.2.1; 5.2.3; 5.2.4; 5.2.5; 5.2.5.1; 5.2.5.2; 5.2.5.2.1; 5.2.5.2.2; 5.2.6; 5.3; 5.3.1; 5.3.2; 5.3.3; 5.3.4; 5.3.5; 5.3.6; 5.3.6.1; 5.3.6.2; 5.3.7
Diseñar una propuesta técnica para la ladrillera Clan of Skys- ladrillo Keramos, encaminado a mejorar el ambiente de trabajo a partir de la mitigación de los niveles de riesgo presentes.	Núm.6; 6.1; 6.1.1; 6.1.2; 6.2; 6.2.1; 6.2.2; 6.2.3; 6.3
Formular la propuesta económica para la implementación de las recomendaciones técnicas derivadas y su relación costo/beneficio.	Núm.7; 7.1; 7.1.1; 7.1.2; 7.1.3; 7.1.4; 7.1.5; 7.1.6; 7.1.7; 7.2; 7.2.1; 7.2.2; 7.3; 7.3.1; 7.3.2
Socializar a los directivos de la ladrillera Clan of Skys S.A -ladrillos Keramos las propuestas elaboradas.	Núm.8

1. Generalidades de la empresa

1.1 Descripción de la empresa

Ladrillos Keramos es una empresa Boyacense, dedicada a la fabricación de productos de arcilla y cerámica no refractarias, para uso estructural. Ubicada a 20 minutos de la ciudad de Tunja, en el municipio de Soracá. Esta empresa fundada desde el año 2010, es una fuente de ingresos para la región, generando trabajo, y siendo un colaborador importante para la industria de la construcción en este departamento. Cuenta con aproximadamente 50 empleados, en áreas tanto productivas como administrativas.

1.2 Mapa de procesos.



Figura 1. Mapa de procesos empresa LADRILLOS KERAMOS.

1.3 Número de empleados.

Ladrillos Keramos cuenta con un total de 50 empleados, en la parte productiva laboran actualmente 42 en el horario de 7:00 a.m. a 5:00 p.m. de lunes a viernes, y sábados media jornada.

1.4 Infraestructura.

Sus instalaciones se encuentran ubicadas en el kilómetro 1 vía Tunja- Soracá. Cuenta con aproximadamente un área de 8 hectáreas, donde funciona la planta de fabricación de ladrillo y bloque estructural. En conjunto con sus áreas administrativas, tiene como ventaja que es una edificación robusta rodeada de naturaleza (Apéndice B).

1.5 Descripción del horno.

Para la cocción del ladrillo, el horno que se utiliza es un horno Hoffman, el cual está compuesto por 14 cámaras, 7 de cada lado de la estructura, en las cuales la quema se hace en movimiento continuo en el que el fuego está ardiendo y moviéndose siempre a través de ladrillos apilados en un circuito cerrado, de forma circular y tiene un techo arqueado. El movimiento del fuego es causado por el tiro proveniente de una chimenea o un ventilador. El horno fue desarrollado y patentado por Friedrich Hoffman en Alemania en 1858 (“hoja técnica de hornos para ladrillos en el sur y sudeste de Asia”, 2013).

Este horno es alimentado con carbón pulverizado, para garantizar una quema uniforme. Tiene como ventaja que la producción puede realizarse de manera que unas cámaras están cocinando ladrillo y en otras puede irse extrayendo el producto ya terminado.

1.6 Productos.

A continuación, se describe los productos que son realizados en la empresa.




PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
	<p>Dimensiones: 25*12*6 (cm) Color: terracota Textura: Lisa, una cara principal a la vista Peso: 2Kg Aplicación: muros divisorios, muros de fachada</p>
 <p>LADRILLO ESTRUCTURAL 12</p>	<p>Dimensiones: 29*12*9(cm) Color: terracota Textura: Lisa, una cara principal a la vista Peso: 3.2 Kg Aplicación: muros divisorios, muros de fachada</p>
 <p>BLOQUE #4 Y #5</p>	<p>Dimensiones: 30*9*20(cm) Color: terracota Textura: Acanalada, dos caras principales para pañetar. Peso: 4.5 Kg Aplicación: muros divisorios, muros de fachada pañetada.</p>

Figura 2. Productos que ofrece la empresa

En la siguiente figura se muestra el proceso de un bloque de ladrillo recién cortado por la maquina extrusora, luego se muestra un ladrillo que ha tenido un proceso de secado en el cual ha

perdido un porcentaje de humedad y está listo para ser enviado al horno a cocinarse por aproximadamente ocho (8) horas a una temperatura de 1100°C.

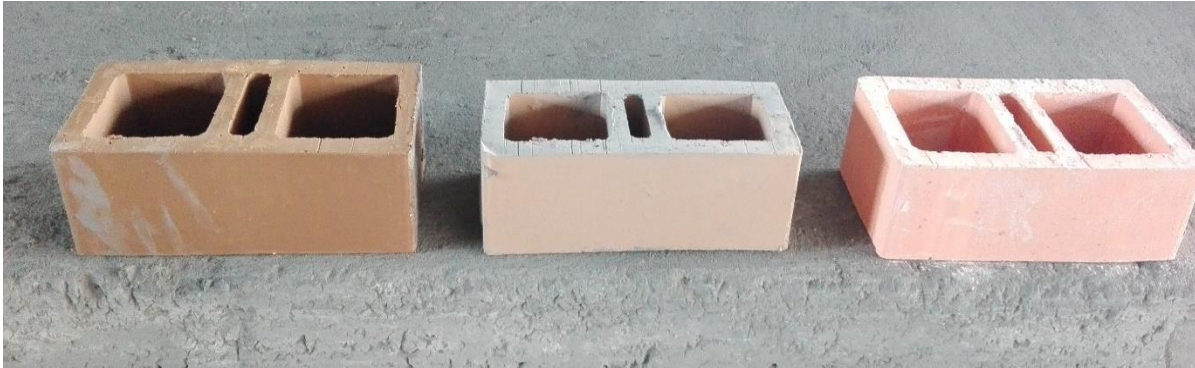


Figura 3. De izquierda a derecha: ladrillo salido de la extrusora, ladrillo pasado por el proceso de secado y finalmente ladrillo listo para distribución.

1.7 Actividades que componen el proceso productivo de la ladrillera Keramos

Se realiza una breve descripción de las actividades que se desarrollan en la planta productiva, dentro de las cuales están:

1.7.1 Extracción de la materia prima (arcilla). Esta consiste en la obtención de la materia prima que en este caso es la arcilla, por medio de maquinaria como retroexcavadoras, detonaciones controladas, la cual es llevada a la planta para su posterior tratamiento.



Figura 4. Extracción de materia prima.

1.7.2 Trituración de la arcilla. Aquí se procede a pasar la arcilla por un rodillo, esto con el fin de destruir los trozos más grandes con el fin de facilitar las siguientes actividades.



Figura 5. Trituración de arcilla.

1.7.3 Mezclado y amasado. En esta actividad se adiciona agua para conseguir una consistencia pastosa de la arcilla y volverla maleable para ser pasada por la maquina extrusora.



Figura 6. Mezclado y amasado.

1.7.4 Forjado/extrusión. Aquí se le da una forma determinada al ladrillo de acuerdo a exigencias de los clientes.



Figura 7. Forjado- Extrusión.

1.7.5 Secado. Aquí el ladrillo pierde humedad con el fin de que pueda ser pasado al horno y no se quiebre. Esta actividad se desarrolla en dos etapas secado al ambiente y en secadero es aquí

donde se extrae aire caliente del horno que oscila entre los 50°C y 110°C. aquí el ladrillo dura aproximadamente 8 horas.



Figura 8. Secado.

1.7.6 Cocción. Luego que el ladrillo tiene un proceso en el cual ha conseguido una humedad ideal, pasa al horno de cámaras de cocción, a temperaturas que sobrepasan los 1000°C. Contiene 14 cámaras de cocción donde se procesan aproximadamente 63000 ladrillos.

Figura 9. Área de Cocción.



1.8 diagrama de flujo - fabricación de ladrillo

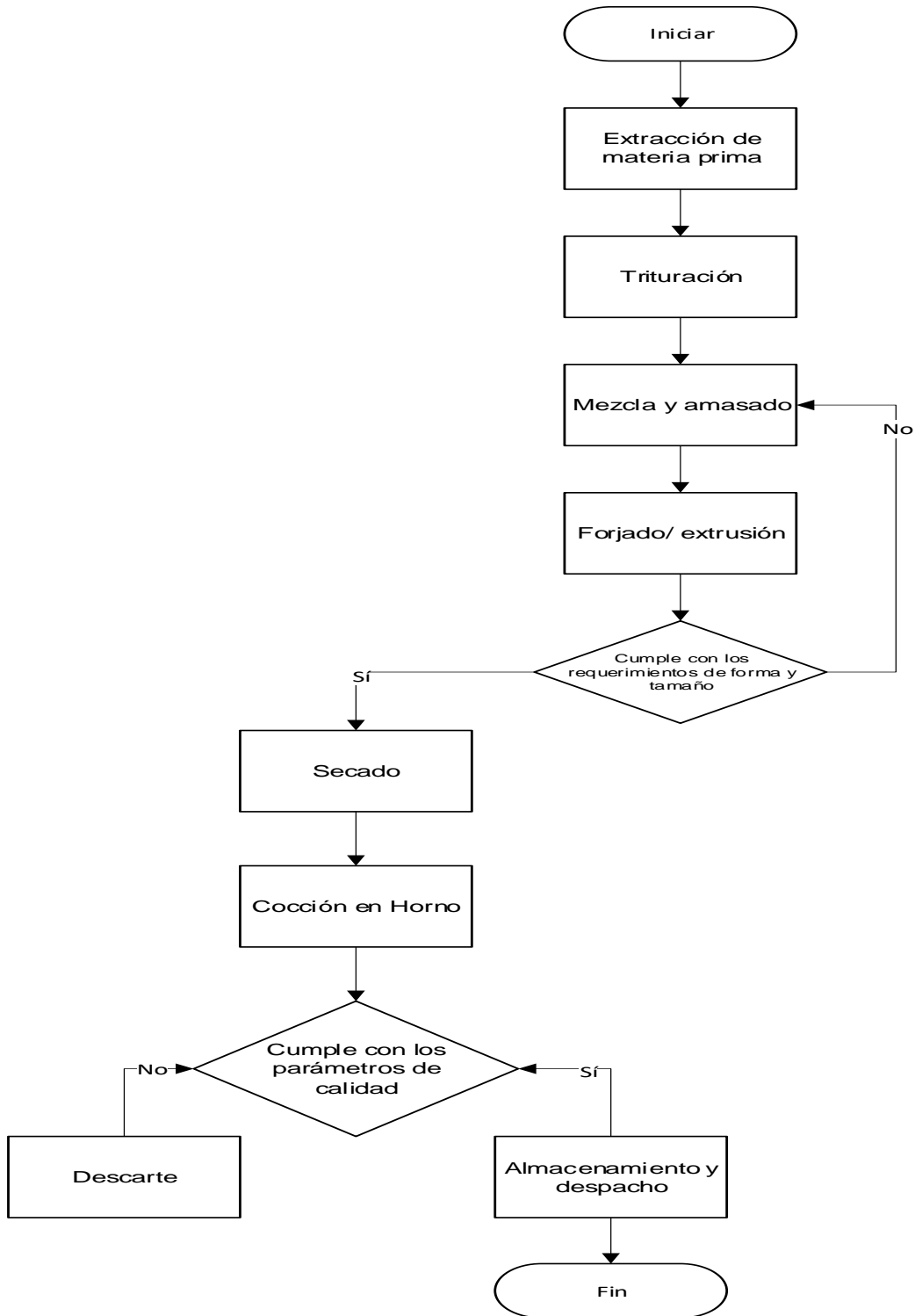


Figura 10. Diagrama de flujo

2. Generalidades del proyecto

2.1 Planteamiento del problema.

Ladrillos Keramos, es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de ladrillo y bloque para la construcción, como ya se mencionó anteriormente, es una importante generadora de empleo ya que aporta al crecimiento económico de la región.

Para comenzar a identificar el problema central se debe conocer que este tipo de empresas presentan unos altos niveles de riesgos para quienes allí laboran, para identificarlos se hace necesario revisar las condiciones de trabajo actuales y así conocer los peligros más importantes que deberán de ser mitigados a partir de una propuesta técnica y costeados posteriormente para ver la viabilidad de la misma.

Al realizar la inspección locativa en el área de trabajo se encuentran aspectos relevantes que se mencionan a continuación:

La empresa en este momento no cuenta con un departamento formal de seguridad y salud en el trabajo, por lo cual esto se está manejando sin directriz alguna.

Las instalaciones en su mayoría no favorecen la calidad de vida de los trabajadores, puesto que ya se presenta desgaste en maquinarias, la falta de demarcación dentro de las instalaciones, no se exige el uso de elementos de protección personal para el desarrollo de las labores diarias que allí se demandan.

No se realizan capacitaciones orientadas a la prevención de accidentes laborales para los trabajadores. Lo cual hace que estos no conozcan los peligros a los cuales están expuestos y las

formas en las cuales se pueden tomar medidas de control para proteger su salud y su calidad de vida.

Además, teniendo en cuenta que en el año 2017 en Colombia se presentaron en promedio cada día 1.800 accidentes dentro y fuera de los puestos de trabajo, y si bien las cifras son menores con un 6.5% menos en comparación a las reportadas en el 2016 estas siguen siendo significativas. De acuerdo con la Federación de Aseguradores Colombianos (Fasecolda 2017) el número total de “accidentes de trabajo al término del año pasado fue de 655.570, mientras el número de enfermedades calificadas como de origen laboral fue de 9.690 un 8% inferior al registrado en 2016”.

Igualmente, el promedio de trabajadores que se encuentran afiliados al Sistema General de Riesgos Laborales fue de 10'234.360, dato que representa menos de la mitad del total de ocupados en el país que, según el DANE (2017), en diciembre del año 2017 era de 22.649.000. Por otra parte, el número de empresas que hasta el momento hacen parte sistema se situó en 742.450. Las estadísticas indican que el año 2017 en promedio 6,4 trabajadores de cada 100 sufrieron accidentes laborales. También en el 2017 se registraron un total de 618 muertes por accidentes de trabajo, 9.690 enfermedades laborales calificadas, 4 muertes laborales calificadas una menos que el año 2016, estas cifras tienden a disminuir en comparación con años inmediatamente anteriores, lo cual evidencia que ha valido la pena lo invertido en cuestión de concientización, planes de promoción y prevención en el país, para garantizar condiciones óptimas de trabajo en cuestiones de seguridad y salud.

Las estadísticas muestran también muestran que el sector de la construcción sigue siendo una de las ramas más riesgosas en cuanto de accidentes laborales se trata, junto con la industria manufacturera, minas y canteras y agricultura, entre otras.

Ya conocidas las estadísticas dentro de las cuales se encuentran este tipo de empresas, se da inició realizando un diagnóstico de las condiciones de trabajo actuales, orientadas a conocer los aspectos más relevantes en la identificación de peligros y la valoración del riesgo. Para ello se tuvo en cuenta los lineamientos descritos en la BS 8800, la cual es una guía para la identificación de los peligros y valoración de riesgos en seguridad y salud ocupacional de acuerdo a sus actividades y recursos establecidos.

Como resultado se obtuvo que existen riesgos de tipo muy importante, importante, moderado, tolerante y trivial. Siendo los riesgos considerados como muy importante los que se van a tomar para el desarrollo de este proyecto. (Apéndice A)

El 21% de los riesgos evaluados presentan riesgo muy importante, lo que indica un alto nivel de riesgo para los trabajadores de la ladrillera.

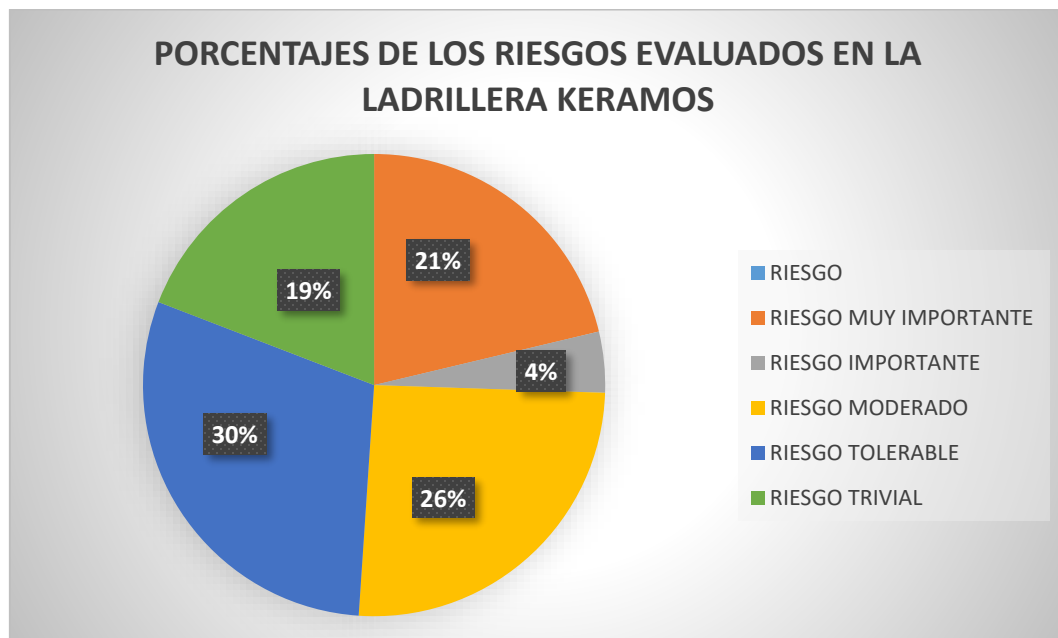


Figura 10. Porcentaje de los riesgos evaluados

2.2. Título del proyecto.

Propuesta técnico-económica para la intervención de los factores de riesgo dominantes en la ladrillera Clan Of Skys-Ladrillos Keramos.

2.3 Alcance del proyecto.

Este proyecto tiene como propósito establecer el nivel de riesgo de tres factores que se están presentes en el área de producción de la ladrillera Keramos, a partir de ello se desarrollaran dos propuestas; la primera de tipo técnico donde luego de establecer el nivel de riesgo de tres los factores evaluados, se buscarán soluciones que logren mitigar y contrarrestar esos niveles y por ende sus efectos en la salud de los colaboradores, ya que representan un peligro latente, estos son los factores a evaluar son: material particulado, monóxido de carbono y exposición causada por las altas temperaturas, los cuales serán estudiados detenidamente desde herramientas que brinda la ingeniería y así de esta manera poder establecer un punto de partida en el mejoramiento de procesos, en el área de seguridad y salud en el trabajo y demás dependencias de la empresa.

También se generará una propuesta económica donde se costearán cada una de las propuestas resultantes para cada factor de riesgo, estas serán presentadas ante la junta directiva de la empresa para determinar su viabilidad y posterior aprobación.

2.4. Objetivos

2.4.1. Objetivo general

Formular una propuesta técnico-económica orientada a mitigar los factores de riesgo dominantes, en la ladrillera Keramos.

2.4.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico sobre las condiciones actuales de higiene y seguridad en los procesos de la ladrillera Clan of Skys- ladrillos Keramos.
- Caracterizar los riesgos prioritarios inherentes al proceso de la organización para determinar los niveles de riesgo generados por factores dominantes mediante mediciones de higiene industrial.
- Diseñar una propuesta técnica para la ladrillera Clan of Skys- ladrillo Keramos, encaminado a mejorar el ambiente de trabajo a partir de la mitigación de los niveles de riesgo presentes.
- Formular la propuesta económica para la implementación de las recomendaciones técnicas derivadas y su relación costo/beneficio.
- Socializar a los directivos de la ladrillera Clan of Skys S.A Keramos las propuestas elaboradas.

2.5 Justificación.

Es importante recalcar que las empresas sin importar la actividad que estas realicen deben velar por la salud y la seguridad de todos y cada uno de sus colaboradores, citando un ejemplo de esto se tiene en el libro 2, parte 2, título IV, capítulo 6 del decreto 1072 de 2015 donde se dictan las disposiciones para la implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SG-SST), aquí se recalca a las empresas los lineamientos bajo los cuales se debe implementar, las responsabilidades tanto del empleador como del trabajador, la identificación de amenazas peligrosas y riesgos latentes en las áreas de trabajo (Min. Trabajo, 2015).

Para ello es de gran importancia que la empresa adquiriera un compromiso para con sus trabajadores apoyada en la normatividad establecida, en la implementación de nuevas tecnologías que mejoren la calidad de vida de quienes allí laboran, la revisión continua de los factores de riesgo que puedan presentarse en las actividades que se desarrollan en el ambiente de trabajo.

Con esto se desea diseñar una propuesta técnica para la empresa ladrillos Keramos en la cual, a partir de la identificación de peligros y factores de riesgo presentes en el proceso productivo, deberán ser mitigados ya sea desde el medio, la fuente y/o la persona. Empleando herramientas tales como nuevas tecnologías, revisión de normas, mejoramientos de procesos, concientización acerca de la importancia de la seguridad y salud en el trabajo tanto a la alta dirección como a los involucrados, en este caso los trabajadores.

También se hace necesario presentar a los directivos el costo que tendría la propuesta técnica, pues es aquí donde se da a conocer a la alta gerencia el valor monetario que tendría dicha propuesta y los beneficios de su implementación en la organización teniendo en cuenta que el beneficio más

importante estaría dado por la importancia del mejoramiento de la calidad de vida de los trabajadores de esta empresa la cual presenta según su actividad económica un nivel de riesgo alto.

3 Marco de referencia.

3.1. Marco de antecedentes.

Para el desarrollo de este proyecto se llevó a cabo una revisión en temas relacionados al sector ladrillero y los riesgos detectados en esta industria.

En el proyecto de grado de Enciso Urrego, Pacheco, Rivera y Guerrero Useda, Estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad El Bosque (2014), desarrollaron un estudio acerca de los ‘análisis de factores de riesgo en trabajadores de ladrilleras de Ubaté’ cuyo desarrollo se basó en la gestión desarrollada en torno a la seguridad y salud ocupacional de los trabajadores en las ladrilleras de la región del valle de Ubaté. Frente a peligros tales como exposición a temperaturas extremas, material particulado, superficies discontinuas, postura, movimientos repetitivos, amputaciones de dedos, lesiones lumbares. Para esto se hizo una caracterización de las actividades, se hicieron observaciones de manera sistemática las variables de impacto -influencia dominante- sobre el logro de los objetivos productivos para esto utilizaron listas de chequeo, entrevistas y revisión de reportes acerca de eventos ocurridos. Encontraron 11 condiciones de operación laboral que albergan peligros y riesgos para los trabajadores estas fueron: temperaturas extremas, superficies de trabajo no continuas, el esfuerzo por peso de los coches, caída en alturas cuando adelantan tareas de mantenimiento, cocción y supervisión sobre horno, contacto con alta

tensión, volcamiento de la retroexcavadora, caída de objetos pesados, cortaduras, movimientos repetitivos, polvo orgánico. Están se clasificaron en una tabla cuyos valores están dados en muy altos y altos, para así darle prioridad a los factores de riesgo más relevantes, también se observó que los trabajadores no están conscientes de los riesgos a los que están expuestos, ni el peligro que representa la falta de cuidado en la ejecución laboral. Por último, desarrollaron una metodología la cual abarcaba la prevención, control y tratamiento de riesgos sobre la seguridad y salud de los trabajadores. Adoptando tecnologías y herramientas de gestión organizacional.

Por otro lado, Rodríguez Chaparro, Rodríguez Pedroza en su tesis titulada ‘Valoración de los factores de riesgo ocupacionales y efecto sobre las alteraciones oculares en los trabajadores de la ladrillera cerámicas san Antonio’ (2014) se resalta fundamentalmente como factores como emisiones de polvo y gases afectan la visión de los trabajadores. Entre las que se destacan trastornos oculares causados por cuerpos extraños, quemaduras oculares, lesiones de aire comprimido, trastornos oculares provocados por radiación. De acuerdo a esto se han encontrado algunas enfermedades visuales ocupacionales que están relacionados con factores de riesgo en la industria ladrillera entre las cuales se destacan pterigio, fisiopatogenia, catarata, queratitis actínica, conjuntivitis irritativa, fatiga visual, se desarrollaron pruebas en los trabajadores con el fin de valorar los riesgos que causaban tanto enfermedades ocupacionales como las causantes de accidentes de trabajo, encontrándose los niveles alto y medio respectivamente.

Mientras tanto Prada Jorge Alejandro, Cardozo Erick José, Ariza Orduz Carlos, Rodríguez Nelcy. Desarrollaron un proyecto acerca de cómo determinar las alteraciones espirométricas de los trabajadores de la asociación nacional de fabricantes de ladrillo y materiales de construcción (ANAFALCO) en Bogotá en el 2013. Aquí se realizó un estudio descriptivo de tipo transversal, donde se evaluaron las condiciones demográficas de trabajadores de 17 ladrilleras de 33 que

conforman la asociación nacional de fabricantes de ladrillos y materiales de construcción (ANAFALCO) y el resultado de la espirometría en pacientes con exámenes médicos ocupacionales en el mes de agosto de 2013. En los resultados de la espirometría el 79% presentó resultado normal, el 21% mostró espirometría anormal, con predominancia de patrón obstructivo leve (17%). La alteración del patrón espirométrico predomina en trabajadores del área operativa, con edad mayor a 50 años, que llevan más de 10 años trabajando en la empresa. El patrón de alteración predominante fue el obstructivo leve, lo que sugiere la posibilidad de aplicar medidas de prevención y protección para minimizar la progresión hacia alteraciones de mayor severidad (Prada J. Cardozo E. Ariza C. Rodríguez N. 2013).

Entretanto Buitrago Diana, Rojas Diana en su tesis titulada “Estimación de factores de emisión de una ladrillera en la localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá D.C” exponen la trascendencia de las emisiones generadas por las ladrilleras de esa localidad en el sur de Bogotá argumentando que la contaminación atmosférica incide en el deterioro de la salud humana y del ambiente (Noriega, 2010). En las últimas décadas Colombia ha experimentado un acelerado proceso de expansión en su actividad industrial con el consecuente aumento en la demanda de servicios, incrementando el consumo de combustibles fósiles junto con los impactos sociales y ambientales. Se calcula que el problema de contaminación atmosférica en el país cuesta alrededor de 5.700 billones de pesos anuales (MADS, 2012), los cuales están relacionados con efectos sobre la salud pública, mortalidad y morbilidad, la cual se estima en una ocurrencia de 6.000 muertes prematuras, 7.400 nuevos casos de bronquitis crónica y otras enfermedades respiratorias, 13.000 hospitalizaciones y 255.000 visitas a salas de emergencia (Larsen, 2004).

Entre los efectos negativos de la contaminación del aire sobre la salud y la productividad de las personas están: cáncer, asma, bronquitis crónica y desórdenes respiratorios. La frecuencia de

muertes prematuras aumenta con la polución, siendo por lo general los grupos sociales pobres los más expuestos a la contaminación del aire y los más afectados por ella (CONPES, 2005). Por tal razón el Gobierno Nacional, a través de las instituciones encargadas de estudiar el fenómeno de la contaminación ambiental en el país, se han dispuesto a idear programas de mitigación y control de la contaminación producida por las diferentes fuentes, con un seguimiento y mejoramiento continuo de la gestión hacia la conservación del recurso del aire (Puerto Avila & Ramírez Lora, 2015).

3.2 Marco Teórico.

Para el desarrollo de este proyecto es de vital importancia conocer el cómo se identifican los peligros y como se da valoración a los riesgos, las técnicas bajo las cuales se tendrá que realizar la cuantificación de cada uno de los niveles de riesgo, esto con el fin de determinar puntos de partida para la implementación de controles en la fuente, el medio o las personas.

Es necesario identificar términos que se utilizaran en el transcurso de este proyecto la cual se ha establecido en la guía técnica colombiana GTC-45, norma Bs- 8800 y legislación colombiana en Riesgos Laborales, para así de esta manera tener una mejor comprensión del mismo.

3.2.1 Salud Ocupacional. “Se entenderá en adelante como Seguridad y Salud en el Trabajo, definida como aquella disciplina que trata de la prevención de las lesiones y enfermedades causadas por las condiciones de trabajo, y de la protección y promoción de la salud de los trabajadores. Tiene por objeto mejorar las condiciones y el medio ambiente de trabajo, así como la salud en el trabajo, que conlleva la promoción y el mantenimiento del bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las ocupaciones.

3.2.2 Accidente de trabajo. Es accidente de trabajo todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional o psiquiátrica, una invalidez o la muerte.

Es también accidente de trabajo aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador, o contratante durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, aún fuera del lugar y horas de trabajo.

Igualmente se considera accidente de trabajo el que se produzca durante el traslado de los trabajadores o contratistas desde su residencia a los lugares de trabajo o viceversa, cuando el transporte lo suministre el empleador.

También se considerará como accidente de trabajo el ocurrido durante el ejercicio de la función sindical, aunque el trabajador se encuentre en permiso sindical siempre que el accidente se produzca en cumplimiento de dicha función.

De igual forma se considera accidente de trabajo el que se produzca por la ejecución de actividades recreativas, deportivas o culturales, cuando se actúe por cuenta o en representación del empleador o de la empresa usuaria cuando se trate de trabajadores de empresas de servicios temporales que se encuentren en misión.

3.2.3 Enfermedad laboral. Es enfermedad laboral la contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral o del medio en el que el trabajador se ha visto obligado a trabajar. El Gobierno Nacional, determinará, en forma periódica, las enfermedades que se consideran como laborales y en los casos en que una enfermedad no figure en la tabla de enfermedades laborales, pero se demuestre la relación de causalidad con los factores de riesgo

ocupacional será reconocida como enfermedad laboral, conforme lo establecido en las normas legales vigentes” (Ley 1562; julio 11 2012).

3.2.4 Factores de riesgo. Los factores de riesgo según la guía para el análisis de exposición a factores de riesgo (2011) “son todas aquellas condiciones del ambiente, instrumentos, materiales, la tarea o la organización del trabajo que encierra un daño potencia en la salud de los trabajadores o un efecto negativo en la empresa.

Ahora se debe tener clara la diferencia entre cada uno de los siguientes términos para no caer en confusiones.

Peligro: Fuente, situación o acto con potencial de daño en términos de enfermedad o lesión a las personas, o una combinación de éstos.

Riesgo: Combinación de la probabilidad de que ocurran unos eventos o exposiciones peligrosos, y la severidad de lesión o enfermedad, que puede ser causado por los eventos o las exposiciones.

Probabilidad: Es función de los controles existentes, datos históricos de accidentalidad o enfermedad profesional, la frecuencia de exposición, la intensidad de la exposición, el número de expuestos y la sensibilidad especial de algunas de las personas al factor de riesgo, entre otras. Se clasifica en:

- Baja: El daño ocurrirá raras veces.
- Media: El daño ocurrirá en algunas ocasiones
- Alta: El daño ocurrirá siempre

Consecuencias: Resultado, en términos de lesión o enfermedad, de la materialización de un riesgo, expresado cualitativa o cuantitativamente. Se estiman según el potencial de gravedad de las lesiones. Se clasifican:

-Ligeramente dañino: Lesiones superficiales, de poca gravedad, usualmente no incapacitantes o con incapacidades menores.

-Dañino: Todas las EP no mortales, esguinces, torceduras, quemaduras de segundo o tercer grado, golpes severos, fracturas menores (costilla, dedo, mano no dominante, etc.)

-Extremadamente dañino: Lesiones graves: EP graves, progresivas y eventualmente mortales, fracturas de huesos grandes o de cráneo o múltiples, trauma encéfalo-craneal, amputaciones, etc.”

		CONSECUENCIAS		
		LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO
PROBABILIDAD	BAJA	RIESGO TRIVIAL	RIESGO TOLERABLE	RIESGO MODERADO
	MEDIA	RIESGO TOLERABLE	RIESGO MODERADO	RIESGO IMPORTANTE
	ALTA	RIESGO MODERADO	RIESGO IMPORTANTE	RIESGO MUY IMPORTANTE

Figura 11. Combinación entre probabilidad de ocurrencia y la consecuencia adaptado GTC-45 de 2012.

3.2.5 Determinación de los factores de riesgo. La metodología British Estándar (BS-8800) se define como una “serie de estándares en sistemas de gestión que especifican los requisitos para preparar y valorar un sistema de salud y seguridad ocupacional mediante el cual una empresa mantiene un ambiente laboral seguro”.

Algunos de los pasos principales y que serán objeto de estudio en este proyecto son:

- Detectar peligros para la salud y la seguridad y determinar sus riesgos.
- Establecer control operativo para las actividades con riesgos inaceptables.

Se realizó el siguiente procedimiento para determinar los peligros y riesgos:

1. Identificar las actividades del proceso productivo (Apéndice A).
 - Clasificar las actividades entre rutinarias y no rutinarias: Con ayuda del jefe de producción se clasificaron las actividades de acuerdo al siguiente criterio
 - Actividades rutinarias: Actividades que forma parte del proceso, se ha planificado y es estandarizable.
 - Actividades no rutinarias: Actividades del proceso que no se han planificado y ni estandarizado debido a que ocurren con baja frecuencia.
2. Identificar el factor de riesgo de la actividad: Se estableció el factor de riesgo asociado a cada una de las actividades de acuerdo a lo observado en la planta y según la BS-8800, esto permite establecer de manera clara si existe o no peligro y cuáles son las características asociadas a este (Apéndice A).
3. Identificar los peligros de cada una de las actividades: Se identificaron las fuentes generadoras o la situación con potencial daño en término de lesión o enfermedad, daño a la propiedad, al ambiente de trabajo o una combinación de estos.
4. Determinar las enfermedades asociadas al factor de riesgo de cada actividad.
5. Identificar el número de trabajadores expuesto al peligro o riesgo.
6. Determinar las medidas de control existentes en las actividades: Se habló con el jefe de producción y los trabajadores para determinar las medidas de control existentes en el proceso productivo de la planta.
7. Establecer la probabilidad de cada actividad: Con la ayuda del tutor se estableció la probabilidad de que el daño ocurra en función de los controles existentes, datos históricos de accidentalidad o enfermedad profesional, la frecuencia de exposición, la intensidad de la exposición y el número trabajadores expuestos al peligro o riesgo.

8. Determinar las consecuencias del peligro o riesgo: Se estableció el potencial de gravedad de las lesiones que pueden presentarse en los trabajadores.

10.Obtenido los anteriores numerales se procedió a llenar la matriz de peligros establecida en la BS-8800, de acuerdo a lo observado en casa actividad durante diferentes periodos de la jornada laboral, se tuvo en cuenta los peligros, los factores de riesgos y las posibles consecuencias que se pueden generar (BS- 8800:1996).

Como nota adicional, el marco teórico de los riesgos que serán objeto de estudio para este proyecto, se encuentra inmerso en el capítulo 5 titulado: caracterización de riesgos prioritarios y determinación de riesgos dominantes.

4. Diagnóstico sobre las condiciones actuales de higiene y seguridad en los procesos de la ladrillera Clan of Skys- ladrillos Keramos.

4.1 Recolección de información del medio.

Esta fue realizada a partir de información primaria, observación directa en la planta y charlas con altos directivos y trabajadores, esto con el fin de determinar la problemática central, sus causas y efectos de este.

4.2 Preparación del trabajo de campo.

Se procedió a realizar una revisión en el proceso productivo, con el fin de conocer cada una de las actividades que lo componen y así determinar en donde se encuentran los peligros y riesgos

latentes que puedan afectar las salud y seguridad de los trabajadores de la ladrillera. Se realizaron entrevistas que se hicieron a algunos trabajadores y del personal administrativo de la ladrillera con el fin de obtener información relevante, tal como los horarios de trabajo, la manera en cómo se distribuyen las mayas de turnos, como se programa la producción y demás factores importantes.

4.3 Recolección de la información.

En esta fase se documentó como se desarrollaba el proceso productivo y cada una de las actividades que lo componían, para así de esta manera determinar donde se concentraban la mayor parte de los problemas de la empresa de acuerdo a lo observado, al obtenerse la información del proceso productivo, las opiniones de los trabajadores y del personal administrativo se procede a construir un árbol de problemas, este con el fin de dar una visión y diferenciación de las causas y efectos de la problemática. Luego de esto se hizo verificación de la validez del árbol, asegurándose que las causas y los efectos estén representados de la manera correcta.

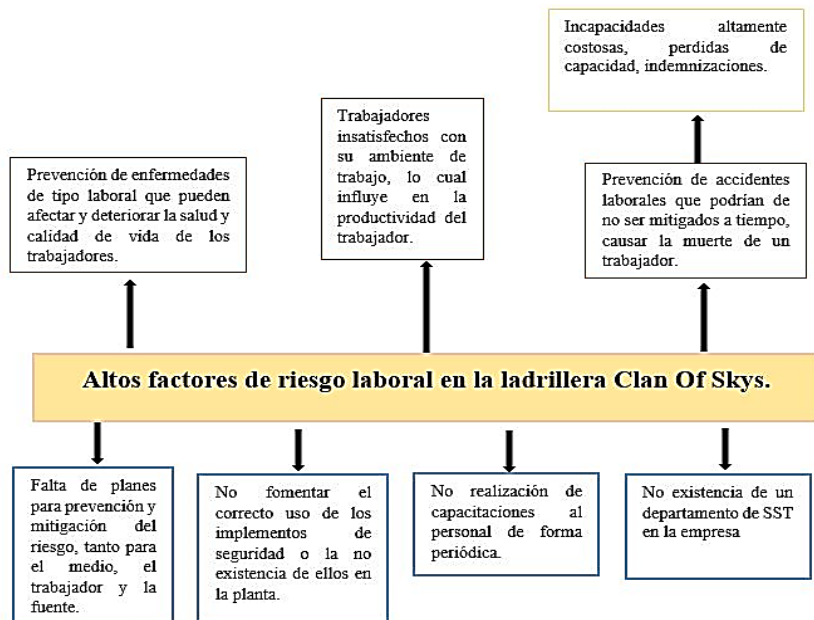


Figura 12. Árbol de problema.

Luego de ser construido el árbol del problema, se procede a construir el árbol de objetivos, este se realiza representando posibles soluciones al problema central, donde se transformarán los efectos en fines y las causas en medios. Esto con el fin de dar una visión de las posibles soluciones que se pueden presentar para el desarrollo del proyecto.

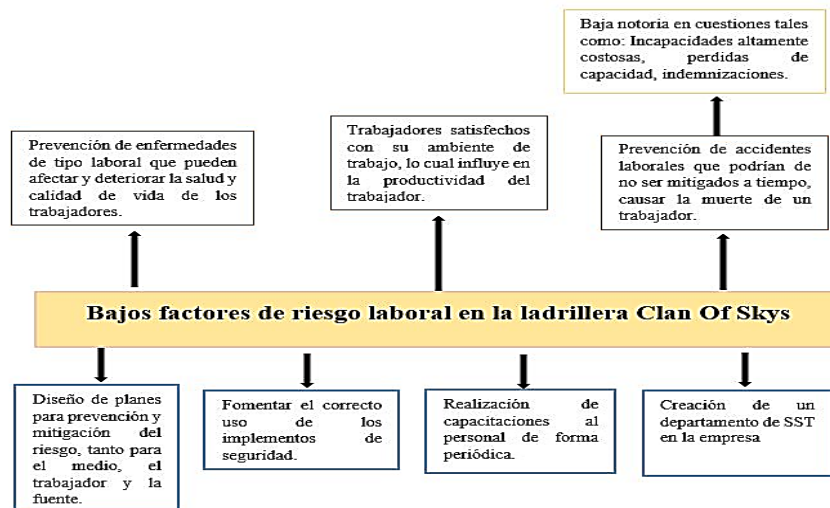


Figura 13. Árbol de causas y consecuencias.

Luego de esto se desarrolló la matriz de peligros y riesgo, esto se desarrolló teniendo en cuenta cada una de las actividades que constituyen el proceso productivo de la empresa, considerando que se tomaron los riesgos que hayan tenido la estimación de **MUY IMPORTANTE**. Esto con el propósito de mitigarlos total o parcialmente, pues estos pueden ocasionar daños en la salud de los trabajadores, equipos y/o instalaciones, afectándolos de manera muchas veces irreparable.

Como resultado se obtuvieron los siguientes resultados en cada actividad del proceso:

A) Para la extracción de arcilla se obtuvieron los siguientes riesgos.

EXTRACCIÓN DE ARCILLA		CONSECUENCIAS		
		LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO
PROBABILIDAD	BAJA	Transporte de insumo y de materias primas; Manipulación de herramientas; Materiales combustibles; Deslizamientos de tierra;	Posturas inadecuadas;	
	MEDIA	Terrenos inestables; Caída de objetos; Ruido.	Excavaciones profundas.	
	ALTA			Material particulado

Figura 14. Riesgos de extracción de arcilla.

B) Para la actividad de trituración se obtuvo.

TRITURACION DE ARCILLA		CONSECUENCIAS		
		LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO
PROBABILIDAD	BAJA	Vibraciones; Instalaciones locativas sin mantenimiento; Caída de objetos	Ruido Partes en movimiento	
	MEDIA	Posturas inadecuadas; Manipulación de herraminetas manuales;	Corte con herramientas	
	ALTA	Largas jornadas de pie;		Material Particulado

Figura 15. Riesgo de trituración.

C) Para la actividad de mezclado y amasado

MEZCLADO Y AMASADO		CONSECUENCIAS		
		LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO
PROBABILIDAD	BAJA		Ruido	
	MEDIA	Posturas inadecuadas. Golpes con objetos	Elementos o herramientas cortantes	
	ALTA	Caída de objetos pesados.		Material particulado

Figura 16. Riesgo de mezclado y amasado.

D) Para la actividad correspondiente al forjado/ extrusión.

FORJADO / EXTRUSIÓN		CONSECUENCIAS		
		LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO
PROBABILIDAD	BAJA	Ruido.		
	MEDIA		Elementos o herramientas cortantes; Partes en movimiento	
	ALTA	Espacios de trabajo reducidos	Movimientos repetitivos; Carga estática de pie.	Material Particulado

Figura 17. Riesgo de Forjado Extrusión.

E) Para la actividad correspondiente al secado

SECADO		CONSECUENCIAS		
		LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO
PROBABILIDAD	BAJA	Ruido Movimientos repetitivos Esteras en mal estado		
	MEDIA		Caida de objetos Corte con herramientas	
	ALTA	Transporte de producto en proceso		Material Particulado Monóxido de Carbono

Figura 18. Riesgo en el área de secado.

F) Para la actividad correspondiente a la cocción.

COCCIÓN		CONSECUENCIAS		
		LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO
PROBABILIDAD	BAJA	Ruido	Caida a mediana altura Superficies calientes	
	MEDIA		Elementos o herramientas cortantes Posturas inadecuadas Caidas de objetos pesados	
	ALTA	Espacio de trabajo reducido	Cargas de pie	Material Particulado Monóxido de carbono Estrés térmico

Figura 19. Riesgo en el área de cocción.

Los tres riesgos a tener en cuenta para el desarrollo de este proyecto serán:

- A) Material particulado
- B) Exposición a monóxido de carbono
- C) Exposición a altas temperaturas

5. Caracterización de los riesgos prioritarios, determinación de los riesgos dominantes, monitoreos de los mismos.

5.1 Material particulado.

La agencia internacional para la investigación del cáncer determina que el material particulado es “toda aquella mezcla de partículas líquidas y sólidas, de sustancias orgánicas e inorgánicas, que se encuentran en suspensión en el aire. El material particulado forma parte de la contaminación del aire. Su composición es muy variada y podemos encontrar, entre sus principales componentes, sulfatos, nitratos, el amoníaco, el cloruro sódico, el carbón, el polvo de minerales, cenizas metálicas y agua. Dichas partículas además producen reacciones químicas en el aire.

Se clasifica de acuerdo a su tamaño y, en el ámbito de la calidad del aire, hablamos de partículas PM 10, que serían las de mayor tamaño, cuyo diámetro aerodinámico teórico sería de 10 μm (micrones de metro = millonésima parte del metro) y las partículas finas conocidas como PM 2.5 cuyo diámetro sería de 2.5 μm . La exposición crónica aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares, respiratorias y cáncer de pulmón.

Para definir la nocividad de un material particulado en un lugar de trabajo, es necesario evaluar la concentración del polvo en el ambiente, la composición química y el tamaño de las partículas, en aras de tomar medidas de intervención encaminadas a minimizar el riesgo derivado de la exposición a estas.

La concentración presente en el aire es directamente proporcional al daño biológico causado sobre el trabajador expuesto; Es por esto que se requiere determinar la concentración del contaminante en el ambiente de trabajo, de manera que pueda ser comparado con los valores límites permisibles, permitiendo establecer el nivel de riesgo y por ende el grado de priorización para la formulación de medidas de intervención” (Agencia Internacional Para Investigación del Cáncer;7 de octubre 2013).

5.1.1 Marco legal. El estatuto de seguridad industrial, Resolución 2400 de 1979, establece en su **CAPÍTULO VIII, LAS CONCENTRACIONES MÁXIMAS PERMISIBLES** para contaminantes en el ambiente, cuyas principales directrices se relacionan a continuación:

“ARTÍCULO 153. Entiéndase por "concentración máxima permisible" la concentración atmosférica de un material peligroso que no alcanza a afectar la salud de un trabajador a ella expuesto en jornada diaria de ocho horas, durante un prolongado periodo de tiempo.

ARTÍCULO 154. En todos los establecimientos de trabajo en donde se lleven a cabo operaciones y procesos con sustancias nocivas o peligrosas que desprendan gases, humos, neblinas, polvos, etc. y vapores fácilmente inflamables, con riesgo para la salud de los trabajadores, se fijarán los niveles máximos permisibles de exposición a sustancias tóxicas, inflamables o

contaminantes atmosféricos industriales, en volumen en partes de la substancia por millón de partes de aire (P.P.M.) en peso en miligramos de la substancia por metro cúbico de aire (g/m³) o en millones de partículas por pie cúbico de aire (M.P.P.P.3) de acuerdo con la tabla establecida por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH), o con los valores límites permisibles fijados por el Ministerio de Salud.

PARÁGRAFO. Partes por millón (P.P.M.), expresa volumétricamente a 25°C y a una presión de 760 mm de Hg; partes del gas o vapor de la substancia contaminante por millón de partes de aire ambiental contaminado. Miligramos por metro cúbico (mg/m³), expresa gravimétricamente, de forma aproximada, los miligramos de contaminantes por metro cúbico de aire contaminado”.

El valor límite permisible de una sustancia se podría definir como la concentración de ésta, en el ambiente de un lugar de trabajo, por debajo del cual existe una razonable seguridad de que una persona podría desempeñar sus labores indefinidamente, cumpliendo una jornada durante su vida de trabajo, sin sufrir molestias, ni daños a la salud.

Fracción Respirable: partículas de diámetro menor o igual a 10 micrones (un micrón es la milésima parte de un milímetro). Por su tamaño, el PM10 es capaz de ingresar al sistema respiratorio del ser humano. Mientras menor sea el diámetro de estas partículas, mayor será el potencial daño en la salud.

5.1.2 Objetivos de la evaluación de material particulado

- Determinar la concentración de material particulado al que se encuentra expuesto el personal de la ladrillera Keramos durante la actividad de trituración en área operativa.

- Comparar los resultados obtenidos de la medición con los Valores Límites Permisibles (TLV's) definidos por la ACGIH.
- Determinar el grado de riesgo por presencia de material particulado en el área evaluada, con base en la concentración obtenida.
- Emitir las conclusiones correspondientes respecto del riesgo generado a partir del resultado obtenido en el monitoreo realizado.

5.1.3 Contaminante a evaluar. Teniendo en cuenta que la actividad a evaluar en la ladrillera Keramos es la trituración de la materia prima, a continuación, se describe el tipo de partícula y parámetros de referencia para esta evaluación:

CONTAMINANTE	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (TLV)
Material Particulado Fracción Respirable	3 mg/m ³

Figura 20. Valor límite permisible para material particulado. Fuente NIOSH 600 www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/0600.pdf

Tomando como criterio de comparación y método de evaluación la norma NIOSH 600 (Apéndice C), a continuación, se relacionan los aspectos determinantes para el monitoreo a realizar.

Teniendo en cuenta que la jornada laboral de la organización Ladrillos KERAMOS es de 48 horas a la semana y que el TLV TWA emitido por la ACGIH viene definido para 40 horas a la semana; se debe calcular un TLV corregido (TLV_c), para lo cual se hace el ajuste al valor límite

permisible inicial definido por ACGIH de 3 mg/m³(ver tabla x) para partículas con diámetro inferior a 3 micras (PM 10) aplicando el método de BRIEFT y SCALA así:

$$Fc = \frac{40}{hr} * \frac{168 - hr}{128}$$

$$Fc = \frac{40}{48} * \frac{168-48}{128} = \mathbf{0,781}$$

TLVc= Fc X TLV

TLVc=0,781X3 mg/ m³ = 2,343 mg/ m³

El TLVc tenido en cuenta para esta muestra será de 2,343mg/m³.

5.1.3.1 Grado de riesgo. Determina la severidad de la exposición al factor de riesgo y se expresa como un resultado numérico de la relación entre la concentración media ponderada de un contaminante dado, para este caso PM10, y el valor límite permisible para dicho contaminante (Figura 21).

$$GR = \frac{\text{Concentración media ponderada}}{TLV}$$

Grado de riesgo (GR)	Clasificación de la exposición
0 – 0.5 Bajo exposición trivial	Existe una exposición por debajo del 50% del TLV. No existe riesgo aparente para la salud del personal expuesto y se recomienda evaluar periódicamente para establecer posibles cambios en la exposición ocupacional al riesgo. Se pueden mantener condiciones.
0.5 – 1 Medio exposición tolerante	La exposición al riesgo se puede considerar como media y está por encima del 50% del TLV. Implementar medidas de control en la fuente y medio. Dotar de elementos de protección personal. Incluir al personal dentro de un sistema de vigilancia epidemiológico. Se requiere control.
>a 1 Alto exposición intolerante	La exposición podría considerarse como severa y el control de riesgo en la fuente debe ser prioritario a cualquier otro control. Mientras el riesgo es controlado deberá realizarse un control ambiental y biológico al personal expuesto. Se requiere mecanismos de control inmediato.

Figura 21. Clasificación del grado de riesgo- Adaptado de Organización internacional del trabajo (OIT)

5.1.4 Generalidades del monitoreo.

5.1.4.1 Empresa, actividad y personal expuesto.

Aspecto	Descripción
Empresa	LADRILLERA KERAMOS
Actividad Principal	Producción de ladrillos
Razón del estudio	Determinar concentración de partículas de fracción respirable (inferior a 10 micras de diámetro)
Área del estudio	Trituración
Actividad realizada	Quiebre de arcilla
Jornada de trabajo	Lunes a sábado
Horas laboradas	48 horas / semana

Figura 22. Generalidades del monitoreo

5.1.4.2 Elementos de protección personal- EPP. La empresa ladrillos keramos proporciona la siguiente mascarilla, Esta mascarilla no tiene una marca ni referencia técnica específica, por ende, no cuenta con aprobación NIOSH (Figura 23).



Figura 23. Mascarilla utilizada actualmente en la empresa

5.1.5 Metodología de medición. Para la recolección del material particulado y su posterior análisis se empleó el método NIOSH 600 establecido para la medición de partículas de fracción respirable.

Técnica de muestreo	NIOSH 600
Medio de captación	Filtros PVC (37 mm de diámetro, 5 µm de porosidad)
Caudal	1,7 Litros de aire/minuto
Análisis	Gravimetría
Volumen a muestrear	20 a 400 litros de aire

Figura 24. Metodología del muestreo

Para efectos de restar incertidumbre en el estudio y obtener un resultado que reflejara con mayor grado de certeza la concentración de material particulado durante la labor, se realizó un total de siete (7) monitoreos en las jornadas tanto de la mañana como de la tarde estipuladas por la organización de acuerdo a la actividad a evaluar.

Nota: El número de monitoreos realizados se determina a partir de la raíz cuadrada de los colaboradores expuestos es así como $\sqrt{42}$ es 6,48 o aproximando un total de siete (7) monitoreos.

El procedimiento realizado para la captura y análisis de las muestras se enuncia a continuación:

Calibración de bombas: Su calibración se realizó el día del muestreo (antes y después de la actividad), la bomba de muestreo utilizada es de alto flujo, fue calibrada mediante calibrador digital a un caudal de 1,7 litros por minuto y probada en su funcionamiento antes y después del muestreo.

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIAL
Bomba de muestreo	GILIAN	AIR PLUS	20140330102

Figura 25. Descripción del equipo (bomba) de muestreo



Figura 26. Equipo (bomba) de muestreo - monitor

Para la toma de la muestra se utilizó un cassette de tres piezas que contenía un filtro PVC de 37 mm y 5 micras de tamaño poro en medio de un ciclón de nylon tal como lo establece el método NIOSH 600 para el monitoreo de este tipo de partículas.



Figura 27. Equipo (bomba) de muestreo- Bomba

Los filtros fueron pesados antes y después del muestreo en una balanza analítica de precisión. La bomba se instaló a trabajadores seleccionados aleatoriamente, como se muestra a continuación.



Figura 28. Ubicación del equipo de muestreo en el colaborador.

5.1.5.1 Equipo utilizado

Para la realización del presente estudio se utilizaron los siguientes equipos:

- Bomba de muestreo personal
- Cassete de dos piezas
- Filtro de PVC de 37 mm de diámetro y 5 micras de porosidad.
- Portafiltros
- Balanza analítica de precisión
- Desecador
- Mangueras de conexión a cassette
- Pinzas
- Tapones sellantes
- Ciclón de nylon.

5.1.5.2 Análisis de resultados.

Aplicando el método de gravimetría se obtiene la concentración promedio

$$\text{Concentración} = \frac{\text{Peso Final (mg)} - \text{Peso Inicial (mg)}}{\text{Volumen muestreado (m}^3\text{)}}$$

A continuación, se presentan los monitoreos realizados junto con la concentración y grado de riesgo de cada uno respectivamente.

Muestra	Peso final (mg)	Peso inicial (mg)	Peso Ganado (mg)	Tiempo (min)	Volumen aire (m ³)	Concentración mg/m ³	TLV(mg/m ³)	Grado Riesgo
1	11,97	11,43	0,54	220	0,257	2,1012	2,343	0,897
2	11,90	11,39	0,51	215	0,293	1,7406	2,343	0,743
3	12,12	11,40	0,72	212	0,331	2,1752	2,343	0,928
4	11,93	11,36	0,57	218	0,266	2,1429	2,343	0,915
5	12,05	11,42	0,63	215	0,346	1,8208	2,343	0,777
6	11,97	11,33	0,64	216	0,308	2,0779	2,343	0,887
7	12,15	11,37	0,78	219	0,375	2,0800	2,343	0,888

Figura 29 . Monitoreos realizados, concentraciones y grado de riesgo.

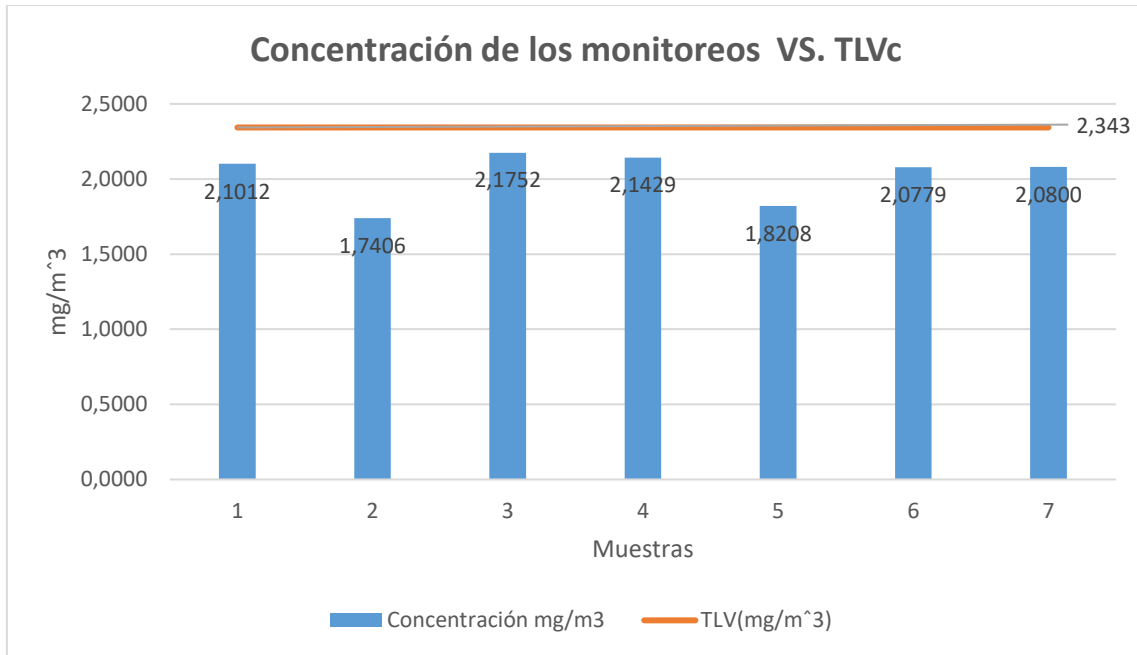


Figura 30. Grafico Concentración de los monitoreos VS. TLVc.

Para un valor límite permisible corregido (TLVc) de 2,343 mg/m³, las muestras obtenidas arrojaron valores comprendidos entre 1,7406 mg/m³ y 2,1429 mg/m³.

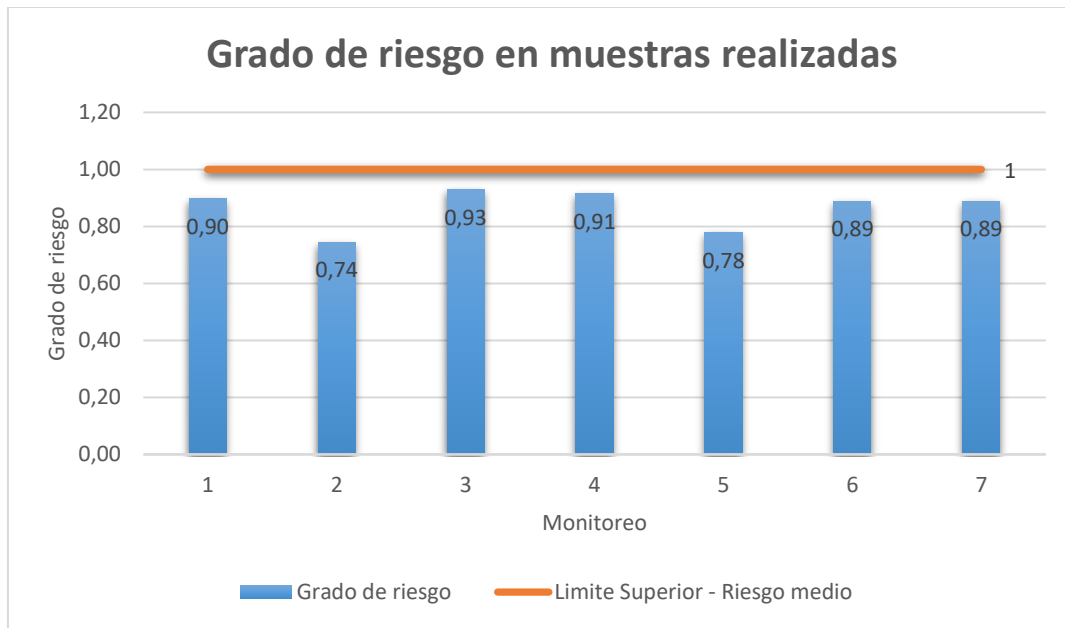


Figura 31. Grado de riesgo de los monitoreos realizados y el valor limite de grado de riesgo medio.

Esta concentración obtenida frente al valor límite permisible de exposición, arroja un grado de riesgo **Medio** por exposición a material particulado en la ladrillera Keramos.

5.1.6 Conclusiones del monitoreo.

- Con base en los resultados obtenidos del presente estudio realizado para la determinación del grado de riesgo por contaminantes en el ambiente de trabajo, se puede concluir que:
- Aplicando el método NIOSH 600 para evaluar la concentración de material particulado (fracción respirable) al que se encuentra expuesto el trabajador en el área de trituración de **LADRILLOS KERAMOS** en el municipio de Soracá, se obtiene un grado de riesgo **MEDIO** lo cual indica que existe una exposición por debajo del 50% del TLV. Esto quiere decir que la concentración de partículas en el área representa un riesgo para la salud del

personal expuesto y por ende se recomienda evaluar periódicamente para establecer si se han presentado cambios en la exposición ocupacional al riesgo.

- Sumado al nivel medio de concentración encontrado para partículas de fracción respirable, se agrega la jornada laboral de 8 horas la cual se ajusta a los términos de tiempo establecidos para exposición ocupacional a factores de riesgo con potencial de generar afectación a la salud del personal.
- El monitoreo de material particulado se realizó instalando el equipo a trabajadores expuestos durante la realización de la actividad de trituración, es decir; el estudio se llevó a cabo en el escenario más crítico de exposición en los cuales se encuentra el trabajador.

5.2 Evaluación de estrés térmico

Toda sensación de malestar que presente el organismo ante la presencia de calor se entiende como estrés térmico; manifestado el disconfort, bajo rendimiento, cansancio e incomodidad por ello es necesario tomar medidas al respecto.

Para estudiar el ambiente térmico se requiere el conocimiento de una serie de variables del ambiente, del tipo de trabajo y del individuo en sí. La mayor parte de las posibles combinaciones de estas variables que se presentan en el mundo del trabajo, dan lugar a situaciones de disconfort, sin que exista riesgo para la salud. Con menor frecuencia pueden encontrarse situaciones laborales térmicamente confortables y, pocas veces, el ambiente térmico puede generar un riesgo para la salud. Esto último está condicionado casi siempre a la existencia de radiación térmica (superficies calientes), humedad (> 60%) y trabajos que impliquen un cierto esfuerzo físico. El riesgo de estrés

térmico, para una persona expuesta a un ambiente caluroso, depende de la producción de calor de su organismo como resultado de su actividad física y de las características del ambiente que le rodea, que condiciona el intercambio de calor entre el ambiente y su cuerpo. Cuando el calor generado por el organismo no puede ser emitido al ambiente, se acumula en el interior del cuerpo y la temperatura de éste tiende a aumentar, pudiendo producirse daños irreversibles. Existen diversos métodos para valorar el ambiente térmico en sus diferentes grados de agresividad.

5.2.1 Marco Legal. En lo correspondiente a confort térmico, la resolución 2400 de 1979 emanada del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, se indica en el artículo 63 lo siguiente “la temperatura y el grado de humedad del ambiente en los locales cerrados de trabajo, será mantenido, siempre que lo permita la índole de la industria, entre los límites tales que no resulte desagradable o perjudicial para la salud”. En esta normativa, no se definen unos valores o métodos específicos que permitan cuantificar, cualificar, concluir y recomendar a partir de los resultados obtenidos, siendo procedente utilizar parámetros internacionales, por lo cual, se recomienda como complemento a la norma nacional vigente utilizar los estándares estipulados en el marco técnico del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (ESPAÑA).

Los ambientes térmicos requieren estudio, conocimiento y un adecuado tratamiento desde el campo de la Seguridad Industrial, debido a los efectos que estos pueden provocar en el individuo y en su actividad laboral, dando lugar a posibles enfermedades laborales.

Mejorar las condiciones de trabajo implica determinar de forma global cuáles son estas condiciones de trabajo; cuánto y cómo afectan a la salud del trabajador; cada una y en conjunto; entendiendo por salud “el estado de bienestar completo físico, mental y social” (Organización Mundial de la Salud en 1946).

Para Colombia el indicador aceptado es el WBGT (Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo) de acuerdo a la resolución 2400 de 1979. Este es un índice basado en la combinación de las cargas de calor metabólico.

5.2.2 Objetivos de la evaluación de estrés térmico.

- Analizar el proceso de cocción realizado en la ladrillera **Keramos** que permita conocer aspectos de infraestructura, jornada de trabajo, tiempos de descanso y la carga metabólica asociada a la actividad.
- Valorar el ambiente térmico de trabajo, mediante monitoreo de estrés térmico (WBGT), en el área de fundición de **Ladrillos Keramos** de acuerdo a la normativa técnica aplicable para este tipo de monitoreo.
- Comparar los resultados obtenidos con los valores límites permisibles, adoptados como normatividad vigente para Colombia a partir de la Resolución 2400 de 1979, emanada del Ministerio de Salud, enmarcados por la INSHT bajo el método NTP 322 y bajo los límites permisibles establecidos por la ACGIH.

5.2.3 Índices para la evaluación de calor. Todos los índices tienen como finalidad establecer una relación cuantitativa entre los parámetros de una condición ambiental con relación a una situación referencial límite. Según INSHT (2011) se definen los siguientes conceptos

- “Estrés Térmico: El estrés térmico corresponde a la carga neta de calor a la que los trabajadores están expuestos y que resulta de la contribución combinada de las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y las características de la ropa que llevan.

- Cargas de calor ambiental: están representadas por los valores de temperatura del bulbo húmedo, temperatura de globo, y la temperatura de bulbo seco cuando se trabaja bajo exposición solar.
- Calor metabólico: Es la suma del calor que se produce en el cuerpo humano debido a la acción de las funciones vegetativas tales como digestión, respiración, circulación sanguínea. Mas el calor producido por las funciones físicas que se estén realizando de acuerdo al trabajo efectuado, o labor que este desempeñando el trabajador.
- Temperatura [°C], expresada en grados centígrados que corresponde a la temperatura ambiental promedio
- Índice WBGT (°C): Wet bulb globe temperature, en castellano, índice de temperatura de globo y termómetro húmedo, es el factor que relaciona las variables meteorológicas con el estrés térmico que padecen las personas en función de la actividad que hacen. Este índice puede ser medido en dos situaciones con o sin exposición de luz solar.

En exteriores (con exposición solar)

$$WBGT = 0.7 * THN + 0.2 * TG + 0.1 * TA (°C)$$

En interiores (sin exposición solar- a la sombra)

$$WBGT = 0.7 * THN + 0.3TG(°C)$$

Siendo:

- TA (Temperatura de bulbo seco o de referencia °C): Es la temperatura tomada con el termómetro convencional para tener un parámetro de comparación frente a las otras dos. Tiene importancia cuando las mediciones se realizan en exteriores con carga sola.

- THN (Temperatura Húmeda): Es la temperatura indicada por un termómetro de mercurio cuyo bulbo se encuentra recubierto por una muselina empapada de agua, ventilado únicamente de forma natural y no apantallado de las fuentes de radiación.
- TG (Temperatura del globo): Es la temperatura a la que se encuentra sometido el trabajador a causa de la radiación (una de las formas en que se transmite el calor) de una fuente de calor que se encuentra cercana a la zona donde este desempeña su función. Esta componente es la que indica la temperatura proveniente de la radiación en el sitio de la evaluación”.

Una vez se tengan los resultados de las evaluaciones de campo del índice WBGT, con las observaciones respectivas, relacionadas con las características más importantes del puesto de trabajo y de la persona, es necesario hacer las correcciones relacionadas con el grado de aclimatación de la persona, la relación entre la velocidad del aire y la temperatura corporal, efecto de la vestimenta sobre la exposición a calor, la obesidad y el sexo, recomendadas por ISO 7243 y que aparecen en la figura 32.

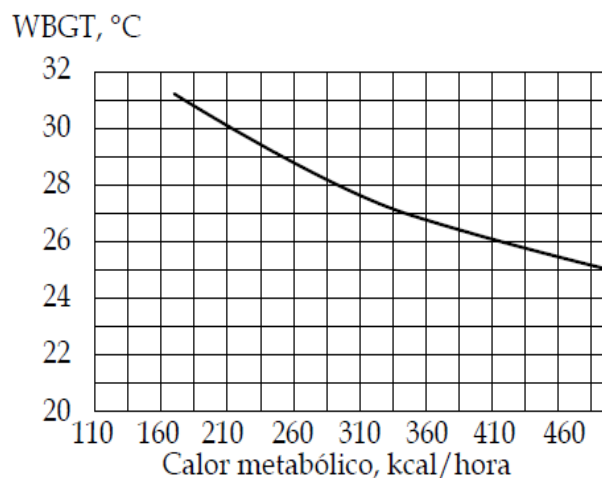


Figura 32. WBGT vs Calor Metabólico para verificar si existe o no sobreexposición ISO 7243. Adaptado de Instituto nacional de higiene y seguridad en el trabajo- INHST.

5.2.3.1 Consumo metabólico (M). El INSHT en la NTP-322(1992) lo define como: “La cantidad de calor producido por el organismo por unidad de tiempo es una variable que es necesaria conocer, para la valoración del estrés térmico. Para estimarla se puede utilizar el dato del consumo metabólico, que es la energía total generada por el organismo por unidad de tiempo (potencia), como consecuencia de la tarea que desarrolla el individuo, despreciando en este caso la potencia útil (puesto que el rendimiento es muy bajo) y considerando que toda la energía consumida se transforma en calorífica.

El término M puede medirse a través de tablas. Esta forma, es la más utilizada, pese a su imprecisión, por la complejidad instrumental que comprende la medida del oxígeno consumido.

El consumo metabólico se expresa en unidades de potencia o potencia por unidad de superficie corporal. La relación entre ellas es la siguiente:

$$1 \text{ Kcal/hora} = 1,16 \text{ vatios} = 0,64 \text{ vatios/m}^2 \text{ (para una superficie corporal media de } 1,8 \text{ m}^2\text{)}''$$

CONSUMO METABÓLICO Kcal/h	WBGT LIMITE °C			
	PERSONA ACLIMATADA		PERSONA NO ACLIMATADA	
	V=0	V≠0	V=0	V≠0
< = 100	33	33	32	32
100-200	30	30	29	29
200-310	28	28	26	26
310-400	25	26	22	23
>400	23	25	18	20

Figura 33. Valores límite de referencia para el índice WBGT. Adaptado (ISO 7243).

A. Posición y movimiento del cuerpo		Kcal/min	
Sentado			0,3
De pie			0,6
Andando			2,0 - 3,0
Subida de una pendiente andando		añadir 0,8 por m de subida	
B. Tipo de trabajo			
		Media	Rango
		Kcal/min	Kcal/min
Trabajo manual	Ligero	0,4	0,2 - 1,2
	Pesado	0,9	
Trabajo con un brazo	Ligero	1,0	0,7 - 2,5
	Pesado	1,7	
Trabajo con dos brazos	Ligero	1,5	1,0 - 3,5
	Pesado	2,5	
	Ligero	3,5	
Trabajo con el cuerpo	Moderado	5,0	2,5 - 15,0
	Pesado	7,0	
	Muy pesado	9,0	

1. Descolgar y transportar la pieza	Andando..... 2,0 kcal/min Trabajo pesado con ambos brazos..... 2,5 kcal/min
2. Volver caminando a la cadena	Andando..... 2,0 kcal/min
3. Esperar de pie la siguiente pieza	De pie..... 0,6 kcal/min

Figura 34. Factores de consumo metabólico para índice WBGT medido- Adaptado ISO 7243

5.2.4 Generalidades del monitoreo.

5.2.4.1 Empresa, actividad y personal expuesto

Aspecto	Descripción
Empresa	LADRILLERA KERAMOS
Actividad Principal	Producción de ladrillos
Razón del estudio	Determinar el índice de estrés térmico WBGT
Área del estudio	Horno de Cocción
Actividad realizada	Extracción de ladrillos de las cámaras de cocción
Jornada de trabajo	Lunes a sábado
Horas laboradas	48 horas / semana

Figura 35. Generalidades del monitoreo.

5.2.5 Metodología de la medición. El área de muestreo será el horno de cocción, el cual cuenta con un total de 14 cámaras de las cuales diariamente se extrae el producto terminado. Para ello se tuvo en cuenta que los colaboradores se encuentran aclimatados y que no utilizan ropa adecuada para este tipo de labor.

- **Áreas y tareas evaluadas:**

- Ingreso a la cámara para sacar los ladrillos, en la cual se cocinan aproximadamente 4500 ladrillos.
- Para comenzar a sacar el ladrillo se empieza cargando una carretilla donde se ubican aproximadamente 100 ladrillos.
- Luego se realiza un desplazamiento empujando la carretilla hasta que llega al punto donde se realiza finalmente el estibe y se deja listo para su posterior distribución y comercialización.

- **Fuentes de Calor:**

Horno de cocción (cámara)

- **Fuentes de ventilación:**

Entradas de ventilación natural.

- **Elementos de protección personal:**

El personal no cuenta con la dotación adecuada para el desarrollo de las labores en la empresa.

- **Fuentes de hidratación disponibles:**

El trabajador cuenta con fuentes de hidratación cerca al área de trabajo evaluada.

5.2.5.1 Equipo utilizado. Para determinar el índice WBGT se utilizó un medidor térmico. Este mide tanto la temperatura de globo y bulbo húmedo, que es qué tan caliente se siente cuando la humedad se combina con temperatura, viento, con exposición a la sombra.

EQUIPO	MARCA	MODELO
Heat stress meter-HT30	EXTRECH	EU-SP V3.4

Figura 36. Descripción del equipo



Figura 37. Medidor de estrés térmico EXTRECH MT30. Adaptado de <http://www.viaindustrial.com/producto.asp?codigo=306011>

5.2.5.2 Análisis de resultados.

5.2.5.2.1 Calculo de la carga metabólica (M).

Para determinar el consumo metabólico es necesario establecer el ciclo de trabajo que realiza un colaborador, para esto se llevó a cabo un estudio de tiempos, con diversos colaboradores seleccionados aleatoriamente, con el fin establecer las tareas realizadas y el tiempo que tomaba realizarlas, estas se hicieron en diferentes colaboradores y a diferentes horas de la jornada, esto para eliminar factores que pudiesen alterar la muestra y esto fue lo que se obtuvo:

ITEM	TAREA	TIEMPO	%
1	Subir los ladrillos a la carretilla (100 unid.)	6.45 min.	0,43
2	Transportar los ladrillos al punto de estibe	1.5 min.	0,081
3	Descargar la carretilla	6,35 min.	0,43
4	Volver al punto de cargue	0.91 min.	0,049
	TOTAL DEL CICLO	15,21	100%

Figura 38. Ciclo de trabajo.

Al recopilar la información obtenida se establece que el ciclo de trabajo sacando los ladrillos de la cámara hacia el punto de estibe tiene una duración de 15,21 minutos.

Luego de tener las tareas de esta actividad establecidas, se procede a estimar el consumo metabólico, para esto se utilizan herramientas como tablas que se han diseñado para determinar el desgaste energético de acuerdo a la labor desarrollada y que establecen un rango para determinar este valor. Que esté al ser sumado da como resultado un valor aproximado del gasto de energía.

ACTIVIDAD	ESTADO	CARGA Kcal/min	TIEMPO (minutos)	Kcal/ciclo
Subir ladrillos a la carretilla	Andando	2+2=4	6,45	25,8
	Trabajo pesado con ambos brazos			
Transportar ladrillos al punto de estibe	Andando	2+5=7	1,5	10,5
	Trabajo con el cuerpo moderado			
Descargar la carretilla	Andando	2+2=4	6,35	25,40
	Trabajo pesado con ambos brazos			
Volver al punto de cargue	Andando	2+3.5=5.5	0,91	5,01
	Trabajo con el cuerpo ligero			
TOTAL			15,21	66,705

Figura 39. Consumo metabólico de la actividad

Teniendo en cuenta la distribución de tiempos (15,21 minutos del ciclo) y el Metabolismo Basal considerado de 1 Kcal/min (ISO 7243), el resultado del presente análisis metabólico arroja una valoración de **81,91 Kcal** (66,705 Kcal/ciclo + 15,21 Kcal del metabolismo basal en el ciclo).

Teniendo en cuenta que la ISO 7243 establece los valores límites del índice WBGT en función de la carga metabólica expresada en Kcal/hora, las 81,91 Kcal consumidas en un ciclo de 15,21 minutos, equivalen en horas a **323,11 Kcal/hora**.

Por lo anterior podemos concluir, de acuerdo con la figura (Valores límites de referencia para índice WBGT ACGIH), que el límite de referencia para este tipo de actividad (310-400 Kcal/hora persona aclimatada) es de **26°C (WBGT_{Lím})**.

5.2.5.2.2 *Cálculo del índice de estrés térmico WBGT.* El índice WBGT calculado para la jornada de trabajo en este caso se realizó tomando durante varias jornadas de trabajos mediciones del índice WBGT. Se tomaron un total de 10 muestras tanto en la mañana como en la tarde.

Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Indice WBGT	36	35,8	36,93	36,32	37,2	35,87	35,98	37,28	36,26	37,28

Figura 40. Muestreos para el índice WBGT.

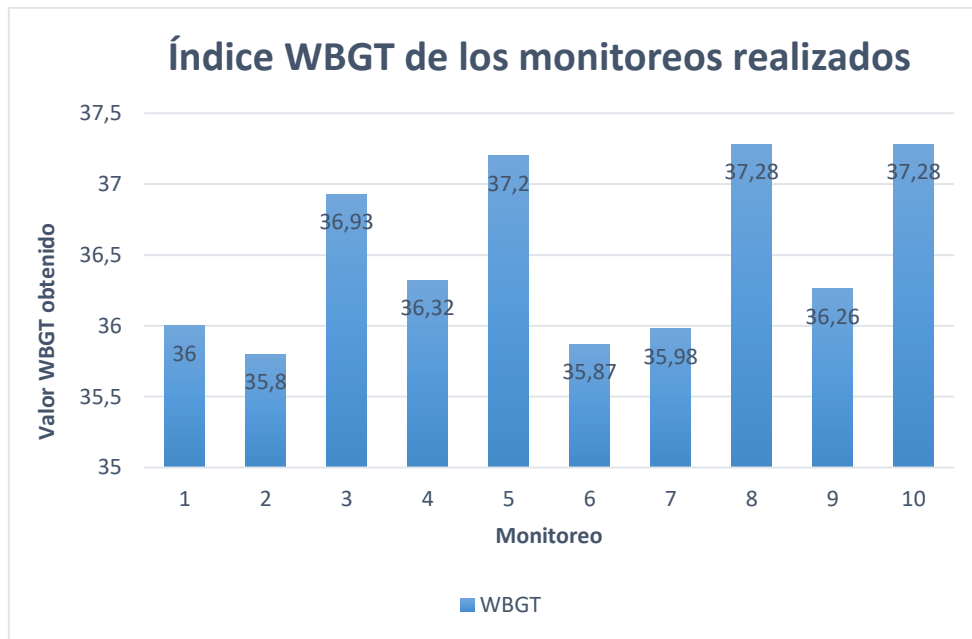


Figura 41. Grafico del índice WBGT hallado en la muestra.

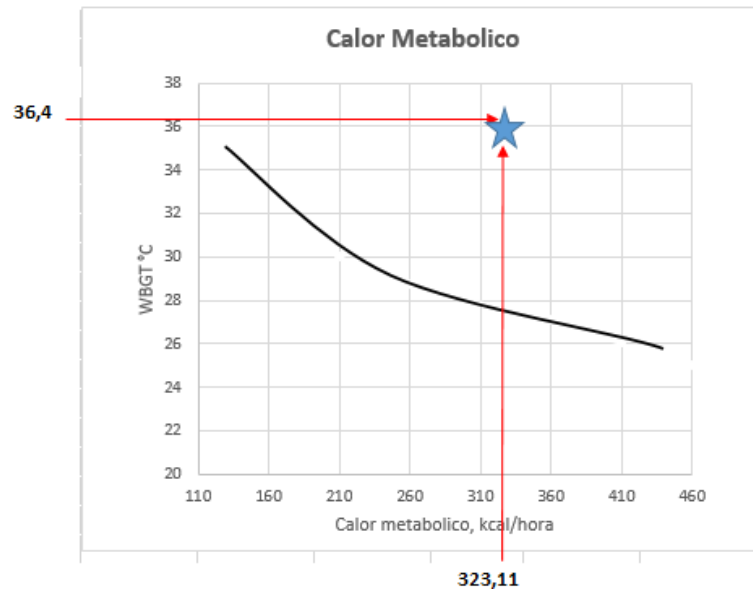


Figura 42. Calor metabólico encontrado en la muestra –WBGT °C. encontrado en la muestra Adaptado de Instituto nacional de higiene y seguridad en el trabajo- INHST.

Como se observa en la figura 42, el punto en el que confluyen la carga metabólica obtenida (M) y el índice de calor medido del proceso (WBGT) se encuentran por encima de la curva establecida como valor límite permisible de exposición a altas temperaturas, lo que indica que los trabajadores que realizan específicamente la labor evaluada SI se encuentran sobre expuestos a calor.

Adicionalmente, se observa la siguiente figura de la ISO 7243.

CONSUMO METABÓLICO Kcal/h	WBGT LIMITE °C			
	PERSONA ACLIMATADA		PERSONA NO ACLIMATADA	
	V=0	V≠0	V=0	V≠0
<= 100	33	33	32	32
100-200	30	30	29	29
200-310	28	28	26	26
310-400	25	26	22	23
>400	23	25	18	20

Figura 43. WBGT limite en personas aclimatadas y no aclimatadas de acuerdo al WBGT encontrado. Adaptado ISO 7243.

La carga metabólica obtenida, se ubica en el rango señalado en el gráfico anterior. Esto significa que la cantidad de calor límite en el trabajo, figura 43, (valores señalados en color naranja) SI son superados por el valor medido de calor en el proceso (entre los 36°C – 37.28°C) aun tratándose de personal aclimatado o no aclimatado.

5.2.6. Conclusiones del monitoreo.

- El estudio de condiciones ambientales y características del proceso de cocción realizado en la planta de ladrillos Keramos, arrojó una carga metabólica de **323,11 Kcal/h** y un índice de calor (WBGT) de **36,4 °C**. Estos datos fueron obtenidos mediante la aplicación de la norma técnica de prevención NTP 322 emitida por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, la cual, a su vez, está soportada en los criterios de la norma ISO 7243 Valoración del Riesgo de Estrés Térmico en Ambientes Calurosos mediante el índice WBGT.
- El punto en el que confluyen la carga metabólica obtenida (**323,71 Kcal/h**) y el índice de calor medido del proceso (**36,4 °C**), se encuentra por encima de la curva (Valores Límites del índice WBGT) establecida por la ISO 7243 como valor límite permisible de exposición a altas temperaturas, lo que indica que los trabajadores que realizan específicamente la labor evaluada SI se encuentran sobre expuestos a calor.
- La carga metabólica obtenida (**323,11 Kcal/h**), llevada a los valores límites de referencia del índice WBGT establecidos en la ISO 7243, ubican valor en el rango de 310 a 400 Kcal/h. Esto significa que la cantidad de calor límite en el trabajo para la carga metabólica consumida por la actividad evaluada en las instalaciones de Ladrillos Keramos, **SI** supera el valor de 26 y 23

$^{\circ}\text{C}$, para personal aclimatado o no respectivamente en comparación con el valor medido de calor en el proceso ($36,6^{\circ}\text{C}$), lo que reafirma que SI se encuentra frente a una condición de estrés térmico por calor.

- El presente estudio se llevó a cabo durante condiciones normales de operación del proceso de fundición realizado por Ladrillos Keramos, el cual se caracteriza por ser un proceso continuo, cíclico, con periodos de descanso definidos.

5.3 Exposición a monóxido de carbono.

Este es un gas sin color ni olor, subproducto de la combustión incompleta. Siempre se produce algo de monóxido de carbono cuando quemamos algún combustible basado en el carbono, tal como el gas natural, petróleo para calefacción, leña, troncos de madera reconstituida, gasolina, carbón vegetal y otros productos semejantes.

5.3.1 Efectos potenciales para la salud:

Inhalación: Una intoxicación leve tendrá como manifestaciones: debilidad, cansancio, tendencia al sueño, dolor de cabeza, náuseas, vómitos, dolor de pecho y pulso rápido. Una intoxicación grave puede producir: temperatura corporal baja, inconsciencia, respiración irregular y superficial; convulsiones, pulso lento, paro respiratorio y tensión arterial baja. El paciente puede tardar varias semanas en restablecerse si ha sufrido una intoxicación grave. Pueden presentarse recaídas hasta cuatro semanas después del restablecimiento aparente. Algunas personas quedan con una lesión permanente del cerebro y con problemas de memoria. El monóxido de carbono reacciona al ser inhalado formando carboxihemoglobina y reduciendo el transporte de oxígeno en la sangre. Esta

es la reacción que reemplaza la reacción normal que ocurre en los pulmones con el oxígeno para formar oxihemoglobina. La afinidad de la hemoglobina y el monóxido de carbono es de 200 a 300 veces mayor que la afinidad por el oxígeno.

Efectos crónicos: Puede tener efectos sobre el comportamiento de los reflejos y aumento del riesgo en problemas cardiacos. Se sospecha que tiene efectos en la reproducción tales como problemas neurológicos, bajo peso al nacer, aumento de abortos y lesiones cardiacas congénitas.

Carcinogenicidad: El monóxido de carbono no está listado por la NTP, OSHA o IARC

5.3.2 Marco Legal. El monóxido de carbono es utilizado en la industria en operaciones de manufactura para la producción de metanol, ácido acético, fosgeno, combustibles y síntesis orgánica. En metalurgia es usado en la recuperación de la alta pureza del níquel, para el oro en bruto y como agente reductor, reduciendo los óxidos de los metales. La reducción del mineral se efectúa en el alto horno a unos 900° C aproximadamente.

Según ACGIH el valor límite permisible para Monóxido de Carbono (TLV-TWA) es de 25 partes por millón (ppm).

5.3.3 Objetivos de la evaluación de monóxido de carbono.

- Determinar los niveles de monóxido de carbono al que se encuentra expuesto el personal de la ladrillera Keramos durante la actividad de secado y cocción en área operativa.
- Comparar los resultados obtenidos de la medición con los Valores Límites Permisibles (TLV's) definidos por la ACGIH.

- Emitir las conclusiones correspondientes respecto del riesgo generado a partir del resultado obtenido en el monitoreo realizado.

5.3.4 Generalidades de la muestra.

Aspecto	Descripción
Empresa	LADRILLERA KERAMOS
Actividad Principal	Producción de ladrillos
Razón del estudio	Determinar el nivel de monóxido de carbono
Área del estudio	Horno de Cocción- Área de secado
Actividad realizada	Secado y cocción de ladrillos
Jornada de trabajo	Lunes a sábado
Horas laboradas	48 horas / semana

Figura 44. Generalidades del monitoreo.

El monóxido de carbono, que proviene del horno, es subproducto de la combustión incompleta del carbón, y llega al secadero en conjunto con el aire caliente necesario para el desarrollo de esta etapa del proceso; este aire se lleva a una temperatura de 110°C.



Figura 45. Vista de horno y secadero.

5.3.4.1 Herramientas de medición de monóxido de carbón. Los medidores de monóxido de carbono permiten la medida de niveles de monóxido de carbono bajos en partes por millón (PPM)

Está intencionado para medir niveles de CO en ambientes de aire sin circular. Utiliza un sensor químico catalítico que consume no químicos.

Las aplicaciones más prácticas son las que determinan si el nivel de monóxido de carbono (CO), interior es más elevado que el nivel al aire libre para determinar la procedencia. El instrumento debe detectar cambios en los niveles de CO muy rápidamente. Lo más rápidamente y a menudo que un biper suena, indica un nivel más alto de concentración de este gas.

5.3.4.2 Equipo utilizado.



Figura 46. Instrumento utilizado en la muestra.

El instrumento utilizado para esta muestra fue el QRAE II es un monitor de gases programable, disponible en modelos de difusión y bomba, diseñado para proporcionar una supervisión de exposición continua de oxígeno, sulfuro de hidrógeno, monóxido de carbono y gases combustibles para trabajadores de entornos peligrosos.

5.3.5 Análisis de resultados.

Para realizar el muestreo de monóxido de carbono se procedió de la siguiente manera:

Se realizaron muestras en el sector correspondiente al área comprendida entre el secadero y el horno de cocción, que es donde se determinó que existe presencia de este gas, para esto se llevaron

a cabo un total de 30 muestras en diferentes jornadas tanto en la mañana como en la tarde, las cuales arrojaron los siguientes datos:

ITEM	CO	O	ITEM	CO	O
1	30	20,9	16	25	20,9
2	28	21,6	17	26	21,6
3	27	20,9	18	27	20,9
4	29	21,6	19	25	20,9
5	29	21,6	20	27	20,9
6	30	20,9	21	29	20,9
7	27	20,9	22	29	20,9
8	25	20,9	23	30	20,9
9	25	20,9	24	27	21,6
10	25	21,6	25	25	20,9
11	26	20,9	26	25	20,6
12	25	20,6	27	25	21,6
13	25	21,6	28	25	20,9
14	27	20,9	29	25	20,9
15	27	20,9	30	25	21,6

Figura 47. Datos de las muestras tomadas

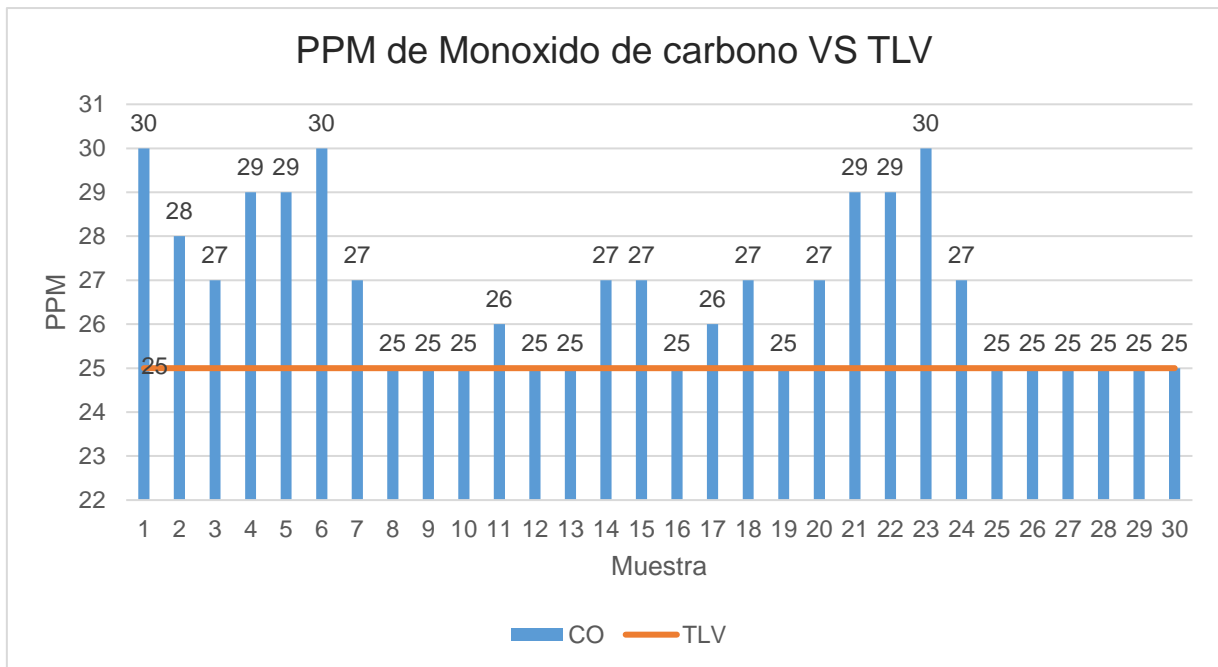


Figura 48. Partes por millon de las muestras en comparacion con el TLV- ACGIH.

Las muestras dan como resultado niveles entre las 25 y 30 ppm, con lo cual se puede deducir que SI existe una exposición que supera los límites permisibles por ACGIH (25ppm). Por ello se hace necesario tomar medidas de control.

5.3.6 Conclusiones del monitoreo

- Al evaluar la concentración de monóxido de carbono (CO) al que se encuentra expuesto el trabajador en las áreas de secado y cocción de **LADRILLOS KERAMOS** en el municipio de Soracá, se obtiene que esta sobrepasa los niveles máximos permitidos según la ACGIH de 25 ppm.
- Sumado al nivel de concentración encontrado, se agrega la jornada laboral de 8 horas la cual se ajusta a los términos de tiempo establecidos para exposición ocupacional a factores de riesgo con potencial de generar afectación a la salud del personal.
- El monitoreo de monóxido de carbono se realizó en las áreas de cocción y secado durante el desarrollo de las jornadas laborales habituales.

6. Propuesta técnica.

Para la elaboración de la propuesta se tuvieron en cuenta a trabajadores de diferentes áreas en la empresa. En estos casos trabajadores de distintas áreas del proceso productivo y el jefe de producción de la planta.

6.1 Propuestas para exposición a material particulado.

6.1.1 Extractores de polvo.

Se evaluó la posibilidad de implementar un sistema de extracción de polvo, esto con el fin de disminuir la cantidad de material particulado que se genera en el ambiente de trabajo, para este caso partículas de tamaño PM10, producto de la trituración de la materia prima (arcilla).

Dentro de los cuales cabe destacar:

- Filtros de mangas

- Filtros tipo ciclón

- Precipitadores electrostáticos

6.1.1.1 Filtros de mangas. Este es un equipo cuyo fin es controlar el material particulado mediante la separación de las partículas sólidas que son arrastradas por una corriente gaseosa haciéndolas pasar por un tejido (filtros). Dichos filtros están compuestos de un material fibroso que tiende a retener las partículas contaminantes del medio.

6.1.1.1.1. Funcionamiento de los filtros con mangas. Este consiste en la entrada de una corriente de aire que contiene el material particulado (MP); mientras tanto, al interior del extractor se introduce una corriente gaseosa que pasa por los filtros reteniendo el MP; por último, sale la corriente de aire libre de impurezas.

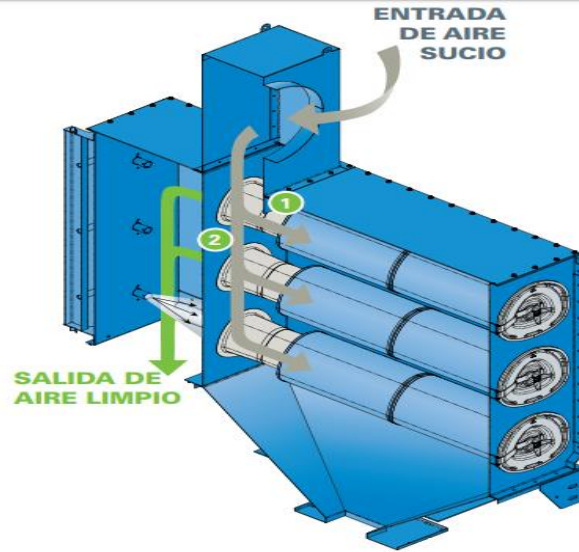


Figura 49. Filtro de mangas Adaptado de: Donaldsoncolombia
www.donaldsoncolombia.com.co.



Figura 50. Filtro de mangas adaptado de <http://www.corbari.com.br/filtro-manga>.

Los filtros ideales a utilizar serán aquellos en los cuales el material sea uniforme con poros pequeños para tener una mejor filtración del aire. Se tendrá en cuenta las mangas hechas de:

- Poliéster
- Epitropico

- Oleophobic

6.1.1.1.2 Ventajas de los filtros con mangas.

- Amplia eficiencia colectora sobre un amplio de tamaños de partículas
- Bajo consumo de energía
- Extrema flexibilidad de diseño.
- Bajo costos de inversión
- Se dispone de filtros de muchas configuraciones, por lo que hay gran variedad de dimensiones para adecuarse a los requerimientos de la instalación.
- La corrosión y oxidación de las partes no es problema.

6.1.1.1.3 Desventaja de los filtros de mangas

- Alta caída de presión a través de los filtros, lo que implica limpieza más frecuente.
- Las temperaturas que exceden los 288°C requieren material refractario especial o telas tratadas
- Ciertos tipos de polvo requieren telas tratadas
- El remplazo de las mangas puede llegar a ser relativamente alto.
- El remplazo de las telas requiere uso de EPP especializados para el colaborador.
- La condensación de humedad y componentes alquitranados adhesivos pueden causar taponamiento y agrietamiento de la tela.

6.1.1.2 Filtros tipo Ciclón. El principio de los ciclones radica en una cámara de sedimentación en la cual la aceleración gravitacional se sustituye con la aceleración centrifuga. Aquí la entrada de partículas es tangencial al cuerpo del extractor forzando la salida de partículas hacia la parte externa lo que disminuye la velocidad del aire. Los ciclones son adecuados para separar partículas

con diámetros mayores de $5 \mu\text{m}$; aunque partículas muchos más pequeñas, en ciertos casos, pueden ser separadas.

En teoría, el aumento de la velocidad de entrada al ciclón implicaría un aumento de la fuerza centrífuga y, por lo tanto, un aumento de la eficiencia; sin embargo, velocidades de entrada muy altas generan la resuspensión de material particulado de las paredes internas del ciclón, lo cual disminuye la eficiencia del ciclón; adicionalmente, aumentar la velocidad de entrada implica mayor consumo de energía.

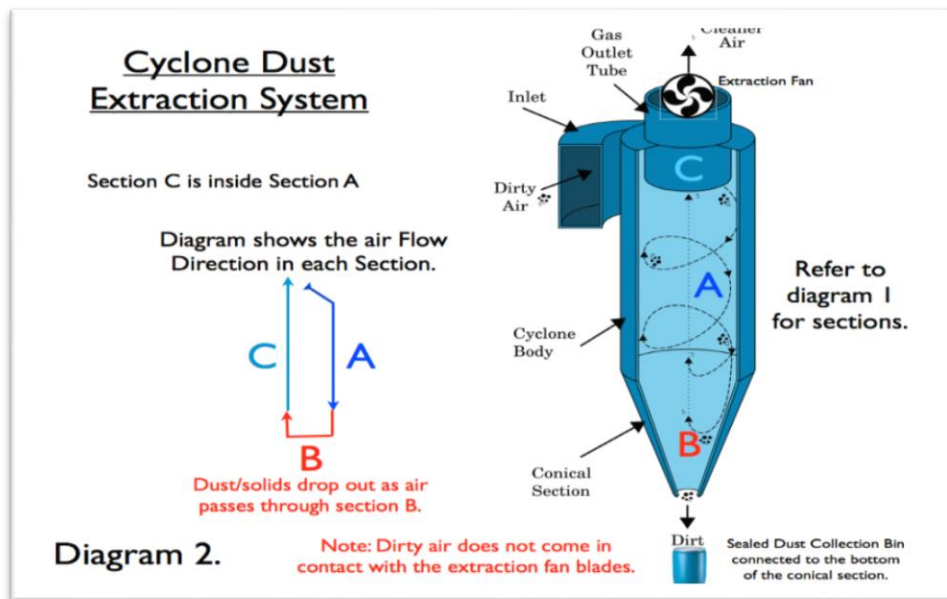


Figura 51. Filtro tipo ciclón. Adaptado http://monghaihen.blogspot.com/2016/04/blog-post_28.html

6.1.1.2.1 Ventajas. Los ciclones constituyen uno de los medios menos costosos de recolección de polvo, tanto desde el punto de vista de operación como de la inversión. Estos son básicamente construcciones simples que no cuentan con partes móviles, lo cual facilita las operaciones de mantenimiento; pueden ser hechos de una amplia gama de materiales y pueden ser diseñados para altas temperaturas (que ascienden incluso a 1000 °C) y presiones de operación.

Los ciclones presentan eficiencias mayores que la cámara de sedimentación gravitacional, y eficiencias menores que los filtros de talegas, lavadores y precipitadores electrostáticos.

6.1.1.2.2 Desventajas. Una de las desventajas de este sistema de recolección de partículas suspendidas totales relativamente bajas, particularmente para partículas menores a 10 µm. y que además no pueden manejar materiales pegajosos o aglomerante por motivos de acumulación y limpieza de las piezas internas.

6.1.1.3 Precipitadores electrostáticos (PES). Los precipitadores electrostáticos son equipos que presentan una elevada eficiencia de captación (cerca al 99%) para todo el espectro de tamaño de partículas de material particulado. Sin embargo, presentan una gran sensibilidad a variables eléctricas, como son el voltaje y la frecuencia de suministro de electricidad.

Los precipitadores electrostáticos (PES) capturan las partículas sólidas (MP) en un flujo de gas por medio de electricidad. El PES carga de electricidad a las partículas para luego atraerlas a placas metálicas con cargas opuestas ubicadas en el precipitador. Las partículas se retiran de las placas mediante "golpes secos" y se recolectan en una tolva ubicada en la parte inferior de la unidad.

Los PES continúan siendo dispositivos excelentes para el control de muchas emisiones de partículas industriales, incluyendo el humo de instalaciones de generación eléctrica (alimentados

por carbón o petróleo), recolección de torta salina de los calentadores de licor negro en las plantas de pulpa de celulosa y recolección del catalizador de las unidades de conversión catalítica de lecho en las refinerías por nombrar algunos. Estos dispositivos tratan volúmenes del gas de varios cientos de miles de ACFM (pies cúbicos por minuto actuales, por sus siglas en inglés) a 2.5 millones de ACFM en las aplicaciones de caldera más grandes (alimentadas por carbón).

La placa paralela original - el diseño cargado del alambre (descrito arriba) ha evolucionado a medida que nuevos diseños del electrodo de descarga más eficientes (y robustos) han sido desarrollados. Hoy en día estos desarrollos se han concentrado en electrodos de descarga rígida a los que se adhieren muchas púas puntiagudas, maximizando la producción de la corona. Los sistemas de transformación - rectificación aplican voltajes de 50-100 kilovoltios en las densidades relativamente de gran intensidad. Los controles modernos reducen al mínimo el chisporroteo y previenen la formación de arcos, evitando daño a los componentes. Los sistemas automáticos de golpeo y los sistemas de la evacuación de la tolva quitan la materia de partículas recogida mientras que están en línea, permitiendo que PES permanezca en funcionamiento por años a la vez.

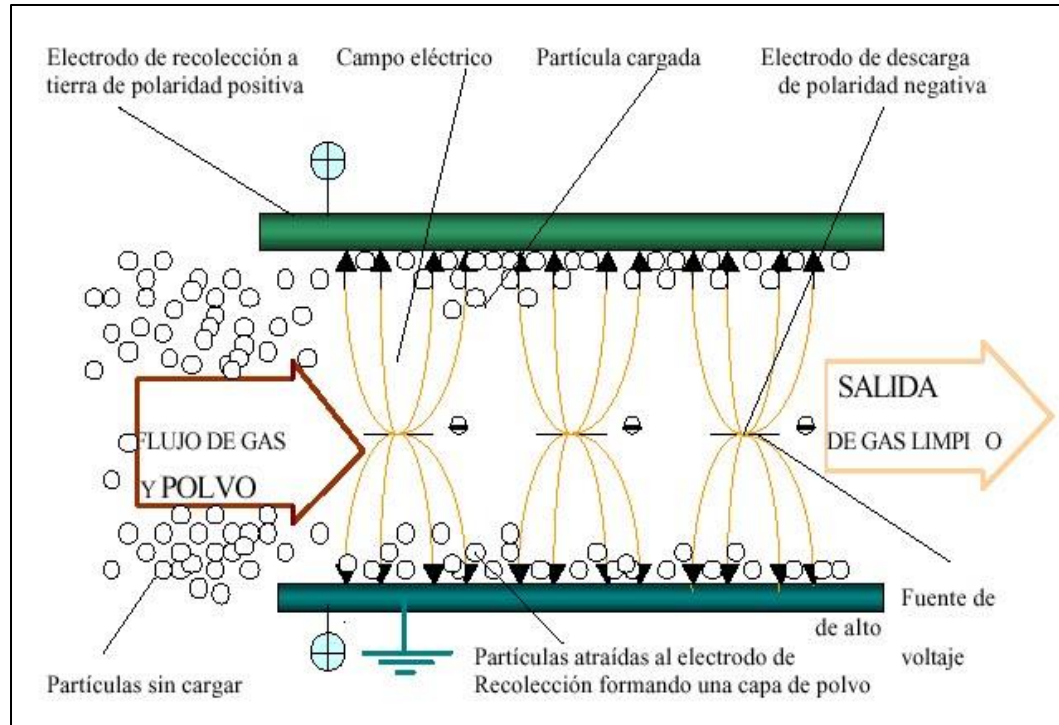


Figura 52. Precipitador electrostático. Adaptado de

<http://danielfisica3ur.blogspot.com/2010/07/precipitador-electrostatico.html>

6.1.1.3.1 Ventajas

- Bajo requerimiento de personal para su manejo.
- Eficiencia de recolección muy alta para partículas gruesas y finas, con un gasto relativamente bajo de energía.
- Recolección de partículas en seco.
- Baja caída de presión (<0.5 in en agua)
- Diseñados para operación continua con mínimos requerimientos de mantenimiento.
- Costos de operación relativamente bajos
- Capacidad de operar a altas temperaturas

6.1.1.3.2 Desventajas

- Alto consumo de energía eléctrica
- Alto costo de capital
- Ciertas partículas son difíciles de captar debido a características de resistividad relativamente altas o bajas
- Se requieren grandes espacios para su instalación
- Riesgo de explosión al captar partículas o gases combustibles
- Para el mantenimiento se requiere personal altamente capacitado

Nota: Para la selección de la mejor alternativa para el extractor de polvo, se hará énfasis en el capítulo 7, en la propuesta económica donde se presentará la manera cómo se tomó dicha decisión.

6.1.2 Implementación de elementos de protección personal. La implementación de mascarillas también es una recomendación importante a tener en cuenta a continuación se describen sus especificaciones y el tiempo de cambio.


	<p style="text-align: center;">N95</p> <p>Descripción: Respirador libre mantenimiento, para protección contra polvo y neblinas, con válvula de exhalación.</p> <p>Composición Fabricado en fibras de polipropileno</p> <p>Especificaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permite una eficiencia en filtración mayor a 95 %. • Baja caída de presión, que significa baja resistencia al paso del aire, facilita la respiración y la comunicación a través del filtro. • Laminilla metálica en forma de M, para la nariz, permite un ajuste seguro y fácil. • Las bandas en material elastomérico resistentes y duraderas, son apropiadas para ambientes calurosos. • Libre mantenimiento, elimina las tareas de limpieza y cambio de partes. • Aprobado para material particulado Norma 42 CFR 84 NIOSH (N95). <p>Usos y Aplicaciones: Procesos de minería, fundición de metales, industria química, procesos de producción de papel, cementeras, petroquímica y muchos otros procesos que involucren calor y material particulado. También en ambiente con neblinas que no generen vapores peligrosos.</p>
---	---

Figura 53. Descripción de la mascarilla. Tomado de <http://picweb.es/wp-content/uploads/2016/05/3M-Cat%C3%A1logo-Mascaras-y-Filtros-para-Particulas.pdf>

Para el tiempo de remplazo de la mascarilla se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

Se dice que en un minuto (1) un ser humano consume en promedio **21 litros de aire**, entonces para un tiempo de 8 horas laborales (1jornada) se consumiría un total de **10.080 litros** de aire por persona, o lo que es igual **10,08m³ de aire**.

Este tipo de mascarillas están diseñadas para captar un determinado nivel de material particulado, en este caso es hasta de **200 mg**.

Sabiendo esto se hace necesario determinar la periodicidad con la que se deben cambiar las mascarillas.

De acuerdo a las muestras tomadas para material particulado, se ha tomado un promedio de las muestras para tener más exactitud en la determinación de este valor.

Muestra	1	2	3	4	5	6	7	PROM
Concentración mg/m ³	2,1012	1,7406	2,1752	2,1429	1,8208	2,0779	2,08	2,0198

Figura 54. Promedio de la muestra de la concentración de material particulado.

Para un promedio de **2,0198 mg/m³** de concentración de material particulado y un aproximado de **10,08m³** de aire consumido en 8 horas (1 jornada), se tiene que diariamente la mascarilla captura un total de **20,539 mg/jornada**.

Para estas mascarillas que están diseñadas para capturar hasta **200 mg** de material particulado, se tendría que hacer cambio cada **9,71 días** o lo ideal cada 9 días.

6.2 Propuesta técnica para contrarrestar los niveles de riesgo por estrés térmico.

A la hora de tomar medidas de control para mitigar los riesgos presentes se presentan diversos tipos de soluciones. Para ello en la OHSAS 18001 norma para el SGSST diseño una jerarquía para el control de riesgos van desde la eliminación total del riesgo o la implementación de elementos de protección personal.



Figura 55. Jerarquía de control de riesgo. Adaptado de la OSHAS 18001 <https://www.nueva-iso-45001.com/2015/11/control-riesgo-ohsas-18001-norma-sgst/>.

- **Eliminación:** se modifica el diseño para eliminar el peligro; por ejemplo, la introducción de dispositivos de elevación mecánica para eliminar el peligro de la manipulación manual.
- **Sustitución:** se deben sustituir los materiales peligrosos por materiales menos peligrosos o reducir la energía del sistema.
- **Los controles de ingeniería:** se deben instalar sistemas de ventilación, protección de máquinas, enclavamientos, aislamiento de sonidos, etc.
- **Señalar, advertir y controles administrativos:** las **señales de seguridad**, la señalización de zonas peligrosas, señales luminiscentes, maracas de pasarelas peatonales, advertir las sirenas, las

alarmas, procedimientos de seguridad, inspecciones de equipos, control de acceso, etiquetado, permisos de trabajo, etc.

- **Equipo de protección personal:** gafas de seguridad, protección auditiva, protectores para la cara, arnés de seguridad, guantes, etc.

Para tratar el riesgo por exposición a estrés térmico se ha decidido dado las condiciones y necesidades de la empresa los siguientes controles:

6.2.1 Implementación de un régimen de trabajo- descanso. Este régimen varía de acuerdo a la actividad que se realice y a la jornada de trabajo, sin que estos lapsos de descanso afecten la productividad de la empresa ni tampoco la salud y bienestar de los colaboradores.

Mediante la siguiente ecuación se obtendrá el tiempo que el trabajador deberá descansar por cada hora de trabajo realizado.

$$ft: \frac{(A - B)}{(C - D) + (A - B)} * 60 \left(\frac{\text{Minutos}}{\text{hora}} \right)$$

Donde:

- **Ft:** Fracción de tiempo de trabajo respecto al total (minutos a trabajar por cada hora)
- **A:** WBGT limite en el descanso.
- **B:** WBGT en la zona de descanso.
- **C:** WBGT en la zona de trabajo.
- **D:** WBGT limite en el trabajo.

Aquí se parte de que los colaboradores descansan en un lugar un poco más fresco donde se presenta un WBGT de 28.3°C.

Ahora bien, es importante determinar el WBGT límite y para este caso se tienen tablas que lo determinan de acuerdo al consumo metabólico encontrado, de aquí se afirma que los colaboradores se encuentran aclimatados y que la velocidad del viento es diferente de 0.

CONSUMO METABÓLICO Kcal/h	WBGT LIMITE °C			
	PERSONA ACLIMATADA		PERSONA NO ACLIMATADA	
	V=0	V≠0	V=0	V≠0
<= 100	33	33	32	32
100-200	30	30	29	29
200-310	28	28	26	26
323,11 → 310-400	25	26	22	23
>400	23	25	18	20

Figura 56. WBGT limite °C de acuerdo al consumo metabólico encontrado en la muestra- Adaptado ISO 7243.

Entonces se tiene:

A=33

B=13.7

C=36.4

D=26

$$ft = \frac{(33 - 13.7)}{(36.4 - 26) + (33 - 13.7)}$$

$$ft = 0.639 * 60 \frac{min}{h}$$

ft = 38.34 min.

Dado que, por cada hora de trabajo realizada el trabajador debe descansar **26.21 minutos**. Esto en 8 horas laborales al día sumaría un total de **209.68 minutos** por persona. Este tiempo se puede compensar elaborando mallas de trabajo donde la actividad no se vea afectada.

6.2.2 Régimen de hidratación. En segundo lugar, se plantea un régimen de hidratación para ello se presenta a continuación un breve marco teórico donde se hace énfasis en el tema.

La deshidratación durante la realización de actividad física con calor causa una disminución del rendimiento mayor a la observada al realizar una actividad similar en condiciones más frías. Una diferencia que en gran parte se debe a una mayor presión cardiovascular y termorreguladora asociada con la exposición a calor. Se ha demostrado que la actividad física continua y prolongada con exposición a calor, reduce el rendimiento con niveles de deshidratación iguales o mayores al 2% de la masa corporal. Trabajos como soldadura, fundición, minería, así como la operación de hornos y calderas, exponen a los trabajadores a entornos calurosos y trabajo físico que puede deteriorar su salud con el transcurrir del tiempo.

La hidratación se constituye en un factor fundamental de intervención en aquellos puestos de trabajo donde no es posible asegurar la extracción del calor y por ende mejorar el micro clima de trabajo. Cuando se protege el estado de hidratación mediante una ingesta apropiada de líquidos durante la actividad física, la tolerancia al calor y el rendimiento mejoran.

Durante la actividad física y la exposición a calor la deshidratación es común porque la ingesta de líquidos es inferior a la pérdida de los mismos por sudoración traduciéndose en efectos negativos sobre la función fisiológica y el rendimiento físico.



Figura 57. Importancia de una correcta hidratación. Adaptado de www.argentinaextrema.com/note/entrenamiento-rendimiento-fisico-e-hidratacion-es-61.php

El hombre es un organismo que regula su temperatura corporal a través de la sangre manteniéndola entre 35,8 a 37,3 grados Celsius. El aumento excesivo de temperatura ambiental acompañado de actividad física, lo somete a una prueba de su capacidad para regularse. La producción de calor durante la actividad física aumenta de 15 a 20 veces en comparación con el reposo y aumenta la temperatura corporal en 1 grado cada 5 minutos si no hay regulación.

A medida que aumentan la temperatura y la humedad la transferencia de calor al ambiente es menos eficiente. En condiciones de calor y sequedad, la evaporación del sudor puede eliminar hasta el 98% del calor, sin embargo, cualquier factor que limite la capacidad del cuerpo para el proceso de evaporación por sudoración tales como alta humedad, deshidratación o ropas que impidan el contacto de la piel con el aire, tienen un efecto profundo sobre la función fisiológica y generan el riesgo de presentar enfermedad por calor durante las actividades físicas.

Cuando la acumulación de calor en el organismo supera la capacidad de disipación de este, se pierde la homeostasis y aparece la hipertermia que tiene varias clases: edema, calambres, agotamiento, síncope por calor y golpe de calor.

6.2.2.1 Protocolo de hidratación. El **agua** es el componente más abundante en el organismo humano, es esencial para la vida. El agua es un nutriente sin calorías necesario para que el organismo se mantenga correctamente estructurado y en perfecto estado de funcionamiento. Tan solo la pérdida del 10% del agua corporal supone un grave riesgo para la salud. Para ello se recomienda que esta sea suministrada de la siguiente manera:

Antes de comenzar la labor: Se recomienda a los trabajadores una ingesta de unos 300 a 600 mililitros de agua una o dos horas antes de comenzar la labor.

Durante la Labor: Deben empezar a beber pronto y a intervalos regulares con el fin de consumir los líquidos a un ritmo que permita reponer el agua y los electrolitos perdidos por la sudoración y así mantener los niveles de glucosa en sangre. Alcanzar un equilibrio hídrico no siempre es posible porque la cantidad de sudor excretado puede superar la máxima capacidad de vaciamiento gástrico. Se recomienda una ingesta de unos 1500-2500 ml de agua durante la labor; a través de tomas fraccionada cada hora o cuando la humedad relativa del aire baje con relación a temperatura ambiente.

Después de la labor: La reposición de líquidos después de la labor es fundamental para la adecuada recuperación del trabajo y debe iniciarse tan pronto sea posible. Se recomienda una ingesta de 300-600 mililitros después de una hora de haber terminado la labor.

6.2.2.1.1 Sales de rehidratación oral. De igual forma, al menos durante 1 día a la semana (preferiblemente en mitad de semana) se realizará el suministro de **sales de rehidratación oral** en

presentación de sobre para mezclar con bebidas hidratantes en diluciones subclínicas, es decir, $\frac{1}{4}$ de sobre por cada 600 mililitros de bebida.

Componente	Concentración (mmol/L)
Glucosa	125
Sodio	45
Potasio	40
Cloruro	70
Citrato	7
Magnesio	3
Zinc	0.3
Cobre	0.045

Figura 58. Composición de las sales de rehidratación oral. Adaptado de www.slideshare.net/margierodas15/sales-de-rehidratacion-oral-clase-tera

6.2.2.1.2 Pausas Laborales. Uno de los mecanismos mayormente utilizados a nivel global para la intervención del riesgo por exposición a altas temperaturas es la realización de descansos térmicos durante la jornada laboral por cada hora de trabajo. En este sentido **Ladrillos Keramos** se asegurará de la aplicación de un régimen trabajo – descanso durante la jornada laboral de manera que se minimice el tiempo de exposición al factor de riesgo y por ende la dosis recibida. Vale aclarar que descanso térmico significa realizar otra actividad que tenga menos exigencia física y sea ejecutada en un área menos calurosa que la zona de trabajo. Se determinará por cada hora de trabajo el tiempo que el colaborador deberá descansar.

6.2.2.1.3 Capacitación al personal. Dentro del plan anual de capacitación del que dispone Ladrillos Keramos de acuerdo a lo exigido por el artículo 2.2.4.6.12 del Decreto 1072 de 2015, se incluirán actividades de formación a la población objetivo del presente SVE dentro de las cuales como mínimo se incluirán:

- Naturaleza del calor y sus efectos sobre la salud

- Beneficios de la hidratación
- Efectos negativos del consumo de alcohol, drogas e inadecuada alimentación asociados con la exposición a calor.

6.2.3 Dotación de EPP's. La implementación de dotación debe estar ligada a la naturaleza de las actividades realizadas por el trabajador y al medio ambiente en el cual se desarrollan esas actividades, ya que cada tarea requiere elementos especializados.

Fuente legal: Código sustantivo del trabajo, artículos 230, 232, 233 y 234. Decreto 686 de 1970, artículo 70.

Por ejemplo, para el riesgo por exposición a estrés térmico el trabajador debe contar con:

- Overol
- Cofia
- Casco
- Botas punta de acero

En este caso la empresa debe garantizar la entrega de los mismos y debe ser entregada cada 3 a 4 meses dependiendo el desgaste, de igual forma el trabajador está obligado a utilizar la dotación que se le suministre.



Figura 59. De izquierda a derecha casco, overol y cofia recomendados para uso dentro del horno. Adaptado de [https://www.vestuarielx.com/epis/cascos-de-seguridad/casco-de-obra-blanco-con-ruleta](https://www.vestuarielx.com/epis/cascos-de-seguridad/casco-de-obra-blanco-con-ruleta;); www.amazon.co.uk/RVCA-Neutral-Jumpsuit-Utility-Coveralls/dp/B06XG63DPD; <http://www.directindustry.com/pt/prod/evermatic-oy/product-111895-1050189.html>

6.3 Propuestas para contrarrestar los niveles de riesgo que produce el monóxido de carbono.

De acuerdo a las muestras obtenida, se obtuvo que el nivel de monóxido de carbono presente fue de 26,68 ppm.

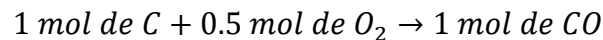
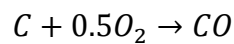
Para mitigar los niveles considerables de este gas resulta eficiente atacar desde la fuente que lo produce, para ello nos valdremos de la inyección de aire caliente para convertir el CO en CO₂ y así de esta manera disminuir los niveles presentes. De la misma forma no se puede olvidar el uso de EPP y la instalación de sensores que puedan ayudar a detectar en tiempo real que niveles se encuentran presentes en las áreas de cocción y secado.

Entonces definiendo

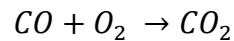
La oxidación del carbono que conlleva a la producción de CO y consecuentemente a la de CO₂ se puede describir en una ecuación química que consta de dos parte, la primera representa la fase

1 de oxidación en la cual se genera CO y posteriormente la fase 2 en la cual se genera el producto final CO₂, la presencia de CO en el aire es indicativo, que la reacción de oxidación del carbono no es completa indicando una falencia de elementos en alguna de las dos fases, y dado que el CO se genera en la fase 1, se procedió a realizar los cálculos de ejemplo partiendo de lo anterior mencionado.

Fase 1

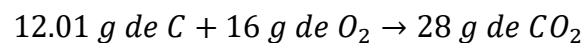


Fase 2



$$1 \text{ mol de } C * 12.01 \frac{g}{mol} = 12.01 \frac{g}{mol} \text{ de } C$$

$$0.5 \text{ mol de } O_2 * 32 \frac{g}{mol} = 16g \text{ de } O_2$$



Ahora se parte del **siguiente supuesto que en 10.000µg/m³ =8.7 ppm**

De acuerdo al promedio de las muestras realizadas se tiene que se producen 26.67 ppm de CO = 30.665 µg/m³=0.0307 g/m³

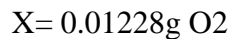
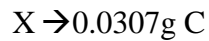
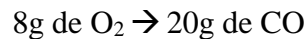
Por cada metro cubico de aire existen 0.0307 g de CO, la densidad del aire es aproximadamente a condiciones estándar de 1.205 Kg/m³

Si 1m³ de aire contiene de aire contiene 0.0307g de CO y 1m³de aire son 1.205Kg.

Entonces suponiendo que el carbón utilizado en la quema contiene un 80% de carbono y se utiliza un total de 18 toneladas de carbón en dos días (dato suministrado por Gerente de la empresa), se tendrían entonces 14.4 toneladas de carbono que serían $14.400 \times 10^3 \text{g}$ de C.

Tomando la reacción del CO planteada inicialmente se tiene:

Ahora bien, sabiendo que:



Donde a X indica la cantidad de O₂ necesarios para reaccionar con el C disuelto en el aire (0.0307gC) Producidos en la reacción normal.

En 2 días se consumen aproximadamente $19.184 \times 10^6 \text{g}$ de O₂ $\cdot 1 \text{m}^3 / 250\text{g}$ de O₂ entonces se obtiene un total de 76.736m^3 de O₂.

$$0,01228\text{g/m}^3 \text{ de O}_2 \cdot 76736\text{m}^3 \text{ de O}_2 = 94.2318\text{g de O}_2 = 0,94231 \text{ Kg de O}_2$$

$$\text{Si } 0,94231 \text{ Kg de O}_2 \rightarrow 21\%$$

$$X \rightarrow 100\%$$

$$X = 3.2493 \text{ kg de aire}$$

$$3.2493 \text{ kg} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1,205 \text{ kg}} = 2.6965 \text{ m}^3 \text{ de aire adicional para 2 días de trabajo.}$$

$$2.6965 \text{ m}^3 * \frac{2 \text{ dias}}{48 \text{ horas}} = 0.112354 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$0.112354 \text{ m}^3 / \text{h} * \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} * \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = 1.87 \text{ L} / \text{min}$$

Al tener determinado el aire necesario para convertir el monóxido de carbono en dióxido de carbono, ahora hay que establecer el equipo o equipos que pueden realizar dicho proceso. Para esto se ha determinado la implementación de una bomba de inyección de aire la cual suministrará el oxígeno que convertirá el monóxido de carbono (CO) en dióxido de carbono (CO₂).

Equipos centrífugos de simple aspiración. Estos equipos que brindan considerables prestaciones de caudal presión, con bajo consumo de energía y nivel sonoro bajo, ideales para la inyección o extracción de aire en aplicaciones comerciales e industriales. El desempeño del rodete, minimiza las pérdidas innecesarias de energía dando como resultado un sistema con altos niveles de eficiencia.

Su diseño, fabricación y verificación avalan una larga vida útil de operación, con muy bajo mantenimiento. Contando además con gran versatilidad en arreglos, posiciones de descarga y disponibilidad completa en la serie de accesorios para fijación, montaje y adecuada operación del equipo en cada aplicación. (Apéndice D).

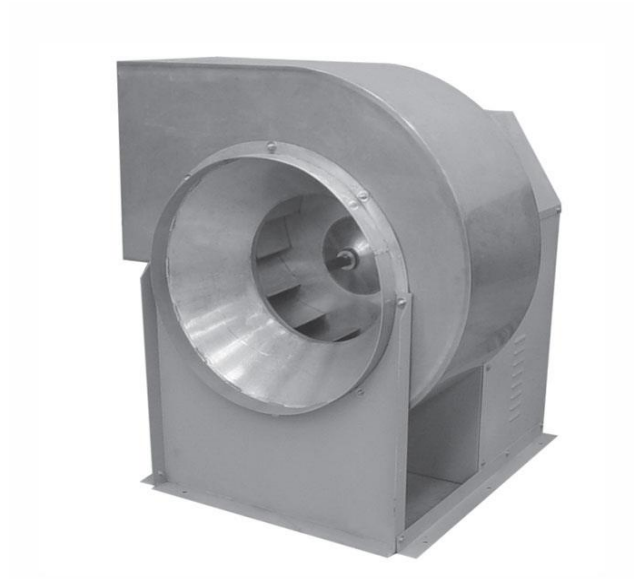


Figura 60. Bomba centrífuga de inyección de aire. Adaptado de <http://www.sumyteck.com/extractores-centrifugos.html>

7. Propuesta económica

7.1 Propuesta económica para Material particulado.

A continuación, se presenta la selección de una de las propuestas anteriormente mencionadas en el capítulo 6.1. Estos fueron los pasos a seguir y los lineamientos que se tomaron en cuenta.

7.1.1 Reunión con la gerencia. Para la selección las diferentes alternativas que se pueden presentar se realizaron reuniones con la gerencia esto con el fin de conocer las diferentes opiniones que tienen respecto a las posibles soluciones presentadas en cuanto a material particulado. En este caso se eligieron dos (2) trabajadores de la planta, y dos (2) de la gerencia.

7.1.2 Criterios para elegir alternativas. Se tiene en cuenta el conocimiento del personal que aquí labora, y la labor que desempeña para definir los siguientes criterios.

- **GARANTIA:** En este criterio el proveedor determina si se hará cargo o no de las reparaciones de los productos en caso de que estos fallen. Y en caso dado asegurar la reparación tal que el producto funciones de manera óptima.
- **COSTO DE INVERSION:** Los costos de inversión, llamados también costos pre-operativos, corresponden a aquellos que se incurren en la adquisición de los activos necesarios para poner el proyecto en funcionamiento. Para decirlo de una forma sencilla son todos aquellos costos que se dan desde la concepción de la idea que da origen al proyecto hasta poco antes de la producción del primer producto o servicio.
- **ESPACIO REQUERIDO:** Para esto caso se parte del hecho que hacer una reubicación en la planta sería demasiado costoso y por ende el espacio para la instalación de una maquina más estaría ceñido al espacio disponible en el área de triturado.
- **MANTENIMIENTO:** este es un factor importante pues después de la instalación y posterior uso vendrán consigo cierto tipo de mantenimientos de tipo predictivos y preventivos que tendrán un tiempo y costo dependiendo de la alternativa seleccionada.
- **FORMA DE FINANCIAMIENTO:** Aquí se da lugar a que el proveedor permita a la empresa financiar la compra del equipo pactando cuotas las cuales estarían ligadas o no a cobro de intereses.

7.1.3 Factor de ponderación. Aquí cada uno de los cuatro colaboradores (4) dio un puntaje a cada criterio. Estos se puntúan de manera que cada trabajador distribuya un 100% entre los 5 factores mencionados anteriormente.

CRITERIO	T1	T2	T3	T4	FACTOR DE PONDERACIÓN
Costo de inversión	25	30	40	35	32,5
Espacio requerido	13	10	16	15	13,5
Mantenimiento	17	15	12	17	15,25
Garantía	25	25	20	28	24,5
Financiamiento	20	20	12	5	14,25
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Figura 61. Factores de ponderación.

Entonces de acuerdo a las evaluaciones de cada trabajador se obtuvo que el criterio más relevante es costo de la inversión seguido de la garantía y el mantenimiento.

7.1.4 Evaluación de los criterios. Aquí también se dio un valor a cada uno de los criterios, dándoles puntuación de 1-5 cada uno, siendo 5 la mejor alternativa. Todo esto se realizó con el fin de que se tomara una decisión más objetiva y clara. Entonces se buscó la manera de dar a conocer que sería lo mejor de cada uno de estos criterios y lo no tan aceptable para la empresa de acuerdo a las características requeridas.

	5	4	3	2	1
Costo inicial	Hasta \$50.0000.000	Hasta \$75.000.000	Hasta \$95.000.000	Hasta \$120.000.000	Más de \$120.000.000
Espacio requerido	Adaptabilidad del equipo según el espacio por parte del proveedor que realice la instalación al 100%	Adaptabilidad del equipo según el espacio por parte del proveedor que realice la instalación al 70%	Adaptabilidad del equipo según el espacio por parte del proveedor que realice la instalación al 40%	Adaptabilidad del equipo según el espacio por parte del proveedor al 20%	Necesidad de grandes espacios y modificación de la estructura
Garantía	Mayor a 10 años	8 años	5 años	2 años	1 año o menos
Mantenimiento	Quincenal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
Financiamiento	Costo inicial pactada y cuotas diferidas a término fijo	plazo hasta 72 meses	plazo hasta 36 meses	plazo de 48 meses	De contado

Figura 62. Evaluación de los criterios

7.1.5 Selección de alternativa.

A continuación, se listan las tres posibles alternativas para la implementación de un extractor de material particulado.

ALTERNATIVA A	Filtro de mangas
ALTERNATIVA B	Filtros tipo Ciclón
ALTERNATIVA C	Precipitadores electrostáticos

Figura 63. Alternativas propuestas

CRITERIOS	%	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C	
		EVAL.	POND.	EVAL.	POND.	EVAL.	POND.
Costo de la inversion	32,5	5	1,625	4	1,3	4	1,3
Espacio requerido	13,5	4	0,54	3	0,405	1	0,135
Mantenimiento	15,25	5	0,7625	5	0,7625	5	0,7625
Garantía	24,5	5	1,225	3	0,735	3	0,735
Financiamiento	14,25	4	0,57	2	0,285	3	0,4275
TOTAL	100%	23	4,7225	17	3,4875	16	3,36

Figura 534. Selección de alternativas.

El resultado final para la calificación de alternativas arroja como la mejor opción la instalación de un **filtro de mangas** para mitigar la producción de material particulado

7.1.6 Costo de las propuestas realizadas en cuanto a material particulado. El filtro de mangas fue el elegido por la empresa de acuerdo a diversos factores que se tuvieron en cuenta para su selección.

A continuación, se presenta el respectivo costo de este filtro.

PROPUESTA	VALOR
Filtro de mangas DONALSON COLOMBIA	\$62.390.000

Figura 65. Costo del filtro de mangas seleccionado

También se han añadido algunos costos durante un tiempo estimado de 1 año.

Tabla 2. Costos asociados a la implementación de la propuesta para material particulado.

COSTO ASOCIADO	VALOR	VALOR ANUAL
Consumo Eléctrico	\$541 (kWh) * 8horas al día *25 días al mes *12 meses	\$1.298.400
Mantenimiento trimestral	\$120.000	\$360.000
Cambio de filtros posteriores mensual	\$75.000	\$900.000
Cambio de mangas mensual	\$52.777	\$633.324
TOTAL		\$3.191.724

Este costo es de implementación y mantenimiento durante un año equivaldrían aproximadamente a un valor de \$65.581.724. Para este costeo solo se tuvo en cuenta costo de la máquina y costos indirectos a la implementación de la misma.

7.1.7. Costeo de elementos de protección personal- EPP. En el numeral 6.1.2 se realizó la recomendación de la implementación de elementos de protección personal aceptado por NIOSH para la exposición a material particulado.

Referencia Mascara	N95
Presentación	CAJA X 20 UNIDADES
Tiempo de replazo	9 días - 3 Cambios mensuales
Valor de la caja	\$ 121.211
Numero de empleados	13
Costo mensual	\$ 242.422
Costo Total Anual	\$ 2.909.064

Figura 66. Propuestas para implementación de EPP.

7.2 Propuesta económica para exposición a estrés térmico

7.2.1 Costo de régimen de hidratación. Para el régimen de hidratación se ha sugerido lo siguiente. En promedio al día el colaborador debe ingerir un mínimo de **3000 ml de agua** al día suministrados antes, durante y después de las actividades realizadas. Entonces para ello se ha decidido para los cálculos estimar que un colaborador consume a la semana un botellón de agua en presentación por 20 litros.

HIDRATACIÓN CON AGUA	
Agua	BOTELLON X 20 LITROS
Consumo diario minimo por persona	3 litros
Duracion de 1 botellon para 1 persona	6 días aprox.
Valor del botellon	\$ 5.200
Costo mensual por persona	\$ 20.800
Numero de colaboradores	15
COSTO TOTAL MENSUAL	\$ 312.000
COSTO TOTAL ANUAL	\$ 3.744.000

Figura 67. Régimen de hidratación para el personal.

Ahora para que los trabajadores expuestos a estrés térmico. Con una papeleta de suero se pueden preparar **3 litros**, esto para que 1 colaborador, para esta área se tiene que hay un total de quince **(15) colaboradores**. Y que esto se realizara 1 vez a la semana.

Numero de trabajadores	15
Costo de papeleta de suero	\$ 833
Cantidad de papeletas de suero	15
COSTO TOTAL MENSUAL	\$ 12.495
COSTO TOTAL ANUAL	\$ 149.940

Figura 54. Hidratación con suero para personal del área de cocción.

Entonces se tiene que el costo anual de esta propuesta es de \$3.893.940.

7.2.2 Elementos de protección personal- Dotación. Aquí se presentan los costos de la dotación recomendada para los colaboradores del área de cocción.

	VALOR
Casco ANSI Z891.2014	\$ 53.550
Cofia	\$ 25.000
Overol	\$ 45.000
Botas punta de acero	\$ 70.000
TOTAL POR PERSONA	\$ 193.550
COSTO TOTAL AL AÑO POR PERSONA	\$ 580.650
COSTO AL AÑO PARA LOS COLABORADORES DEL AREA(15)	\$ 8.709.750

Figura 69. Dotación para colaborador del área de cocción.

7.3 Propuesta económica para exposición a monóxido de carbono (CO).

7.3.1 Adición de aire al proceso de quema. Dado que la quema del carbón comprende un proceso de combustión cuando se pone en contacto con el O₂ y a una temperatura tal que el carbono se convierta en carbono fijo y volátil y así se consiga un buen contacto entre ambos. Es necesario tener en cuenta la velocidad de suministro, la cantidad y calidad del aire, distribución del aire y el exceso del mismo.

Para poder mitigar la emisión de monóxido de carbono es necesario llevar a cabo una combustión más completa en la quema y generar en vez de CO, producir monóxido de carbono. Entonces en la sección 6.3 se mencionó la implementación de un ventilador centrifugo para suministrar el aire faltante, el aire proviene del horno y se dirige al área de secado, en la empresa actualmente se cuenta con uno, pero por motivos de daño total en uno de los ventiladores.

Por ello se ha dado como opción la compra de un ventilador centrifugo que lleve el aire caliente proveniente de la quema al secadero, con la suficiente potencia para poder suministrar el aire faltante y así disminuir los niveles de CO.

PROPUESTA	VALOR
Ventiladores Centrifugos Álabes Atrasados CM Tipo Vent-Set	\$ 3.926.465

Figura 70. Costo de ventilador centrifugo

7.3.2 Implementación de un detector de monóxido. Para mitigar las cantidades de monóxido de carbono se han planteado dos tipos de propuestas la primera de estas está dirigida a monitorear el nivel de monóxido que se está generando; para esto se sugiere implementar un sensor o medidor de CO.

PROPUESTA	VALOR
Detector portátil para monóxido de carbono TEC-CO	\$ 547.000

Figura 71. Propuestas para emisión de monóxido de carbono.

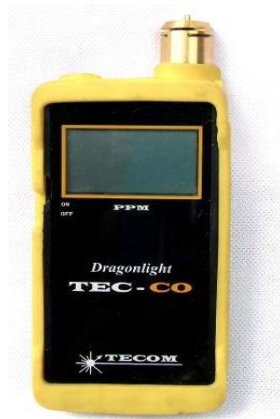


Figura 72. Detector portátil para monóxido de carbono TEC-CO. Adaptado de MCO-453024188-detector-portatil-para-monoxido-de-carbono-tec-co-_JM

Se selecciona el detector Monóxido de Carbono TEC- CO puesto que su valor comercial es asequible para la empresa, además mide desde 30 hasta 300 ppm y utiliza baterías AA. Tiene un tamaño cómodo lo cual permite que pueda ser fácil de manipular por parte del personal encargado, en este caso el supervisor. Además, se podrá llevar un registro de las emisiones que se generan en la planta.

8.Socialización con la gerencia.

Luego de reunir a la gerencia y darles a conocer los riesgos que se presentaban en la empresa y las consecuencias que estos podrían acarrear para los empleados de la empresa, se les informo acerca de las medidas que se podrían tomar para mitigarlo.

Además, se dieron las recomendaciones para el mejoramiento de la empresa tales como la documentación de todos los procesos con el fin de realizar un mejoramiento, los mantenimientos de tipo preventivo, las capacitaciones orientadas al personal del área de productiva, charlas sobre seguridad industrial y demás.

También se presentó cada una de las propuestas de medida de control para los tres tipos de riesgo que en este proyecto se trataron: lo primero la implementación de un filtro de mangas para material particulado, además de la implementación de mascarillas especializadas para este tipo de material, para las altas temperaturas se hacen recomendaciones en cuanto a plantear las mallas de turnos y tener medidas de descanso sin afectar la operación, el régimen de hidratación y la implementación de elementos de protección personal; para monóxido de carbono se plantea primero la implementación de un detector de monóxido de carbono para llevar un monitoreo de las emisiones. Y además de ello la implementación de un inyector de aire que pueda convertir el excedente de CO en dióxido de carbono.

La gerencia decide dar visto bueno a las diferentes propuestas que se presentaron dando un tiempo de 5 años para desarrollarlas en su totalidad, dando como prioridad aquellas cuya implementación se requieren con mayor urgencia tales como los elementos de protección personal, régimen de hidratación y la compra del inyector de aire para mitigar los niveles de monóxido de carbono.

9. Conclusiones

Mediante un análisis del proceso productivo de la empresa, el cual se hizo por medio de visitas a la empresa y aplicando la matriz de riesgos basada en la BS-8800, se identificó que los riesgos prioritarios de la empresa fueron Material Particulado, Estrés térmico y Monóxido de carbono.

Aplicando los métodos NIOSH 600, ISO 7243 y ACGIH para gases, se encontró que:

- El riesgo por exposición a estrés térmico es **alto**.
- El riesgo por Monóxido de Carbono CO **alto**.
- El riesgo por material particulado es **medio**.

Por lo anterior se hace necesario tomar medidas de control de carácter inmediato.

Para la exposición a Material Particulado se propuso implementar un filtro de mangas, para que atrape la mayor cantidad de polvo posible, esta propuesta tiene un costo de \$65.581.724. También se plantea como recomendación el cambio de las mascarillas actuales por unas aceptada por NIOSH, para este caso la mascarilla N95 cuyos costos anuales son de aproximadamente \$2.909.064.

Para la exposición a estrés térmico se propuso un régimen de hidratación el cual tiene un costo anual de \$3.893.940. También se sugiere un régimen trabajo descanso y dotación de elementos de dotación personal los cuales tienen un costo de \$8.709.750.

En cuanto a las altas emisiones de monóxido de carbono, se plantea la reducción considerable del nivel de CO en el aire por medio de la adición de oxígeno con la ayuda de un ventilador centrífugo el cual dará el caudal de aire suficiente respecto al ventilador que existe actualmente este tiene un costo de \$3.926.465. También se hace necesario contar con sensores para este caso se propuso uno con un valor de \$547.000.

Se presentaron las propuestas a la gerencia quienes consideran que las propuestas quienes consideran que las opciones más viables a implementar son aquellas con relación a implementación de EPP, los regímenes de hidratación y trabajo descanso, y la compra del ventilador centrifugo para mitigar la producción de CO. Las demás propuestas se dejan para desarrollarse en un periodo de entre 3 a 5 años.

10. Recomendaciones:

Llevar a cabo las mejoras propuestas en el presente trabajo con el fin de minimizar el potencial de enfermedades en los trabajadores y procurar una calidad de vida laboral óptima para todos y cada uno de ellos.

Implementación de un modelo como la norma como ISO 45001-2018 sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

Realizar planes de capacitaciones permanentes y charlas enfocadas en el uso de EPP, cuidados de la salud y mejoramientos de los procesos para los colaboradores que ellos tengan en cuenta la importancia de cada acto que se desarrolla dentro de la empresa.

Efectuar mantenimientos en la maquinaria de tipo preventivo, predictivo y correctivo en caso de ser necesario, esto con el fin de mejorar los tiempos de procesamiento, fallas irreparables en las máquinas y daños en los productos que se están procesando.

Tener un profesional exclusivo para esta área y no dejarla como una función más a la que no se le presta la atención necesaria.

Desarrollar otros proyectos de grado, esto con el fin de intervenir los demás riesgos presentes en la empresa.

Referencias Bibliográficas

AGA FANO S.A. (2012). *HOJA DE SEGURIDAD DEL MATERIAL MONOXIDO DE CARBONO*. Ecuador.

Agencia para sustancias Tóxicas y el registro de Enfermedades. (2012). *Agencia para sustancias Tóxicas y el registro de Enfermedades*. Obtenido de <https://www.atsdr.cdc.gov>

Amor, R. K. (s.f.). *Determinación del índice de estrés*. Obtenido de <http://diposit.ub.edu>

Castro, I. S. (2010). *Presipitador Electrostatico como mecanismo para capturar material particulado*. Chile: Pontificia Universidad Catolica de Chile.

Centes for Disease Control and Prevention. (s.f.). *Centes for Disease Control and Prevention*. Obtenido de <https://www.cdc.gov>

Deogracia Cornelio, U.-L. (2012). *Calor excesivo en el area de trabajo? Como prevenir enfermedades causadas por el calor en espacios cubiertos*. California .

Echeverri Londoño, C. (2006). Diseño óptimo de ciclones1. *Revista Ingenierias Universidad de Medellin*, 1.

Ehow. (s.f.). *Ehow*. Obtenido de <http://www.ehowenespanol.com>

Escuela colombiana de ingenieria Julio Garavito. (s.f.). *Escuela colombiana de ingenieria Julio Garavito*. Obtenido de <http://www.escuelaing.edu.co>

Internet Archive Wayback Machine. (septiembre de 2008). *Internet Archive Wayback Machine*.

Obtenido

de

https://web.archive.org/web/20080926161715/http://sistemas.itlp.edu.mx/tutoriales/electy magnet/tem7_1_.htm

karina Rodriguez, A. R. (2008). *Universidad de la salle*. Obtenido de <http://repository.lasalle.edu.co>

Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (s.f.). *Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial*. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co>

Ministerio de protección social. (s.f.). *Ministerio de protección social*. Obtenido de <http://fondoriesgoslaborales.gov.co>

Seguridad minera. (s.f.). *Seguridad minera*. Obtenido de <http://www.revistaseguridadminera.com>

TECOM Industria Electronica. (s.f.). *TECOM Industria Electronica*. Obtenido de <https://www.tecomelectronica.com/detectores-portatiles>

Trabajo, M. d. (2018). *Derechos fundamentales del trabajo*. Obtenido de www.mintrabajo.gov.co/web/guest/relaciones-laborales/derechos-fundamentales-del-trabajo

Universidad de los Andes. (s.f.). *Universidad de los Andes*. Obtenido de <https://uniandes.edu.co>

Useda, M. G. (s.f.). *Researchgate*. Obtenido de <https://www.researchgate.net>

Velazquez, D. (1 de julio de 2010). *Fisica 3*. Obtenido de <http://daniel-fisica3ur.blogspot.com/2010/07/precipitador-electrostatico.html>

