

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Proyecto de Investigación Previo a la Obtención del Título de Ingeniera Ambiental.

TRABAJO DE TITULACIÓN

“ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE RIESGOS LABORALES DE LA EMPRESA
MINABRADEC CIA. LTDA, DEL PARQUE INDUSTRIAL DEL CANTÓN
RIOBAMBA”

Autor(as): Macarena Mishelle Arias Espinosa.
Maritza Natali Silva Zambrano.

Tutor: Ing. Patricio Santillán MsC.

Riobamba - Ecuador
2019

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título;
“ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE RIESGOS LABORALES DE LA EMPRESA MINABRADEC CIA. LTDA, DEL PARQUE INDUSTRIAL DEL CANTÓN RIOBAMBA”

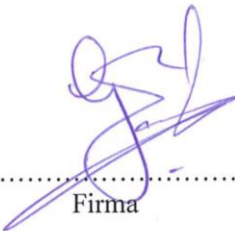
Presentado por: Macarena Mishelle Arias Espinosa y Maritza Natali Silva Zambrano.

Dirigido por: Ing. Patricio Santillán MsC.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación, se constató el cumplimiento de las observaciones realizadas y se remite el presente para uso y custodia en la biblioteca de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para constancia de lo expuesto firma:

Ing. Patricio Santillán MsC.
Tutor del Proyecto de investigación



Firma

Dra. Julia Calahorrano.
Miembro del tribunal



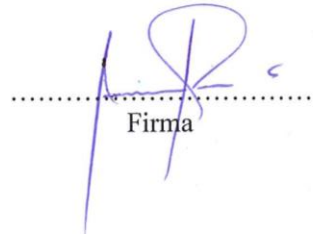
Firma

Ing. Juan Carlos Caicedo MsC.
Miembro del tribunal



Firma

Ing. Iván Ríos PhD.
Presidente del tribunal

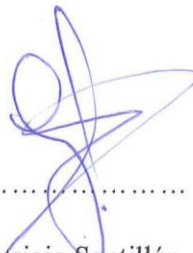


Firma

DECLARACIÓN EXPRESA DE TUTORÍA

Por la presente, certifico que el actual trabajo de investigación previo a la obtención del título de **INGENIERO AMBIENTAL**, elaborado por las señoritas **Macarena Mishelle Arias Espinosa** y **Maritza Natali Silva Zambrano** con el tema: **“ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE RIESGOS LABORALES DE LA EMPRESA MINABRADEC CIA. LTDA, DEL PARQUE INDUSTRIAL DEL CANTÓN RIOBAMBA.”**, el mismo que fue analizado y supervisado bajo mi asesoramiento permanente en calidad de Tutor y Guía, por lo que se encuentra apto para ser presentado y defendido.

Es todo lo que puedo informar en honor a la verdad.



.....
MsC. Patricio Santillán

C.C. 060278077-7

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Nosotras, Arias Espinosa Macarena Mishelle con cedula de identidad N° 172440479-1 y Silva Zambrano Maritza Natali con cedula de identidad N° 060458292- 4; hacemos constar que somos autores del presente trabajo de investigación, titulado: “ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE RIESGOS LABORALES DE LA EMPRESA MINABRADEC CIA. LTDA, DEL PARQUE INDUSTRIAL DEL CANTÓN RIOBAMBA.”, el cual constituye una elaboración dirigido por la tutor del proyecto, MsC. Patricio Santillán. En virtud de ello, manifestamos la originalidad de la conceptualización del trabajo, datos obtenidos, interpretación de resultados, y la elaboración de conclusiones, con el aporte de varios autores que se han referenciado apropiadamente en el contenido del documento.



.....
Arias Espinosa Macarena Mishelle
C.C. 172440479-1



.....
Silva Zambrano Maritza Natali
C.C. 060458292-4

AGRADECIMIENTO

Gracias Dios, me has bendecido con tanto que a veces me detengo y me siento tan feliz y tan agradecida contigo, que siempre me conecto y camino de ti, que desde que te conocí me siento tranquila y porque nunca perdí la fe, porque cuando sigo mis sueños tengo el corazón blindado.

Cuando estas abajo las únicas personas que permanecen son tu familia, a ustedes Orlando, Lourdes, Liz y Esteban por enseñarme a luchar por mis sueños, y hacer todo lo que nazca de mí corazón, y todo lo que quiero conseguirlo.

Agradezco a la Universidad Nacional de Chimborazo, especialmente a la carrera de Ingeniería Ambiental por haberme abierto las puertas y cada día enseñarme que el valor del estudio no solo es académico sino humano.

Agradezco a mis maestros y compañeros por haber sido parte de este gran proceso de vida.

Arias Espinosa Macarena Mishelle

A Dios por ser la fuente de luz, camino y la vida por darme la fortaleza, ser mi guía en el transcurso de mi vida.

Agradezco a toda mi familia, especialmente a mi madre Mónica y padre de corazón Luis por ser ese apoyo incondicional, por llenarme de motivaciones en todo el transcurso de mi carrera, a mis hermanos que me han apoyado en todo momento.

Agradezco de todo corazón a mi esposo Esteban que ha sido el apoyo y fuerza a lo largo de mi carrera universitaria, gracias por su amor y comprensión.

Agradezco a la Universidad Nacional de Chimborazo, especialmente a la carrera de Ingeniería Ambiental y a sus docentes por haberme formado y guiado brindándome una calidad de aprendizaje y valores en el transcurso de la carrera.

Agradezco a mis compañeros y amigos que estuvieron en el transcurso de la carrera, al Ing. Patricio Santillán y miembros del tribunal, quienes con paciencia y tiempo supieron guiarme en el trabajo de investigación con su gran experiencia.

Maritza Natali Silva Zambrano

DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado a mi equipo familia y a papito Dios por enseñarme a seguir mis sueños, por trabajar duro por lo que Dios colocó en mi corazón, a no rendirme justo antes de una gran bendición, y por decirme que la vida es más bacana cuando haces lo que te gusta. Mi Dios no ha sido fácil, pero te dedico todo a ti porque la pasión que pusiste en mí corazón es más grande que cualquier obstáculo, miedo, duda que crece en mi camino.

Para:

- Orlando Arias: Mi vida soy tan afortunada de tenerte porque eres el mejor amigo que tengo, me has apoyado en todo sentido, me has enseñado a luchar sin parar, a ser disciplinada, a tener un corazón blindado, a trabajar duro por lo que quiero, a ser persona día a día, a ser deportista como tú por eso y más yo te admiro y te dedico todo lo que he logrado en mi vida a vos negrito.
- Lourdes Espinosa: Morena mía usted es la mejor del universo le dedico mí esfuerzo y todo lo que he logrado en mí vida, gracias por enseñarme a tener cicatrices por valiente que la piel intacta por cobarde.
- Esteban y Liz: Les amo.

Arias Espinosa Macarena Mishelle

El presente trabajo de investigación lo dedico a Dios por ser, ese ser supremo quien me guió en todo momento.

A mi madre Mónica por estar siempre a mí lado apoyándome incondicionalmente, quien me enseñó a luchar contra las adversidades que se me presentaron a lo largo de la vida, a ser fuerte y quien confió en mí y nunca me dejó sola a pesar de cada error cometido.

A mi esposo quien ha compartido cada momento, por ser ese apoyo incondicional quien ha depositado en mi confianza.

A mi hija Kamila por ser la motivación de esfuerzo cotidiano en busca de un mejor porvenir, tu mi alegría, mi esperanza, tu mi todo.

A mis amigos y conocidos, gracias a todos por permitirme conocerlos y por sus experiencias de vida a lo largo de la carrera universitaria.

Maritza Natali Silva Zambrano.

SIGLAS Y ABREVIATURAS UTILIZADAS

EPP: Equipo de protección Personal

OIT: Organización Internacional del Trabajo

dB: Decibel

NPSeq: Niveles de Presión Sonora Equivalente

MP: Material Particulado

MPS: Material Particulado Sedimentable

MPV: Material Particulado Volátil

PM2.5: Material Particulado de 2,5 μm

PM10: Material Particulado de 10 μm

μm : micrómetro, micrón o micra

MEB: Microscopio Electrónico de Barrido

EDX: Espectroscopia de fotones rayos X dispersados

OMS: Organización Mundial de la Salud

TULSMA: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente

LMP: Límite Máximo Permisible.

$\text{mg}/\text{cm}^2/\text{mes}$: miligramos/ centímetro cuadrado/ mes.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL	ii
DECLARACIÓN EXPRESA DE TUTORÍA.....	iii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA	vi
SIGLAS Y ABREVIATURAS UTILIZADAS	vii
RESUMEN.....	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Planteamiento del Problema.....	2
1.2. Justificación.....	3
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Seguridad Industrial	5
2.2. Salud Ocupacional.....	5
2.3. Salud y trabajo.....	5
2.4. Seguridad Integral	5
2.5. Accidente de Trabajo	6

2.6. Parámetros Técnicos para la Evaluación de Factores de Riesgo.....	6
2.7. Monitoreo y Análisis.....	6
2.8. Principios de la Acción Preventiva	7
2.9. Riesgo Laboral	7
2.10. Riesgos	7
2.11. Análisis de Riesgos	8
2.12. Matriz de Valoración de Riesgos	8
2.13. Sistema de Gestión de los Riesgos.....	9
2.14. Equipo de protección personal (EPP).....	9
2.15. Afectación del Ruido al Medio Ambiente en un Área de Trabajo	9
2.16. Ruido.....	9
2.17. Efectos en la Salud al Ruido Excesivo:.....	10
2.18. Decibel (dB).....	10
2.19. Zona Industrial	10
2.20. Niveles Máximos Permisibles de Ruido	11
2.21. Afectación al Aire al Medio Ambiente en un Área de Trabajo.....	11
2.22. Contaminación del Aire	12
2.23. Material Particulado	12
2.24. Clasificación de Material Particulado	12
2.24.1. Clasificación de las Partículas Según su Fuente.	12
2.24.2. Clasificación de Partículas según su Diámetro	13
2.24.3. Material Particulado Volátil	13
2.24.4. Material Particulado Volátil MP2,5	14

2.24.5. Material Particulado Volátil PM10	14
2.24.6. Material Particulado Sedimentable	14
2.25. Estándares de Calidad del Aire para Material Particulado.....	14
CAPÍTULO III.....	16
METODOLOGÍA	16
3.1. Tipo de Investigación.....	16
3.2. Revisión Bibliográfica.....	16
3.3. Área de Estudio.....	16
3.4. Visita de Campo.....	17
3.5. Análisis y Valoración de Riesgos.....	18
3.6. Matriz de Riesgo	18
3.7. Riesgos Predominantes en el Área de Estudio	24
3.8. Procedimiento de Valoración del Riesgo	24
3.8.1. Valoración del Riesgo Físico	24
3.8.2. Valoración del Riesgo Químico	29
3.9. Metodología para Capacitación de Prevención y Mitigación de Riesgos Predominantes en el Área de Producción en la Empresa MINABRADEC CIA. LTDA.	30
CAPÍTULO IV.....	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1. Presentación de la Matriz de Riesgos Laborales	31
4.1.1. Análisis Técnico de los Riesgos Laborales que Predominan en la Empresa MINABRADEC CIA. LTDA.	32
4.1.2. Evaluación De Riesgo Físico	32
4.1.3. Evaluación De Riesgo Químico	33

6.1.1. Concentración y Análisis Descriptivo del MPS	36
6.1.2. Caracterización Química de MPS	38
6.1.3. Caracterización Morfológica.....	46
6.2. Análisis del Riesgo Químico Predominante: MPV	49
6.2.1. Concentración de MPV en el área productiva-operativa “MINABRADEC”.	52
7. Medidas de Mitigación de los Riesgos Laborales en el Área de Producción de la empresa.	55
CONCLUSIONES	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
Anexo 1: Área de la Empresa.....	64
Anexo 2: Evaluación de Riesgos Laborales	65
Anexo 3: Trabajo de Laboratorio	66
Anexo 4: Monitoreo de Ruido.....	67
Anexo 5: Monitoreo de MPV	67
Anexo 6: Monitoreo de MPS	67
Anexo 7: Trabajo de Laboratorio Microscopia	68
Anexo: 8 Capacitaciones a los Trabajadores.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Niveles Máximos de Ruido Permisibles Según Uso del Suelo (TULSMA).....	11
Tabla 2: Niveles Máximos de Ruido Permisibles Decreto Ejecutivo (2393).....	11
Tabla 3: Parámetros Establecidos por la Legislación Ecuatoriana. TULSMA	15
Tabla 4: Norma de Calidad de Aire según la OMS	15
Tabla 5: Localización de los Sitios de Monitoreo.....	17
Tabla 6: Matriz de Evaluación de Factores de Riesgo	19
Tabla 7: Nivel de Riesgo	22
Tabla 8: Mediciones de Ruido.....	25
Tabla 9: Incertidumbre estándar debido al instrumento	28
Tabla 10: Matriz de Riesgos Laborales Triple Criterio.....	31
Tabla 11: Evaluación de Riesgo Físico	32
Tabla 12: Evaluación de Riesgo Químico	33
Tabla 13: Cálculo de Ruido.....	34
Tabla 14: Cálculo de Incertidumbre	35
Tabla 15: Concentración del MPS en cada Punto de Monitoreo.	37
Tabla 16: Comparación de valores de MPS con el LMP establecidos por la OMS y el TULSMA.....	37
Tabla 17: Elementos Químicos Encontrados en cada Punto de Monitoreo	45
Tabla 18: Promedio Total de cada Elemento	45
Tabla 19: Datos de PM _{2,5} en cada Punto de Muestreo a diferente horario.....	50
Tabla 20: Datos de PM ₁₀ en cada Punto de Muestreo a diferente horario.....	51
Tabla 21: Concentraciones de MP 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), en el área productiva-operativa y su comparación con LMP de la OMS y TULSMA.....	52
Tabla 22: Concentraciones de MP 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), en el área productiva-operativa y su comparación con LMP de la OMS y TULSMA.....	54
Tabla 23: Plan de Capacitación de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Área de Estudio Delimitada de la Empresa MINABRADEC CIA. LTDA.....	17
Figura 2: Comparación de Valores de MPS con Límites Establecidos por el TULSMA y OMS	38
Figura 3: Caracterización Química de la Zona de Monitoreo Muestra 1	39
Figura 4: Caracterización Química de la Zona de Monitoreo Muestra 2	40
Figura 5: Caracterización Química de la Zona de Monitoreo Muestra 3	41
Figura 6: Caracterización Química de la Zona de Monitoreo Muestra 4	42
Figura 7: Caracterización Química de la Zona de Monitoreo Muestra 5	43
Figura 8: Caracterización Química de la Zona de Monitoreo Muestra 6	44
Figura 9: Morfología del PMS de la Muestra 1, observados a 200 x	46
Figura 10: Morfología del PMS de la Muestra 2, observados a 200 x:	47
Figura 11: Morfología del PMS de la Muestra 3, observados a 200 x	47
Figura 12: Morfología del PMS de la Muestra 4, observados a 200 x	48
Figura 13: Morfología del PMS de la Muestra 5, observados a 200x	48
Figura 14: Morfología del PMS de la Muestra 6, observados a 200x	49
Figura 15: Comparación de valores de MP _{2,5} con los LMP de la OMS y TULSMA.....	53
Figura 16: Comparación de valores de MP ₁₀ con los LMP de la OMS y TULSMA	55

RESUMEN

La empresa MINABRADEC CÍA. LTDA se encuentra ubicada en el parque industrial de la ciudad de Riobamba, donde se analizó y valoró los riesgos laborales de la empresa dedicada a la producción y distribución de material abrasivo. Se identificó el lugar de trabajo del área productiva operativa y sus diferentes procesos operador de molino, de mini cargadora, pesaje y cocido mediante la matriz de triple criterio se analiza y valora los diferentes riesgos laborales, identificando los riesgos más predominantes con nivel extremadamente dañino el riesgo físico (ruido) y el riesgo químico (polvo inorgánico). Se realizó el estudio del riesgo físico ruido con ayuda de un sonómetro marca Delta OHM 2010. Donde se estableció 4 puntos de muestreo con 3 mediciones respectivamente en el área productiva-operativa donde los resultados muestran a un nivel de exposición al ruido diario ponderado A de 92,7 dB lo que supera el Límite Máximo Permissible.

Para el estudio del riesgo químico se establecieron 6 puntos de muestreo en el área, en el cual, se evaluó la concentración de material particulado volátil de 2,5 μm y 10 μm , donde se ejecutaron con el uso del equipo DustTrak™ II durante 2 minutos en cada monitoreo, y el material particulado sedimentable se recolectó en cajas Petri mediante el método pasivo. Las respectivas mediciones del análisis se llevaron a cabo durante el periodo mayo-junio, los resultados alcanzan un promedio máximo de 106,61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y un valor mínimo de 71,44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, siendo no aceptables para un ambiente de trabajo y su normativa vigente para concentraciones de MP 2,5 y para concentraciones de MP 10 los valores alcanzan un promedio máximo de 168,33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y un valor mínimo de 87,56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, siendo no aceptable para la OMS a diferencia de la normativa de TULSMA, solo en el punto 6 no es aceptable teniendo un valor de 168,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a diferencia de los demás puntos que entran en el rango de la normativa. Con relación al material particulado sedimentable, se analizaron 6 muestras, de las cuales la concentración promedio registrada fue de 1.183 $\text{mg}/\text{cm}^2/\text{mes}$, debido a la presencia de polvo en los procesos de trituración de la materia prima superando el Límite Máximo Permissible propuesto por la Organización Mundial de la Salud y el TULSMA.

Palabras claves: Riesgos, riesgos laborales, trabajo, enfermedades, ambiente, DustTrak™ II, sonómetro, material particulado volátil, material particulado sedimentable, material abrasivo, microscopio electrónico de barrido.

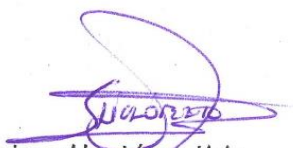
ABSTRACT

“MINABRADEC CÍA. LTDA” is an enterprise located in the Industrial Park in Riobamba, where the company's occupational hazards were analyzed and assessed; this company produces and distributes abrasive material.

The workplace and operational productive area were identified, besides its different processes such as: Mill, skid steer, weighing and cooking operator, through the triple criterion matrix the different occupational risks are analyzed and assessed, identifying the most outstanding risks with extremely harmful level physical risk (noise) and chemical risk (inorganic dust). Besides, the study of physical noise risk was carried out with the help of a Delta OHM 2010. Where four sampling points were established with three measurements respectively in the productive-operational area consequently the results show at a level of exposure to the weighted daily noise A of 95.64 dB, which exceeds the Maximum Permissible Limit.

For the study of chemical risk, 6 sampling points were established in the area, in which, the concentration of volatile particulate matter of 2.5 μm and 10 μm was evaluated, where they were executed with the use of DustTrak™ II equipment for 2 minutes at each monitoring, and the settleable particulate material was collected in Petri dishes by the passive method. The respective measurements of the analysis were carried out during the May-June period, the results reach a maximum average of 106.61 $\mu\text{g} / \text{m}^3$ and a minimum value of 71.44 $\mu\text{g} / \text{m}^3$, being not suitable for a work environment and its current regulations for concentrations of MP 2.5 and for concentrations of MP 10 the values reach a maximum average of 168.33 $\mu\text{g} / \text{m}^3$ and a minimum value of 87.56 $\mu\text{g} / \text{m}^3$, being unacceptable to WHO, unlike the TULSMA regulations, only in point 6 is it not optimal having a value of 168.3 $\mu\text{g} / \text{m}^3$, unlike the other points that fall within the range of regulations. Regarding the settleable particulate material, six samples were analyzed, in which the average concentration recorded was 1,183 $\text{mg} / \text{cm}^2 / \text{month}$, due to the presence of dust in the crushing processes of the raw material exceeding the Maximum Permissible Limit proposed by the World Health Organization and TULSMA.

Keywords: Risks, occupational hazards, work, diseases, environment, DustTrak™ II, sound level meter, volatile particulate material, settleable particulate material, abrasive material, scanning electron microscope.



Reviewed by: López, Ligia
LINGUISTIC COMPETENCES TEACHER



INTRODUCCIÓN

La empresa MINABRADEC CIA. LTDA., constituida el 27 de abril del 2010 en la ciudad de Riobamba es una empresa de producción y distribución de material abrasivo para la limpieza de materiales metálicos y entrega de material residual a boqueras. Sirve fundamentalmente al mercado petrolero, marino y en la industria en general, entregando el producto en el lugar que el cliente solicite; especialista en la generación de minerales abrasivos.

La empresa cuenta con un personal de 16 trabajadores en las áreas: administrativa, mecánica y producción, por ende, nuestro estudio se enfoca en el análisis y valoración de riesgos laborales en el área de producción con la ejecución de una metodología adecuada, para así lograr analizar los riesgos que más predominan fomentando la seguridad y salud de los trabajadores para preservar y conservar el medio ambiente.(Bibliotecas, 2017)

Estos procesos involucran el cumplimiento a cabalidad con la legislación vigente en la seguridad ocupacional, medio ambiente y salud lo que hace cumplir los principios de la política integrada participes del equipo de trabajo de la empresa. Teniendo en cuenta el número de trabajadores se ajustará a un reglamento de seguridad y salud de los trabajadores del mejoramiento del medio ambiente de trabajo”, en el Art. 14 menciona que el equipo debe realizar comités de seguridad e higiene de trabajo.

En base al diagnóstico se realiza una validación de los riesgos laborales donde se evaluará los diferentes factores de riesgo mediante un método denominado “matriz de valoración de riesgos”. Dentro del proceso se consolidará al personal medidas de mitigación para salvaguardar la integridad física y psicológica de los trabajadores de la empresa MINABRADEC CIA. LTDA.

CAPITULO I.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1. Planteamiento del Problema

En toda empresa la seguridad industrial y los riesgos laborales deben ser de vital importancia en la institución para que los operarios no cometan errores y no se vean afectados en su salud y provocando daños al medio ambiente.

Las causas principales que se dan en sus diferentes procesos conllevan a una serie de riesgos laborales a los trabajadores que se ven expuestos, ya sea por falta de elementos de protección personal o la deficiente señalética en el área de trabajo y esfuerzos en sus operaciones, lo que conlleva daños físicos, psicológicos al personal y por la falta de recursos económicos para poder solventar estos procesos.

Existen situaciones en el área de producción que a veces es imprescindible tratar de identificarlos y eliminar las causas de los accidentes; de la misma manera puede causar daños al ambiente ya sea aire, agua y suelo debido a los diferentes procesos de operación y generación de materiales abrasivos.

La falta de manuales e instructivos para la ejecución de las actividades en los diferentes procesos que realizan los operarios hacen que desconozcan las normas de trabajo para cada actividad, lo que tiene como efecto tener un riesgo en su salud.

En base a este problema estaremos salvaguardando la integridad de los trabajadores a dar la debida valoración de los diferentes riesgos laborales mediante una metodología adecuada en el área de trabajo de la empresa, previniendo las diferentes enfermedades.

1.2.Justificación

Hoy en día en este mundo empresarial globalizado, la Seguridad Industrial se presenta como un requisito de crecimiento y de prevención, porque los accidentes e incidentes son inevitables en las operaciones de los procesos y si no hay una política del sistema de gestión de la seguridad y salud conlleva a diferentes accidentes laborales.

La empresa ha ido estructurando en los últimos años un sistema de gestión en Seguridad, Salud Ocupacional y Ambiente Vigente; por esta razón la investigación es de gran interés para el bienestar de los trabajadores.

De esta manera se determinan las condiciones inseguras que están expuestos los trabajadores, analizando y valorando los posibles riesgos a presentarse.

En los procesos de producción de este material abrasivo genera gran cantidad de material particulado que afecta a la calidad del aire y por ende afectación directa al trabajador, por tal motivo no toman en cuenta el uso de los EPP ocasionando enfermedades y daños a su salud.

Es necesario un control estricto de seguridad y ambiente para enfatizar las falencias que va ocasionando este problema a largo plazo.

Por tal razón es prioridad dar los conocimientos básicos sobre prevención de riesgos laborales y el uso apropiado de los EPP mediante talleres prácticos y capacitaciones en la empresa.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar el análisis y valoración de riesgos laborales del área de producción de la empresa MINABRADEC CIA. LTDA del Parque Industrial Cantón Riobamba.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar los riesgos laborales en el área de producción de la empresa.
- Establecer medidas de mitigación de los riesgos laborales en el área de producción de la empresa.
- Difundir con los trabajadores del área de producción para el correcto uso de los equipos de protección personal.
- Validar los riesgos laborales en el área de producción luego de establecer los procesos de mitigación de riesgos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Seguridad Industrial

Es la prevención de accidentes a causa de actos o errores de las personas o de condiciones inseguras existentes en la planta o en el centro de trabajo. (Barreto, 2014)

2.2. Salud Ocupacional

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la salud ocupacional como una actividad multidisciplinaria que promueve y protege la salud de los trabajadores. Esta disciplina busca controlar los accidentes y las enfermedades mediante la reducción de las condiciones de riesgo. La salud ocupacional no se limita a cuidar las condiciones físicas del trabajador, sino que también se ocupa de la cuestión psicológica. Para los empleadores, la salud ocupacional supone un apoyo al perfeccionamiento del trabajador y al mantenimiento de su capacidad de trabajo. (Keith et al., 2013)

2.3. Salud y trabajo

La salud es el completo estado de bienestar físico, mental y social y no significa solamente la ausencia de daño o enfermedad. Para lo cual se complementa, la salud al ser un estado de tranquilidad y equilibrio físico, químico del hombre, hace que el mismo funcione a plenitud en la actividad principal que es el trabajo. (Keith et al., 2013)

2.4. Seguridad Integral

Es el conjunto de medidas de prevención y control que tienen como objetivo fundamental cuidar al hombre y a la infraestructura de un pueblo o de una nación. La seguridad integral es importante por las siguientes razones:

- Llega a todos en forma continua, tanto de día como de noche.
- Se aplica a todo lugar en donde se desenvuelve el hombre y la sociedad: en el hogar, en el comercio, lugares de diversión y/o espectáculos, etc.

- Su actividad va más allá de las medidas preventivas, es decir, se proyecta antes, durante y después de una emergencia.
- Cubre los campos de la seguridad, higiene industrial, protección interna de instalaciones, control de desastres. Prevención y control de incendios, control y vigilancia, etc. (Barreto, 2014)

2.5. Accidente de Trabajo

Según la Resolución C.D. 513 Reglamento Del Seguro General De Riesgos Del Trabajo Capítulo III Del Accidente de Trabajo menciona que es todo suceso imprevisto y repentino que sobrevenga por causa, consecuencia o con ocasión del trabajo originado por la actividad laboral relacionada con el puesto de trabajo, que ocasione en el afiliado lesión corporal o perturbación funcional, una incapacidad, o la muerte inmediata o posterior. (Instituto Ecuatoriano Social, 2016)

2.6. Parámetros Técnicos para la Evaluación de Factores de Riesgo

En el Art. 14 de la Resolución C.D. 513 Reglamento Del Seguro General De Riesgos Del Trabajo Capítulo III, los parámetros técnicos para la evaluación de factores de riesgos, se tomarán como referencia las metodologías aceptadas y reconocidas internacionalmente por la OIT; la normativa nacional; o las señaladas en instrumentos técnicos y legales de organismos internacionales de los cuales el Ecuador sea parte. (Instituto Ecuatoriano Social, 2016)

2.7. Monitoreo y Análisis

En el Art. 15 de la Resolución C.D. 513 Reglamento Del Seguro General De Riesgos Del Trabajo Capítulo III, la unidad correspondiente del Seguro General de Riesgos del Trabajo, por sí misma o a petición expresa de empleadores o trabajadores, de forma directa o a través de sus organizaciones legalmente constituidas, podrá monitorear el ambiente laboral y condiciones de trabajo. Igualmente podrá analizar sustancias tóxicas y/o sus metabolitos en fluidos biológicos de trabajadores expuestos. Estos análisis servirán para la prevención de riesgos en accidentes de trabajo y enfermedad profesional u ocupacional. (Instituto Ecuatoriano Social, 2016)

2.8. Principios de la Acción Preventiva

En el Art. 53 de la Resolución C.D. 513 Reglamento Del Seguro General De Riesgos Del Trabajo Capítulo XI, fundamenta los siguientes principios:

- a. Control de riesgos en su origen, en el medio o finalmente en el receptor.
- b. Planificación para la prevención, integrando a ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales.
- c. Identificación de peligros, medición, evaluación y control de los riesgos en los ambientes laborales.
- d. Asignación de las tareas en función de las capacidades de los trabajadores.
- e. Detección de las enfermedades profesionales u ocupacionales.
- f. Vigilancia de la salud de los trabajadores en relación a los factores de riesgo identificados. (Instituto Ecuatoriano Social, 2016)

2.9. Riesgo Laboral

Incluidos los de salud y seguridad en el trabajo, afectan la capacidad de ejecución de la organización y por ende sus resultados esperados. Como se puede apreciar, la verdadera gestión de seguridad y salud en el trabajo implica un convencimiento desde la dirección de la organización, así como la comprensión de la rentabilidad económica y social que implica la concepción de sistemas de trabajo sostenibles tanto desde el punto de vista humano como productivo”. (Cabo Salvador, 2010)

2.10. Riesgos

Lo define como el estado o situación presente en el área de trabajo que tiene el potencial de causar daños personales y/o materiales. Estos se clasifican a su vez en:

Riesgos Físicos: son aquellos que están asociados a la probabilidad de sufrir un daño corporal. (Asanza A., 2013)

Riesgos Mecánicos: es aquel que en caso de no ser controlado adecuadamente puede producir lesiones corporales tales como cortes, abrasiones, punciones, contusiones, golpes por objetos desprendidos o proyectados, atrapamientos, aplastamientos, quemaduras, etc. (Asanza A., 2013)

Riesgos Químicos: son todas las sustancias orgánicas e inorgánicas, naturales o sintéticas que pueden incorporarse al ambiente y que son capaces de afectar la salud o la vida de las personas. (Asanza A., 2013)

Riesgos Psicosociales: se originan por diferentes aspectos de las condiciones y organización del trabajo. Cuando se producen tienen una incidencia en la salud de las personas a través de mecanismos psicológicos y fisiológicos. La existencia de riesgos psicosociales en el trabajo afecta, además de a la salud de los trabajadores, al desempeño del trabajo. (Asanza A., 2013)

Riesgo Biológico: exposición en el lugar de trabajo a agentes vivos capaces de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad. Estos agentes abarcan variados microorganismos (virus, bacterias, parásitos, hongos, cultivos celulares, etc.), toxinas y alérgenos que pueden perjudicar la salud. (Cerdeja et al., 2014)

Riesgos Ergonómicos: corresponden a aquellos riesgos que se originan cuando el trabajador interactúa con su puesto de trabajo y cuando las actividades laborales presentan movimientos, posturas o acciones que pueden producir daños a su salud. (Plata, 2018)

2.11. Análisis de Riesgos

Define el análisis de riesgo es la utilización sistemática de la información disponible para identificar los peligros y estimar los riesgos a los trabajadores, comprende la identificación de riesgos que tiene como objeto principal encontrar los riesgos presentes en una planta, proceso u ocupación, este es el paso más importante en el análisis de riesgo, la valoración cuantitativa depende del grado de identificación de los riesgos y la evaluación de riesgos que comprende el proceso mediante el cual se obtiene la información necesaria para que la organización esté en condiciones de tomar una medida apropiada sobre la oportunidad de adoptar acciones preventivas y en tal caso del tipo de acciones que deben adoptarse. (Asanza A., 2013)

2.12. Matriz de Valoración de Riesgos

La Matriz de Riesgos es una herramienta de gestión que permite determinar objetivamente cuáles son los riesgos relevantes para la seguridad y salud de los trabajadores que enfrenta

una organización. Su llenado es simple y requiere del análisis de las tareas que desarrollan los trabajadores. (Asanza A., 2013)

2.13. Sistema de Gestión de los Riesgos

Busca regular la tasa de accidentes y enfermedades laborales en los centros de trabajo para incrementar la productividad en todos los sectores de la Organización, conceptualizando aspectos del trabajo decente. (María & Rodríguez Valencia, 2016)

2.14. Equipo de protección personal (EPP)

Sostiene que son todos los dispositivos o accesorios de uso personal, diseñados de acuerdo a los riesgos ocupacionales para proteger a los empleados en el lugar de trabajo de lesiones o enfermedades serias que puedan resultar del contacto de los agentes químicos, radiológicos, físicos, eléctricos, mecánicos u otros. (Asanza A., 2013)

2.15. Afectación del Ruido al Medio Ambiente en un Área de Trabajo

El ruido se considera esencialmente cualquier sonido innecesario e indeseable y es por ello que puede deducirse que se trata de un riesgo laboral nada nuevo que ha sido observado desde hace siglos. Es a partir del advenimiento de la revolución industrial cuando verdaderamente un gran número de personas comenzó a exponerse a altos niveles de ruido en el sitio de trabajo. A partir de la revolución industrial y hasta nuestros días se ha prestado gran atención al ruido como un importante riesgo ocupacional asociado a la pérdida permanente de la capacidad auditiva.(Juan Carlos Aleaga, 2017)

2.16. Ruido

El ruido es un sonido indeseado y desagradable, que puede perjudicar la capacidad de trabajar al ocasionar tensión y perturbar la concentración. Puede ocasionar accidentes al dificultar las comunicaciones, provocar problemas de salud crónicos y, además, hacer que se pierda el sentido del oído.(Ministerio del Ambiente, 2015)

2.17. Efectos en la Salud al Ruido Excesivo:

Los efectos en la salud de la exposición al ruido están directamente relacionados con el nivel del ruido y la duración de la exposición.

Estos efectos pueden ser:

a. Pérdida Temporal de la Audición.

Al cabo de breve tiempo en un lugar de trabajo ruidoso a veces se nota que no se puede oír muy bien y que le zumban a uno los oídos. A esta afección se le denomina desplazamiento temporal del umbral. El zumbido y la sensación de sordera desaparecen normalmente al cabo de poco tiempo de estar alejado del ruido. Ahora bien, cuanto más tiempo se esté expuesto al ruido, más tiempo tarda el sentido del oído en volver a recuperar su capacidad "normal".

b. Pérdida Permanente de Audición

Con el paso del tiempo, después de haber estado expuesto a un ruido excesivo durante demasiado tiempo, los oídos no se recuperan y la pérdida de audición pasa a ser permanente. La pérdida permanente de audición no tiene cura. Este tipo de lesión del sentido del oído puede deberse a una exposición prolongada a ruido elevado o, en algunos casos, a exposiciones breves a ruidos elevadísimos. (Asanza A., 2013)

2.18. Decibel (dB)

Unidad adimensional utilizada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. El decibel es utilizado para describir niveles de presión, de potencia o de intensidad sonora.(Ministerio del Ambiente, 2015)

2.19. Zona Industrial

Aquella cuyos usos de suelo es eminentemente industrial, en que se requiere la protección del ser humano contra daños o pérdida de la audición, pero en que la necesidad de conversación es limitada.(Ministerio del Ambiente, 2015)

2.20. Niveles Máximos Permisibles de Ruido

Los niveles de presión sonora equivalente (NPSeq), expresados en decibeles, en ponderación con escala A, que se obtengan de la emisión de una fuente fija emisora de ruido, no podrán exceder los valores que se fijan. (Ministerio del Ambiente, 2015)

Tabla 1: Niveles Máximos de Ruido Permisibles Según Uso del Suelo (TULSMA)

TIPO DE ZONA SEGÚN USO DE SUELO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE (NPS eq) [dB(A)]	
	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
Zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial mixta	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Comercial Mixta	65	55
Zona Industrial	70	65

Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2015)

Tabla 2: Niveles Máximos de Ruido Permisibles Decreto Ejecutivo (2393)

NIVEL SONORO (dB)	TIEMPO DE EXPOSICIÓN (POR JORNADA /HORA)
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0.25
115	0.125

Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2015)

2.21. Afectación al Aire al Medio Ambiente en un Área de Trabajo.

La contaminación del aire es uno de los problemas ambientales más importantes, y es resultado de las actividades del hombre. Las causas que originan esta contaminación son diversas, pero el mayor índice es provocado por las actividades industriales, comerciales, domésticas y agropecuarias. (Cazco Castelli, 2011)

2.22. Contaminación del Aire

La contaminación atmosférica es una de las formas nocivas en que puede ser degradado o afectado parte del ambiente. Se la describe como la emisión al aire de sustancias peligrosas a una tasa que excede la capacidad de los procesos naturales de la atmósfera para transformarlos, precipitarlos y depositarlos o diluirlos por medio del viento y el movimiento del aire. (Usiña, 2017)

2.23. Material Particulado

El MP es una mezcla heterogénea de partículas líquidas y sólidas suspendidas en el aire, de diferentes tamaños, que pueden ser emitidas mediante dispersión mecánica del material orgánico y a través de la combustión no controlada, que presentan tamaños diferentes, entre ellos 2.5 y 4 μm . (Santillán et al., 2016)

2.24. Clasificación de Material Particulado

El MP sólido se clasifica con relación a su proceso de formación y el diámetro de partícula presente en la atmósfera:

2.24.1. Clasificación de las Partículas Según su Fuente.

El MP según su fuente, varía en composición, toxicidad y tamaño, pudiendo clasificarse en:

- a. **Partículas gruesas** principalmente derivadas de la suspensión de polvo, suelo, u otros materiales provenientes de caminos, de la agricultura, de minería, de tempestades, de volcanes, entre otros.
- b. **Partículas finas** que se derivan de la emisión de procesos de combustión de vehículos (gasolina o diésel), la quema de maderas, la quema de carbón y procesos industriales.
- c. **Partículas ultra finas** que son definidas por tener un diámetro aerodinámico menor a 0,1 μm , proceden de la combustión como reacciones fotoquímicas atmosféricas. Forman un agregado de MP 2,5 porque su vida es muy corta. (Salinas, 2016)

2.24.2. Clasificación de Partículas según su Diámetro

Partículas suspendidas totales (PST), diámetro hasta 100 μm .

- **Partículas Sedimentables (>10 μm):** Son partículas que por su peso tienden a precipitarse con facilidad, razón por lo cual permanecen suspendidas en el aire en períodos cortos de tiempo. Por lo general no representan riesgos significativos a la salud humana.
- **Partículas Menores a 10 Micrómetros – MP 10 ($\leq 10 \mu\text{m}$):** Son partículas de diámetro aerodinámico equivalente o menor a 10 μm . Se consideran perjudiciales para la salud debido a que no son retenidas por el sistema de limpieza natural del tracto respiratorio.
- **Partículas Menores a 2.5 Micrómetros – MP 2.5 ($\leq 2.5 \mu\text{m}$):** Son partículas de diámetro aerodinámico equivalente o menor a 2.5 μm . Representan un mayor riesgo para salud humana, puede ser un factor de muerte prematura en la población. (Arciniégas, 2015)

2.24.3. Material Particulado Volátil

El material particulado atmosférico es un constituyente habitual de la atmosfera terrestre de origen natural o antropogénico, considerando en ambos casos un contaminante atmosférico debido a la alteración de la composición original de la atmosfera. A escala global, las emisiones naturales, tales como el material mineral suspendido, el aerosol marino o las partículas procedentes de la actividad volcánica y las emisiones piogénicas, son mayoritarias respecto a las emisiones antropogénicas. (Ramos, 2017)

El material particulado suspendido en el aire se compone de fragmentos de minerales, cenizas, residuos de combustión de carbón, hollín, producto de combustión de fuel oil, desechos orgánicos, granos de polen, esporas, materiales sintéticos, aerosoles de aceites, gotas de rocío de lluvias ácidas y líquidos diversos, los cuales presentan composiciones químicas y físicas diferentes. (Javier & Fuentes, 2016)

2.24.4. Material Particulado Volátil MP2,5

Partículas finas o de diámetro aerodinámico = 2,5 µm, su composición es más tóxica, ya que su principal origen es antropogénico, especialmente las emisiones de los vehículos diésel, estando fundamentalmente formadas por partículas secundarias: nitratos y sulfatos (originados por oxidación de NO_x y SO_x), aerosoles orgánicos secundarios, como el peroxiacetil nitrato (PAN) y los hidrocarburos poli cíclicos aromáticos (HPA).

(Díaz, 2010)

2.24.5. Material Particulado Volátil PM10

Partículas gruesas o de diámetro aerodinámico = 10 µm, suelen tener un importante componente de tipo natural, siendo contaminantes básicamente primarios que se generan por procesos mecánicos o de evaporación: minerales locales o transportados, aerosol marino, partículas biológicas (restos vegetales) y partículas primarias derivadas de procesos industriales o del tráfico (asfalto erosionado y restos de neumáticos y frenos generados por abrasión); de entre los pocos contaminantes secundarios que entran a formar parte de su estructura destacan los nitratos.(Díaz, 2010)

2.24.6. Material Particulado Sedimentable

El material particulado sedimentable está constituido por partículas que se encuentran en el aire y que se depositan por efecto de la acción gravitacional (deposición seca), y por contaminantes en estado gaseoso, y partículas no sedimentables que son arrastradas por la lluvia o nieve (deposición húmeda). (Villacrés Lupera, 2015)

2.25. Estándares de Calidad del Aire para Material Particulado

En el Ecuador existe una normativa ambiental que determina los Niveles Máximos Permisibles en la atmósfera para diversos contaminantes durante un tiempo determinado, cabe recalcar que el contaminante tratado en este estudio es el material particulado; la normativa ambiental vigente en el Ecuador es el TEXTO UNIFICADO DE LA LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE (TULSMA) ; en

este texto encontraremos los valores máximos permisibles de concentración de material particulado presentes en la atmósfera se muestran en la tabla siguiente:

En este texto, los valores de LMP de concentración de MP presentes en la atmósfera se encuentran en el libro VI, anexo 4. (Ministerio del Ambiente, 2015)

Tabla 3: Parámetros Establecidos por la Legislación Ecuatoriana. TULSMA

CONTAMINANTE	TIPO DE EXPOSICIÓN	MÁXIMA CONCENTRACIÓN PERMITIDA
Partículas Sedimentable	30 días	1 mg/cm ² /mes
MP ₁₀	1 año	50 µg/m ³
	24 horas	150 µg/m ³
MP _{2,5}	1 año	15 µg/m ³
	24 horas	65 µg/m ³

Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2015)

Tabla 4: Norma de Calidad de Aire según la OMS

CONTAMINANTE	TIPO DE EXPOSICIÓN	MÁXIMA CONCENTRACIÓN PERMITIDA
Partículas Sedimentable	30 días	0,5 mg/cm ² /mes
MP ₁₀	1 año	20 µg/m ³
	24 horas	50 µg/m ³
MP _{2,5}	1 año	10 µg/m ³
	24 horas	25 µg/m ³

Fuente:(Ministerio del Ambiente, 2015)

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA

3.1. Tipo de Investigación

Basándose en el análisis de la investigación de campo, aquella en el que el objeto a ser estudiado sirve como fuente de información para el investigador, podemos decir que la información a levantarse se realizará de forma directa en el área de estudio mediante la observación.

Es también una investigación de tipo descriptiva, porque una vez realizada la investigación de campo en la empresa se tendrá información cuantificable que podrá ser analizada para así lograr establecer medidas preventivas basándose en un análisis y valoración de los riesgos laborales.

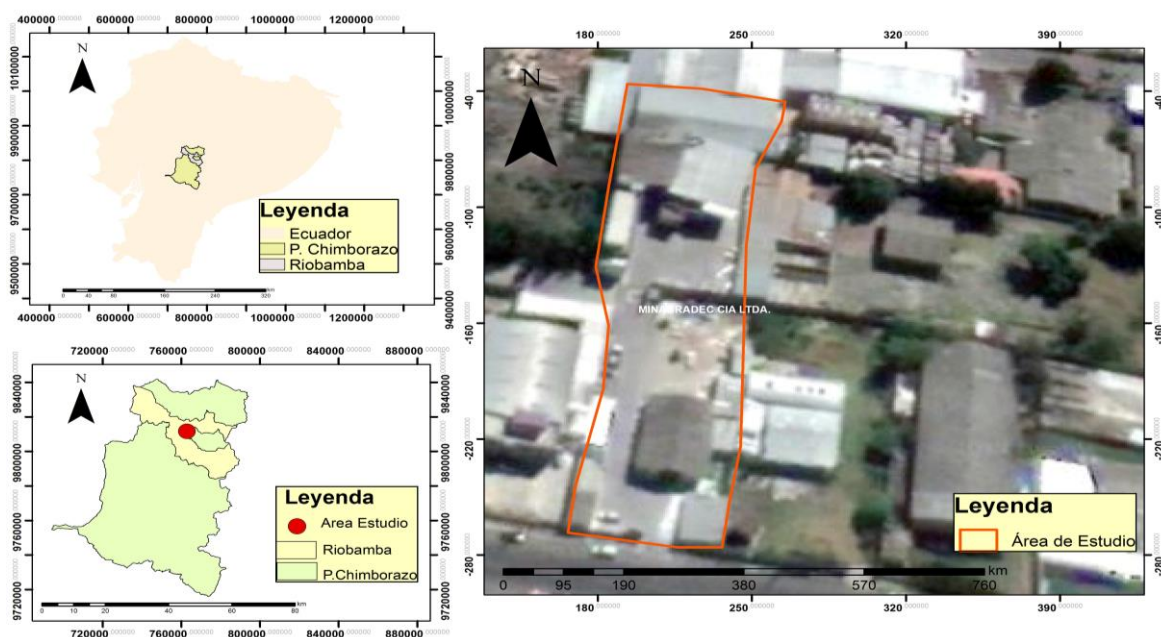
3.2. Revisión Bibliográfica

Se realizará una revisión de información bibliográfica y material impreso que contribuye a la alimentación de la investigación. Por otro lado, la investigación fue soportada por normativas referentes a ámbitos de seguridad laboral y ambiental.(Asanza A., 2013)

3.3. Área de Estudio

Se seleccionó el área de estudio con la finalidad de valorar los riesgos laborales en la empresa MINABRADEC CÍA. LTDA se encuentra ubicada en el parque industrial de la ciudad de Riobamba, en la Av. Antonio Santillán L-8 Bolívar Bonilla, sector Sur de la ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo, Ecuador.

Figura 1: Área de Estudio Delimitada de la Empresa MINABRADEC CIA. LTDA



Fuente: Los autores (2019)

Tabla 5: Localización de los Sitios de Monitoreo.

PUNTOS	LATITUD	LONGITUD
Puntos 1	762748	98213387
Puntos 2	763313	9814397
Puntos 3	763319	9814397
Puntos 4	763332	9814397
Puntos 5	763323	9814400
Puntos 6	763338	9814394

Fuente: Los autores (2019)

3.4. Visita de Campo

Una vez establecido los puntos de monitoreo y control con GPS 60, se realizó una visita técnica en el área de estudio productiva-operativa donde consta de 7 trabajadores en los diferentes cargos como son: 3 de operadores de molino, 1 de operador de mini cargadora, y 3 de operadores de pesaje y cocido.

En esta visita de campo se logrará analizar y valorizar los riesgos laborales en el área productiva de la empresa tomando como evidencia el trabajo que realiza los operarios mediante fotografías y análisis de riesgos laborales en el cual se exponen.

3.5. Análisis y Valoración de Riesgos

Para la realización e identificación de riesgos laborales se ejecutará los siguientes pasos antes de aplicar el procedimiento:

- Inspección visual a través del recorrido por los puestos de trabajado, mediante diagnóstico.
- Estudio de los procesos operativos.
- Aplicación de la matriz de la valoración de riesgos. (Cazco Castelli, 2011)

3.6. Matriz de Riesgo

Esta herramienta fue utilizada para la cuantificación de riesgos a los cuales se exponen los trabajadores de la base. La finalidad de la matriz de riesgo es determinar las causas del riesgo, su criticidad o nivel de riesgo, establecer acciones preventivas y finalmente jerarquizar la puesta en práctica de las acciones preventivas, a fin de establecer prioridades para la disminución y control de los riesgos.(Anzo, Ingenier, Por, & Carri, 2009)

Una vez evaluado la matriz de riesgo laborales de la empresa se procede a validar todos los riesgos que más predominen haciendo un análisis de que técnica se trabajará para dicho riesgo ya sea en el laboratorio, haciendo cumplir con todos la normativa vigente, estos resultados serán evaluadas en una metodología denominado, evaluación de matriz de riesgos.

Tabla 6: Matriz de Evaluación de Factores de Riesgo

CRITERIO.			DEFINICIÓN.	ESCALA ASIGNABLE.		SIGNIFICADOS.		
Consecuencia (C)	LIGERAMENTE DAÑINO, DAÑINO, EXTREMADAMENTE DAÑINO.	Afectación en Seguridad y salud Ocupacional AS.	Evalúa la magnitud del daño producido a la salud e integridad de las personas durante el trabajo.	4	Critico	Fatalidad	Enfermedad Incapacitante o Degenerativas.	Accidentes múltiples con Pérdidas de Activo y Heridos.
				3	Extremadamente Dañino	Amputación, intoxicación, lesión grave	Enfermedad no incapacitante	Alteración muy notoria de evaluaciones estadísticas médicas anuales; tóxicos en contacto
				2	Dañino	Quemaduras, fracturas	Sordera no grave, dermatitis, daño psíquico reversible, stress	Alteración notoria de clima laboral en grupo de trabajo por asuntos psicosociales individuales, problemas respiratorios
				1	Ligeramente dañino	Cortes, irritaciones, molestias o dolor, solucionable con primeros auxilios	Afección a los sentidos no acumulativa en el organismo	Rasguños, mareos reversibles no relacionados con enfermedad

CRITERIO.			DEFINICIÓN.	ESCALA ASIGNABLE.		SIGNIFICADOS.			
Consecuencia (C)	LIGERAMENTE DAÑINO, DAÑINO, EXTREMADAMENTE DAÑINO.	Pérdida Económica / productividad / medios AE	Evalúa la pérdida asociada a la consecuencia en términos económicos.	4	Muy costoso	Pérdidas directas por más de 100000 dólares por evento.	Pérdida por 1 día de producción de una planta.	Interés o noticia negativa de medio de comunicación local o nacional.	Obligación de indemnización o rehabilitación por más de 100000 USD por evento.
				3	Costoso	Pérdidas directas por 10000 USD por evento.	Pérdida de más de 1 hora de producción de planta.	Demanda formal de parte interesada	Obligación de gastos médicos, indemnizaciones o rehabilitaciones por más de 10000 USD.
				2	Manejable	Pérdidas directas por 1000 USD por evento.	Detención temporal de un equipo.	Reclamo no documentado de parte interesada.	Obligación de atención médica, limpieza, o logística por 1000 USD.
				1	Mínimo	Pérdidas directas por 100 USD por evento	Daño de materiales o consumo de insumos por menos de 500 USD.	Llamado de atención de parte interesada.	Gastos en correcciones posteriores o mejoras por 1000 USD.

CRITERIO.		DEFINICIÓN.	ESCALA ASIGNABLE.		SIGNIFICADOS.			
Probabilidad (P)	BAJA MEDIA ALTA.	Frecuencia de la Acción (Tarea, Aspecto, Exposición) FA	Evalúa la frecuencia en la que la acción iniciadora (tarea, actividad, aspecto) del evento que genera el incidente consecuencia o impacto, se produce; o la frecuencia en que existe la exposición o la presencia de la acción iniciadora	4	Continuo	Semanal	100 o más veces en el año.	Rutinario.
				3	Eventual	Mensual	4 veces al año	No rutinario
				2	Rara vez	Semestral	1 vez al año	Poco frecuente.
				1	Casi nunca	Bianual	0.1 veces al año o menos	Esporádico, no se espera.
		Probabilidad de la Consecuencia PC.	Evalúa la probabilidad en la que el efecto (incidente, accidente, impacto, consecuencia, afectación) se hace presente, frente a la situación iniciadora. Relativa a FA.	4	Siempre	1	Cien en cien	Se presenta simultáneamente con la acción iniciadora.
				3	Ocasionalmente	0.01	Uno en cien	Se puede presentar en ciertos casos.
				2	Raro, improbable.	0.001	Uno en mil	Es poco probable que se presente.
				1	Casi nunca, sería accidental	0.0001	Uno en diez mil	No se espera, sería accidental.

Fuente: Los autores (2019)

Tabla 7: Nivel de Riesgo

		CONSECUENCIA		
		LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO
		LD	D	ED
PROBABILIDAD	BAJA B	Riesgo Trivial	Riesgo Tolerable	Riesgo Moderado
		T	TO	MO
	MEDIA M	Riesgo Tolerable	Riesgo Moderado	Riesgo Importante
		TO	MO	I
	ALTA A	Riesgo Moderado	Riesgo Importante	Riesgo Intolerable
		MO	I	IN

RIESGO	ACCIÓN Y TEMPORIZACIÓN
Trivial (T)	No se requiere acción específica
Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (M)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.

Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

NIVEL DE RIESGO		
VALOR	COD	DEDUCCIÓN
1	TRI	RIESGO TRIVIAL
2	TOL	RIESGO TOLERABLE
3	MOD	RIESGO MODERADO
4	MOD	RIESGO MODERADO
6	IMP	RIESGO IMPORTANTE
9	INT	RIESGO INTOLERABLE

Fuente: Los autores (2019)

3.7. Riesgos Predominantes en el Área de Estudio

Al valorar los diferentes riesgos laborales de los trabajadores se evaluó la consecuencia, probabilidad y nivel de riesgo, esta evaluación nos permitió analizar el riesgo que se exponen los trabajadores teniendo riesgos intolerables de carácter físico (ruido) y riesgo químico (polvo inorgánico-mineral no metálico), mismos que afectan de manera directa a la salud integral del personal, por lo que se requirió inmediatamente una metodología adecuada para mitigar los riesgos laborales de la empresa.

3.8. Procedimiento de Valoración del Riesgo

3.8.1. Valoración del Riesgo Físico

3.8.1.1. Ruido

3.8.1.2. Equipo Utilizado

Para realizar las mediciones se utilizó un sonómetro marca Delta OHM 2010 debidamente calibrado con características de tipo integrador para realizar mediciones de ruido en el campo de la industria, la seguridad y el entorno ambiental para controlar la contaminación acústica.

En base a un sondeo del ruido producido en la periferia del establecimiento o actividad, se definirán los puntos críticos (niveles más altos de ruido) considerando particularmente la cercanía a los emisores acústicos y a los posibles receptores.

El micrófono del instrumento de medición estará ubicado a una altura entre 1,2m y 1,5m del suelo, y a una distancia de por lo menos 1,5 metros de las paredes de edificios o estructuras que puedan reflejar el sonido. El sonómetro no deberá estar expuesto a vibraciones mecánicas, y se deberá utilizar una pantalla protectora en el micrófono en presencia de vientos débiles. (Ministerio del Ambiente, 2015)

3.8.1.3. Metodología para Análisis de Ruido

Para la medición del ruido se basa en la metodología estipulada en una norma internacional según la (Norma NTE INEN-ISO 9612) para los trabajadores o los grupos de exposición al ruido homogéneo sometido a evaluación, la jornada nominal se debe dividir en tareas, donde se aplica un método de cálculo de ingeniería para el nivel de exposición al ruido en el trabajo, y se divide en un cierto número de tareas representativas y para cada tarea se hacen mediciones por separado del nivel de presión sonora. (Juan Carlos Aleaga, 2017)

Estrategia de Medición: en la evaluación de la exposición al ruido se deben tener en cuenta todos los eventos significativos, por lo que es fundamental seleccionar correctamente la estrategia de medición. (Juan Carlos Aleaga, 2017)

Medición basada en la tarea: el trabajo realizado durante la jornada se subdivide en un determinado número de tareas representativas que son medidas independientemente, para cada una de ellas, se llevan a cabo mediciones por separado del nivel de presión sonora. (Juan Carlos Aleaga, 2017)

Determinación de áreas de medición

Tabla 8: Mediciones de Ruido

PUNTOS	TAREAS	ESTIMACIÓN DEL RIESGO DE RUIDO
1	Recogimiento	Intolerable
2	Transporte(Bandas)	
3	Triturado(molinos)	
4	Pesaje y cocido	

Fuente: Los Autores

Cálculos

Para llevar a cabo la medición basada en la tarea se establecen diferentes fases, y son las siguientes:

- **Tiempo de duración de la tarea:** Se lo obtiene a partir de la información proporcionada por el personal, mediante varias observaciones o realizando la técnica de toma de tiempos.

- **Tiempo acumulado de la duración de las tareas:** se lo obtiene analizando la jornada de trabajo, horarios de descanso y los ciclos completos del conjunto de tareas que tiene el personal a su cargo.
- **Niveles de presión sonora medidos en la tarea:** involucra el uso del instrumento de medición, se realiza la toma del $L_{Aeq,T}$ con el sonómetro, considerando lo descrito en el procedimiento.
- **Cálculo de la duración de la tarea:** se calculan las medias aritméticas T de cada tarea a partir de los valores obtenidos, haciendo uso de la expresión.

$$\overline{Tm} = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J T_{m,j}$$

Donde:

$T_{m,j}$ es la estimación de la duración de la tarea m ;

J es el número de estimaciones de la duración de la tarea m .

El sumatorio de las duraciones de las diferentes tareas efectuadas en la jornada laboral debe corresponderse con la duración efectiva de esta, de tal modo que:

$$T_e = \sum_{m=1}^M \overline{Tm}$$

Donde:

T_e es la duración de la jornada de trabajo nominal;

\overline{Tm} es la duración de cada una de las tareas que se desarrollan en la jornada laboral;

M es el número de tareas efectuadas a lo largo de la jornada laboral. (Juan Carlos Aleaga, 2017)

- **Cálculo de los niveles de exposición equivalentes de cada tarea:** se obtiene el nivel de presión acústica de cada tarea mediante la siguiente expresión:

$$L_{p,A,eqT,m} = 10 \lg \left(\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 * L_{p,A,eqT,mi}} \right) \text{ dBA}$$

Donde:

$L_{Aeq,T,mi}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado “A”

obtenido en la medición.

I es el número total de mediciones llevadas a cabo de la tarea. (Juan Carlos Aleaga, 2017)

- **Cálculo de los niveles de exposición diarios equivalentes de cada tarea:** Análisis de la contribución de cada tarea al nivel de exposición diario equivalente de la jornada mediante la expresión:

$$LEX, 8h, m = L_{p,A. eqT, m} + 10 \lg \left(\frac{T_m}{T_0} \right) \text{ dBA}$$

Donde:

T_m es el valor medio de la duración de dicha tarea (Juan Carlos Aleaga, 2017)

- **Cálculo del nivel de exposición diario de la jornada:** Estimación del nivel de exposición diario equivalente de la jornada habitual mediante la expresión

$$L_{Aeq,d} = 10 \lg \left[\sum_{m=1}^M 10^{0,1 * L_{Aeq,d,m}} \right] \text{ dB(A)}$$

Donde:

$L_{Aeq,d,m}$ es la contribución de cada tarea al nivel de exposición diario equivalente;

M es el número total de mediciones llevadas a cabo de la tarea. (Juan Carlos Aleaga, 2017)

- **Cálculo de la incertidumbre estándar combinada:** La incertidumbre de una medición es la caracterización de la dispersión de los valores obtenidos en la medición de ruido. La incertidumbre expandida U , se calcula del siguiente modo:

$$u^2 L_{EX,8h} = \left\{ \sum_{m=1}^M [c^2 1_{a,m} (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2)] \right\}$$

Donde:

$u_{1a,m}$: es la incertidumbre típica debida al muestreo del nivel de ruido de la tarea m .

$c_{1a,m}$ y $c_{1b,m}$: son los coeficientes de sensibilidad correspondientes para la tarea.

$u_{2,m}$: es la incertidumbre típica debida a los instrumentos utilizados para la tarea m ;

u_3 : es la incertidumbre típica debida a la posición del micrófono;

m : es el número de tarea

M : es el número total de tareas.

Los parámetros restantes se calculan de la siguiente manera:

$$c_{1a,m} = \frac{T_m}{T_0} 10^{0,1*(L_{Aeq,T,m} - L_{Aeq,d})}$$

$$c_{1b,m} = 4,34 * \frac{c_{1b,m}}{T_m}$$

$$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \left[\sum_{i=1}^I (L_{p,A,eqT,m i} - L_{p,A,eqT,m})^2 \right]}$$

Siendo I el número total de mediciones de la tarea

$$u_{1b,m} = \sqrt{\frac{1}{J(J-1)} \left[\sum_{j=1}^J (T_{m,j} - T_M)^2 \right]}$$

(Juan Carlos Aleaga, 2017)

Siendo J el número total de observaciones de la duración de la tarea

u_3 es la incertidumbre estándar debida a la posición del micrófono que será, en todo caso de 1 dB;

$u_{2,m}$ Conforme al tipo de instrumento que se utilice, se establecen los coeficientes especificados en la siguiente tabla:

Tabla 9: Incertidumbre estándar debido al instrumento

TIPO DE INSTRUMENTO	$U_{2,m}$
Sonómetro de clase 1	0,7
Sonómetro de clase 2	1,5
Dosímetro personal	1,5

Fuente: (Juan Carlos Aleaga, 2017)

- **Cálculo de la incertidumbre expandida:** Se lo realiza para tener un intervalo de seguridad con un 95% de nivel de confianza, debe aplicarse el siguiente factor de corrección. (Juan Carlos Aleaga, 2017)

- **Cálculo de Dosis**

Para realizar la evaluación de ruido, se toma el nivel de exposición de ruido ponderado A y se compara con el valor de la legislación legal vigente, en este caso del Decreto Ejecutivo 2393, donde dice que el nivel de ruido en 8 horas de trabajo es de 85 dB; por tanto, se realiza una división entre estos dos valores así:

$$Dosis = \frac{L_{EX,8h[dBA]}}{85[dBA]}$$

(Juan Carlos Aleaga, 2017)

3.8.2. Valoración del Riesgo Químico

3.8.2.1. Ubicación e Implantación de los Equipos de Medición para MPS

En el área de estudio se tomó 6 puntos de muestreo tomando en consideración los puntos de mayor vulnerabilidad debido a la trituración de la materia prima lo que ocasiona mayor concentración de material particulado.

Luego se procedió a aplicar el método pasivo empleado por (Arciniégas, 2015), en el que consiste colocar papel filtro en una caja Petri, por lo que, el papel filtro debe ser pesado antes y después de su recolección de MPS, así como el área del papel. La caja Petri permaneció durante un mes de monitoreo, situados estratégicamente en las zonas de mayor recepción posible de MPS. (Santillán et al., 2016)

3.8.2.2. Monitoreo de MPS

El monitoreo de MPS se llevó a cabo durante un mes (30 de mayo 2019 al 30 de junio del 2019). Según el TULSMA LIBRO VI, ANEXO 4, hace referencia a que, para la obtención de una muestra representativa, el muestreo se debe llevar a cabo durante 30 días de forma continua, siendo así que la muestra máxima permitida será de un miligramo por centímetro cuadrado, por treinta días (1 mg/cm² x 30 d) (MAE, 2017).

Una vez obtenido el muestreo respectivo, los papeles filtro fueron puestos en el interior de la estufa a 100°C durante 24 horas, necesario para eliminar la presencia de humedad adquirido en el proceso de recolección de la muestra (Santillán et al., 2016), posteriormente el papel filtro fue pesado en la balanza analítica SARTORIUS, modelo BP221S, de precisión 0,0001 g. Finalmente se calcula el polvo atmosférico sedimentable (PAS) mediante diferencias de peso entre la final e inicial, y dividiendo para el área del papel filtro donde se acumuló la muestra, obteniendo el resultado en unidades de mg/cm²/mes (Marcos & Valderrama, 2012). A continuación, la fórmula empleada:

$$PAS = \frac{Pf - Pi}{\text{Área}} * 1\text{mes}$$

Donde:

PAS: Polvo Atmosférico Sedimentable.

Pi (P. inicial): Este es después de salir de laboratorio.

Pf (P. final): Este es después de estar expuesta el filtro durante el periodo de muestreo.

Área del papel filtro: $A = \pi \cdot r^2$

r: 4,3 cm.

3.8.2.3. Monitoreo de MPV

El monitoreo de MPV se llevó a cabo durante 1 mes (30 de mayo 2019 al 30 de junio del 2019), exceptuando los fines de semana y feriado en horas de producción en diferentes puntos de la zona de estudio, teniendo en consideración la mayor concentración de material particulado volátil y el proceso operativo.

El monitoreo del MPV se lo realizó con el DustTrak™ II, el cual mide concentraciones de material particulado presentes en la atmósfera, ya que posee un fotómetro láser manual de dispersión de luz que funciona con registro de datos manuales y programables, los cuales funciona con baterías que ofrecen lecturas de masa de MPV en tiempo (TSI, 2018). Inicialmente, se procedió a encender y ejecutar el equipo con el filtro 0 μm (ZERO CAL) para su respectiva calibración. Terminada su calibración, se colocaron los filtros de 10 μm y 2.5 μm para medir la concentración de MPV el cual dura 2 minutos para cada filtro, obteniendo valores en mg/m^3 , los cuales posteriormente se transforman a $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Santillán et al., 2016). El proceso fue el siguiente:

- Se procedió a corroborar, encender y ejecutar la calibración del equipo (ZERO CAL), con el filtro 0 μg , esto se debe realizar antes de cada una de las lecturas con los diferentes filtros.
- Terminada su calibración se coloca el filtro de 10 y 2,5 μg .
- Se inicia la recolección de MP, el mismo que dura 2 minutos por muestra.
- Arrojándonos datos en (mg/m^3) los cuales se transformar a μg .

3.9. Metodología para Capacitación de Prevención y Mitigación de Riesgos Predominantes en el Área de Producción en la Empresa MINABRADEC CIA. LTDA.

La metodología se basa en dinámicas de grupos donde existen interacciones directas con los trabajadores, mediante actividades ya sean dramatizaciones o ejercicios verbales integrando talleres didácticos donde el personal desarrollará habilidades a partir de sus propias experiencias laborales.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación de la Matriz de Riesgos Laborales

Tabla 10: Matriz de Riesgos Laborales Triple Criterio

PUESTO DE TRABAJO	TAREAS	FAC TOR							EVALUACIÓN DEL RIESGO															
		NUMERO DE TRABAJADORES				TAREA			ACC. MAYOR	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	CONSECUENCIA (DAÑO)	CONSECUENCIA (C)			PROBABILIDAD (P)				RIESGO		ACEPTABILIDAD (SI/NO)			
		TOTAL	HOMBRES	MUJERES	DISCAPACITADOS	CONTRATISTAS	rutinario	no rutinario				emergente	Frecuencia de la Acción (Tarea, Aspecto, Exposición) FA (1, 2, 3, 4)	Pérdida Económica, Producción o Medios AE (1, 2, 3, 4)	Consecuencia (1 a 3)	NIVEL	Frecuencia de la Acción (Tarea, Aspecto, Exposición) FA (1, 2, 3, 4)	Probabilidad de la Consecuencia PC (1, 2, 3, 4)	Probabilidad (1 a 3)	NIVEL		VALOR (0 a 9)	NIVEL	
Operador de Molino 1	Trituración	7	7	0				X				Físico	Ruido; Pérdidas Auditivas temporal - Dolor de Cabeza.	3	3	3.00	EXTREMADAMENTE DAÑINO	3	3	3.00	ALTA	9	INTOLERABLE	NO
Operador de Minicargadora	Transporte de Materia Prima	7	7	0				X				Ergonómico	Riegos Posturales.	2	2	2.00	DAÑINO	2	2	2.00	MEDIA	4	MODERADO	NO
Operador de Molino 2	Molienda	7	7	0				X				Químico	Material Particulado: Alteración respiratoria	3	3	3.00	EXTREMADAMENTE DAÑINO	3	3	3.00	ALTA	9	INTOLERABLE	NO
Operador de Pesaje y Cocido	Diferenciar, clasificar y ordenar la granalla	7	7	0				X				Ergonómico	Fatiga	2	2	2.00	DAÑINO	2	2	2.00	MEDIA	4	MODERADO	NO
Operador de Pesaje y Cocido	Diferenciar, clasificar y ordenar la granalla	7	7	0				X				Ergonómico	Fatiga	2	2	2.00	DAÑINO	2	2	2.00	MEDIA	4	MODERADO	NO
Operador de Pesaje y Cocido	Diferenciar, clasificar y ordenar la granalla	7	7	0				X				Ergonómico	Fatiga	2	2	2.00	DAÑINO	2	2	2.00	MEDIA	4	MODERADO	NO
Operador de Molino 3	Debe conocer a profundidad el tamaño de la granalla para el proceso de molienda.	7	7	0				X				Mecánico	Caidas por espacio físico reducido.	2	2	2.00	DAÑINO	2	2	2.00	MEDIA	4	MODERADO	NO

Fuente: Los autores (2019)

4.1.1. Análisis Técnico de los Riesgos Laborales que Predominan en la Empresa MINABRADEC CIA. LTDA.

4.1.2. Evaluación De Riesgo Físico

Tabla 11: Evaluación de Riesgo Físico

EVALUACIÓN DEL RIESGO FÍSICO: OPERADOR DE MOLINO 1												
Clasificación del Riesgo.	Consecuencia Daño.	Consecuencia (C)				Probabilidad (P)				Riesgo		Acceptabilidad. (Si/No).
		Afectación a la Seguridad y Salud Ocupacional. AS (1, 2, 3, 4)	Pérdida Económica Producción o Medios AE (1, 2, 3, 4)	Consecuencia (1 a 3)	Nivel.	Frecuencia de la Acción (Tarea, Aspecto, Exposición) FA (1, 2, 3, 4)	Probabilidad de la Consecuencia a PC (1, 2, 3, 4)	Probabilidad (1 a 3)	Nivel.	Valor. (0 a 9)	Nivel	
Físico	Afectación Ruido: Pérdidas auditivas temporales y Dolor de cabeza.	3	3	3	Extremadamente Dañino.	3	3	3	Alta.	9	Intolerable.	No.

Fuente: Los Autores

En el puesto de trabajo al analizar y evaluar los riesgos laborales en el área productiva operativa como se observa en la tabla N.º 11 podemos identificar que en el puesto de trabajo de operador de molino 1, el riesgo que más predomina es el físico como consecuencia de daño el ruido.

Los valores que se observan miden la consecuencia de grado 3, lo que conlleva a un nivel de riesgo extremadamente dañino y el valor de probabilidad que se obtiene es alto, siendo un nivel de riesgo intolerable de valor 9, donde no es aceptable para un ambiente de trabajo laboral.

4.1.3. Evaluación De Riesgo Químico

Tabla 12: Evaluación de Riesgo Químico

EVALUACIÓN DEL RIESGO QUÍMICO: OPERADOR DE MOLINO 2.												
Clasificación del Riesgo.	Consecuencia Daño.	Consecuencia (C)				Probabilidad (P)				Riesgo		Aceptabilidad. (Si/ No).
		Afectación a la Seguridad y Salud Ocupacional. AS (1, 2, 3, 4)	Pérdida Económica Producción o Medios AE (1, 2, 3, 4)	Consecuencia (1 a 3)	Nivel.	Frecuencia de la Acción (Tarea, Aspecto, Exposición) FA (1, 2, 3, 4)	Probabilidad de la Consecuencia a PC (1, 2, 3, 4)	Probabilidad (1 a 3)	Nivel.	Valor. (0 a 9)	Nivel	
Químico.	Material Particulado. Alteración Respiratoria.	3	3	3	Extremadamente Dañino.	3	3	3	Alta.	9	Intolerable.	No.

Fuente: Los Autores

En el puesto de trabajo al analizar y evaluar los riesgos laborales en el área productiva operativa como se observa en la tabla N.º 12 podemos identificar que en el puesto de trabajo de operador de Molino 2, el riesgo que más predomina es el químico como consecuencia de daño el material particulado que afecta a la salud de los trabajadores ya que algunas ocasiones no utilizan de manera adecuada los EPP.

Los valores que se observan miden la consecuencia de grado 3, lo que conlleva a un nivel de riesgo extremadamente dañino y el valor de probabilidad que se obtiene es alto, siendo un nivel de riesgo intolerable de valor 9, donde no es aceptable para un ambiente de trabajo laboral.

5. Resumen de Resultados

Tabla 13: Cálculo de Ruido

TAREA	TIEMPO DURACIÓN TAREAS			TIEMPO ACUMULADO			\bar{T}_m	MEDICIONES			PROMEDIO MEDICIONES	RESULTADO		
	(MINUTOS)			(HORAS)			(HORAS)	<i>LAeq,T</i> [dBA]			<i>LAeq,T</i> [dBA]	<i>LAeq,d</i> [dBA]	<i>LAeq,d</i> [dBA]	<i>LAeq,T</i> [dBA]
T1	7	5	10	0,82	0,58	1,17	0,86	90,5	88,4	90,2	89,7	89,8	80,2	92,7
T2	6	7	5	0,70	0,82	0,58	0,70	93,6	98,6	94,2	95,5	96,0	85,5	
T3	8	7	8	0,93	0,82	0,93	0,89	102,3	92,4	102,6	99,1	100,9	91,3	
T4	8	7	8	0,93	0,82	0,93	0,89	85,4	80,3	90,5	85,4	87,2	77,6	

Fuente: Los autores (2019)

Tabla 14: Cálculo de Incertidumbre

Tareas	Nivel De Ruido		Duración		Incertidumbre Estándar Debida Al Instrumento De Medición	Incertidumbre Estándar Debida A La Posición Del Micrófono	Incertidumbre estándar Combinada	Incertidumbre Expandida	Cálculo de dosis
	Incertidumbre Típica	Coefficiente De Sensibilidad	Incertidumbre Típica	Coefficiente De Sensibilidad					
	u_{1a}, m [dBA]	c_{1a}, m [dBA]	u_{1b}, m [dBA]	c_{1b}, m [dBA]					
T1	0,66	0,4015	1,08	0,8712	1,50	1,00	7,92	2,81	$Dosis = \frac{92,7 [dBA]}{85 [dBA]}$
T2	1,57	0,3730	0,00	1,6188	1,50	1,00			
T3	3,35	1,1355	1,41	2,4640	1,50	1,00			
T4	2,94	0,0310	1,41	0,0672	1,50	1,00			

Fuente: Los autores (2019)

5.1. Interpretación de Resultados Ruido.

En el área de estudio de molino 1 se obtuvo un $L_{Aeq,d}$ igual a 92,7 dB(A), excediendo los límites de exposición diaria de ruido para el trabajador, descritos en el Decreto Ejecutivo 2393 el LMP es de 85 dB(A) para 8 horas de la jornada laboral , dentro del análisis se verificó, que las tareas que más impacto tienen en este resultado, es la trituración en el punto 3.

Según el TULSMA los niveles máximos permisibles según el uso del suelo el NPS eq [dB(A)] en zona industrial, en horarios establecidos de 06H00 A 20H00 es de 70 dB(A), y de 20H00 A 06H00 es de 65 dB(A), donde supera los valores establecidos por la norma vigente.

6. Análisis del Riesgo Químico Predominante MPS

Los resultados muestran la concentración de MPS en el área productiva-operativa de la empresa MINABRADEC CIA. LTDA en seis puntos de muestreo, así como también la composición química y su morfología.

6.1.1. Concentración y Análisis Descriptivo del MPS

Una vez realizado el monitoreo en el área productiva-operativa en la empresa MINABRADEC CIA. LTDA durante un mes del MPS en los seis puntos de muestreo según el método pasivo, se tiene los datos correspondientes de peso para cada punto de monitoreo en la **Tabla 15**, donde se obtuvo un promedio de 1.183 mg/cm²/mes de los seis puntos de muestreo, para el período mayo-junio de 2019, siendo así, que este valor sobrepasa los LMP propuesto por la OMS y el TULSMA.

Tabla 15: Concentración del MPS en cada Punto de Monitoreo.

Punto	Ubicación Geográfica (UTM)		Peso Inicial del papel (mg)	Peso final del papel (mg)	PMS (mg/cm ² /mes)
1	762748	9821387	431,6	523.2	1.57
2	763313	9814397	434,1	504.5	1.21
3	763319	9814397	434,3	508.8	1.28
4	763332	9814400	439,3	480.5	0.71
5	763323	9814398	433,4	468.6	0.61
6	763338	9814394	435,4	535.5	1.72

Fuente: Los autores (2019)

En la **Tabla 16** se muestra la comparación de los valores de concentración de Material Particulado Sedimentable (obtenidos a partir de la **Tabla 15**) con los LMP establecidos por la OMS y el TULSMA.

Tabla 16: Comparación de valores de MPS con el LMP establecidos por la OMS y el TULSMA.

Muestra	PMS (mg/cm ² /mes)	LMP OMS	Permisible	LMP TULSMA	Permisible
Filtro 1	1.57	0,5 mg/cm ² /mes	NO	1 mg/cm ² /mes	NO
Filtro 2	1.21		NO		NO
Filtro 3	1.28		NO		NO
Filtro 4	0.71		NO		SI
Filtro 5	0.61		NO		SI
Filtro 6	1.72		NO		NO

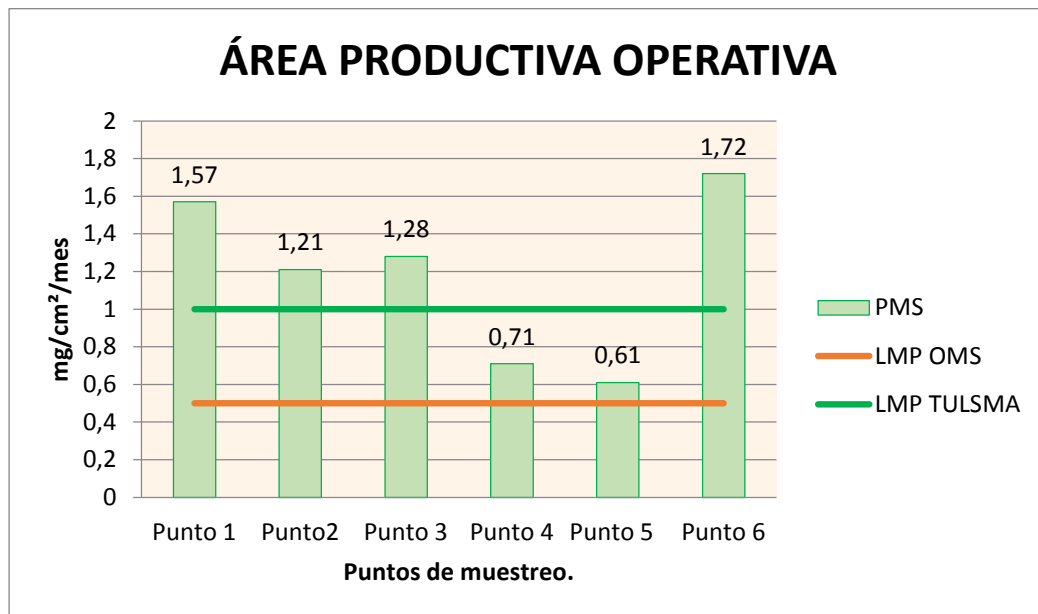
Fuente: Los autores (2019)

En la **Tabla 16** se observa que las muestras en los seis puntos de monitoreo para LMP de la OMS que es de 0.5 mg/cm²/mes para el punto 1 con valor de 1.57 mg/cm²/mes ,para el punto 2 con valor de 1.21 mg/cm²/mes, para el punto 3 con valor de 1.28 mg/cm²/mes, para el punto 4 con valor de 0.71 mg/cm²/mes ,para el punto 5 con valor de 0.61 mg/cm²/mes ,para el punto 6 con valor 1.72 mg/cm²/mes, podemos decir que en los seis puntos de

monitoreo sobrepasa los LMP esto se debe que en cada punto donde se tomaron los análisis tienen mayor afección por MPS, ya que en el área productiva se trabaja con material abrasivo y en todos los procesos hay mayor cantidad de material particulado que se dispersa en toda el área de trabajo esto ocasiona afectación al ambiente por la dispersión de los contaminantes y directamente a los trabajadores que operan en el área.

En comparación al TULSMA analizando los datos se observa en los seis puntos de muestreo que en casi todos los puntos sobrepasa los LMP y que sólo en los puntos de muestreo 4 con un valor de 0.71 mg/cm²/mes y el punto 5 con un valor de 0.61 mg/cm²/mes, correspondiendo a las actividades de trituración cumple los LMP establecidos por el TULSMA.

Figura 2: Comparación de Valores de MPS con Límites Establecidos por el TULSMA y OMS

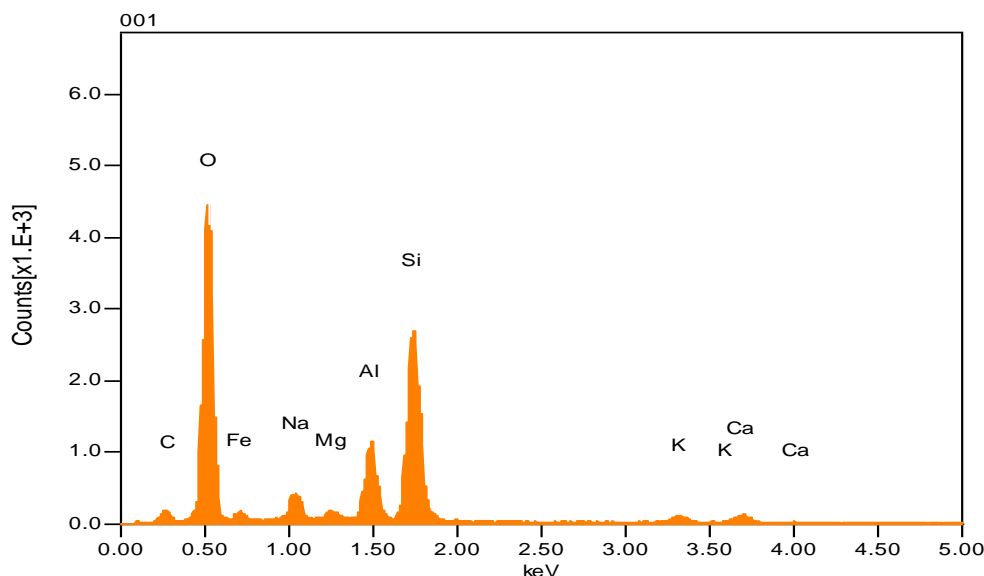


Fuente: Los autores (2019)

6.1.2. Caracterización Química de MPS

La composición química del MPS, se lo realizó a partir de una muestra representativa de cada punto de monitoreo es decir se examinó 6 muestras puestas a estudio mediante la técnica de espectroscopia de fotones rayos x dispersados (EDX), en el laboratorio de microscopia de la ESPOCH de Ingeniería Mecánica.

Figura 3: Caracterización Química de la Zona de Monitoreo Muestra 1



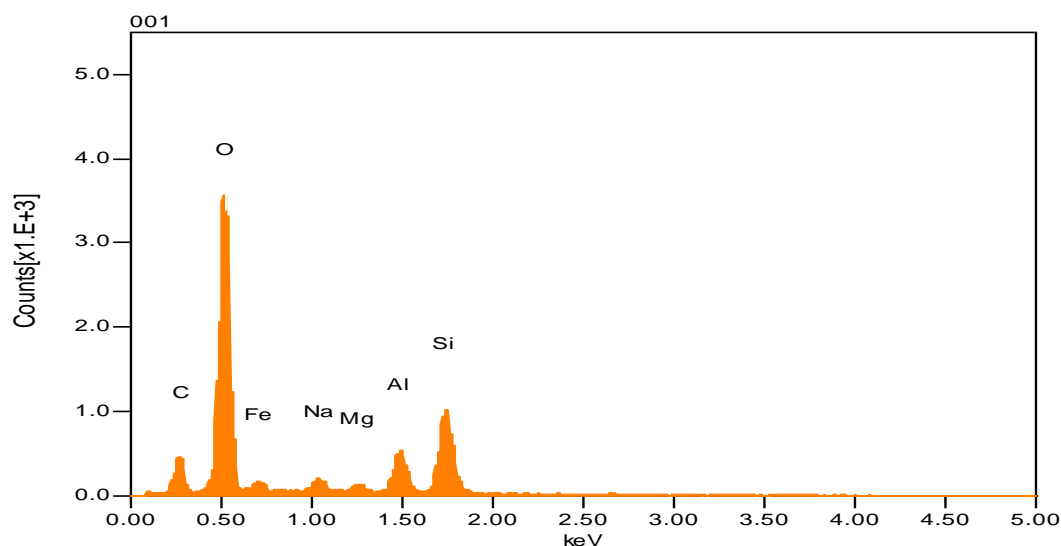
Fórmula	mass%	Atom%	Sigma	Net	K ratio	Line
C	4.28	7.87	0.12	804	0.0120980	K
O	39.66	54.76	0.16	23655	0.3392262	K
Na	3.17	3.05	0.06	2714	0.0229115	K
Mg	1.00	0.91	0.04	947	0.0076441	K
Al	8.32	6.81	0.09	7815	0.0679429	K
Si	23.61	18.57	0.15	21375	0.2118001	K
K	2.74	1.55	0.08	1133	0.0258622	K
Ca	3.44	1.90	0.10	1241	0.0343087	K
Fe	11.58	4.58	0.39	1351	0.0450866	K
Total	97.81	100.00				

Fuente: Los autores (2019), adaptado de ESPOCH. Laboratorio de Microscopía.

En la **Figura 3** se indica el análisis químico de la muestra del punto de monitoreo N° 1, en la cual nos arroja valores en porcentajes de concentración de elementos químicos estipulados en la segunda columna siendo elementos como el carbono (C) con un 4.28 % y Oxígeno (O) con un 39.66 % seguido de sodio (Na) con un valor de 3.17 % y Magnesio (Mg) con un 1% y Aluminio con un 8.32 % con cantidades de Silicio (Si) con 23.61% y Potasio (K) con 2.74%, Calcio (Ca) con 3.44% y Hierro (Fe) con 11.58 %. Donde podemos analizar según los porcentajes que existe mayor cantidad de oxígeno, Silicio y hierro respectivamente y en cantidades inferiores de C, Na, Mg, Al, K, y Ca esto se debe a que están expuestos todos los trabajadores en los que en su trabajo realicen operaciones en las que se trituran, cortan, perforan, tallan o muelen materiales o productos artificiales que

contengan este material que se dispersa como material particulado y ocasiona daños a su salud.

Figura 4: Caracterización Química de la Zona de Monitoreo Muestra 2

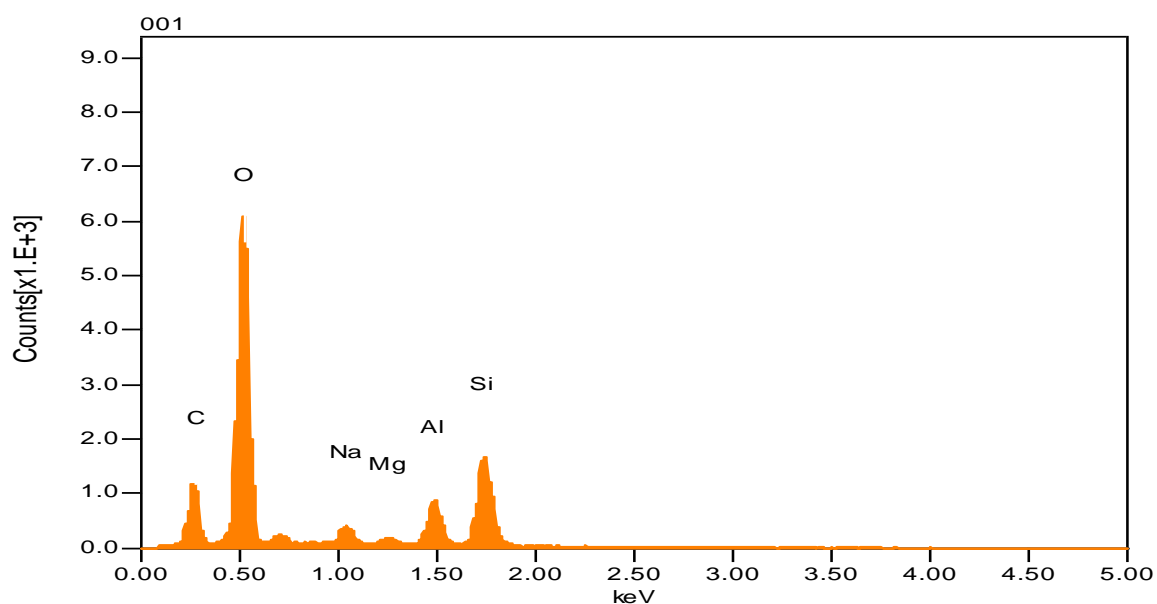


Fórmula	mass%	Atom%	Sigma	Net	K ratio	Line
C	13.28	14.80	0.20	2087	0.0314245	K
O	63.14	52.82	0.28	19654	0.2818554	K
Na	3.38	1.97	0.11	1112	0.0093834	K
Mg	1.99	1.10	0.11	609	0.0049207	K
Al	13.68	6.79	0.22	3595	0.0312557	K
Si	36.85	17.56	0.38	8052	0.0797864	K
Fe	20.75	4.97	0.77	1248	0.0416704	L
Total	153.06	100.00				

Fuente: Los autores (2019), adaptado de ESPOCH. Laboratorio de Microscopía.

En la **Figura 4** se indica el análisis químico de la muestra del punto de monitoreo N. ° 2, en la cual nos arroja valores en porcentaje de concentración como estipula en la segunda columna en % de elementos químicos de C y O de 13.28% y 63.14% respectivamente, seguido de Na y Mg con un 3.38% y 1.99% respectivamente y Al con 13.68 %, Si con 36.85% y Fe con 20.75%.

Figura 5: Caracterización Química de la Zona de Monitoreo Muestra 3

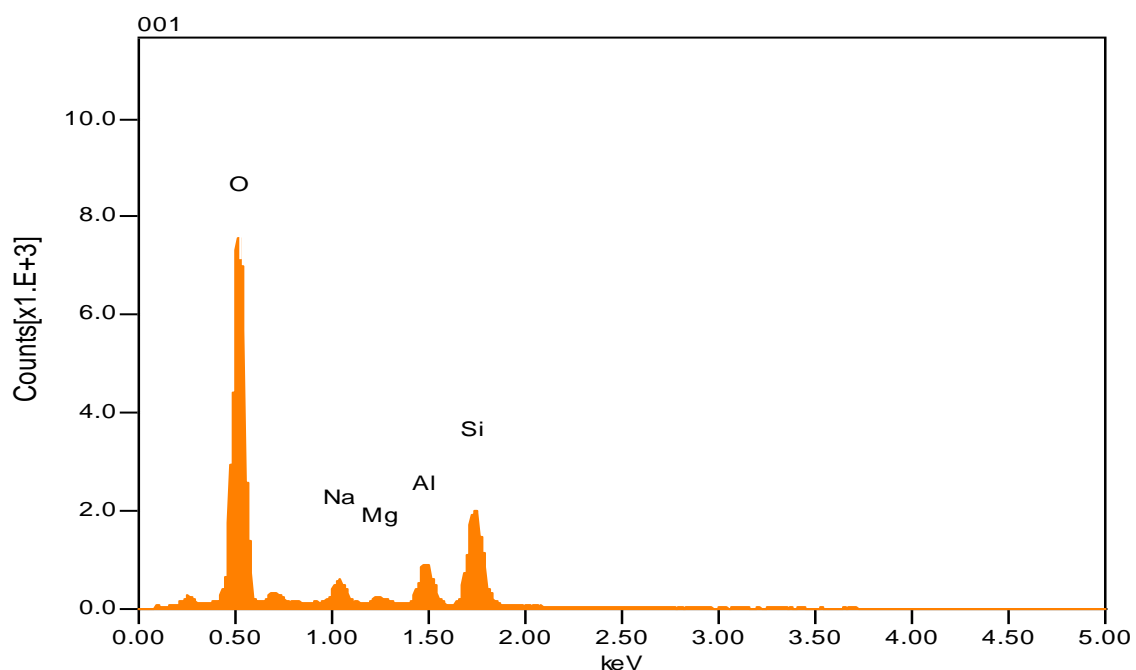


Fórmula	mass%	Atom%	Sigma	Net	K ratio	Line
C	35.88	22.24	0.33	5441	0.0819155	K
O	111.89	52.08	0.39	32363	0.4641203	K
Na	7.12	2.31	0.15	2358	0.0199061	K
Mg	2.89	0.89	0.13	882	0.0071203	K
Al	22.79	6.29	0.28	5901	0.0513021	K
Si	61.08	16.20	0.50	13078	0.1295809	K
Total	241.66	100.00				

Fuente: Los autores (2019), adaptado de ESPOCH. Laboratorio de Microscopía.

En la **Figura 5** se indica el análisis químico de la muestra del punto de monitoreo N. ° 3, en la cual nos arroja valores en porcentaje de concentración como se muestra en la segunda columna en cantidades de porcentajes. % de elementos químicos de C y O de 35.88% y 111.89% respectivamente, seguido de Na y Mg con un 7.12 % y 2.89 % respectivamente, por último, se encuentra valores de Al y Si con un 22.79% y 61.08% respectivamente.

Figura 6: Caracterización Química de la Zona de Monitoreo Muestra 4

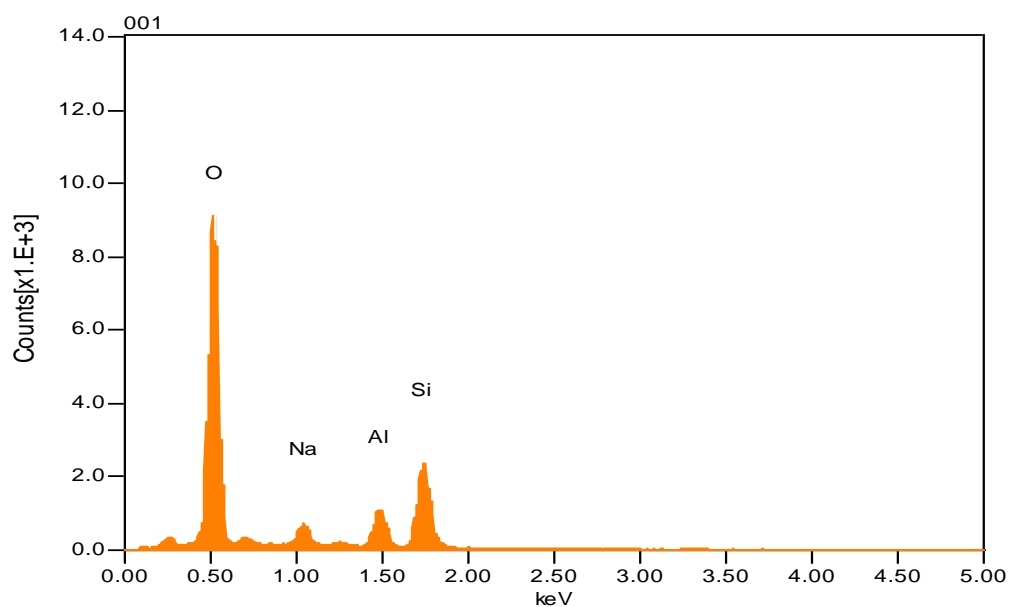


Fórmula	mass%	Atom%	Sigma	Net	K ratio	Line
O	129.01	65.91	0.40	40687	0.5834864	K
Na	10.11	3.59	0.17	3330	0.0281114	K
Mg	3.31	1.11	0.15	1003	0.0081027	K
Al	25.17	7.62	0.29	6465	0.0562023	K
Si	74.76	21.76	0.55	15895	0.1575014	K
Total	242.36	100.00				

Fuente: Los autores (2019), adaptado de ESPOCH. Laboratorio de Microscopía.

En la **Figura 6** se indica el análisis químico de la muestra del punto de monitoreo N. ° 4, en la cual nos arroja valores en porcentaje de concentración de elementos químicos de O y Na, de 129.01 % y 10.11% respectivamente también se encuentra Mg y Al de 3.31%, 25.17%, respectivamente, seguido de Si con un 74.76 %.

Figura 7: Caracterización Química de la Zona de Monitoreo Muestra 5

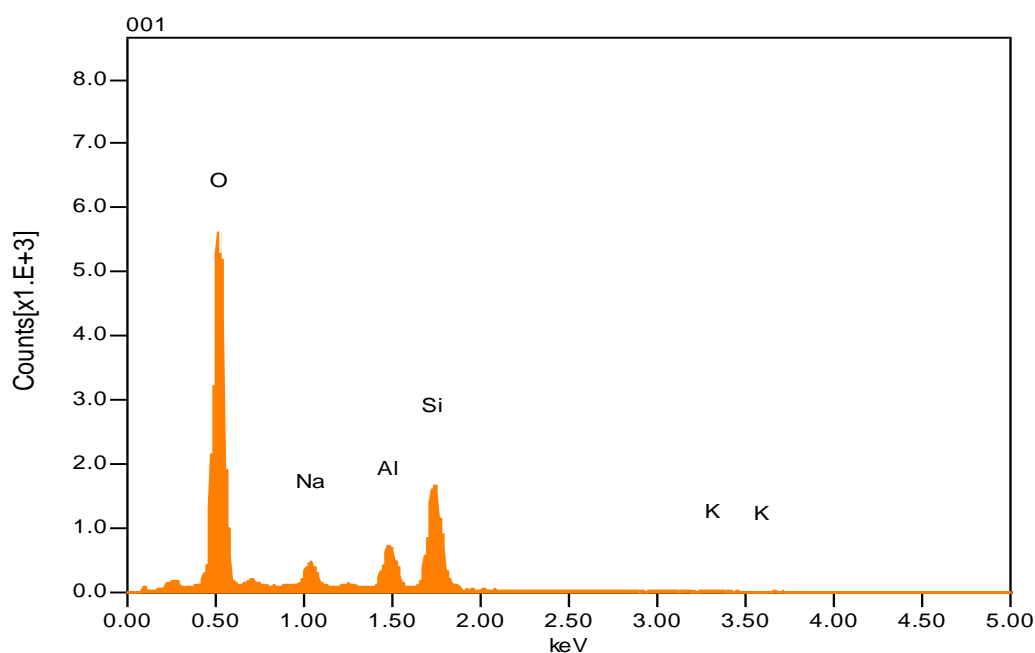


Fórmula	mass%	Atom%	Sigma	Net	K ratio	Line
O	151.95	67.00	0.44	48075	0.6894301	K
Na	12.77	3.92	0.19	4196	0.0354182	K
Al	29.36	7.68	0.32	7528	0.0654477	K
Si	85.24	21.41	0.59	18142	0.1797612	K
Total	279.32	100.00				

Fuente: Los autores (2019), adaptado de ESPOCH. Laboratorio de Microscopía.

En la **Figura 7** se indica el análisis químico de la muestra del punto de monitoreo N. ° 5, en la cual nos arroja valores en porcentaje de concentración de elementos químicos de O y Na de 151.95% y 12.77 % respectivamente, seguido de Al, y Si, con 29.36 % y 85.24% respectivamente.

Figura 8: Caracterización Química de la Zona de Monitoreo Muestra 6



Fórmula	mass%	Atom%	Sigma	Net	K ratio	Line
O	97.98	64.44	0.35	30105	0.4317248	K
Na	8.45	3.87	0.15	2794	0.0235843	K
Al	18.97	7.40	0.26	4890	0.0425113	K
Si	60.74	22.76	0.49	12991	0.1287206	K
K	5.73	1.54	0.56	196	0.0044655	
Total	191.88	100.00				

Fuente: Los autores (2019), adaptado de ESPOCH. Laboratorio de Microscopía.

En la **Figura 8** se indica el análisis químico de la muestra del punto de monitoreo N. ° 6, en la cual nos arroja valores en porcentaje de concentración de elementos químicos de O y Na de 97.98 % y 8.45% respectivamente, seguido de Al, Si, K, con valores de 18.97%, 60.74%, 5.73%, respectivamente.

En la **Tabla 17**, se indica el total de los elementos químicos encontrados en cada uno de los puntos de monitoreo en el área productiva operativa.

Aquí se analiza los elementos químicos encontrados según el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB).

Tabla 17: Elementos Químicos Encontrados en cada Punto de Monitoreo

Punto 1		Punto 2		Punto 3		Punto 4		Punto 5		Punto 6	
Elemento	%	Elemento	%	Elemento	%	Elemento	%	Elemento	%	Elemento	%
C	4.28	C	13.28	C	35.88	C	-	C	-	C	-
O	39.66	O	63.14	O	111.89	O	129.01	O	151.9	O	91.9
Na	3.17	Na	3.38	Na	7.12	Na	10.11	Na	12.77	Na	8.45
Mg	1.00	Mg	1.99	Mg	2.89	Mg	3.31	Mg	-	Mg	-
Al	8.32	Al	13.68	Al	22.79	Al	25.17	Al	29.36	Al	18.97
Si	23.61	Si	36.85	Si	61.88	Si	74.76	Si	85.24	Si	60.74
K	2.74	K	-	K	-	K	-	K	-	K	5.73
Ca	3.44	Ca	-	Ca	-	Ca	-	Ca	-	Ca	-
Fe	11.58	Fe	20.75	Fe	-	Fe	-	Fe	-	Fe	-

Fuente: Los autores (2019).

En la **Tabla 18**, se observa el promedio global de concentración de cada uno de los elementos encontrados en la muestra que se realizó el estudio, donde se obtuvo un total de 9 elementos químicos, los cuales se los clasifica en base al porcentaje de concentración.

Tabla 18: Promedio Total de cada Elemento

Elementos químicos mayoritarios (%).	Elementos de menor concentración (%).	Elementos químicos de cantidades inferiores (%).
O = 97.94 Si= 57.18 Al =19.72	C=8.91 Na=7.5 Fe= 2.69	Mg=1.53 K=1.41 Ca=0.57

Fuente: Los autores (2019).

Podemos observar de entre los elementos que se encuentran en mayor concentración son Oxígeno, Silicio, Aluminio, con valores de 97.94%,57.18%,19.72% respectivamente los cuales se producen debido a los procesos de trituración de la materia prima que es la andesita esto provoca grandes cantidades de polvo que son inhalados por los operarios que liberan partículas en la atmósfera.

La silicosis es una neumoconiosis producida por inhalación de polvo de composición de altos contenidos de sílice durante periodos largos de exposición; enfermedad crónica,

evolutiva, incapacitante e incurable. Enfermedad fibrósica-cardiovascular de carácter irreversible.(Tulcán;Tutillo, 2009)

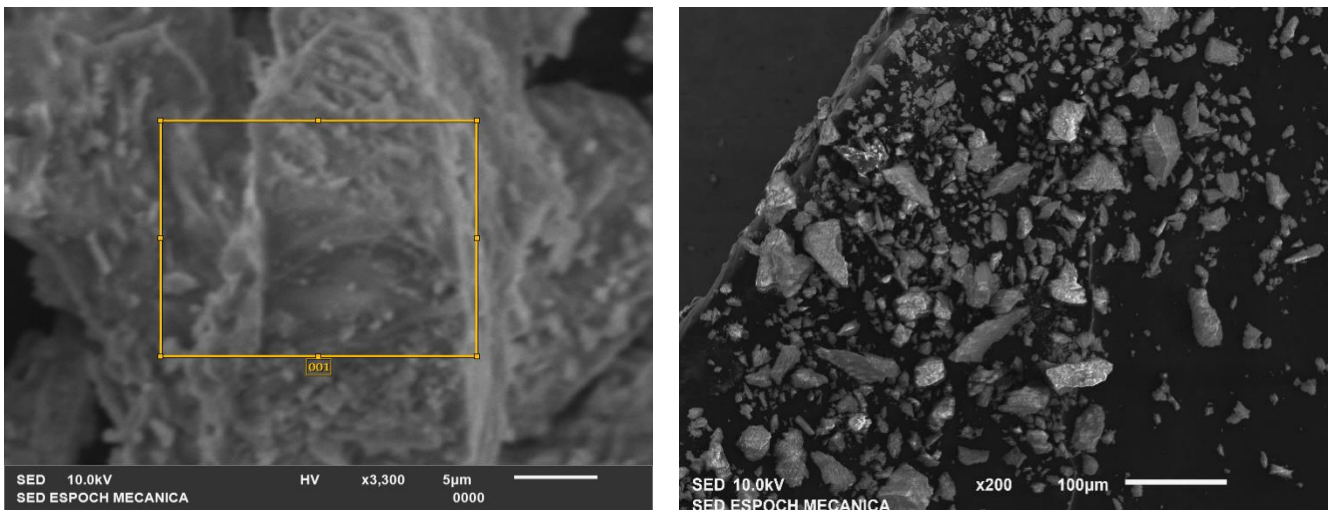
En el proceso de explotación, el riesgo principal está dado por la exposición respiratoria al polvo.

Las partículas muy pequeñas de sílice pueden estar en el aire que se respira y quedar atrapadas en los pulmones. Las partículas y fibras más pequeñas son las más peligrosas dado que son las que pueden alcanzar los bronquios, generalmente se considera que este tamaño por debajo del cual se presenta el riesgo de sufrir silicosis. En el caso del Aluminio si existe exposición al mismo según la ley del derecho a saber de New Jersey menciona que la exposición de polvo fino puede ser inflamable, causando cicatrices pulmonares. A medida que el polvo se acumula en sus pulmones, estos sufren daños y se hace más difícil respirar con el paso de los años. (Tulcán;Tutillo, 2009)

6.1.3. Caracterización Morfológica.

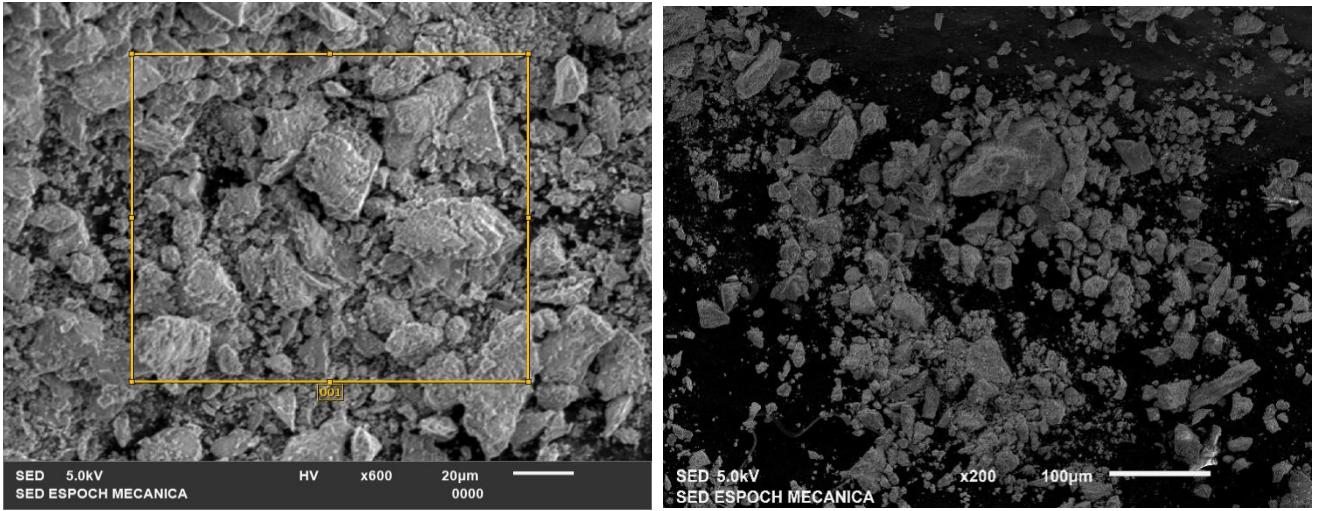
La caracterización morfológica fue analizada en las seis muestras de MPS con el uso del microscopio electrónico de barrido, en la cual se tomaron imágenes a 200x en cada muestra para así llegar a identificar la forma del MPS. A continuación, se observa las siguientes imágenes.

Figura 9: Morfología del PMS de la Muestra 1, observados a 200 x



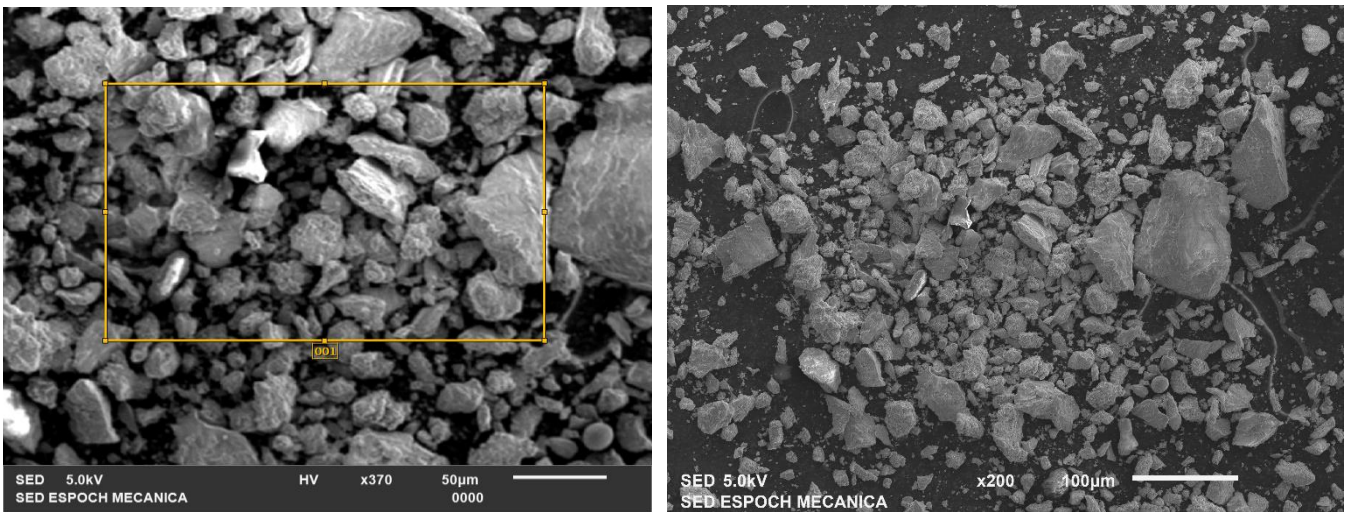
Fuente: ESPOCH. Laboratorio de Mecánica.

Figura 10: Morfología del PMS de la Muestra 2, observados a 200 x:



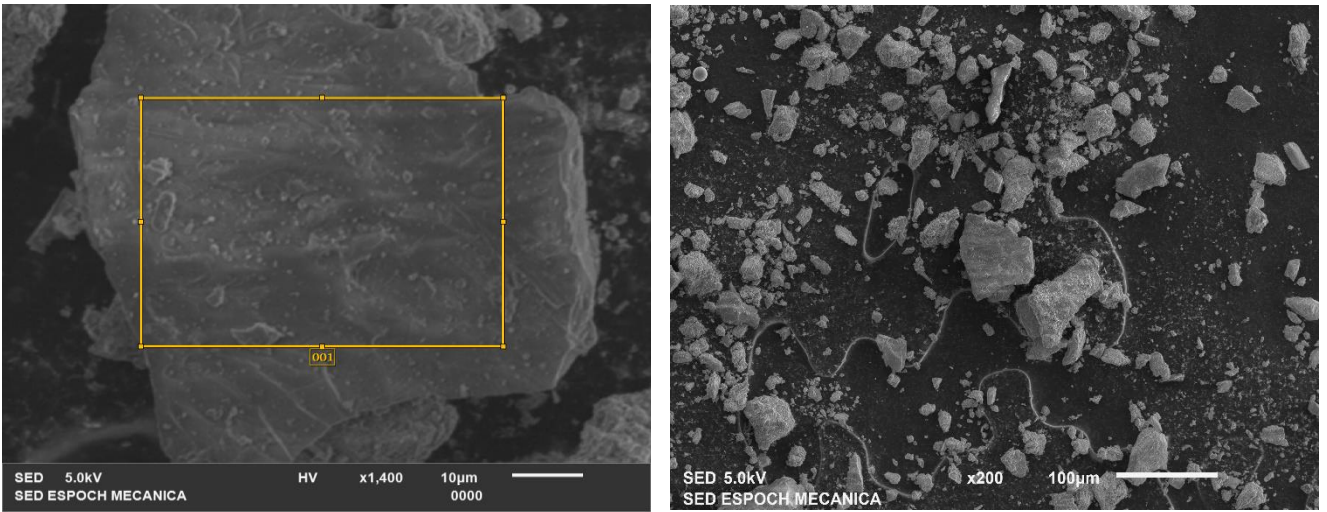
Fuente: ESPOCH. Laboratorio de Mecánica.

Figura 11: Morfología del PMS de la Muestra 3, observados a 200 x



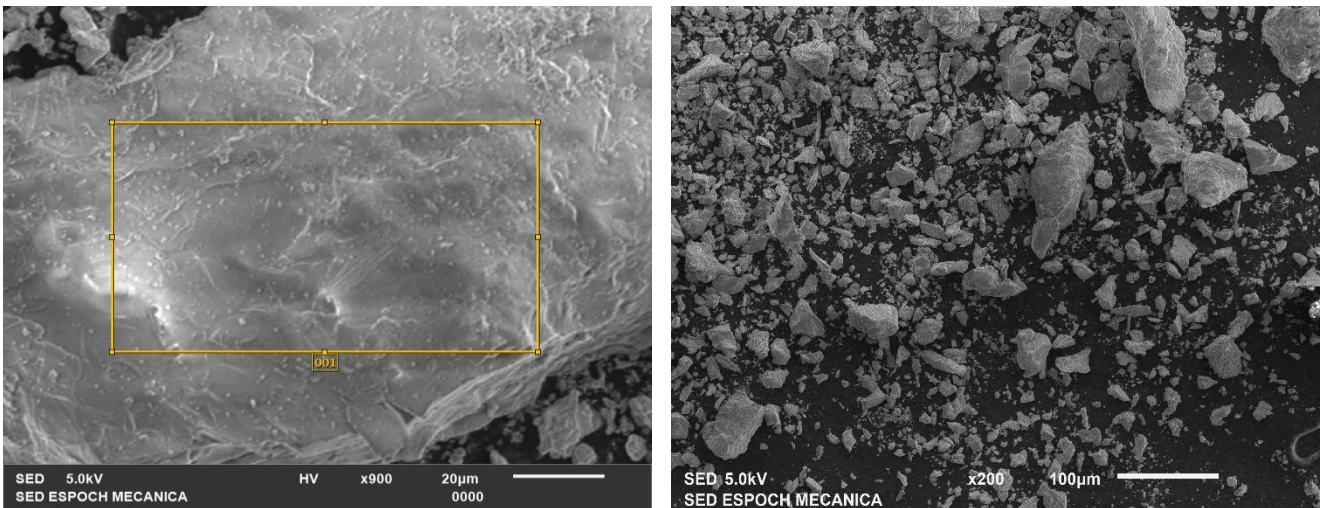
Fuente: ESPOCH. Laboratorio de Mecánica.

Figura 12: Morfología del PMS de la Muestra 4, observados a 200 x



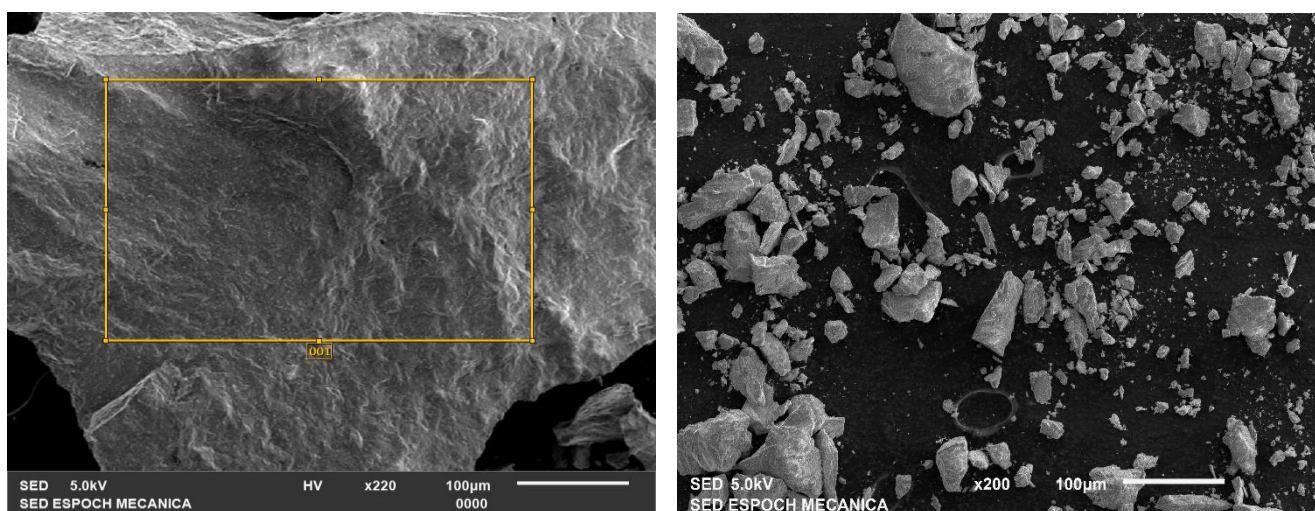
Fuente: ESPOCH. Laboratorio de Mecánica.

Figura 13: Morfología del PMS de la Muestra 5, observados a 200x



Fuente: ESPOCH. Laboratorio de Mecánica.

Figura 14: Morfología del PMS de la Muestra 6, observados a 200x



Fuente: ESPOCH. Laboratorio de Mecánica.

Al analizar la morfología de las 6 muestras recolectadas en el área de estudio productiva operativa de la empresa se puede apreciar en el microscopio de barrido que la mayoría de las partículas son de formas irregulares y esféricas como se observa en las imágenes, con un diámetro que oscila entre 5 μm a 80 μm que indican que son provenientes de procesos trituración de la materia prima en todos los procesos.

6.2. Análisis del Riesgo Químico Predominante: MPV

Para el estudio de MPV se hizo un monitoreo realizado con el equipo DustTrak™ II, en el período de un mes del (30 de mayo 2019 al 30 de junio del 2019), en los diferentes puntos de muestreo siendo seis puntos.

En el monitoreo se obtuvieron valores de concentraciones de MPV de 2,5 μm y 10 μm como se observa en las tablas 18 y 19 respectivamente.

Tabla 19: Datos de PM2, 5 µm en cada Punto de Muestreo a diferente horario

Día	PUNTO 1			PUNTO 2			PUNTO 3			PUNTO 4			PUNTO 5			PUNTO 6		
	8H00	12H00	15H00	8H00	12H00	15H00	8H00	12H00	15H00	8H00	12H00	15H00	8H00	12H00	15H00	8H00	12H00	15H00
1	115	160	210	40	72	65	65	30	30	13	30	16	22	15	12	160	92	263
2	181	210	114	30	65	31	30	25	37	38	62	15	21	65	15	115	524	214
3	321	162	125	75	62	10	25	10	80	72	56	30	11	30	33	119	210	221
4	134	352	107	58	89	11	45	80	65	62	48	75	65	45	10	121	162	320
5	136	320	224	62	82	62	58	35	30	58	62	30	60	85	28	215	210	162
6	231	135	145	48	62	58	62	15	25	67	97	65	56	25	10	256	260	118
7	110	162	162	75	56	92	75	21	25	32	65	60	48	56	82	89	113	240
8	121	204	81	25	84	36	82	60	32	25	62	10	65	62	30	92	107	108
9	214	162	65	30	75	52	56	15	56	78	58	14	85	42	56	78	114	131
10	114	105	116	75	72	48	30	16	42	62	54	68	65	30	30	210	231	115
11	184	33	127	62	30	75	25	21	62	65	85	75	32	65	75	114	117	365
12	181	125	210	25	25	69	42	10	68	67	62	30	28	30	38	113	152	107
13	162	182	60	75	38	56	30	36	75	45	58	74	56	40	30	321	260	210
14	267	520	146	62	92	60	65	30	30	98	32	65	20	67	65	134	109	134
15	520	293	85	63	76	30	42	54	25	76	12	30	30	85	75	215	82	125
16	214	58	117	75	62	48	56	40	82	52	30	10	15	64	82	162	115	58
17	111	115	162	76	74	30	23	62	75	62	15	75	25	82	80	260	293	116
18	215	81	102	98	61	47	58	11	74	65	32	75	12	35	78	224	82	62
19	26	114	125	30	30	30	30	14	65	78	54	56	34	47	65	210	115	320
20	85	162	152	52	52	85	35	13	25	96	62	65	16	18	65	320	130	114
21	115	113	260	32	43	62	40	48	85	56	58	72	30	35	52	105	325	258
22	146	107	109	75	49	65	30	35	30	56	62	56	25	30	30	125	105	356

Fuente: Los Autores

Tabla 20: Datos de PM10 µm en cada Punto de Muestreo a diferente horario

Día	PUNTO 1			PUNTO 2			PUNTO 3			PUNTO 4			PUNTO 5			PUNTO 6		
	8H00	12H00	15H00	8H00	12H00	15H00	8H00	12H00	15H00	8H00	12H00	15H00	8H00	12H00	15H00	8H00	12H00	15H00
1	345	391	155	50	27	87	176	89	102	87	65	89	108	93	68	109	209	234
2	291	176	309	23	82	18	86	67	58	65	45	76	98	91	98	123	166	123
3	198	347	294	82	58	23	64	54	78	48	67	54	78	90	62	167	198	234
4	348	276	389	85	62	98	76	34	60	45	54	62	67	67	98	145	163	432
5	654	124	122	71	101	52	108	87	83	76	87	87	65	79	94	234	342	564
6	117	116	133	62	37	65	113	34	74	89	72	90	45	74	110	435	156	176
7	98	87	96	69	75	93	64	103	72	90	87	43	58	75	98	187	176	168
8	34	127	181	23	67	14	34	45	78	37	98	23	59	80	89	165	321	108
9	372	204	162	80	72	76	76	54	62	87	54	65	57	86	108	189	178	209
10	114	93	125	69	87	90	108	51	98	98	76	89	87	89	61	176	176	309
11	69	109	227	58	45	115	67	64	86	70	52	60	96	87	198	196	126	234
12	204	110	87	57	95	26	92	96	60	65	76	45	99	54	76	187	145	156
13	367	189	155	83	87	24	41	34	76	54	92	29	43	76	98	207	198	765
14	87	127	103	78	62	68	97	67	63	43	65	45	69	56	56	205	156	129
15	188	171	221	35	18	11	45	76	47	93	104	82	56	78	87	306	134	106
16	189	182	204	52	15	10	58	52	67	65	76	42	45	46	95	398	234	234
17	221	255	147	14	91	39	80	103	99	78	93	91	73	102	53	367	321	301
18	114	234	140	24	52	32	38	75	90	97	34	71	52	90	167	245	302	208
19	189	153	102	59	35	64	98	76	56	102	48	87	41	98	45	109	356	321
20	108	115	125	18	48	29	62	51	78	107	49	80	71	74	76	255	256	125
21	214	116	133	24	54	63	56	63	78	98	70	76	75	56	45	244	234	176
22	109	124	162	111	16	81	54	34	76	65	34	54	32	78	72	288	654	178

Fuente: Los Autores

6.2.1. Concentración de MPV en el área productiva-operativa “MINABRADEC”.

Con los datos anteriores se obtiene un promedio diario de los seis puntos de muestreos analizados en el respectivo mes de todos los días y en diferente horario para MP2,5 μm y MP10 μm , demostrando los siguientes análisis y resultados haciendo una comparación respectiva de los LMP de la OMS y el TULSMA, teniendo en cuenta para cada muestreo un tiempo aproximado de 2 minutos.

La **Tabla 21**, indica la comparación de la concentración del MP2,5 con respecto a la OMS y el TULSMA, en donde los 22 días de estudio sobrepasan el LMP propuesto por las normativas.

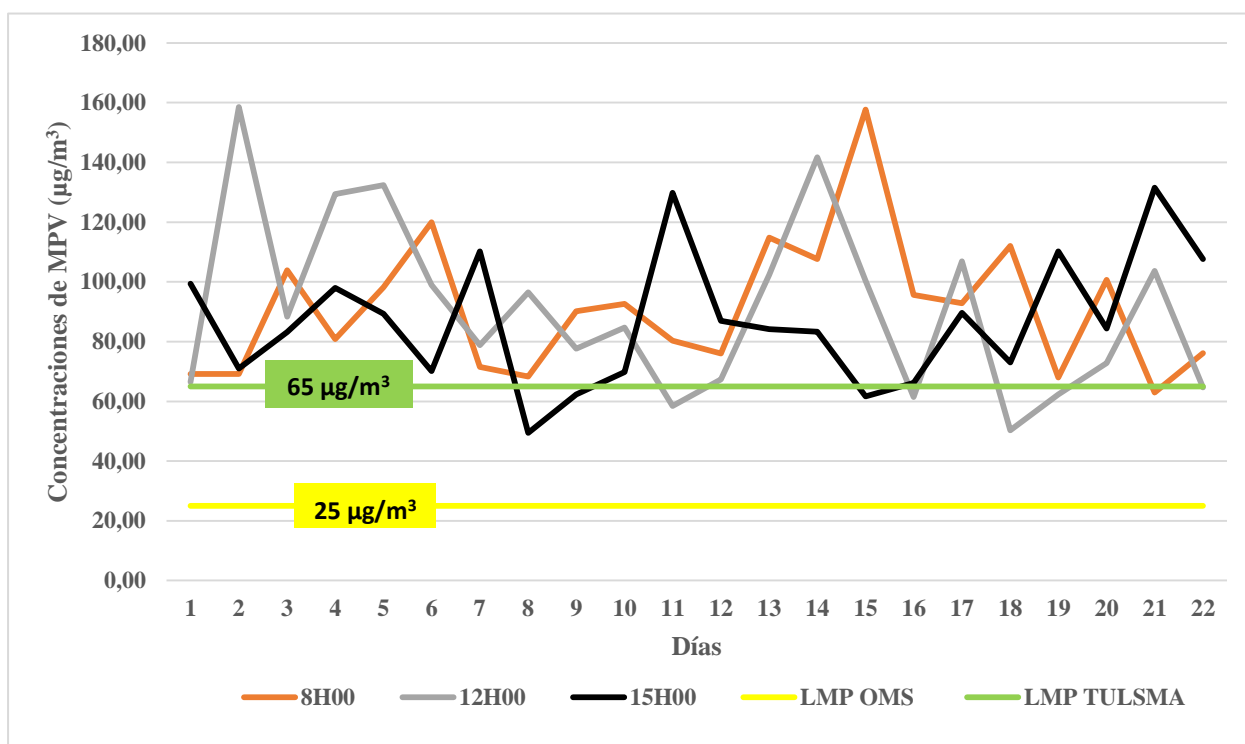
Tabla 21: Concentraciones de MP 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), en el área productiva-operativa y su comparación con LMP de la OMS y TULSMA.

Día	8H00	12H00	15H00	PROMEDIO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	LMP OMS 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LMP TULSMA 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	69.17	66.50	99.33	78.33	NO	NO
2	69.17	158.50	71.00	99.56	NO	NO
3	103.83	88.33	83.17	91.78	NO	NO
4	80.83	129.33	98.00	102.72	NO	NO
5	98.17	132.33	89.33	106.61	NO	NO
6	120.00	99.00	70.17	96.39	NO	NO
7	71.50	78.83	110.17	86.83	NO	NO
8	68.33	96.50	49.50	71.44	NO	NO
9	90.17	77.67	62.33	76.72	NO	NO
10	92.67	84.67	69.83	82.39	NO	NO
11	80.33	58.50	129.83	89.56	NO	NO
12	76.00	67.33	87.00	76.78	NO	NO
13	114.83	102.33	84.17	100.44	NO	NO
14	107.67	141.67	83.33	110.89	NO	NO
15	157.67	100.33	61.67	106.56	NO	NO
16	95.67	61.50	66.17	74.44	NO	NO
17	92.83	106.83	89.67	96.44	NO	NO
18	112.00	50.33	73.00	78.44	NO	NO
19	68.00	62.33	110.17	80.17	NO	NO
20	100.67	72.83	84.33	85.94	NO	NO
21	63.00	103.67	131.50	99.39	NO	NO
22	76.17	64.67	107.67	82.83	NO	NO

Fuente: Los Autores

En la **Figura 15**, muestra las concentraciones de cada uno de las horas tomadas en todo el día (tomate, gris, negro) y los LMP (verde, amarillo), así también se observa que la concentración de MP2,5 sobrepasa lo LMP propuestos por la OMS en todos los días y en todas las horas de monitoreo, mientras tanto con la normativa TULSMA sobrepasa los LMP en casi todos los puntos de monitoreo exceptuando el día 8 para el horario de las 15H00, así como también en los días 11 y 18 que corresponden al horario de las 12H00 que si cumple con la normativa.

Figura 15: Comparación de valores de MP2,5 con los LMP de la OMS y TULSMA



Fuente: Los Autores

La **Tabla 22**, indica la comparación de la concentración del MP10 con respecto a la OMS y el TULSMA ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) respectivamente, en donde los 22 días de estudio sobrepasan el LMP propuesto por las normativas OMS. Sin embargo, para los LMP del TULSMA en todos los días cumple con la normativa excepto para el día quinto que no es aceptable.

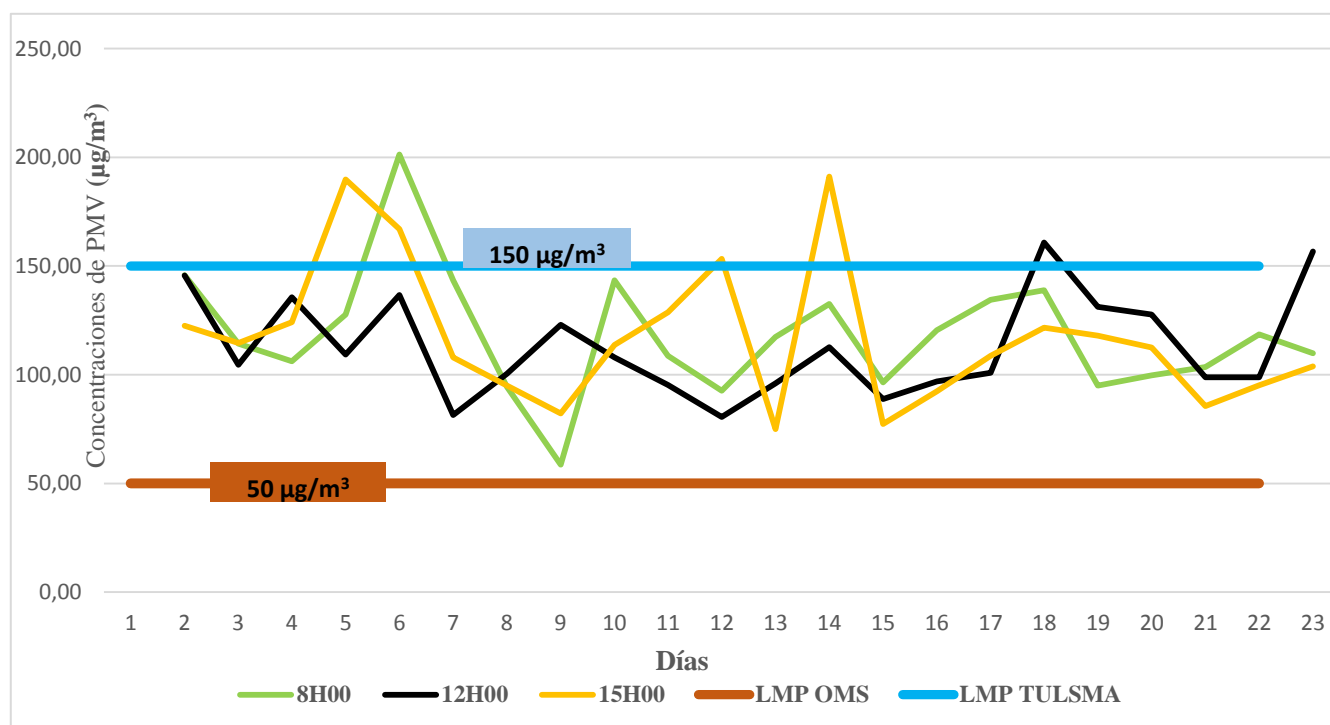
Tabla 22: Concentraciones de MP 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), en el área productiva-operativa y su comparación con LMP de la OMS y TULSMA

Día	8H00	12H00	15H00	PROMEDIO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	LMP OMS 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LMP TULSMA 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	145.83	145.67	122.50	138.00	NO	SI
2	114.33	104.50	114.50	111.11	NO	SI
3	106.17	135.67	124.17	122.00	NO	SI
4	127.67	109.33	189.83	142.28	NO	SI
5	201.33	136.67	167.00	168.33	NO	NO
6	143.50	81.50	108.00	111.00	NO	SI
7	94.33	100.50	95.00	96.61	NO	SI
8	58.67	123.00	82.17	87.94	NO	SI
9	143.50	108.00	113.67	121.72	NO	SI
10	108.67	95.33	128.67	110.89	NO	SI
11	92.67	80.50	153.33	108.83	NO	SI
12	117.33	96.00	75.00	96.11	NO	SI
13	132.50	112.67	191.17	145.44	NO	SI
14	96.50	88.83	77.33	87.56	NO	SI
15	120.50	96.83	92.33	103.22	NO	SI
16	134.50	100.83	108.67	114.67	NO	SI
17	138.83	160.83	121.67	140.44	NO	SI
18	95.00	131.17	118.00	114.72	NO	SI
19	99.67	127.67	112.50	113.28	NO	SI
20	103.50	98.83	85.50	95.94	NO	SI
21	118.50	98.83	95.17	104.17	NO	SI
22	109.83	156.67	103.83	123.44	NO	SI

Fuente: Los Autores

En la **Figura 16**, muestra las concentraciones de cada uno de las horas tomadas en todo el día (verde, amarillo, negro) y los LMP (celeste, tomate), así también se observa que la concentración de MP10 sobrepasa lo LMP propuestos por la OMS en todos los días y en todas las horas de monitoreo, con respecto a la normativa TULSMA donde se destaca que la mayoría de concentraciones no sobrepasan el LMP, exceptuando los días 5,6,14,18 en los horarios de las 15H00, 8H00,8H00 y 12H00 respectivamente.

Figura 16: Comparación de valores de MP10 con los LMP de la OMS y TULSMA



Fuente: Los Autores

7. Medidas de Mitigación de los Riesgos Laborales en el Área de Producción de la empresa.

Se logró satisfacer las expectativas de los trabajadores en los diferentes talleres, esto fue expresado por si mismos en espacios de retroalimentación al final de cada taller.

Por otra parte, los trabajadores expresaron haber tenido conocimiento y profundizar en un tema muy cercano a sus problemáticas personales y profesionales sobre riesgos laborales.

Mediante el fortalecimiento de liderazgos los trabajadores fueron capaces de interactuar ante un comportamiento de riesgos laborales.

Una vez ejecutado los talleres los involucrados adquirieron conocimientos acerca de la salud ocupacional y riesgos laborales.

7.1. Difusión con los Trabajadores del Área Productiva-Operativa.

Tabla 23: Plan de Capacitación de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional

ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE RIESGOS LABORALES	
Riesgo Físico	<ul style="list-style-type: none"> • Que es riesgo físico • Agentes y efectos • Medidas preventivas • Medidas técnicas de prevención • Instrumento de EPP para las distintas percepciones de riesgo físico.
Riesgo Mecánico	<ul style="list-style-type: none"> • Que es riesgo mecánico • Principales elementos de máquinas. • Principales riesgos en las máquinas. • Dispositivos o interruptores de seguridad. • Resguardos de seguridad. • Tipos de protecciones más usados. • Dispositivos de seguridad. • Medidas preventivas.
Riesgo Químico	<ul style="list-style-type: none"> • Definición de riesgo químico • Que es contaminante químico • Toxicidad • Toxico • Fases de la acción del toxico. • Etapas de un toxico en el organismo. • Acciones de varios tóxicos a la vez. • Clasificación de los tóxicos. • Clasificación de los efectos. • Evaluación de los riesgos.
Riesgo Biológico	<ul style="list-style-type: none"> • Que es riesgo biológico. • Agentes o factores biológicos. • Exposición a riesgos biológicos. • Vías de entrada o transmisión. • Peligros • Examen médico ocupacional. • Medidas de prevención.
Riesgos Ergonómicos	<ul style="list-style-type: none"> • Que es riesgo ergonómico. • Riesgos posturales. • Principios ergonómicos en la concepción de los puestos de trabajo. • Posturas corporales. • Movimientos corporales. • Sobrecarga física y psíquica. • Consecuencias de las inadecuaciones. • Manejo manual de materiales. • Medidas preventivas.

Riesgos Psicosociales	<ul style="list-style-type: none">• Que es riesgo psicosocial.• Factores de riesgo psicosocial en el trabajo.• Marco legal.• Evaluación de factores de riesgo psicosocial.• Factores de riesgo psicosocial extra laborales e intra laborales.• Efectos en el trabajador.• Medidas preventivas.
-----------------------	--

Fuente: Los Autores

CONCLUSIONES

- Correspondiendo al análisis y valoración de los riesgos laborales del área de producción de la empresa MINABRADEC CIA. LTDA, se constató los riesgos que predominaron; siendo el físico (ruido) y el químico (material particulado) respectivamente. Los datos obtenidos de la matriz de valoración de riesgos registran valores que llegan a un nivel extremadamente dañino, siendo intolerable al trabajador tanto para el molino 1 como el molino 2 en sus diferentes tareas.
- De acuerdo al estudio del riesgo físico “ruido” se analiza los valores obtenidos realizando diferentes cálculos matemáticos establecidos en la norma NTE INEN-ISO 9612 donde se determinó las duraciones de las tareas de los operarios según su actividad y la exposición al ruido, donde se obtuvo la evaluación del ruido mediante el cálculo de dosis tomando en cuenta el nivel de exposición del ruido ponderado A, es decir si la dosis es mayor a uno sobrepasa los niveles máximos permisibles teniendo en cuenta las 8 horas de trabajo dando un valor de 92,7 dBA alterando la normativa legal vigente.
- Correspondiendo al análisis de MPS, se constató que las muestras de los filtros 1,2,3,4,5,6 no cumple con los LMP para la OMS de $0,5 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$, mientras que para los filtros 4,5, para los LMP TULSMA si cumple con la normativa a diferencia de los filtros 1,2,3,6 no cumple con lo establecido.
- Respecto al estudio del MPV para el MP2,5 se registró concentraciones que sobrepasan los LMP de la OMS y TULSMA, los valores alcanzan un promedio máximo de $106,61 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ y un valor mínimo de $71,44 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, siendo no aceptables para un ambiente de trabajo y su normativa vigente. De igual manera para MP10 se registró concentraciones que sobrepasan los LMP de la OMS siendo el promedio máximo $168,3 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ y un mínimo $87,56 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, a diferencia del TULSMA si cumple con la normativa en todo los dias de estudio exceptuando el día quinto que no cumple con la legislación.
- Las técnicas de microscopía electrónica (MEB) del modelo Joel JSM-IT100, en su morfología se caracterizó por presentar formas irregulares y esféricas, además el diámetro de las partículas oscila entre un mínimo de $5,00 \text{ } \mu\text{m}$ y un máximo de $80,00 \text{ } \mu\text{m}$.

- En el microanálisis de rayos X (EDX), en las muestras se encontraron 9 elementos químicos como: Oxígeno, Silicio, Carbono, Aluminio, Sodio, Hierro, Magnesio, Potasio, Calcio las mismas que son producto de la producción de material abrasivo. El elemento químico mayoritario es el Silicio con 57,18% y el Aluminio con 19,72% respectivamente, siendo estos componentes de la materia prima andesita en los procesos de trituración, este material provoca grandes cantidades de material particulado (polvo) que son inhalados por los operarios si no usan correctamente los EPP, estos elementos químicos a altas concentraciones de exposición causan enfermedades especialmente respiratorias ya que el polvo se acumula en sus pulmones afectando la calidad integral del trabajador.
- Para las medidas de mitigación del riesgo físico (ruido) se estableció medidas organizativas a reducir el riesgo de exposición del trabajador, entre ellas se encuentra la reubicación de trabajadores, donde esta medida se basó en la rotación de sus puestos de trabajo. Se capacitó a todos los trabajadores sobre la importancia del uso de los EPP para que sean usados en la actividad del trabajador.

RECOMEDACIONES

- Es necesario la implementación de los EPP en el área de trabajo para que no afecte la salud de los trabajadores.
- Se debe realizar charlas de información a los trabajadores sobre los riesgos y enfermedades que pueden producir al no usar correctamente los EPP.
- Es recomendable para el estudio de PMS las cajas Petri no sean movidas por un determinado tiempo para su análisis.
- Se recomienda tener conocimiento sobre fuentes aislantes contra la contaminación acústica para así evitar la exposición al ruido al trabajador.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

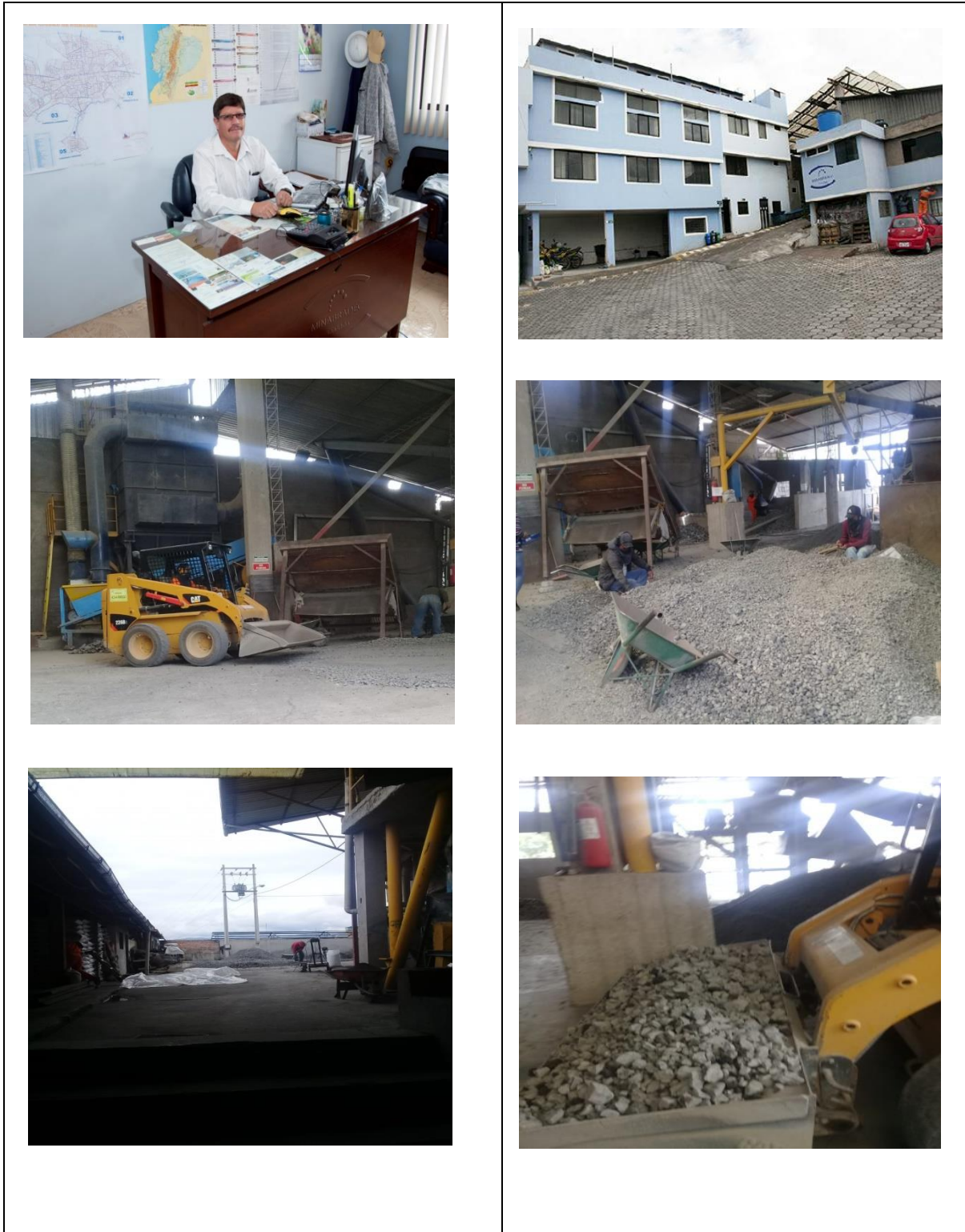
- Anzo, C. D. E., Ingenier, T. E. D. E., Por, R., & Carri, D. O. (2009). *Evaluación de los riesgos presentes en las instalaciones de una planta productora de fluidos de perforación en el tigre estado anzoátegui*. (UNIVERSIDAD DE ORIENTE NÚCLEO DE ANZOÁTEGU).
- Arciniégas, C. (2015). Diagnóstico Y Control De Material Particulado: Partículas Suspendidas Totales Y Fracción Respirable Pm10. *Luna Azul*, (34), 195–213. <https://doi.org/10.17151/luaz.2012.34.12>
- Asanza A. (2013). “*Elaboracion de la Matriz de Riesgos Laborales en la Empresa Proyecplast Cía. LTDA.*” Retrieved from <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5155/1/UPS-CT002734.pdf>
- Barreto, C. C. (2014). *Carlos Máximo Chamochumbi Barrueto seguridad e higiene industrial* (Fondo Edit). Retrieved from <http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/599/Seguridad e Higiene Industrial-1-79.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bayas, K. (2017). *DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y MULTITEMPORAL DE MATERIAL PARTICULADO, EN LOS CAMPUS UNIVERSITARIOS DE LA UNACH DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA* (UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO). Retrieved from <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4117/1/UNACH-EC-ING-AMB-2017-0006.pdf>
- Bibliotecas, S. De. (2017). *Manual De Calidad Iso 9001 : 2015*.
- Cabo Salvador, J. (2010). Gestión sanitaria integral pública y privada. In *CEF. Centro de Estudios Financieros* (Centro de).
- Cazco Castelli, L. F. (2011). *Mitigación De La Contaminación Del Aire Por Material Particulado Y Gases De Combustión De Automotores En El Centro Comercial De Riobamba* (ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO). Retrieved from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4232/1/20T00409.pdf>
- Cerda, P., Bettini, M., Mieres, J. J., Paris, E., Ríos, J. C., & Cortés, S. (2014). Exposure to occupational biological risks. Experience of a toxicology information center. *Revista Medica de Chile*, 142(4), 443–450. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872014000400005>
- Departamento de Salud y Servicios para personas mayores de New Jersey. (2001). Hoja informativa sobre sustancias peligrosas. In *New Jersey Department of Health and*

- Seniors Services* (Vol. 1671). Retrieved from <https://www.nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/0054sp.pdf>
- Díaz, J. y L. (2010). *Las- causas-de-la-contaminacion-atmosferica-y-los-contaminantes-atmosfericos-mas-importantes @ ecodes.org*. Retrieved from http://ecodes.org/salud-calidad-aire/201302176118/Las-causas-de-la-contaminacion-atmosferica-y-los-contaminantes-atmosfericos-mas-importantes?fbclid=IwAR08a7_urbJXA1WZlrhyyNobmDwJSEjnpL2ZSy7iZ6jZTi7zgGlEm4Rnko
- Instituto Ecuatoriano Social. (2016). *Direcciones a Nivel Nacional Provincia Dirección Y N° Teléfono*. 65. Retrieved from http://sart.iess.gob.ec/DSGRT/norma_interactiva/IESS_Normativa.pdf
- Javier, A., & Fuentes, A. (2016). *DISPERSIÓN DE MATERIAL PARTICULADO (PM 10), CON INTERRELACIÓN DE FACTORES METEOROLÓGICOS Y TOPOGRÁFICOS (Particulate Matter Dispersion (PM 10), with interrelation of topographic and meteorological factors)*. 16, 43–54. Retrieved from <file:///C:/Users/Esteban-PC/Downloads/Dialnet-DispersionDeMaterialParticuladoPM10ConInterrelacio-6096112.pdf>
- Juan Carlos Aleaga, V. R. E. (2017). *Universidad Técnica De Ambato Industrial / Dirección De Posgrado* (Universidad Técnica de Ambato). Retrieved from file:///C:/Users/Esteban-PC/Downloads/Tesis_t1281mshi.pdf
- Keith, K. D., De Leersnyder, J., Boiger, M., Mesquita, B., Of, H., Psychology, C., ... De Leersnyder, J. (2013). No Titleبیبیب (UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE GRADUACIÓN). <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2014.12.004>
- MAE. (2017). Texto unificado legislacion secundaria de medio ambiente. In *Registro Oficial Edición Especial 2*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Marcos, R., & Valderrama, A. (2012). Contaminación del aire por material particulado en la Ciudad Universitaria-UNMSM. *Centro de Desarrollo e Investigación En Termofluidos (CEDIT) Departamento de Ingeniería Mecánica de Fluidos (DAIMF)*, 14. Retrieved from https://guzlop-editoras.com/web_des/med02/saludpublica/pld0456.pdf
- María, I., & Rodríguez Valencia, P. (2016). *La Gestión de la Salud Ocupacional como Disciplina para el Adiestramiento en la Alternativa Preventiva de los Recursos Humanos. Referencia Sector Manufacturero Carabobeño*.

- Ministerio del Ambiente. (2015). Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones. In *Libro VI ANEXO 5* (pp. 416–428). Retrieved from <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112184.pdf>
- Muñoz Sanchez, A. I. (2010). Del Trabajo. *Med Segur Trab*, 56(220), 220–225. Retrieved from <http://www.mendeley.com/research/del-trabajo-2/>
- Plata, U. N. de la. (2018). riesgos-ergonomicos-8677 @ unlp.edu.ar. Retrieved from https://unlp.edu.ar/seguridad_higiene/riesgos-ergonomicos-8677
- Ramos, L. (2017). *Partículas atmosféricas sedimentables en tres áreas de esparcimiento poblacional de las principales vías vehiculares del casco urbano de la ciudad de Tingo María*. Retrieved from https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/PARTICULAS ATMOSFERICA SEDIMENTABLES EN TRES AREAS DE ESPARCIMIENTO POBLACIONAL DE LAS PRINCIPALES VIAD VEHICULARES DEL CASO URBANO DE LA CIUDAD DE TINGO MARIA.pdf
- Salinas, P. A. (2016). Contaminación atmosférica por material particulado y consultas de urgencia por morbilidad respiratoria en menores de 5 años en la ciudad de Valdivia, periodo mayo-julio, año 2010 (NIVERSISAS AUSTRAL DE CHILE; Vol. 53). <https://doi.org/10.7544/issn1000-1239.2016.20150689>
- Santillán, G., Carrión, D., Rodríguez, M., Torres, S., Cargua, F., & Torres, S. (2016). Estimación del grado de contaminación de material particulado atmosférico y sedimentable en el laboratorio de servicios ambientales de la UNACH. *Revista Científica Perfiles*, 16(2), 32–39. Retrieved from <http://ceaa.esPOCH.edu.ec:8080/revista.perfiles/Articuloshtml/Perfiles16Art5/Perfiles16Art5.xhtml>
- TSI. (2018). Monitor de aerosol DustTrak II.
- Tulcán; Tutillo. (2009). *Universidad Tecnica Del Norte Facultad Ciencias De L Salud Escuela De Enfermeria*. Retrieved from <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/657/2/06 ENF 397 ARTÍCULO CIENTÍFICO.pdf>
- Usiña, K. (2017). Universidad Central Del Ecuador. *Universidad Central Del Ecuador*, 105.
- Villacrés Lupera, M. F. (2015). Evaluación de la contaminación atmosférica de la ciudad de Ambato relacionada con el material particulado sedimentable. Retrieved from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4855>

ANEXOS

Anexo 1: Área de la Empresa



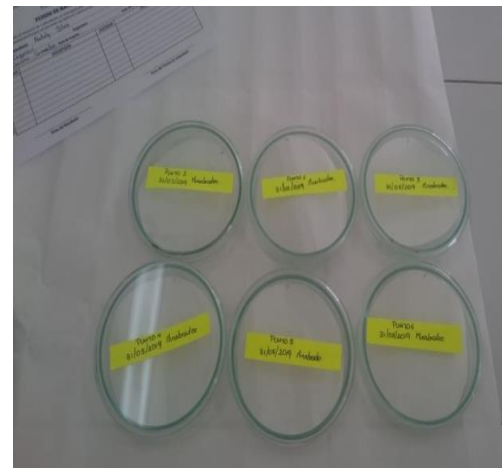
Fuente: Los autores (2019)

Anexo 2: Evaluación de Riesgos Laborales



Fuente: Los autores (2019)

Anexo 3: Trabajo de Laboratorio



Fuente: Los autores (2019).

Anexo 4: Monitoreo de Ruido



Fuente: Los autores (2019).

Anexo 5: Monitoreo de MPV



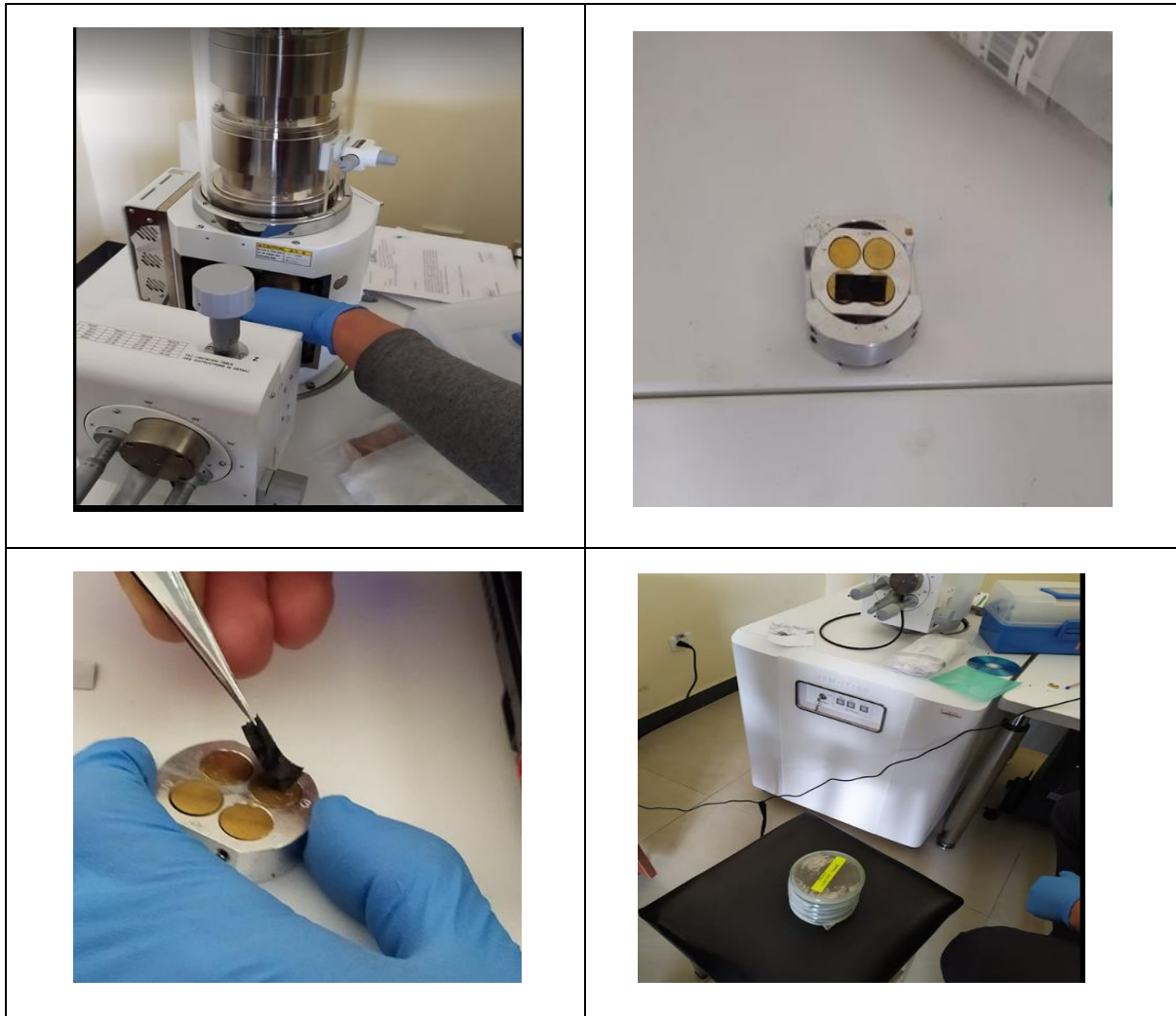
Fuente: Los autores (2019).

Anexo 6: Monitoreo de MPS



Fuente: Los autores (2019).

Anexo 7: Trabajo de Laboratorio Microscopia



Fuente: Los autores (2019).

Anexo 8 Capacitaciones a los Trabajadores

