



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

**“Análisis de los factores de riesgo y su relación con las  
enfermedades respiratorias para el diseño de un plan mejora  
en una empresa minera”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

**Previo a la obtención del Título de:**

**MAGÍSTER EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

**Presentada por:**

**Claudia Andrea Icaza Hidalgo**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**Año: 2022**

# AGRADECIMIENTO

A Dios, a mi director de proyecto, MSc. Kenny Escobar, a mi esposo por su incondicional apoyo y a las personas que colaboraron de una u otra forma para la realización de este trabajo.

# DEDICATORIA

Este presente trabajo está dedicado con todo mi amor y gratitud a Dios a la Santísima Virgen, mi esposo, hija, mis padres, y amigos.

Claudia Andrea Icaza Hidalgo

# **TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

---

**Kenny Escobar S. MSc.  
DIRECTOR DE PROYECTO**

---

**Pamela Herrera V. Ph. D(c).  
VOCAL**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este proyecto de titulación, nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

---

**Claudia Andrea Icaza Hidalgo**

## RESUMEN

El propósito de este estudio es encontrar la correlación entre la falta del uso adecuado de los equipos de protección respiratorio y la recurrencia en el diagnóstico de enfermedades respiratorias en el trabajador, mediante el análisis de supervivencia que utiliza la prueba de chi-cuadrado, que es utilizada para ver el sentido de correlación entre dos variables nominales o un nivel superior

Para la creación de la base de datos digital se tomaron los datos de los registros de entrega de equipos de protección, vigilancia de la salud, la medicina prescrita entregada junto con la estadística ausentismo de la población trabajadora en el periodo 2016-2021.

Se consideró un grupo poblacional de 36 trabajadores, con puestos de trabajos tales: supervisor, mecánico, enmaderador, barrenador, palero y bodeguero.

Se realizó una medición de material particulado con el método de referencia para la determinación de material particulado como PM 10 en la atmósfera y el Método de referencia para la determinación de partículas finas como PM 2.5 en la atmósfera.

Adicionalmente se tomaron como respaldo dos estudios de laboratorio de material particulado realizado en los años 2016 y 2019, junto al análisis de la función pulmonar en los trabajadores mediante espirometría.

Se tabularon los datos obtenidos de las mediciones, se aplicó estadística descriptiva y luego se correlacionaron los mismos, mediante diferencia de proporciones y análisis de supervivencias Kaplan-Meier; con los datos obtenidos se diseñó un plan de mejora que permita el desarrollo de una cultura laboral preventiva.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN .....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ÍNDICE DE TABLAS .....	V
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VII
ABREVIATURA .....	VIII
GLOSARIO.....	IX

### CAPÍTULO 1

<b>1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento del problema de investigación .....	1
a) Enunciado del problema.....	1
b) Formulación del problema.....	2
1.2. Objetivos de la investigación.....	2
a) Objetivo general .....	2
b) Objetivos específicos .....	2
1.3. Justificación y delimitación de la investigación .....	3
a) Justificación .....	3
1.4. Estructura del proyecto .....	3

### CAPÍTULO 2

<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
2.1 Datos generales de la minera .....	5
a) Ubicación .....	5
b) Clima.....	6
2.2 Estado del arte.....	6
2.3 Marco conceptual .....	6
a) Enfermedad ocupacional y su calificación en el IESS .....	6
b) Enfermedades ocupacionales en la industria de la minería.....	7

c) ¿Qué se debe hacer ante una enfermedad ocupacional y cómo prevenirla?.....	8
d) Vigilancia de la salud .....	9
e) Mediciones higiénicas .....	10
f) Diferencia de proporciones .....	11
g) Análisis de supervivencia .....	11
2.4 Marco Legal .....	13

### **CAPÍTULO 3**

<b>3. MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>15</b>
3.1 Tipo de estudio .....	15
3.2 Población y muestral.....	15
3.3 Instrumentos o herramientas para utilizar .....	15
3.4 Variables para medir y recolección de datos.....	17
3.5 Análisis estadístico .....	17
3.6 Análisis de datos.....	19

### **CAPÍTULO 4**

<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>20</b>
4.1 Datos sociodemográficos de la empresa Minera.....	20
4.2 Resultados de la estadística descriptiva aplicada .....	21
4.3 Resultados del análisis de supervivencia.....	26
4.4 Resultados de las mediciones de higiene industrial (Material Particulado) .....	32

### **CAPÍTULO 5**

<b>5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PLAN DE MEJORA .....</b>	<b>35</b>
5.1 Conclusiones .....	35
5.2 Recomendaciones .....	36
5.3 Plan de mejora.....	37

### **BIBLIOGRAFÍA**

### **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Enfermedad ocupacional 001 .....	2
Tabla 2 Enfermedad ocupacional 002 .....	2
Tabla 3 Enfermedades en la industria de la minería .....	8
Tabla 4 Jerarquía de control de riesgo para la explotación del material .....	9
Tabla 5 Límites de exposición profesional para agentes químicos de España	11
Tabla 6 Niveles de riesgos de acuerdo con la INSHT .....	11
Tabla 7 Marco Legal .....	13
Tabla 8 Equipos para el muestro y análisis de material particulado .....	16
Tabla 9 Prueba Kaplan-Meier función de supervivencia medicina vs grupo etario .....	26
Tabla 10 Prueba Log Rank diferencia de proporciones de supervivencia medicina vs grupo etario .....	26
Tabla 11 Prueba Kaplan-Meier función de supervivencia observaciones en la espirometría vs grupo etario.....	28
Tabla 12 Prueba Log Rank diferencia de proporciones de supervivencia en observaciones en la espirometría vs grupo etario .....	28
Tabla 13 Prueba Kaplan-Meier función de supervivencia medicina vs tiempo en minería.....	29
Tabla 14 Prueba Log Rank diferencia de proporciones de supervivencia medicina vs tiempo en minería.....	30
Tabla 15 Prueba Kaplan-Meier función de supervivencia observaciones en la espirometría vs tiempo en minería .....	31
Tabla 16 Prueba Log Rank diferencia de proporciones de supervivencia observaciones en la espirometría vs tiempo en minería.....	31
Tabla 17 Datos generales de la medición 1 .....	33
Tabla 18 Resultados de la medición 1 .....	33
Tabla 19 Datos generales de la medición 2 .....	33
Tabla 20 Resultados de la medición 2 .....	34
Tabla 21 Plan de mejora .....	37



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 : Mapa de Ubicación Geográfica Camilo Ponce Enríquez, escala 1:1'000000 .....	5
Figura 4.1 : Distribución demografica del personal de la Minera .....	20
Figura 4.2 : Segmentación del personal de la muestra en grupos etarios .....	20
Figura 4.3 : Tiempo en años de experiencia en la minería de la muestra poblacional.....	21
Figura 4.4 : Entrega de medicamentos que alivian síntomas de enfermedades respiratorias .....	21
Figura 4.5 : Memorandos emitidos por el no uso de mascarilla en el interior de la mina.....	22
Figura 4.6 : Comparativa entre no uso de mascarilla y entrega de medicina... ..	22
Figura 4.7 : Relación de variables cambio de mascarillas, cambio de filtros, memorandos, permiso medico con el grupo etario en el período 2016 .....	23
Figura 4.8 : Relación de variables cambio de mascarillas, cambio de filtros, memorandos, permiso medico con el grupo etario en el período 2017 .....	23
Figura 4.9 : Relación de variables cambio de mascarillas, cambio de filtros, memorandos, permiso medico con el grupo etario en el período 2018 .....	24
Figura 4.10 : Relación de variables cambio de mascarillas, cambio de filtros, memorandos, permiso medico con el grupo etario en el período 2019 .....	24
Figura 4.11 : Relación de variables cambio de mascarillas, cambio de filtros, memorandos, permiso medico con el grupo etario en el período 2020 .....	25
Figura 4.12 : Relación de variables cambio de mascarillas, cambio de filtros, memorandos, permiso medico con el grupo etario en el período 2020 .....	25
Figura 4.13 : Gráfico de supervivencia de la medicina entregada con respecto al tiempo por grupo etario. ....	27
Figura 4.14 : Gráfico de supervivencia de observaciones en la espirometría con respecto al tiempo por grupo etario.....	29
Figura 4.15 : Gráfico de supervivencia de medicina con respecto al tiempo por antigüedad en minería. ....	30
Figura 4.16 : Gráfico de supervivencia de observaciones en la espirometría con respecto al tiempo por antigüedad en minería .....	32

## ABREVIATURA

ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
EPP	Equipo de Protección Personal
gl	Grados de libertad
IESS	Instituto Ecuatoriano de Seguridad y Salud
LEP	Límite de Exposición Profesional
msnm	Metros sobre el nivel del mar
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OMS	Organización Mundial de Salud
PM	Particulate matter (material particulado)
ppm	Partes por millón
SST	Seguridad y salud en el trabajo
tn	Toneladas
TLV	Threshold Limit Values (Valores límite de umbral)
u	Unidades
µm	Micrones de metro
°C	Grados Celsius
mg/m <sup>3</sup>	Miligramos por metro cúbico
µm/m <sup>3</sup>	Micrones de metro por metro cúbico

## GLOSARIO

**Asbestosis:** Enfermedad de los pulmones causada por la inhalación de partículas de amianto (asbesto) (un grupo de minerales con forma de fibras diminutas). Los síntomas incluyen tos, problemas respiratorios y dolor de pecho como resultado de la cicatrización y el daño permanente del tejido del pulmón. La asbestosis aumenta el riesgo de cáncer de pulmón y mesotelioma maligno (cáncer que se encuentra en el revestimiento de los pulmones, el pecho o el abdomen).

**Material Particulado:** Se denomina material particulado a una mezcla de partículas líquidas y sólidas, de sustancias orgánicas e inorgánicas, que se encuentran en suspensión en el aire. El material particulado forma parte de la contaminación del aire. Su composición es muy variada y podemos encontrar, entre sus principales componentes, sulfatos, nitratos, el amoníaco, el cloruro sódico, el carbón, el polvo de minerales, cenizas metálicas y agua. Dichas partículas además producen reacciones químicas en el aire. Se cataloga en función de su tamaño y, en el ámbito de la calidad del aire, hablamos de partículas PM 10, que serían las de mayor tamaño, cuyo diámetro aerodinámico teórico sería de 10  $\mu\text{m}$  (micrones de metro = millonésima parte del metro) y las partículas finas conocidas como PM 2.5 cuyo diámetro sería de 2.5  $\mu\text{m}$ .

**Mediciones de control:** Son aquellas mediciones que tienen como finalidad investigar la presencia de agentes y las pautas de los parámetros de exposición en el medio ambiente de trabajo que pueden ser extremadamente útiles para planificar y diseñar medidas de control y métodos de trabajo.

**Neumoconiosis:** Las neumoconiosis son un grupo de enfermedades caracterizadas por la afectación permanente del intersticio pulmonar; están producidas por acúmulo de polvo inhalado en los pulmones y la reacción tisular que éste provoca. La denominación de los diferentes tipos de neumoconiosis se efectúa en función de la sustancia causante.

**Riesgo sanitario:** El riesgo sanitario se refiere a una medida de los posibles perjuicios para la salud de una población concreta derivados de la ocurrencia de una situación peligrosa, como por ejemplo la aparición de una pandemia o los efectos de ciertos factores ambientales.

**Sílice:** La sílice cristalina es un componente natural que se encuentra en forma abundante en rocas, suelo y arena. También se encuentra en el hormigón, el ladrillo, el mortero y en otros materiales para la construcción. La sílice cristalina puede presentarse en varias formas, el cuarzo es la más común. El polvo de cuarzo es la sílice cristalina respirable, lo que significa que puede inhalarse al respirar. La exposición a partículas pequeñas de sílice que se encuentran en el aire, principalmente el polvo de cuarzo sucede mayormente en entornos industriales y ocupacionales. Por ejemplo, los trabajadores que usan sierras de mano de albañilería para cortar materiales como hormigón y ladrillo pueden estar expuestos a la sílice en el aire. Al inhalarse, estas partículas pueden penetrar profundamente en los pulmones.

**Silicosis:** La silicosis provocada por la inhalación mantenida de sílice cristalina ( $\text{SiO}_2$ ) es el tipo de neumoconiosis más prevalente; en los países industrializados se encuentran un elevado número de trabajadores expuestos a este polvo, y junto con la neumoconiosis de los mineros, se registra de forma anual un elevado número de casos incidentes, como reflejan los datos del Instituto Nacional de Silicosis (Oviedo).

# CAPÍTULO 1

## 1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema de investigación

#### a) Enunciado del problema

La salud de los trabajadores involucra aspectos complejos, ya que está articulada a los procesos de globalización, flexibilización, reformas del sistema de salud y de trabajo, entre otros. Estas tendencias afectan el entorno laboral, el proceso salud-enfermedad de la población en general y en este caso las formas de trabajar y enfermar de los trabajadores. La promoción de la salud en los lugares de trabajo está sustentada teóricamente en las diferentes estrategias propuestas por organizaciones internacionales, sin embargo, la realidad de la aplicación de la estrategia en los lugares de trabajo, es limitada, existen pocos estudios que aborden la temática de promoción de la salud en los lugares de trabajo de forma integral. Podríamos impulsar acciones que involucren a la organización, los trabajadores, diversos sectores y disciplinas que incentiven la operacionalización de la estrategia de promoción de la salud en los lugares de trabajo (Muñoz, 2010).

En una encuesta realizada a mineros, el 62% de ellos presentaron problemas del aparato respiratorio en un grado mediano y alto, lo que indica que no les dan importancia a las medidas de bioseguridad, pese a que tienen la percepción de alto grado de peligrosidad en este tipo de trabajo, así como también, no le dan importancia a la asistencia médica y adopción de medidas de prevención de las enfermedades, debido a que acuden a recibir asistencia médica solamente cuando están enfermos de gravedad (López, Santos, Quezada, Segura, & Pérez, 2016).

En la industria de la minería interesa destacar la mayor incidencia del cáncer del pulmón, así como las neumoconiosis, que son las enfermedades causadas por la inhalación del polvo inorgánico, dentro de las que se incluyen: Silicosis, Neumoconiosis por metales, Neumoconiosis del trabajador del carbón, Asbestosis, Silicatosis (Cabrera, Velásquez, & Vrhoac, 2014).

Los trabajadores de la minería subterránea deben estar alertas a la presencia de siete gases peligrosos principales. Entre ellos están nitrógeno, anhídrido carbónico, monóxido de carbono, gases nitrosos, anhídrido sulfuroso, gas sulfhídrico y gas grisú (Instituto de Seguridad Minera [ISEM], 2016).

En la empresa donde se va a ejecutar el presente proyecto se observa un aumento en el surgimiento de enfermedades respiratorias, posiblemente por falta de uso de protección adecuada, lo que se ve reflejado en el número de memorandos que generan los supervisores a los trabajadores por no usar la mascarilla en el interior mina.

La empresa minera tiene 15 años de funcionamiento, durante este transcurso se han suscitado dos casos de enfermedades ocupacionales reconocidas por el Seguro General Riesgos del Trabajo (SGRT), relacionadas al tracto respiratorio (ver tablas 1 y 2).

**Tabla 1**  
**Enfermedad ocupacional 001**

<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Supervisor interior mina</b>
<b>Año de ocurrencia</b>	2019
<b>Mes de ocurrencia</b>	noviembre
<b>Causa</b>	Exposición a material particulado
<b>Enfermedad</b>	Silicosis
<b>Consecuencia</b>	Prohibición de ingreso a interior mina
<b>Factor Negativo</b>	Incapacidad temporal
<b>Nuevo puesto de trabajo</b>	Supervisor exterior mina

Fuente: Empresa Minera

**Tabla 2**  
**Enfermedad ocupacional 002**

<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Ayudante soldador</b>
<b>Año de ocurrencia</b>	2019
<b>Mes de ocurrencia</b>	julio
<b>Causa</b>	Exposición a material particulado y a humos de soldadura
<b>Enfermedad</b>	Asbestosis
<b>Consecuencia</b>	Prohibición de ingreso a interior mina
<b>Factor Negativo</b>	Incapacidad temporal
<b>Nuevo puesto de trabajo</b>	Servicios varios en exterior mina

Fuente: Empresa Minera

## **b) Formulación del problema**

¿El uso indebido y el cambio a destiempo de los equipos de protección por parte de los trabajadores en la minera está relacionado con enfermedades en el tracto respiratorio?

### **1.2. Objetivos de la investigación**

#### **a) Objetivo general**

Analizar los factores de riesgo y su relación con las enfermedades respiratorias en el personal de una empresa minera, mediante los valores obtenidos en la medición de material particulado y la vigilancia en la salud, buscando la disminución de estos creando una cultura laboral preventiva.

#### **b) Objetivos específicos**

- Recopilar las mediciones de material particulado en los frentes de trabajo realizadas por empresas acreditadas.

- Crear una base de datos de los registros de EPP entregados y de vigilancia a la salud (RX de tórax- según criterio NIOSH y exámenes de espirometría).
- Correlacionar los resultados recopilados y su incidencia en la salud del trabajador.
- Diseñar un plan de salud laboral integral que permita mantener las condiciones adecuadas del espacio de trabajo con el fin de desarrollar actividades laborales a largo plazo y con el menor riesgo posible que permita el desarrollo de una cultura laboral preventiva.

### **1.3. Justificación y delimitación de la investigación**

#### **a) Justificación**

Según López et al (2016), la minería es el principal rubro económico que genera divisas para Ecuador, sin embargo, el arduo trabajo ergonómico y el uso de sustancias químicas afectan al ecosistema y la salud humana. Los metales pesados poseen características específicas de bioacumulación y biodisponibilidad en el organismo humano, alterando la fisiología de la sinapsis neuronal, membrana alveolo respiratoria, aparato locomotor, así como alteraciones en el sistema genético y displasias celulares.

Estudios realizados en Antioquia Colombia a grupos de mineros, expuestos al polvo de sílice por la polución del polvo de la roca en el interior de las minas, como enfermedad ocupacional asociaron a la tuberculosis pulmonar por la facilidad de migrar por la sílice en el estroma pulmonar.

La Asociación Minera Epifanía como operador minero viene ejecutando sus labores de exploración-explotación desde el año 2006, entre las cotas 440msnm hasta la cota 220msnm en el área minera San Sebastián II. Durante el tiempo de exploración la operadora interceptó una estructura vetiforme a la que denomina veta 2 y la explota a través de niveles y subniveles mediante el método de corte y relleno, para lo cual ha implementado 4 pozos de extracción de mineral desde los niveles inferiores, con una meta de producción mensual mínima de 800 tn/mes.

El análisis se justifica teóricamente al conocerse el aumento en la tasa de ausentismo en los trabajadores de la minera, al presentar enfermedades en el tracto respiratorio, que incluyen síntomas como: fiebre, malestar corporal, dolor en la garganta entre otros, lo que afecta su rendimiento, capacidad para desenvolverse en el trabajo y en su vida personal, disminuyendo así también la producción diaria de la mina.

Este estudio contribuye a establecer nuevas medidas de seguridad en “la minera” de estudio, la cual pertenece a la categoría de pequeña minería; mejorando así la salud y el ambiente laboral, lo que ayuda a mantener una producción sostenible. De este modo, el personal que labore en esta mina incorpore a su día a día los valores de seguridad los mismos que pueden ser aplicados en otros trabajos en caso de retirarse mejorando de esta manera la cultura de seguridad minera en la sociedad.

Esta investigación ayudó en la creación de una base de datos que permitió la toma de decisiones acorde a las necesidades del personal.

### **1.4. Estructura del proyecto**

Con la finalidad de alcanzar los objetivos que se han propuesto, el estudio abarca cuatro capítulos, posterior al planteamiento del problema de investigación que corresponde al

Capítulo 1, En el Capítulo 2 se tienen los datos generales de la mina, marco teórico y marco legal en donde podemos encontrar la ubicación, el clima, la normativa legal y demás temas vinculados. El Capítulo 3 corresponde al marco metodológico en donde se determinan los parámetros para la recolección de datos, sabiendo que una parte será obtenida de los registros de control de entrega de equipos de protección personal, entrega de medicinas y emisión de memorandos por parte de la oficina de ingeniería y supervisión. Una vez aplicado el instrumento, se presenta el Capítulo 4 con los resultados, evaluándose la correlación entre el nivel de material particulado presente en la atmosfera en el frente de trabajo, así como, los gases emitidos de las voladuras, mediante los estudios de indicadores ambientales y poder evidenciar aspectos que se encuentren directamente asociados con el desarrollo de neumoconiosis. Con estos hallazgos, se procede a desarrollar las conclusiones y recomendaciones en función a los objetivos planteados, siendo el capítulo final del proyecto.

# CAPÍTULO 2

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Datos generales de la minera

#### a) Ubicación

La empresa minera es operadora de una concesión, se sitúa geográficamente al occidente de la Provincia del Azuay, Cantón Camilo Ponce Enríquez, parroquia Camilo Ponce Enríquez como se indica en la figura 2.1.

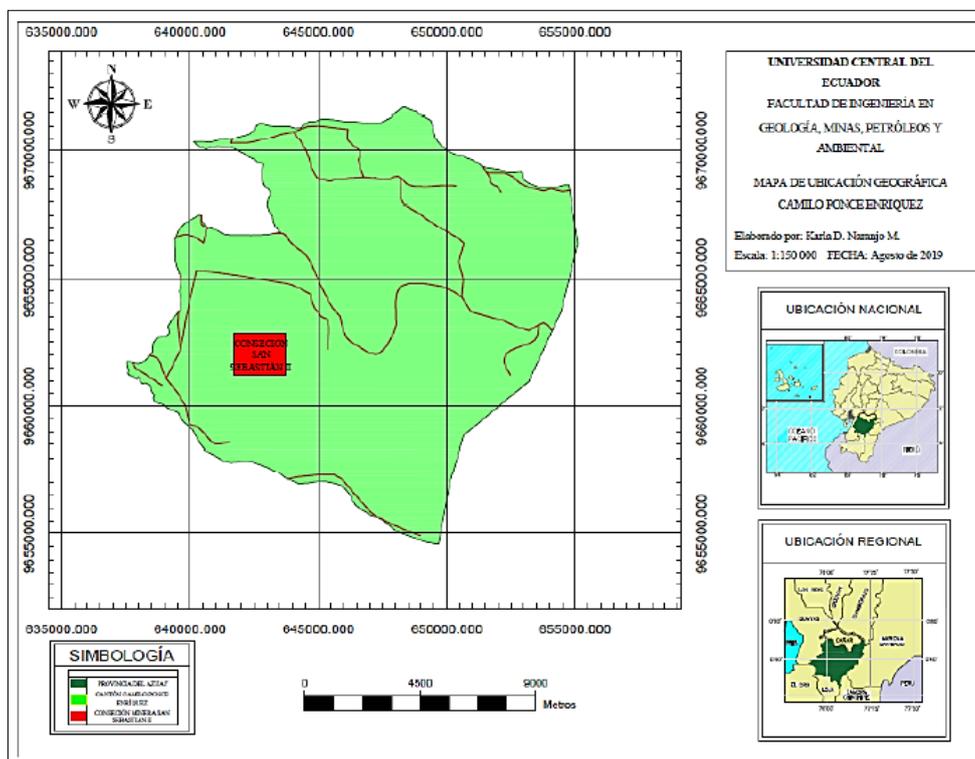


Figura 2.1 : Mapa de Ubicación Geográfica Camilo Ponce Enríquez, escala 1:1'000000

Fuente: Naranjo, 2019

## **b) Clima**

El clima es variado en las partes altas es templado y en las partes bajas subtropical con temperaturas que oscilan entre los 21.9° y 25.2° grados centígrados. Se presentan dos estaciones bien definidas, una lluviosa que comprende los meses de diciembre a mayo y una estación seca los meses restantes.

Según la Dirección de Planificación Urbana y Rural - GAD Cantonal Camilo Ponce Enríquez (2015, p. 51) la zona más cálida es hacia el noreste donde se encuentra la cabecera cantonal y comunidades como Río Balao, Mirador, Shumiral, Nueva Esperanza, San Alfonso, La Independencia, Santa Martha y La López. Por otro lado, las zonas ubicadas que se encuentran a nivel del mar presentan las temperaturas más bajas que oscilan entre 9°C a 16°C, presentándose en las comunidades en mayor parte de la parroquia de Carmen de Pijilí.

## **2.2 Estado del arte**

El medio de trabajo de los mineros varía en función del tipo de operaciones efectuadas y de los materiales extraídos, así como, de su localización geográfica, sus características de altitud y clima, las condiciones sociales y económicas, el alejamiento de la mina con respecto a las regiones habitadas y la presencia o la ausencia de servicios sanitarios ejercen una importante influencia en la salud de estos. Entre los riesgos profesionales propios de la minería figuran la exposición a los factores ambientales, los gases nocivos, el polvo y los accidentes. En general, el trabajo en las explotaciones subterráneas es más peligrosos que la minería a cielo abierto. Entre los principales riesgos sanitarios se encuentran los siguientes: Condiciones ambientales, gases inflamables y tóxicos, accidentes, polvo, enfermedades transmisibles, enfermedades ocasionadas por vibraciones. La presencia de polvo en las minas constituye un importante problema sanitario ya que algunos son tóxicos, por ejemplo, los procedentes de minerales de plomo carbonato u óxido, manganeso, mercurio y uranio; en las minas de oro, el principal problema planteado por el polvo es la silicosis, pues el mineral, en efecto, contiene una elevada proporción de dióxido de sílice, que puede encontrarse también en las minas de cobre, estaño, bauxita (rica en sílice) (World Health Organization, 1971).

## **2.3 Marco conceptual**

### **a) Enfermedad ocupacional y su calificación en el IESS**

El Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo (2004) refiere que una enfermedad profesional es aquella contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral.

Según el Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social, del Gobierno de España (2019), una enfermedad Profesional es aquella que es contraída como resultado del trabajo ejecutado por cuenta ajena o propia en las actividades, las cuales influye una dolencia que aparece de forma paulatina y que se va agravando por diversos motivos tales como:

- La continua exposición al riesgo que la produce.
- La forma en que se presenta el agente nocivo.
- Las características físicas, biológicas y sociales del individuo.

Según el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (2016) “Son afecciones crónicas, causadas de una manera directa por el ejercicio de la profesión u ocupación que realiza el trabajador y como resultado de la exposición a factores de riesgo, que producen o no incapacidad laboral”.

El Comité de Valuación de Incapacidades y Responsabilidad Patronal, es quien califica las enfermedades profesionales, tomando en cuenta que se consideran enfermedades profesionales u ocupacionales las que cumplan con los siguientes criterios:

1. **Criterio Clínico:** Consiste en valorar la evolución crónica con signos y síntomas característicos de la enfermedad ocupacional, así como, la gravedad de la enfermedad proporcional a la magnitud y tiempo de exposición; para lo cual se debe realizar el diagnóstico diferencial de otros cuadros similares a la enfermedad ocupacional y considerar las condiciones de atención prioritaria.
2. **Criterio Ocupacional:** Se realiza un análisis del puesto de trabajo del tiempo y la exposición del trabajador, considerando aspectos que ayuden a identificar actos y condiciones subestándares tales como: las tareas, la materia prima utilizada, el tiempo de exposición, las horas extras laborales relacionadas al factor de riesgo y antecedentes laborales.
3. **Criterio Higiénico – Epidemiológico:** Para el criterio higiénico se debe se debe verificar en el medio aboral la existencia de sustancias o elementos nocivos que sean capaces de producir afecciones a la salud del trabajador, se debe medir y evaluar dicha sustancia considerando el tiempo de exposición en el puesto de trabajo; en cuanto al criterio epidemiológico se considera la existencia de otros casos de la enfermedad en el puesto de trabajo, morbilidad general y específica referida a la patología, reposos médicos que indiquen los motivos más frecuentes de ausentismo laboral.
4. **Criterio de Laboratorio:** Los exámenes complementarios sirven de apoyo para realizar el diagnóstico de la enfermedad.
5. **Criterio médico – legal:** Basado en el listado de OIT, que se encuentra en el primer anexo de CD513, se puede hacer uso del criterio mixto OIT que consiste en demostrar causa-efecto así la enfermedad no se encuentre en el listado.

## **b) Enfermedades ocupacionales en la industria de la minería.**

Enfermedades causadas por la exposición a agentes que resulten de las actividades labores:

1. Enfermedades causadas por agentes químicos.
2. Enfermedades causadas por agentes físicos.
3. Enfermedades causadas por agentes biológicos y enfermedades infecciosas o parasitarias.

La tabla 3 muestra las enfermedades más comunes dentro de la industria minera con su respectivo porcentaje de incidencia.

**Tabla 3**  
**Enfermedades en la industria de la minería**

<b>% de incidencia</b>	<b>Enfermedad</b>
37%	Enfermedades asociadas a la espalda
16%	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
11%	Asma
8%	Traumatismo
9%	Cáncer de pulmón
2%	Leucemia
8%	Depresión

Fuente: Tiempo Minero, 2021

**c) ¿Qué se debe hacer ante una enfermedad ocupacional y cómo prevenirla?**

Él o los operarios afectados deben ser reubicados en nuevos puestos de trabajo que sean compatibles con su estado de salud.

Para prevenir una enfermedad se debe hacer uso de las herramientas de gestión de salud ocupacional las cuales son:

- **Programas de salud:** Herramienta que verifica la mejora en el cumplimiento de los requerimientos haciendo uso de la información recopilada en las inspecciones operativas orientadas a la salud ocupacional, permitiendo actuar con celeridad ante aquellas situaciones que pueden generar consecuencia sobre la salud de los trabajadores.
- **Observaciones de salud en el trabajo (OST):** En las OST de higiene se debe evaluar la presencia del riego, el nivel de exposición al riesgo, elementos de protección personal, orden y limpieza.
- **Vigilancia médica:** Este programa esta dirigido hacia los trabajadores con diagnóstico de patología general preexistente y permite asignar puestos de trabajos adecuados, así como, garantizar la eficacia y continuidad de los tratamientos y promover la prevención de enfermedades crónicas.
- **Indicadores de salud:** Forman parte de la vigilancia epidemiológica y son la relación entre variables cuantitativas o cualitativas que permiten observar la situación y las tendencias del cambio en el objeto observado, estos tienen que reflejar el estado de la gestión de la salud ocupacional, los cuales deben asegurar los insumos médicos según la estadística epidemiológica, garantizar la efectividad de los programas preventivos y medir la implementación de los programas de salud ejecutados.
- **Capacitación de salud ocupacional:** Son capacitaciones brindadas por el departamento medico con el fin de precautelar la salud en los trabajadores mediante la optimización y la mejora de los conocimientos en el área de prevención.
- **Auditoría a proveedores de salud:** Son conocidas como auditorias de segunda parte que se realizan al proveedor para su evaluación dentro del marco contractual (Herrera Vinelli, Modulo Salud Ocupacional , 2021).

La empresa debe realizar el reconocimiento de aquellos puestos de trabajo que generen riesgo de enfermedad ocupacional, en los cuales se compromete a establecer la jerarquía de control de riegos; así como realizar los exámenes médicos ocupacionales pertinentes a cada puesto de trabajo, los cuales deberán ser al ingreso a la empresa, periódicos según la actividad a realizar y de retiro.

La tabla 4 detalla la jerarquía de control de riesgo para la actividad de explotación del material.

**Tabla 4**  
**Jerarquía de control de riesgo para la explotación del material**

Eliminación	-----
Sustitución	Máquina de perforación modelo YT27
Controles de ingeniería	Sistema de ventilación e iluminación interior mina
Controles administrativos	Capacitaciones al personal
Equipos de protección personal	Ropa y zapatos de seguridad, protección auditiva, protección visual, respiradores elastómeros reutilizables, filtros para gases y vapores, prefiltros para partículas

Fuente: Empresa Minera

Dentro de las actividades de explotación el uso de los equipos de protección personal es obligatorio, para que estos puedan cumplir su misión es necesario un correcto uso, una adecuada asepsia y un cambio a tiempo cuando ya han cumplido su periodo de vida útil.

En entornos contaminados con vapores orgánicos los equipos de protección respiratoria son vitales, los filtros son los encargados de capturar las moléculas perjudiciales antes de que estas alcancen el sistema respiratorio del trabajador; en ocasiones es habitual cambiarlos cuando se empieza a detectar olor o sabor del contaminante, lo que claramente es demasiado tarde ya que la sustancia peligrosa ya está siendo inhalada; en otras ocasiones bajo las recomendaciones de las autoridades sanitarias y de la salud, los filtros son cambiados muy a menudo, incurriendo en gastos innecesarios para la empresa ya que los filtros aun cuentan con capacidad de protección (Metalindustria, 2015).

Cuando los filtros para gases y vapores han alcanzado a su máxima capacidad, ya no ofrece protección alguna, mientras que un filtro de partículas usado en exceso puede proveer una limitada protección al usuario, a la vez que se le hará difícil respirar, lo que provocará fatiga y reducción de la productividad en sus actividades laborales. La vida útil de un filtro se ve afectada por diferentes factores como son: las características de fábrica, la concentración de contaminantes en el aire, la frecuencia respiratoria del usuario, la humedad y la temperatura a la que estén expuestos (Sekureco Work Protection, 2021).

Es recomendable establecer un calendario con un periodo de tiempo específico para el cambio de filtros, la empresa minera en estudio, por asesorías externas ha determinado que el periodo para realizar los cambios de filtros y prefiltros es de 4 meses, para lo cual se lleva un registro de entrega y renovación de los equipos de protección respiratoria.

#### **d) Vigilancia de la salud**

Se basa en la observación de las condiciones de trabajo y salud de los individuos y las colectividades, mediante la recolección y análisis de los factores de riesgo, evaluando las intervenciones preventivas.

La vigilancia de la salud debe ser voluntaria por parte del trabajador y garantizada por el empleador y sin costo alguno, confidencial respetando el derecho a la intimidad de

los trabajadores y en ningún caso debe ser utilizada con fines discriminatorios ni en perjuicio de los trabajadores (Herrera Vinelli, Modulo Salud Ocupacional , 2021).

Dentro de las técnicas de la vigilancia de la salud se tiene:

1. **Historia clínica ocupacional- certificado de aptitud laboral:** La historia clínica ocupacional es la evaluación integral del estado de salud de los trabajadores, ya que en este documento médico legal se contienen todos los datos psico-bio-patológicos de un trabajador y recoge toda la información relacionada a la promoción de la salud, prevención de riesgos laborales, vigilancia y control de la salud del trabajador. El certificado de actitud laboral es la calificación de la aptitud del trabajador para las funciones desempeñadas.
2. **Control biológico de exposición:** Este control se lleva mediante la exposición y el efecto, el primero nos indica que se ha estado expuesto a determinadas sustancias y nos dan valores de referencia de determinados productos químicos en el medio biológico; el segundo indica alteración bioquímica, fisiológica u otra medible dentro de un organismo que dependiendo de su magnitud se puede presentar como un deterioro de la salud o enfermedad. Dentro del protocolo específico para enfermedades respiratorias los exámenes médicos deben ser exámenes como biometría, química y de exposición a sílice al menos cada 3 meses NIOSH 1974.
3. **Pruebas de scrennig:** Son el conjunto de pruebas y exploraciones. Dentro del protocolo específico para enfermedades respiratorias se tiene: radiografía de tórax en proyección anteroposterior y lateral, espirometría y electrocardiograma en los casos que se justifique. (Herrera Vinelli, 2014)

#### e) Mediciones higiénicas

Se denomina mediciones higiénicas o ambientales ocupacionales a los estudios técnicos que son usados como herramientas que ayudan a mitigar los riesgos prioritarios provenientes de peligros químicos, físicos y/o biológicos, que puedan afectar la salud de los trabajadores; dentro de las mediciones básicas higiénicas se tiene:

- Iluminación por Luxometría.
- Ruido Ocupacional por Sonometría.
- Ruido Ocupacional por Dosimetría.
- Confort Térmico (temperatura).
- Vibraciones.
- Ruido ambiental.
- Material particulado.
- Polvo fracción respirable e inhalable.
- Sílice Cristalina (fibra de vidrio).
- Vapores inorgánicos.
- Compuestos Orgánicos Volátiles– COV.
- Humos Metálicos / Soldadura.
- Metano (CH<sub>4</sub>), Ácido Sulfhídrico (H<sub>2</sub>S).
- Gases de Combustión.
- Radiaciones NO ionizantes.
- Nieblas y rocíos.
- explosividad en espacios confinados.
- Óxido de Etileno, entre otros (Desseguridad, 2022).

El material particulado o partículas en suspensión es uno de los contaminantes que suele ser más problemático, ya que afectan tanto al medio ambiente como a la salud de los trabajadores; estas partículas pueden ser diferentes tamaños, en la legislación de calidad del aire están contempladas dos fracciones de material particulado: (Euskadi, 2020).

- PM10 que es material particulado cuyo diámetro es menor de 10  $\mu\text{m}$ .
- PM2.5 que es material particulado cuyo diámetro es menor de 2.5  $\mu\text{m}$ .

Existen límites máximos permisibles, establecidos por algunas instituciones para estas dos fracciones de material particulado, en el presente estudio se consideraron los que se indican en el documento Límites de exposición profesional para agentes químicos en España 2022, cuyos se detallan en la tabla 5, se consideró el nivel de riesgo indicado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo INSST como se detalla en la tabla 6.

**Tabla 5**  
**Límites de exposición profesional para agentes químicos de España**

Parámetro	Nomenclatura	Valores límites VLA-ED	
		ppm	mg/m <sup>3</sup>
Partículas (insolubles o poco solubles) no especificadas de otra forma: Fracción inhalable	PM <sub>10</sub>		10
Partículas (insolubles o poco solubles) no especificadas de otra forma: Fracción inhalable	PM <sub>3</sub>		3

Fuente: LEP, 2022

**Tabla 6**  
**Niveles de riesgos de acuerdo con la INSHT**

Código	Descripción del riesgo	Color asignado al riesgo
Si EMP >100% (se superan los VLA)	Intolerable	
Si 100%>EMP>75%	Importante	
Si 75%>EMP>50%	Moderado	
Si 50%>EMP>25%	Tolerable	
Si EMP<25%	Trivial	

Fuente: Laboratorios ACLAB, 2021

## f) Diferencia de proporciones

El estadístico de prueba que permite contrastar  $H_0: \pi_1 = \pi_2$  frente a  $H_0: \pi_1 \neq \pi_2$  a partir de dos muestras aleatorias e independientes siendo p la estimación de  $\pi$  obtenida del total de observaciones (Ferrero, 2018).

## g) Análisis de supervivencia

El del análisis de supervivencia es la predicción de tiempos de duración de una determinada situación, que termina con la ocurrencia de un evento. Se estudia el tiempo que transcurre entre el momento inicial y la ocurrencia de un evento.

En los análisis de supervivencia generalmente existe ausencia de información, lo que se conoce como datos censurados, la ausencia de estos datos puede deberse a las siguientes causas:

- Se desconoce el momento inicial del tiempo de supervivencia.
- Se desconoce el momento final del tiempo de supervivencia.
- Existe abandono de la persona en el estudio.
- El paciente muere por causa ajena del objeto de estudio (Cirugía Española, 2005).

### **Método Kaplan-Meier**

Dentro de los análisis de supervivencia, el método más destacado es el de Kaplan-Meier, el cual permite estimar de manera no paramétrica basándose en los tiempos de observación (censurados y no censurados).

Este método nos permite evaluar, de modo individual, los posibles factores pronóstico, calcular la supervivencia cada vez que un sujeto presenta el evento, nos permite además comparar dos o más curvas de supervivencia a lo largo del tiempo. Nos brinda, además:

- Curva de supervivencia.
- Media y mediana del tiempo de supervivencia.
- Tabla de supervivencia.
- Diferentes pruebas para comparar las curvas de supervivencia.

Las curvas de supervivencia de Kaplan-Meier son curvas escalonadas. Los escalones son generados en el tiempo cada vez que ocurre el evento de estudio, lo cual conlleva una reducción de la supervivencia acumulada hasta ese instante (Armesto, 2011).

En los estudios de supervivencia, frecuentemente se necesita comparar las experiencias de supervivencia de dos o más grupos de interés, los cuales pueden diferir con respecto a cierto factor; el efecto de este factor en la supervivencia es el evento de interés al compararse entre ellos; para detectar dicha diferencia se realiza la prueba "Log-Rank", la cual fue diseñada para detectar si existen o no diferencias entre las curvas de supervivencia. Estas diferencias ocurren cuando la tasa de ocurrencia en un grupo es consistentemente mayor que la tasa correspondiente en un segundo grupo, y la razón de estas dos tasas es constante a través del tiempo. La prueba "Log-Rank" es una prueba de hipótesis, en la que la hipótesis nula ( $H_0$ ) es aquella que postula que no existen diferencias en la experiencia de supervivencia de los grupos. (Armesto, 2011), (Cirugía Española, 2005).

## 2.4 Marco Legal

El marco legal aplicable, constituye el orden jerárquico de aplicabilidad de la Normativa según su tipo, con relación a los límites de exposición profesional, Ecuador no ha incorporado a su legislación una lista de niveles de exposición admisibles. Los TLV de la ACGIH se utilizan como orientación para una buena práctica de la higiene industrial.

**Tabla 7**  
**Marco Legal**

<b>Normativa</b>	<b>Sección</b>	<b>Artículo</b>
<b>Convenio sobre seguridad y salud en las minas</b>	Parte II, Alcance y medios de aplicación, Artículo 5 numeral 1, 2 literal a	1. La legislación nacional mencionada en el párrafo 1 del artículo 4 deberá designar a la autoridad competente encargada de vigilar y regular los diversos aspectos de la seguridad y la salud en las minas. 2. Dicha legislación nacional deberá contener disposiciones relativas a: (a) la <u>vigilancia de la seguridad y la salud en las minas</u>
<b>Convenio sobre seguridad y salud en las minas</b>	Parte II, Medidas de prevención y control en la mina. Sección A responsabilidades de los empleadores, Artículo 6 literal a, b, c, d	Al adoptar las medidas de prevención y protección previstas en esta parte del Convenio, el empleador deberá evaluar los riesgos y tratarlos en el siguiente orden de prioridad: (a) eliminar los riesgos; (b) controlar los riesgos en su fuente; (c) reducir los riesgos al mínimo mediante medidas que incluyan la elaboración de métodos de trabajo seguros, y (d) en tanto perdure la situación de riesgo, prever la utilización de equipos de protección personal, tomando en consideración lo que sea razonable, practicable y factible y lo que esté en consonancia con la práctica correcta y el ejercicio de la debida diligencia.
<b>Convenio sobre seguridad y salud en las minas</b>	Parte II, Medidas de prevención y control en la mina. Sección A responsabilidades de los empleadores, Artículo 7 literal e	El empleador deberá adoptar todas las disposiciones necesarias para eliminar o reducir al mínimo los riesgos para la seguridad y la salud presentes en las minas que están bajo su control, y en particular: (e) <u>asegurar la vigilancia, la evaluación y la inspección periódica del medio ambiente de trabajo para identificar los diferentes riesgos</u>
<b>Código del trabajo</b>	Título IV De los riesgos del trabajo, Capítulo V De la prevención de los riesgos, de las medidas de seguridad e higiene, de los puestos de auxilio, y de la disminución de la capacidad para el trabajo, Artículo 410	“Obligaciones respecto de la prevención de riesgos: Los empleadores están obligados a asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo que no presenten peligro para su salud o su vida. Los trabajadores están obligados a acatar las medidas de prevención, seguridad e higiene determinadas en los reglamentos y facilitadas por el empleador. Su omisión constituye justa causa para la terminación del contrato de trabajo”.

<b>Código del trabajo</b>	Título IV De los riesgos del trabajo, Capítulo V De la prevención de los riesgos, de las medidas de seguridad e higiene, de los puestos de auxilio, y de la disminución de la capacidad para el trabajo, Artículo 412 Preceptos para la prevención de riesgos, numeral 6	“Que se provea a los trabajadores de mascarillas y más implementos defensivos, y se instalen, según dictamen del Departamento de Seguridad e Higiene del Trabajo, ventiladores, aspiradores u otros aparatos mecánicos propios para prevenir las enfermedades que pudieran ocasionar las emanaciones del polvo y otras impurezas susceptibles de ser aspiradas por los trabajadores, en proporción peligrosa, en las fábricas en donde se produzcan tales emanaciones”
<b>Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores</b>	Título I Disposiciones generales, Artículo 11 Obligaciones de los empleadores, numeral 6	“Efectuar reconocimientos médicos periódicos de los trabajadores en actividades peligrosas; y, especialmente, cuando sufran dolencias o defectos físicos o se encuentren en estados o situaciones que no respondan a las exigencias psicofísicas de los respectivos puestos de trabajo”.
<b>Reglamento SST Minería</b>	Título VII De los riesgos asociados a la fase de exploración, Capítulo IV Ventilación, artículo 109:	“Monitoreo de gases y material particulado. - Permanentemente deberá monitorearse la calidad de la atmósfera en los trabajos subterráneos, espacios confinados, y áreas que no han sido ventiladas o que estén abandonadas. La concentración mínima tolerable de oxígeno en los ambientes laborales será de 19,50%. Para autorizar la ejecución de trabajos, se requerirá que los valores de las mediciones demuestren que no se exceden los valores de límites de explosividad internacionalmente aceptados para concentraciones superiores e inferiores de gases y material particulado. Al inicio de cada jornada, o antes de realizar labores en túneles, chimeneas y piques, deberán realizarse y documentarse mediciones de concentraciones de monóxido y dióxido de carbono, dióxido de nitrógeno, oxígeno y otros, dependiendo de la naturaleza del yacimiento, el tipo de explosivo utilizado, y el uso de equipos con motores de combustión interna. Los resultados serán registrados y estarán disponibles todo el tiempo.”
<b>Reglamento ambiental de actividades mineras, Ministerio Ambiente</b>	SECCION III De la Explotación, Beneficio, Fundición y Refinación, Capítulo VIII Disposiciones técnico-ambientales específicas para actividades de explotación, Artículo 103, literal 4	Transporte interno de material: Para transportar material mineral o pétreo entre diferentes infraestructuras dentro de una misma área operativa se deberá considerar lo siguiente: a) En caso de acarreo en volquetes, bandas transportadoras o vagones se tomarán medidas para evitar la dispersión de material particulado fuera del área del proyecto.

Fuente: Legislación ecuatoriana

# CAPÍTULO 3

## 3. MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 Tipo de estudio

Se realizó un estudio longitudinal retrospectivo para la toma de datos, luego se realizó un estudio correlacional entre el no cumplimiento de las normas de Salud e Higiene ocupacional con el surgimiento de enfermedades relacionadas al tracto respiratorio, en la asociación comunitaria minera ubicada en el cantón Ponce Enríquez de la provincia de Azuay, cuyos trabajadores se encuentran expuestos a material particulado.

### 3.2 Población y muestral

El tamaño de la población para el estudio fue de 224 personas que estuvieron vinculadas a la asociación comunitaria minera entre el periodo de 2016 a 2021, quienes debían cumplir los siguientes criterios de inclusión: ser mayor de edad, que estuvieron en relación de dependencia, y que se encontraran laborando en el interior de la mina.

El tamaño de la muestra fue de 36 personas que además de cumplir con los criterios anteriormente dichos, permanecieron trabajando en la minera en un periodo mínimo de 3 años, se excluyeron aquellos que estuvieron trabajando en un periodo menor al indicado ya que no se puede brindar seguimiento a estos casos.

### 3.3 Instrumentos o herramientas para utilizar

Para la creación de la base de datos se utilizaron como herramientas los archivos físicos de:

- Historia clínica del trabajador.
- Exámenes físicos enfocado al sistema respiratorio, tales como las radiografías del tórax y las espirometrías.
- Registro de entrega y renovación de equipo de protección personal EPP's.
- Memorandos por el no uso de Equipo de Protección Personal al interior de la mina.
- Registro de entrega de medicinas prescritas para tratamiento de enfermedades respiratorias.
- Reporte de las mediciones ambientales de material particulado previas.
- Plataforma de Software Estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

Se formó parte del equipo de mediciones de higiene industrial solicitadas por la empresa Minera, las cuales se llevaron a cabo el 2 de diciembre de 2021, estas mediciones incluían las de material particulado, donde se hicieron uso de los equipos que se muestran en la tabla 8.

**Tabla 8**  
**Equipos para el muestro y análisis de material particulado**

Código interno	Equipo	Modelo	Serie	Fecha de calibración
AIM-15	Bomba de succión	Einhell	GC-GP 6538	No aplica
APM-05	Verificador deflujo	Defender High Flow	530 200-530H	09-Sep-2021
AIM-13	Micro balanza	ACZET CM2	19315890	09-Sep-2021

Fuente: LEP.2022

Para la determinación de PM10 y PM2.5 se usó el método de referencia, que es el gravimétrico, el cual consiste en hacer pasar una muestra de aire a caudal fijo por un filtro donde se queda el material particulado; para obtener la concentración del material particulado en el laboratorio se realiza la pesada del filtro, a esta medición se le resta el peso del filtro blanco y es dividida por el caudal (Euskadi, 2020).

Para el cálculo de la concentración PM se utilizó la siguiente ecuación:

$$C = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1)}{V} \times 10^3; \text{ mg}/\text{m}^3 \quad \text{eq.3.1}$$

Donde:

C: Concentración.

W1: Peso promedio inicial (tara de filtro antes del monitoreo).

W2: Peso promedio final (tara de filtro después del monitoreo).

B1: Peso promedio inicial del blanco (tara de filtro antes del monitoreo).

B2: Peso promedio final del blanco (tara de filtro después del monitoreo).

V: Volumen de muestra.

Con los datos obtenidos y la información levantada en el interior de la mina, se procedió a determinar el nivel de riesgo mediante el método del índice % EMP (Porcentaje de la Exposición Máxima Permitida) el cual determina la magnitud de la exposición correspondiendo al valor máximo permitido, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\%EMP = \frac{\text{concentracion}}{VLA} \times \frac{\text{Tiempo exposición}}{8h} \times 100 \quad \text{eq.3.2}$$

Donde:

VLA: Valor límite ambiental.

Luego se asignó la descripción del riesgo según se indica en la tabla 6 del presente estudio.

### 3.4 Variables para medir y recolección de datos

Para evaluar las condiciones de salud de los trabajadores, el analista tomó los registros en el periodo de 2016 a 2021 de las valoraciones médicas ocupacionales, previa firma del consentimiento informado.

Los exámenes médicos fueron realizados por un médico especialista en salud ocupacional, con licencia para la prestación de servicios en esta área, las variables a estudiar con este instrumento fueron: sociodemográficas, clínicas, toxicológicas, de morbilidad sentida y algunas laborales.

La espirometría forzada fue realizada a cada uno de los trabajadores participantes del estudio por una terapeuta respiratoria con experiencia en la aplicación de la prueba a cada uno de los trabajadores participantes del estudio. Los reportes de la espirometría fueron identificados con el código asignado del trabajador evaluado, fecha de examen, la variable de estudio es la función pulmonar que determina alteraciones en vías aéreas superiores e inferiores, este examen es de gran importancia en la medicina preventiva y de trabajo para diagnóstico temprano de enfermedades de este sistema respiratorio.

En cuanto a la radiografía de tórax, la técnica para toma y respectiva lectura se realizaron cumpliendo los requisitos exigidos por la guía técnica según la OIT en lo que se refiere a la clasificación internacional de radiografías de neumoconiosis OIT/2000. La variable para utilizar es la valoración de la caja torácica, así como la de los órganos que la ocupan, los pulmones y bronquios, ya que este estudio clínico nos permite detectar enfermedades ocupacionales como neumonías y enfermedades crónicas del pulmón, así como también secuelas de accidentes de trabajo y en general lo agravado por el trabajo.

Los registros de entrega de medicina a los trabajadores fueron recolectados por el paramédico en el dispensario médico, quien se encarga de la solicitud, prescripción y entrega de medicina en la empresa minera, la variable a medir fue enfermedades asociadas al tracto respiratorio en el periodo 2016-2021.

Los estudios de indicadores ambientales han sido realizados por diferentes empresas acreditadas por el Ministerio de Ambiente y cuyos archivos se encuentran en el área minera, quienes suministraron los reportes correspondientes a los años 2016 y 2019.

Las variables relacionadas al cumplimiento de las normativas en materia de seguridad y salud ocupacional fueron tomadas de los registros de entrega/renovación de equipos de protección personal y los memorandos por no uso o uso inadecuado de los equipos de protección personal en el periodo 2016-2021.

### 3.5 Análisis estadístico

Para el análisis descriptivo el período de estudio fue de 2016 a 20221, se consideraron las variables: Cambio a tiempo de EPP (cambio de mascarilla/respiradores reutilizables), cambio a tiempo de filtros, memorando y permiso médico. Se realizó una prueba de diferencia de proporciones (caso0), para lo cual se establecieron las siguientes hipótesis:

**H<sub>0</sub>:** La proporción que solicita permiso médico del grupo etario mayor o igual a 35 años es igual a la proporción que solicita permiso médico del grupo etario menor a 35 años.

**H<sub>1</sub>:** La proporción que solicita permiso médico del grupo etario mayor o igual a 35 años no es igual a la proporción que solicita permiso médico del grupo etario menor a 35 años.

Para el análisis de supervivencia se tomaron los registros de permiso médico y observaciones en la espirometría de una muestra de trabajadores que estuvieron laborando en la minera en el periodo 2016-2021.

Se realizaron 4 análisis de supervivencia los dos primeros que consideran los grupos etarios y el tercero y cuarto consideran el tiempo en la minería.

Para el primer caso (caso1), que correlaciona la entrega de medicina con el grupo etario se consideraron las siguientes hipótesis:

**H<sub>0</sub>:** La proporción que solicita permiso médico del grupo etario mayor o igual a 35 años no es significativamente diferente a la proporción que solicita permiso médico del grupo etario menor a 35 años.

**H<sub>1</sub>:** La proporción que solicita permiso médico del grupo etario mayor o igual a 35 años es significativamente diferente a la proporción que solicita permiso médico del grupo etario menor a 35 años.

Para el segundo caso (caso2), que correlaciona las observaciones en las espirometrías con el grupo etario se consideraron las siguientes hipótesis:

**H<sub>0</sub>:** La proporción que presenta observaciones en las espirometrías del grupo etario mayor o igual a 35 años no es significativamente diferente a la proporción que solicita permiso médico del grupo etario menor a 35 años.

**H<sub>1</sub>:** La proporción que presenta observaciones del grupo etario mayor o igual a 35 años es significativamente diferente a la proporción que solicita permiso médico del grupo etario menor a 35 años.

Para el tercer caso (caso3), que correlaciona la entrega de medicina con los años en minería se consideraron las siguientes hipótesis:

**H<sub>0</sub>:** La proporción que solicita permiso médico del grupo menor a 10 años de experiencia en minería no es significativamente diferente a la proporción que solicita permiso médico del grupo mayor o igual a 10 años de experiencia en minería.

**H<sub>1</sub>:** La proporción que solicita permiso médico del grupo etario menor a 10 años de experiencia en minería es significativamente diferente a la proporción que solicita permiso médico del grupo etario menor a 35 años.

Para el cuarto caso (caso4), que correlaciona las observaciones en las espirometrías con los años en minería se consideraron las siguientes hipótesis:

**H<sub>0</sub>:** La proporción que presenta observaciones en la espirometría del grupo menor a 10 años de experiencia en minería no es significativamente diferente a la proporción que solicita permiso médico del grupo mayor o igual a 10 años de experiencia en minería.

**H<sub>1</sub>:** La proporción que solicita permiso médico del grupo etario menor a 10 años de experiencia en minería es significativamente diferente a la proporción que solicita permiso médico del grupo etario menor a 35 años.

### **3.6 Análisis de datos**

Posterior a la aplicación de los instrumentos se procedió a realizar los análisis sociodemográficos mediante tablas, de la actividad laboral mediante los archivos de control de registro, de condiciones de salud respiratoria en fichas médicas, hojas de control; y, de resultados de paraclínicos en el total de la población, estudios y exámenes externos, para luego comparar las condiciones de salud respiratoria con el nivel de material particulado presente en la atmosfera en el frente de trabajo, así como, los gases emitidos de las voladuras, mediante los estudios de indicadores ambientales y poder evidenciar aspectos que se encuentren directamente asociados con el desarrollo de neumoconiosis.

# CAPÍTULO 4

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Datos sociodemográficos de la empresa Minera

Se obtuvo una muestra de 36 trabajadores de género masculino que procedían de Perú (56%), Ecuador (39%) y Colombia (5%), como se muestra en la figura 4.1; con una edad mínima de 22 años y una máxima de 62 años, siendo la media y la mediana de 35 años, con lo cual se procedió a dividir en dos grupos etarios mayor o igual a 35 años (64%) y menor a 35 años (36%), como lo muestra la figura 4.2; la muestra poblacional tiene un rango de experiencia laboral en la minería entre 4 y 20 años siendo la media 10 años, se procedió a dividir en dos grupos: menor a 10 años de experiencia en minería (31%) y mayor o igual a 10 años de experiencia en minería (69%), como lo muestra la figura 4.3.

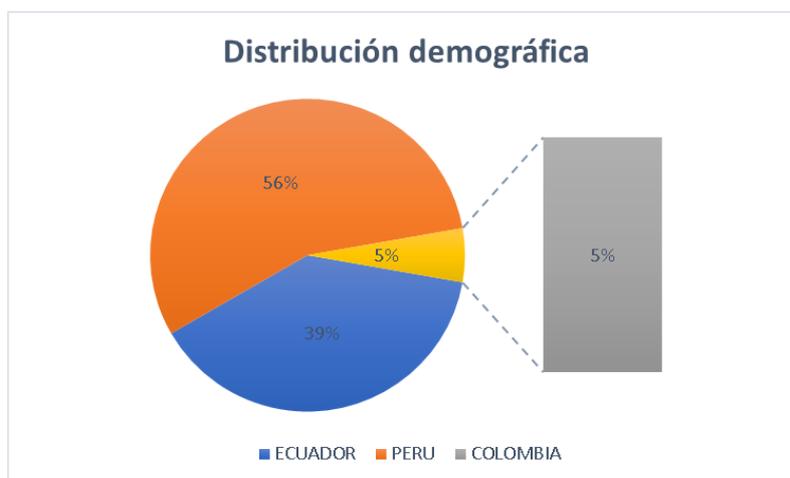


Figura 4.2 : Distribución demografica del personal de la Minera

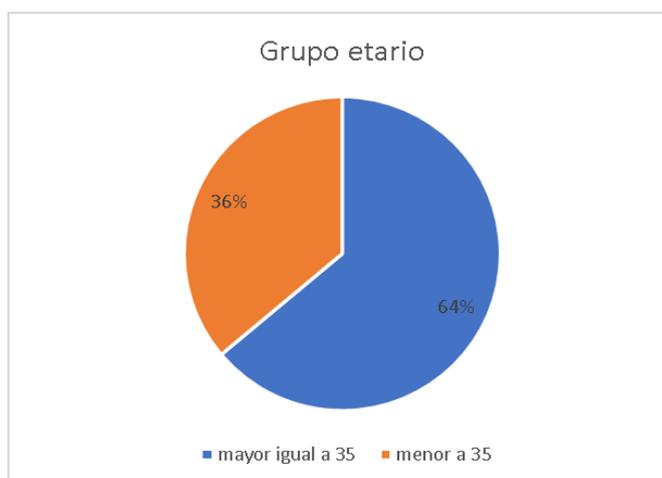


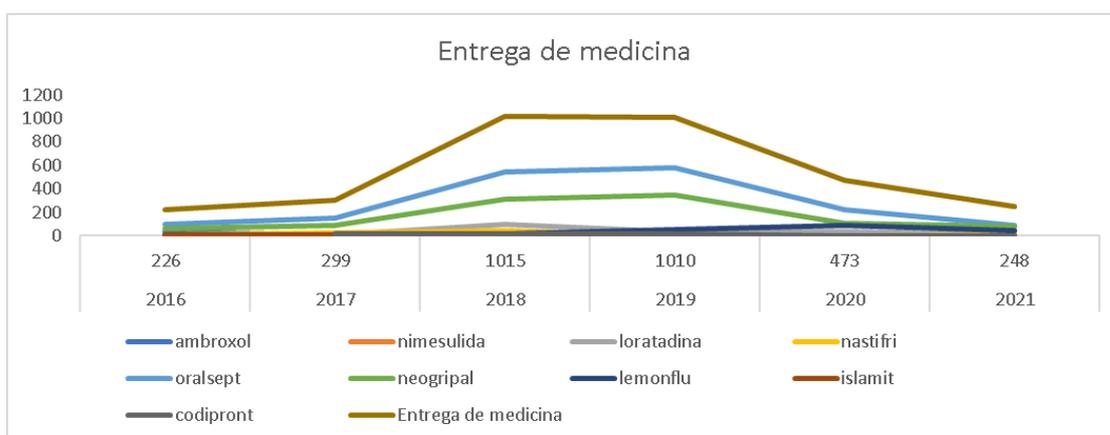
Figura 4.2 : Segmentación del personal de la muestra en grupos etarios



**Figura 4.3 : Tiempo en años de experiencia en la minería de la muestra poblacional**

## 4.2 Resultados de la estadística descriptiva aplicada

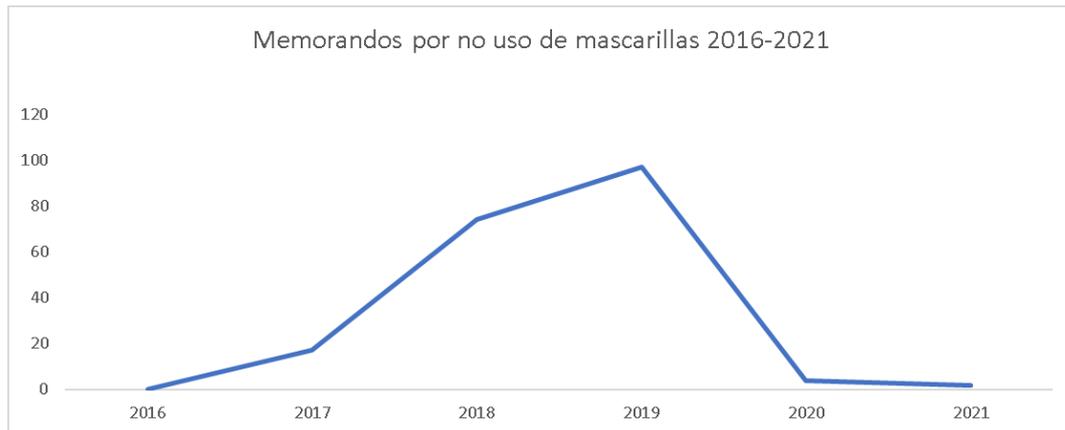
La figura 4.4 muestra el número total de medicamento entregado por cada año a partir del 2016, ya que no se obtuvo información de los años 2016 y 2015; las medicinas entregadas fueron: Ambroxol, Oralsep, Codipront, Nimesulida, Neogripal, Loratadina, Lemonflu, Nastifri e Islamint. Como lo muestra la curva en los años 2018 y 2019 hubo un aumento en la solicitud de fármacos, con un total de 1015u y 1010u respectivamente, siendo oralsep el más solicitado con 544u (2018) y 576u (2019), nimesulida el menos solicitado con 5u (2018), 2u (2019). Las medicinas entregadas en los años 2020 y 2021 no están relacionadas a casos positivos con COVID 19, estos casos fueron aislados y no considerados dentro de la estadística. En 2020 no existieron casos positivos para COVID 19, en el 2021 se presentaron casos de COVID 19 pero fueron aislados y retirados del campamento minero.



**Figura 4.4 : Entrega de medicamentos que alivian síntomas de enfermedades respiratorias**

La figura 4.5 muestra la cantidad de memorandos emitidos por no uso de mascarilla en el interior de la mina, siendo los años 2018 y 2019 los que reportan una cantidad elevada con 74 u y 97 u respectivamente. Para el año 2020 la minera dejó de laboral un periodo

de 3 meses por motivo pandemia, se reintegraron a trabajar paulatinamente y de forma voluntaria aquellos trabajadores con una prueba PCR negativa, dado el contexto mundial hubo más concientización de uso de mascarillas.



**Figura 4.5 : Memorandos emitidos por el no uso de mascarilla en el interior de la mina.**

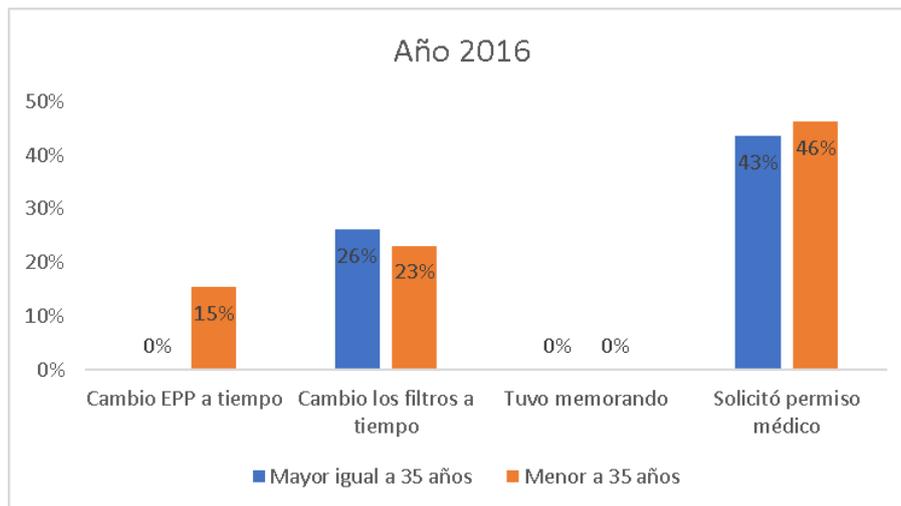
La figura 4.6 muestra una comparativa entre el no uso de mascarilla y la curva total de solicitud-entrega de medicamentos; se aprecia que los años 2018 y 2019 están relacionadas proporcionalmente aquellas variables, a mayor cantidad de memorandos emitidos existió mayor medicina entregada.



**Figura 4.6 : Comparativa entre no uso de mascarilla y entrega de medicina**

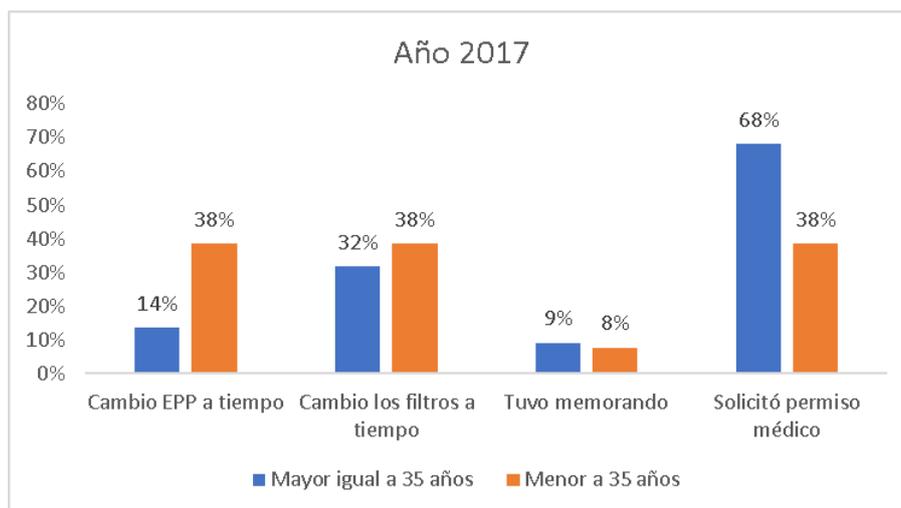
De la figura 4.7 a la figura 4.12 se muestra el porcentaje de una respuesta afirmativa en cada grupo etario de las siguientes variables: cambio a tiempo de mascarilla, cambio a tiempo de filtro, tuvo memorando y solicitud de permiso médico.

Para el año 2016 se observa que existen dos variables inversamente relacionadas las cuales son cambio a tiempo de filtro y permiso médico; para este año ocurre el único evento donde el grupo etario mayor o igual a 35 años presenta un porcentaje mayor en el cambio de filtros (26%) y un porcentaje menor en la solicitud de permisos médicos (43%), mientras que en el grupo etario menor a 35 años presenta un porcentaje menor en el cambio de filtros y un porcentaje mayor en la solicitud de permisos médicos; no existen memorandos para ninguno de los dos grupos etarios y el cambio de mascarilla ocurre solo en un 15% para las personas que tienen menor a 35 años, como se muestra en la figura 4.7.



**Figura 4.7 : Relación de variables cambio de mascarillas, cambio de filtros, memorandos, permiso medico con el grupo etario en el periodo 2016**

En el 2017 la figura 4.8 muestra que existe un cambio en el comportamiento de las variables con relación al grupo etario, los mayor o igual a 35 años presentaron un menor porcentaje en el cambio de mascarillas (14%), un menor porcentaje en el cambio de filtros (32%), un mayor porcentaje en los memorando (9%) y una mayor solicitud de permisos médicos (68%); para los menor a 35 años presentaron un mayor porcentaje en el cambio de mascarillas (38%), un mayor porcentaje en el cambio de filtros (38%), un menor porcentaje en los memorando (8%) y una menor solicitud de permisos médicos (38%).

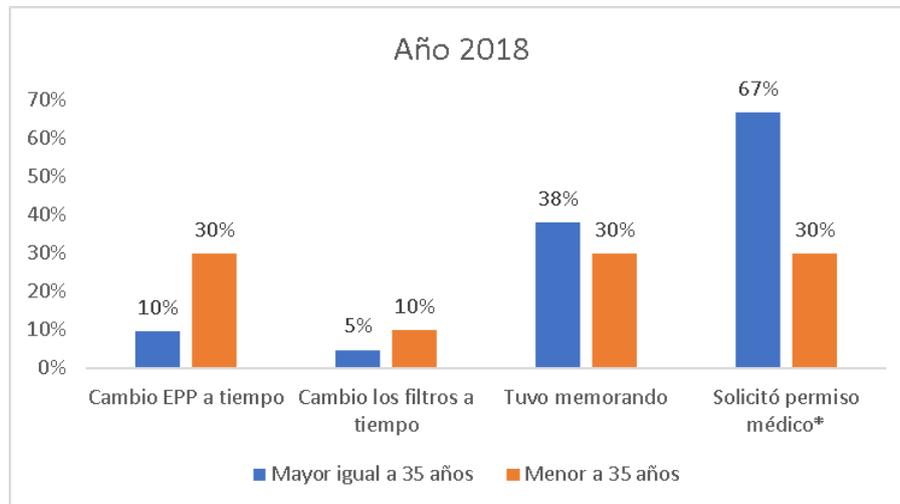


**Figura 4.8 : Relación de variables cambio de mascarillas, cambio de filtros, memorandos, permiso medico con el grupo etario en el periodo 2017**

En el 2018 la figura 4.9 muestra que se mantiene el comportamiento de las variables con relación al grupo etario, los mayor o igual a 35 años presentaron un menor porcentaje en el cambio de mascarillas (10%), un menor porcentaje en el cambio de filtros (5%), un mayor porcentaje en los memorando (38%) y una mayor solicitud de permisos médicos (67%); para los menor a 35 años presentaron un mayor porcentaje en el cambio de mascarillas (30%), un mayor porcentaje en el cambio de filtros (10%),

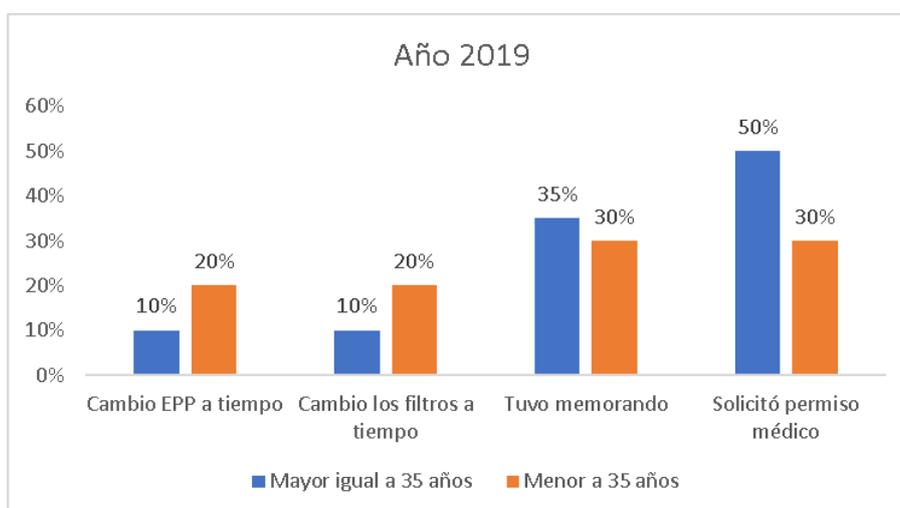
un menor porcentaje en los memorando (30%) y una menor solicitud de permisos médicos (30%). Se nota que en ambos grupos etarios bajo el porcentaje de cambio a tiempo de filtro y aumento el porcentaje de memorandos.

En la variable solicitud de permiso médico se realizó una prueba de diferencia de proporciones, la cual arrojó una diferencia significativa para valores de  $p < 0.05$ , con lo cual rechazamos la hipótesis nula  $H_0$  del caso 0.



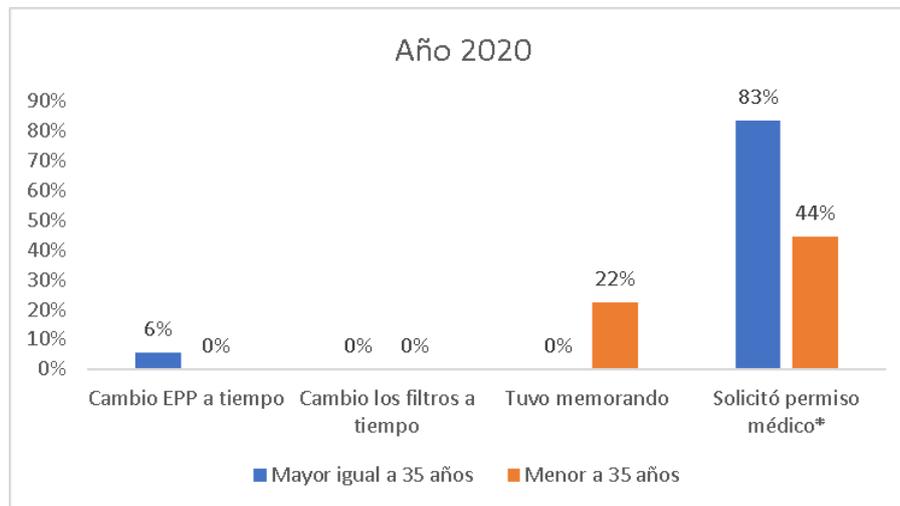
**Figura 4.9 : Relación de variables cambio de mascarillas, cambio de filtros, memorandos, permiso medico con el grupo etario en el periodo 2018**

La figura 4.10 muestra que se mantiene el comportamiento de las variables, el grupo etario mayor o igual a 35 años es quien presenta un menor porcentaje tanto en el cambio de mascarilla como de filtros y una mayor frecuencia en la obtención de memorandos y solicitud de permisos médicos. Se nota que hubo un mayor porcentaje de cambio de filtros a tiempo comparado con el 2018 y una menor solicitud de permisos médicos comparados con los años 2017 y 2018.



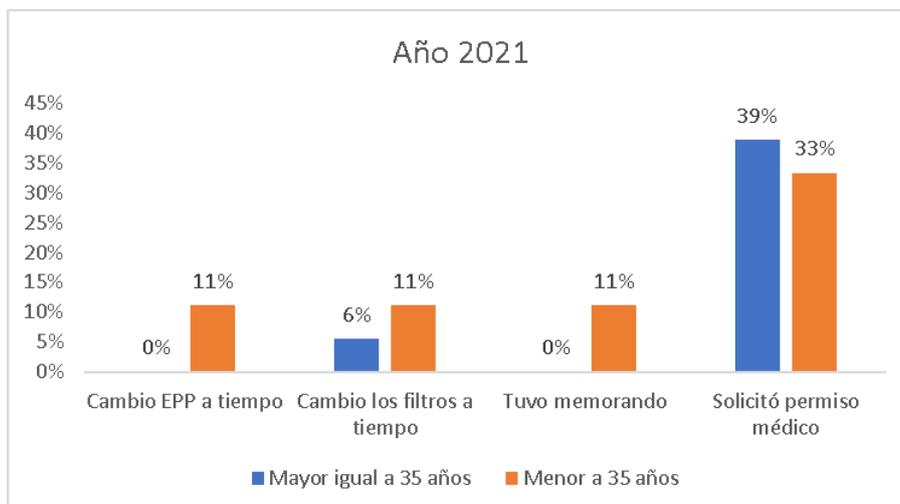
**Figura 4.10 : Relación de variables cambio de mascarillas, cambio de filtros, memorandos, permiso medico con el grupo etario en el periodo 2019**

En el año 2020 la figura 4.11 muestra que en ambos grupos etarios hubo una disminución del porcentaje del cambio de mascarilla, cambio de filtros y memorandos; pero si se compara la variable solicitó permiso médico del grupo etario mayor o igual a 35 años, con los años previos, se observa que se tiene el porcentaje más alto; para esta variable también se realizó una prueba de diferencia de proporciones, la cual arrojó una diferencia significativa para valores de  $p < 0.05$ , con lo cual rechazamos la hipótesis nula  $H_0$  del caso 0.



**Figura 4.11 : Relación de variables cambio de mascarillas, cambio de filtros, memorandos, permiso medico con el grupo etario en el periodo 2020**

Para el año 2021 se presenta nuevamente la relación inversa entre el cambio de filtro y solicitud de permiso médico, tal como se muestra en la figura 4.12; siendo el grupo etario mayor a 35 años quien presenta el menor cambio de filtro (6%) y el mayor porcentaje de solicitud de permiso médico (33%); también se observa que para este año en comparación a los años previos se tiene el menor porcentaje de permisos médicos para ambos grupos etarios.



**Figura 4.12 : Relación de variables cambio de mascarillas, cambio de filtros, memorandos, permiso medico con el grupo etario en el periodo 2021**

### 4.3 Resultados del análisis de supervivencia

En primer análisis de supervivencia se realizó para la medicina entregada por cada grupo etario.

La tabla 9 indica los resultados obtenidos de la prueba Kaplan-Meier en relación con la solicitud-entrega de medicina, realizada a 36 trabajadores de la minera distribuidos en los dos grupos etarios establecidos, con un global de 11.1% de datos censurados (trabajadores que se retiraron durante el estudio).

23 personas de la muestra pertenecen al grupo etario mayor etario mayor o igual a 35 años, surgieron 19 eventos de solicitud-entrega de medicina, 4 eventos de datos censurados que representa el 17.4% de datos censurados para este grupo etario.

13 personas de la muestra pertenecen al grupo etario menor a 35 años, ocurrieron 13 eventos de solicitud-entrega de medicina, 0 eventos censurados.

**Tabla 9**  
**Prueba Kaplan-Meier función de supervivencia medicina vs grupo etario**  
Resumen de procesamiento de casos

Grupo etario	N total	N de eventos	Censurado	
			N	Porcentaje
Mayor o igual a 35	23	19	4	17,4%
Menor a 35	13	13	0	0,0%
<b>Global</b>	<b>36</b>	<b>32</b>	<b>4</b>	<b>11,1%</b>

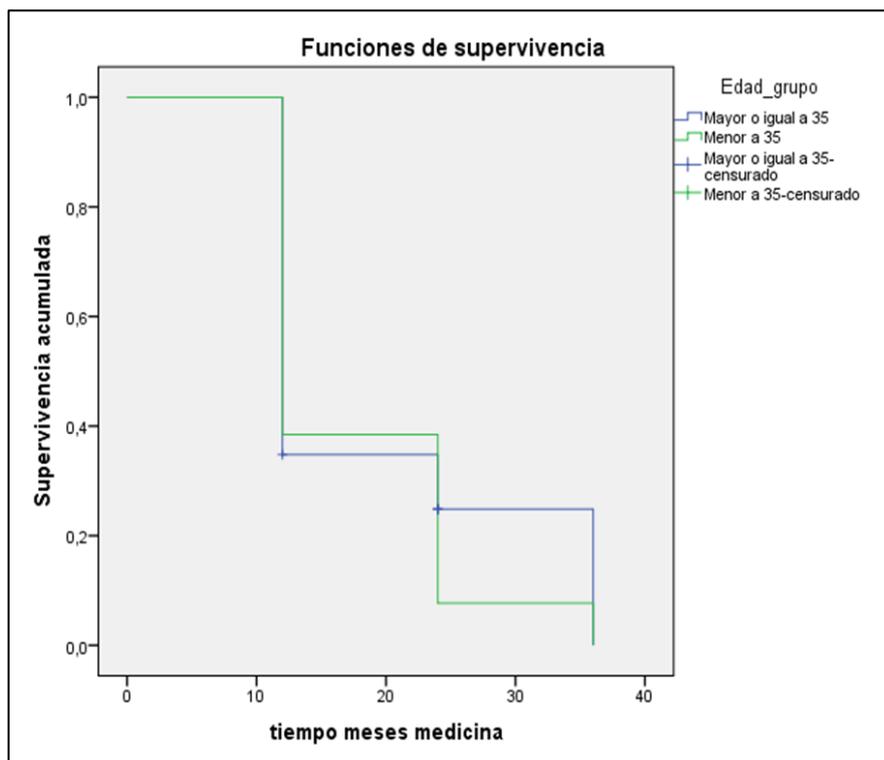
La tabla 10 muestra los resultados obtenidos mediante la prueba Log Rank en relación con la solicitud-entrega de medicina por grupo etario, sig. ( $p=0.473$ ) nos indica que no existe diferencia de proporciones para los grupos etarios, con lo cual se mantiene la hipótesis nula del caso 1.

**Tabla 10**  
**Prueba Log Rank diferencia de proporciones de supervivencia medicina vs grupo etario**

Comparaciones globales			
	Chi-cuadrado	gl	Sig.
Log Rank (Mantel-Cox)	,516	1	,473

La figura 4.13 inicia en enero de 2016 con 0 eventos de solicitud de medicina para ambos grupos etarios, a los 12 meses transcurrido el estudio el 40 % del grupo etario menor a 35 años no solicitó medicina, el 36% del grupo etario mayor o igual a 35 años no solicitó medicina y se presentan casos censurados. Para el mes 24 el número de solicitud de medicina por los trabajadores aumenta en cada grupo etarios, siendo el 5% del grupo etario menor a 35 años que no solicita medicina y el 20 % del grupo etario mayor o igual a 35 años que no solicita medicina se presentan datos censurados, para

el mes 36 de estudio el 100% de muestra de estudio para ambos grupos etarios habían solicitado medicina. Aunque visualmente la figura 4.13 muestre separación en las curvas, no existe diferencia significativa en la proporción que solicita medicina por cada grupo etario.



**Figura 4.13 : Gráfico de supervivencia de la medicina entregada con respecto al tiempo por grupo etario.**

En segundo análisis de supervivencia se realizó para las observaciones en la espirometría por cada grupo etario.

La tabla 11 indica los resultados obtenidos de la prueba Kaplan-Meier en relación a observaciones en la espirometría, realizada a 31 trabajadores que los cuales se tiene información de aquel estudio médico (de la muestra anterior 5 trabajadores se retiraron en diciembre de 2016, mes donde se realizan estas pruebas médicas), los 31 datos que se obtuvieron de la nueva muestra (muestra 2), están distribuidos en los dos grupos etarios establecidos, con un global de 87.1% de datos censurados (trabajadores que se retiraron durante el estudio).

20 personas de la muestra 2, pertenecen al grupo etario mayor etario mayor o igual a 35 años, surgieron 4 eventos que presentan observaciones en la espirometría, 16 eventos de datos censurados que representa el 80% de datos censurados para este grupo etario.

11 personas de la muestra 2, pertenecen al grupo etario menor a 35 años, ocurrieron 0 eventos de observaciones en la espirometría, 11 eventos censurados (100%).

Las observaciones encontradas en las espirometrías son: Restricción leve, restricción moderada y restricción moderada severa que pueden se causadas por enfermedades del parénquima pulmonar.

**Tabla 11**  
**Prueba Kaplan-Meier función de supervivencia observaciones en la espirometría vs grupo etario**

Grupo	N total	N de eventos	Censurado	
			N	Porcentaje
Mayor o igual a 35	20	4	16	80,0%
Menor a 35	11	0	11	100,0%
Global	31	4	27	87,1%

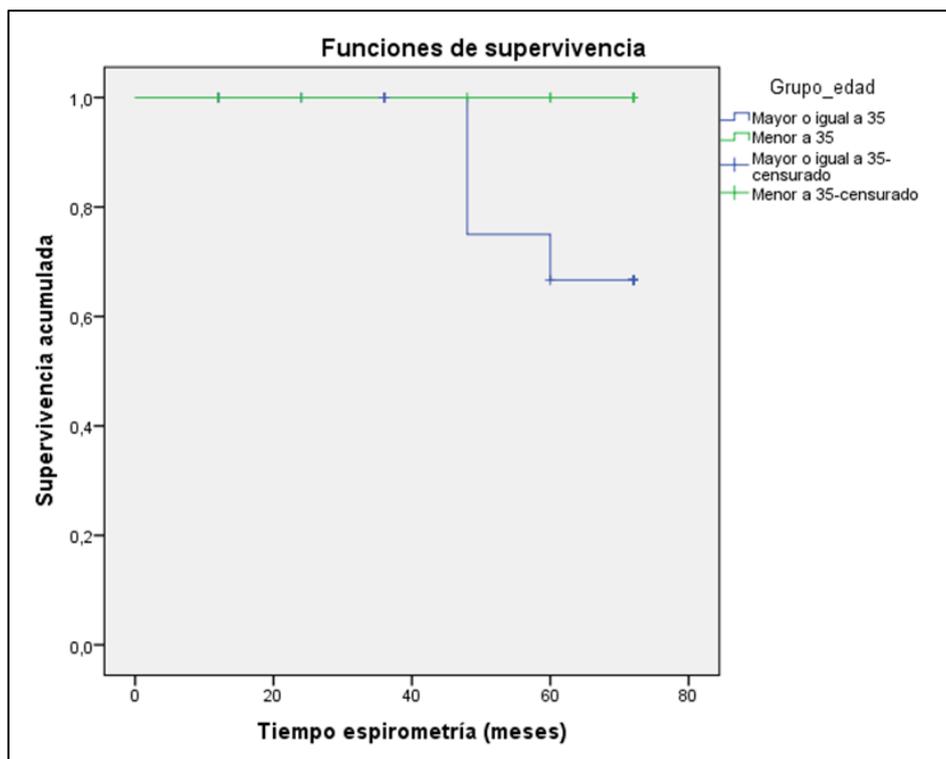
La tabla 12 muestra los resultados obtenidos mediante la prueba Log Rank en relación con observaciones en la espirometría por grupo etario, sig. ( $p=0.083$ ) nos indica que no existe diferencia de proporciones en para los grupos etarios, con lo cual se mantiene la hipótesis nula del caso 2.

**Tabla 12 Prueba Log Rank diferencia de proporciones de supervivencia en observaciones en la espirometría vs grupo etario**  
**Comparaciones globales**

	Chi-cuadrado	gl	Sig.
Log Rank (Mantel-Cox)	3,012	1	,083

La figura 4.14 inicia en enero de 2016 con 0 eventos de observaciones en la espirometría para ambos grupos etarios, a los 48 meses transcurrido el estudio surge un escalón para el grupo etario mayor o igual a 35 años, lo que nos indica que el 75% de la muestra 2 para este grupo etario no presenta observaciones en la espirometría; la curva para el grupo etario menor a 35 se mantiene como inicio el estudio.

Para el mes 72 existe un nuevo escalón para el grupo etario mayor o igual a 35 años, de la figura 4.14 para este mes de estudio el 65% del grupo etario en análisis no presenta observaciones en la espirometría. Aunque visualmente la figura 4.14 muestre separación en las curvas, no existe diferencia significativa en la proporción que presenta observaciones en la espirometría por cada grupo etario.



**Figura 4.14 : Gráfico de supervivencia de observaciones en la espirometría con respecto al tiempo por grupo etario.**

En tercer análisis de supervivencia se realizó para la medicina entregada por años de experiencia en minería.

La tabla 13 indica los resultados obtenidos de la prueba Kaplan-Meier con relación a la solicitud-entrega de medicina, realizada a 36 trabajadores de la minera distribuidos en los dos grupos de experiencia en minería, con un global de 11.1% de datos censurados (trabajadores que se retiraron durante el estudio).

11 personas de la muestra pertenecen al grupo menor a 10 años, surgieron 10 eventos de solicitud-entrega de medicina, 1 evento de datos censurados que representa el 9.1% de datos censurados para este grupo etario.

25 personas de la muestra pertenecen al grupo mayor o igual a 10 años, ocurrieron 22 eventos de solicitud-entrega de medicina, 3 eventos censurados (12%).

**Tabla 13**  
**Prueba Kaplan-Meier función de supervivencia medicina vs tiempo en minería**  
**Resumen de procesamiento de casos**

Antigüedad grupo	N total	N de eventos	Censurado	
			N	Porcentaje
<b>Menor a 10 años</b>	11	10	1	9,1%
<b>Mayor o igual a 10 años</b>	25	22	3	12,0%
<b>Global</b>	36	32	4	11,1%

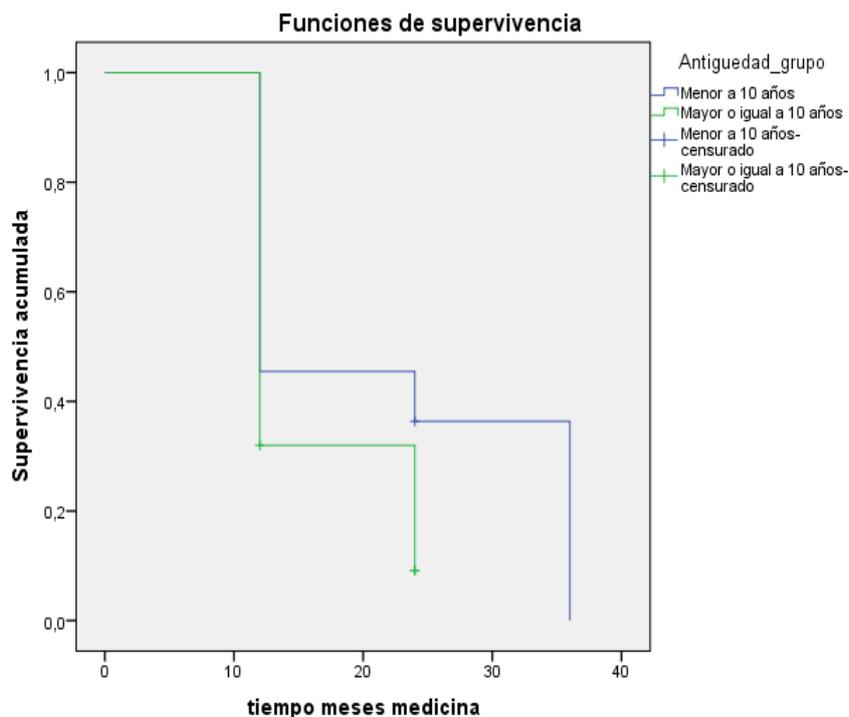
La tabla 14 muestra los resultados obtenidos mediante la prueba Log Rank en relación con solicitud de medicina por años de experiencia en la minería, sig. ( $p=0.118$ ) nos indica que no existe diferencia de proporciones en para los grupos, con lo cual se mantiene la hipótesis nula del caso 3.

**Tabla 14**  
**Prueba Log Rank diferencia de proporciones de supervivencia medicina vs tiempo en minería**

Comparaciones globales			
	Chi-cuadrado	gl	Sig.
<b>Log Rank (Mantel-Cox)</b>	2,450	1	,118

La figura 4.15 inicia en enero de 2016 con 0 eventos de solicitud de medicina para ambos grupos, a los 24 meses transcurrido el estudio surge un escalón para ambas curvas, se observa que para el grupo menor a 10 años el 45% no ha solicitado medicina, para el grupo mayor o igual a que el 30% no ha solicitado medicina.

Para el mes 36 se marca un nuevo escalón para ambos grupos, en la curva del grupo menor a 10 años el 35 % no ha solicitado medicina mientras que para el grupo mayor o igual a 10 años solo el 5% no solicitó medicina, para el mes 36 el grupo menor a 10 años el 100% había solicitado medicina. No existe diferencia significativa entre los grupos.



**Figura 4.15 : Gráfico de supervivencia de medicina con respecto al tiempo por antigüedad en minería.**

En cuarto análisis de supervivencia se realizó para las observaciones en la espirometría por cada grupo de experiencia en la minería.

La tabla 15 indica los resultados obtenidos de la prueba Kaplan-Meier con relación a observaciones en la espirometría, realizada a 31 trabajadores que los cuales se tiene información de aquel estudio médico (de la muestra anterior 5 trabajadores se retiraron en diciembre de 2016, mes donde se realizan estas pruebas médicas), los 31 datos que se obtuvieron de la nueva muestra (muestra 2), están distribuidos en los dos grupos según los años de experiencia o antigüedad en la minería, con un global de 87.1% de datos censurados (trabajadores que se retiraron durante el estudio).

9 personas de la muestra 2, que pertenecen al grupo menor a 10 años, surgieron 0 eventos que presentan observaciones en la espirometría, 9 eventos de datos censurados que representa el 100% de datos censurados para este grupo.

22 personas de la muestra 2, pertenecen al grupo mayor o igual a 10 años, ocurrieron 4 eventos de observaciones en la espirometría, 18 eventos censurados (81.8%).

**Tabla 15**  
**Prueba Kaplan-Meier función de supervivencia observaciones en la espirometría vs tiempo en minería**

Resumen de procesamiento de casos				
Antigüedad grupos	N total	N de eventos	Censurado	
			N	Porcentaje
Menor a 10 años	9	0	9	100,0%
Mayor o igual a 10 años	22	4	18	81,8%
Global	31	4	27	87,1%

La tabla 16 muestra los resultados obtenidos mediante la prueba Log Rank en relación observaciones en la espirometría por años de experiencia en la minería, sig. ( $p=0.229$ ) nos indica que no existe diferencia de proporciones en para los grupos, con lo cual se mantiene la hipótesis nula del caso 4.

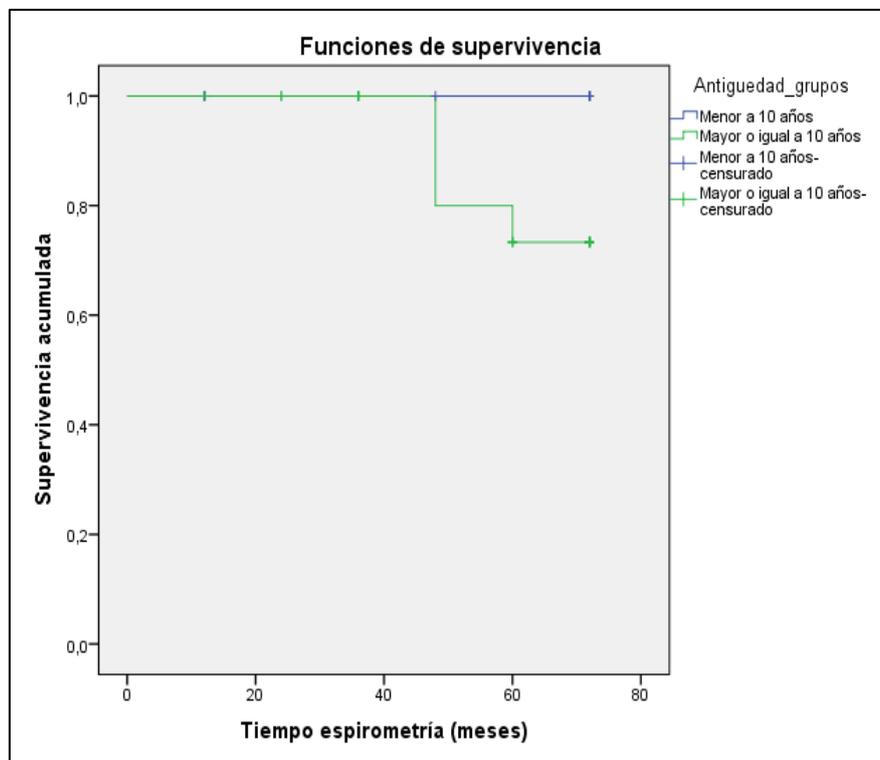
**Tabla 16**  
**Prueba Log Rank diferencia de proporciones de supervivencia observaciones en la espirometría vs tiempo en minería**

Comparaciones globales			
	Chi-cuadrado	gl	Sig.
Log Rank (Mantel-Cox)	1,448	1	,229

La figura 4.16 inicia en enero de 2016 con 0 eventos de observaciones en la espirometría para ambos grupos, a los 48 meses transcurrido el estudio surge un escalón para el grupo mayor o igual a 10 años, lo que nos indica que el 75% de la muestra 2 para este

grupo no presenta observaciones en la espirometría; la curva para el grupo menor a 10 se mantiene como inicio el estudio.

Para el mes 72 existe un nuevo escalón para el grupo mayor o igual a 10 años, de la figura 4.14 para este mes de estudio el 65% del grupo etario en análisis no presenta observaciones en la espirometría. Aunque visualmente la figura 4.16 muestre separación en las curvas, no existe diferencia significativa en la proporción que presenta observaciones en la espirometría por cada grupo.



**Figura 4.16 : Gráfico de supervivencia de observaciones en la espirometría con respecto al tiempo por antigüedad en minería .**

#### **4.4 Resultados de las mediciones de higiene industrial (Material Particulado)**

Se realizaron dos mediciones de higiene para material particulado  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$ . La primera medición fue realizada en el frente de trabajo de ampliación pozo 4, línea 3 Sur, donde laboran los barrenadores o perforistas en una jornada de 6 horas, divididas en los siguientes horarios: 7:30-11:30 y 13:30 -16:30. La segunda medición en la galería principal a 400 metros de la entrada al interior de la mina, donde transitan todos los operarios de la mina 8 horas, divididas en los siguientes horarios: 7:00-12:00 y 13:00 - 17:00.

##### **a) Medición 1: Ampliación pozo 4, línea 3 Sur (frente de trabajo)**

En la tabla 17 se muestra los datos generales que son utilizados para el cálculo de material particulado presente en el lugar de trabajo y posterior compararlo con el límite permisible; los datos de los pesos de los filtros fueron obtenidos de la micro balanza,

antes y después del monitoreo, el volumen de la muestra es la capacidad de la bomba de succión y el tiempo es la jornada laboral de los barrenadores o perforistas, que son los que se encuentran expuestos a material particulado en la zona Ampliación pozo 4, línea 3 Sur.

**Tabla 17**  
**Datos generales de la medición 1**

Datos	Medición 1	
	PM2.5	PM10
W <sub>1</sub> (mg)	0.20005	0.20015
W <sub>2</sub> (mg)	0.20089	0.20335
B <sub>1</sub> (mg)	0.20002	0.20002
B <sub>2</sub> (mg)	0.20003	0.20003
V(m <sup>3</sup> )	0.4	0.4
T(h)	6	6

Haciendo uso de la ecuación eq.3.1 se obtuvo el valor de concentración de material particulado en la primera medición para PM<sub>2.5</sub> = 2.075 y para PM<sub>10</sub>=7.975, como se muestra en la tabla 18; siendo los límites permisibles 3 y 10 respectivamente, se genera un cumplimiento de la norma.

Para establecer el nivel de riesgo se realizó el cálculo de porcentaje de la exposición máxima permitida mediante la ecuación eq.3.2, dando los siguientes resultados: Para PM<sub>2.5</sub>= 51.875% y para PM<sub>10</sub>=59.813% dando un riesgo moderado para ambos casos

**Tabla 18**  
**Resultados de la medición 1**

Datos	Medición 1	
	PM2.5	PM10
C(mg/m <sup>3</sup> )	2.075	7.975
LP	3	10
Cumplimiento	Si cumple	Si cumple
%EMP	51.875	59.813
Descripción del riesgo	Moderado	Moderado

#### b) Medición 2: Galería principal a 400m de la entrada al interior de la mina

En la tabla 19 se muestran los datos generales que son utilizados para el cálculo de material particulado presente en el lugar de trabajo y posterior compararlo con el límite permisible; los datos de los pesos de los filtros fueron obtenidos de la micro balanza, antes y después del monitoreo, el volumen de la muestra es la capacidad de la bomba de succión y el tiempo es la jornada laboral de los todos los trabajadores que ingresan a la mina es decir barrenadores, wincheros, paleros, supervisores e ingenieros, que son los que se encuentran expuestos a material particulado en la galería principal.

**Tabla 19**  
**Datos generales de la medición 2**

Datos	Medición 2	
	PM2.5	PM10
W <sub>1</sub> (mg)	0.20123	0.20326
W <sub>2</sub> (mg)	0.20159	0.20515
B <sub>1</sub> (mg)	0.20002	0.20002
B <sub>2</sub> (mg)	0.20004	0.20004
V(m <sup>3</sup> )	0.4	0.4
T(h)	8	8

Haciendo uso de la ecuación eq.3.1 se obtuvo el valor de concentración de material particulado en la segunda medición para  $PM_{2.5} = 0.850$  y para  $PM_{10}=4.675$ , como se muestra en la tabla 20; siendo los límites permisibles 3 y 10 respectivamente, se genera un cumplimiento de la norma.

Para establecer el nivel de riesgo se realizó el cálculo de porcentaje de la exposición máxima permitida mediante la ecuación eq.3.2, dando los siguientes resultados: Para  $PM_{2.5}= 28.333\%$  y para  $PM_{10}=46.750\%$  dando un riesgo tolerable para ambos casos.

**Tabla 20**  
**Resultados de la medición 2**

Datos	Medición 2	
	PM2.5	PM10
C(mg/m <sup>3</sup> )	0.850	4.675
LP	3	10
Cumplimiento	Si cumple	Si cumple
%EMP	28.333	46.750
Descripción del riesgo	Tolerable	Tolerable

# CAPÍTULO 5

## 5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PLAN DE MEJORA

### 5.1 Conclusiones

1. Fueron recopiladas las mediciones de material particulado en los frentes de trabajo realizadas entre los años 2016 y 2019, pero no fueron consideradas para el presente estudio ya que estas fueron elaboradas y analizadas con parámetros ambientales, por lo que los resultados obtenidos de aquellas mediciones difieren de los resultados obtenidos de la medición realizada el 2 de diciembre de 2021 (ver anexo a) que fue realizada bajo las normas establecidas por los órganos competentes (INSST, OSHA, NIOSH, ACGIH) de reconocido prestigio en higiene industrial, mismas que sirven para medir la intensidad y concentración del agente y la dosis que recibe el trabajador durante la exposición. Se recomienda seguir l.
2. Se creó una base de datos para el periodo 2016-2021, con la siguiente información: Fecha de entrega y cambio de mascarilla, fecha de entrega y cambio de filtros, memorandos recibidos, permisos médicos solicitados, entrega de medicina, observaciones en la espirometría y observaciones en el historial médico, además se realizó un cuadro resumen como se muestra en el anexo b.
3. Al correlacionar las variables con el análisis de supervivencia no se encontraron diferencias estadísticas significativas con respecto al tiempo de exposición, posiblemente porque el periodo de estudio fue de 6 años; en Medicina Interna de Harrison 19 edición, se hace referencia que este tipo de enfermedades se manifiestan hasta 10 años después de la exposición generalmente continua y prolongada.
4. Se elaboró un plan de mejora para desarrollar una cultura laboral preventiva, así como también, un plan de vigilancia de la salud para todos los trabajadores y un plan de vigilancia médica para aquellos trabajadores que tienen enfermedades pulmonares, como se detalla en el apartado 5.3.
5. Se concluye que el grupo etario mayor o igual a 35 años es el que realiza menos cambio de filtro, lo que indica que está menos protegido en comparación al otro grupo etario, tal cual se indica en la literatura, este grupo presenta mayor porcentaje de memorandos recibidos por no usar mascarilla en el interior de la mina, así como, mayor solicitud de medicina para el tratamiento de síntomas relacionados con enfermedades respiratorias, para los años 2018 y 2020 existe una diferencia significativa entre la proporción que solicita permiso médico de ambos grupos etarios, siendo esta relación 2 a 1.
6. Se determinó que en el grupo etario mayor o igual a 35 años se presentan 2 personas con enfermedad ocupacional y 5 personas con observaciones en la espirometría, los cuales según la segmentación de años en la minería tienen 10 o más años de experiencia en este campo.

## 5.2 Recomendaciones

1. Se debe hacer un seguimiento anticipado a las personas que aún no han desarrollado enfermedad ocupacional, pero que presentan observaciones en la espirometría como: restricciones leves y moderadas; y observaciones en el historial médico.
2. Adquirir o crear un software que sea capaz de incluir alerta/avisos, almacenar información que alimente la base de datos y compartirla a los interesados (gerencia, departamento de seguridad y salud ocupacional y trabajadores en general); los avisos deben ser: Cambio de mascarilla, cambio de filtro, cambio de EPP, fecha de capacitaciones, fechas de revisiones médicas, fechas de exámenes médicos. El software debe generar una estadística en tiempo real de la demanda de EPP para los próximos meses.
3. Mejorar el sistema de ventilación de los frentes de trabajo, mediante labores como chimeneas y pozos de ventilado, así como completar el sistema de rebajes que den una mayor ruta de evacuación de los polvos ayudados por equipos instalados cada dos niveles que ingresen aire para desalojar el polvo de los frentes como indica criterio técnico.
4. Implementar aspersores de polvo que emiten partículas muy pequeñas agua, aire o biopolímero y son capaces de arrastrar el polvo hasta el piso para que este no se quede suspendido en el aire, una vez que se genere en la galería o túneles y frentes de trabajo.
5. Complementar con supresores de polvo que permitan un control eficiente de emisiones en galerías y zonas fuentes, dado su elevado poder aglomerante de partículas finas, muy superior al agua, los cuales están formulados en base a polímeros bio-degradables de origen natural, dispersables en agua y ambientalmente amigables.
6. Adquirir equipos para fisioterapia respiratoria para los casos de neumoconiosis los cuales ayudaran a fortalecer la capacidad pulmonar, cuando presenten dificultades respiratorias por disminución de la capacidad pulmonar.
7. Realizar una segmentación por puesto de trabajo según el nivel de exposición, estableciendo nuevos periodos de cambios de filtros para optimizar recursos.

### 5.3 Plan de mejora

**Tabla 21**  
**Plan de mejora**

Objetivos de mejora	Ámbitos de Aplicación	Meta	Procesos/ Proyectos	Responsables	Indicador de seguimiento
Efectuar historial laboral	Trabajadores en interior/ exterior mina	Conocer antecedentes patológicos del trabajador	Identificación de ocupaciones anteriores	• Médico	• Anamnesis laboral
Realizar exploración clínica específica	Trabajadores en interior/ exterior mina	Controlar la morbilidad de los trabajadores expuestos a material particulado	Vigilancia Epidemiológica	• Médico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Búsqueda de signos de acropaquia.</li> <li>• Auscultación cardiopulmonar. Incluirá búsqueda de crepitantes.</li> <li>• Diagnóstico por la imagen</li> </ul>
Hacer estudio funcional respiratorio	Trabajadores con al menos cinco años de trabajo en el campo minero	Valorar la capacidad pulmonar	Vigilancia Epidemiológica	• Médico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomografía computarizada de alta resolución (TCAR) periódica.</li> <li>• Capacidad vital (CV), el volumen espiratorio forzado en un segundo (FEV1) y la razón FEV1/VC, de acuerdo con los criterios del grupo de trabajo conjunto ATS (American Thoracic Society) – ERS (European Respiratory Society) [Pellegrino et al, 2005].</li> <li>• Test de difusión del CO (DLCO) o una pletismografía corporal/Auscultación cardiopulmonar.</li> </ul>
Dar consejos sanitario antitabaco y drogas	Trabajadores en interior/ exterior mina	Evitar el deterioro de la salud del trabajador	Plan antitabaco y drogas	• Médico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exámenes de espirometrías</li> <li>• Radiografías</li> </ul>
Implementar ejercicios	Trabajadores con	Mejorar la	Plan de ejercicios	• Médico	• Exámenes de espirometrías

que ayuden a fortalecer la capacidad pulmonar	procesos de neumoconiosis agudo	capacidad pulmonar	pulmonares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paramédico</li> <li>• Técnico Salud Ocupacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Radiografías</li> </ul>
Evitar riesgo de enfermedades que afecten los pulmones	Trabajadores en interior/ exterior mina	Fortalecer el sistema inmunológico	Esquema de vacunación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Médico</li> <li>• Paramédico</li> <li>• Licenciado en enfermería</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vacuna antineumocócica</li> <li>• Vacuna para influenza estacionaria.</li> </ul>
Evitar la reactivación de la infección y complicaciones de la tuberculosis.	Trabajadores con diagnóstico de silicosis	Verificar la exposición al bacilo de tuberculosis	Prueba de tuberculina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Médico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba cutánea de Mantoux para evaluar exposición a tuberculosis</li> </ul>
Garantizar la eficacia y continuidad de los tratamientos	Trabajadores con enfermedades crónicas	Promover la prevención de enfermedades crónicas	Plan de vigilancia médica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Médico</li> <li>• Paramédico</li> <li>• Técnico Salud Ocupacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exámenes médicos periódicos</li> <li>• Índice de ausentismo por enfermedad laboral (IAEL)</li> </ul>
Definir los tiempos de cambio de mascarilla y filtros	Trabajadores en interior/ exterior mina	Trabajar con EPP en buen estado	Alerta/ Aviso de renovación de mascarillas y filtros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodeguero</li> <li>• Técnico Salud Ocupacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de cambios de mascarillas y filtros</li> </ul>
Segmentar el personal por puesto de trabajo	Trabajadores en interior/ exterior mina	Establecer nuevos periodos de renovación de mascarillas y filtros	Plan de renovación por puesto de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnico Salud Ocupacional</li> <li>• Ingeniero a cargo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de puesto de trabajo</li> <li>• Registro de cambios de mascarillas y filtros</li> </ul>
Mejorar el conocimiento de las medidas de seguridad e higiene de los EPP en la minería	Trabajadores operativos	Mantener el personal constantemente capacitado	Plan de capacitaciones cortas (5 min) online	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnico Salud Ocupacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de vistas online</li> </ul>

# BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos . (4 de Junio de 2021). Conceptos básicos sobre material particulado. Obtenido de <https://espanol.epa.gov/espanol/conceptos-basicos-sobre-el-material-particulado-pm-por-sus-siglas-en-ingles>
- Armesto, D. (2011). ANÁLISIS DE SUPERVIVENCIA. *Electronic Journal of Biomedicine*, 53-58. Obtenido de <https://biomed.uninet.edu/2011/n2/armesto.pdf>
- Cabrera, Velásquez, & Vrhoac. (Octubre de 2014). Medicina y Seguridad del Trabajo. *Enfermedades profesionales en la industria del cobre: extracción, manufactura y reciclaje*. doi:<https://dx.doi.org/10.4321/S0465-546X2014000400010>
- Cirugía Española. (Octubre de 2005). Conceptos básicos del análisis de supervivencia. *Cirugía Española*, 78(4), 222-230. doi:DOI: 10.1016/S0009-739X(05)70923-4
- Deseguridad. (2022). Obtenido de <https://deseguridad.net/mediciones-higienicas/#:~:text=Tanto%20mediciones%20ambientales%20como%20ocupacionales,la%20salud%20en%20la%20empresa>.
- Euskadi. (2020). Obtenido de [https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/material\\_particulado/es\\_def/#tab\\_item6063](https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/material_particulado/es_def/#tab_item6063)
- Ferrero, R. (Enero de 2018). *Máxima formación*. Obtenido de <https://www.maximaformacion.es/blog-dat/diferencias-entre-las-proporciones-de-2-poblaciones-diferentes/>
- Herrera Vinelli, I. P. (2014). Elaboración de la historia clínica ocupacional para las instirucione de salud del Ecuador.
- Herrera Vinelli, I. P. (2021). Modulo Salud Ocupacional . *Maestría de Seguridad y Salud Ocupacional ESPOL*. Ecuador.
- Instituto de Seguridad Minera [ISEM]. (6 de Abril de 2016). 7 gases presentes en minas subterráneas. *Seguridad Minera*. Obtenido de <https://www.revistaseguridadadminera.com/operaciones-mineras/7-gases-presentes-minas-subterraneas/#:~:text=Los%20trabajadores%20de%20la%20miner%C3%ADa,gas%20su lfh%C3%ADdrico%20y%20gas%20gris%C3%BA>
- Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (12 de 07 de 2016). Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo. *Resolucion del IESS 513*. Ecuador. Obtenido de [https://www.iess.gob.ec/seguro-riesgos-del-trabajo-pf/#s5\\_scrolltotop](https://www.iess.gob.ec/seguro-riesgos-del-trabajo-pf/#s5_scrolltotop)
- Instituto Nacional del Cáncer. (20 de Marzo de 2015). Sílice cristalina. Obtenido de <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/sustancias/silice-cristalina>

- Instituto para la Salud Geoambiental. (s.f.). Material Particulado. Obtenido de <https://www.saludgeoambiental.org/material-particulado>
- Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. (15 de 11 de 2004).
- López, M., Santos, J., Quezada, C., Segura, M., & Pérez, J. (2016). Actividad minera y su impacto en la salud humana. *Revista Ciencia UNEMI*, 92-100.
- Martínez, C. (2005). Neumoconiosis. *Revista de Patología Respiratoria*, 43-44.
- Metalindustria. (4 de 11 de 2015). Obtenido de <https://www.metalindustria.com/articulos/20151104/Cuando-debo-cambiar-mis-filtros#.YpYEKqhBzIU>
- Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social. (14 de 01 de 2019). ¿Qué es una enfermedad profesional? España. Obtenido de <https://saludlaboralydiscapacidad.org/que-es-una-enfermedad-profesional/>
- Muñoz, A. (31 de agosto de 2010). Medicina y Seguridad del Trabajo. *Promoción de la salud en los lugares de trabajo: teoría y realidad*. Obtenido de [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0465-546X2010000300004#back](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2010000300004#back)
- Sekureco Work Protection. (20 de 10 de 2021). Obtenido de <https://www.sekureco.eu/blog/proteccion-respiratoria/es-hora-de-cambiar-el-filtro>
- SIKA Perú. (s.f.). *Supresores de polvo*. Obtenido de <https://per.sika.com/es/construccion/aditivos-concreto/aditivos-mineria-tuneleria/supresores-polvo.html>
- Tiempo Minero. (23 de Marzo de 2021). Salud Ocupacional ¿Qué es y cómo se aplica en Minería? Obtenido de <https://camiper.com/tiempominero-noticias-en-mineria-para-el-peru-y-el-mundo/salud-ocupacional-que-es-y-como-se-aplica-en-mineria/>
- World Health Organization. (26 de abril de 1971). Higiene del trabajo en minas.

## **ANEXOS**

## ANEXO A

### Registro fotográfico de mediciones higiénicas realizadas el 2 de diciembre de 2021



Figura A1: Medición de material particulado en el frente de trabajo



Figura A2: Sonometría en el frente de trabajo



**Figura A3: Medición de material particulado a 400 metros de la bocamina**

## ANEXO B

### Soporte de la base de datos digital, realizada con fines académicos

NOMBRES	2020							
	CAMBIÓ EPP A TIEMPO	CAMBIÓ LOS FILTROS A TIEMPO	TUVO MEMORAND O	SOLICITÓ PERMISO MÉDICO	SOLICITÓ MEDICINA	SE REALIZÓ ESPIROMETRIA	HAY OBSERVACIONES EN HISTORIAL MEDICO	HAY OBSERVACIONES EN HISTORIAL MEDICO
USUARIO 1	NO	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO
USUARIO 2	-	-	-	-	-	-	-	-
USUARIO 3	NO	NO	NO	SI	SI	-	-	-
USUARIO 4	NO	NO	NO	SI	SI	SI	RESTRICCIÓN MODERADA	NO
USUARIO 5	NO	NO	SI	NO	SI	SI	NO	NO
USUARIO 6	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO
USUARIO 7	-	-	-	-	-	-	-	-
USUARIO 8	-	-	-	-	-	-	-	-
USUARIO 9	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO
USUARIO 10	-	-	-	-	-	-	-	-
USUARIO 11	NO	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO
USUARIO 12	-	-	-	-	-	-	-	-
USUARIO 13	NO	NO	NO	SI	SI	SI	NO	ACENTUACIÓN DE LA TRAMA VASCULAR
USUARIO 14	NO	NO	NO	SI	SI	SI	RESTRICCIÓN LEVE	ASBESTOSIS
USUARIO 15	NO	NO	NO	SI	SI	-	-	-
USUARIO 16	NO	NO	NO	NO	SI	-	-	-
USUARIO 17	NO	NO	NO	NO	-	-	-	-
USUARIO 18	NO	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO
USUARIO 19	-	-	-	-	-	-	-	-
USUARIO 20	NO	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO
USUARIO 21	NO	NO	SI	SI	NO	SI	NO	NO

**Figura B1: Cuadro resumen de las variables consideradas en el estudio, período 2020**

NRO	OCUPACIÓN	FECHA DE NACIMIENTO	EDAD	ORIGEN		NOMBRE ASIGNADO
				CIUDAD	PAIS	
1	palero	8/7/1987	35	MACHALA	ECUADOR	USUARIO 1
2	palero	29/8/1985	37	GUAYAQUIL	ECUADOR	USUARIO 2
3	palero	15/10/1984	38	GUAYAQUIL	ECUADOR	USUARIO 3
4	palero	27/7/1983	39	TRIUNFO	ECUADOR	USUARIO 4
5	Barrenador	10/2/1988	34	TUMACO	COLOMBIA	USUARIO 5
6	Bodega	1/4/1977	45	MANTA	ECUADOR	USUARIO 6
7	palero	25/2/2000	22	ALASI	ECUADOR	USUARIO 7
8	palero	30/12/1999	23	ALASI	ECUADOR	USUARIO 8
9	palero	9/4/2001	21	ALASI	ECUADOR	USUARIO 9
10	palero	7/5/1986	36	ANCASH	PERU	USUARIO 10
11	locomotora	21/11/1983	39	PIURA	PERU	USUARIO 11
12	palero	7/7/1997	25	ALASI	ECUADOR	USUARIO 12
13	Bodega	27/8/1985	37	PIURA	PERU	USUARIO 13
14	Serv Gral	31/8/1974	48	ESMERALDAS	ECUADOR	USUARIO 14
15	palero	21/6/1991	31	ALASI	ECUADOR	USUARIO 15
16	palero	20/2/2000	22	ALASI	ECUADOR	USUARIO 16
17	palero	28/7/1974	48	LOJA	ECUADOR	USUARIO 17
18	palero	28/10/1995	27	ALASI	ECUADOR	USUARIO 18
19	palero	24/1/1968	54	PIURA	PERU	USUARIO 19
20	Barrenador	18/6/1985	37	PIURA	PERU	USUARIO 20
21	Barrenador	26/2/1991	31	PIURA	PERU	USUARIO 21
22	Winche	16/1/1987	35	PIURA	PERU	USUARIO 22
23	palero	12/10/1992	30	PIURA	PERU	USUARIO 23

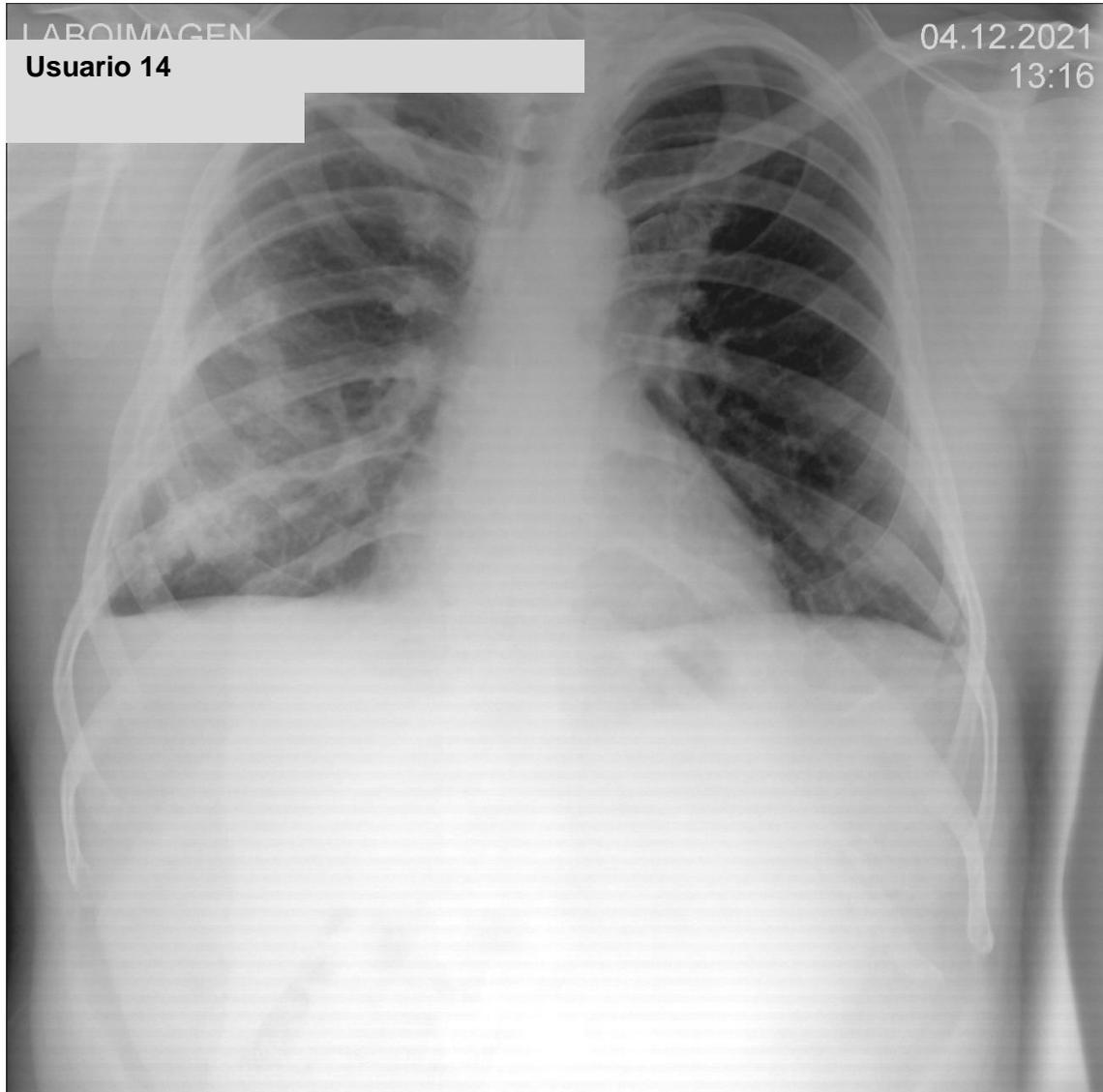
**Figura B2: Variables demográficas de la muestra de estudio**

NRO	MEDICINA POR TRABAJADOR						NOMBRE ASIGNADO
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1	-	-	8	16	2	6	USUARIO 1
2	2	2	-	-	-	-	USUARIO 2
3	6	7	16	4	2	-	USUARIO 3
4	10	49	105	73	35	8	USUARIO 4
5	0	4	8	13	23	6	USUARIO 5
6	4	13	36	8	18	12	USUARIO 6
7	-	-	-	-	-	6	USUARIO 7
8	-	-	0	0	-	0	USUARIO 8
9	-	-	-	6	8	0	USUARIO 9
10	0	0	-	-	-	-	USUARIO 10
11	0	0	13	4	4	4	USUARIO 11
12	-	-	-	-	-	0	USUARIO 12
13	2	2	4	1	13	0	USUARIO 13
14	10	17	52	22	16	29	USUARIO 14
15	8	13	28	25	5	-	USUARIO 15
16	0	0	6	55	2	-	USUARIO 16
17	0	2	10	-	-	-	USUARIO 17
18	-	-	16	33	28	3	USUARIO 18
19	0	0	-	-	-	-	USUARIO 19
20	16	10	25	23	22	15	USUARIO 20
21	0	3	11	8	0	2	USUARIO 21
22	13	6	40	63	10	8	USUARIO 22
23	4	15	-	-	-	-	USUARIO 23

Figura B3: Cantidad de medicina solicitada por cada trabajador

## ANEXO C

### Resultado del estudio de imagen de los trabajadores con enfermedades ocupacionales



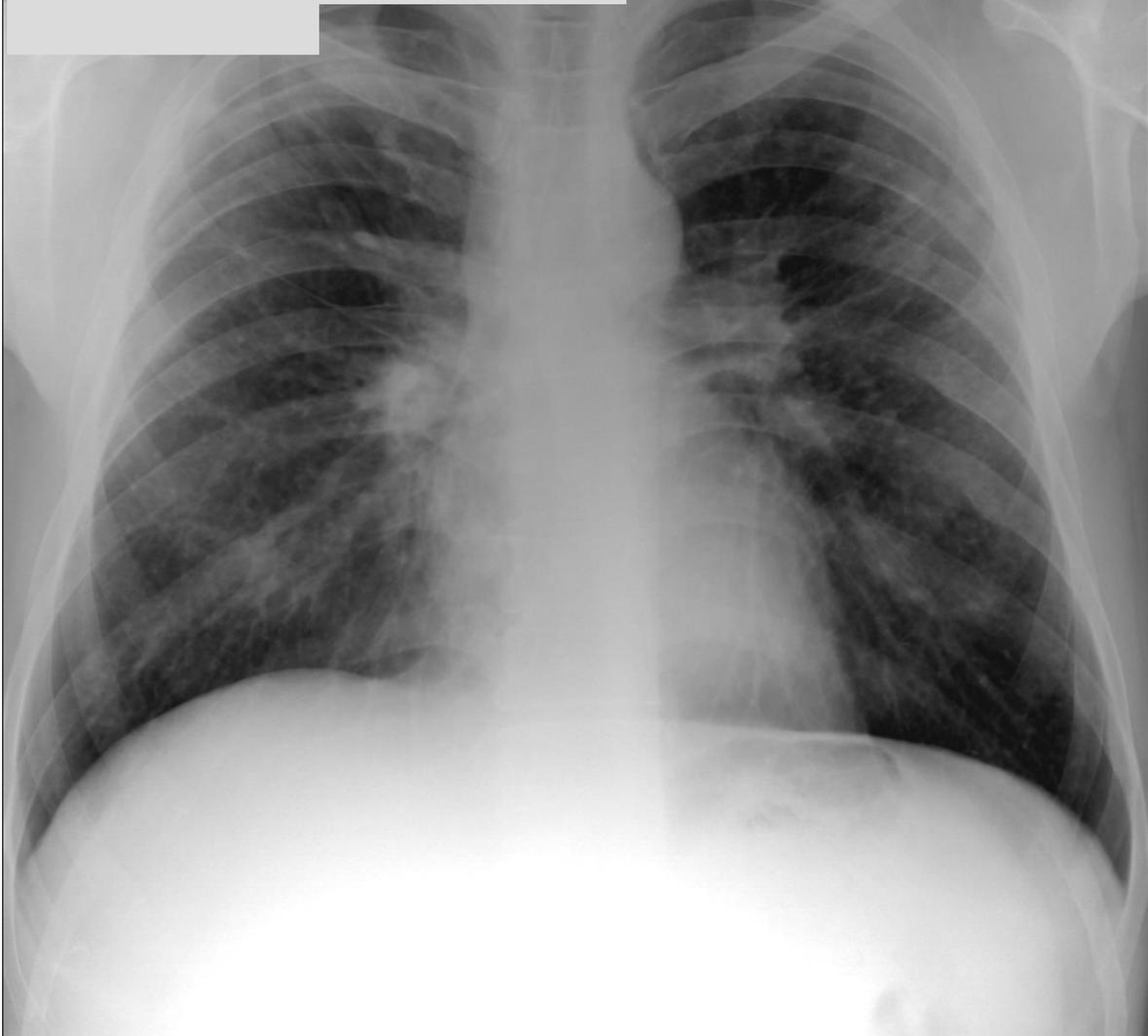
**Figura C1: RX estándar de tórax proyección postero anterior con presencia de opacidades en región hiliar pulmonar derecha, usuario 14-asbestosis**

LABOIMAGEN

Usuario 25

04.12.2021

16:10



**Figura C2: RX estándar de tórax proyección postero anterior con presencia de opacidades en región hiliar pulmonar derecha, usuario 25-silicosis**