

Cartilla básica para la prevención de lesiones y enfermedades osteomusculares en unidades
productivas de pequeña minería subterránea

Oscar Antonio Herrán Trujillo
Cristian Camilo Matias Ramírez



Universidad ECCI

Especialización en gerencia de la seguridad y salud en el trabajo

Dirección de postgrados

Bogotá D.C

2022

Cartilla básica para la prevención de lesiones y enfermedades osteomusculares en unidades
productivas de pequeña minería subterránea

Oscar Antonio Herrán Trujillo c.e 26553

Cristian Camilo Matias Ramírez c.e 96643

*Trabajo de grado en modalidad de monografía como requisito de grado para aprobar
especialización en gerencia de salud y seguridad en el trabajo*

Asesor

Ángela María Fonseca Montoya



Universidad ECCI

Especialización en gerencia de la seguridad y salud en el trabajo

Dirección de postgrados

Bogotá D.C

2022

Tabla de Contenido

1.	Título.....	13
2.	Problema de investigación	14
2.1.	Pregunta de investigación	15
3.	Objetivos.....	16
3.1.	Objetivo general.....	16
3.2.	Objetivos específicos	16
4.	Justificación	17
4.1.	Delimitaciones	18
4.2.	Limitaciones.....	18
5.	Marcos de referencia.....	19
5.1.	Estado del arte.....	19
5.2.	Marco teórico.....	29
5.2.1.	Ergonomía.....	29
5.2.2.	Minería.....	36
5.3.	Marco legal	43
6.	Marco metodológico de la investigación	46
6.1.	Tipo de paradigma	46
6.2.	Método de investigación	46
6.3.	Tipo de investigación.....	46
6.4.	Fuentes de información.....	47
6.4.1.	Fuentes primarias	49

6.4.2.	Fuentes secundarias	49
6.5.	Población.....	49
6.6.	Muestra	50
6.7.	Criterios de inclusión.....	50
6.8.	Criterios de exclusión	50
6.9.	Fases.....	47
6.9.1.	Fase 1 recopilación de información, identificación de actividades desarrollados en las unidades de producción minera.....	47
6.9.2.	Fase 2 análisis de información e identificación de principales lesiones y enfermedades osteomusculares generadas en las unidades de producción minera	47
6.9.3.	Fase 3 construcción de la cartilla básica para la prevención de lesiones y enfermedades osteomusculares en unidades productivas de pequeña minería subterránea .	48
6.10.	Instrumentos de recolección de datos.....	50
6.11.	Consentimiento.....	52
6.12.	Cronograma.....	53
7.	Resultados.....	55
7.1.	Principales actividades y procesos en los que se genera afectación osteomuscular a los trabajadores que desarrollan pequeña minería subterránea informal.....	55
7.1.1.	Observación directa	59
7.1.2.	Conversaciones informales	64
7.2.	Principales lesiones y enfermedades laborales de carácter osteomusculares generadas por la actividad minera y formulación de medidas de prevención y control	69
7.2.1.	Hernia discal	69

7.2.2.	Ciática	70
7.2.3.	Lumbalgia	71
7.2.4.	Bursitis del olecranon	71
7.2.5.	Otras	72
7.3.	Cartilla básica para la prevención de lesiones y enfermedades osteomusculares en unidades productivas de pequeña minería subterránea	73
8.	Análisis financiero	76
9.	Conclusiones	77
10.	Recomendaciones	79
11.	Referencias	80

Lista de Tablas

Tabla 1.	Cronograma General del Proyecto	53
Tabla 2.	Identificación y descripción de actividades en la etapa de construcción y montaje relacionadas a la generación de lesiones y enfermedades laborales osteomusculares	59
Tabla 3.	Identificación y descripción de actividades en la etapa de explotación relacionadas a la generación de lesiones y enfermedades laborales osteomusculares	62

Lista de Figuras

Figura 1.	Disciplinas involucradas en la Ergonomía	31
Figura 2.	Áreas especializadas dentro del ámbito de la ergonomía	35
Figura 3.	Ciclo de vida proyecto minero	37
Figura 4.	Tarjeta del observador	51

Figura 5. Adopción de postura de levantamiento	70
Figura 6. Portada Cartilla.....	73
Figura 7. Contenido Cartilla	74
Figura 8. Esquema grafico de la cartilla	75

Lista de Fotografías

Fotografía 1. Trabajos mineros informales.....	41
Fotografía 2. Ayuda mecánica (carretilla) utilizada para la movilización del mineral (carbón) y material estéril.....	61
Fotografía 3. Infraestructura e instalaciones mineras rudimentarias	61
Fotografía 4. Bocamina Unidad de Producción Minera pequeña minería informal	63

Lista de Graficas

Gráfica 1. Mineros por Unidad de Producción Minera Visita	55
Gráfica 2. Estadística General de Comportamientos	57
Gráfica 3. Personal minero que ha presentado dolor en miembros superiores o inferiores.....	64
Gráfica 4. Personal minero con dolor de espalda y/o cuello.....	65
Gráfica 5. Personal minero que ha presentado espasmos musculares	65
Gráfica 6. Personal minero que ha presentado luxaciones fracturas o roturas de huesos.....	66
Gráfica 7. Personal minero que ha acudido a servicios de salud a causa de afectaciones osteomusculares	66
Gráfica 8. Personal minero que maneja cargas con pesos superiores a 25 Kg	67
Gráfica 9. Personal minero que realiza movimientos repetitivos en sus labores mineras	68

Gráfica 10. Personal minero que mantiene posturas inadecuadas 68

Lista de Anexos

Anexo 1. Consolidado tarjetas de observación de UPM

Anexo 2. Libreta de campo conversaciones informales

Anexo 3. Consolidado conversaciones informales

Anexo 4. Cartilla básica para la prevención de lesiones y enfermedades osteomusculares en unidades productivas de pequeña minería subterránea.

Introducción

El presente trabajo de grado busca proporcionar una herramienta sencilla y didáctica para el personal minero que desarrolla su actividad en Unidades de Producción Minera de pequeña minería subterránea informal, todo en búsqueda de prevenir la afectación generada por la ocurrencia de lesiones o enfermedades laborales osteomusculares, que se vuelven frecuentes en esta actividad por el inadecuado manejo de cargas, movimientos repetitivos y malas posturas realizadas.

Esta actividad es desarrollada en la mayoría de los casos sin estándares técnicos, ambientales y de seguridad adecuados, debido a la limitada disponibilidad y acceso a recursos (económico, humano, tecnológico), asociada directamente al carácter informal de la actividad. Se debe tener en cuenta que el personal minero en la mayoría de los casos desconoce las prácticas y acciones realizadas que pueden desencadenar en la aparición de lesiones y enfermedades osteomusculares que afectan de manera inmediata o a largo plazo su salud y por consiguiente su medio de subsistencia y vida. Aún más importante que identificar las causas y consecuencias del desarrollo de estas acciones y actividades inadecuadas, es fundamental conocer que existen médicas básicas de prevención que si son realizadas pueden eliminar la aparición o mitigar la afectación osteomuscular generada.

Con el fin de plasmar lo anteriormente expuesto a partir de información primaria obtenida en el desarrollo de visitas de campo realizadas a unidades de producción minera de pequeña minería informal e información secundaria recopilada y analizada de distintas fuentes relacionadas a la ergonomía, lesiones y enfermedades osteomusculares asociadas al sector

minero se construyó y tuvo como resultado la Cartilla básica para la prevención de lesiones y enfermedades osteomusculares en unidades productivas de pequeña minería subterránea.

Resumen

En el presente trabajo de grado busca a través de una investigación cualitativa con enfoque descriptivo formular una cartilla básica para la prevención de lesiones y enfermedades osteomusculares en unidades productivas de pequeña minería subterránea; bien sea por el limitado conocimiento de procedimientos de levantamiento de cargas, en higiene postural o carencia de autocuidado. Se empleó un instrumento; la observación directa y herramientas como lo fue la tarjeta de observación y conversaciones con el personal, en una muestra de diecisiete trabajadores que intervinieron en las unidades de producción minera de pequeña minería informal y en relación con los datos obtenidos, se pudo evidenciar aquellos riesgos que pueden llegar a materializarse haciendo relación a los actos y condiciones de trabajo en las que interactúan en el desarrollo de sus labores, siendo en gran parte inseguras.

Las lesiones osteomusculares de origen laboral se constituyen como una de las enfermedades más frecuentes que afectan a trabajadores de todos los sectores económicos y de todos los oficios, se entienden por molestia y dolor que se presenta en alguna parte del cuerpo, alterando sin un motivo específico, la cual genera este tipo de molestias o dolores en virtud a que muestra causas multifactoriales dadas a partir de: posturas forzadas, trabajos con aplicación de fuerza excesiva y repetitiva, vibraciones, manipulación manual de cargas etc.; todo esto por el desconocimiento en el manejo apropiado de tareas y/o deficiencia en el autocuidado.

Palabras claves: Lesiones osteomusculares, ergonomía, unidades de producción minera, minería.

1. Título

Cartilla básica para la prevención de lesiones y enfermedades osteomusculares en unidades productivas de pequeña minería subterránea.

2. Problema de investigación

La minería informal es una actividad económica donde se relacionan aspectos sociales, económicos, ambientales y culturales. Las personas que laboran en este tipo de actividad se ven expuestas a condiciones ambientales adversas y a riesgo implícitos por las características de la misma actividad, afectando negativamente su salud.

En la minería informal los trabajadores ejecutan actividades que requieren un significativo esfuerzo físico, debido al poco o nulo grado de tecnificación que se tiene en las unidades productivas; en la explotación realizada mediante el método subterráneo, los trabajadores desarrollan su labor en espacios reducidos donde mantienen posturas corporales inadecuadas y realizan movimientos repetitivos por periodos largos de tiempo, cargando pesos de entre 50 y 70 kilogramos en sus espaldas para extraer el material estéril o mineral explotado del interior de la mina. Fuera de las bocaminas también deben realizar actividades de acopio y traslado del material para su comercialización, lo que implica en muchas ocasiones continuar realizando grandes esfuerzos y posturas inadecuadas; los trabajadores desarrollan enfermedades osteomusculares las cuales son diagnosticadas y tratadas en la mayor parte de las ocasiones de manera tardía, representando un significativo impacto en la salud y bienestar de los trabajadores que por lo general no se encuentran afiliados al sistema de seguridad social. Implicando no solo tener que afrontar quebrantos de salud, si no viendo afectada su economía y la de las personas que dependen de estos.

La falta de conocimiento de los riesgos osteomusculares a los que se ven expuestos los trabajadores y no contar con procedimientos básicos adecuados para el desarrollo de la actividad son un factor fundamental para el desarrollo de este tipo de enfermedades laborales.

2.1. Pregunta de investigación

¿Se puede formular una herramienta sencilla y practica que permita minimizar la ocurrencia de enfermedades y lesiones osteomuscular a los trabajadores de unidades productivas mineras informales subterráneas?

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Elaborar una cartilla básica para la prevención de lesiones y enfermedades osteomusculares en unidades productivas de pequeña minería subterránea.

3.2. Objetivos específicos

Establecer las principales actividades y procesos en los que se genera afectación osteomuscular a los trabajadores que desarrollan pequeña minería subterránea informal.

Formular acciones y procedimientos básicos para la prevención de lesiones y enfermedades osteomusculares en los trabajadores de las unidades productivas de pequeña minería subterránea informal.

Plasmar de manera comprensible y didáctica los procedimientos básicos para la prevención de enfermedades osteomusculares para los trabajadores de las pequeñas unidades de producción minera.

4. Justificación

La minería representa uno de los principales sectores de desarrollo y dinamismo económico en Colombia, siendo la minería informal un paradigma social, ambiental y cultural que se tiene que abordar desde estos diferentes aspectos, entendiendo que si se desarrolla de manera informal es su mayoría es realizada por comunidades y población vulnerable que tiene su medio de sustento y supervivencia en esta actividad, ejecutada de manera poco tecnificada con ambientes y entornos de trabajo muy riesgosos, realizada en muchas ocasiones de manera inadecuada, por lo que es recurrente la ocurrencia de accidentes y enfermedades laborales en su mayoría de tipo osteomuscular, diagnosticadas y tratadas de manera tardía, ya que en la informalidad los trabajadores no se encuentran afiliados al sistema de seguridad social.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto y lo establecido en el Decreto 1072 de 2015 decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo, que tiene entre sus fundamentos la prevención y promoción de la salud, es fundamental contar con herramientas que lleguen de manera clara, concisa y sencilla a los trabajadores, dándoles la posibilidad de conocer y entender como realizan sus actividades laborales y como esto puede estar afectando su salud y por lo tanto su bienestar y el de las personas que dependen de ellos (Ministerio del Trabajo, 2015).

Por lo que esta cartilla pretende ser una herramienta didáctica básica, que permita la disminución de enfermedades osteomusculares en los trabajadores que laboran en unidades de producción de minera subterránea de manera informal.

4.1. Delimitaciones

Temporal: el proyecto se desarrolló en el periodo comprendido entre octubre de 2021 a marzo de 2022.

Operacional: pequeña minería subterránea informal

4.2. Limitaciones

Disponibilidad de información estadística respecto a lesiones y enfermedades osteomusculares generadas en proyectos de pequeña minería informal.

5. Marcos de referencia

5.1. Estado del arte

Título: Diagnóstico de la información ambiental y social respecto a la actividad minera y la extracción ilícita de minerales en el país

Autor: Mosquera Helcías et al.

Años de Publicación: 2019

Institución: Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES).

Resumen: En este documento se aplica la Sentencia T 445 de agosto de 2016 de la corte constitucional, en la cual se ordena la investigación científica y sociológica respecto a los impactos de la actividad minera en los ecosistemas del territorio colombiano, en rasgos generales se realiza una visión global de la minería y su interacción con el territorio, relaciones sociales, gobernanza y derechos territoriales, políticas públicas, efectos de las actividades mineras sobre la salud humana en Colombia y democracia y participación ciudadana.

Específicamente en el capítulo relacionado con los efectos de las actividades mineras sobre la salud humana en Colombia, se presenta la evidencia científica disponible sobre el impacto de la minería en la salud de la población colombiana, priorizando en los sistemas de minería con mayor producción nacional como oro, carbón y níquel. El abordaje de cada tipo de minería hace énfasis en los impactos generados por exposiciones ocupacionales y ambientales reportados en artículos científicos, tesis, documentos gubernamentales y literatura gris, y es desarrollado por expertos en el área de salud ambiental y minería, se analiza en forma independiente la evidencia sobre los efectos en la salud asociados a la actividad minera legal e ilegal.

Título: Algunos aspectos socioeconómicos, de salud y de riesgo laboral de los mineros del carbón de los municipios de Amagá y Angelópolis

Autor: Estrada Muñoz Jairo, Rendón Ospina Iván Darío, Valero Muñoz Samuel César.

Años de Publicación: 1997. Medellín, Colombia.

Universidad de Antioquia.

Resumen: Explora la relación directa entre las técnicas de extracción del carbón y la salud, el riesgo laboral y el mercado del producto. Las técnicas empleadas asociadas a la legalidad o ilegalidad de la explotación del mineral y al comportamiento, la visión del mundo y la función que desempeña el trabajador. Identifica que un gran porcentaje de las minas activas son ilegales, con mayores factores de riesgo y con deterioradas condiciones de salud. Igualmente, baja rentabilidad, mayor deterioro ecológico, ausencia de organización empresarial, ausencia de asistencia técnica, inexistencia de programas preventivos en salud, baja escolaridad del trabajador y mayor presencia de problemas relacionadas con la drogadicción y el alcoholismo.

Título: Caracterización de pérdidas en seguridad y salud en el trabajo en minas de carbón del municipio de Guachetá

Autor: Gutiérrez López Jessyca Lorena & Primera Padilla Paola Andrea.

Años de Publicación: 2013. Bogotá, Colombia.

Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad. Administración de la Seguridad y Salud Ocupacional.

Resumen: En este documento se realiza la caracterizar las pérdidas en Salud y Seguridad, asociadas a las condiciones de trabajo en minas de Carbón de Guachetá. Describiendo y

clasificando las condiciones de seguridad y salud en el trabajo de la minería de carbón, reconoce los modelos de control de pérdidas, establece la relación entre los modelos de control de pérdidas y las Condiciones de Seguridad y Salud en la minería de carbón del municipio de Guachetá.

Título: Riesgos laborales asociados a la minería informal en el municipio de Novita – Chocó

Autor: Rojas Barbosa Daxy Mayerly & Agualimpia Ibarguen.

Años de Publicación: 2018. Manizales, Colombia.

Universidad de Manizales. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Especialización en Gerencia de la Seguridad y Salud en el Trabajo

Resumen: En este proyecto se presentan los riesgos laborales asociados a la minería informal en el municipio de Novita del departamento de Choco, basándose en la identificación de peligros, evaluación, valoración de riesgos y la determinación de medidas de control acorde a los riesgos, utilizando la metodología GTC 45 del año 2012, con la aplicación y análisis de un instrumento realizado a 57 trabajadores del sector minero informal, que buscó caracterizar la población e incluirla en la percepción de los riesgos a los cuales se encuentran expuestos y cumplir con el decreto 1072 del año 2015. Con la finalidad de que los trabajadores conozcan los riesgos a los que se encuentran expuestos, se decidió realizar y entregar una cartilla donde se expusieran las orientaciones preventivas que promueva en los trabajadores el autocuidado.

Título: La salud laboral en el sector minero la invisibilidad de las enfermedades laborales en el Cerrejón

Autor: Gallo Óscar & Pico Carmen.

Años de Publicación: 2017, Medellín. Colombia

Institución: Escuela Nacional Sindical.

Resumen: La Escuela Nacional Sindical con el apoyo de la Confederación de Sindicatos Alemanes (DGB) realizó una investigación orientada a la identificación de la política de salud ocupacional y riesgos laborales adoptada por las empresas de la minería a gran escala, las nuevas enfermedades

derivadas de los cambios tecnológicos y nuevos procesos de extracción y los impactos en la salud ocupacional y riesgos laborales de los trabajadores(as) ubicados en este tipo de minería.

Consecuente con estos términos de referencia, en el primer capítulo se analizan las transformaciones en el modelo de explotación y las condiciones laborales de los trabajadores del sector minero en Colombia; en el segundo se describe el panorama general de los riesgos en la minería a cielo abierto y la morbilidad sentida de los trabajadores, en el tercero se indaga por la legislación nacional para la minería a gran escala, en el cuarto se propone un ejercicio de priorización de los problemas y se plantean propuestas de solución

Título: Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SG-SST) para la mina el Porvenir, municipio de Móngua, departamento de Boyacá

Autor: Echeverry Rondón Rafael Humberto & Campo Mier Luis Alfonso.

Años de Publicación: 2016, Boyacá. Colombia

Institución: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad Seccional Sogamoso. Escuela de Ingeniería de Minas

Resumen: Este proyecto se basa en prevenir, mitigar, concientizar al personal de MINA EL PORVENIR, sobre los riesgos y peligros que implican las actividades inmersas en la pequeña minería extractiva del carbón térmico por medio de labores subterráneas.

Se realiza un Diagnóstico Organizacional estableciendo como un objetivo a corto plazo la sectorización de la empresa y consolidar un protocolo de seguridad para los trabajadores de la mina el provenir, que permita garantizar la Seguridad y Salud en el Trabajo.

El objetivo general de este trabajo monográfico se fundamenta en el análisis y evaluación de los riesgos actuales y potenciales a los que están expuestos los trabajadores de la mina El Porvenir, perteneciente al distrito minero de Monguí, para la elaboración y planificación de acciones, que permitan minimizar los riesgos y accidentes laborales asociados a situaciones y acciones inseguras, lo que nos ayudara también a mejorar la calidad de vida laboral del personal. conformado por capítulos que van desde una descripción de la parte estructural y organizacional de la empresa, pasando por una identificación de los peligros y evaluación de riesgos y finalizando con la concreción y evaluación del SG-SST.

Título: Algunas experiencias de la aplicación de la ergonomía en el sector minero

Autor: Piedrahíta Hugo.

Años de Publicación: 2014

Institución: Revista Ciencia y Salud.

Resumen: Cerrejón, al igual que la mayoría de las empresas en Colombia, presenta retos complejos en materia de salud y seguridad en el trabajo. En 2012, en Cerrejón, cerca del 75 % de los días perdidos por condiciones de salud fueron enfermedades generales y 9 de cada 10 empleados incapacitados por situaciones de salud lo hicieron por esta misma contingencia.

Alrededor del 45 % de los diagnósticos por situaciones de salud en ese mismo año fueron por condiciones asociadas al sistema músculo-esquelético.

Materiales y métodos: para el control integral de esta problemática, Cerrejón viene implementado un sistema de vigilancia epidemiológica para la prevención de los desórdenes músculo-esqueléticos (dme); este artículo presenta algunas experiencias que desde diferentes dominios de la ergonomía ha implementado Cerrejón en los últimos años.

Discusión: en relación con la morbilidad laboral, Cerrejón sigue un comportamiento similar al del país, en el que el aumento constante tanto del número de casos como de la tasa de morbilidad es la característica común. Siguiendo la tendencia mundial y nacional,

son las patologías músculo-esqueléticas la primera causa de morbilidad laboral en Cerrejón.

Título: Condiciones de trabajo y morbilidad entre mineros del carbón en Guachetá, Cundinamarca: la mirada de los legos

Autor: Jiménez-Forero Claudia P. et al.

Años de Publicación: 2015. Bogotá, Colombia

Institución: Universidad del Rosario, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Programa de Maestría en Salud Ocupacional y Ambiental.

Resumen: En Colombia, la investigación sobre las condiciones de trabajo y salud en la minería carbonífera es escasa y no toma en consideración la percepción de la población expuesta y sus comportamientos frente a los riesgos inherentes por lo que en este artículo se busca determinar la asociación entre las condiciones de trabajo y la morbilidad percibidas por los trabajadores de minas de carbón en Guachetá, Cundinamarca.

Título: La pequeña minería en Colombia: una actividad no tan pequeña

Autor: Güiza Leonardo.

Años de Publicación: 2013. Bogotá, Colombia

Institución: Universidad del Rosario.

Resumen: Este artículo presenta los resultados de un estudio que recabó información de gran parte de las autoridades ambientales y mineras de orden territorial y nacional del país con el objeto de realizar una caracterización cuantitativa y cualitativa de los principales aspectos sociales, económicos, ambientales y de política pública que rodean la pequeña minería en Colombia. Al respecto se encontró que el 72% de las minas del país corresponden a pequeña minería y dentro de este porcentaje, el 66% es ilegal. Respecto a las minas ilegales se logró determinar que el 39% lleva más de 10 años de explotación minera por lo cual pueden ser consideradas como minería tradicional no legalizada. También se destaca el papel de la mujer y de los grupos étnicos en la pequeña minera. Finalmente, se hacen evidentes los fracasos que ha tenido el Gobierno nacional para legalizar y formalizar esta actividad.

Título: Evaluación de Factores de Riesgos asociados a posturas físicas en el uso de Equipos de Perforación, para trabajadores de la empresa ETRAMIN SRL

Autor: Jimenez Alvaro Claudia.

Años de Publicación: 2019. Arequipa Perú.

Universidad Tecnológica del Perú, Facultad de Ingeniería Carrera de Ingeniería de Seguridad Industrial y Minera. Ingeniería de Seguridad Industrial y Minería.

Resumen: Es una evaluación enfocada en el análisis minucioso de las posiciones observadas del personal operativo del área de perforación de la empresa ETRAMIN SRL, que mantiene operaciones dentro de la compañía minera BATEAS.

Evalúa los factores que están enlazados a la actividad de perforación con equipo Jack Leg neumático, luego se analizan los métodos ergonómicos existentes (REBA, RULA, OWAS) con la finalidad de estimar el nivel de riesgo específico del cuerpo (cuello, brazos y hombros, antebrazos, manos y muñecas, tronco, piernas y rodillas). Proporcionando resultados del impacto generado por el desarrollo de estas actividades, formulando recomendaciones y exponiendo conclusiones.

Título: Riesgos Laborales de los trabajadores de la minería informal en el centro el poblado la Rinconada.

Autor: Castillo Apaza Ever & Arce Santos Yuber.

Años de Publicación: 2018. Puno Perú.

Universidad Nacional Del Altiplano, Facultad De Ciencias Sociales. Escuela Profesional De Sociología

Resumen: Es una investigación que busco establecer las causas y consecuencias del riesgo laboral de los trabajadores dedicados a la minería informal en el Centro Poblado de La Rinconada durante el año del 2016.

Caracterizo las actividades de los trabajadores de la minería informal y es de carácter explicativo; determino las causas y consecuencias de estos riesgos laborales, la población como universo de análisis ha constituido 1.850 trabajadores informales, mientras que su muestra fue

constituida por 187 trabajadores mineros, fue este realizado bajo el sistema probabilístico aleatorio simple por conveniencia.

Título: Intervención del riesgo mecánico por caída de roca en minería subterránea de oro en la empresa Quintana S.A.S De Remedios Antioquia.

Autor: Sierra Guisao Mario et al.

Años de Publicación: 2020. Bogotá Colombia.

Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano Facultad De Sociedad, Cultura Y Creatividad Escuela De Psicología, Talento Humano Y Sociedad Profesional En Gestión De La Seguridad Y Salud Laboral.

Resumen: La investigación tuvo fin a identificar los factores personales y del trabajo que influyen en los accidentes laborales de riesgo biomecánico con el propósito de realizar una intervención administrativa y operativa de este generador de accidentes, proporcionado por el desprendimiento de roca al interior de la mina de oro Quintana SAS en Remedios Antioquia, implicando al personal de la empresa y a los contratistas.

Título: Riesgos laborales en minería a gran escala en etapas de prospección - exploración de metales y minerales en la región sur este del ecuador y propuesta del modelo de gestión de seguridad y salud ocupacional para empresas mineras en la provincia de Zamora Chinchipe

Autor: Reinoso Luis & Falla Velásquez Nicolás Ricardo.

Años de Publicación: 2012. Quito Ecuador.

Universidad Central del Ecuador, Facultad De Filosofía, Letras Y Ciencias De La Educación.

Resumen: Elaboro un análisis apoyado en la investigación científica desde la seguridad y salud en el trabajo y mediante los resultados observo la factibilidad de la actividad minera, tendiendo a la disminución de los accidentes e incidentes de trabajo, proporcionando así un ambiente laboral idóneo para los trabajadores, generando bienestar y mejorando su calidad de vida.

El objetivo de la investigación está encaminado a plantear el Modelo del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional para empresas mineras, sustentado por el ciclo PHVA (mejora continua) propiciando la metodología para la identificación de los factores de riesgos.

Título: Diagnóstico de la accidentalidad en la pequeña y mediana minería subterránea de la provincia del Sugamuxi.

Autor: Ramírez Rosas Carlos Humberto & González Sierra Miguel Alfonso.

Años de Publicación: 2016. Boyacá Colombia.

Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia. Escuela De Ingeniería De Minas.

Resumen: En este trabajo se realizó un diagnóstico integral a la pequeña y mediana minería de la provincia del Sugamuxi obedeciendo a los altos índices de accidentalidad en el departamento de Boyacá, puntualmente en la minería subterránea; las cifras identificadas aumentan la preocupación en el departamento por el alto índice de accidentalidad y afectación a la salud en los trabajadores que desempeñan sus labores en este sector.

Título: Condiciones De Seguridad Y Salud En El Trabajo, Una Revisión Teórica Desde La Minería Colombiana.

Autor: González Oscar Ulises et al.

Año de Publicación: 2019. Zulia Venezuela.

Institución: Revista Venezolana de Gerencia. Universidad del Zulia

Resumen: Este documento realiza un recuento epistemológico de la teoría relacionada con la seguridad y las condiciones de seguridad en la minería colombiana, resaltando la importancia de la investigación básica. Es de mencionar que la actividad minería aporta en grandes proporciones a la economía de las regiones, pero a su vez es sobresale por la cantidad de accidentes y enfermedades labores que esta actividad genera en los trabajadores, por lo cual, se describen todas aquellas acciones posibles y existentes que han venido acogiendo los gobiernos, las empresas y los mineros frente a esta delicada situación.

5.2. Marco teórico

En el presente marco teórico se abordará la temática relacionada a la ergonomía y minería las cuales son la base para la formulación del presente documento.

5.2.1. Ergonomía

En la actualidad las industrias se empeñan por mejorar el bienestar del hombre, ya que está directamente relacionada con la productividad en las organizaciones. Por tal motivo que la ergonomía en agrupación con la seguridad e higiene, tienen como fin estudiar aquellas necesidades generadas por el trabajador, de igual modo registrar las exigencias presentadas por la máquina, lograr el bienestar del trabajador, adecuar equipos y herramientas, entre otros.

Las principales condiciones que proporcionan un desmejoramiento en la salud de las personas son a causa de los factores ambientales que se presentan en el trabajo y que origina las enfermedades laborales, como son, traumatismo acumulado por actividades repetitivas y

constantes, lesiones osteomusculares, dolor muscular a causa de posturas forzadas, la no realización de pausas activas, movimientos repetitivos, etc. Lo que genera dolor, afectación en articulaciones, disminución de tacto, entre otros síntomas.

Concepto de ergonomía

El termino procede del griego ergon que denota trabajo y nomos que representa ley o norma y en su conjunto la norma del trabajo. Que se enfoca enteramente en el hombre o conjunto de personas, en su ámbito de actuación entrelazado con el manejo de equipos y maquinas, en conjunto con un ambiente laboral característico, y que tiene como fin la optimización de sistemas (hombre-maquina-entorno), utilizando métodos de estudio del individuo, de la técnica y de la organización del trabajo. El objetivo principal, es la actividad concreta del hombre aplicado al trabajo requiriendo medios técnicos; su propósito de investigación es el sistema hombre-máquina-entorno. La importancia de la ergonomía se halla en su nivel de síntesis de los aspectos humanos y técnicos (ICONTEC, 2001)

Ello presupone una actuación en dos direcciones:

Análisis de las exigencias presentadas por el hombre a las máquinas y su funcionamiento.

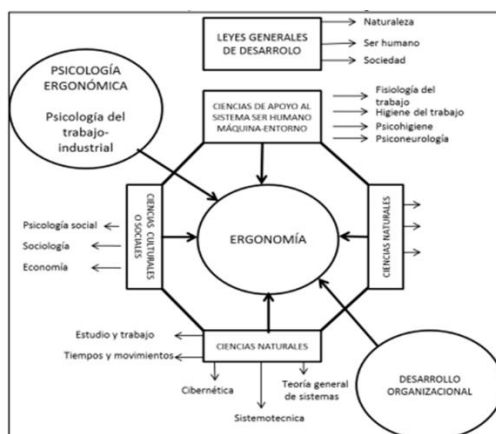
Análisis de las exigencias presentadas por la máquina (o técnica) al hombre y a las condiciones de su actuación.

Las dos direcciones posteriores y las soluciones óptimas se presentan en gran parte en su empalme, lo que da lugar a sintetizar las recomendaciones de la antropología, la sociología, la psicología y la seguridad, que proporciona una toma de decisiones y acciones específicas.

La productividad es el resultado de la mezcla racional de los elementos, medios y procedimientos que interactúan en un ambiente de trabajo, que con acciones idóneas proporcionan mejoras en calidad, ayudan al ambiente laboral, generan mayor rentabilidad, motivación en el personal, menor costo y crecimiento organizacional, Ramirez (2004).

El estudio de la Ergonomía es fundamentado en otras disciplinas como la higiene industrial, seguridad y salud en el trabajo.

Figura 1. *Disciplinas involucradas en la ergonomía*



Fuente: (Ramírez, 1991)

Metodología de la ergonomía

La ergonomía se ilustra como la investigación teórica y práctica dada a la creación de puestos de trabajo y las cualidades funcionales de los productos y servicios

El avance tecnológico proporciona la proyección de herramientas, equipo, servicios y máquinas que contribuyen al desarrollo de las actividades de forma rápida, sin desconocer los límites en la capacidad de respuesta humana; que no tiene comparación en ámbito de esfuerzo entre la máquina y el trabajador.

El ergónomo reúne los métodos de investigación en ciencias humanas y biológicas, al igual que adopta y elabora nuevos métodos que, particularmente modifica en pequeña proporción a metodologías conocidas, que ayudan la recolección de variables significativas de los problemas que se plantean en el caso de su intervención (Mondelo et al., 2013). Se pueden destacar las siguientes:

1. Informes subjetivos de las personas, ya que el grado de bienestar de una situación no solo depende de las variables externas, sino de la consideración que de éstas haga el usuario.
2. Observación y mediciones: esta técnica permite recoger datos cargados de contenido. Una variación en la metodología de observación, como puede ser la observación conjugada de varias personas con diferencias en formación, sexo, edad, cultura, pericia, experiencia, entre otros; lo cual acostumbra a enriquecer enormemente los resultados.
3. Simulación y modelos: debido a la complejidad de los sistemas, o a la innovación, en ciertos momentos debemos recurrir a la modelación o simplemente a la simulación de las posibles respuestas del sistema.
4. Método de incidentes críticos: mediante el análisis de estos incidentes, podemos encontrar las situaciones caracterizadas como fuentes de error, y ahondar en el análisis explicativo de éstas.

La intervención ergonómica

Existen dos formas de entender el significado y la aplicación ergonómica: para unos la ergonomía es la que proporciona, leyes, normas, manuales o catálogos que indiquen lo que se debe der hacer.

Al igual que también dice del utilizar herramientas ideales, equipos y en otros casos servicios. Con todo esto la ergonomía no requiere un ergónomo, viendo que el profesional es alejado por la información dada, y esta se pasa en manos de otro profesional con criterio y sin importar su profesión.

Por último, se tiene otra forma de comprender la ergonomía y es contraria a la anterior, ya que esta si requiere la participación del profesional ergónomo en el inicio del proyecto, así como en el sitio de trabajo, ya que analiza la actividad, comprende la forma de trabajar, reconoce las variaciones no reseñadas en los procedimientos de trabajo y a su vez analiza todo lo requerido para la planeación de estrategias eficaces a la hora de dar forma y estructurar el proyecto.

Identificando estas diferencias de entender la intervención de la ergonomía, hay que resaltar que la segunda forma de actuación descrita anteriormente es la que se considera más adecuada y eficaz para el ergónomo y para la incorporación de un proyecto ergonómico.

Etapas de la intervención de ergonomía

Se puede minimizar la intervención ergonómica a una serie de etapas presentes en cualquier proyecto (Móndelo et al., 2013):

1. Análisis de la situación: ésta se realiza cuando aparece algún tipo de conflicto.
2. Diagnóstico propuestas: una vez detectado el problema el siguiente paso reside en diferenciar lo latente de lo manifiesto, destacando las variables relevantes en función de su importancia para el caso.
3. Experimentación: simulación o modelaje de las posibles soluciones.
 - a. Aplicación: de las propuestas ergonómicas que se consideran pertinentes al caso.

4. Validación de los resultados: grado de efectividad, valoración económica de la intervención y análisis de la fiabilidad.
5. Seguimiento: por último, cabe retroalimentar y comprobar el grado de desviación para ajustar las diferencias obtenidas a los valores pretendidos mediante un programa.

El objetivo se busca en ergonomía es el de promover “la calidad de vida” del usuario, al momento de estar frente a una máquina herramienta como en cualquier otro escenario, y se tiene en común en los casos mencionados el lograrla reducción de los riesgos de error, y con el aumento del bienestar de las personas. (Móndelo et al., 2013).

Si se facilita la adaptación del trabajador a los nuevos requerimientos de la ergonomía, esto proporcionara a incremento de la eficiencia del sistema. La intervención de la ergonomía no solo identifica los riesgos, sino que brinda soluciones efectivas para el trabajador y sobre todo la viabilidad del proyecto en términos financieros.

Se debe tener claridad que el trabajador no es un objeto, ni que su importancia se base en producir, por el contrario, su compromiso con el trabajo es el mismo que con la salud. El ergónomo deberá realizará la planeación de las actividades, con el fin de evitar la presencia de daño y se trabaje en función a las características del trabajador.

Clasificación de la ergonomía

A la fecha existen varias clasificaciones que se enfocan en la ergonomía para el desarrollo de los sistemas de gestión en prevención laboral en la empresa, como la que la Asociación Española de Ergonomía (AEE) establece y que se presenta en la figura 2.

Figura 2. *Áreas especializadas dentro del ámbito de la ergonomía*

ERGONOMIA	Ámbitos especializados
BIOMETRICA	Antropometría y dimensionado Carga física y confort postural Biomecánica y operatividad
AMBIENTAL	Condiciones ambientales Carga visual y alumbrado Ambiente sónico y vibraciones
COGNITIVA	Psico percepción y carga mental Interfaces de comunicación Biorritmos y crono ergonomía
PREVENTIVA	Seguridad en el trabajo Salud y confort laboral Esfuerzo y fatiga muscular
CONCEPCION	Diseño ergonómico de productos Diseño ergonómico de sistemas Diseño ergonómico de entornos
ESPECIFICA	Minusvalía y discapacitación Infantil y escolar Microentornos autónomos
CORRECTIVA	Evaluación y consultoría ergonómica Análisis e investigación ergonómica Enseñanzas y formación ergonómica

Fuente: (Farrer et al., 1997)

Ergonomía y su relación interdisciplinaria

(Ramírez, 1991) señala que la ergonomía es una disciplina que otorga el bienestar del hombre en sus actividades laborales, sin importar si se interactúa con las máquinas o en su entorno; buscando ultimar la actividad laboral, recurre a los conceptos y aportes de otras ciencias, tales como las ciencias sociales, las ciencias naturales y las ciencias técnicas. Esta ciencia integra la actividad científica y la actividad experimental práctica, lo que permite hacer mención de: ciencias básicas de apoyo a la ergonomía, ciencias incorporadas a las investigaciones ergonómicas, la ergonomía como actividad científico-práctica.

(López Virginia Guadalupe et al., 2012) menciona la clasificación de las ciencias en acuerdo con Mario Bunge, en: formales, como la lógica y la matemática, cuyo método es la

deducción, factuales, como las ciencias naturales y culturales, cuyo método es la observación y la experimentación, y en segundo término la deducción.

Por otro lado, M.B Kedrov valora la clasificación de la ciencia basado en las interrelaciones entre tres grandes sectores del saber científico: las ciencias naturales, las ciencias sociales y la filosofía. La presentación gráfica de la teoría e Kedrov muestra dicha clasificación. Se puede pretender que la ergonomía se asiste de las ciencias formales y factuales de la clasificación de Bunge, y en las leyes de desarrollo y ciencias naturales de M.B. Kedrov. Así pues, de las cuales echa mano para su conformación definitiva. ((López Virginia Guadalupe et al., 2012).

5.2.2. Minería

Ciencia, técnicas y actividades que tienen que ver con el descubrimiento y la explotación de yacimientos minerales. Estrictamente hablando, el término se relaciona con los trabajos subterráneos encaminados al arranque y al tratamiento de una mena o la roca asociada.

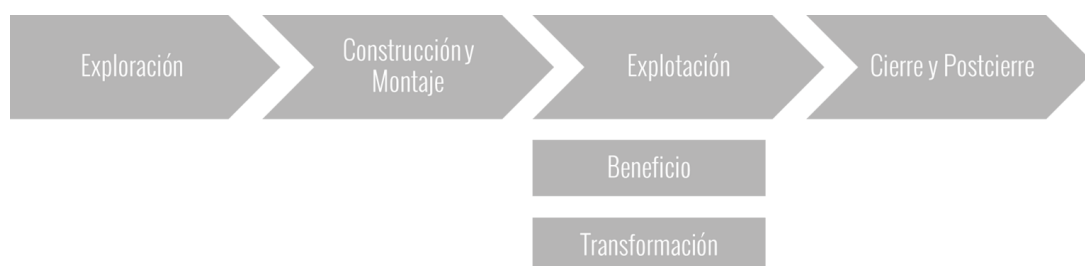
En la práctica, el término incluye las operaciones a cielo abierto, canteras, dragado aluvial y operaciones combinadas que incluyen el tratamiento y la transformación bajo tierra o en superficie. La minería es una de las actividades más antiguas de la humanidad, consiste en la obtención selectiva de minerales y otros materiales a partir de la corteza terrestre.

Casi desde el principio de la edad de piedra, hace 2,5 millones de años o más, viene siendo la principal fuente de materiales para la fabricación de herramientas. Se puede decir que la minería surgió cuando los predecesores del homosapiens empezaron a recuperar determinados tipos de rocas para tallarlas y fabricar herramientas. Al principio, implicaba simplemente la

actividad, muy rudimentaria, de desenterrar el sílex u otras rocas. A medida que se vaciaban los yacimientos de la superficie, las excavaciones se hacían más profundas, hasta que empezó la minería subterránea. La minería de superficie se remonta a épocas mucho más antiguas que la agricultura. (Ministerio de Minas y Energía, 2015)

Ciclo de vida proyecto minero

Figura 3. *Ciclo de vida proyecto minero*



Fuente: Elaboración propia

Exploración: Búsqueda de depósitos minerales mediante labores realizadas para proporcionar o establecer presencia, cantidad y calidad de un depósito mineral en un área específica. La exploración regional es la etapa primaria de un proyecto de exploración encaminada a la delimitación inicial de un depósito mineral identificado en la etapa de prospección, con evaluación preliminar de la cantidad y la calidad.

Su objetivo es establecer las principales características geológicas del depósito y proporcionar una indicación razonable de su continuidad y una primera evaluación de sus dimensiones, su configuración, su estructura y su contenido; el grado de exactitud deberá ser suficiente para decidir si se justifican posteriores estudios de prefactibilidad minera y una exploración detallada. La exploración detallada comprende el conjunto de actividades geológicas destinadas a conocer tamaño, forma, posición, características mineralógicas, cantidad y calidad

de los recursos o las reservas de un depósito mineral. La exploración incluye métodos geológicos, geofísicos y geoquímicos. (Ministerio de Minas y Energía, 2015)

Construcción y montaje: Consiste en la preparación de los frentes mineros y en la instalación de obras, servicios, equipos y maquinaria fija, necesarios para iniciar y adelantar la extracción o la captación de los minerales, su acopio, su transporte interno y su beneficio. (Ministerio de Minas y Energía, 2015).

Explotación: 1. Proceso de extracción y procesamiento de los minerales, así como la actividad orientada a la preparación y el desarrollo de las áreas que abarca el depósito mineral. 2. Es la aplicación de un conjunto de técnicas y normas geológico mineras y ambientales, para extraer un mineral o depósito de carácter económico, para su transformación y comercialización. 3. El Código de Minas (Artículo 95 de la Ley 685 de 2001) define la explotación como "el conjunto de operaciones que tienen por objeto la extracción o captación de los minerales yacentes en el suelo o subsuelo del área de la concesión, su acopio, su beneficio y el cierre y abandono de los montajes y de la infraestructura". 3. Etapa de la fase de Producción del Ciclo Minero. Durante esta etapa se recuperan las inversiones realizadas, se extraen y procesan los materiales de interés económico, se readecuan los terrenos intervenidos y se conduce la mina, lenta y progresivamente, apoyada por un riguroso plan de mitigación ambiental, hacia su fin. Así como algunas actividades de prospección se pueden traslapar con la exploración y de hecho en muchos casos es muy difícil distinguirlas; durante la etapa de desarrollo se realizan algunas tareas de explotación y durante la explotación se ejecutan operaciones de desarrollo, esto principalmente por razones técnicas y económicas, ya que sería imposible pretender desarrollar una mina de una sola vez, sin ejecutar actividades que permitan su mantenimiento y explotación. Durante esta etapa se ejecutan una serie de actividades y ciclos que permiten que la mina

permanezca en operación y producción. Estas son denominadas operaciones unitarias y se clasifican entre las ejecutadas para desprender el mineral - arranque-; para cargarlo -cargue-; y para transportarlo hasta la planta o sitio de mercado - transporte-. estas operaciones se apoyan en las denominadas operaciones auxiliares. (Ministerio de Minas y Energía, 2015).

Cierre: 1. Terminación de actividades mineras o desmantelamiento del proyecto originado en renuncia total, caducidad o extinción de los derechos del titular minero. Es la última etapa del desarrollo de una mina y se presenta cuando los márgenes de rentabilidad no son los adecuados por los bajos tenores o agotamiento de las reservas que no la hacen competitiva con otras minas. 2. Acto de cerrar cualquier labor minera, generalmente subterránea, cuando finalizan las labores extractivas, con el fin de evitar riesgos de accidentes y facilitar la recuperación de los terrenos. (Ministerio de Minas y Energía, 2015).

Minería informal

La Minería informal se define como aquella que opera sin título legal, y se realiza por lo general en condiciones precarias en materia ambiental, técnica, de salud y seguridad, condiciones de empleo y de comercialización de mineral, está constituida por las unidades de explotación pequeñas y medianas de propiedad individual y sin ningún tipo de registros contables (Echavarría 2014).

Minería ilegal es la minería desarrollada sin estar inscrita en el Registro Minero Nacional y, por lo tanto, sin título minero. Es la minería desarrollada de manera artesanal e informal, al margen de la ley. También incluye trabajos y obras de exploración sin título minero. Incluye minería amparada por un título minero, pero donde la extracción, o parte de ella, se realiza por fuera del área otorgada en la licencia. (Ministerio de Minas y Energía, 2015).

La pequeña minería en Colombia

La minería en Colombia aún es muy incipiente y se lleva a cabo principalmente en pequeña escala. De acuerdo con el censo minero 2011, del total de minas existentes en el país (14.357), 10.384 minas son pequeñas, 3.749 son medianas y 208 son grandes.

Gran parte de esta pequeña minería no cuenta con el correspondiente título minero. Actualmente hay 6.813 pequeñas minas ilegales es decir el 66% de la actividad. Los departamentos que tienen mayores porcentajes de ilegalidad minera en pequeña escala son Chocó (100%), La Guajira (100%), Magdalena (100%), Córdoba (95%), Bolívar (92%), Atlántico (91%), Risaralda (91%), Cauca (90%) y Antioquia (85%). Como se puede apreciar, en estos departamentos son pocos los esfuerzos que se han hecho por legalizar la pequeña minería.

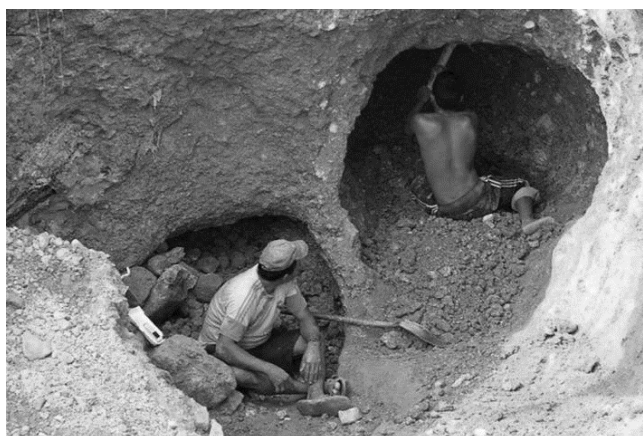
En cuanto al tiempo de inicio de labores mineras, 3.147 minas tienen menos de 5 años de explotación, 990 tienen entre 5 y 10 años de explotación y 2.676 tienen más de 10 años de explotación. En conclusión, el 39% de las pequeñas minas ilegales del país llevan más de 10 años explotación minera por lo cual pueden ser consideradas como minería tradicional que no ha sido formalizada. Esto deja entrever que uno de los derechos que más ha sido vulnerado a los pequeños mineros ha sido el derecho a la propiedad ya que en la mayoría de los casos no se les ha reconocido un título sobre los recursos minerales que por más de una década han explotado.

El mayor porcentaje de ilegalidad en la actividad minera de pequeña escala lo tiene el oro (86%), seguido de los materiales de construcción (61%). Por su parte el carbón tiene una ilegalidad del 42% y las piedras preciosas del 16%. (Güiza Leonardo, 2013)

Condiciones de trabajo de la pequeña minería en Colombia

La minería en pequeña escala normalmente se lleva a cabo para la subsistencia y opera con la utilización intensiva de mano de obra y en algunos casos, con máquinas y herramientas simples, portátiles y rudimentarias. Esta característica la convierte en una importante fuente de generación de empleo y de beneficios colaterales productivos principalmente en las zonas rurales más apartadas y con mayores índices de necesidades básicas insatisfechas (Güiza Leonardo, 2013).

Fotografía 1. *Trabajos mineros informales*



Fuente: (Vanguardia liberal, 2016)

De 141.887 empleos que genera la minería en Colombia, las minas sin título minero emplean 74.906 personas, lo que indica que el 53% del empleo que provee la minería en Colombia tiene su fuente en la minería ilegal. Cabe señalar que la pequeña minería ilegal provee 28.992 empleos lo que equivale a decir que el 20% de los mineros del país son pequeños mineros ilegales.

En la pequeña minería ilegal en promedio trabajan 3 personas en cada unidad de explotación minera y devengan 1,2 salarios mínimos legales mensuales vigentes.

En cuanto a la cobertura de seguridad social en salud, el 76% de los trabajadores de las minas en pequeña escala sin título minero se encuentran afiliados al régimen subsidiado de salud, lo que en la práctica indica que no se están reportando como empleados de las minas y por lo

tanto el Estado los subsidia por su condición de desempleados. De igual forma, cabe destacar que en el 15% de las minas ilegales, los trabajadores no se encuentran afiliados a ningún sistema de salud. Así mismo, sólo en el 7% de las minas en pequeña escala ilegales tienen afiliados a sus trabajadores al sistema de seguridad social en pensión y riesgos profesionales.

Esta escala de minería suele ser llevada a cabo con medidas de seguridad deficientes.

De acuerdo con la información suministrada por las alcaldías municipales de mayor tradición minera del país, en el 25% de estos municipios se reportó que la minería sin título minero no cumple con ningún tipo de norma de seguridad industrial. En el 60% de los casos, las condiciones son apenas aceptables y en el 15% restante son buenas (Sousa, R, 2011).

El ministerio de Minas y Energía de Colombia plantea que la alta accidentalidad en la industria minera ha generado un importante número de trabajadores fallecidos y de lesionados, por lo que se debe buscar disminuir las emergencias mineras y su severidad, para salvaguardar la vida e integridad de los mineros. Además, la falta de información sobre el número de mineros, la ausencia de sistemas de vigilancia en salud ocupacional minero, la intensa actividad minera no legalizada, y la ausencia de información de INGEOMINAS sobre la accidentalidad entre 2007 a 2011, muestran la importancia de tener un sistema de información público y de especial interés para el sector minero. Por lo tanto, debe existir articulación y cruce de información entre las diferentes estructuras del Estado como el Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de la Protección Social y ARL POSITIVA, entre otras (Ministerio de Minas y Energía, 2011).

Además, dentro de las actividades de alto riesgo para la salud del trabajador, están en primer lugar los trabajos en minería en socavones o en subterráneos. Los trabajadores de minas de carbón tienen mayor riesgo de accidentes y enfermedades laborales lo que afecta su expectativa y calidad vida. Dentro de los riesgos que presentan los trabajadores mineros están:

los físicos (vibración, traumas, ruido, calor, humedad, etc.), los químicos (asbesto, sílice, polvo de carbón, etc.), los biológicos, ergonómicos y sicosociales. Los trabajadores pueden presentar patologías pulmonares como la EPOC (9) (10); también lesiones tipo trauma, fracturas, heridas y muerte. Esto, asociado al tiempo de exposición ocupacional y a las fallas en la implementación de un sistema de seguridad en el trabajo. (Universidad del Rosario, 2017).

5.3. Marco legal

A continuación, se presenta el sustento normativo asociado a esta investigación abordando la temática relacionada a Seguridad y Salud en el Trabajo y minería en Colombia.

En el marco legal nacional de referencia se encuentra normatividad de diferentes niveles correspondientes a Leyes, Decretos y Resoluciones.

Constitución política de 1991. Constitución política de Colombia

Ley 9 de 1979 Ley marco de la Salud Ocupacional en Colombia.

Ley 99 de 1993 Por la cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones. organiza la administración pública ambiental a través de la creación del Ministerio de Medio Ambiente, el SENA y otros entes.

Ley 100 de 1993 Por la cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones.

Ley 685 de 2001 por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones

Decreto 614 de 1984 Crea las bases para la organización y administración de la Salud Ocupacional.

Decreto 2222 de 1993 Reglamento de Higiene y Seguridad en las Labores Mineras a Cielo Abierto.

Decreto 1295 de 1994 Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales.

Decreto 1477 de 2014 Por el cual se expide la Tabla de Enfermedades Profesionales.

Decreto 1886 de 2015. Reglamento de Higiene y Seguridad en las Labores Mineras subterráneas

Decreto 1073 de 2015. Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía

Decreto 1072 de 2015 Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo.

Decreto 0276 de 2015. Adopta medidas relacionadas con el Registro Único de Comercializadores (RUCOM).

Decreto 1886 de 2015 Reglamento de Higiene y Seguridad en las Labores Mineras subterráneas.

Decreto 1666 de 2016. Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, relacionado con la clasificación minera.

Resolución 2400 de 1979 Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo

Resolución 1016 de 1989 Determina la obligatoriedad legal y ejecución permanente de los programas, reglamenta la organización funcionamiento y forma de los Programas de Salud Ocupacional que deben desarrollar los patronos.

Resolución 6398 de 1991 Por la cual se establece procedimientos en materia de salud ocupacional.

Resolución 2646 de 2008 Por la cual se establecen disposiciones y se definen responsabilidades para la identificación, evaluación, prevención, intervención y monitoreo permanente de la exposición a factores de riesgo psicosocial en el trabajo y para la determinación del origen de las patologías causadas por el estrés ocupacional.

Resolución 40391 de 2016. por la cual se adopta la Política Minera Nacional.

Resolución 0312 de 2019 Por la cual se definen los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST.

NTC 1461 Higiene y seguridad. Colores y señales de seguridad

NTC 3955 Ergonomía. Definiciones y Conceptos Ergonómicos.

6. Marco metodológico de la investigación

6.1. Tipo de paradigma

En el contexto global se realizó un paradigma positivista enfocándose en el estudio de desórdenes musculo esqueléticos generados por el oficio de la extracción minera informal. Teniendo en cuenta que se pueden usar técnicas cuantitativas para el análisis de datos y los cuales podrían contribuir al desarrollo y cumplimiento de lo planteado en la pregunta de investigación de una manera más objetiva. Aportando así una perspectiva global en relación a los aspectos analizados en la problemática expuesta anteriormente.

6.2. Método de investigación

Por lo anterior se empleó el método deductivo de una problemática actual, ya que se buscó en la observación de causas y naturaleza, efectos nocivos que se puedan encontrar en las repetitividad de las labores propias.

6.3. Tipo de investigación

La investigación se realizó aplicando un enfoque cuantitativo, donde se recolecto y analizo los datos que involucraron observación y descripción del comportamiento de los mineros sin influir en su actividad de ninguna forma y así mismo efectuó predicciones, comprobó relaciones y se generó resultados generales.(Hernández, Fernández, & Baptista, 2006), a partir de la observación directa y procesamiento de los datos recolectados en diferentes momentos mediante la observación a veintiocho trabajadores de unidades productoras de minería informal subterránea.

6.4. Fases

6.4.1. Fase 1 recopilación de información, identificación de actividades desarrolladas en las unidades de producción minera

Con el fin de realizar la recopilación, análisis y evaluación de información primaria los dos integrantes del proyecto de grado realizaron dos visitas de campo a unidades de producción minera de pequeña minería subterránea informal, ubicadas en el departamento de Boyacá, municipio de Nobsa los días 7 y 14 de enero del 2022 en un horario entre las 8 am a las 4:30 pm.

Para el desarrollo de esta fase se contactó por medio telefónico al propietario de una unidad de producción minera, al que se le explicó el objetivo de las visitas propuestas y solicito apoyo para realizar la observación de las actividades rutinarias desarrolladas por el personal minero en varias minas del sector, recibiendo respuesta afirmativa bajo el compromiso de garantizar la confidencialidad de la información, dado el carácter informal de la actividad que se desarrolla.

Para identificar las actividades rutinarias, actos y condiciones inseguras relacionadas a la aparición de lesiones o enfermedades osteomusculares se aplicó la observación directa y dos herramientas de captura de información, la primera correspondiente a la observación directa utilizando la tarjeta del observador aplicada a cada una de las cinco unidades de producción minera visitadas y la segunda al desarrollo de entrevistas con el personal minero.

6.4.2. Fase 2 análisis de información e identificación de principales lesiones y enfermedades osteomusculares generadas en las unidades de producción minera

Para la identificación de las principales lesiones y enfermedades osteomusculares generadas en las unidades de producción minera se consultó inicialmente bibliografía nacional e

internacional relacionada al tema ergonómico y minero con el fin de facilitar la comprensión en campo de las posibles lesiones o enfermedades laborales de carácter osteomuscular que se pudiesen generar por las condiciones, acciones y actos inseguros observados.

A partir de la información recopilada en las visitas de campo teniendo como soporte los resultados de las dos herramientas aplicadas, se realizó un análisis de los datos obtenidos para definir cuáles son las condiciones, comportamientos, lesiones y enfermedades osteomusculares más representativas y recurrentes evidenciadas en las cinco unidades de producción minera.

Respecto a las tarjetas de observación se realizó una ponderación estadística de las cinco tarjetas elaboradas, estableciendo para cada comportamiento formulado una valoración general, con lo que fue posible establecer los comportamientos y condiciones con mayor potencial de generar lesiones osteomusculares en los trabajadores de las unidades de producción minera visitadas.

Las respuestas proporcionadas por el personal minero en las conversaciones informales fueron abordadas teniendo como punto de partido la interrelación entre las respuestas que permitieron establecer prácticas, acciones y síntomas similares que fuesen indicativos para abordar y presentar en la cartilla básica para la prevención de lesiones y enfermedades osteomusculares en unidades productivas de pequeña minería subterránea informal.

6.4.3. Fase 3 construcción de la cartilla básica para la prevención de lesiones y enfermedades osteomusculares en unidades productivas de pequeña minería subterránea

A partir de la información recolectada, evaluada y analizada en la fase 1 y fase 2 se procedió a realizar la construcción de la cartilla básica para la prevención de lesiones y

enfermedades osteomusculares en unidades productivas de pequeña minería subterránea informal, utilizando el programa PowerPoint del paquete office de Microsoft, imágenes e iconos alusivos al tema tomadas de portales gratuitos disponibles en la web todo, con el fin de generar un instrumento didáctico básico para el personal que labora en estas minas y que pudiese tener afectación osteomuscular por el desarrollo de sus actividades al no considerar medidas de prevención y autocuidado que minimicen la incidencia e impacto de estas afectaciones.

6.5. Fuentes de información

6.5.1. Fuentes primarias

Unidades de producción minera subterráneas informales

6.5.2. Fuentes secundarias

Las principales fuentes secundarias para la obtención de la información fueron los artículos académicos en diferentes páginas web, la normatividad colombiana legal vigente y repositorio de la universidad ECCI y de distintos centros de educación a nivel nacional e internacional con la finalidad de recopilar y establecer fuentes confiables de información e investigación.

6.6. Población

Cinco empresas mineras (Unidades de producción minera) informales de pequeña minería subterránea, no legalizadas.

6.7. Muestra

Diecisiete mineros que desarrollan actividades en cinco empresas mineras (Unidades de producción minera) informales de pequeña minería subterránea, no legalizadas, correspondiente al 82, 14 % de la población, que indican haber presentado lesiones o enfermedades osteomusculares derivadas de su actividad.

6.8. Criterios de inclusión

Empresas mineras (Unidades de producción minera) informales de pequeña minería subterránea.

6.9. Criterios de exclusión

Empresas mineras de pequeña, mediana y gran escala, que desarrollen su actividad de manera formal.

Empresas mineras (Unidades de producción minera) informales de pequeña minería a cielo abierto.

6.10. Instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de información se utilizaron dos herramientas correspondientes a observación directa utilizando la tarjeta del observador y realización de entrevistas con el personal minero de las unidades de producción minera visitadas.

Observación directa: se utilizó la tarjeta del observador con la cual se buscó identificar el estado del lugar de trabajo, las acciones y comportamientos rutinarios desarrollados por el personal minero sin tener ningún tipo de injerencia en su actividad, en la Imagen 2. Se muestra la tarjeta del observador, herramienta con la que se evaluaron comportamientos y condiciones

que pudiesen generar afectación negativa a nivel osteomuscular en el personal minero. La cual cuenta con 5 momentos adherencia que el observador documento con el fin de plasmar en dichos escenarios o momentos de la tarea el comportamiento de los actores principales en las unidades de producción minera (UPM); habiendo recopilado dicha información en las tarjetas de las 5 UPM se realizó una compilación de los diferentes comportamientos/condición para generar estadísticas que fueron analizadas. Se evaluaron ítems e identificaron dos escenarios, la prevalencia de buenas prácticas y por el contrario factores inadecuados generadores de lesiones osteomusculares.

Figura 4. *Tarjeta del observador*

TARJETA DEL OBSERVADOR - UPM					
Nombre Observador:					
Mineral Explotado	ID	Área	fecha		
Comportamiento / Condición	Adherencia medida				
	1	2	3	4	5
Hora					
Conoce como debe realizar la manipulación de cargas (bultos con mineral aprovechable y esteril, taladros neumaticos, picas, etc.)					
Conoce como hacer uso de ayudas mecánicas (plumas, diferenciales, carretillas, coches mineros, malacates,).					
Tiene movimientos repetitivos de los hombros, codos, muñecas y dedos					
Tiene marchas prolongadas (más de una hora continua)					
Tiene posturas mantenidas con el tronco flexionado					
Tiene posturas mantenidas de rodillas					
Tiene posturas mantenidas de cuclillas					
Tiene posturas mantenidas con el cuello en extensión					
Tiene posturas con los brazos elevados					
Tiene pausas durante la jornada laboral para hidratación, alimentación o para estiramientos musculares para evitar la fatiga					
La altura de la bocamina y tuneles permite una posición erguida para el desarrollo de las labores mineras					
El frente de explotación permite tener una posición adecuada para realizar la labor de explotación					

Fuente: Elaboración propia

Entrevistas con personal minero : herramienta correspondiente al desarrollo de diecisiete entrevistas, recabando la mayor cantidad de información respecto a incidencia de lesiones y enfermedades osteomusculares teniendo una base de preguntas para lograr la interrelación y análisis de la información posteriormente, correspondiente a los siguientes cuestionamientos básicos, ¿ha presentado dolor o molestia a nivel de brazos y piernas?, ¿ha tenido, ardor, hormigueo, debilidad, adormecimiento o dificultad para mover las piernas, brazos, manos o pies?, ¿ha presentado dolor de espalda?, ¿ha presentado espasmos musculares?, ¿ha tenido lesiones como luxaciones, fracturas o roturas de huesos?, ¿has tenido que acudir a servicios de salud por causa de una lesión o enfermedad muscular o a nivel de huesos?, ¿Maneja cargas de peso superior a 25 Kg en su jornada laboral?, ¿ Realiza movimientos repetitivos?, ¿realiza posturas incómoda al realizar su actividad minera?. Es de tener en cuenta que las preguntas anteriormente se realizaron de una manera coloquial y a manera de conversación informal con el personal minero.

6.11. Consentimiento

Debido al carácter no legal de la pequeña minería subterránea informal el consentimiento para el desarrollo de las visitas de campo se realizó de manera verbal en donde los mineros de las unidades de producción minera solicitaron expresamente la protección de sus identidades y datos personales, resaltando que no sería posible la toma de datos de ubicación y limitaron el levantamiento de registro fotográfico.

6.12. Cronograma

El cronograma del proyecto se desarrolló teniendo en cuenta las características y enfoque del mismo, estableciendo las fases y actividades necesarias para dar cumplimiento a los objetivos planteados, se debe tener en cuenta que para el desarrollo de la visita de campo se encontraron diferentes impedimentos relacionados a la negativa de los propietarios de las unidades de producción minera por las mismas características de su actividad y a las restricciones establecidas por el COVID-19.

Tabla 1. *Cronograma general del proyecto*

Fase del proyecto	Actividades	2021			2022		
		Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Fase 1	Definición del tema	X					
	Recopilación de información secundaria	X	X				
	Construcción tarjeta de observación aspectos osteomusculares a considerar en pequeña minería			X			
	Contacto y planificación de trabajo de campo			X			
Fase 2	Visita de campo				X		
	Identificación de actividades y procesos con riesgo de afectación osteomuscular				X	X	
	Determinación de riesgos osteomusculares asociados a los procesos y actividades identificados				X	X	
	Determinación de medidas de prevención y control de riesgos y enfermedades osteomusculares				X	X	
Fase 3	Selección de información a incluir en la cartilla				X		

Fase del proyecto	Actividades	2021			2022		
		Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
	Construcción y elaboración de la cartilla					X	X

Fuente: Elaboración propia

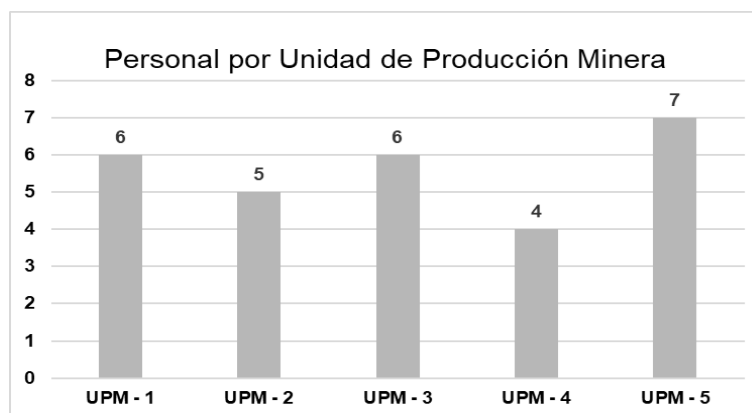
7. Resultados

En este numeral se desarrollarán los objetivos propuestos a través de los cuales fue posible analizar definir y seleccionar la información necesaria para la elaboración de la cartilla básica para la prevención de lesiones y enfermedades osteomusculares en unidades productivas de pequeña minería subterránea.

7.1. Principales actividades y procesos en los que se genera afectación osteomuscular a los trabajadores que desarrollan pequeña minería subterránea informal.

Las cinco unidades de producción minera visitas desarrollan su actividad a pequeña escala y de manera informal explotando carbón, en estas se cuenta con un total de veintiocho trabajadores en un rango de edad entre 21 a 63 años, laborando únicamente hombres. A partir de lo observado en campo y analizado la bibliografía disponible se estableció que en la minería informal en la mayoría de los casos se desarrollan únicamente las etapas mineras construcción y montaje y explotación dejando a un lado las etapas de exploración, cierre y postcierre como se evidencio en las visitas realizadas.

Gráfica 1. Mineros por unidad de producción minera visita

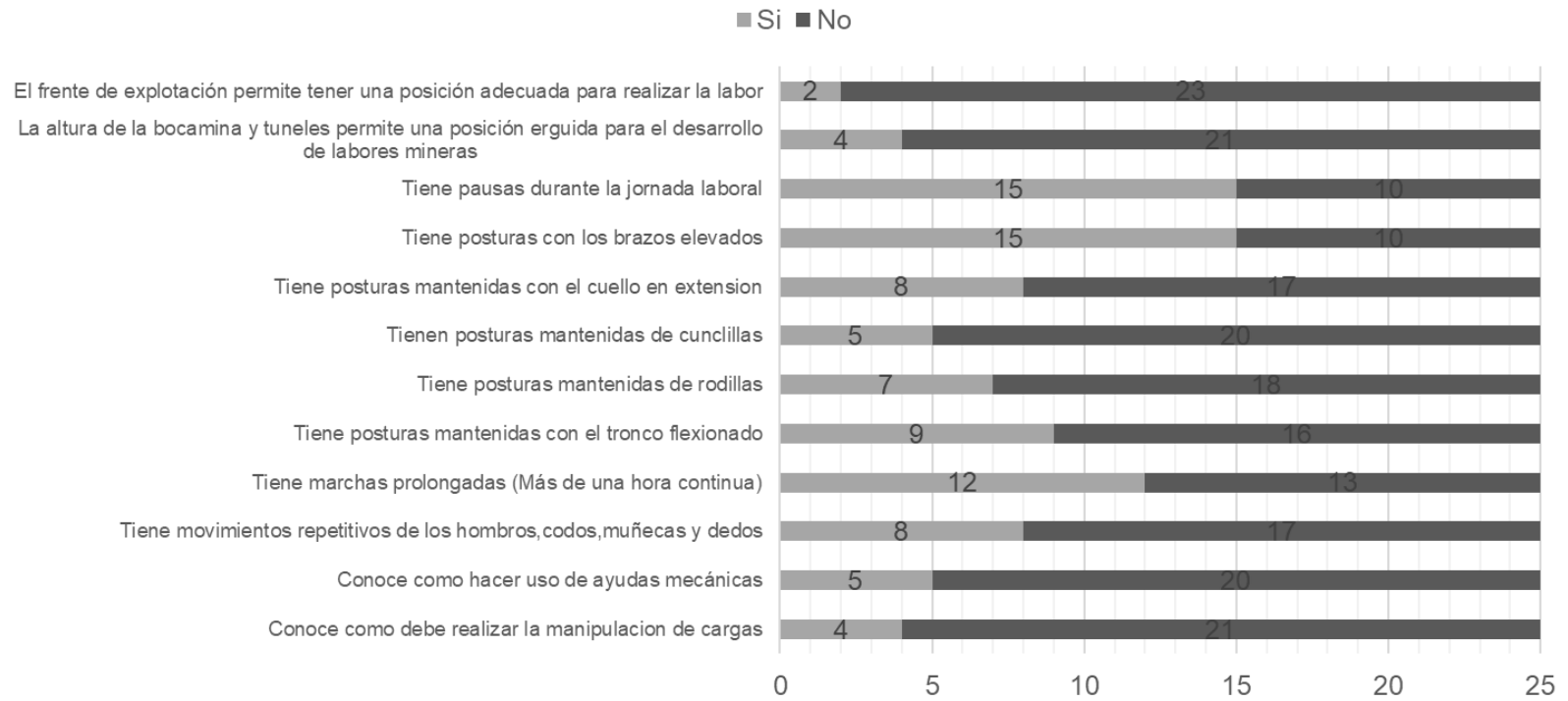


Fuente: Elaboración propia

En la Grafica 1. Se presentan las cinco unidades de producción mineras visitadas en las que se encontró un total de veintiocho trabajadores repartiéndose de la siguiente manera: seis mineros en la UPM -1, cinco en la UPM-2, seis en la UPM-3, cuatro en la UPM-4, siete en la UPM-5.

En la gráfica 2. Se compila la información de 5 tarjetas de observación corridas en las unidades de producción minera que fueron visitadas por los integrantes del proyecto de grado, se generó estadísticas identificadas a partir de los comportamientos o acciones inseguras como se presenta en el Anexo 1.

Gráfica 2. Estadística general de comportamientos



Fuente: Elaboración propia

Una vez tabulada la información se generaron estadísticas identificándose los siguientes comportamientos y acciones inseguras:

1. En el 92 % de las observaciones se evidencia que el frente de explotación no permite proporcionar el espacio necesario para que el personal minero tenga una postura adecuada en el desarrollo de sus actividades.
2. En el 84 % de las observaciones se evidencia que la altura de la bocamina y túneles no permite proporcionar el espacio necesario para que el personal minero tenga una postura adecuada en el desarrollo de sus actividades.
3. En el 40% de las observaciones se evidencio que el personal no realiza pausas actividad durante su jornada laboral.
4. En el 40% de las observaciones se evidencio que el personal mantiene posturas con brazos elevados.
5. En el 68% de las observaciones se evidencio que el personal mantiene posturas mantenida de cuello.
6. En el 80% de las observaciones se evidencio que el personal mantiene posturas mantenida de cuclillas.
7. En el 72% de las observaciones se evidencio que el personal mantiene posturas mantenida de rodillas.
8. En el 64% de las observaciones se evidencio que el personal mantiene posturas con el tronco flexionado.
9. En el 52% de las observaciones se evidencio que el personal realiza marchas prolongadas.

10. En el 68% de las observaciones se evidencio que el personal realiza movimientos repetitivos de codos, hombros, muñecas, dedos.
11. En el 80% de las observaciones se evidencio que el personal no conoce el uso de ayudas mecánicas o no cuenta estas debido al bajo nivel de tecnificación de sus labores.
12. En el 84% de las observaciones se evidencio que el personal realiza manejo de cargas con pesos que pueden comprender desde 10 a 70 Kg de peso.

Teniendo en cuenta lo anterior se puede concluir que estos factures son los principales causantes de lesiones osteomusculares descritas en el apartado 7.2 del proyecto.

7.1.1. Observación directa

A través de la observación directa se logró evidenciar las siguientes actividades desarrolladas en la etapa de construcción y montaje relacionadas a la generación de lesiones y enfermedades laborales osteomusculares.

Tabla 2. Identificación y descripción de actividades en la etapa de construcción y montaje relacionadas a la generación de lesiones y enfermedades laborales osteomusculares

Actividad	Descripción de la actividad
Excavación y movimiento de tierra	Para acceder al mineral de interés se debe realizar excavación y movimiento de tierra en el caso de las UPM de pequeña minería informal en la mayoría de las ocasiones se realiza de manera manual utilizando técnicas rudimentarias y herramientas como picas, palas, taladros neumáticos de poca potencia, por lo que los trabajadores deben realizar considerables

Actividad	Descripción de la actividad
	<p>esfuerzos físicos, durante largos periodos de tiempo y de manera repetitiva.</p> <p>Estos movimientos de tierra en la mayoría de las ocasiones corresponden a la movilización de toneladas de material estéril por áreas con condiciones complejas en cuanto a disponibilidad de caminos, características topográficas y vehículos por lo que se utilizan costales, carretillas y en contados casos coches mineros manuales por lo que el personal requiere aplicar considerable fuerza.</p>
Cargue de mineral y estériles	<p>Este se realiza con palas por lo general a volquetas contratadas por lo que el personal minero debe estar durante horas palando para llenar estos vehículos lo que representa un gran esfuerzo y la realización de movimientos repetitivos forzados.</p>
Disposición temporal o final de estériles	<p>La disposición del estéril implica la movilización del estos a áreas destinadas para su disposición o manejo lo que se realiza a través de carretillas o de manera manual lo que implica grandes esfuerzos. Igualmente, la disposición requiere procesos de compactación y terraceo si se realiza con estándares técnicos mínimos.</p>
Construcción de instalaciones mineras y auxiliares	<p>La construcción de instalaciones mineras y auxiliares implica movimiento de materiales necesarios para la adecuación de las mismas, por ejemplo, madera, equipos que por lo general tienen pesos considerables y que son manipulados por el personal sin tener en cuenta el manejo de cargas y posturas adecuadas.</p>

Fotografía 2. *Ayuda mecánica (carretilla) utilizada para la movilización del mineral (carbón) y material estéril*



Fuente: propia

Como se observa en la Fotografía 2, en el caso de la unidad de producción minera visitada se evidencio que al no ser tecnificada el transporte del mineral y el estéril generado es realizado a través de carretilla, el personal que lo realiza de manera repetitiva y constante durante su jornada manejando considerables cargas y desarrollando posturas inadecuadas. Este tipo de proyectos mineros desarrollan sus actividades de construcción y montaje de manera intermitente y poco planificada por lo que muchas veces no se cuenta con el equipo o personal necesario para su desarrollo lo que genera que actividades sean desarrolladas por menos personas de las mininas necesarias.

Fotografía 3. *Infraestructura e instalaciones mineras rudimentarias*



Fuente: Propia

Para el caso de la construcción de las instalaciones mineras como se observa en Fotografía 3, que se utilizan materiales como madera, tejas, que son transportadas y manipuladas manualmente sin tener la ayuda de elementos que disminuyan las cargas ejercidas por el personal minero.

Tabla 3. *Identificación y descripción de actividades en la etapa de explotación relacionadas a la generación de lesiones y enfermedades laborales osteomusculares*

Actividad	Descripción de la actividad
Preparación	<p>Remoción de vegetación, capa vegetal y estériles que para el caso de una unidad de producción minera tecnificada se desarrollaría con la ayuda de buldócer y mototraíllas. En contraposición a la labor que se desarrolla por el personal en unidades de producción minera pequeñas no formalizadas, realizándola manualmente durante largas jornadas realizando movimiento repetitivos y forzados.</p>
Arranque (Explotación del mineral)	<p>Corresponde a la remoción del material estéril y explotación del mineral de interés, en este caso son las actividades más críticas en cuanto a la incidencia de lesiones y enfermedades osteomusculares ya que el personal minero debe ingresar a las bocaminas y respectivos túneles que en ocasiones no cuentan con dimensiones apropiadas por lo que deben mantener posturas inadecuadas, así mismo desarrollan actividades repetitivas como lo es el manejo de picas partillos ,macetas, taladros hidráulicos rudimentarios durante largos periodos de tiempo.</p>

Actividad	Descripción de la actividad
Cargue	El cargue del material estéril y mineral de interés desde el interior de la mina subterránea se realiza a través de costales por parte de los mineros recorriendo significativos tramos por terrenos inclinados que le exigen esfuerzos físicos máximos. Esta actividad se puede desarrollar a lo largo de jornadas completas sin tener descansos o pausas que permitan minimizar los impactos generados por la actividad
Transporte	El transporte de los minerales se realiza por lo general a través de la utilización de animales de carga, manualmente o mediante el alquiler de vehículos (volquetas) y al no tenerse tolvas para realizar este proceso el personal lo realiza a través de paleo que para llenar el plato de una volqueta puede corresponder a horas de esfuerzo y cargas física.

Fotografía 4. *Bocamina unidad de producción minera pequeña minería informal*



Fuente: Propia

Como se observa en la imagen la bocamina la inclinación del túnel es considerable y el espacio de maniobra reducido camino que deben recorrer los mineros para extraer el estéril y mineral explotado implicando esfuerzos físicos considerables, esto debido a que este tipo de minería no cuenta por ejemplo con malacates, o coches mineros.

7.1.2. Conversaciones informales

Se realizaron un total de diecisiete conversaciones informales con mineros correspondiente a un 60,7 % del personal que labora en las cinco unidades de producción minera, las conversaciones duraron un tiempo aproximado de entre 5 a 10 minutos cada una. Los datos consignados en campo se pueden encontrar en el Anexo 2. y su procesamiento en el Anexo 3. para su conocimiento. Estas conversaciones se realizaron de manera fluida e incluyeron preguntas estándar para poder realizar el análisis estadístico de los resultados que se presenta a continuación.

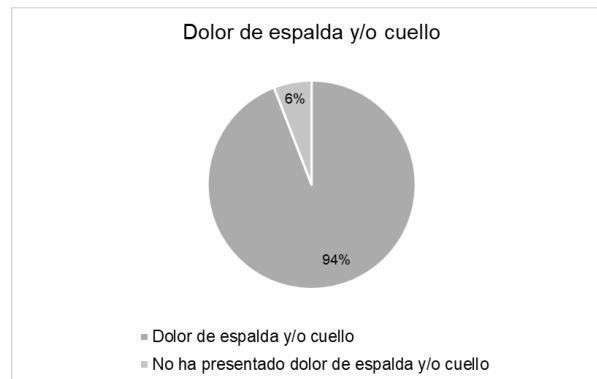
Gráfica 3. *Personal minero que ha presentado dolor en miembros superiores o inferiores*



Fuente: Elaboración propia

En la Grafico 3. Se muestra el personal minero que ha presentado dolor en miembros superiores o inferiores evidenciando que once mineros (65%) han presentado estos síntomas, correspondiendo principalmente a dolor en codos, rodillas y muñecas.

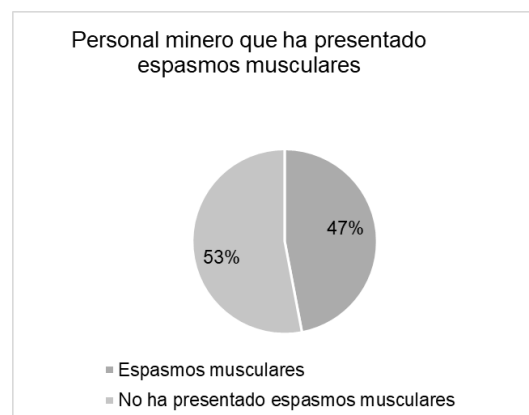
Gráfica 4. *Personal minero con dolor de espalda y/o cuello*



Fuente: Elaboración propia

En la Grafico 4. Se muestra el personal minero que ha presentado dolor de espalda y/o cuello, evidenciando que diecisiete mineros (94%) han presentado estos síntomas, correspondiente principalmente a dolor en espalda baja y cuello.

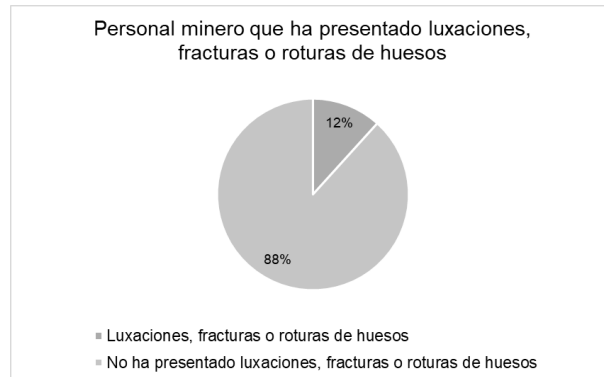
Gráfica 5. *Personal minero que ha presentado espasmos musculares*



Fuente: Elaboración propia

En la Grafico 5. Se muestra el personal minero que ha presentado espasmos musculares, evidenciando que ocho mineros (47%) han presentado estos síntomas, principalmente relacionados a periodos extensos de trabajo con esfuerzos físicos significativos.

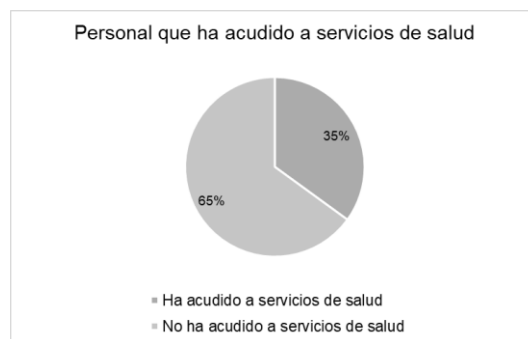
Gráfica 6. *Personal minero que ha presentado luxaciones fracturas o roturas de huesos*



Fuente: Elaboración propia

En la Grafico 6. Se muestra el personal minero que ha presentado luxaciones fracturas o roturas de huesos, evidenciando que dos mineros (12%) han presentado estas lesiones, a causa de caída de roca o herramientas en el desarrollo de sus labores y a falta de elementos de protección personal, se evidencia que los mineros no cuentan con calzado adecuado.

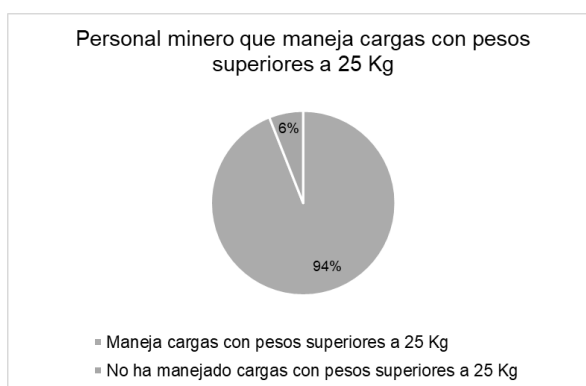
Gráfica 7. *Personal minero que ha acudido a servicios de salud a causa de afectaciones osteomusculares*



Fuente: Elaboración propia

En la Grafico 7. Se muestra el personal minero que ha acudido a servicios de salud a causa de afectaciones osteomusculares, evidenciando que seis mineros (35%) ha tomado estos servicios médicos. Se evidencia según lo expresado que la mayor parte de los mineros no cuentan con servicio de salud y si cuentan con este prefieren tratar su lesiones o enfermedades con sobanderos o realizan automedicación.

Gráfica 8. *Personal minero que maneja cargas con pesos superiores a 25 Kg*



Fuente: Elaboración propia

En la Grafico 8. Se muestra el personal minero que maneja cargas con pesos superiores a 25 Kg, evidenciando que dieciséis mineros (94%) realizan este esfuerzo físico, ya que no se cuenta con procesos tecnificados como la utilización de coches mineros, malacates para la movilización del material estéril y mineral de interés.

Gráfica 9. *Personal minero que realiza movimientos repetitivos en sus labores mineras*



Fuente: Elaboración propia

En la Gráfico 9. Se muestra el personal minero que realiza movimientos repetitivos, evidenciando que diecisiete mineros (100%) realiza estos movimientos en el desarrollo de sus labores, principalmente en los frentes de explotación al interior de la mina en donde pueden utilizar herramienta durante horas para la remoción del estéril y extracción del mineral.

Gráfica 10. *Personal minero que mantiene posturas inadecuadas*



Fuente: Elaboración propia

En la Gráfico 10 se muestra el personal minero que indica mantener posturas inadecuadas, evidenciando que quince mineros (88%) mantienen estas posturas, debido a las condiciones del lugar de trabajo al no contar con dimensiones que permitan mantener una

posición erguida, inclinación de los túneles, falta de seguridad y tecnificación de las labores mineras.

7.2. Principales lesiones y enfermedades laborales de carácter osteomusculares generadas por la actividad minera y formulación de medidas de prevención y control

A continuación, se relacionó aquellas enfermedades a las que pueden aplicar y/o que pueden posiblemente haber desarrollado por dichas tareas ejecutadas en las unidades de producción de minería informal:

7.2.1. Hernia discal

Algunos síntomas y signos de alteración se presentan con dolor se irradiado en miembro inferior (lo que se llama ciática) siguiendo el recorrido de la raíz que está siendo comprimida. El dolor se reproduce típicamente con maniobras exploratorias. (Mayo Clinic, n.d.)

Causas

Esfuerzo anormal que suele implicar el llevar a cabo una carga excesiva, movimientos repetidos con cargas más o menos grandes en los que la espalda sufra, flexión o extensión repetida o brusca de la columna.

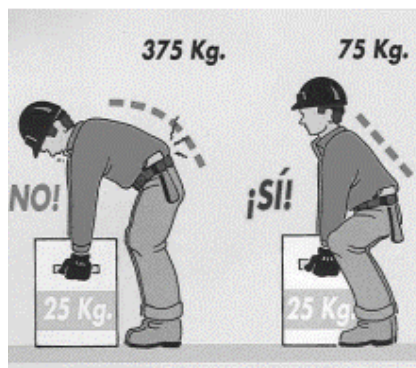
Acciones preventivas

Siéntese en una postura correcta, para cuidar la espalda se debe mantener una posición lo más erguida posible, apoyar los dos pies en el suelo y mantener las rodillas flexionadas en un Angulo de 90 grados.

Evite esfuerzos y cargar pesos excesivos, la presión y sobre carga en los discos intervertebrales es la causa principal de las hernias discales. Por ese motivo, es de vital

importancia no exponerlos al límite y especialmente si se cuenta con un trabajo físico. Por ejemplo, si se cargan pesos en el suelo, existe la necesidad de realizarlo flexionado las rodillas y sin giros en la columna (de Hernández Sampieri Roberto et al., 1991), como lo muestra la siguiente imagen.

Figura 5. Adopción de postura de levantamiento



Fuente: (Universidad de Málaga, 2007)

7.2.2. Ciática

Dentro de sus síntomas sobresalen dolores fuertes, ardor, hormigueo en vez de dolor sordo. Además, Debilidad, adormecimiento o dificultad para mover la pierna o el pie.

Causas

Ocurre por el pinzamiento del nervio ciático, normalmente ocasionado por una hernia de disco en la columna vertebral o por un crecimiento óseo excesivo en las vértebras. Posturas estáticas o dinámicas, posturas por fuera de ángulos de confort, vibraciones cuerpo entero. (Mayo Clinic, n.d.).

Acciones preventivas

Para la prevención de la ciática las medidas recomendadas son: evitar la obesidad y el sobrepeso, practicar deportes que favorezcas el desarrollo de la musculatura lumbar, no agacharse doblado espalda, el método adecuado es doblando rodillas con espalda erguida, no

cargar grandes pesos y no adoptar malas posturas mientras se está realizando las tareas propias de la actividad minera. (Mayo Clinic, n.d.).

7.2.3. Lumbalgia

Sus síntomas y signos de alteración van desde la dificultad para moverse que puede ser lo suficientemente grave como para impedir que el paciente camine o se ponga de pie, espasmos musculares que pueden ser graves. (Sanitas EPS, 2022)

Causas

Distensión de un ligamento o músculo en la espalda. Al realizar un levantamiento de objeto pesado, torcerse o realizar un movimiento brusco, puede producir un estiramiento de los músculos o ligamentos o provocar desgarros microscópicos.

Acciones preventivas

Si se tiene que pasar largas horas de pie, es recomendable cuidar la posición de la espalda, perder peso y el fortalecimiento de los músculos de la espalda ayudado por el fisioterapeuta fundamental para prevenir dolencias lumbares.

7.2.4. Bursitis del olecranon

Entre sus afectaciones se encuentra la dolencia e inflamación del codo en su parte posterior (afecta la Bursa del olecranon), tildada a veces codo de minero o de Popeye, esta debida a el bulto que se desarrolla en la parte posterior del codo se asemeja al codo de Popeye, personaje de caricaturas. Adicionalmente el enrojecimiento es característico de esta, junto con la sensación de calor, fiebre y ganglios linfáticos inflamados en la axila, causados por una infección. (Flsify, 2020)

Causas

Su causa más frecuente son los movimientos repetitivos o la presión mantenida sobre una articulación. Esto genera un roce inadecuado entre la bursa y los huesos, provocando la inflamación, adicionalmente por traumatismos en el codo, su uso excesivo e infecciones de la bursa provocan dichos síntomas.

Acciones preventivas

El fortalecimiento de los músculos que rodean la articulación y el calentamiento con ejercicios en la zona antes de iniciar con la tarea son parte fundamental en la prevención y padecimiento de la enfermedad. Dado que su origen se da por movimiento repetitivo y excesivo es indispensable evitar su realización.

7.2.5. Otras

Algunos síntomas van desde dolor Muscular o tendinoso en cualquier parte del cuerpo, Dolor de espalda, dolor en cuello, dolor en manos, codos, dedos, dolor en caderas, rodillas, tobillos o en los pies adormecimiento en dedos hasta contracturas musculares. Todo es a causa de movimientos repetitivos de extremidades, levantamiento de cargas, sobreesfuerzos, posturas estáticas o dinámicas, posturas por fuera de ángulos de confort, posturas con el tronco flexionado, postura de rodillas, de cuclillas y vibraciones (Mayo Clinic, n.d.).

7.3. Cartilla básica para la prevención de lesiones y enfermedades osteomusculares en unidades productivas de pequeña minería subterránea

La Cartilla básica para la prevención de lesiones y enfermedades osteomusculares en unidades productivas de pequeña minería subterránea (Ver Figura 5.) recoge la información recopilada y resultante del desarrollo del presente proyecto de grado que se puede observar de manera detallada en el Anexo 4.

Figura 6. *Portada Cartilla*



Fuente: Propia

Esta herramienta didáctica cuenta con los capítulos correspondientes a: resumen, metodología, justificación, marco normativo, conceptos básicos, actividades, procesos y medidas básicas de prevención y conclusiones (Ver Figura 7.)

Figura 7. *Contenido Cartilla*

01 Resumen Página 1	02 Metodología Página 2
03 Justificación Página 3	04 Marco Normativo Página 4 - 5
05 Conceptos Básicos Página 6 - 8	06 Actividades, procesos y medidas de prevención Página 9 - 23
	● Conclusiones Página 24

Fuente: Propia

Buscando que la comprensión de la cartilla sea sencilla para los mineros en la que se enfoca, se presentan conceptos, básicos y fáciles de entender, así como un apartado grafico en el que se muestran las lesiones osteomusculares más comunes derivadas de su actividad y las medidas básicas de prevención, así como el proceso que la estructuro y las respectivas conclusiones.

Figura 8. *Esquema grafico de la cartilla*

15

Lesiones y enfermedades osteomusculares más frecuentes en la actividad de pequeña minería

Lumbalgia

Sus síntomas y signos de alteración van desde la dificultad para moverse que puede ser lo suficientemente grave como para impedir que el paciente camine o se ponga de pie, espasmos musculares que pueden ser graves. (Sanitas, 2022)



Bursitis del olecranon – Codo Minero

Inflamación del codo en su parte posterior (afecta la Bursa del olecranon). Usada a veces codo de minero o de Popeye, esta debida a el bulto que se desarrolla en la parte posterior del codo se asemeja al codo de Popeye, personaje de caricaturas. Adicionalmente el enrojecimiento es característico de esta, junto con la sensación de calor, fiebre y ganglios linfáticos inflamados en la axila, causados por una infección. (Fisify, 2020).

© NANY FOUNDATION FOR MEDICAL, EDUCATION AND RESEARCH. ALL RIGHTS RESERVED.

Fuente: Propia

8. Análisis financiero

Los costos del proyecto se dividen en costos netos del proyecto y costo/beneficio, relacionados a continuación:

Tabla 7. *Costos del proyecto*

ITEM	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
MATERIALES			
Papelería	\$ 60.000	-	\$ 60.000
Computador (día)	\$ 5.000	60	\$ 300.000
Internet hora	\$ 5.000	480	\$ 240.000
Transporte	\$ 60.000	4	\$ 240.000
HUMANO			
Camilo Matías x Hora	\$ 30.000	30	900,000
Oscar Herrán x Hora	\$ 30.000	30	900,000
VALOR TOTAL			\$ 2,640.000

Fuente: Propia

En la Tabla 7 se describen los costos netos del proyecto, discriminados entre materiales y personal humano.

Tabla 8. *Costo / beneficio*

COSTO	BENEFICIO
Enfermedad laboral de tipo osteomuscular	Reducción de enfermedades laborales
Demandas	Actividades legales
Mejora en productividad	Mejor aprovechamiento del tiempo y recursos, mejora en producción.

En la Tabla 8 se describe el Costo / Beneficio y algunas acciones con potencial de ser perjudiciales para las empresas en caso de llegar a materializarse, como lo son una enfermedad profesional o una demanda.

9. Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos y variables analizadas se evidencia a través de la observación, que las actividades que implican carga física, trabajo estático, posturas prolongadas y forzadas, fuerza excesiva y movimientos repetitivos desarrolladas durante las etapas de construcción y montaje de instalaciones y explotación del mineral pueden tener incidencia en el desarrollo de lesiones o enfermedades osteomusculares. A su vez a través de las entrevistas realizadas se evidencia el desconocimiento, poca capacitación y/o entrenamiento para el desarrollo adecuado de las actividades rutinarias ejecutadas por el personal minero, ya que fue posible observar, mala manipulación manual de cargas, posturas forzadas y mantenidas por largos periodos de tiempo, movimientos repetitivos durante toda la jornada laboral, falta de elementos de protección personal, impactando directamente en los miembros superiores inferiores, espalda y cuello de los mineros que desarrollan esta actividad

En la minería informal el personal minero tiene mayor posibilidad de presentar lesiones o desarrollar enfermedades osteomusculares debido a la clara limitación de recursos y desconocimiento respecto a como acciones y prácticas consideradas como rutinarias tienen un impacto negativo en su salud. En la totalidad de las Unidades de Producción Minera visitadas el personal minero entrevistado indica haber presentando lesiones o enfermedades osteomusculares en diferentes niveles de gravedad que impactan negativamente en la salud y posibilidad de subsistencia.

Después del análisis de la información recopilada fue posible a partir de la identificación de factores y causas generales, formular acciones básicas para la prevención de enfermedades y lesiones osteomusculares, enfocando dichas acciones a la higiene postural,

manejo adecuado de cargas, pausas activadas, uso de elementos de protección personal y autocuidado.

A pesar que organizaciones como la OMS determinen que los desórdenes musculoesqueléticos son uno de los problemas que más afectan la salud y seguridad de los trabajadores de sectores como el minero y de países en vía de desarrollo como Colombia, son escasas las investigaciones nacionales que abarcan esta temática.

La ilegalidad e informalidad presentes en el sector minero impiden identificar un responsable legal que este obligado a implementar medidas de promoción y prevención de la salud necesarias para garantizar un entorno sostenible con la población y comunidades; situación que en la actualidad se ha visto potencializada por la falta de control y seguimiento por parte de las autoridades competentes, generando una disminución en la calidad de vida de los mineros.

Debido a las limitaciones presentadas al acceso de información por la característica de la actividad informal y temor de los mineros a tener repercusiones negativas, no fue posible la aplicación de otras herramientas técnicas que permitieran lograr una mayor recolección análisis y evaluación de información.

10. Recomendaciones

La actividad minera debe buscar la formalización ya que a través de esta se garantiza la posibilidad de acceso al sistema de seguridad social, comprende e incorpora aspectos fundamentales de autocuidado y prevención.

A los trabajadores de las unidades de producción de pequeña minería informal se les aconseja evitar todo tipo de riesgos con potencial de generar daños a su salud, realizando sus actividades con compromiso de seguridad, salud y autocuidado, de manera responsable y adoptando estilos de vida saludables entre otros.

Se sugiere incluir capacitaciones sobre la importancia y el uso correcto de los elementos de protección personal, manejo manual de cargas e higiene postural, así como los peligros y riesgos asociados a las actividades de minería y sintomatologías de aquellas enfermedades existentes que pueden generar aumento en la posibilidad de desarrollar una enfermedad con el fin de poder identificar alertas tempranas.

Desde la institucionalidad local y nacional se deben buscar alternativas para concientizar a los mineros informales de la importancia del cuidado de la salud en el trabajo, permitiendo desarrollar y aplicar herramientas de fácil comprensión que impacten positivamente en los mineros, ya que actualmente se carece de estos mecanismos, estudios y herramientas particulares.

La cartilla “Básica para la prevención de lesiones y enfermedades osteomusculares en unidades productivas de pequeña minería subterránea” es la base para estructurar y generar otras herramientas didácticas con enfoque particular y mayor profundidad según el tipo de mineral explotado y tipo de explotación, teniendo énfasis en la población con menor acceso a la información y capacitación, que pertenece por lo general a mineros artesanales e informales.

11. Referencias

- Castillo Apaza Ever, & Arce Santos Yuber. (2016). *Riesgos laborales de los trabajadores de la minería informal en el Centro Poblado La Rinconada: 2016*.
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3277325>
- de Hernández Sampieri Roberto, Fernández Collado, Carlos Pilar Baptista Lucio, & de la Luz Casas Pérez. (1991). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*.
- Echeverry Rondón Rafael Humberto, & Campo Mier Luis Alfonso. (2016). *Repositorio de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia: Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) para la mina El Porvenir, municipio de Mongua Departamento de Boyacá*. <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/1611>
- Gallo Óscar, & Pico Carmen. (2017). *Nº 108 LA SALUD LABORAL EN EL SECTOR MINERO La invisibilidad de las enfermedades laborales en el Cerrejón*.
- González Oscar Ulises, Molina Ricardo Gustavo, & Patarroyo Diego Ferney. (2019). Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo, una revisión teórica desde la minería colombiana. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24(85), 227–242.
<https://doi.org/10.37960/REVISTA.V24I85.23837>
- Güiza Leonardo. (2013). *LA PEQUEÑA MINERÍA EN COLOMBIA: UNA ACTIVIDAD NO TAN PEQUEÑA SMALL SCALE MINING IN COLOMBIA: NOT SUCH A SMALL ACTIVITY*. 80, 109–117.
- Gutiérrez López Jessyca Lorena, & Primera Padilla Paola Andrea. (2014). *Caracterización de pérdidas en seguridad y salud en el trabajo en minas de carbón del municipio de Guachetá, año 2012*. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/11119>

- ICONTEC. (2001). (PDF) NTC3955 / *Ergonomía. Definiciones y Conceptos Ergonómicos*.
<https://www.academia.edu/8131232/NTC3955>
- Jiménez Álvaro Claudia. (2019). *Evaluación de factores de riesgos asociados a posturas físicas en el uso de equipos de perforación, para trabajadores de la empresa ETRAMIN S.R.L., Arequipa 2018*. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/1934>
- Jiménez-Forero Claudia P., Zabala Ivonne T., & Idrovo Álvaro J. (2015). Works conditions and morbidity among coal miners in Guachetá, Colombia: The miners' perspective. *Biomédica*, 35(3), 77–89. <https://doi.org/10.7705/BIOMEDICA.V35I0.2439>
- López Virginia Guadalupe, Marín Enselmina, & Alcalá Carmen. (2012). *Ergonomía y Productividad: variables que se relacionan con la competitividad de las plantas maquiladoras*. Artículo. <https://www.redalyc.org/pdf/2150/215026158007.pdf>
- Mayo Clinic. (n.d.). *Hernia de disco - Síntomas y causas - Mayo Clinic*. (2022). Retrieved March 9, 2022, from <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/herniated-disk/symptoms-causes/syc-20354095>
- Ministerio de Minas y Energia. (2015). *GLOSARIO TÉCNICO MINERO*.
- Ministerio del Trabajo. (2015). *Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA*.
- Mondelo, P. R., Gregori Óscar De Pedro, E., Gómez, M. Á., Gregori, E., Óscar, T., González, P., & Gómez Fernández, M. Á. (2013). *Ergonomía 4 El trabajo en oficinas. Segunda edición*.
- Mosquera Helcías, Cabrera Mauricio, Cadena Ana, Espitia Lydia, Diaz Luis, & Molina Carlos. (2019). *DIAGNÓSTICO DE LA INFORMACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL RESPECTO A LA ACTIVIDAD MINERA Y LA EXTRACCIÓN ILÍCITA DE MINERALES EN EL PAÍS*. Documento de Investigación Científica y Sociológica Respecto a Los Impactos de La

Actividad Minera y La Explotación Ilícita de Minerales, En Los Ecosistemas Del Territorio Colombiano. <http://www.humboldt.org.co/images/documentos/2-diagnostico-actividad-minera-y-explotacin-ilicita-expertos.pdf>

Piedrahíta Hugo. (2014). Artículos de reflexión Some Experiences on the Ergonomics Application in Mining Algumas experiências da aplicação da Ergonomia no setor mineiro. *Rev. Cienc. Salud*, 12, 69–76. <https://doi.org/10.12804/10.12804/revsalud12.esp.2014.05>

Ramírez Rosas Carlos Humberto, & González Sierra Miguel Alfonso. (2016). *Repositorio de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia: Diagnóstico de la accidentalidad en la pequeña y mediana minería subterránea de la Provincia del Sugamuxi*. <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/1610>

Reinoso Luis, & Falla Velásquez Nicolás Ricardo. (2012). *Repositorio Digital: Riesgos laborales en minería a gran escala en etapas de prospección-exploración de metales y minerales en la región sur este del Ecuador y propuesta del Modelo de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional para empresas mineras en la provincia de Zamora Chinchipe*. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/861>

Rojas Barbosa Daxy Mayerly, & Agualimpia Ibarguen. (2018). *Riesgos laborales asociados a la minería informal en el municipio de Novita – Chocó*. <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/3484>

Sanitas EPS. (2022). *Lumbalgia: síntomas, causas y prevención*. <https://www.sanitas.es/sanitas/seguros/es/particulares/biblioteca-de-salud/Lesiones/muscular-nerviosa-osea/lumbalgia.html>

Sierra Guisao Mario, Giraldo Ramírez Lina Marcela, & Penagos Perdomo Yina Marcela. (2020). *Intervención del riesgo mecánico por caída de roca en minería subterránea de oro en la*

empresa Quintana S.A.S de Remedios Antioquia.

<https://alejandria.poligran.edu.co/handle/10823/2869>

Universidad de Malaga. (2007). *Recomendaciones sobre manipulación manual de cargas.*

www.uma.es/prevencion