



REPÚBLICA DEL ECUADOR
UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADOS

FACULTAD DE POSGRADOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

MAGÍSTER EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

TEMA:

ANÁLISIS ERGONÓMICO PARA IDENTIFICAR RIESGOS
MUSCULOESQUELÉTICOS EN TRABAJADORES DE INTERIOR MINA
BOSQUE DE ORO, CANTÓN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ – AZUAY –
2026.

AUTORES:

ING. OJEDA PARDO FABIAN RICARDO.
ING. GUAMBO QUISHPI LIGIA VERÓNICA.

TUTOR:

ING. MENDOZA HARO EDGAR ÍTALO. PhD.

MILAGRO, 2026

DERECHOS DE AUTOR

Sr. Dr.

Fabricio Guevara Viejó

Rector de la Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Nosotros, **Fabian Ricardo Ojeda Pardo y Ligia Verónica Guambo Quishpi**, en calidad de autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales de este informe de investigación, mediante el presente documento, libre y voluntariamente cedo los derechos de Autor de este proyecto de desarrollo, que fue realizada como requisito previo para la obtención de mi Grado, de **Magíster en Seguridad y Salud en el Trabajo**, como aporte a la Línea de Investigación **Seguridad Ocupacional** de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizamos a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este Proyecto de Investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Los autores declaran que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 5 de mayo del 2026

Fabian Ricardo Ojeda Pardo
C.I.: 1103752422

Ligia Verónica Guambo Quishpi
C.I.: 0605116581

APROBACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Edgar Ítalo Mendoza Haro**, en mi calidad de tutor del trabajo de titulación, elaborado por: **Fabian Ricardo Ojeda Pardo y Ligia Verónica Guambo Quihspi**, cuyo tema es **Análisis ergonómico para identificar riesgos musculoesqueléticos en trabajadores de interior mina Bosque De Oro, cantón Camilo Ponce Enríquez – Azuay - 2026**, que aporta a la Línea de Investigación **Seguridad Ocupacional**, previo a la obtención del Grado **Magíster en Seguridad y Salud en el Trabajo**. Trabajo de titulación que consiste en una propuesta innovadora que contiene, como mínimo, una investigación exploratoria y diagnóstica, base conceptual, conclusiones y fuentes de consulta, considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo **APRUEBO**, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Informe de Investigación de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, 5 de mayo del 2026

Edgar Ítalo Mendoza Haro

C.I.: 090666347-1

ACTA DE CALIFICACIÓN



FACULTAD DE POSGRADO ACTA DE SUSTENTACIÓN MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En la Facultad de Posgrado de la Universidad Estatal de Milagro, a los veinte días del mes de julio del dos mil veintiseis, siendo las 12:00 horas, de forma PRESENCIAL comparece el/la maestrante, ING OJEDA PARDO FABIAN RICARDO, a defender el Trabajo de Titulación denominado " ANÁLISIS ERGONÓMICO PARA IDENTIFICAR RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN TRABAJADORES DE INTERIOR MINA BOSQUE DE ORO, CANTÓN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ – AZUAY – 2025.", ante el Tribunal de Calificación integrado por: YANEZ RUIZ MARIA GABRIELA, Presidente(a), SALAZAR UQUILLAS PACO JAVIER en calidad de Vocal; y, Msg VARGAS VELIZ SONIA RAQUEL que actúa como Secretario/a.

Una vez defendido el trabajo de titulación; examinado por los integrantes del Tribunal de Calificación, escuchada la defensa y las preguntas formuladas sobre el contenido del mismo al maestrante compareciente, durante el tiempo reglamentario, obtuvo las siguientes calificaciones:

TRABAJO DE TITULACION	59.97
DEFENSA ORAL	39.94
PROMEDIO	99.90
EQUIVALENTE	EXCELENTE

Para constancia de lo actuado firman en unidad de acto el Tribunal de Calificación, siendo las 13:00 horas.



Firmado electrónicamente por:
MARIA GABRIELA
YANEZ RUIZ

YANEZ RUIZ MARIA GABRIELA
PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
PACO JAVIER SALAZAR
UQUILLAS

SALAZAR UQUILLAS PACO JAVIER
VOCAL



Firmado electrónicamente por:
SONIA RAQUEL
VARGAS VELIZ

VARGAS VELIZ SONIA RAQUEL
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
FABIAN RICARDO
OJEDA PARDO

OJEDA PARDO FABIAN RICARDO
MAESTRANTE

ACTA DE CALIFICACIÓN



FACULTAD DE POSGRADO ACTA DE SUSTENTACIÓN MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En la Facultad de Posgrado de la Universidad Estatal de Milagro, a los veinte días del mes de julio del dos mil veintiseis, siendo las 12:00 horas, de forma VIRTUAL comparece el/la maestrante, GUAMBO QUISHPI LIGIA VERÓNICA, a defender el Trabajo de Titulación denominado " ANÁLISIS ERGONÓMICO PARA IDENTIFICAR RIESGOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN TRABAJADORES DE INTERIOR MINA BOSQUE DE ORO, CANTÓN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ – AZUAY – 2025.", ante el Tribunal de Calificación integrado por: YANEZ RUIZ MARIA GABRIELA, Presidente(a), SALAZAR UQUILLAS PACO JAVIER en calidad de Vocal; y, Msg VARGAS VELIZ SONIA RAQUEL que actúa como Secretario/a.

Una vez defendido el trabajo de titulación; examinado por los integrantes del Tribunal de Calificación, escuchada la defensa y las preguntas formuladas sobre el contenido del mismo al maestrante compareciente, durante el tiempo reglamentario, obtuvo las siguientes calificaciones:

TRABAJO DE TITULACION	59.97
DEFENSA ORAL	39.44
PROMEDIO	99.41
EQUIVALENTE	EXCELENTE

Para constancia de lo actuado firman en unidad de acto el Tribunal de Calificación, siendo las 13:00 horas.



Validar documento en Firmado:
Firmado electrónicamente por:
MARIA GABRIELA
YANEZ RUIZ

YANEZ RUIZ MARIA GABRIELA
PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL



Validar documento en Firmado:
Firmado electrónicamente por:
PACO JAVIER SALAZAR
UQUILLAS

SALAZAR UQUILLAS PACO JAVIER
VOCAL



Firmado electrónicamente por:
SONIA RAQUEL
VARGAS VELIZ

VARGAS VELIZ SONIA RAQUEL
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
LIGIA VERONICA
GUAMBO QUISHPI

GUAMBO QUISHPI LIGIA VERÓNICA
MAESTRANTE

DEDICATORIA

Fabian Ricardo Ojeda Pardo

Dedico el presente proyecto de investigación en primera instancia aquel que me dio la vida, las fuerzas y la valentía para vivir, a ti padre Celestial gracias por permitirme culminar con éxito una meta más en mi vida. A mis padres por su apoyo y educación. A mis hijos que han sido mi motivo mi fuerza y mi razón de ser para lograr y culminar con éxito todo lo que me propongo en la vida. Dedico también aquellas personas que de una forma directa e indirecta me brindaron siempre su apoyo incondicional.

Ligia Verónica Guambo Quishpi

Dedico este proyecto de investigación, en primer lugar, a Dios, mi padre celestial quién ha sido la luz que ha guiado mi camino y me ha dado la fuerza para superar cada obstáculo. A mis queridos papitos, Francisco y María, quiénes han sido los pilares de mi vida, gracias por enseñarme los valores que me han formado como persona, por inculcarme el coraje para enfrentar los desafíos y por creer en mí en todo momento. A mi compañero de vida Christian, quién ha sido mi mayor apoyo en este proceso. Su amor, comprensión y constante aliento me han dado la fortaleza necesaria para completar esta etapa de mi ida.

AGRADECIMIENTOS

Fabian Ricardo Ojeda Pardo

Agradezco a Dios todopoderoso por haberme permitido cumplir una meta más en mi vida. A mis familiares en especial a mis padres e hijos por estar siempre conmigo en todo momento y hacer que mi camino este lleno de felicidad y Bendiciones, gracias por ser mi apoyo mi fuerza y mi valentía para que cada día alcance nuevos logros y propósitos. A mi tutor y profesores de la maestría en seguridad y salud en el trabajo gracias por transmitir sus conocimientos de una forma correcta e incondicional y así poder culminar con éxito estos estudios de postgrado y graduarme como magister. Son muchas las personas a las que debo mis agradecimientos, pero de manera general les agradezco a todos quienes han marcado huellas imborrables en mi vida, a todos ustedes mil gracias que Dios les Bendiga siempre.

Ligia Verónica Guambo Quishpi

A la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), por brindarme la oportunidad de fortalecer mi formación profesional a través de la Maestría en Seguridad y Salud en el Trabajo, siendo este proyecto un reflejo de los conocimientos y experiencias adquiridas; a Fabián Ojeda, por su colaboración y compromiso en el desarrollo conjunto de esta investigación; a la empresa Explotación Minera Bosque de Oro BOSOROMIN S.A., por la apertura y facilidades otorgadas para la ejecución de este trabajo; a los docentes de la maestría, por sus valiosas enseñanzas y aportes a mi formación académica; y, finalmente, a mi familia, por su apoyo constante, comprensión y motivación, pilares fundamentales para alcanzar este logro. A todos ellos, expreso mi más sincero agradecimiento.

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo analizar los riesgos musculoesqueléticos en trabajadores de interior mina Bosque de Oro, ubicada en el cantón Camilo Ponce Enríquez, provincia del Azuay, mediante la aplicación de métodos ergonómicos reconocidos. Se adoptó un enfoque cuantitativo con diseño no experimental de tipo transversal, considerando una muestra de 40 trabajadores que realizan actividades en condiciones subterráneas.

Para la evaluación se utilizaron los métodos REBA y RULA, orientados al análisis postural, así como el Cuestionario Nórdico Estandarizado para la identificación de sintomatología musculoesquelética (Hignett & McAtamney, 2000). Los resultados evidenciaron una mayor incidencia de molestias en la zona lumbar (67%) y en los hombros (55%), asociadas principalmente a la manipulación manual de cargas, posturas forzadas y movimientos repetitivos en espacios confinados.

En función de estos hallazgos, se plantea una propuesta de intervención ergonómica basada en el rediseño de tareas, la incorporación de ayudas mecánicas, la implementación de pausas activas y la capacitación en higiene postural, con el propósito de disminuir la incidencia de trastornos musculoesqueléticos y optimizar las condiciones laborales del personal minero.

Palabras clave: ergonomía, minería subterránea, riesgos musculoesqueléticos, REBA, RULA, salud ocupacional.

ABSTRACT

The present study aimed to analyze musculoskeletal risks among underground mining workers at Bosque de Oro mine, located in Camilo Ponce Enríquez canton, Azuay province, through the application of recognized ergonomic methods. A quantitative approach was adopted with a non-experimental, cross-sectional design, considering a sample of 40 workers performing activities under underground conditions.

For the assessment, the REBA and RULA methods were used for postural analysis, along with the Standardized Nordic Questionnaire to identify musculoskeletal symptoms (Hignett & McAtamney, 2000). The results showed a higher incidence of discomfort in the lower back (67%) and shoulders (55%), mainly associated with manual material handling, awkward postures, and repetitive movements in confined spaces.

Based on these findings, an ergonomic intervention proposal is presented, focused on task redesign, the incorporation of mechanical aids, the implementation of active breaks, and training in postural hygiene, with the aim of reducing the incidence of musculoskeletal disorders and improving the working conditions of mining personnel.

Keywords: ergonomics, underground mining, musculoskeletal risks, REBA, RULA, occupational health.

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1 Hilo conductor de la investigación	27
Figura 2 Condiciones del entorno y espacios confinados	29
Figura 3 Tareas de perforación y esfuerzo de miembros superiores.....	29
Figura 4 Interpretación de la aplicación del cuestionario nórdico.	40
Figura 5 Interpretación de la aplicación del método REBA.....	43
Figura 6 Evaluación de riesgo postural REBA.	43
Figura 7 Interpretación de la prevalencia sintomática y niveles de riesgo mediante métodos REBA y RULA.	48

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	6
Tabla 2 Matriz de consistencia.....	8
Tabla 3 Análisis comparativo de métodos ergonómicos de inclusión y exclusión en interior mina	34
Tabla 4 Presupuesto detallado para la fase de recolección de análisis de datos	37
Tabla 5 Cronograma de hitos y actividades para el desarrollo del estudio ergonómico	38
Tabla 6 Cuestionario Nórdico, con prevalencia de síntomas musculoesqueléticos por segmentos corporales en la muestra de estudio (n=40).	41
Tabla 7 Evaluación de posturas laborales mediante REBA, mediante la evaluación de la carga postural y determinación de urgencia de intervención por tarea crítica.	41
Tabla 8 Desglose de puntuaciones por segmento corporal en la tarea de transporte manual (Método REBA).	45
Tabla 9	45
Tabla 10 Niveles de actuación y criterios de valoración del riesgo mediante el método RULA.....	45
Tabla 11 Correlación entre el cuestionario nórdico. REBA y RULA.....	46
Tabla 12 Análisis comparativo de prevalencia sintomática y niveles de riesgo mediante métodos REBA y RULA.....	48

INDICE DE CONTENIDO

DERECHOS DE AUTOR	I
APROBACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	II
ACTA DE CALIFICACIÓN	III
ACTA DE CALIFICACIÓN	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTOS	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
ÍNDICE FIGURAS	IX
INDICE DE TABLAS.....	X
INDICE DE CONTENIDO	XI
INTRODUCCIÓN.....	XIV
1. CAPITULO I. EL PROBLEMA	1
1.1. Planteamiento del problema de investigación.....	2
1.2. Delimitación del problema	2
1.3. Formulación del problema.....	3
1.4. Sistematización del problema.....	3
1.5. Determinación del tema.....	4
1.6. Objetivos.....	5
1.6.1. <i>Objetivo general</i>	5
1.6.2. <i>Objetivos específicos</i>	5
1.7. Operacionalización de las variables	6
1.7.1. <i>Variable independiente:</i>	6
1.7.2. <i>Variable dependiente</i>	6
1.8. Elaboración de Hipótesis	7
1.9. Justificación	9
1.9.1. <i>Justificación practica</i>	9
1.9.2. <i>Justificación social</i>	10
1.9.3. <i>Justificación científica</i>	10
1.9.4. <i>Justificación legal</i>	11

1.10.	Limitaciones	11
2.	CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL	13
2.1.	Marco teorico	13
2.1.1.	<i>Antecedentes referenciales</i>	<i>13</i>
2.1.2.	<i>Ergonomía y su relación con la salud ocupacional.....</i>	<i>14</i>
2.1.3.	<i>Clasificación de la ergonomía</i>	<i>14</i>
2.1.4.	<i>Ergonomía aplicada a la minería subterránea.....</i>	<i>15</i>
2.1.5.	<i>Riesgos ergonómicos en interior mina.....</i>	<i>15</i>
2.1.6.	<i>Trastornos musculoesqueléticos en minería</i>	<i>15</i>
2.1.7.	<i>Riesgos ergonómicos en interior mina.....</i>	<i>16</i>
2.1.8.	<i>Trastornos musculoesqueléticos en minería</i>	<i>16</i>
2.1.9.	<i>Posturas de trabajo en interior mina</i>	<i>16</i>
2.1.10.	<i>Puestos de trabajo y condiciones ambientales en interior mina.....</i>	<i>17</i>
2.1.11.	<i>Métodos de evaluación ergonómica</i>	<i>17</i>
2.1.12.	<i>Medidas de intervención ergonómica</i>	<i>18</i>
2.1.13.	<i>Factores de riesgo ergonómico en minería subterránea (ampliado)</i> <i>19</i>	
2.1.14.	<i>Importancia de la evaluación ergonómica en SST (ampliado)</i>	<i>19</i>
2.1.15.	<i>Impacto de los TME en la productividad minera (ampliado)</i>	<i>20</i>
2.1.16.	<i>Programas de prevención ergonómica.....</i>	<i>20</i>
2.1.17.	<i>Importancia de la capacitación ergonómica (ampliado).....</i>	<i>21</i>
2.2.	Marco conceptual.....	21
2.3.	Marco legal.....	23
2.3.1.	<i>Constitución de la República del Ecuador.....</i>	<i>25</i>
2.3.2.	<i>Código del Trabajo</i>	<i>25</i>
2.3.3.	<i>Ley de Minería del Ecuador</i>	<i>25</i>
2.3.4.	<i>Normativa del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS).....</i>	<i>26</i>
3.	CAPITULO III. METODOLOGÍA	27
3.1.	Enfoque de la investigación	28
3.2.	Diseño de técnicas de recolección de información	30
3.2.1.	<i>Área y lugar de estudio.....</i>	<i>30</i>
3.3.	. Población y muestra.....	30
3.3.1.	<i>Población</i>	<i>31</i>
3.3.2.	<i>Muestra</i>	<i>31</i>

3.3.3.	<i>Criterios de inclusión</i>	31
3.3.4.	<i>Criterios de exclusión</i>	31
3.4.	Técnicas de análisis de datos.....	31
3.4.1.	<i>Técnicas</i>	32
3.4.2.	<i>Instrumentos</i>	32
3.5.	Procedimiento del proyecto de la investigación.....	35
3.6.	Consideraciones éticas.....	35
3.7.	Recursos de la investigación	35
3.7.1.	<i>Recursos humanos</i>	35
3.7.2.	<i>Recursos materiales</i>	36
3.7.3.	<i>Recursos tecnológicos</i>	36
3.7.4.	<i>Presupuesto</i>	37
3.8.	Cronograma de actividades	38
4.	CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	39
4.1.	Frecuencia de síntomas musculoesqueléticos	39
4.2.	Evaluación de posturas laborales mediante REBA.....	41
4.3.	Evaluación de posturas mediante RULA	44
4.3.1.	<i>Factores adicionales</i>	45
4.4.	Correlación entre síntomas y riesgo postural.....	46
4.5.	Análisis de los métodos utilizados	50
5.	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
5.1.	Conclusiones	52
5.2.	Recomendaciones	53
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	54
	ANEXOS	59
	Anexo A: Cuestionario Nórdico Estandarizado de Síntomas Musculoesqueléticos	59
	Anexo B: Formato de Evaluación Método REBA.....	60
	Anexo C: Formato de Evaluación Método RULA.....	61
	Anexo D: Matriz de Operacionalización de Variables	62
	Anexo E: Consentimiento Informado	62
	Anexo F: Matriz de Riesgos Ergonómicos por Tarea Minera	63

Introducción

La actividad minera se caracteriza por presentar una alta exposición a riesgos ocupacionales, debido a la interacción constante de los trabajadores con agentes físicos, mecánicos, químicos y ergonómicos. En el caso de la minería subterránea, estos riesgos se incrementan por la presencia de espacios confinados, condiciones ambientales desfavorables y una elevada demanda física en la ejecución de las tareas (ILO, 2015).

En el contexto ecuatoriano, el cantón Camilo Ponce Enríquez, en la provincia del Azuay, constituye una de las principales zonas de actividad minera aurífera. En este entorno, los trabajadores desarrollan labores como perforación, sostenimiento, carguío y transporte manual de material, las cuales implican esfuerzos físicos significativos y la adopción frecuente de posturas forzadas. Estas condiciones se asocian con una mayor probabilidad de desarrollar trastornos musculoesqueléticos, reconocidos como una de las principales afecciones laborales a nivel mundial (EU-OSHA, 2019)

Desde la perspectiva de la Seguridad y Salud en el Trabajo, resulta fundamental identificar y evaluar los factores de riesgo presentes en estos entornos, con el fin de prevenir afectaciones a la salud y mejorar las condiciones laborales. En este sentido, la ergonomía permite analizar la relación entre el trabajador, sus actividades y el entorno de trabajo, promoviendo la adaptación de las condiciones laborales a las capacidades humanas (Dul & Weerdmeester , 2008).

No obstante, en diversas explotaciones mineras, especialmente en aquellas de mediana y pequeña escala, no se aplican evaluaciones ergonómicas sistemáticas que permitan identificar de manera objetiva los riesgos presentes. Esta situación evidencia la necesidad de desarrollar estudios aplicados que aporten información técnica y propuestas de mejora orientadas a la prevención de enfermedades profesionales. En este marco, la presente investigación se enfoca en realizar un análisis ergonómico en trabajadores de interior mina de la empresa Bosque de Oro, contribuyendo al fortalecimiento de la gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo en el sector minero.

1. CAPITULO I. El Problema

En el cantón Camilo Ponce Enríquez, la explotación aurífera ha generado un incremento de beneficios económicos; no obstante, también se ha evidenciado la exposición de los trabajadores a riesgos laborales, especialmente en las labores de interior mina. La limitada aplicación de programas formales de ergonomía y la falta de evaluaciones técnicas periódicas favorecen la aparición de trastornos musculoesqueléticos, principalmente en la región lumbar, cervical y extremidades superiores. Las actividades desarrolladas en minería subterránea se caracterizan por una alta exigencia física, así como por la manipulación constante de herramientas y materiales en condiciones operativas complejas. En este contexto, los trabajadores suelen adoptar posturas forzadas durante periodos prolongados, lo que incrementa la exposición a riesgos ergonómicos y la probabilidad de desarrollar trastornos musculoesqueléticos (ILO, 2015).

En el cantón Camilo Ponce Enríquez, ubicado en la provincia del Azuay, la actividad minera aurífera constituye una fuente relevante de desarrollo económico. No obstante, también implica condiciones laborales que pueden afectar la salud de los trabajadores, especialmente en las labores de interior mina. Estas actividades incluyen tareas como perforación, sostenimiento, carguío y transporte manual de material, las cuales demandan esfuerzo físico elevado y la adopción frecuente de posturas inadecuadas.

A pesar de la importancia de estas actividades, en muchos casos no se realizan evaluaciones ergonómicas sistemáticas que permitan identificar de manera objetiva los factores de riesgo presentes en el entorno laboral. Esta situación favorece la aparición de trastornos musculoesqueléticos, principalmente en la región lumbar, cervical y en las extremidades superiores, afectando tanto la salud de los trabajadores como su desempeño laboral.

1.1. Planteamiento del problema de investigación

En las labores de interior mina de la empresa minera Bosque de Oro, ubicada en el cantón Camilo Ponce Enríquez, los trabajadores se encuentran expuestos de manera constante a riesgos ergonómicos derivados de la adopción de posturas forzadas, la ejecución de movimientos repetitivos y la manipulación manual de cargas.

Sin embargo, no se dispone de un análisis ergonómico aplicado que permita identificar, evaluar y clasificar estos riesgos de manera sistemática. La ausencia de este tipo de evaluación dificulta la implementación de estrategias efectivas de prevención, lo que incrementa la probabilidad de que los trabajadores desarrollen trastornos musculoesqueléticos, reconocidos como una de las principales afecciones dentro del sistema de riesgos laborales en el Ecuador (IESS, 2020).

En este sentido, resulta necesario realizar un estudio que permita analizar las condiciones ergonómicas del trabajo en interior mina y su relación con la salud de los trabajadores, con el fin de generar información que contribuya a la mejora de las condiciones laborales.

1.2. Delimitación del problema

Se ha determinado la siguiente delimitación:

País: Ecuador

Provincia: Azuay

Cantón: Camilo Ponce Enríquez

Espacio: EXPLOTACION MINERA BOSQUE DE ORO BOSOROMIN S.A.

Unidad de Observación: Los trabajadores de interior mina de la mina Bosque de Oro, específicamente aquellos que realizan actividades como: perforación, transporte manual de material, rezagado y sostenimiento

Campo de acción: Riesgos musculoesqueléticos derivados de condiciones ergonómicas en actividades mineras subterráneas.

1.3. Formulación del problema

Para el presente estudio se establece la siguiente formulación del problema:

¿Cuáles son los riesgos musculoesqueléticos presentes en los trabajadores de interior mina de la empresa minera Bosque de Oro del cantón Camilo Ponce Enríquez durante el año 2025, identificados mediante un análisis ergonómico aplicado?

1.4. Sistematización del problema

¿Cuáles son las principales posturas forzadas, movimientos repetitivos y actividades de manipulación manual de cargas que realizan los trabajadores de interior mina?

¿Cuál es el nivel de riesgo ergonómico presente en las tareas desarrolladas en interior mina, según la aplicación de métodos como REBA y RULA?

¿Qué tipo de síntomas musculoesqueléticos presentan los trabajadores de interior mina y con qué frecuencia se manifiestan?

¿Qué relación existe entre los riesgos ergonómicos identificados y la aparición de trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores?

¿En qué medida las condiciones ergonómicas del trabajo influyen en el nivel de exposición a riesgos musculoesqueléticos en interior mina?

El enfoque de la investigación se orientará hacia el análisis ergonómico de las condiciones del trabajo en interior mina, mediante la identificación de factores de riesgo como posturas forzadas, movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas. Asimismo, se evaluará el nivel de riesgo ergonómico a través de métodos reconocidos como REBA y RULA, y se determinará la presencia de síntomas musculoesqueléticos en los trabajadores. Todo ello con la finalidad de establecer la relación entre las condiciones de trabajo y la aparición de trastornos musculoesqueléticos, permitiendo proponer medidas de intervención que mejoren la salud ocupacional y reduzcan los riesgos en la empresa minera Bosque de Oro,

1.5. Determinación del tema

Los riesgos ergonómicos no controlados pueden generar afectaciones a la salud de los trabajadores, lo que afecta directamente el desempeño laboral y su calidad de vida. Además, esto puede influir de forma negativa en la productividad y eficiencia de las operaciones mineras. Por ello es netamente necesario realizar una evaluación ergonómica que identifique los principales riesgos y permita tomar medidas correctivas para la mejora en el entorno laboral, prevenir lesiones y promover un ambiente de trabajo seguro y saludable. El análisis ergonómico constituye una herramienta fundamental dentro de la gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, ya que permite identificar, evaluar y controlar los factores de riesgo que pueden afectar la salud física de los trabajadores.

En el caso de la empresa minera Bosque de Oro, resulta necesario analizar las condiciones de trabajo en interior mina, donde las actividades implican la adopción de posturas inadecuadas, la ejecución de movimientos repetitivos y la manipulación manual

de cargas. Estas condiciones incrementan la probabilidad de desarrollar trastornos musculoesqueléticos, afectando tanto el bienestar de los trabajadores como su desempeño laboral.

La falta de control de los riesgos ergonómicos puede generar consecuencias negativas en la salud, así como en la productividad y eficiencia de las operaciones. Por ello, la realización de una evaluación ergonómica permitirá identificar los principales factores de riesgo y establecer medidas correctivas orientadas a la prevención de lesiones y a la mejora del entorno laboral.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Analizar los riesgos musculoesqueléticos presentes en los trabajadores de interior mina de la empresa minera Bosque de Oro, ubicada en el cantón Camilo Ponce Enríquez, y su relación con la aparición de trastornos musculoesqueléticos en el contexto de la salud ocupacional.

1.6.2. Objetivos específicos

- Identificar las posturas forzadas movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas presentes en las actividades realizadas por los trabajadores de interior mina.
- Evaluar el nivel de riesgo ergonómico en las tareas desarrolladas en interior mina mediante los métodos de REBA y RULA.
- Determinar la presencia de síntomas musculoesqueléticos en los trabajadores mediante el Cuestionario Nórdico Estandarizado.
- Establecer el nivel de exposición a riesgos musculoesqueléticos asociados a las condiciones ergonómicas del trabajo e interior mina.

1.7. Operacionalización de las variables

1.7.1. Variable independiente:

Factores de riesgo ergonómico en actividades de interior mina; se refiere al conjunto de condiciones físicas y organizacionales del trabajo que pueden generar sobrecarga en el sistema musculoesquelético de los trabajadores, tales como posturas forzadas, movimientos repetitivos, manipulación manual de cargas y esfuerzo físico excesivo durante la ejecución de las tareas en interior mina.

1.7.2. Variable dependiente

Presencia de trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores; hace referencia a la aparición de síntomas o afecciones en músculos, articulaciones, tendones y estructuras relacionadas, manifestadas a través de dolor, fatiga, inflamación o limitaciones funcionales, como consecuencia de la exposición a riesgos ergonómicos en el entorno laboral minero. Ver tabla 1

Tabla 1

Operacionalización de las variables dependientes e independientes

VARIABLE	CONCEPTUALIZACIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO
Variable independiente: Factores de riesgo ergonómico en interior mina	Condiciones de trabajo que implican exigencias físicas inadecuadas, ya que incluyen posturas forzadas, movimientos repetitivos, manipulación manual de cargas y sobreesfuerzo; por lo tanto pueden afectar de forma negativa la salud del trabajador. Además, estas situaciones, si no se controlan adecuadamente incrementan el riesgo de desarrollar trastornos musculoesqueléticos.	• Nivel de riesgo ergonómico. • Frecuencia de posturas forzadas. • Repetitividad de movimientos • Nivel de carga física.	• Método REBA • Método RULA • Guía de observación ergonómica

Variable dependiente: Trastornos musculoesqueléticos	Alteraciones en el sistema musculoesqueléticos que afectan la salud del trabajador, ya que se evidencian por la presencia de dolor o molestias en diferentes partes del cuerpo como consecuencia de condiciones laborales inadecuadas; por lo tanto, pueden disminuir el rendimiento laboral. Además, si estas condiciones persisten, es posible que los síntomas se agraven y deriven en trastornos más severos.	• Presencia de dolor musculoesquelético. • Frecuencia de síntomas. • Zonas corporales afectadas • Intensidad de las molestias.	• Cuestionario Nórdico estandarizado. • Encuestas estructuradas.
--	---	---	---

Fuente: Elaboración propia

1.8. Elaboración de Hipótesis

La formulación de hipótesis se orienta el desarrollo de la investigación que establece relaciones probables entre las condiciones ergonómicas del trabajo y la presencia de trastornos musculoesqueléticos.

La hipótesis general plantea que la aplicación de herramientas ergonómicas permitirá identificar niveles significativos de riesgo, mientras que las hipótesis específicas buscan comprobar la relación entre posturas forzadas, manipulación manual de cargas y la aparición de molestias físicas en trabajadores mineros. Estas hipótesis serán contrastadas mediante la aplicación de instrumentos estandarizados y análisis estadístico descriptivo. Ver tabla 2

- La presencia de posturas forzadas, movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas incrementa el nivel de riesgo ergonómico en los trabajadores de interior mina.

- A mayor nivel de riesgo ergonómico evaluado mediante los métodos REBA y RULA, mayor es la probabilidad de aparición de síntomas musculoesqueléticos de los trabajadores.
- La exposición prolongada a condiciones ergonómicas inadecuadas afecta negativamente la salud ocupacional y el desempeño laboral de los trabajadores de interior mina.

Tabla 2

Matriz de consistencia

VARIABLE	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Factores de riesgo ergonómico en interior mina	Identificar las posturas forzadas, movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas presentes en las actividades realizadas por los trabajadores de interior mina.	La presencia de factores de riesgo ergonómico incrementa el nivel de exposición a riesgos musculoesqueléticos en los trabajadores	- Nivel de riesgo ergonómico (REBA / RULA) - % de trabajadores expuestos a posturas forzadas - % de movimientos repetitivos - % de manipulación de cargas	- Método REBA - Método RULA - Guía de observación
Factores de riesgo ergonómico en interior mina	Evaluar el nivel de riesgo ergonómico en las tareas desarrolladas en interior mina mediante los métodos de REBA y RULA.	A mayor nivel de riesgo ergonómico, mayor probabilidad de desarrollar trastornos musculoesqueléticos	- Clasificación del riesgo (bajo, medio, alto, muy alto) - Puntajes REBA y RULA - Puntajes REBA y RULA	(bajo, medio, alto, muy alto) - Puntajes REBA y RULA - Método REBA - Método RULA
Trastornos musculoesqueléticos	Determinar la presencia de síntomas musculoesqueléticos en los trabajadores mediante el	La exposición a riesgos ergonómicos influye en la aparición de síntomas musculoesqueléticos	- % de trabajadores con dolor - Frecuencia de síntomas	- Cuestionario Nórdico Estandarizado

	Cuestionario Nórdico Estandarizado.		- Zonas corporales afectadas - Intensidad del dolor	
Trastornos musculoesqueléticos	Establecer el nivel de exposición a riesgos musculoesqueléticos asociados a las condiciones ergonómicas del trabajo e interior mina.	La exposición prolongada a condiciones ergonómicas inadecuadas afecta la salud ocupacional	- Nivel de exposición (alto, medio, bajo) - % de incidencia de lesiones	- Encuestas - Análisis estadístico

Fuente: Elaboración propia

1.9. Justificación

1.9.1. Justificación práctica

La presente investigación permite identificar de manera objetiva los riesgos ergonómicos presentes en las labores de interior mina, generando información técnica relevante para la toma de decisiones orientadas a la mejora de las condiciones de trabajo. La aplicación de métodos ergonómicos reconocidos facilita la identificación de posturas forzadas, esfuerzos físicos elevados y movimientos repetitivos que pueden no ser detectados de forma empírica en las operaciones mineras.

En este contexto, la identificación de factores de riesgo permite proponer acciones de mejora como el rediseño de tareas, la incorporación de ayudas mecánicas, la reorganización de los espacios de trabajo y la capacitación del personal. La gestión preventiva de riesgos laborales contribuye a la reducción de accidentes y enfermedades profesionales, así como a la sostenibilidad de las actividades productivas (ILO, 2015).

Además, el estudio puede constituirse como una herramienta diagnóstica inicial para la implementación de programas de ergonomía ocupacional en la empresa minera, permitiendo planificar intervenciones progresivas orientadas a mejorar el desempeño laboral y disminuir el desgaste físico de los trabajadores.

Asimismo, la aplicación de medidas ergonómicas contribuye a reducir el ausentismo laboral, disminuir costos asociados a atención médica y optimizar el rendimiento, beneficiando tanto a los trabajadores como a la organización.

1.9.2. Justificación social

Desde el ámbito social, la investigación adquiere relevancia debido a que la actividad minera representa una fuente importante de empleo en el cantón Camilo Ponce Enríquez, donde numerosas familias dependen económicamente de este sector. La presencia de trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores no solo afecta su salud, sino también su entorno familiar y comunitario.

La prevención de enfermedades profesionales contribuye a mejorar la calidad de vida de los trabajadores y a reducir la probabilidad de incapacidades laborales a largo plazo. Los trastornos musculoesqueléticos son reconocidos como una de las principales causas de discapacidad laboral a nivel mundial, generando impactos significativos en el ámbito social y económico (EU-OSHA, 2019).

En este sentido, el fortalecimiento de condiciones laborales seguras promueve una cultura de prevención en las comunidades mineras, incentivando prácticas responsables que protejan la salud de los trabajadores y favorezcan el desarrollo social sostenible.

1.9.3. Justificación científica

Desde la perspectiva científica, la investigación aporta información empírica sobre la aplicación de herramientas ergonómicas en el contexto de la minería subterránea, un sector caracterizado por condiciones laborales exigentes y con limitada evidencia en el ámbito local.

El estudio permite generar datos relacionados con las posturas de trabajo, las cargas físicas y la presencia de síntomas musculoesqueléticos en trabajadores de interior mina, contribuyendo al desarrollo del conocimiento en el campo de la ergonomía

ocupacional. El análisis en contextos específicos facilita la formulación de estrategias preventivas ajustadas a las características reales de cada actividad productiva (Buckele & Devereux , 2002).

Asimismo, esta investigación puede servir como referencia para futuros estudios en el área de Seguridad y Salud en el Trabajo, especialmente en actividades mineras de pequeña y mediana escala en contextos latinoamericanos, donde aún existe limitada documentación científica sobre riesgos ergonómicos.

1.9.4. Justificación legal

El marco normativo ecuatoriano en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo establece la obligación de los empleadores de identificar, evaluar y controlar los riesgos laborales presentes en los ambientes de trabajo, con el fin de garantizar condiciones seguras y proteger la integridad de los trabajadores.

El Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo dispone la implementación de programas de prevención que incluyan la identificación de riesgos ergonómicos y enfermedades profesionales asociadas a las actividades laborales (Ministerio del Trabajo, 2020).

De igual manera, el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social reconoce los trastornos musculoesqueléticos como enfermedades profesionales, lo que evidencia la necesidad de adoptar medidas preventivas que reduzcan su incidencia y los costos asociados a su tratamiento.

En este sentido, el desarrollo del presente estudio contribuye al cumplimiento de la normativa vigente, fortaleciendo la gestión preventiva y promoviendo condiciones laborales seguras en el sector minero.

1.10. Limitaciones

El proyecto investigativo se desarrolla con un total de 40 trabajadores que se considera como personal de interior mina y que ha sido seleccionado de acuerdo a la disponibilidad del mismo que participa diariamente en las actividades que se evalúan dentro de las condiciones ergonómicas que se tiene presente en las tareas que se analizan, el tamaño se limita a generar más resultados en otras poblaciones o contextos del sector minero que tenga otro tipo de características operativas organizacionales o tecnológicas diferentes. Los resultados que se obtienen son la realidad de los trabajadores evaluados en el interior de la mina.

2. CAPITULO II: Marco referencial

2.1. Marco teorico

2.1.1. Antecedentes referenciales

A nivel internacional, la ergonomía aplicada a la minería subterránea ha adquirido relevancia debido a las condiciones exigentes en las que se desarrollan las actividades laborales. Estas incluyen espacios confinados, ventilación limitada y alta demanda física, factores que incrementan la exposición a riesgos ergonómicos.

Diversos estudios han demostrado que los trabajadores de interior mina están expuestos a posturas forzadas, manipulación manual de cargas y movimientos repetitivos, los cuales generan sobrecarga biomecánica y aumentan la probabilidad de desarrollar trastornos musculoesqueléticos (Marras, 2000) (Bernard, 1997) (Dul & Weerdmeester, 2008).

Investigaciones realizadas en países con alta actividad minera evidencian una mayor incidencia de estas afecciones, especialmente en la región lumbar y en las extremidades superiores, asociadas a tareas como perforación y transporte de materiales (Aptel, Cnockaert, & Marsot, 2004) (Torma-Krajewski, Steiner, & Unger, 2008).

En este contexto, la aplicación de métodos ergonómicos como REBA y RULA permite evaluar de manera sistemática las posturas de trabajo, facilitando la identificación de niveles de riesgo y la implementación de medidas preventivas (Hignett & McAtamney, 2000) (McAtamney & Corlett, 1993).

A nivel nacional, aunque existen avances en Seguridad y Salud en el Trabajo, persisten limitaciones en la evaluación ergonómica en minería de pequeña escala, lo que evidencia la necesidad de estudios aplicados en contextos específicos (IESS, 2020) (Ministerio del Trabajo, 2020).

2.1.2. Ergonomía y su relación con la salud ocupacional

La ergonomía es una disciplina científica que busca optimizar la interacción entre el trabajador y su entorno laboral, adaptando las condiciones de trabajo a las capacidades humanas con el fin de mejorar la salud, seguridad y desempeño (IEA, 2020).

Desde la perspectiva de la salud ocupacional, su aplicación permite prevenir enfermedades profesionales, especialmente trastornos musculoesqueléticos, mediante la identificación y control de factores de riesgo presentes en las actividades laborales (OIT, 2019).

En contextos como la minería subterránea, donde las exigencias físicas son elevadas, la ergonomía contribuye a reducir la fatiga, mejorar las condiciones de trabajo y optimizar el rendimiento laboral.

2.1.3. Clasificación de la ergonomía

La ergonomía tiene como objetivo principal adaptar el trabajo al ser humano, promoviendo entornos laborales seguros y eficientes. Sus principales objetivos incluyen la prevención de lesiones, la reducción de la carga física y la mejora del bienestar del trabajador.

Se clasifica en tres tipos:

- **Ergonomía física:** relacionada con posturas, movimientos y manipulación de cargas.
- **Ergonomía cognitiva:** enfocada en procesos mentales como percepción y toma de decisiones.
- **Ergonomía organizacional:** vinculada a la estructura del trabajo y organización de tareas (IEA, 2020).

2.1.4. Ergonomía aplicada a la minería subterránea

La aplicación de la ergonomía en minería subterránea es fundamental debido a las condiciones particulares del entorno, caracterizado por espacios reducidos, ventilación limitada y superficies irregulares.

En este contexto, los trabajadores realizan actividades que implican esfuerzo físico elevado, lo que incrementa la exposición a riesgos ergonómicos. En minería de pequeña escala, esta situación se agrava debido a la limitada mecanización, lo que incrementa la carga física de trabajo (González Córdova & Charro Rodríguez, 2025).

2.1.5. Riesgos ergonómicos en interior mina

Los riesgos ergonómicos en interior mina se derivan principalmente de la adopción de posturas forzadas, la ejecución de movimientos repetitivos y la manipulación manual de cargas.

Estos factores generan una sobrecarga biomecánica que, cuando se mantiene en el tiempo, puede provocar trastornos musculoesqueléticos, especialmente en la región lumbar, cuello y extremidades superiores (OIT, 2019) (INSST, 2021).

2.1.6. Trastornos musculoesqueléticos en minería

Los trastornos musculoesqueléticos son afecciones que afectan músculos, tendones y articulaciones, generalmente asociadas a la exposición prolongada a cargas físicas.

En minería subterránea, estas lesiones se presentan principalmente en la zona lumbar, cuello y hombros, afectando la salud del trabajador y su desempeño laboral (Punnett & Wegman, 2004) (Marras, 2000).

2.1.7. Riesgos ergonómicos en interior mina

Las posturas de trabajo constituyen un factor determinante en la generación de riesgos ergonómicos. En interior mina, es frecuente la adopción de posiciones como flexión del tronco, rotación de la columna o trabajo en cuclillas.

Estas posturas, mantenidas durante periodos prolongados, generan fatiga muscular y aumentan el riesgo de lesiones (Chaffin, Andersson, & Martin, 2006).

2.1.8. Trastornos musculoesqueléticos en minería

Las condiciones de trabajo en minería subterránea incluyen factores como iluminación limitada, ventilación deficiente, humedad elevada y espacios reducidos.

Estas condiciones incrementan la exigencia física y dificultan la adopción de posturas adecuadas, afectando la salud y el rendimiento del trabajador (ILO, 2015) (INSST, 2021).

2.1.9. Posturas de trabajo en interior mina

La evaluación ergonómica permite identificar y analizar los riesgos presentes en el entorno laboral mediante herramientas técnicas estandarizadas.

Entre los principales métodos se destacan:

- REBA: evaluación postural de todo el cuerpo (Hignett & McAtamney, 2000).
- RULA: análisis de extremidades superiores (McAtamney & Corlett, 1993).
- OWAS: clasificación de posturas laborales
- NIOSH: evaluación de manipulación de cargas

- Cuestionario Nórdico: identificación de síntomas musculoesqueléticos (Kuorinka, y otros, 1987).

2.1.10. *Puestos de trabajo y condiciones ambientales en interior mina*

Las intervenciones ergonómicas buscan reducir los riesgos identificados mediante acciones como:

- rediseño de tareas
- uso de ayudas mecánicas
- pausas activas
- capacitación del personal

Estas medidas contribuyen a disminuir la incidencia de lesiones y mejorar las condiciones laborales (WHO, 2021) (NIOSH, 1997).

2.1.11. *Métodos de evaluación ergonómica*

La evaluación ergonómica constituye un proceso técnico fundamental para la identificación, análisis y control de los riesgos laborales asociados a las condiciones de trabajo. En este contexto, existen diversos métodos estandarizados ampliamente utilizados a nivel internacional (Kroemer & Grandjean, 1997) (Bridger, 2009).

Entre los principales métodos se destacan:

- REBA (Rapid Entire Body Assessment): Permite evaluar posturas de todo el cuerpo, considerando factores como fuerza, repetitividad y tipo de movimiento (Hignett & McAtamney, 2000).
- RULA (Rapid Upper Limb Assessment): Se enfoca en el análisis de extremidades superiores, cuello y tronco (McAtamney & Corlett, 1993).

- OWAS (Ovako Working Posture Analysis System): Clasifica posturas laborales y su nivel de riesgo (Karhu, Kansil, & Kourinka, 1977).
- Ecuación de levantamiento NIOSH: Evalúa el riesgo asociado a la manipulación manual de cargas (Waters, Putz-Anderson, Garg, & Fine, 1993).
- Cuestionario Nórdico: Identifica síntomas musculoesqueléticos en diferentes regiones del cuerpo (Kuorinka, y otros, 1987).

Estos métodos permiten cuantificar el nivel de riesgo ergonómico y establecer prioridades de intervención. Además, constituyen herramientas clave para la toma de decisiones en programas de prevención de riesgos laborales (David, 2005) (McGill & Lee, 2016).

2.1.12. Medidas de intervención ergonómica

Las intervenciones ergonómicas comprenden un conjunto de acciones orientadas a eliminar o reducir los riesgos identificados en el entorno laboral. Estas medidas pueden clasificarse en técnicas, organizacionales y formativas.

Entre las principales estrategias se incluyen:

- Rediseño de puestos de trabajo y herramientas.
- Implementación de ayudas mecánicas para la manipulación de cargas.
- Rotación de tareas para evitar sobrecargas.
- Establecimiento de pausas activas.
- Capacitación en técnicas de trabajo seguro.

La evidencia científica demuestra que la implementación de estas medidas reduce significativamente la incidencia de trastornos musculoesqueléticos y mejora el bienestar del trabajador (NIOSH, 1997) (WHO, 2021) (Dul & Weerdmeester , 2008).

2.1.13. Factores de riesgo ergonómico en minería subterránea (ampliado)

Los factores de riesgo ergonómico en minería subterránea están directamente relacionados con las exigencias físicas del trabajo y las limitaciones del entorno. Entre los más relevantes se encuentran: espacios confinados que limitan la movilidad, manipulación manual de cargas pesadas, movimientos repetitivos en tareas operativas, uso prolongado de herramientas vibrátiles, superficies irregulares y jornadas laborales extensas.

Estos factores generan una sobrecarga biomecánica que, al acumularse en el tiempo, incrementa la probabilidad de lesiones. Estudios han demostrado que la exposición simultánea a múltiples factores aumenta exponencialmente el riesgo de trastornos musculoesqueléticos (Bernard, 1997) (Kumar, 2021) (Punnett & Wegman, 2004).

2.1.14. Importancia de la evaluación ergonómica en SST (ampliado)

La evaluación ergonómica es una herramienta preventiva esencial dentro de los sistemas de Seguridad y Salud en el Trabajo. Su aplicación permite identificar riesgos antes de que se conviertan en lesiones, facilitando la implementación de medidas correctivas oportunas.

Diversos estudios señalan que las organizaciones que implementan programas ergonómicos presentan mejores indicadores de productividad y menor incidencia de lesiones (ILO, 2015) (WHO, 2021).

2.1.15. Impacto de los TME en la productividad minera (ampliado)

Los trastornos musculoesqueléticos no solo afectan la salud del trabajador, sino que también generan impactos económicos significativos en las organizaciones. Entre las principales consecuencias se encuentran:

- Incremento del ausentismo laboral.
- Disminución del rendimiento físico.
- Aumento de costos médicos.
- Rotación de personal.
- Reducción de la productividad.

Según estudios internacionales, los TME representan una de las principales causas de pérdida de días laborales y costos asociados en el sector industrial (Punnett & Wegman, 2004) (Marras, 2000) (Kumar, 2021).

2.1.16. Programas de prevención ergonómica

Los programas de prevención ergonómica constituyen una estrategia integral orientada a la reducción de riesgos laborales y a la mejora de las condiciones de trabajo, mediante la identificación, evaluación y control de factores que pueden afectar la salud del trabajador. Estos programas incluyen la realización de evaluaciones periódicas de riesgos, la capacitación continua del personal en prácticas seguras, la rotación de tareas para evitar la sobrecarga física, la implementación de pausas activas que permitan la

recuperación muscular, y la mejora de herramientas y equipos de trabajo para optimizar su uso. La aplicación sistemática de estas acciones contribuye significativamente a disminuir la incidencia de lesiones musculoesqueléticas, promover el bienestar de los trabajadores y mejorar la calidad de vida laboral, fortaleciendo al mismo tiempo la eficiencia en los procesos productivos (NIOSH, 1997) (WHO, 2021) (ILO, 2015).

2.1.17. *Importancia de la capacitación ergonómica (ampliado)*

La capacitación en ergonomía constituye un componente fundamental en la prevención de riesgos laborales, ya que permite a los trabajadores identificar oportunamente los peligros asociados a sus actividades y adoptar prácticas seguras en el desarrollo de sus tareas. A través de la formación continua, se promueve la adopción de posturas correctas, se reduce la probabilidad de sobreesfuerzos físicos y se fortalece la cultura preventiva dentro del entorno laboral. Asimismo, la capacitación fomenta la participación activa de los trabajadores en la gestión de los riesgos, contribuyendo a la mejora de las condiciones de trabajo y al cuidado de su salud. En este sentido, diversos autores coinciden en que la formación ergonómica continua no solo incrementa la seguridad laboral, sino que también aporta a la sostenibilidad organizacional al optimizar el desempeño y reducir la incidencia de lesiones musculoesqueléticas (Sanders & McCormick, 1993) (Bridger, 2009) (Helander, 2006).

2.2. Marco conceptual

- **Ergonomía:** Ciencia que estudia la interacción entre el trabajador, las herramientas, equipos y el ambiente laboral, con el propósito de adaptar el trabajo a las capacidades físicas y psicológicas del ser humano para optimizar la Seguridad, Salud y eficiencia en el Trabajo (IEA, 2020).

- **Riesgo ergonómico:** Probabilidad de que un trabajador sufra una lesión o enfermedad ocasionada por factores relacionados con posturas inadecuadas, movimientos repetitivos, manipulación manual de cargas o condiciones físicas deficientes del entorno laboral (Bernard, 1997).
- **Trastornos musculoesqueléticos (TME):** Conjunto de afecciones que afectan músculos, tendones, nervios, articulaciones y estructuras óseas, asociadas frecuentemente a la realización de tareas físicas exigentes o posturas prolongadas durante la jornada laboral (Punnett & Wegman, 2004).
- **Evaluación ergonómica:** Proceso técnico mediante el cual se identifican, analizan y valoran los riesgos derivados de las condiciones de trabajo para proponer medidas preventivas y correctivas.
- **Condiciones de trabajo:** Conjunto de factores físicos, ambientales y organizacionales que influyen en la ejecución de las actividades laborales.
- **Prevención de riesgos laborales:** Conjunto de acciones orientadas a evitar accidentes y enfermedades profesionales mediante el control sistemático de los riesgos presentes en el entorno laboral.
- **Pausas activas:** Periodos cortos de descanso durante la jornada laboral en los cuales se realizan ejercicios de estiramiento y relajación muscular para reducir la fatiga.
- **Productividad laboral:** Relación entre el rendimiento del trabajador y los recursos empleados en la producción, influenciada por las condiciones de trabajo y el estado de salud del personal.

- **Minería subterránea:** Actividad extractiva que se desarrolla bajo la superficie terrestre mediante túneles y galerías, caracterizada por condiciones ambientales complejas, limitaciones de espacio y riesgos operacionales elevados (ILO, 2015). A continuación, se describen los riesgos musculoesqueléticos en consideración a la actividad que realizan los trabajadores en interior mina:
- **Perforación:** Actividad que en interior mina implica posturas inclinadas del tronco, vibración constante y esfuerzo sostenido de miembros superiores, generando carga biomecánica significativa en región lumbar y hombros. El método RULA permite evaluar la sobrecarga en extremidades superiores, mientras que REBA analiza el impacto postural global (Hignett & McAtamney, 2000).
- **Sostenimiento:** Labor que requiere trabajo frecuente con brazos elevados y cuello en extensión, produciendo sobrecarga en musculatura cervical y de hombros. Las posturas estáticas prolongadas incrementan el riesgo de lesiones por esfuerzo repetitivo (McAtamney & Corlett, 1993).
- **Carguío manual:** Actividad que implica manipulación de cargas con flexión de tronco y esfuerzo lumbar significativo. La manipulación manual de cargas constituye uno de los principales factores de riesgo para lesiones en la columna vertebral (OIT, 2019).
- **Transporte manual de material:** Actividad que combina levantamiento y desplazamiento de cargas en superficies irregulares, aumentando la exigencia sobre columna lumbar y miembros inferiores. La exposición continua puede generar lesiones crónicas si no se implementan medidas correctivas (OMS, 2022).

2.3. Marco legal

Se fundamenta en la normativa ecuatoriana vigente relacionada con la Seguridad y Salud en el Trabajo, la cual establece la obligación de los empleadores de identificar, evaluar y controlar los riesgos presentes en el ambiente laboral, incluidos los riesgos ergonómicos.

El Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo dispone la implementación obligatoria de programas de prevención que contemplen la identificación y evaluación de riesgos laborales, así como la adopción de medidas preventivas orientadas a proteger la salud de los trabajadores, dentro de las cuales se incluye la evaluación ergonómica de los puestos de trabajo (Ministerio del Trabajo, 2020).

De igual forma, el Seguro General de Riesgos del Trabajo, administrado por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, reconoce a los trastornos musculoesqueléticos de origen laboral como enfermedades profesionales, siempre que exista relación directa con condiciones de trabajo inadecuadas o exposición prolongada a factores de riesgo ergonómico (IESS, 2020). Esta normativa refuerza la necesidad de prevenir dichas afecciones mediante sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional.

En el ámbito internacional, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) establece lineamientos específicos para garantizar condiciones seguras y saludables en la minería subterránea, promoviendo la prevención de riesgos físicos y ergonómicos derivados de la carga física, posturas forzadas y manipulación manual de cargas (ILO, 2015).

La actividad minera en el Ecuador se encuentra regulada por un conjunto de normas que buscan garantizar la Seguridad, Salud y bienestar de los Trabajadores, así como una explotación responsable de los recursos naturales. En este contexto, la evaluación ergonómica y la prevención de riesgos laborales constituyen obligaciones legales para las empresas mineras.

2.3.1. Constitución de la República del Ecuador

Reconoce el derecho al trabajo en condiciones dignas, seguras y saludables, garantizando la protección de la integridad física y la salud de las personas trabajadoras. Asimismo, establece el deber del Estado de promover la prevención de riesgos laborales y enfermedades profesionales (Asamblea Nacional del Ecuador., 2008).

2.3.2. Código del Trabajo

Establece la obligación del empleador de garantizar condiciones adecuadas de Seguridad y Salud en el Trabajo, adoptando medidas preventivas que reduzcan el riesgo de accidentes y enfermedades profesionales. Además, dispone la provisión de equipos adecuados y la implementación de acciones preventivas en los lugares de trabajo (Asamblea Nacional del Ecuador, 2005).

2.3.3. Ley de Minería del Ecuador

Regula las actividades mineras y determina responsabilidades específicas para los titulares de concesiones, entre ellas la aplicación de normas técnicas de seguridad y salud, orientadas a la prevención de riesgos laborales en operaciones mineras, incluyendo las labores subterráneas (Asamblea Nacional del Ecuador, 2009).

2.3.4. Normativa del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS)

Establece mecanismos para la prevención, control y reparación de daños derivados de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, exigiendo a las empresas la implementación de sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo que incluyan el control de riesgos ergonómicos (IESS, 2020).

3. CAPITULO III. Metodología

El estudio se realiza bajo un paradigma cuantitativo, con un sesgo hacia la medición objetiva de riesgos musculoesqueléticos en trabajadores de mina subterránea, basado en el uso de técnicas ergonómicas homogénea. Se trata de un tipo de investigación aplicada puesto que pretende proporcionar soluciones a los problemas diagnosticados en las condiciones de trabajo, cómo un diseño no experimental y transversal dado que las variables estudien en su medio natural sin manipularse y en un momento determinado. El trabajo se desarrolla en un nivel descriptivo-analítico permitiendo no sólo identificar los factores de riesgo ergonómico, si no también evaluar su asociación con los trastornos musculoesqueléticos. Para ello, se tiene en consideración una población de trabajadores de interior mina, a partir de la cual se extrae una muestra siguiendo determinados criterios de inclusión y exclusión.

La metodología abarca la recolección de datos en terreno, seguida de su evaluación y análisis mediante herramientas tales como los métodos de REBA y RULA para evaluar el riesgo ergonómico y el Cuestionario Nórdico Estandarizado para reconocer síntomas musculoesqueléticos. Luego, los resultados son analizados utilizando estadística descriptiva con la finalidad de determinar niveles de riesgo y patrones de daños. Como muestra en la figura uno está conformación es articulada de forma sistemática, muestra la consistencia desde el enfoque, diseño, instrumentos hasta el análisis de datos asegurando la validez de la investigación. Ver Figura 1.

Figura 1

Hilo conductor de la investigación



Fuente: Elaboración propia.

3.1. Enfoque de la investigación

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, debido a que se orientó a la medición objetiva de los riesgos musculoesqueléticos presentes en los trabajadores de interior mina. Este enfoque permitió recolectar datos numéricos mediante instrumentos estandarizados y analizarlos a través de procedimientos estadísticos, facilitando la identificación de patrones y niveles de riesgo en las actividades laborales evaluadas.

La elección de este enfoque responde a la necesidad de obtener resultados verificables y comparables, que permitan establecer relaciones entre las condiciones ergonómicas del trabajo y la presencia de sintomatología musculoesquelética en la población de estudio. Ver Figura 2 y Figura 3.

Figura 2

Condiciones del entorno y espacios confinados



Figura 3

Tareas de perforación y esfuerzo de miembros superiores.



Adicionalmente, se utilizó el Cuestionario Nórdico Estandarizado de Sintomatología Musculoesquelética, instrumento validado internacionalmente para la detección de molestias o dolores en diferentes segmentos corporales durante los últimos 12 meses y los últimos 7 días (Kuorinka, y otros, 1987). Este cuestionario complementó la evaluación postural con información directa proporcionada por los trabajadores, identificando la prevalencia de síntomas en regiones como cuello, hombros, espalda y extremidades inferiores. La integración de los resultados del cuestionario con los

puntajes obtenidos mediante REBA y RULA fortaleció el análisis cuantitativo y permitió establecer la relación entre la exposición ergonómica y la sintomatología reportada por los trabajadores evaluados.

3.2. Diseño de técnicas de recolección de información

Es de tipo aplicada, dado que buscó generar soluciones prácticas orientadas a la prevención de riesgos musculoesqueléticos a partir del análisis ergonómico realizado en un contexto laboral real (Tamayo y Tamayo, 2012).

El diseño de la investigación es no experimental y transversal, ya que las variables no fueron manipuladas y la recolección de datos se realizó en un único momento durante el año 2025, observando las condiciones reales de trabajo de los participantes (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, & Baptista-Lucio, 2014).

El nivel investigativo es descriptivo–analítico, puesto que se describieron las condiciones ergonómicas presentes en el trabajo de interior mina y se analizaron los factores de riesgo musculoesquelético asociados a las tareas realizadas por los trabajadores evaluados (Arias, 2012).

3.2.1. Área y lugar de estudio

Se desarrolló en la empresa minera Bosque de Oro del cantón Camilo Ponce Enríquez, ubicada en la provincia del Azuay, Ecuador. El área específica de estudio corresponde a las labores de interior mina, donde los trabajadores realizan actividades de perforación, sostenimiento, transporte manual de material y uso de herramientas, propias de la minería subterránea.

3.3. . Población y muestra

3.3.1. Población

La población estuvo conformada por todos los trabajadores que realizan labores de interior mina en la empresa minera Bosque de Oro, ubicada en el cantón Camilo Ponce Enríquez. La población total corresponde a 40 trabajadores, por lo que se considero a la totalidad de ellos como muestra de estudio

3.3.2. Muestra

La muestra fue constituida por 40 trabajadores de interior mina, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, se consideró criterios de accesibilidad, disponibilidad y cumplimiento de las funciones propias del trabajo subterráneo.

3.3.3. Criterios de inclusión

- Trabajadores que realizan actividades de interior mina.
- Antigüedad mínima de seis meses en el puesto de trabajo.
- Aceptación voluntaria para participar en el estudio.

3.3.4. Criterios de exclusión

- Trabajadores administrativos o de superficie.
- Trabajadores con lesiones traumáticas recientes no relacionadas con el trabajo.

3.4. Técnicas de análisis de datos

Los datos recolectados estuvieron organizados en matrices y fueron analizados mediante la estadística descriptiva, se utilizó frecuencias, porcentajes y niveles de riesgo, lo cual permitió interpretar la magnitud de los riesgos musculoesqueléticos identificados (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, & Baptista-Lucio, 2014).

Para una correcta obtención de datos precisos y verificables se utilizó las siguientes técnicas e instrumentos:

3.4.1. Técnicas

- **Observación directa:** de las tareas realizadas por los trabajadores durante la jornada laboral (Arias, 2012).
- **Encuesta:** para la identificación de síntomas musculoesqueléticos.

3.4.2. Instrumentos

- **Método REBA (Rapid Entire Body Assessment):** se utilizó para evaluar el nivel de riesgo asociado a posturas de cuerpo completo, ampliamente recomendado para actividades con alta carga física, como la minería (Hignett & McAtamney, 2000).
- **Método RULA (Rapid Upper Limb Assessment):** se aplicó para el análisis de posturas de extremidades superiores durante tareas específicas (Hignett & McAtamney, 2000).
- **Cuestionario Nórdico Estandarizado:** se empleó para identificar la presencia de molestias musculoesqueléticas en diferentes segmentos corporales durante los últimos 12 meses y los últimos 7 días (Kuorinka, y otros, 1987).

En el presente proyecto de investigación se utilizó el método REBA, el método RULA y el Cuestionario Nórdico porque resultó pertinente y coherente permitiendo la identificación de los riesgos musculoesqueléticos presente en los trabajadores de interior mina durante el año 2025. La elección del método REBA evaluó de manera integral las posturas adoptadas durante las actividades mineras, considerando la participación de

todo el cuerpo en tareas que implican flexión, rotación y trabajo en espacios reducidos (Waters, Putz-Anderson, Garg, & Fine, 1993). Por su parte, el método RULA complementó el análisis al enfocarse específicamente en las extremidades superiores, las cuales presentaron una alta exposición debido al uso constante de herramientas y movimientos repetitivos.

Asimismo, la aplicación del Cuestionario Nórdico brindó la facilidad de identificar la presencia y localización de síntomas musculoesqueléticos desde la percepción directa de los trabajadores, aportando información subjetiva que fortaleció al diagnóstico ergonómico.

En conjunto, estos tres instrumentos proporcionaron una evaluación integral que combinaron el análisis postural objetivo con la sintomatología reportada, garantizando una identificación más precisa de los factores de riesgo presentes en el entorno laboral del interior de la mina. Los resultados obtenidos a través de los métodos REBA y RULA se clasificaron según los niveles de acción establecidos por cada metodología. A continuación, en la **Tabla 3** se realiza un análisis comparativo de los métodos ergonómicos de inclusión y exclusión que fueron aplicados en el interior de la mina de la empresa minera Bosque de Oro.

Tabla 3

Análisis comparativo de métodos ergonómicos de inclusión y exclusión en interior mina

Método	Tipo de evaluación	Segmentos corporales evaluados	Ventajas	Limitaciones	Pertinencia en interior mina
REBA	Observacional – Postural	Cuerpo completo (cuello, tronco, piernas, miembros superiores)	Evaluación integral, determinó el nivel de riesgo y prioridad de acción, útil en tareas dinámicas	Requirió observación detallada y correcta estimación de ángulos	Alta pertinencia, ya que las labores mineras implican posturas forzadas y movimientos combinados
RULA	Observacional – Postural	Miembros superiores (hombros, brazos, muñecas) y parte de cuello y tronco	Análisis específico de extremidades superiores, útil en tareas repetitivas o estáticas	No evaluó completamente miembros inferiores	Complementario a REBA para tareas con uso intensivo de herramientas manuales
Cuestionario o Nórdico	Autorreporte de sintomatología	Diferentes regiones anatómicas (cuello, hombros, espalda, extremidades)	Identificó la presencia, frecuencia y localización del dolor; fácil aplicación	Subjetivo, depende de la percepción del trabajador	Permitió correlacionar síntomas con resultados posturales en trabajadores mineros
OWAS	Observacional – Clasificación postural	Espalda, brazos y piernas	Método sencillo y rápido	Menor nivel de detalle comparado con REBA	No se utilizó por ofrecer menor sensibilidad para análisis detallado en minería
Ecuación NIOSH	Evaluación de levantamiento manual de cargas	Zona lumbar principalmente	Determina peso límite recomendado y riesgo por levantamiento	Requiere condiciones estandarizadas y mediciones precisas	No se aplicó por la variabilidad de tareas y condiciones no estandarizadas en interior mina

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Procedimiento del proyecto de la investigación

- Autorización de la empresa minera para la ejecución del estudio.
- Socialización del objetivo de la investigación con los trabajadores.
- Observación directa de las tareas de interior mina.
- Evaluación ergonómica mediante los métodos REBA y RULA.
- Aplicación del Cuestionario Nórdico Estandarizado.
- Registro y sistematización de la información obtenida.
- Análisis de resultados y formulación de propuestas de mejora ergonómica.

3.6. Consideraciones éticas

La investigación respetó los principios éticos de confidencialidad, anonimato y consentimiento informado, garantizando que la información obtenida será utilizada exclusivamente con fines académicos y de mejora de las condiciones laborales (OPS, 2017).

3.7. Recursos de la investigación

3.7.1. Recursos humanos

Para el desarrollo de la presente investigación se contó con la participación de los siguientes actores:

- Investigadores principales (maestranter), responsables de la planificación, ejecución y análisis del estudio.

- Cuarenta (40) trabajadores de interior mina Bosque de Oro del cantón Camilo Ponce Enríquez, quienes constituyen la muestra de estudio.
- Asesor académico, encargado de la orientación metodológica y revisión del trabajo de investigación.

La participación del recurso humano es fundamental para la obtención de información válida y confiable, especialmente en estudios de carácter aplicado y de campo (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, & Baptista-Lucio, 2014).

3.7.2. Recursos materiales

Entre los recursos materiales necesarios para la ejecución de la investigación se consideró:

- Fichas de observación ergonómica para la aplicación de los métodos REBA y RULA.
- Formularios impresos del Cuestionario Nórdico Estandarizado.
- Equipos de protección personal (casco, botas, lámpara, chaleco reflectivo), necesarios para el ingreso seguro a interior mina.
- Material de oficina (hojas, esferos, carpetas).
- Equipo informático para el procesamiento y análisis de datos.

El uso adecuado de recursos materiales garantiza la correcta aplicación de los instrumentos y la seguridad del investigador durante el trabajo de campo (ILO, 2015).

3.7.3. Recursos tecnológicos

- Computadora portátil.

- Software de hoja de cálculo (Microsoft Excel o equivalente) para el análisis estadístico descriptivo.
- Procesador de texto para la redacción del informe final.

El apoyo tecnológico facilitó la organización, análisis e interpretación de los datos recolectados en investigaciones cuantitativas (Arias, 2012).

3.7.4. Presupuesto

El presupuesto estimado para la ejecución de la investigación se presenta considerando costos directos y operativos necesarios para el desarrollo del estudio. Ver Tabla 4.

Tabla 4

Presupuesto detallado para la fase de recolección de análisis de datos

Concepto	Costo estimado (USD)
Impresión de cuestionarios y fichas	50
Material de oficina	30
Equipos de protección personal	120
Movilización al sitio de estudio	150
Procesamiento de datos	50
Contingencias	50
Total estimado	450 USD

Fuente: Elaboración Propia

La estimación presupuestaria permitió planificar de manera eficiente los recursos económicos necesarios para el desarrollo de investigaciones aplicadas en contextos laborales (Tamayo y Tamayo, 2012).

3.8. Cronograma de actividades

El cronograma se organizó en función de las etapas metodológicas de la investigación, considerando un periodo de ejecución durante el año 2025. Ver Tabla 5.

Tabla 5

Cronograma de hitos y actividades para el desarrollo del estudio ergonómico

Actividades	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Revisión bibliográfica	X			
Elaboración de instrumentos	X			
Autorizaciones institucionales	X			
Aplicación de cuestionarios		X		
Evaluación REBA y RULA		X		
Análisis de datos			X	
Elaboración de propuestas ergonómicas			X	
Redacción del informe final				X
Revisión y correcciones				X

Fuente: Elaboración propia

La planificación temporal permitió asegurar el cumplimiento ordenado de cada fase del proceso investigativo (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, & Baptista-Lucio, 2014).

4. CAPITULO IV: Análisis e Interpretación de Resultados

Se indican los resultados obtenidos mediante la aplicación de observación directa, los métodos REBA y RULA y el cuestionario Nórdico, con el fin de identificar los niveles de riesgo musculoesquelético del personal operativo de interior mina en la empresa minera Bosque de Oro.

Los hallazgos se organizaron en:

- Frecuencia de síntomas musculoesqueléticos por región corporal.
- Evaluación ergonómica de posturas mediante REBA y RULA.
- Correlación entre síntomas reportados y riesgos posturales.
- Discusión en relación con antecedentes nacionales e internacionales.

4.1. Frecuencia de síntomas musculoesqueléticos

La zona lumbar (67%) y los hombros (55%) constituyen las áreas corporales con mayor afectación, lo cual coincide con diversos estudios que identifican la flexión frecuente del tronco y la manipulación repetitiva de cargas como factores determinantes en la aparición de trastornos musculoesqueléticos en la minería subterránea.

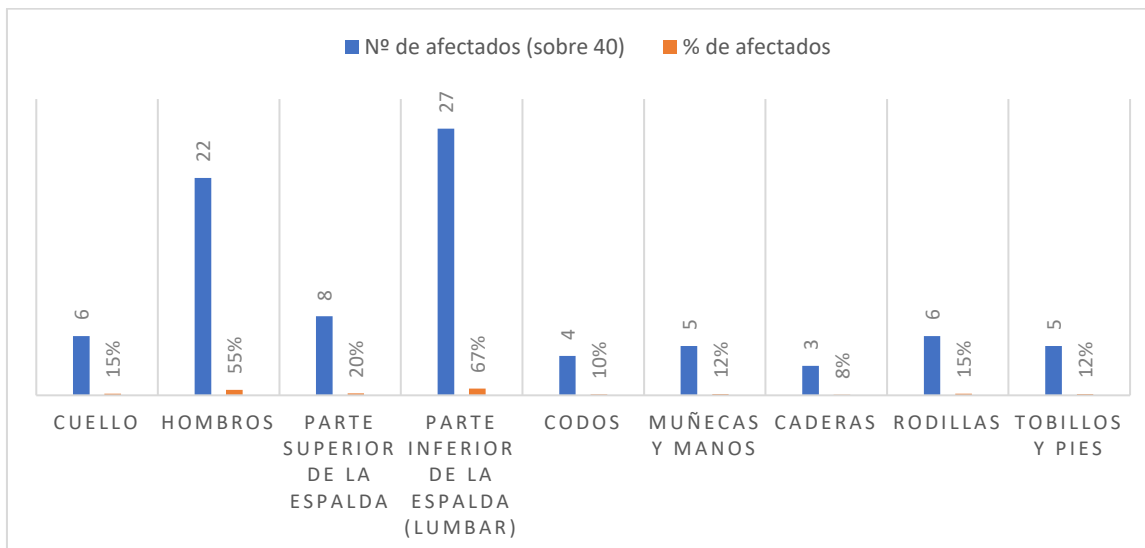
- La región lumbar (27 afectados, 67%) es la más afectada, seguida de los hombros (22 afectados, 55%). Esto coincide con estudios que señalan que la flexión constante del tronco y la manipulación repetitiva de cargas constituyen factores determinantes en el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos en la minería subterránea.

- Las regiones de cuello, parte superior de la espalda, rodillas y tobillos/pies muestran afectación moderada (10–20%). Esto refleja tareas que implican flexión prolongada, postura estática y movimientos repetitivos.

Las zonas como codos, muñecas, manos y caderas presentan afectación baja (8–12%). Aunque los síntomas son menores, deben considerarse en planes de prevención ergonómica. Ver en la Figura 4.

Figura 4

Interpretación de la aplicación del cuestionario nórdico.



El Cuestionario Nórdico permitió identificar molestias musculoesqueléticas en los últimos 12 meses. Ver Tabla 6.

Tabla 6

Cuestionario Nórdico, con prevalencia de síntomas musculoesqueléticos por segmentos corporales en la muestra de estudio (n=40).

Región corporal	Nº de afectados (sobre 40)	% de afectados
Cuello	6	15%
Hombros	22	55%
Parte superior de la espalda	8	20%
Parte inferior de la espalda (lumbar)	27	67%
Codos	4	10%
Muñecas y manos	5	12%
Caderas	3	8%
Rodillas	6	15%
Tobillos y pies	5	12%

Fuente: Elaboración propia,

4.2. Evaluación de posturas laborales mediante REBA

El transporte manual de cargas se identifica como la actividad más crítica, lo que evidencia que la manipulación de materiales en espacios confinados constituye uno de los principales factores de riesgo para la aparición de trastornos musculoesqueléticos. Ver tabla 7.

Tabla 7

Evaluación de posturas laborales mediante REBA, mediante la evaluación de la carga postural y determinación de urgencia de intervención por tarea crítica.

Tarea crítica	Región corporal	Puntaje REBA	Nivel de riesgo	Urgencia de intervención	Observación sobre 40 trabajadores
Transporte manual	Lumbar	10	Muy alto	Inmediato	27/40 trabajadores presentan síntomas en lumbar (67%), confirmando la criticidad

Tarea crítica	Región corporal	Puntaje REBA	Nivel de riesgo	Urgencia de intervención	Observación sobre 40 trabajadores
Perforación	Hombros	8	Alto	Alto	22/40 afectados (55%), tareas en altura y manipulación repetitiva
Rezagado	Extremidades superiores	7	Medio-Alto	Moderado	11/40 afectados (27%), movimientos de brazos y carga ligera
Preparación de explosivos	Tronco y cuello	6	Medio-Alto	Moderado	6–8/40 afectados (15–20%), flexión prolongada del tronco
Limpieza de galerías	Extremidades inferiores	5	Medio	Bajo	12/40 afectados (31%), postura de agachado y permanencia de pie

Fuente: Elaboración propia.

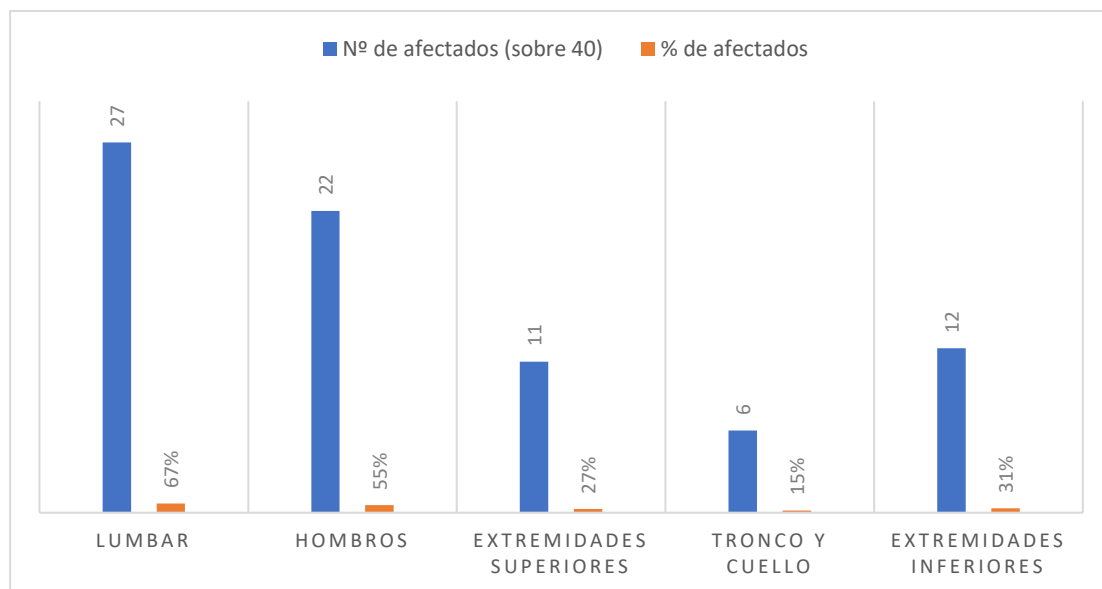
- **Lumbar / transporte manual:** Al ser la tarea crítica; se observó que el 67% de los trabajadores reporta síntomas y los niveles de riesgo REBA es máximo. Esto confirma que la manipulación de cargas en espacios confinados es el principal factor de riesgo musculoesquelético.
- **Hombros / perforación:** Riesgo alto y síntomas significativos (55%). Se debe priorizar la ergonomía en la altura de trabajo y la rotación de tareas para evitar sobrecarga.
- **Extremidades superiores / rezagado:** Riesgo medio-alto; los movimientos repetitivos generaron molestias moderadas en 27% de los trabajadores.
- **Tronco y cuello / preparación de explosivos:** Riesgo medio-alto y síntomas menores (15 al 20%); la flexión prolongada del tronco requiere pausas activas y ejercicios de movilidad.

- **Extremidades inferiores / limpieza de galerías:** Riesgo medio, síntomas moderados (31%). Se recomienda calzado ergonómico y pausas para reducir fatiga.

El análisis muestra una clara correlación entre nivel de riesgo postural y frecuencia de síntomas musculoesqueléticos, destacando que las tareas de transporte manual y perforación requieren intervención inmediata, mientras que rezagado, preparación de explosivos y limpieza de galerías presentan riesgo moderado o bajo, recomendando medidas de prevención secundaria y pausas activas. Ver Figura 5 y Figura 6.

Figura 5

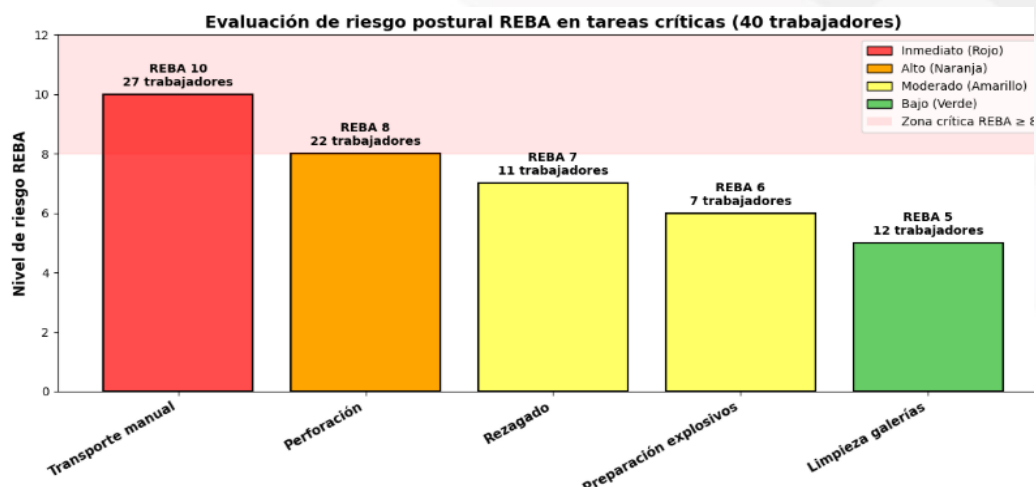
Interpretación de la aplicación del método REBA.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6

Evaluación de riesgo postural REBA.



Fuente: Elaboración propia

4.3. Evaluación de posturas mediante RULA

Para la evaluación de posturas mediante la aplicación del método RULA se tuvo en consideración la tarea más crítica (transporte manual) la cual fue determinada mediante el método REBA la misma que presenta el mayor riesgo postural, coincidiendo con la alta frecuencia de síntomas en la región lumbar. El puntaje promedio indica la necesidad de aplicar acciones correctivas para prevenir trastornos musculoesqueléticos. Ver tabla 8, 9 y 10.

Puntaje: 5-6

Nivel de riesgo: Alto

Acción requerida: cambios necesarios

Puntaje RULA promedio: 5

Formato de Evaluación – Método RULA (Resultados promedio de 40 empleados)

Actividad evaluada: Transporte manual de cargas

Tabla 8

Desglose de puntuaciones por segmento corporal en la tarea de transporte manual

(Método REBA).

Segmento corporal	Posición observada	Puntaje
Brazo superior	Elevado y separado del cuerpo al cargar material	3
Antebrazo	Flexión mayor a 100° durante el transporte	2
Muñeca	Flexionada con ligera desviación	2
Cuello	Inclinación hacia adelante	3
Tronco	Flexión moderada al levantar y transportar carga	4
Piernas	Apoyo inestable durante el desplazamiento	2

Fuente: Elaboración propia

4.3.1. Factores adicionales

Tabla 9

Identificación de factores de riesgo disergonómicos presentes en el puesto de trabajo

Factor	Sí / No
Uso de fuerza	Sí
Movimientos repetitivos	Sí

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

Niveles de actuación y criterios de valoración del riesgo mediante el método RULA.

Puntaje	Nivel de riesgo	Acción requerida
1–2	Bajo	No requiere acción
3–4	Medio	Revisar postura
5–6	Alto	Cambios necesarios
7	Muy alto	Cambios inmediatos

Fuente: Elaboración propia

La aplicación del método RULA a una muestra de 40 empleados evidenció un puntaje promedio de 5, lo cual indica la presencia de riesgos ergonómicos importantes, que requieren acciones correctivas para evitar la aparición de trastornos musculoesqueléticos.

Se evidencia que durante el transporte manual de cargas los trabajadores adoptan posturas forzadas del tronco, brazos y cuello, además de realizar movimientos repetitivos y aplicar fuerza de manera constante. Estas condiciones generan sobrecarga física, especialmente en la región lumbar y extremidades superiores, aumentando la probabilidad de fatiga y lesiones laborales.

En consecuencia, el análisis confirma la necesidad de implementar medidas correctivas ergonómicas, como capacitación en técnicas adecuadas de manipulación de cargas, reorganización de tareas, pausas activas y uso de ayudas mecánicas, con el fin de mejorar la seguridad y salud laboral.

4.4. Correlación entre síntomas y riesgo postural

Se compararon los resultados del Cuestionario Nórdico con REBA y RULA, como se aprecia en la Tabla 11.

Tabla 11

Correlación entre el cuestionario nórdico. REBA y RULA

Región corporal	% síntomas	Nivel REBA	Nivel RULA
Lumbar	67.5%	Muy alto	Nivel 4
Hombros	55%	Alto	Nivel 3
Extremidades superiores	20%	Medio-alto	Nivel 3
Extremidades inferiores	15%	Medio	Nivel 2

Fuente: Elaboración propia

Existe una alta correlación entre posturas de alto riesgo y presencia de síntomas musculoesqueléticos, especialmente en transporte manual de cargas y tareas que implican flexión prolongada del tronco.

La evaluación ergonómica realizada mediante los métodos REBA, RULA y el Cuestionario Nórdico permitió identificar de manera integral los riesgos musculoesqueléticos presentes en las actividades operativas analizadas. Los resultados evidencian que las tareas de transporte manual y manipulación de cargas concentran los niveles más altos de riesgo, debido a la adopción de posturas forzadas, aplicación constante de fuerza y repetitividad de movimientos. Ver tabla 12.

El método RULA mostró un puntaje de 5, evidenciando condiciones posturales que requieren intervención, mientras que el método REBA identificó niveles de riesgo elevados en actividades que implican flexión del tronco y levantamiento manual de cargas, confirmando la existencia de posturas críticas durante la jornada laboral. Por su parte, el Cuestionario Nórdico reflejó una alta frecuencia de molestias musculoesqueléticas, principalmente en la región lumbar, hombros y extremidades superiores, coincidiendo con las zonas corporales sometidas a mayor carga física durante el trabajo. Ver figura 7.

La coincidencia de resultados entre los tres instrumentos confirma que los trabajadores se encuentran expuestos a riesgos ergonómicos significativos que pueden derivarse en trastornos musculoesqueléticos si no se aplican medidas correctivas oportunas. En consecuencia, se determina la necesidad de implementar un programa de intervención ergonómica que incluya capacitación en manipulación segura de cargas, mejoras en la organización del trabajo, pausas activas y uso de ayudas mecánicas, con el fin de proteger la salud de los trabajadores y mejorar las condiciones laborales.

Los hallazgos confirman que el personal de interior mina de la empresa minera Bosque de Oro enfrenta riesgos musculoesqueléticos elevados, principalmente en columna lumbar y hombros, derivados de:

- Manipulación manual de cargas pesadas.
- Flexión sostenida del tronco y posturas forzadas.
- Movimientos repetitivos en espacios confinados.

Tabla 12

Análisis comparativo de prevalencia sintomática y niveles de riesgo mediante métodos REBA y RULA.

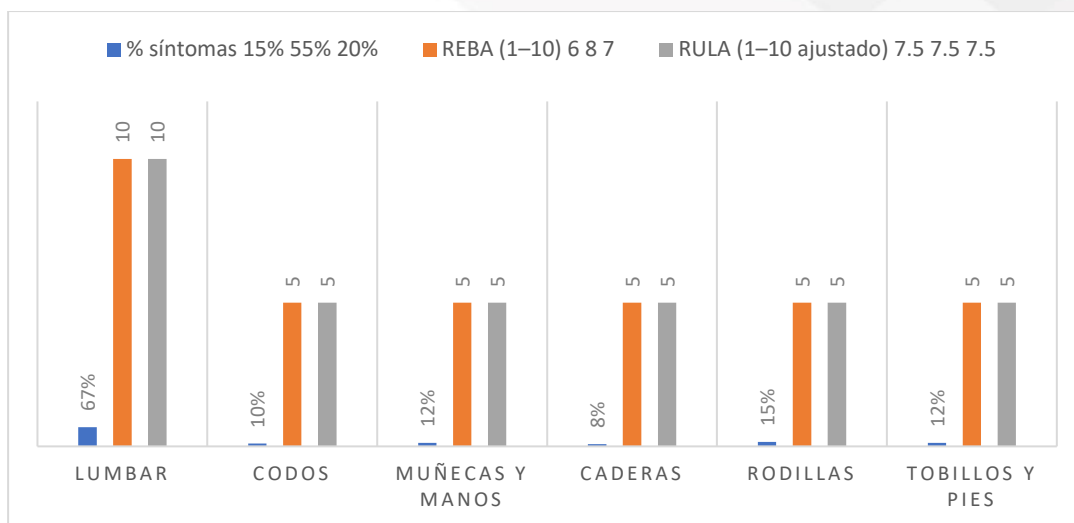
Región corporal	% síntomas	REBA (1–10)	RULA (1–10 ajustado)
Cuello	15%	6	7.5
Hombros	55%	8	7.5
Parte superior espalda	20%	7	7.5
Lumbar	67%	10	10
Codos	10%	5	5
Muñecas y manos	12%	5	5
Caderas	8%	5	5
Rodillas	15%	5	5
Tobillos y pies	12%	5	5

Fuente: Elaboración propia

Nota: RULA se ajusta a escala 1–10 sólo para comparación gráfica.

Figura 7

Interpretación de la prevalencia sintomática y niveles de riesgo mediante métodos REBA y RULA.



Fuente: Elaboración propia

➤ **Lumbar**

Mayor % de síntomas (67%), REBA muy alto (10) y RULA máximo (10).

Prioridad máxima de intervención: transporte manual de cargas.

➤ **Hombros**

Síntomas 55%, REBA alto (8), RULA 7.5 → Riesgo significativo, requiere pausas activas y educación postural.

➤ **Cuello y parte superior de la espalda**

Riesgo medio-alto (REBA 6–7, RULA 7.5), síntomas menores (15–20%).

Asociado a preparación de explosivos y flexión prolongada del tronco.

➤ **Extremidades superiores e inferiores (codos, manos, piernas, pies)**

Riesgo medio (5–7.5), síntomas bajos (10–31%).

Recomendaciones: rotación de tareas, calzado ergonómico, ejercicios de movilidad.

Existe alta correlación entre síntomas musculoesqueléticos y niveles de riesgo postural, especialmente en lumbar y hombros. Las tareas críticas que requieren manipulación de cargas y flexión del tronco son las que presentan mayor riesgo y afectación. El gráfico evidencia de manera visual que las zonas con más síntomas coinciden con los niveles de riesgo más altos, lo que valida los resultados de los tres métodos aplicados: Cuestionario Nórdico, REBA y RULA.

Implementar un plan de intervención ergonómica que incluya:

- Rediseño de tareas para minimizar flexión del tronco y cargas manuales.
- Introducción de ayudas mecánicas para transporte de mineral.
- Capacitación en higiene postural y pausas activas.
- Monitoreo periódico de riesgos y síntomas mediante cuestionarios y observación.
- Establecer un programa de prevención de TME con seguimiento médico y fisioterapia preventiva.

4.5. Análisis de los métodos utilizados

El Cuestionario Nórdico permitió identificar la frecuencia y distribución de síntomas musculoesqueléticos entre los trabajadores durante los últimos 12 meses. Este método fue fundamental para conocer qué regiones corporales presentan mayor afectación, destacando la lumbar y los hombros como las zonas más críticas. Los datos obtenidos del cuestionario proporcionaron información objetiva sobre la percepción de molestias, lo que permitió priorizar las áreas donde se requiere intervención inmediata y diseñar estrategias de prevención específicas.

El método REBA (Rapid Entire Body Assessment) avalúo las posturas laborales durante las tareas críticas, asignando un puntaje de riesgo para cada actividad. Esta evaluación fue clave para identificar las tareas que generan mayor sobrecarga postural, como el transporte manual de cargas y la perforación. REBA permitió relacionar de manera cuantitativa la postura del trabajador con el riesgo potencial de desarrollar trastornos musculoesqueléticos, lo que facilitó priorizar la intervención según la urgencia y nivel de riesgo.

Por su parte, el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) complementó la evaluación de REBA, enfocándose especialmente en cervical, hombros, brazos y muñecas, zonas frecuentemente afectadas en actividades repetitivas o con flexión prolongada del tronco. RULA confirmó la correlación entre las posturas de alto riesgo y la presencia de síntomas musculoesqueléticos, especialmente en transporte manual y tareas de perforación, reforzando la necesidad de medidas de prevención y ergonomía.

En conjunto, la aplicación de los tres métodos permitió un análisis integral de la salud musculoesquelética en los trabajadores. El Cuestionario Nórdico aportó información sobre la experiencia subjetiva de los síntomas, mientras que REBA y RULA proporcionaron evidencia objetiva del riesgo postural. Esta combinación permitió identificar tareas críticas, priorizar la intervención y diseñar estrategias de prevención efectivas, garantizando un enfoque más completo y confiable en la reducción de los trastornos musculoesqueléticos en la minería subterránea.

5. CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

- El análisis de las actividades desarrolladas en interior mina permitió establecer que las condiciones operativas implican una carga física sostenida caracterizada por la adopción de posiciones corporales biomecánicamente desfavorables, la ejecución continua de gestos repetitivos y el manejo manual de materiales. Estas exigencias, propias de tareas como perforación, sostenimiento y transporte, configuran un escenario de sobrecarga funcional que compromete la integridad del sistema musculoesquelético. La persistencia de estas condiciones a lo largo de la jornada laboral incrementa la probabilidad de afectaciones progresivas en la salud del trabajador.
- La valoración postural realizada evidenció la existencia de niveles de riesgo que requieren intervención, especialmente en aquellas tareas donde convergen esfuerzo físico, posturas inestables y repetitividad. Los resultados obtenidos permiten inferir que las condiciones actuales de ejecución de las actividades no se ajustan a principios ergonómicos adecuados, lo que favorece la aparición de fatiga y posibles lesiones. La identificación de estas condiciones críticas constituye un insumo técnico relevante para orientar acciones correctivas dentro del entorno laboral.
- La información recopilada a partir de la percepción de los trabajadores revela la presencia de molestias corporales recurrentes, principalmente en zonas sometidas a mayor demanda funcional. Estas manifestaciones guardan coherencia con las características físicas del trabajo desempeñado, lo que permite establecer una correspondencia entre la exposición a exigencias biomecánicas y la aparición de sintomatología. Este hallazgo resalta la necesidad de incorporar la experiencia del trabajador como un componente esencial en la evaluación de riesgos ocupacionales.
- La integración de los resultados obtenidos permite determinar que el entorno de trabajo en interior mina mantiene condiciones que favorecen una exposición continua a factores de riesgo musculoesquelético. La combinación de

limitaciones espaciales, intensidad física y baja mecanización configura un contexto que dificulta la adopción de prácticas seguras. Este escenario evidencia la necesidad de fortalecer la gestión preventiva mediante intervenciones estructuradas que reduzcan la carga física y mejoren las condiciones laborales.

5.2. Recomendaciones

- Se plantea la optimización de las condiciones de trabajo mediante la adecuación de los procesos operativos, priorizando la disminución de exigencias físicas innecesarias. La incorporación de soluciones mecánicas y la reorganización de tareas permitirán reducir la dependencia del esfuerzo humano, favoreciendo un desempeño más seguro y eficiente.
- Se recomienda establecer un sistema periódico de evaluación ergonómica que permita identificar variaciones en las condiciones de riesgo y verificar la efectividad de las medidas implementadas. La intervención debe centrarse en las actividades que presentan mayor criticidad, promoviendo ajustes en la ejecución de las tareas.
- Resulta pertinente desarrollar estrategias formativas orientadas a mejorar los hábitos posturales y las prácticas de trabajo, incluyendo técnicas adecuadas para el manejo de cargas y la prevención de fatiga. La promoción de pausas activas debe integrarse como parte de la dinámica laboral para favorecer la recuperación física.
- Se propone implementar un enfoque integral de gestión ergonómica que articule evaluación, control y mejora continua. Este enfoque debe contemplar la organización del trabajo, la distribución equilibrada de las tareas y la mejora progresiva del entorno laboral, con el propósito de disminuir la exposición a factores de riesgo y fortalecer la seguridad ocupacional.

6. Bibliografía

- Aptel, M., Cnockaert, J., & Marsot, J. (agosto de 2004). *Ergonomics in mining*. 54(5), 297-303. doi:<https://doi.org/10.1093/occmed/kqh071>
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica*. (6ta ed.). Epistem.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2005). *Código del Trabajo*. Obtenido de Registro Oficial No. 167.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2009). *Ley de Minería*. Obtenido de Registro Oficial No. 51.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Obtenido de Registro Oficial.
- Bernard, B. P. (1997). *Musculoskeletal disorders and workplace factors*. Obtenido de National Institute for Occupational Safety and Health.
- Bridger, R. S. (2009). *Introduction to ergonomics*. CRC Press.
- Buckele, P., & Devereux, J. (2002). The nature of work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders. *Applied Ergonomics*, 207-217. doi:[https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(02\)00014-5](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(02)00014-5)
- Chaffin, D. B., Andersson, G. B., & Martin, B. J. (2006). *Occupational biomechanics*. Wiley.

- David, G. C. (2005). Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Oxford*, 55(3), 190–199.
doi:<https://doi.org/10.1093/occmed/kqi082>
- Dul, J., & Weerdmeester, B. (2008). *Ergonomics for beginners: A quick reference guide* (5th ed. ed.). CRC Press.
- EU-OSHA. (2019). *European Agency for Safety and Health at Work*. Obtenido de Work-related musculoskeletal disorders: Prevention report.:
https://osha.europa.eu/sites/default/files/en_TE8107132ENC.pdf
- González Córdova, J. R., & Charro Rodríguez, E. Y. (2025). Análisis del impacto de la ergonomía en la reducción de accidentes laborales en minería subterránea en el puesto de trabajo de rieleros. 43. Obtenido de <https://bibliotecautpl.utpl.edu.ec/cgi-bin/abnetclwo?ACC=DOSEARCH&xsqf99=148923.TITN>.
- Helander, E. (2006). *A guide to human factors and ergonomics*. CRC Press.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill Education.
- Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*. Obtenido de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>
- IEA. (2020). *International Ergonomics Association*. Obtenido de What is ergonomics?:
<https://iea.cc/about/what-is-ergonomics/>

- IESS. (2020). *Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social*. Obtenido de Seguro general de riesgos del trabajo: Enfermedades profesionales.
- ILO. (2015). *International Labour Organization*. Obtenido de Safety and health in underground mines.: <https://www.ilo.org/resource/other/safety-and-health-underground-coalmines>
- INSST. (2021). *Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Obtenido de Ergonomía y riesgos laborales.: <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-ergonomicos>
- Karhu, O., Kansilä, P., & Kuorinka, I. (1977). Corrección de posturas laborales en la industria: un método práctico de análisis. *Elsevier*, 8(4), 199-201. doi:[https://doi.org/10.1016/0003-6870\(77\)90164-8](https://doi.org/10.1016/0003-6870(77)90164-8)
- Kroemer, K. H., & Grandjean, I. (1997). Fitting the task to the human. *Taylor & Francis*.
- Kumar, S. (2021). Theories of musculoskeletal injury causation. *Ergonomics*, 17-47.
- Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Andersson, G., & Jorgensen, K. (1987). *Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms*. (Vol. 3). Applied Ergonomics. doi:[https://doi.org/10.1016/0003-6870\(87\)90010-X](https://doi.org/10.1016/0003-6870(87)90010-X)
- Marras, W. S. (2000). Occupational low back disorder causation and control. *Ergonomics*.
- McAtamney, L., & Corlett, E. N. (1993). RULA. *Applied Ergonomics*.

- McGill, S. M., & Lee, B. (2016). El efecto del entrenamiento del core en el rendimiento de las extremidades distales durante maniobras balísticas. *J Sport Sci*. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2016.1236207>
- Ministerio del Trabajo. (2020). *Guía para la identificación y prevención de riesgos ergonómicos*. Obtenido de Gobierno del Ecuador.
- NIOSH. (1997). National Institute for Occupational Safety and Health. *Revised NIOSH lifting equation*.
- OIT. (2019). *Organización Internacional del Trabajo*. Obtenido de Seguridad y salud en el trabajo: https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/publication/wcms_687617.pdf
- OMS. (2022). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de Preventing injuries and violence: An overview.: <https://www.who.int/health-topics/occupational-health>
- OPS. (2017). *Organización Panamericana de la Salud*. Obtenido de Salud Ocupacional en actividades extractivas.
- Punnett, L., & Wegman, D. H. (2004). Work-related musculoskeletal disorders: The epidemiologic evidence. . *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 13-23. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2003.09.008>
- Sanders, M. S., & McCormick, E. J. (1993). Human factors in engineering and desing. *McGraw-Hill*.

Tamayo y Tamayo, M. (2012). *El proceso de la investigación científica*. (N. Editores, Ed.)
Limusa. Obtenido de

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/227860/El_proceso__de_la_investigaci_n_cient_fica_Mario_Tamayo.pdf

Torma-Krajewski, J., Steiner, L., & Unger, R. (2008). Ergonomics and Risk Factor Awareness Training for Miners. *Departament Health and Human Services*.

Waters, T., Putz-Anderson, V., Garg, A., & Fine, L. (1993). Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics*, 7, 749-776.
doi:<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00140139308967940>

WHO. (2021). Occupational health: Protecting Workers health. *World Health Organization*. Obtenido de Occupational health: Protecting Workers health.

ANEXOS

Anexo A: Cuestionario Nórdico Estandarizado de Síntomas



EXPLOTACION MINERA BOSQUE
DE ORO BOSOROMIN S.A.

ENCUESTA ERGONÓMICA – INTERIOR MINA

Musculoesqueléticos

Objetivo: Identificar molestias musculoesqueléticas en diferentes partes del cuerpo durante los últimos 12 meses y los últimos 7 días.

Instrucciones: Marque con una X la respuesta correspondiente.

Parte del cuerpo	Dolor últimos 12 meses	Impidió trabajar	Dolor últimos 7 días
Cuello	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Hombros	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Codos	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Muñecas / manos	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Parte alta de la espalda	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Parte baja de la espalda	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Caderas / muslos	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Rodillas	Sí / No	Sí / No	Sí / No
Tobillos / pies	Sí / No	Sí / No	Sí / No

Datos generales:

Edad: _____

Tiempo trabajando en minería: _____

Horas de trabajo por día: _____

Anexo B: Formato de Evaluación Método REBA

Actividad evaluada: _____

Área de trabajo: _____

Fecha: _____

Segmento corporal	Posición observada	Puntaje
Cuello		
Tronco		
Piernas		
Brazo		
Antebrazo		
Muñeca		

Factores adicionales:

Factor	Sí/No	Puntaje
Carga manipulada		
Tipo de agarre		
Actividad repetitiva		

Puntaje final REBA: _____

Nivel de acción:

Puntaje	Nivel de riesgo	Acción
1	Bajo	No requiere acción
2-3	Bajo	Cambio puede ser necesario
4-7	Medio	Requiere intervención
8-10	Alto	Acción pronta
11-15	Muy alto	Acción inmediata

Observaciones:

Anexo C: Formato de Evaluación Método RULA

Actividad evaluada: _____

Segmento corporal	Posición	Puntaje
Brazo superior		
Antebrazo		
Muñeca		
Cuello		
Tronco		
Piernas		

Factores adicionales:

Factor	Sí/No
Uso de fuerza	
Movimientos repetitivos	

Puntaje final RULA: _____

Nivel de acción:

Puntaje	Nivel de riesgo	Acción requerida
1 -2	Bajo	No requiere acción
3 -4	Medio	Revisar postura
5 -6	Alto	Cambios necesarios
7	Muy alto	Cambios inmediatos

Observaciones:

Anexo D: Matriz de Operacionalización de Variables

Variable	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala
Análisis ergonómico	Posturas laborales	Nivel de riesgo postural	REBA / RULA	Bajo, Medio, Alto
	Manipulación de carga	Peso manipulado	Observación	Bajo, Medio, Alto
Riesgos musculoesqueléticos	Dolor lumbar	Presencia de dolor	Cuestionario Nórdico	Sí / No
	Lesiones extremidades	Frecuencia de dolor	Cuestionario	Sí / No

Anexo E: Consentimiento Informado

Título del estudio:

Análisis ergonómico para identificar los riesgos musculoesqueléticos en trabajadores de interior mina Bosque de Oro, cantón Camilo Ponce Enríquez, provincia del Azuay-2025

Yo, _____, acepto participar voluntariamente en esta investigación.

Se me ha informado que:

- Mi participación es voluntaria.
- La información será confidencial.
- Los datos se utilizarán solo con fines académicos.
- Puedo retirarme en cualquier momento.

Declaro que he comprendido la información proporcionada y acepto participar.

Nombre del participante: _____

Firma: _____

Fecha: _____

Investigador responsable: _____

Firma del investigador: _____

Anexo F: Matriz de Riesgos Ergonómicos por Tarea Minera

Proyecto: Análisis ergonómico en trabajadores de interior mina

Área evaluada: Interior mina – Bosque de Oro

Métodos aplicados: REBA – RULA – Observación directa

Tarea minera	Riesgo ergonómico identificado	Parte del cuerpo afectada	Nivel de riesgo estimado	Posibles consecuencias	Medidas preventivas recomendadas
Perforación manual de roca	Posturas inclinadas prolongadas y vibración de herramienta	Espalda, hombros, brazos	Alto	Dolor lumbar, fatiga muscular	Uso de soportes mecánicos y pausas activas
Transporte manual de material	Levantamiento de cargas pesadas	Columna lumbar, rodillas	Muy alto	Lumbalgias, lesiones articulares	Uso de carretillas y reducción de peso de carga
Limpieza de frente de trabajo	Trabajo en cuclillas y movimientos repetitivos	Rodillas y espalda	Alto	Dolor articular y fatiga muscular	Alternar posturas y rotación de tareas
Sostenimiento de galerías	Trabajo con brazos elevados	Hombros y cuello	Alto	Tendinitis y dolor cervical	Ajuste de altura de trabajo y descansos
Instalación de equipos	Manipulación manual de herramientas pesadas	Muñecas y brazos	Medio	Tendinitis y fatiga muscular	Uso de herramientas ergonómicas
Transporte de herramientas	Carga manual prolongada	Espalda y hombros	Medio	Dolor muscular	Distribución de peso y ayudas mecánicas
Clasificación de material	Movimientos repetitivos	Muñecas y manos	Medio	Síndrome del túnel carpiano	Pausas activas y rotación de tareas
Colocación de explosivos	Posturas incómodas prolongadas	Espalda y cuello	Alto	Fatiga muscular y lesiones lumbares	Mejor planificación del espacio de trabajo

Clasificación del nivel de riesgo

Nivel	Descripción	Acción requerida
Bajo	Riesgo mínimo	No requiere acción inmediata
Medio	Riesgo moderado	Evaluación y mejora progresiva

Alto	Riesgo significativo	Intervención pronta
Muy alto	Riesgo crítico	Intervención inmediata