



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y
Geográfica
Unidad de Posgrado

**Gestión de la seguridad y salud ocupacional en la
actividad de perforación en Compañía Minera
Castrovirreyna S.A. - U.M. San Genaro**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Gestión Integrada
en Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente

AUTOR

Jorge Luis CONCEPCIÓN GAMARRA

ASESOR

Daniel Florencio LOVERA DÁVILA

Lima, Perú

2022



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Concepción, J. (2022). *Gestión de la seguridad y salud ocupacional en la actividad de perforación en Compañía Minera Castrovirreyña S.A. - U.M. San Genaro*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Jorge Luis Concepción Gamarra
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	08617475
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-8870-7056
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Daniel Florencio Lovera Dávila
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	06450640
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-2815-0716
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Rolando Reategui Lozano
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06418510
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Walter Aparicio Arévalo Gómez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09050786
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Carlos Del Valle Jurado
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10266187
Datos de investigación	

Línea de investigación	C.0.6.7. Seguridad Minera y Gestión de Riesgos
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: No Aplica País: Perú Departamento: Huancavelica Provincia: Castrovirreyna Distrito: Santa Ana Urbanización: No Aplica Avenida: No Aplica Latitud: -13.0718246 Longitud: -75.140173
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2011 - 2020
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería ambiental, Geociencias: https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.01 Geociencias, Multidisciplinar: https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.01 Otras ingenierías y tecnologías: https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.02



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

SUSTENTACIÓN PÚBLICA

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Lima, a los cuatro días del mes de marzo del año dos mil veintidos, siendo las once horas, se reúnen los suscritos Miembros del Jurado Examinador de Tesis, nombrado mediante Dictamen N° 000144-2022-UPG-VDIP-FIGMMG/UNMSM del 22 de febrero del 2022, con la finalidad de evaluar la sustentación virtual a la amparo de la Directiva de la UNMSM aprobada con Resolución Rectoral N° 01357-R-20 de la siguiente tesis:

TÍTULO

«GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN LA ACTIVIDAD DE PERFORACIÓN EN COMPAÑÍA MINERA CASTROVIRREYNA S.A. - U.M. SAN GENARO»

Presentado por el Bach. **JORGE LUIS CONCEPCIÓN GAMARRA**, para optar el **GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER** en **GESTIÓN INTEGRADA EN SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE**.

El Secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente N° 02467/FIGMMG/2011 de fecha 31 de marzo del 2011, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y que cumplió con las etapas del trámite según el «Reglamento General de Estudios de Posgrado», aprobado con Resolución Rectoral N° 04790-R-18 del 08 de agosto del 2018.

Luego de la Sustentación, se procede con la calificación de la Tesis, de acuerdo al procedimiento respectivo y se registra en el acta correspondiente de conformidad al Art. 100 del precitado Reglamento, correspondiéndole al graduando la siguiente calificación:

BUENO (16)

Habiendo sido aprobada la sustentación virtual de la Tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el **GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER** en **GESTIÓN INTEGRADA EN SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE** al Bach. **JORGE LUIS CONCEPCIÓN GAMARRA**.

Siendo las 12:00 horas, se dio por concluido al acto académico.


DR. ROLANDO REATEGUI LOZANO
Presidente


DR. WALTER APARICIO ARÉVALO GÓMEZ
Secretario


DR. CARLOS DEL VALLE JURADO
Miembro


MG. DANIEL FLORENCIO LOVERA DÁVILA
Asesor

DEDICATORIA

A mis padres Sra. Zoraida Gamarra de Concepción y Sr. Tobías Concepción quien goza en la presencia de Dios, los cuales me inculcaron los mejores valores y el deseo de superación continua.

A mis hermanos Eda, Nora, Lia y Eric quienes con su presencia y apoyo fraternal son sustento manifiesto de la presencia del amor Divino en nuestras vidas.

A mis hijos, Jorge Samuel, Luis Angel y María Gracia; para que esta obra sea un aliciente en su desempeño universitario y profesional.

AGRADECIMIENTO

A la Alta Gerencia y cada uno de los profesionales de la Compañía Minera Castrovirreyna S.A. quienes con sus aportes y colaboración hicieron posible la cristalización de la presente investigación.

De igual manera a mi asesor, el Mg. Daniel Florencio Lovera Dávila, por su guía y sugerencias en encaminar y desarrollar la presente investigación.

Mi sincero agradecimiento a los colegas condiscípulos de la maestría en gestión integrada en seguridad, salud ocupacional y medio ambiente quienes compartieron conmigo no solo su vasta experiencia profesional sino su amistad y su desinteresado apoyo para el desarrollo del presente trabajo, mil gracias.

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE ACEPTACIÓN O VEREDICTO	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE GENERAL	V
LISTA DE CUADROS	VII
LISTA DE FIGURAS	IX
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT	XII
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2.1 <i>Problema general</i>	3
1.2.2 <i>Problemas específicos</i>	3
1.3 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	3
1.4 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	4
1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.5.1 <i>Objetivo general</i>	5
1.5.2 <i>Objetivos específicos</i>	5
1.6 HIPÓTESIS	6
1.6.1 <i>Hipótesis general</i>	6
1.6.2 <i>Hipótesis específicas</i>	6
CAPITULO II: MARCO TEORICO	7
2.1 MARCO FILOSÓFICO O EPISTEMOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.2 SISTEMAS DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	8
2.2.1 <i>Requisitos legales aplicados a los SGSST</i>	8
2.3 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN.....	10
2.3.1 <i>Antecedentes locales</i>	11
2.3.2 <i>Antecedentes nacionales</i>	11
2.3.3 <i>Antecedentes internacionales</i>	12
2.4 BASES TEÓRICAS	12
2.4.1 <i>Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST)</i>	12

2.4.2	<i>Tipología de los trabajos de perforación en el arranque con explosivos.</i>	16
2.5	GLOSARIO	20
CAPITULO III: METODOLOGÍA		21
3.1	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	21
3.2	UNIDAD DE ANÁLISIS	21
3.3	POBLACIÓN DE ESTUDIO	22
3.4	TAMAÑO DE LA MUESTRA	22
3.5	SELECCIÓN DE LA MUESTRA	23
3.6	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	23
3.7	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN	32
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION		33
4.1	ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	33
4.1.1	<i>Información de las máquinas empleadas en la perforación subterránea:</i>	34
4.1.2	<i>Información estadística de los accidentes y enfermedades ocupacionales en el personal de perforistas y ayudantes de perforista, en el periodo 2011-2020, obtenidos del Ministerio de Energía y Minas</i>	36
4.1.2	<i>Identificación de actividades y tareas en la actividad de perforación en minería subterránea.</i>	46
4.1.3	<i>Identificación de Peligros empleando la Metodología 5W + T (Tiempo de Exposición).</i>	49
4.1.4	<i>Evaluación de los niveles de riesgos en las actividades de perforación minería subterránea: Perforación neumática con Jackleg y Perforación Electrohidráulica con Jumbo.</i>	59
4.1.5	<i>Análisis de la influencia de las máquinas en los niveles de riesgo generados en la actividad de perforación en minería subterránea.</i>	104
4.2	PRUEBAS DE HIPÓTESIS	107
4.2.1	<i>Hipótesis General</i>	107
CONCLUSIONES		114
RECOMENDACIONES		117
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS		119
ANEXO 1: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN DE RIESGOS Y CONTROLES EN MAQUINA NEUMÁTICA JACKLEG		122
ANEXO 2: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS Y CONTROLES EN EQUIPO ELECTROHIDRÁULICO JUMBO		122

Lista de cuadros

CUADRO 1. ETAPAS EN EL DESARROLLO DE LA EXCAVACIÓN DE UNA GALERÍA EN MINERÍA SUBTERRÁNEA	2
CUADRO 2. MARCO LEGAL – CONVENIOS Y TRATADOS INTERNACIONALES	9
CUADRO 3. DATOS TÉCNICOS: JACKLEG	17
CUADRO 4. DATOS TÉCNICOS: PATA DE AVANCE DE JACKLEG.....	18
CUADRO 5. DATOS: DIMENSIONES Y PESO JUMBO.....	18
CUADRO 6. DATOS TÉCNICOS: JUMBO	19
CUADRO 7. DETERMINACIÓN DE EXTENSIÓN LA MUESTRA.....	22
CUADRO 8. PERSONAL EN PERFORACIÓN DE FRENTES CON JACKLEG / JUMBO.....	23
CUADRO 9. LISTA REFERENCIAL DE PELIGROS CMC – PG-SGS-1	26
CUADRO 10. SEVERIDAD – ANEXO 7° D.S. 024-2016-EM	30
CUADRO 11. PROBABILIDAD – ANEXO 7° D.S. 024-2016-EM.....	30
CUADRO 12. NIVELES DE RIESGOS	31
CUADRO 13. MATRIZ BÁSICA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS	31
CUADRO 14. PERSONAL POR PUESTO DE TRABAJO EN LAS ACTIVIDADES EN PERFORACIÓN NEUMÁTICA Y PERFORACIÓN ELECTROHIDRÁULICA.	33
CUADRO 15. INFORMACIÓN DE MÁQUINAS: JACKLEG / JUMBO.....	34
CUADRO 16. ESTADÍSTICAS DE SEGURIDAD MINERA 2011 AL 2020.....	38
CUADRO 17. TIPOS DE ACCIDENTES FATALES QUE OCURRIERON EN EL PERIODO 2011 AL 2020 EN LA MINERÍA PERUANA	39
CUADRO 18. ENFERMEDADES OCUPACIONALES EN LOS PERFORISTAS Y AYUDANTES DE PERFORISTA DEL 2011 AL 2019.....	44
CUADRO 19. ACTIVIDADES Y TAREAS: PERFORACIÓN CON JACKLEG.....	47
CUADRO 20. ACTIVIDADES Y TAREAS: PERFORACIÓN CON JUMBO.....	48
CUADRO 21. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS EMPLEANDO LA METODOLOGÍA 5W + T (TIEMPO DE EXPOSICIÓN	50
CUADRO 22. PELIGROS Y RIESGOS IDENTIFICADOS EN LA PERFORACIÓN EN MINERÍA SUBTERRÁNEA.....	56
CUADRO 23. EL HACER, VERIFICAR Y ACTUAR EN LA GESTIÓN DE SST.....	68
CUADRO 24. EL HACER, VERIFICAR Y ACTUAR DE LA GESTIÓN DE SST QUE ES APLICADO EN EL IPERC LÍNEA DE BASE.....	69

<i>CUADRO 25.</i> MONITOREO DE RUIDO (dBA) EN LA PERFORACIÓN CON JACKLEG Y JUMBO	71
<i>CUADRO 26.</i> INFORMACIÓN DEL FABRICANTE SOBRE VIBRACIÓN GENERADA POR MÁQUINA JACKLEG.....	72
<i>CUADRO 27.</i> VALORES DE VIBRACIÓN MANO – BRAZO	72
<i>CUADRO 28.</i> MONITOREO DE VIBRACIÓN EN LAS ACTIVIDADES DE PERFORACIÓN CON JACKLEG Y JUMBO.....	72
<i>CUADRO 29.</i> MONITOREO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD EN LAS ACTIVIDADES DE PERFORACIÓN CON JACKLEG Y JUMBO	75
<i>CUADRO 30.</i> MONITOREO DE ESTRÉS TÉRMICO EN LAS ACTIVIDADES DE PERFORACIÓN CON JACKLEG Y JUMBO	75
<i>CUADRO 31.</i> VELOCIDAD DE AIRE EN LAS LABORES EN ACTIVIDAD DE PERFORACIÓN CON JACKLEG Y JUMBO.....	78
<i>CUADRO 32.</i> MONITOREO DE POLVO EN LAS ACTIVIDADES DE PERFORACIÓN CON JACKLEG Y JUMBO.....	79
<i>CUADRO 33.</i> COMPARATIVO DE VALORES DE ELEMENTOS METÁLICOS VS LMP DEL D.S. 015-2005-SA.....	80
<i>CUADRO 34.</i> RESULTADOS DE MONITOREO DE GASES PRESENTES EN LAS LABORES SUBTERRÁNEAS DEL Nv. 740	81
<i>CUADRO 35.</i> PESO DE LOS COMPONENTES PARA LA PERFORACIÓN CON MÁQUINA NEUMÁTICA JACKLEG.	86
<i>CUADRO 36.</i> DATOS DE MONITOREO RIESGOS DISERGONÓMICOS SEGÚN CARGA FÍSICA POR METODOLOGÍA REBA Y JSI.....	89
<i>CUADRO 37.</i> RESULTADOS DE LOS RIESGOS DISERGONÓMICOS DE ING. M. HERMOSA	90
<i>CUADRO 38.</i> RIESGOS CON MÁQUINA NEUMÁTICA JACKLEG, QUE NO MOSTRARON VARIACIÓN ENTRE RIESGO INICIAL Y RIESGOS RESIDUAL.	112
<i>CUADRO 39.</i> RIESGO RESIDUAL COMPARATIVO DE LAS MÁQUINAS EMPLEADAS EN LA ACTIVIDAD DE PERFORACIÓN SUBTERRÁNEA EN MINERÍA.	112

Lista de figuras

<i>FIGURA 1</i> SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, PHVA Y SUS ELEMENTOS.....	15
<i>FIGURA 2</i> TIPOS DE PERFORACIÓN ROTOPERCUTIVA.....	17
<i>FIGURA 3</i> DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LAS CLASES DE ACCIDENTES MORTALES OCURRIDOS DEL 2011 AL 2020.....	41
<i>FIGURA 4</i> ACCIDENTES FATALES OCURRIDOS A LOS PERFORISTAS Y AYUDANTES DE PERFORISTA DEL 2011 AL 2020.....	43
<i>FIGURA 5</i> DISTRIBUCIÓN DE ENFERMOS OCUPACIONALES: PERFORISTAS (JACKLEG / JUMBO) Y AYUDANTES DE PERFORISTA, EN EL PERIODO DEL 2011 AL 2016	45
<i>FIGURA 6</i> PELIGROS Y RIESGOS EMPLEANDO MÁQUINA NEUMÁTICA JACKLEG Y EQUIPO ELECTROHIDRÁULICO JUMBO.	59
<i>FIGURA 7</i> VALORACIÓN DE RIESGO INICIAL EN LAS ACTIVIDADES EMPLEANDO MÁQUINA NEUMÁTICA JACKLEG.	61
<i>FIGURA 8</i> CONSOLIDADO DE NIVEL DE RIESGO INICIAL EN LAS ACTIVIDADES EMPLEANDO MÁQUINA NEUMÁTICA JACKLEG.....	62
<i>FIGURA 9</i> VALORACIÓN DE RIESGO INICIAL EN LAS ACTIVIDADES EMPLEANDO EQUIPO ELECTROHIDRÁULICO JUMBO.	64
<i>FIGURA 10</i> CONSOLIDADO DEL NIVEL DE RIESGO INICIAL EN LAS ACTIVIDADES EMPLEANDO EQUIPO ELECTROHIDRÁULICO JUMBO.....	65
<i>FIGURA 11</i> ALINEACIÓN EN EL PLANEAR PARA LA GESTIÓN DE SST.....	66
<i>FIGURA 12</i> TEMPERATURA MÁXIMA Y MÍNIMA PROMEDIO EN LA LOCALIDAD DONDE SE UBICA COMPAÑÍA MINERA CASTROVIRREYNA S.A. (2013).....	74
<i>FIGURA 13</i> CAMPO VISUAL CON LA ILUMINACIÓN DE LÁMPARAS MINERAS EN UN FRENTE DE PERFORACIÓN CON MÁQUINA NEUMÁTICA JACKLEG.....	76
<i>FIGURA 14</i> CAMPO VISUAL DE LA ILUMINACIÓN CON JUMBO	77
<i>FIGURA 15</i> VISTA DE LOS SOBRESFUERZOS DE LOS MIEMBROS SUPERIORES Y LA ESPALDA PARA DESPLAZAR (EMPUJAR) LA MÁQUINA JACKLEG CONTRA LA ROCA... ..	84
<i>FIGURA 16</i> VISTA DE SOBRESFUERZOS DE LOS MIEMBROS SUPERIORES Y LA ESPALDA PARA TRANSPORTAR LA MÁQUINA JACKLEG.....	85
<i>FIGURA 17</i> MALLA DE PERFORACIÓN TÍPICA, DONDE SE APRECIA LA UBICACIÓN DE LOS TALADROS PARA UNA SECCIÓN DE GALERÍA DE 3.00 M X 3.00 M.....	87

<i>FIGURA 18</i> POSICIONES O POSTURAS FORZADAS DESCRITAS COMO: LEVANTAMIENTO Y ESTIRAMIENTO DE LOS MIEMBROS SUPERIORES Y MANTENER UNA POSICIÓN ERGUIDA Y POSICIÓN CUCHILLAS O AGACHADO.	88
<i>FIGURA 19</i> ÁREA DE TRABAJO PARA LA PERFORACIÓN NEUMÁTICA JACKLEG.....	94
<i>FIGURA 20</i> ÁREA DE TRABAJO PARA LA PERFORACIÓN ELECTROHIDRÁULICA CON JUMBO	96
<i>FIGURA 21</i> RIESGO DE ATRAPAMIENTO DURANTE LA PERFORACIÓN DE TALADROS, EMPLEANDO LA MÁQUINA NEUMÁTICA JACKLEG.	98
<i>FIGURA 22</i> VALORACIÓN DE RIESGO RESIDUAL EN LAS ACTIVIDADES EMPLEANDO MÁQUINA NEUMÁTICA JACKLEG.	99
<i>FIGURA 23</i> CONSOLIDADO DE NIVEL DE RIESGO RESIDUAL EN LAS ACTIVIDADES EMPLEANDO MÁQUINA NEUMÁTICA JACKLEG.....	100
<i>FIGURA 24</i> VALORACIÓN DE RIESGO RESIDUAL EN LAS ACTIVIDADES EMPLEANDO EQUIPO ELECTROHIDRÁULICO JUMBO.	102
<i>FIGURA 25</i> CONSOLIDADO DE NIVEL DE RIESGO INICIAL EN LAS ACTIVIDADES EMPLEANDO EQUIPO ELECTROHIDRÁULICO JUMBO.....	103
<i>FIGURA 26</i> INFLUENCIA DEL EMPLEO DE LA MÁQUINA NEUMÁTICA JACKLEG EN LOS RIESGOS INICIAL Y RESIDUAL.....	105
<i>FIGURA 27</i> INFLUENCIA DEL EMPLEO DEL EQUIPO ELECTROHIDRÁULICO JUMBO EN LOS RIESGOS INICIAL Y RESIDUAL.	106
<i>FIGURA 28</i> SÍNTESIS DE LA INFLUENCIA DE LA MÁQUINA NEUMÁTICAS JACKLEG EN LOS NIVELES DE RIESGO INICIAL Y FINAL	110
<i>FIGURA 29</i> SÍNTESIS DE LA INFLUENCIA DEL EQUIPO ELECTROHIDRÁULICO JUMBO EN LOS NIVELES DE RIESGO INICIAL Y FINAL.....	111

RESUMEN

La etapa de perforación en minería subterránea es una de las actividades que ha generado y genera mayor número de incidentes peligrosos, accidentes graves e incluso mortales, por lo que, se requiere una identificación, análisis y evaluación de los riesgos a los que están realmente expuestos los trabajadores que realizan la actividad de perforación subterránea.

Esta investigación descriptiva explicativa, tuvo como objetivos el identificar los peligros, evaluar los riesgos al que están expuestos el maestro perforista y el ayudante de perforación; con el fin de mejorar la GSSO de esta importante actividad. La metodología consideró la observación en campo del desarrollo de los trabajos, los tipos de peligros identificados, los niveles de riesgos determinados y los controles implementados según cada tecnología de perforación de frentes, que incluyó recopilación de datos de: informes, documentos, estadísticas y entrevistas; proporcionados por la Sub gerencia de SSO de Compañía Minera Castrovirreyna S.A; así como normas legales aplicables al sub sector minero.

Los resultados muestran que el personal de perforación está expuesto principalmente a: riesgos de caída de rocas, riesgos de vibraciones de brazo-mano, riesgos por caída al mismo nivel, riesgos de golpe de materiales, riesgos de atrapamiento por partes móviles y riesgos de atropellos por equipos en movimiento. El análisis comparativo de la influencia de las características de las maquinarias utilizadas y sus niveles de riesgo, determinó que la perforación electrohidráulica con Jumbo, tiene controles más confiables, resultando en 91% de riesgos residuales bajos y 9% de riesgos residuales medios; mientras la perforación neumática con máquina Jackleg, los controles logran un 60% de riesgos residuales bajos y 40% de riesgos residuales medios.

Palabras clave:

Minería subterránea, perforación, peligros, riesgos, gestión de seguridad y salud ocupacional.

ABSTRACT

The rock drilling stage in underground mining is one of the activities that has generated and continues to generate the highest number of dangerous incidents, serious accidents and even fatal accidents, thus requiring an identification, analysis and evaluation of the risks to which the workers who perform the subway drilling activity are actually exposed.

The objectives of this descriptive and explanatory research were to identify the hazards and evaluate the risks to which the master driller and the drilling assistant are exposed in order to improve the occupational health and safety management of this important activity. The methodology considered the field observation of the development of the work, the types of hazards identified, the levels of risks determined and the controls implemented according to each drilling technology, which included data collection from reports, documents, statistics and interviews provided by the safety and occupational health area of Compañía Minera Castrovirreyna S.A., as well as the legal regulations applicable to the mining sub-sector.

The results show that drilling personnel are mainly exposed to: rock fall risks, hand-arm vibration risks, risks of falling to the same level, risks of hitting materials, risks of entrapment by moving parts and risks of being run over by moving equipment.

As a result of the comparative analysis of the influence of the characteristics of the machineries used on the risk levels, it was determined that the electrohydraulic drilling with Jumbo equipment, has had more reliable controls, resulting 91% of low residual risks and 9% of medium residual risks; and that the pneumatic drilling with Jackleg machine, controls achieve a result of 60% of low residual risks and 40% of medium residual risks.

Key words

Underground mining, drilling, hazards, risks, occupational health and safety management.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Situación Problemática

En toda actividad de explotación en minera subterránea, se aplica la siguiente secuencia para el desarrollo de una excavación: galería (frente), rampa, crucero (Ver Cuadro 1).

De las etapas ante descritas y basado en las estadísticas nacionales de accidentalidad del Ministerio de Energía y Minas (MINEM) del 2011-2020, la etapa de perforación es la que ha generado y genera el mayor número de incidentes peligrosos, accidentes graves e incluso accidentes mortales.

Los trabajadores que realizan la perforación subterránea y que emplean máquinas de perforación neumáticas Jackleg o equipos electrohidráulicos Jumbo están expuestos al esfuerzo físico, los

movimientos repetitivos, posibles golpes de materiales y/o la caída de rocas, por lo que se requiere identificar, analizar y evaluar los riesgos a los cuales están realmente expuestos.

Cuadro 1. Etapas en el desarrollo de la excavación de una galería en minería subterránea

PERFORACIÓN ROCA O MINERAL	VOLADURA ROCA O MINERAL	EXTRACCIÓN ROCA O MINERAL	SOSTENIMIENTO ROCA O MINERAL	ACARREO O TRANSPORTE ROCA O MINERAL
Perforar en la roca o mineral, taladros según una malla de perforación de ancho m. x alto m. para una sección a romper o derribar	Un explosivo se coloca en cada taladro perforado y luego es detona según una secuencia de forma que asegure la rotura de roca o mineral (fragmentación)	Extraer en forma manual/mecánica el material roto o derribado de roca estéril o mineral, hacia un punto de acopio temporal para transportarlo por otro medio a su destino final.	Estabilización de la excavación, aplicando alguna tecnología con soportes de tipo activo o pasivo, definidos por una evaluación geo-mecánica del macizo rocoso.	Transporte del mineral desde los puntos de acopio hacia el lugar donde se inicia beneficio o transporte de la roca estéril hacia los depósitos de desmonte

Fuente. Elaboración J. Concepción.

1.2 Formulación del Problema

El Planteamiento del Problema General se enfoca en la trascendencia de la gestión de seguridad y salud ocupacional (GSSO) aplicada a la actividad de perforación de frentes en secciones que pueden ser de: 3,0 m x 3.0 m y/o 4,0 m x 4,5 m; como una herramienta que permite revisar y evaluar que técnica, tecnología, metodología o práctica de trabajo es más segura y menos convencional y asegurar identificar peligros y controlar riesgos presentes en la actividad de perforación, tales como: rocas sueltas, ruido intenso, baja iluminación, concentración de polvos y gases, vibraciones, movimientos repetitivos, sobre esfuerzos, entre otros.

1.2.1 Problema general

¿Qué medidas de GSSO serían las adecuadas para controlar los riesgos en las actividades de perforación en minería subterránea?

1.2.2 Problemas específicos

1.2.2.1 Problema específico 1.

¿Cuáles son los peligros y los niveles de riesgos existentes en la actividad de perforación en minería subterránea?

1.2.2.2 Problema específico 2.

¿Cómo influyen las características de las maquinarias utilizadas en los niveles de riesgos generados por la actividad de perforación en minería subterránea?

1.3 Justificación teórica

Debido a los compromisos del Estado Peruano con la Organización de Naciones Unidas (ONU) y su organismo especializado la Organización Internacional del Trabajo (OIT), desde el 2005 el Ministerio de Trabajo y Promoción de Empleo (MTPE) ha venido promulgando una serie de instrumentos legales relacionados a la GSSO, los cuales derivaron en la Ley 29783 “Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo” y su reglamento D.S. 005-2012-TR, así mismo, en el Sector Energía y Minas se cuenta con los decretos D.S. 024-2016-EM y D.S. 023-2017-EM que exigen la implementación, mantenimiento y mejora continua de los sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional en las empresas mineras.

El propósito de este estudio comprende la revisión y evaluación de las condiciones de trabajo a los cuales están expuestos los colaboradores de la actividad de perforación con máquina neumática Jackleg y equipo

electrohidráulico Jumbo, así como la identificación de oportunidades de mejora para brindar recomendaciones que promuevan mejoras u otras acciones correctivas, relacionadas con el fortalecimiento de la GSSO en la actividad de perforación en la U.M. San Genaro de Compañía Minera Castrovirreyna S.A.

Como se ha podido apreciar, todo Titular Minero debe acatar estos requisitos legales y por tal razón implementar un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en Ocupacional (SGSSO), con una Política, Objetivos y Metas en materia de seguridad y salud en ocupacional. De no cumplir con los dispositivos legales vigentes que le sean aplicables, los organismos fiscalizadores o supervisores en materia de SSO tales como: la SUNAFIL y el OSINERGMIN; se encargarían de aplicar la sanción correspondiente y exigir la implementación de la alternativa de solución en un tiempo determinado y si el incumplimiento es continuo, entonces la sanción aplicada será más drástica hasta una posible paralización temporal sea parcial o total de las operaciones minero-metalúrgicas.

1.4 Justificación práctica

La investigación de la “GSSO en la actividad de perforación minera subterránea en Compañía Minera Castrovirreyna S.A. - U.M. San Genaro”, se justifica por la necesidad de controlar y minimizar los riesgos para la SSO en los trabajadores de la actividad de perforación de frentes, quienes están expuestos a diversos peligros, a los que se les denomina agentes: físicos, químicos, biológicos, disergonómicos, psicosociales, mecánicos y/o locativos; los cuales de no ser identificados y evaluados plenamente repercuten en forma negativa en la seguridad y salud del personal de trabajadores, sus familias y la empresa minera.

En ese sentido, lo que busca la investigación es contribuir con un estudio que permitirá identificar, evaluar, proponer, establecer y documentar lineamientos que contribuyan en mejorar la GSSO para la actividad de perforación de frentes donde se emplea máquinas neumáticas Jackleg y equipos electrohidráulicos Jumbos de un brazo, en la U.M. San Genaro de Compañía Minera Castrovirreyna S.A. y como modelo para la industria minera; con acciones objetivas y condiciones que permitan controlar y minimizar la ocurrencia de los incidentes de trabajo, garantizando así el bienestar del personal.

Si bien es cierto, desde el 2009 se tiene implementado un SGSSO denominado "SIG-SSO Castrovirreyna", es preciso analizar la real efectividad de este instrumento de gestión SSO, para mejorar los resultados en la actividad de perforación de frentes que es una de las más riesgosas, a fin de fortalecer y potencia los aspectos positivos e implementar medidas correctivas de ser necesarias, por lo que, la investigación pretende conocer a profundidad el nivel de satisfacción respecto a la GSSO aplicado a la actividad de perforación.

1.5 Objetivos de la Investigación

1.5.1 Objetivo general

Evaluar los riesgos en las actividades de perforación en minería subterránea según las características de las maquinarias con fines de GSSO.

1.5.2 Objetivos específicos

1.5.2.1 Objetivo específico 1.

Revisar, evaluar e identificar peligros y los riesgos a los que están propensos los trabajadores que desarrollan la actividad de perforación *en minería subterránea*.

1.5.2.2 Objetivo específico 2.

Evaluar la influencia de las características de las maquinarias utilizadas en los niveles de riesgos generados por la actividad de perforación en minería subterránea.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

La valoración de los riesgos en la perforación en minería subterránea según las características de las maquinarias contribuiría a una adecuada GSSO.

1.6.2 Hipótesis específicas

1.6.2.1 Hipótesis específica 1.

Los trabajadores de la actividad de perforación en minería subterránea están expuestos a diversos peligros y niveles de riesgos.

1.6.2.2 Hipótesis específica 2.

Las características de las maquinarias utilizadas influyen moderadamente en los niveles de riesgos generados por la actividad de perforación en minería subterránea.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 Marco Filosófico o Epistemológico de la Investigación

La GSSO es una forma moderna de administración, que emplea el (P) Planear, (H) Hacer (V) verificar y (A) Actuar de Edwards Deming; para mejorar continuamente y lograr la sostenibilidad de la Política, los objetivos y metas en materia de SSO. Esta metodología ha sido aplicada en diversas áreas como: calidad, finanzas, contabilidad, recursos humanos, logística, producción, seguridad de los alimentos, marketing, ventas (Balcells, 2014).

Según Sánchez-Toledo y Fernández Muñiz (2011), las empresas tienen como objetivos el control del gasto, dosificar energías y servicios empleados, para su supervivencia y competitividad. La gestión eficaz de la prevención y siniestralidad, reduce costes e incrementa el margen de beneficios, la productividad y competitividad

Para que una Organización logre los objetivos en el campo de la prevención requiere implementar la seguridad y salud en el trabajo (SST), tal como se gestionan otros aspectos o funciones como: la gestión de calidad, gestión

ambiental, gestión financiera, gestión humana (Sánchez-Toledo & Fernández Muñiz, 2011).

La GSSO como herramienta eficaz para la mejora continua en SSO, puede ser especialmente importante para ayudar a evitar lesiones o enfermedades ocupacionales producto de eventos no deseados, que puedan surgir en las operaciones mineras, que en nuestro caso se enfoca a las actividades de perforación de frentes con máquinas neumáticas Jackleg y equipo electrohidráulico Jumbo.

2.2 Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional

Debido a la profusión de referenciales de SGSSO, se constituyó un grupo de trabajo conformado por organismos oficiales de normalización nacionales como privados. Ese grupo elaboro y publicó el referencial OHSA 18001:1999 SGSSO que entró en vigor el 15 de abril de 1999 (Balcells, 2014).

La ISO (Organización Internacional de Normalización) publicó la Norma ISO 45001:2018 SGSST, con fecha 12 de marzo de 2018, con lo cual las organizaciones que tiene implementado un SGSSO bajo la norma OHSAS 18001 puede migrar a la norma ISO 45001 hasta marzo del 2021.

2.2.1 Requisitos legales aplicados a los SGSST

En materia de SSO, el Perú ha firmado y ratificado varios convenios internacionales, unos con la Comunidad Andina de Naciones (CAN), y otros con la OIT de las ONU (Ver Cuadro 2).

Cuadro 2. Marco Legal – Convenios y Tratados Internacionales

Organización Internacional	Convenio – Tratado - Ratificado	Fecha / Año
Comunidad Andina de Naciones (CAN)	Decisión N° 584, Herramienta de la CAN sobre Seguridad y Salud en el Trabajo	07-05-2004
	Resolución 957, Reglamento de la Decisión N° 584	23-09-2005
Organización Internacional del Trabajo (OIT)	C81 Convenio de Inspección del Trabajo, 1947	07-04-1950
	C127 Convenio que establece el peso máximo de carga a ser transportado por una persona en el trabajo	28-07-1967
	C176 Seguridad y salud en las minas.	05-06-1995
	Convenio 121 Prestaciones en caso de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales;	28-07-1967
	Convenio 155 Seguridad y salud de los trabajadores;	11.08-1983
	Convenio 161 Servicios de salud en el trabajo,	17-02-1988
	Convenio 187 El Marco promocional para la SST.	20-02-2009

Fuente. Organización Internacional del Trabajo y Comunidad Andina de Naciones

El Estado Peruano, ha promulgado leyes y decretos encaminados a mejorar las condiciones de trabajo en las diversas actividades productivas y de servicios, los cuales son de aplicación obligatoria por los empleadores del sector público y privado, entre las cuales tenemos:

(Autor, Año)

- a) D.S. 005-2012-TR (2012), *“Art. 23° Los Empleadores que tienen sistemas integrados de gestión o cuentan con certificaciones internacionales en SSO verificarán se cumplan, con lo especificado en la Ley 29783, su Reglamento y otras normas legales que le sean aplicables”*.

- b) El D.S 024-2016-EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería (2016), *“Art. 7°, Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional: Es la aplicación de los principios de la administración profesional a la seguridad y la salud minera, integrándola a la producción, calidad y control de costos”*.

Así mismo, el D.S 024-2016-EM (2016) *“Art. 54°: “La Alta Gerencia liderará y brindará los recursos para el desarrollo de todas las actividades en la empresa conducentes a la implementación del SGSSO, en concordancia con las prácticas aceptables de la industria minera y la normatividad vigente”*.

2.3 Antecedentes de Investigación

En la actualidad existe un avance importante en cuanto a la GSSO en las actividades mineras. Por otra parte, la evaluación de los factores de riesgo en las diversas actividades o tareas realizadas por los trabajadores mineros no son lo suficientemente exhaustiva, debido su variedad y complejidad; cuya ejecución cotidiana involucran permanente interacción con máquinas, equipos, herramientas, materiales industriales; tales como: barras de perforación, explosivos, aceites, grasas entre otros; así como también con materias naturales como: lodos, aguas alcalinas o acidas, rocas diversas, entre otros. Por lo que, se hace necesario una evaluación que permita pormenorizar o detallar para el caso de la actividad de perforación, cuáles esos peligros, riesgos y verificar que los controles aplicados aseguren un buen

resultado para la salud y seguridad de los trabajadores involucrados en la actividad de perforación subterránea.

2.3.1 Antecedentes locales

- a) De La Peña Martínez y Lazo Ramos (2012), publicaron la investigación "Optimización de la aplicación de las herramientas de gestión de seguridad para la prevención de accidentes en la U.M. San Genaro – Compañía Minera Castrovirreyna S.A.
- b) (Ranilla Cardenas (2013), publica la investigación "Administración de operaciones y programa anual de SSO para disminuir la accidentalidad en la E.E. Yuraqmayo en Compañía Minera Castrovirreyna S.A. - Unidad San Genaro.

2.3.2 Antecedentes nacionales

- a) Según Mendoza, A. (2003, citado en De La Peña Martínez y Lazo Ramos, 2012), describe a la "Gestión Preventiva" en la empresa como una manera de trabajar bien y reduce costes de la no calidad.
- b) Para Mendoza, A. (2005, citado en De La Peña Martínez y Lazo Ramos, 2012), que exista riesgo no debe símil de accidentes, pues el sistema de prevención está para evitarlos.
- c) Para Concepción, J. (2006 citado en De La Peña Martínez y Lazo Ramos, 2012), que los accidentes son la mayor preocupación en el trabajo. La buena gestión cotidiana de la SSO, ha llevado a las empresas a adoptar SGSST para revertir los sucesos no deseados.
- d) Acharte Lumes et al. (2018) presentan un estudio con el fin de evaluar los contaminantes de polvo por análisis por difracción y fluorescencia de rayos X y evaluar el impacto en la salud de los trabajadores mineros.

2.3.3 Antecedentes internacionales

- a) Rubio, J (2007 citado en De La Peña Martínez y Lazo Ramos, 2012), plantean la "teoría general de sistemas". Donde las Organizaciones son un todo organizado, integradas por dos a más elementos que se relacionan y a su vez son dependientes y que concurren para lograr un objetivo común.
- b) Betancur, F. y Vanegas, C. (2008 citado en De La Peña Martínez y Lazo Ramos, 2012), enuncian sobre la alta gerencia y su compromiso y liderazgo para mejorar las condiciones de trabajo y reducir al mínimo los factores de riesgos propios de su actividad laboral.
- c) La OIT en el 2011 emite un documento denominado "Sistema de Gestión de la SST: Una herramienta para la mejora continua". Señalando que es una disciplina para la prevención de lesiones y enfermedades laborales y para la protección y promoción de la salud de los trabajadores.

2.4 Bases Teóricas

2.4.1 Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST)

El Diccionario de la Real Academia de la Lengua española, se entiende el término Sistema, como "Reunión de elementos relacionados entre sí según una lógica (Ley) para lograr un determinado objetivo o función".

La Norma ISO 45001:2018 define en el ítem 2.3.1 SGSST, ...un sistema o parte de sistema de gestión, empelado para el logro de la política de la SST.

2.4.1.1 Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional (GSST).

El D.S. 024-2016-EM (2016), “Art. 7, establece a la GSSO: Aplicación de los principios de la administración moderna a la seguridad y salud, integrándola a la producción, calidad y control de costos”.

2.4.1.2 Objetivo de la SGSST.

La Norma ISO 45001:2018 en su Nota 1 a la entrada, establece “Los resultados previstos del SGSST son: a) evitar lesiones, b) menoscabo de la salud, c) brindar espacios laborales seguros y saludables.

2.4.1.3 Modelos de SGSST

A nivel internacional existen una profusión de SGSST, entre estos podemos listar:

- Sistema Du Pont de Seguridad y Salud Ocupacional (E.I. DU PONT de Nemours and Company, 2004) aplicado a la industria química y basado en 10 principios y cuenta con 12 elementos.
- Sistema National Occupational Safety Association (NOSA) (NOSA, 1950), aplicado a diversas actividades extractivas en Sudáfrica, cuenta con 72 elementos, agrupados en 5 secciones.
- SGSSO de la British Estándar Institute (BSI 8800:1996) aplicado en Inglaterra y cuenta con 7 principios y con 13 elementos.
- SGSSO OHSAS 18001:1999, elaborada por un conjunto de organizaciones internacionales de certificación de diversos países, fue publicada en 15 abril 1999. Tiene 6 elementos y es certificable a nivel mundial.
- SGSST ISO 45001:2018 (ISO, 2018), Norma internacional emitida por la *Organización Internacional de Estandarización (ISO)* el 15 marzo de 2018, tiene 10 elementos y es certificable a nivel internacional.

2.4.1.4 Norma Nacional para Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST)

En el contexto nacional, el Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y la Propiedad Intelectual (INDECOPI) publicó la Norma Técnica Peruana NTP 851.001.2004 denominado SGSST – Especificaciones; un documento alineado totalmente a la OHSAS 18001:1996 y que tiene carácter de facultativo.

En ese contexto, no se ha establecido normativa legal que defina o exprese el tipo de norma o metodología a considerar para definir algún esquema de SGSST. Por lo que, la Ley 29783, su reglamento D.S. 005-2012-TR y el D.S. 024-2016-EM Reglamento de Seguridad en Minería y su modificatoria D.S. 023-2017-EM, dejan libertad de acción a los Empleadores de elegir el SGSSO que mejor se adecue a sus Organización. Con los dispositivos antes descritos, se estructuró un SGSST que fue implementado y aprobado por el CSST de Compañía Minera Castrovirreyna S.A.



Figura 1 Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo, PHVA y sus elementos.

Fuente. Ley 29783, D.S. 005-2012-TR y D.S. 024-2016-EM y Norma ISO 45001. Elaboración J. Concepción.

2.4.2 Tipología de los trabajos de perforación en el arranque con explosivos.

El desarrollo de excavaciones subterráneas de laboreo minero denominadas comúnmente “socavón”, implica la aplicación de ciencia y tecnología para perforar las rocas, romperlas mediante explosivos y luego extraer el material rocoso o mineral roto, liberando el frente del socavón o bien para de ser necesario aplicar algún tipo de sostenimiento o continuar con el siguiente ciclo de perforación, voladura y extracción.

Pernía (1987) en su estudio describe, respecto a la tipología de los trabajos de perforación en el arranque con explosivos, que existe variedad de trabajos de excavaciones con explosivos, empleando numerosas máquinas teniendo por resultado los siguientes procedimientos:

- a) **Perforación manual:** Realizado con equipos ligeros manipulados por los perforistas y se utilizan en trabajos de pequeña dimensión de excavación donde no puede emplear otras máquinas.
- b) **Perforación mecanizada:** Equipos de uno o varios brazos de perforación que van sobre estructuras o chasis y pueden ir montadas sobre neumáticos u orugas y ser automotrices o remolcado.

2.4.2.1 Equipos empleados en la perforación de frentes

En Compañía Minera Castrovirreyna S.A., para la actividad de perforación de frentes se emplean dependiendo de la sección (ancho y alto) y de las zonas donde se cuenta con energía neumática o eléctrica: a) Perforadoras neumáticas Jackleg o b) Equipos electrohidráulico Jumbo de un brazo.

- a) **Perforadoras Jackleg:** En zonas donde se cuenta solamente con abastecimiento de energía neumática (aire comprimido) y/o las dimensiones de la labor (galería, crucero, sub nivel) que se desarrollará son iguales o menores a: Ancho de 3,00 m x Alto de 3,00 m, se emplean

perforadoras neumáticas Jackleg. En la unidad minera la máquina de perforación estándar es la Jackleg, cuyos datos técnicos se describen a continuación.

PERFORACION ROTOPERCUATIVA		
TIPOS DE PERFORACIÓN	EQUIPOS DE PERFORACIÓN	GRAFICO
Perforación Neumática	Máquina Jackleg BBC16W Puma	
Perforación Electro Hidráulica	Equipo Electrohidráulico Jumbo Boomer S1D	

Figura 2 Tipos de perforación rotopercutiva

Fuente. Compañía Minera Castrovirreyna S.A., Elaboración J. Concepción.

Cuadro 3. Datos Técnicos: Jackleg

Especificaciones Técnicas	Numérico	Unidades
Peso	28,50	kg
Longitud	710,00	mm
Consumo de aire	69,00	l/s
Rango de barrenos	27,0 – 41,0	mm
Frecuencia e impacto	2 340,00	blows/min
Diámetro de pistón	70,00	mm
Longitud de carrera	55,00	mm
Nivel de vibración a 3 ejes (ISO 28927-10)	18,3	m/s ²
Nivel de presión acústica (ISO 11203)	111,0	dB(A)

Fuente. Atlas Copco Peruana S.A.

Cuadro 4. **Datos Técnicos: Pata de avance de Jackleg**

Especificaciones Técnicas	Numérico	Unidades
Peso	15,00	kg
Longitud de pie de avance retraída	1 658,00	mm
Longitud de pie de avance para prolongar	1 300,00	mm
Longitud de pie de avance extendida	2 958,00	l/s
Orificio del pistón	60,00	mm

Fuente. Atlas Copco Peruana S.A.

- b) **Jumbo:** En zonas con abastecimiento de energía eléctrica (440 v) y dimensiones de labor (Rampa o Galería) a desarrollar de: 4,00 m x 4,50 m, se emplea el equipo electrohidráulico Jumbo de 01 brazo, que es practico en túneles con secciones de hasta 31,0 m², cuyas características se muestran en el cuadro 5 y cuadro 6.

Cuadro 5. **Datos: Dimensiones y peso Jumbo**

Especificaciones Técnicas	Numérico	Unidades
Altura con cabina	2 800,00	mm
Altura con techo subido	2 800,00	mm
Longitud	11 000,00	mm
Altura libre media desde el suelo	365,00	mm
Giro exterior: radio	4 950,00	mm
Giro interno: radio	2 985,00	mm

Fuente. Atlas Copco Peruana S.A.

Cuadro 6. Datos Técnicos: Jumbo

Especificaciones Técnicas	Numérico	Unidades
Número de Brazos	1,00	unidad
Extensión del brazo, máxima	1 450,00	mm
Extensión de deslizadera, máxima	1 250,00	mm
Giro de deslizadera	360,00	grados
Ángulo de elevación	+ 65° / -30°	grados
Peso del brazo (solo brazo)	1 700,00	kg
Tipo de martillo	1638ME	COP
Consumo de agua (a 12 bar)	66	l/s
Potencia instalada total	59	kw
Voltaje	380 - 1000	v
Frecuencia	60	Hz
Depósito de aceite hidráulico	145	l
Depósito de combustible (Diésel)	60	l
Sistema eléctrico	24	v
Baterías	2 x 12	v
Luces de trabajo	3 x 35	w

Fuente. Atlas Copco Peruana S.A.

2.4.2.2 Personal empleado en la perforación de frentes

a) En la Perforación de frentes con perforadora neumática

Al emplearse una perforadora neumática tipo Jackleg, se requiere para la perforación un juego de barrenos de 2", 4", 6" y 8" pies de longitud con diámetro de cabeza bisel para rotura de 38 mm. Para este trabajo requiere la participación de un (01) maestro perforista (No especializado) con un (01) ayudante de perforación, para perforar una galería de 3,0 m de alto x 3,0 m de ancho, en la veta Poder del Nv. 740 en la U.M. San Genaro.

b) En la perforación de frentes con Jumbo electrohidráulico

Al emplearse un Jumbo electrohidráulico de perforación frontal tipo Boomer, el cual consta de brazo BUT 29 flexible y martillo COP 1838. Para este trabajo requiere la participación de un (01) maestro perforista (Nivel técnico) y un (01) ayudante de perforación, para perforar una rampa de 4,0 m de alto x 4,5 m de ancho, en la veta Poder del Nv. 740 en la U.M. San Genaro de Compañía Minera Castrovirreyna S.A.

2.5 Glosario

El glosario empleado en la presente investigación, fue consultado del:

- D.S. 005-2012-TR: 24-2016-EM, Glosario de términos.
- D.S. 024-2016EM: Sub capítulo II, Definición de términos, Artículo 7°

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

La investigación es aplicada porque sus motivos de aplicación son directos e inmediatos.

La investigación aplica el método descriptivo explicativo, para el análisis de los datos compilados, así como la comprensión y solución de problema.

Para fines de la presente tesis expuesta, se utilizará un diseño de investigación no experimental y con alcance descriptivo, basado en la observación de las actividades de perforación subterránea y su análisis para obtener información que contribuyan al conocimiento.

3.2 Unidad de análisis

El personal que desempeña netamente la perforación de frentes en la unidad minera Compañía Minera Castrovirreyna S.A.

3.3 Población de estudio

Los trabajadores que participan en actividades de perforación de frentes máquina neumática Jackleg y equipo electrohidráulico Jumbo en la U.M. San Genaro de Compañía Minera Castrovirreyna S.A.

3.4 Tamaño de la muestra

En nuestra investigación, la población la conforman los trabajadores que realizan la actividad de perforación en el Nv. 740 en la U.M. San Genaro de Compañía Minera Castrovirreyna S.A.

Según Hernández et al. (2014) para definir el tamaño de muestra se aplica la siguiente formula:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Cuadro 7. Determinación de extensión la Muestra

Descripción	Nomenclatura	Valor
Población o universo	N	8
Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza	z	1.96 (95%)
Error de estimación máximo aceptado	e	5%
Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)	P	50%
Probabilidad que no ocurra el evento estudiado (1-p)	q	50%
Tamaño de la muestra	n	8

Fuente. (Hernández Sampieri et al., 2014)

3.5 Selección de la muestra

La muestra está conformada por todos los trabajadores que participan directamente en la actividad de perforación de frentes con máquina neumática Jackleg y equipo electrohidráulico Jumbo en el Nv 740 de la Veta Poder en Compañía Minera Castrovirreyna S.A. (ver cuadro 8).

Cuadro 8. Personal en perforación de frentes con Jackleg / Jumbo

PERSONAL	Turno Día	Turno Noche	Total Personal
Maestro Perforista Jackleg	1	1	2
Ayudante de Jackleg	1	1	2
Maestro Perforista Jumbo	1	1	2
Ayudante de Jumbo	1	1	2

Fuente. J. Concepción.

3.6 Técnicas de recolección de datos

Los tipos de peligros identificados, los niveles de riesgos determinados y los controles implementados en la actividad de perforación de frentes serán obtenidos de la recopilación de datos, apoyados en la observación, los informes, documentos, datos estadísticos, encuesta y entrevista proporcionados por la sub gerencia de SSO de la U.M. San Genaro de Compañía Minera Castrovirreyna S.A, así como también manuales, procedimientos y normas legales aplicables a la actividad y al sub sector minero.

Se remarca que se evaluó y comparó las actividades:

- Perforación de frentes utilizando máquinas neumáticas Jackleg.
- Perforación de frentes utilizando equipos electrohidráulicos Jumbo.

a) Información de las máquinas empleadas en la perforación subterránea:

El primer paso de la investigación, correspondió a la reunión y revisión de los datos técnicos de los manuales del fabricante de la Perforadoras neumáticas subterráneas Jackleg (Atlas Copco Perú S.A., 2019) y del Boomer S1D de Equipo de perforación frontal electrohidráulico (Atlas Copco Perú S.A., 2019).

Que nos ha permitido tomar conocimiento de las dimensiones de la máquina y equipo (longitudes, peso), energía requerida (neumática, eléctrica, hidráulica), necesidad de consumo de agua, generación de ruido, vibración, y otra información necesaria asociada a la operatividad de cada máquina.

b) Recopilación de Información estadística de accidentes y enfermedades ocupacional:

Como segundo paso de la investigación se recopiló, organizó, revisó y analizó una data estadística basada en los accidentes fatales 2011 al 2020 y enfermedades ocupacionales en el periodo 2011 al 2019.

Lo que nos permitió tener una sólida información del impacto de la accidentalidad relacionada a las actividades de perforación en minería subterránea materia de nuestra investigación, relacionada al puesto laboral de maestros perforistas y ayudantes de perforistas.

Se remarca que, la información de salud ocupacional según las normas nacionales es de carácter reservado, por lo que en las estadísticas de salud ocupacional se brinda solamente referencias generales, pero que de todas formas nos han servido para nuestra investigación.

c) Identificación de actividades y tareas en la actividad de perforación en minería subterránea:

El tercer paso del proceso de la investigación, se basó en la observación del uso y empleo de las maquinarias, identificando las actividades, tareas y un registro del tiempo empleado en un turno de trabajo típico, para la:

- Perforación de frentes utilizando máquinas de perforación neumáticas Jackleg.
- Perforación de frentes utilizando equipos de perforación electrohidráulicos Jumbo.

d) Identificación de peligros y sus riesgos relacionados en perforación en minería subterránea

Como cuarto paso y en función a la Lista referencial de peligros de CMC–PG-SGS-1 (ver cuadro 9), se tiene la identificación referencial de peligros aplicada a los diversos procesos, actividades y tareas en Compañía Minera Castrovirreyna S.A., en su Unidad San Genaro, que en por tipos son los siguientes:

- Peligros Físicos y Peligros Químicos
- Peligros Biológicos
- Peligros Ergonómicos (Aquellos que son disergonómicos)
- Peligros Mecánicos o de accidente
- Situaciones potenciales de emergencia

Cuadro 9. Lista referencial de peligros CMC – PG-SGS-1

LISTA REFERENCIAL DE PELIGROS DE CMC – PG-SGS-1			
Físicos		Químicos	
1	Ruido	8	Polvo (exposición a ...)
2	Vibraciones	9	Nieblas/ neblinas (exposición en ...)
3	Temperaturas extremas altas.	10	Humedad (exposición en ...)
4	Temperaturas extremas bajas.	11	Gases (inhalación de generados por)
5	Radiación Ionizante (rayos: x, gamma; fuentes radioactivas)	12	Vapores (contacto con vapores de ...)
6	Radiación no ionizante / solar (de soldadura, infrarrojos, electromagnética, etc.)	13	Sólidos
7	Iluminación	14	Líquidos (Soda cáustica, ácido nítrico, aceites, peróxido de hidrogeno.)
Biológicos			
15	Bacterias/ hongos/ virus/ parásitos/ protozoarios.	16	Vectores. (Roedores, mosquitos, etc.)
Disergonómicos		Mecánicos o de accidente	
17	Sobreesfuerzo físico (movimiento mal realizado).	27	Organización física inadecuada. (Se refiere a la deficiente distribución de un ambiente que lo torna peligroso)
18	Levantamiento y transporte manual de peso (superior a 25 Kg.)	28	Falta de orden y limpieza
19	Posturas de trabajo (forzadas y movimientos repetitivos)	29	Equipos o maquinarias móviles. (incluye el traslado de equipos, maquinaria o vehículos)
20	Trabajos nocturnos	30	Partes rotatorias o móviles (engranajes, ejes, pistones, etc.).
21	Ventilación deficiente	31	Herramientas inadecuadas o defectuosas.
22	Iluminación inadecuada (deficiente o excesiva)	32	Rocas Sueltas
23	Jornadas de trabajo prolongadas (Sobre turno).	33	Objetos o materiales en altura (por desprendimiento, desplome)
24	Monotonía y repetitividad.	34	Equipos e instalaciones eléctricas energizadas (contactos eléctricos, cables...)
25	Aislamiento (al realizar trabajos en ...)	35	Materiales explosivos
26	Otras situaciones que causan stress físico (detallado)	36	Materiales inflamables
Situaciones potenciales de emergencia		37	Equipos o instalaciones presurizadas (hidráulica, neumática: mangueras, pulmones, etc.)
38	Trabajos en altura (Caída de personas de distinto nivel)	39	Obstáculos en el piso (Caída del personal al mismo nivel)
40	Transporte vehicular	41	Espacios confinados
52	Incendios	42	Trabajos en caliente (contacto térmico, oxicorte)
53	Sismos	43	Superficies a desnivel, irregulares o resbalosas
54	Tormentas eléctricas	44	Superficies irregulares o resbalosas
55	Huayco, alud	45	Superficies cortantes o puntiagudas
56	Lluvias	46	Vías, carriles en mal estado
57	Disturbios sociales, paros	47	Cargas suspendidas/ Izaje
58	Incendios	48	Estructuras inadecuadas o defectuosas (Ejm. Andamios)
		49	Equipos o maquinarias defectuosas
		50	Proyección de partículas
		51	Tránsito de Equipos

Fuente. Compañía Minera Castrovirreyna S.A. (2013).

- Peligros Locativos - Relacionados al lugar de trabajo
- Peligros Mecánicos/Mantenimiento – Propios de la máquina a emplear
- Peligros Energía (Eléctricos, neumáticos, etc.) – Fuente a emplear

De la Lista referencial de peligros CMC–PG-SGS-1, se ha descartado los siguientes:

A los Trabajo de Alto Riesgos

Son “tareas” cuya ejecución conlleva gran potencial de deterioro de la salud y/o el deceso del trabajador.

Situaciones potenciales de emergencia

La Autoridad minera lo establece como un suceso no esperado generado por un fenómeno natural o acción humana que puede ocasionar una catástrofe con pérdida de vías humanas y daños materiales.

Con las consideraciones previas, se aplicó la metodología 5 W + T (Time de Exposición), para verificar la presencia de los diversos peligros en las actividades de perforación en la minera subterránea, como sigue:

- Tipo de Peligro: Físico, Químico, Biológico, etc.
- Código del Peligro: Formado por dos letras y un Número (AA – 0).
- Tipo de perforación en minería subterránea: Jackleg / Jumbo
- 1W: ¿Dónde?: ¿Dónde se presenta el peligro? – Lugar
- 2W: ¿Cuándo?: ¿Cuándo se presenta el peligro? – Actividad / tarea
- 3W: ¿Cómo?: ¿Cómo se presenta el peligro? – Permanente / Temporal
- 4W ¿Por qué?: ¿Por qué se presenta el peligro? – Tipo de energía
- 5W ¿Quién?: ¿Quién genera el peligro? – Equipo / Material / etc.
- T: ¿Cuánto Tiempo?: ¿Cuánto es el tiempo de exposición? (promedio)

e) Evaluación de riesgos según el D.S. 024-2016-EM

El quinto y definitivo paso, se realizó según la norma nacional vigente del sub sector minero, aplicando el Anexo N° 8 del D.S.024-2016-EM (2016) denominado: Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y medidas de Control - Línea Base (IPERC LB), esta evaluación contempla criterios aplicados para la: a) seguridad ocupacional (lesiones), b) salud ocupacional (enfermedades ocupacionales), y c) daños a la propiedad; entonces según lo descrito, se han desarrollado las siguientes matrices:

- Matriz IPERC Línea Base: Perforación neumática empleando
- Matriz IPERC Línea Base: Perforación electrohidráulicos empleando Jumbo.

Por lo que, toda la información pertinente deberá estar consolidada e incluida en las matrices línea base, lo que permitirá identificar, evaluar y generar la información necesaria que se traducirá en estadísticas de comparación de ambas tecnologías y procedimientos de perforación que en resumen son convencional (neumático) y mecanizado (electrohidráulico) que son los más usuales en la minería peruana.

Así mismo, el D.S. 024-2016-EM (2016) en su Anexo N° 7 “Formato IPERC Continuo”, define una Matriz Básica de Evaluación de Riesgos, en la cual se tiene los criterios de SEVERIDAD y criterios de PROBABILIDAD de los riesgos a evaluar, para obtener valoraciones como resultado de la combinación de la severidad y probabilidad.

A continuación, se aprecia las tablas definidas por el D.S. 024-2016-EM (2016), donde se definen los Criterios para la severidad y los Criterios de probabilidad.

Cuadro 10. Severidad – Anexo 7° D.S. 024-2016-EM

SEVERIDAD	CRITERIOS		
	Lesión personal	Daño a la propiedad	Daño al proceso
Catastrófico	Varias fatalidades. Varias personas con lesiones permanentes.	Pérdidas por un monto mayor a US\$ 100,000	Paralización del proceso de más de 1 mes o paralización definitiva.
Mortalidad (Pérdida mayor)	Una mortalidad. Estado vegetal	Pérdidas por un monto entre US\$ 10,001 y US\$ 100,000	Paralización del proceso de más de 1 semana y menos de 1 mes
Pérdida permanente	Lesiones que incapacitan a la persona para su actividad normal de por vida. Enfermedades ocupacionales avanzadas	Pérdida por un monto entre US\$ 5,001 y US\$ 10,000	Paralización del proceso de más de 1 día hasta 1 semana.
Pérdida temporal	Lesiones que incapacitan a la persona temporalmente. Lesiones por posición ergonómica	Pérdida por monto mayor o igual a US\$ 1,000 y menor a US\$ 5,000	Paralización de 1 día.
Pérdida menor	Lesión que no incapacita a la persona. Lesiones leves.	Pérdida por monto menor a US\$ 1,000	Paralización menor de 1 día.

Fuente. D.S. 024-2016 EM

Cuadro 11. Probabilidad – Anexo 7° D.S. 024-2016-EM

PROBABILIDAD	CRITERIOS	
	Probabilidad de frecuencia	Frecuencia de exposición
Común (muy probable)	Sucede con demasiada frecuencia.	Muchas (6 o más) personas expuestas. Varias veces al día .
Ha sucedido (probable)	Sucede con frecuencia.	Moderado (3 a 5) personas expuestas varias veces al día.
Podría suceder (posible)	Sucede ocasionalmente.	Pocas (1 a 2) personas expuestas varias veces al día. Muchas personas expuestas ocasionalmente .
Raro que suceda (poco probable)	Rara vez ocurre. No es muy probable que ocurra.	Moderado (3 a 5) personas expuestas ocasionalmente .
Prácticamente imposible que suceda.	Muy rara vez ocurre. imposible que ocurra.	Pocas (1 a 2) personas expuestas ocasionalmente.

Fuente. D.S. 024-2016 EM

Estas tabulaciones de SEVERIDAD y PROBABILIDAD, se aplican en la “Matriz básica de evaluación de riesgos” (ver cuadro 13) la cual se basa para su calificación en el Cuadro 12 denominado niveles de riesgos.

Cuadro 12. Niveles de Riesgos

NIVEL DE RIESGO		DESCRIPCIÓN	PLAZO DE MEDIDA CORRECTIVA
	ALTO	Riesgo intolerable, requiere controles inmediatos. Si no se puede controlar el PELIGRO se paralizan los trabajos operacionales en la labor.	0-24 HORAS
	MEDIO	Iniciar medidas para eliminar/reducir el riesgo. Evaluar si la acción se puede ejecutar de manera inmediata	0-72HORAS
	BAJO	Este riesgo puede ser tolerable.	1 MES

Fuente. D.S. 024-2016 EM

Cuadro 13. Matriz básica de evaluación de riesgos

SEVERIDAD	Catastrófico	1	1	2	4	7	11
	Mortalidad	2	3	5	8	12	16
	Permanente	3	6	9	13	17	20
	Temporal	4	10	14	18	21	23
	Menor	5	15	19	22	24	25
			A	B	C	D	E
			Común	Ha sucedido	Podría suceder	Raro que suceda	Prácticamente imposible que suceda
			FRECUENCIA				

Fuente. D.S. 024-2016 EM

3.7 Análisis e interpretación de la información

En la identificación de los peligros y evaluación de los riesgos que están presentes en el desarrollo de las actividades de perforación de frentes con equipos Jackleg y perforación de frente con Jumbos electrohidráulicos, se aplicó:

- a) Información técnica de un fabricante de las máquinas de perforación neumática máquina y perforación electrohidráulica máquina Jumbo.
- b) Información de Estadística de los accidentes mortales (Ministerio de Energía y Minas, 2020) y Estadística de enfermedades ocupacionales en minería (Ministerio de Energía y Minas, 2020), extracto del personal de perforistas y ayudantes de perforista, en el periodo 2011-2020.
- c) Información de Actividades y tareas, por cada tipo de actividad de perforación en minería subterránea, empleando máquina neumática Jackleg y equipo electrohidráulico Jumbo.
- d) La técnica de las 5 W + T (T: Tiempo de Exposición).
- e) El D.S. 024-2016-EM (2016), el Anexo N° 8 “Identificación de peligros, evaluación de riesgos y medidas de control - línea base” y Anexo N° 7 “Formato IPERC Continuo”, en cumplimiento del mencionado reglamento.

Aplicando lo anterior, se obtuvo lo siguiente:

- Basados en la metodología de 5W + T: Una matriz de los peligros presentes en la perforación en minería subterránea empleando las maquinarias: Jackleg y Jumbo.
- Basados en la metodología del Anexo N°8 del D.S. 024-2016-EM: Las estructuras de las matrices IPERC Línea de Base para las actividades de perforación de frentes en minería subterránea empleando las maquinarias: Jackleg y Jumbo.

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Análisis, interpretación y discusión de resultados

De acuerdo con el propósito de la investigación, considerando las actividades y tareas desarrolladas por el personal en la perforación de frentes empleando máquinas neumáticas Jackleg y equipos electrohidráulicos Jumbo, se tomó como muestra a los trabajadores en las referidas actividades, del Nv. 740 Unidad Minera San Genaro en Compañía Minera Castrovirreyna S.A.

Cuadro 14. Personal por puesto de trabajo en las actividades en perforación neumática y perforación electrohidráulica.

PERSONAL	Turno	Turno	Total
	Día	Noche	Personal
Maestro Perforista Jackleg	1	1	2
Ayudante de Jackleg	1	1	2
Maestro Perforista Jumbo	1	1	2
Ayudante de Jumbo	1	1	2

Fuente. Compañía Minera Castrovirreyna S.A. (2013)

4.1.1 Información de las máquinas empleadas en la perforación subterránea:

Producto de la revisión de la información de los manuales del fabricante de la máquina de perforación neumática Jackleg y del equipo de perforación electrohidráulico Jumbo, se logra una comparación a priori de las características de las maquinarias empleadas en la perforación minera subterránea de frentes.

Cuadro 15. Información de máquinas: Jackleg / Jumbo

Descripción	MAQUINARIA / EQUIPO	
	Jackleg	Jumbo
Tipo de Energía empleada para la perforación	Neumática	Electrohidráulica
Energía Requerida	Neumática 75 PSI	Electricidad 380 V a 1 000 V
Tipo de Transporte	Manual	Autopropulsado
Combustible requerido para su transporte	Ninguno	Petróleo Diésel 60 L
Velocidad de transporte	Ninguna	10 Km/ hr
Presión de Ruido generado	122 dB	110 dB
Partes o elementos de rotación expuestos	barrenos de perforación	Extremo de la barra de perforación
Las partes en rotación y la dimensión que están expuestas regularmente.	Longitud 60 cm	Longitud 10 cm
Peso a manipular por el perforista y/o ayudante	28,5 kg (Jackleg) 15,0 kg (Pata de avance)	No Aplica
Posible fuga de energía	Neumática	Electricidad
Iluminación propia	Ninguna	3 faros 35 Watt
Fluido a presión (manguera)	Ninguno	Aceite a 350 Bar
Vibración (A tres ejes)	18,3 m/s ²	No específica

Fuente. Atlas Copco Peruana S.A. - Elaboración J. Concepción.

Del cuadro 15, en referencia a los peligros relacionados con las maquinarias podemos extraer los siguiente:

- a) **Energía requerida:** El empleo de energía eléctrica en el Jumbo genera un mayor peligro en comparación con el peligro por el empleo de la energía neumática en la maquina Jackleg.
- b) **Tipo de Transporte:** El Jumbo es autopropulsado por un motor diésel, la máquina jackleg debe ser trasladada generalmente a pulso (cargada) por el personal, lo que genera un peligro disergonómico.
- c) **Combustible requerido para su transporte:** En el caso del Jumbo requiere de combustible diésel, lo que genera el peligro potencial de incendio y además la emisión de gases de combustión. En el caso de la maquina Jackleg no hay combustible siendo el peligro inexistente.
- d) **Velocidad de transporte:** En el caso del Jumbo su desplazamiento es a 10 km/hr no obstante, genera el peligro de atropello de personas o colisión con otros vehículos. En el caso de la maquina Jackleg este peligro no existe.
- e) **Presión de ruido generado:** Ambas maquinarias son generadoras de ruido, debido al trabajo de percusión y rotación para desarrollar la labor de perforación, no obstante, como se puede aprecia la máquina Jackleg genera mayor ruido, además el maestro perforista y su ayudante están en continuo contacto con la maquinaria.
- f) **Partes o elementos de rotación expuestos:** En ambas maquinarias existe el peligro de elemento en rotación.
- g) **Las partes en rotación y la dimensión que están expuestas regularmente:** En el caso del Jumbo la barra de perforación se ubica sobre un carril y solo se expone la broca y una pequeña porción de la barra en un máximo 10 cm. Por el contrario, en la máquina Jackleg el barreno de perforación está completamente expuesto en cada cambio en una longitud de 60 cm.
- h) **Peso a manipular por el perforista y/o ayudante:** En el caso del Jumbo no hay manipulación de objetos de peso. Por el contrario, en la máquina Jackleg, se debe manipular en todo momento el peso en conjunto de la máquina, la barra de avance e incluso del barreno, lo que genera peligro disergonómico.
- i) **Posible fuga de energía:** En el caso del Jumbo existe la posible fuga de energía eléctrica siendo este su peligro. En la máquina Jackleg la

fuga de energía neumática se da al picarse la manguera de abastecimiento aire a presión, siendo este su peligro.

- j) **Iluminación propia:** En el caso del Jumbo proporciona buena iluminación sobre el frente de trabajo al contar con reflectores. En el caso de la máquina Jackleg, el personal de perforación solo cuenta con la iluminación proporcionada por sus lámparas mineras, por lo que el peligro iluminación deficiente está presente.
- k) **Fluido a presión (manguera):** En el caso del Jumbo se cuenta con varias mangueras hidráulicas de aceite, tanto para la alimentación de la presión de perforación, articulación de la barra y la lubricación, por lo que en caso de reventarse existe el peligro de proyectar esos fluidos a presión, en el caso de la máquina Jackleg no hay fluidos a presión, por lo que este peligro no existe.
- l) **Vibración (A tres ejes):** En el caso del Jumbo la vibración sobre el cuerpo completo o brazo-mano es poco perceptible por lo que no aun así existe el peligro, en el caso de la máquina Jackleg la vibración sobre brazo-mano es muy perceptible por lo que existe este peligro.

4.1.2. Información estadística de los accidentes y enfermedades ocupacionales en el personal de perforistas y ayudantes de perforista, en el periodo 2011-2020, obtenidos del Ministerio de Energía y Minas.

Es importante, en la identificación de peligros y valoración de los riesgos, recurrir a una sólida información estadística sobre seguridad ocupacional y enfermedades ocupacionales, afín de tener una consistencia en la determinación de los valores que se tomarán de las tablas tanto de probabilidad y severidad. Nuestra referencia estadística proviene del Ministerio de Energía y Minas, en lo que corresponde a:

Estadística Minera de Seguridad Ocupacional Accidentes Mortales 2011 al 2020.

La información estadística fue tomada de la página Web del Ministerio de Energía y Minas (2020), de las Estadísticas de Accidentes Mortales en el

sector minero del periodo 2011-2020, de la cual, obtuvimos el resultado de la gestión de seguridad ocupacional en la minería peruana en el periodo 2011 al 2020, donde están incluidos los Titulares Mineros (CIA), las empresas especializadas de contratistas mineros (C.M.), y a las empresas de servicios conexos (Otros).

La información procesada desde el 2011 al 2020 (Ver Anexo 4) nos brinda información de:

- a) Número promedio de trabaja que laboran en las actividades de mineras a nivel nacional considerando al personal de los Titulares Mineros (CIA), Empresas especializadas de contratistas mineros (CM), y a las Empresas de actividades conexas a la minería (Otros).
- b) Número de incidentes reportados, lo que significa los sucesos de cuasi accidentes
- c) Los diversos accidentes ocurridos y calificados como leves, incapacitantes y fatales,
- d) Los días perdidos acumulados (de trabajo) por la atención médica o cargados por el deceso de los trabajadores o perdida de algún miembro del cuerpo.
- e) Las horas hombres trabajadas que podemos denominar también horas de exposición, y finalmente
- f) Los índices de frecuencia (Frec.), severidad (Seve.) y accidentalidad (Accid.).

Cuadro 16. Estadísticas de Seguridad Minera 2011 al 2020.

Año	Nro Promedio de Trabajadores				Incidente	Accidentes			Día	Horas Hombre	INDICES		
	CIA	C.M.	Otros	Total	Reportado	Leve	Incapacitantes	Fatal	Perdido	Trabajada	Frec.	Seve.	Accd.
2020	61,410	38,918	76,646	176,974	21,951	2,381	779	19	95,904	357,093,911	2.212	268.568	0.594
2019	66,397	51,570	89,438	207,405	45,078	3,151	1,156	40	307,322	480,242,119	2.476	639.931	1.584
2018	66,567	55,789	79,543	201,898	54,459	3,203	1,196	27	240,259	472,964,634	2.59	507.99	1.31
2017	65,781	56,802	67,382	189,965	59,419	3,980	1,077	41	342,000	435,932,323	2.57	784.53	2.01
2016	63,579	52,631	61,571	177,781	66,809	12,635	985	34	276,607	411,467,838	2.48	672.25	1.67
2015	63,272	61,488	71,119	195,879	81,953	3,859	1,010	29	273,355	467,377,225	2.22	584.87	1.30
2014	63,174	60,387	72,047	195,607	102,863	4,241	1,283	32	320,142	474,403,898	2.77	674.83	1.87
2013	68,100	61,316	80,620	210,036	134,669	9,590	1,260	47	362,035	467,723,484	2.79	774.04	2.16
2012	68,328	59,378	80,050	207,756	135,770	6,766	1,555	54	491,650	503,977,716	3.19	975.54	3.11
2011	61,308	50,051	61,800	173,158	159,493	7,496	1,456	52	467,576	413,100,033	3.65	1,131.87	4.13
TOTAL	647,916	548,329	740,215	1,936,460	862,464	57,302	11,757	375	3,176,850	4,484,283,181	2.69	701.44	1.97

Fuente. Ministerio de energía y Minas. Elaboración J Concepción.

Basado en la información del D.S. 024-2016-EM (2016) en su Anexo N° 31 denominado “Tabla para notificaciones y Anexos” (ver Anexo 3), y utilizando del mismo la Tablas N° 4 “Tipo del Accidente” y Tabla N° 10 “Tipo del Incidente, Accidente en Sub Sector Minería”, se elaboró el Cuadro 17, que a continuación se muestra.

Cuadro 17. Tipos de accidentes fatales que ocurrieron en el periodo 2011 al 2020 en la Minería Peruana

Código		TIPO DE ACCIDENTES MORTALES PERIODO 2011 – 2020	N° DE ACCIDENTES FATALES	% Por Tipo
Tabla 4	Tabla 10			
21	3	Derrumbe (caídas de masas de tierra, de rocas, de piedras, de nieve)	122	32,53%
9	22	Otros (diversos diferentes a los ya mencionados)	55	14.67%
1	1	Caída de personas	45	12,00%
-	6	Tránsito	36	9,60%
81	19	Contacto por inhalación, por ingestión o por absorción con sustancias nocivas	34	9,07%
7	18	Energía eléctrica	18	4,80%
-	5	Manipulación de materiales	13	3,47%
-	7	Operación de maquinarias	12	3,20%
42	-	Atrapada entre un objeto inmóvil y un objeto móvil	10	2,67%
-	12	Explosivos	8	2,13%
2	23	Caídas de objetos	8	2,13%
-	4	Acarreo y transporte	6	1,60%
-	-	Operación de carga y descarga	4	1,07%
-	9	Succión y/o enterramiento por hundimiento del mineral	4	1,07%
TOTAL			375	100%

Fuente. Ministerio de energía y Minas. Elaboración J Concepción.

En función al Cuadro 17, podemos remarcar lo siguiente de los cinco (5), tipos de accidentes que han ocasionado más decesos o muertes en la minería peruana a nivel nacional:

- a) Derrumbe: Han generado 122 accidentes con fatalidad, lo que equivale el 32.5% de las muertes en el periodo 2011-2020. Es un indicador para considerar que este tipo de peligro (caída de rocas) con el generador de un riesgo con alto probabilidad de ocurrencia y severas consecuencias. (Ver figura 3)
- b) Otros: Han generado 55 accidentes con fatalidad, lo que equivale el 14.67% de las muertes en el periodo 2011-2020. Es un indicador para considerar que estén otros de peligro no considerados en las tablas listadas por la autoridad minera y que son generadores igualmente de riesgos con alto probabilidad de ocurrencia y severas consecuencias. (Ver figura 3)
- c) Caída de personas: han ocasionado 45 accidentes con fatalidad, lo que equivale al 12% de las muertes en el periodo 2011-2020. Es un indicador que el peligro caída de personas de diferente nivel, que está relacionado con actividades de trabajo en altura o alguna forma de exposición del personal a desniveles considerable (mayores de 1.80 m) es también generador de riesgo con probabilidad de ocurrencia y severas consecuencias. (Ver figura 3)
- d) Tránsito: Han generado 36 accidentes con fatalidad, lo que equivale el 9.60% de las muertes en el periodo 2011-2020. Es un indicador para considerar que el peligro por el tránsito de equipos autopropulsados son generadores de riesgos de alto probabilidad de ocurrencia y severas consecuencias. (Ver figura 3)
- e) Contacto por inhalación, por ingestión o por absorción con sustancias nocivas: Han generado 34 accidentes con fatalidad, lo que equivale el 9.07% de las muertes en el periodo 2011-2020. Es un indicador a considerar que el peligro (gases tóxicos) es otro generador de riesgo con alto probabilidad de ocurrencia y severas consecuencias. (Ver figura 3).

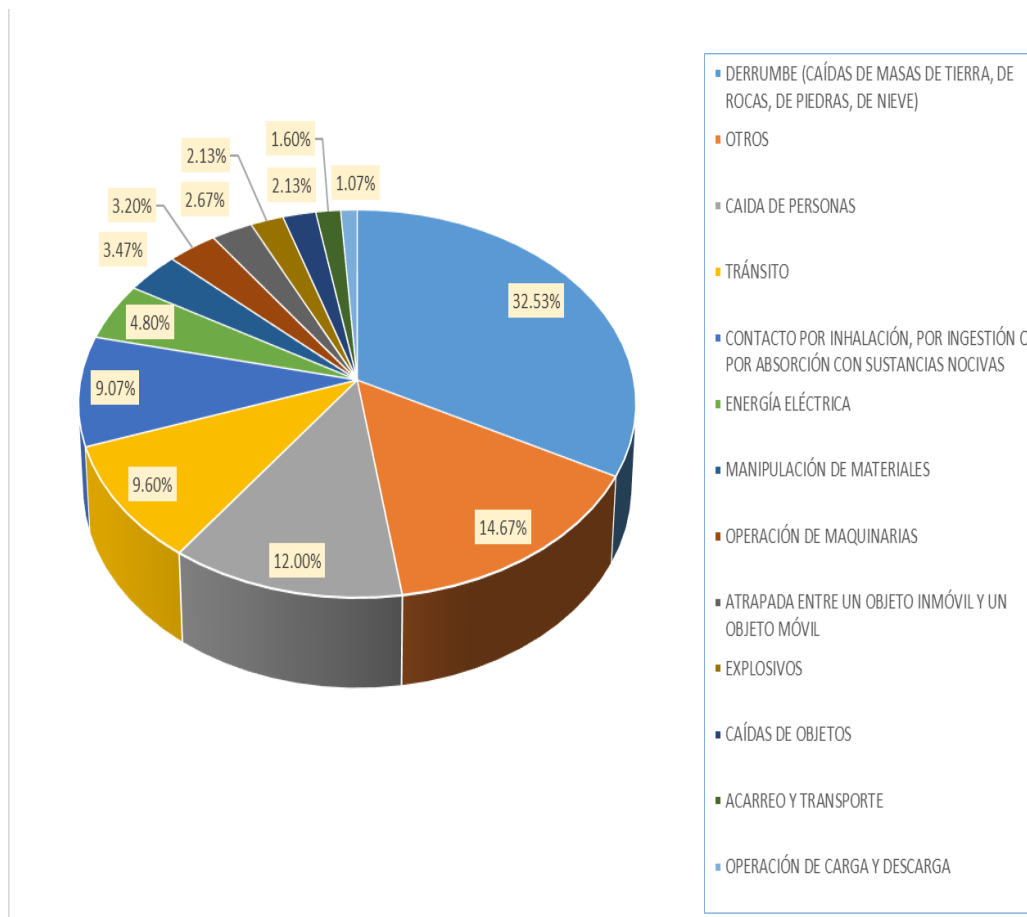


Figura 3 Distribución porcentual de las clases de accidentes mortales ocurridos del 2011 al 2020.

Fuente. Ministerio de Energía y Minas. Elaboración J. Concepción.

Estadística de Accidentes Mortales: Perforistas y Ayudante de Perforista 2011 – 2020:

Basado en la información del MINEM, con la cual se elaboró el Cuadro 16 Estadísticas de Seguridad Minera 2011 al 2020, también se logró obtener información de los accidentes fatales que ocurrieron específicamente sobre el personal de perforista y ayudante de perforista en las minas subterráneas.

En este caso se debe remarcar, que la información brindada por el MINEM, aporta datos de fallecimientos de perforistas y ayudantes de perforista, no haciendo una discriminación entre los que desarrollan perforación con Jackleg o Jumbo, sin embargo, la información en su conjunto es útil ya que refiere las ocurridas a los trabajadores que se desempeñan como perforistas y ayudantes de perforista, los cuales son materia de nuestra investigación.

A continuación, se aprecia los diversos tipos de accidentes mortales ocurrido sobre el personal que desempeña las actividades de perforistas y ayudantes de perforista, en la figura 4 “Accidentes fatales ocurridos a los perforistas y ayudantes de perforista del 2011 al 2020”, se puede ver que, de los 375 accidentes mortales ocurrido en ese periodo; corresponden 211 accidentes mortales que porcentualmente es 56,27% a las actividades de perforistas y ayudantes de perforista.

Entonces en función a la información del MINEM (ver Anexo N° 4), se obtuvo la figura 4 Accidentes fatales ocurridos a los perforistas y ayudantes de perforista del 2011 al 2020, del cual podemos remarcar también entre los cinco (5), tipos de accidentes que han ocasionado más decesos o muertes en el personal de maestros perforistas y ayudantes de perforista, lo siguiente:

- a) Derrumbe: Han generado 38 accidentes con fatalidad entre el personal de ayudantes de perforista y 72 accidentes con fatalidad entre el personal de maestros perforistas. Lo que equivale al 90.16% de las muertes en el periodo 2011-2020.
- b) Caída de personas: han ocasionado 24 accidentes con fatalidad entre el personal de ayudantes de perforista y 5 accidentes con fatalidad entre el personal de maestros perforistas. Lo que equivale al 64.44% de las muertes en el periodo 2011-2020.
- c) Otros: han ocasionado 15 accidentes con fatalidad entre el personal de ayudantes de perforista y 8 accidentes con fatalidad entre el personal de maestros perforistas. Lo que equivale al 41.81% de las muertes en el periodo 2011-2020.

- d) Tránsito: han ocasionado 7 accidentes con fatalidad entre el personal de ayudantes de perforista. Lo que equivale al 19.44% de las muertes en el periodo 2011-2020.
- e) Contacto por inhalación, por ingestión o por absorción con sustancias nocivas: han ocasionado 5 accidentes con fatalidad entre el personal de ayudantes de perforista y 20 accidentes con fatalidad entre el personal de maestros perforistas. Lo que equivale al 73.52% de las muertes en el periodo 2011-2020.

	AYUDANTE PERFORISTA	PERFORISTA
Máx. de CAÍDAS DE OBJETOS	1	
Máx. de ATRAPADA ENTRE UN OBJETO INMÓVIL Y UN OBJETO MÓVIL		
Máx. de SUCCIÓN Y/O ENTERRAMIENTO POR HUNDIMIENTO DEL MINERAL	1	
Máx. de OPERACIÓN DE CARGA Y DESCARGA	1	
Máx. de MANIPULACIÓN DE MATERIALES	7	
Máx. de EXPLOSIVOS	2	
Máx. de ACARREO Y TRANSPORTE	3	
Máx. de ENERGÍA ELÉCTRICA	2	
Máx. de OPERACIÓN DE MAQUINARIAS		
Máx. de CONTACTO POR INHALACIÓN, POR INGESTIÓN O POR ABSORCIÓN CON SUSTANCIAS NOCIVAS	5	20
Máx. de TRÁNSITO	7	
Máx. de OTROS	15	8
Máx. de CAIDA DE PERSONAS	24	5
Máx. de DERRUMBE (CAÍDAS DE MASAS DE TIERRA, DE ROCAS, DE PIEDRAS, DE NIEVE)	38	72
Máx. de TOTAL	106	105

Figura 4 Accidentes fatales ocurridos a los perforistas y ayudantes de perforista del 2011 al 2020

Fuente. Ministerio de Energía y Minas. Elaboración J. Concepción.

Estadística Minera de Enfermedades Ocupacionales

El MINEM en su página WEB, brinda la Estadística de Enfermedades Ocupacionales en Minería (Ministerio de Energía y Minas, 2019). Las estadísticas proporcionadas no vinculan los tipos de enfermedades ocupacionales para un determinado puesto de trabajo.

Sin embargo, se puede verificar que entre las enfermedades ocupacionales más recurrentes se encuentran:

H90.0 - Hipoacusia conductiva bilateral

H90.3 - Hipoacusia neurosensorial, bilateral

J20.4 - Bronquitis aguda debida a virus parainfluenza

J62.0 - Neumoconiosis debidas a polvo de sílice

J62.8 - Neumoconiosis debida a otros polvos que contienen sílice

T75.2 - Efectos de la vibración

El Cuadro 18 abajo mostrado, recopila los datos del periodo 2011 al 2019, no obstante, se debe remarcar que solo se tomará la información hasta el 2016, ya que del 2017 al 2019 hay una variación muy abrupta de datos.

Cuadro 18. Enfermedades ocupacionales en los perforistas y ayudantes de perforista del 2011 al 2019

OCUPACION	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Promedio 2011 - 2016
Ayudante de Perforista	8	7	8	8	6	6	1	0	0	7
Perforista de Jackleg	61	103	142	134	104	104	9	6	4	108
Perforista de Jumbo	30	36	18	15	8	8	10	7	5	19
Enfermos Ocupacionales	204	633	454	434	537	537	304	305	265	466

Fuente. Ministerio de Energía y Minas. Elaboración J Concepción.

- a) Ayudante de Perforista: Este puesto laboral presenta el promedio anual de 7 enfermos ocupacionales, lo que equivale al 1.5% de la población

que ha desarrollado enfermedades ocupacionales en el periodo 2011-2016 (Ver figura 5).

- b) Perforista de Jackleg: Este puesto laboral presenta el promedio anual de 108 enfermos ocupacionales, lo que equivale al 23.2% de la población que ha desarrollado enfermedades ocupacionales en el periodo 2011-2016 (Ver figura 5).
- c) Perforista de Jumbo: Este puesto laboral presenta el promedio anual de 19 (diecinueve) enfermos ocupacionales, lo que equivale al 4.1% de la población que ha desarrollado enfermedades ocupacionales en el periodo 2011-2016 (Ver figura 5).

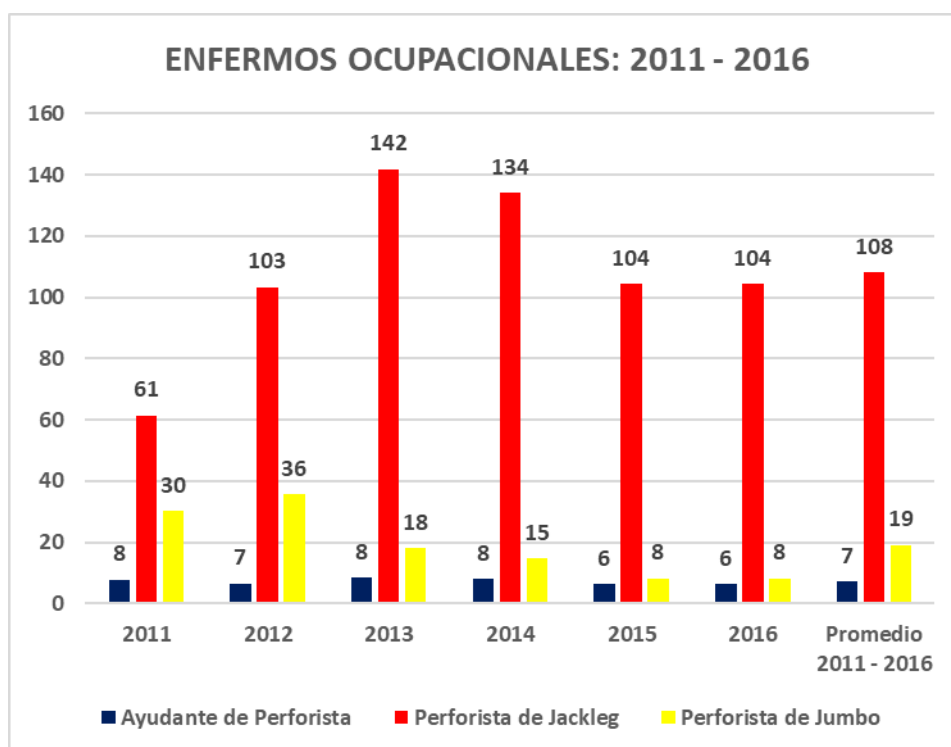


Figura 5 Distribución de enfermos ocupacionales: Perforistas (Jackleg / Jumbo) y ayudantes de perforista, en el periodo del 2011 al 2016

Fuente. Ministerio de Energía y Minas. Elaboración J Concepción.

4.1.2 Identificación de actividades y tareas en la actividad de perforación en minería subterránea.

En la gestión de la producción y el beneficio de los minerales por la organización, se tiene el Proceso Minado, del cual, un sub proceso es la perforación de frentes, que está acompañado de ciertas actividades y que se sub divide en tareas.

En la actividad de perforación de frentes con máquina neumática Jackleg, para secciones de labor de 3,00 m x 3,00 m, se verificó la distribución de las actividades y tareas, ya que en cada una de ellas se deberá identificar peligros. En función a las observaciones de campo se elaboró el cuadro 19 Actividades y Tareas en la perforación neumática con Jackleg.

En forma similar, para la actividad de perforación de frentes con equipo electrohidráulico Jumbo, en secciones de labor de 4,00 m x 4,50 m, se verificó la distribución de las actividades y tareas, para identificar la existencia de peligros, producto de las observaciones se elaboró el cuadro 20 Actividades y Tareas, en la perforación electrohidráulica con Jumbo.

Cuadro 19. Actividades y Tareas: Perforación con Jackleg

SUB PROCESO	Horas	ACTIVIDAD	TAREAS	RUTINARIA (SI / NO)
1. PROCESOS DE PERFORACION DE FRENTERES - OPERACIONES MINA SUBTERRÁNEA - JACKLEG	30 min	1.1 Despacho de Guardia (Interior Mina)	1.1.1 Inducción de Seguridad de 5 minutos en Sala de Capacitación	SI
			1.1.2 Reparto de Guardia: Distribución de trabajos en las diversas labores de mina subterránea y entrega de ORDEN DE TRABAJO	SI
	1 hr 30 min	1.2 Personal se traslada a las labores distribuidas, más (ida / retorno / comedor)	1.2.1 Traslado por sus propios medios a las labores distribuidas en el Despacho de Guardia	SI
			1.3 Personal verifica las condiciones iniciales de la labor - Elaborar IPERC continuo 1	SI
	30 min		1.3.1 Verificación que la manga de ventilación sople hacia la labor	SI
			1.3.2 Verificación mediante medición de gases en la labor	SI
			1.3.3 Acondicionamiento desatado de rocas en la labor	SI
	1 hr	1.4 Extracción de mineral / desmonte - scooptram	1.4.1 Extracción de (mineral / desmonte) de la labor minera con scooptram	SI
		30 min	1.5 Acondicionamiento del equipo de perforación jackleg -Elaborar IPERC continuo 2	1.5.1 Acondicionamiento desatado de rocas en la labor
	1.5.2 Verificación de tiros cortados			SI
	1.5.3 Traslado de jackleg hacia el frente de perforación			SI
1.5.4 Check list de jackleg y herramientas de perforación (Habilitación del equipo de perforación)	SI			
30 min	1.6 Preparación del lugar de trabajo para la perforación con jackleg	1.6.1 Equipamiento con EPP para la perforación	SI	
		1.6.2 Instalación de jackleg en frente de la labor, verificación de aire comprimido y agua	SI	
		1.6.3 Delimitación del área de trabajo - señalización y colocado de barreras.	SI	
		1.6.4 Pintado de la malla de perforación según calidad de rocas	SI	
		1.6.5 Revisión por la supervisión - (Capataz / Ing. de Guardia)	SI	
5 hr 30 min	1.7 Perforación con jackleg	1.7.1 Perforación de arrastres y ayuda de arrastres	SI	
		1.7.2 Perforación de cuele y cuadradores	SI	
		1.7.3 Perforación de ayuda de alzas y alzas	SI	
45 min	1.8 Ir Comedor / cuarto en Superficie	1.8.1 Ir al comedor y cuarto en Superficie	SI	
30 min	1.9 Termino de la actividad de perforación	1.8.2 Uso de servicios higiénicos (Interior mina y superficie)	SI	
		1.9.1 Desinstalación de la jackleg (aire / agua)	SI	
30 min		1.9.2 Traslado de la jackleg y herramientas a un lugar seguro (Bodega de avance)	SI	
		1.10 Coordinación con cuadrilla de voladura.	SI	
15 min		1.10.1 Acondicionamiento de la labor re-desatado de rocas	SI	
		1.10.2 Coordinación con cuadrilla de voladura	SI	
30 min	1.11 Reporte diario de perforista	1.11.1 Presentar reporte escrito de labor perforada	SI	

Cuadro 20. Actividades y Tareas: Perforación con Jumbo

SUB PROCESO	Horas	ACTIVIDAD	TAREAS	RUTINARIA (SI / NO)
1. PROCESOS DE PERFORACION DE FRENTES - OPERACIONES MINA SUBTERRÁNEA - JUMBO	30 min	1.1 Despacho de Guardia (Interior Mina)	1.1.1 Inducción de Seguridad de 5 minutos en Sala de Capacitación	SI
			1.1.2 Reparto de Guardia: Distribución de trabajos en las diversas labores de mina subterránea y entrega de ORDEN DE TRABAJO	SI
	1 hr 30 min	1.2 Personal se traslada a las labores distribuidas (ida / retorno).	1.2.1 Traslado por sus propios medios a las labores distribuidas en el Despacho de Guardia	SI
			1.2.2 Traslado por sus propios medios a las labores distribuidas en el Despacho de Guardia	SI
	30 min	1.3 Personal verifica las condiciones iniciales de la labor - Elaborar IPERC Continuo - 1	1.3.1 Verificación que la manga de ventilación sople hacia la labor	SI
			1.3.2 Verificación mediante medición de gases en la labor	SI
			1.3.3 Acondicionamiento desatado de rocas en la labor	SI
	1 hr	1.4 Extracción de (mineral / desmonte) - scooptram	1.4.1 Extracción de (mineral / desmonte) con scooptram	SI
	30 min	1.5 Acondicionamiento del equipo de perforación Jumbo - Elaborar IPERC continuo 2	1.5.1 Acondicionamiento desatado de rocas en la labor	SI
			1.5.2 Verificación de tiros cortados	SI
			1.5.3 Traslado de Jumbo hacia el frente de perforación	SI
			1.5.4 Check list de Jumbo y herramientas de perforación (Habilitación del equipo de perforación)	SI
	30 min	1.6 Preparación del lugar de trabajo para la perforación con Jumbo	1.6.1 Equipamiento con EPP para la perforación	SI
			1.6.2 Instalación de Jumbo en frente de la labor, verificación de energía eléctrica y agua	SI
1.6.3 Delimitación del área de trabajo: señalización y colocado de barreras.			SI	
1.6.4 Pintado de la malla de perforación según calidad de rocas			SI	
1.6.5 Revisión por la supervisión - (Capataz / Ing. de Guardia)			SI	
5 hr 30 min	1.7 Perforación con Jumbo	1.7.1 Perforación de arrastres y ayuda de arrastres	SI	
		1.7.2 Perforación de cuele y cuadradores	SI	
		1.7.3 Perforación de ayuda de alzas y corona	SI	
45 min	1.8 Ir al comedor / Habitación (superficie)	1.8.1 Ir al comedor y cuarto (superficie)	SI	
		1.8.2 Uso de servicios higiénicos (Interior mina o superficie)	SI	
30 min	1.9 Termina de la actividad de perforación	1.9.1 Desinstalación del Jumbo (electricidad / agua)	SI	
		1.9.2 Traslado del Jumbo y herramientas a un lugar seguro (zona de refugio)	SI	
15 min	1.10 Coordinación con cuadrilla de voladura.	1.10.1 Acondicionamiento de la labor re-desatado de rocas	SI	
		1.10.2 Coordinación con cuadrilla de voladura	SI	
30 min	1.11 Reporte diario de perforista	1.11.1 Presentar reporte escrito de labor perforada - disparada	SI	

4.1.3 Identificación de Peligros empleando la Metodología 5W + T (Tiempo de Exposición).

La aplicación de la metodología de los 5 W + T (T = Tiempo de exposición), permite relacionar la presencia de un determinado peligro, sea en una tarea o en toda una actividad del proceso perforación de frentes (ver Cuadro 21).

A manera de ejemplo, vamos a desarrollar la aplicación de la metodología 5W + T para el peligro: **Ruido**.

- **Peligro físico:** Ruido, al cual se le asignó el código FF 1
- **Sub Proceso:** Perforación de frentes con Jackleg o Jumbo
- **¿Dónde?:** Lugar donde se presenta el Ruido: Galería Principal, Frente de perforación.
- **¿Cuándo?:** En qué circunstancias se presenta el ruido: Partiendo de las matrices de Actividades y tareas de Perforación con Jackleg y Jumbo (ver cuadros N° 19 y N° 20), de donde se obtiene: 1.2.1 Traslada en mina; 1.4. Extracción; 1.7 Perforación.
- **¿Cómo?:** Forma de presentarse el ruido: En cada caso es Temporal
- **¿Por qué?:** Que energía está relacionada con la fuente de ruido, en nuestro caso es: Mecánica, Motor Scooptram, Neumática / Hidráulica
- **¿Quién?:** Genera el ruido: Un ventilador auxiliar, un scooptram, la máquina Jackleg y el equipo /Jumbo ambos durante la perforación efectiva.
- **¿Tiempo Exposición?:**El tiempo de exposición del personal al ruido, en la actividad o tarea , establecido en horas y/o minutos.

Cuadro 21. Matriz de Identificación de Peligros empleando la Metodología 5W + T (Tiempo de Exposición)

LISTA REFERENCIAL DE PELIGROS (Qué)		Nuevo	Tipo Sub Proceso	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cómo?	¿Por qué?	¿Quién?	¿Tiempo Exposición?	¿Aplica?	
PELIGROS FISICOS		Código	Perforación	Lugar	Actividad / Tarea	Forma	Energía	Lo genera	Hr y Min	SI	NO
1	Ruido generado por la actividad (caracterizar)	FF 1	Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo	Gl Principal Frente Frente	1.2.1 Traslada en mina 1.4. Extracción 1.7 Perforación	Temporal Temporal Temporal	Mecánica Motor Scooptram Neumática / Hidráulica	Ventiladores Scooptram Jackleg /Jumbo	00:15 01:00 05:30	X	
2	Vibraciones cuerpo – mano - Brazo (caracterizar)	FF 2	Jackleg Jumbo S1D Jumbo S1D	Frente	1.7 Perforación 1.5.3 Acondiciona 1.7 Perforación	Temporal Temporal	Neumática Motor Jumbo / Hidráulica	Jackleg Jumbo S1D	05:30 05:30	X	
3	Temperaturas extremas altas (caracterizar)	FF 3	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica		X
4	Temperaturas extremas bajas (caracterizar)	FF 4	Jackleg/Jumbo	Exterior Mina	1.8.1 Ir Comedor/ Cuarto	Estacional	Fenómeno Atmosférico	Condición Clima	02:00	X	
5	Radiación ionizante (Rayos x, rayos gamma, radioactivas)	FF 5	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica		X
6	Radiación no ionizante / solar (infrarrojos, electromagnética, de soldadura etc.)	FF 6	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica		X
7 y 22	Iluminación (excesiva / deficiente) (caracterizar)	FF 7	Jackleg Jumbo	Frente Frente	1.7 Perforación 1.7 Perforación	Temporal Temporal	Batería Eléctrica	Lámpara minera Reflector Jumbo	12:00 05:30	X	
21	Velocidad del aire (caracterizar)	FF 8	Jackleg/Jumbo	Frente	1.7 Perforación	Permanente	Mecánica Eólica	Ventilador Natural	12:00	X	
PELIGROS QUIMICOS		Código	Perforación	Lugar	Actividad Tarea	Forma	Energía	Lo genera	Horas	SI	NO
8	Polvo presente en la actividad (caracterizar)	FQ 1	Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo	Gl Ingreso Mina Frente Frente Frente Frente Frente Frente	1.2.1 Traslada en mina 1.3 Verifica 1.4. Extracción 1.5. Acondiciona 1.6. Preparación 1.7 Perforación 1.9. Termino 1.10.Coordinación	Permanente Permanente Permanente Permanente Permanente Permanente Permanente Permanente	Eólica Explosivo Mecánica Mecánica Mecánica Mecánica Mecánica Mecánica	Natural Voladura Scooptram Transporte Ambiente Mina Jackleg /Jumbo Ambiente Mina Ambiente Mina	01:30 00:30 01:00 00:30 00:30 05:30 00:30 00:15	X	
9	Nieblas / aerosoles (caracterizar)	FQ 2	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica		X
10	Humedad (caracterizar)	FQ 3	Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo	Gl Ingreso Mina Frente Frente Frente Frente Frente Frente	1.2.1 Traslada en mina 1.3 Verifica 1.4 Extracción 1.5 Acondiciona 1.6 Preparación 1.7 Perforación 1.9 Termino 1.10 Coordinación	Permanente Permanente Permanente Permanente Permanente Permanente Permanente Permanente	Eólica Mecánica Mecánica Mecánica Mecánica Mecánica Mecánica Mecánica	Clima Clima Clima Clima Clima Clima Clima Clima	01:30 00:30 01:00 00:30 00:30 05:30 00:30 00:15	X	

LISTA REFERENCIAL DE PELIGROS (Qué)		Nuevo	Tipo Sub Proceso	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cómo?	¿Por qué?	¿Quién?	¿Tiempo Exposición?	¿Aplica?	
PELIGROS PSICOSOCIALES		Código	Perforación	Lugar	Actividad / Tarea	Forma	Energía	Lo genera	Hr y Min	SI	NO
NO CONSIDERADO	Carga excesiva de trabajo (caracterizar)	FS 1	Jackleg Jumbo S1D	Frente Frente	1.7 Perforación 1.7 Perforación	Temporal Temporal	No Aplica	Demora Ciclo Minado Demora Ciclo Minado	05:30 05:30	X	
	Exigencias contradictorias (caracterizar)	FS 2	Jackleg Jumbo S1D	Frente Frente	1.7 Perforación 1.7 Perforación	Temporal Temporal	No Aplica	Demora Ciclo Minado Demora Ciclo Minado	05:30 05:30	X	
	Comunicación ineficaz (caracterizar)	FS 3	Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo	Oficina Frente Frente Oficina	1.1 Despacho Gdía 1.6 Preparación 1.10.2 Coordinación 1.11 Reporte	Temporal Temporal Temporal Temporal	No Aplica	Demora Ciclo Minado Demora Ciclo Minado Demora Ciclo Minado Demora Ciclo Minado	00:30 00:30 00:30 00:30	X	
	Acoso laboral: mobbing (caracterizar)	FS 4	Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo	Oficina Frente Frente Oficina	1.1 Despacho Gdía 1.6.5 Preparación 1.7 Perforación 1.11 Reporte	Temporal Temporal Temporal Temporal	No Aplica	Jerarquía / Trabajador Jerarquía / Trabajador Jerarquía / Trabajador Jerarquía / Trabajador	00:30 00:30 05:30 00:30	X	
	Supervisión deficiente (caracterizar)	FS 5	Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo	Frente Frente	1.6.5 Preparación 1.7 Perforación	Temporal Temporal	No Aplica	Demora Ciclo Minado Demora Ciclo Minado	00:30 05:30	X	
	Falta de apoyo o compromiso de Alta Dirección (caracterizar)	FS 6	Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo	Oficina/Frente Oficina/Frente	1.1 Despacho Gdía 1.7 Perforación	Temporal Temporal	No Aplica	Alta Dirección Alta Dirección	12:00 12:00	X	
	Falta de participación en toma de decisiones por el trabajador (caracterizar)	FS 7	Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo	Oficina/Frente Oficina/Frente	1.1 Despacho Gdía 1.7 Perforación	Temporal Temporal	No Aplica	Jerarquía / Trabajador Jerarquía / Trabajador	12:00	X	
	Preocupación por problemas personales (caracterizar)	FS 8	Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo	Oficina/Frente Oficina/Frente	1.1 Despacho Gdía 1.7 Perforación	Temporal Temporal	No Aplica	Familia / Salud Familia / Salud	12:00	X	
PELIGROS LOCATIVOS		Código	Perforación	Lugar	Actividad / Tarea	Forma	Energía	Lo genera	Hr y Min	SI	NO
27	Organización inadecuada del espacio físico	FL 1	Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo	Frente Frente Frente Frente Frente	1.5.4 Acondiciona 1.6.3 Preparación 1.7 Perforación 1.9.2 Termino 1.10.2 Coordinación	Temporal Temporal Temporal Temporal Temporal	No Aplica	Área de Trabajo Área de Trabajo Área de Trabajo Área de Trabajo Área de Trabajo	00:30 00:30 05:30 00:30 00:15	X	
28	Falta de orden y limpieza	FL 2	Jackleg Jackleg Jackleg Jackleg	Frente Frente Frente Frente	1.5.4 Acondiciona 1.6.3 Preparación 1.7 Perforación 1.9.2 Termino 1.10.2 Coordinación	Temporal Temporal Temporal Temporal Temporal	No Aplica	Área de Trabajo Área de Trabajo Área de Trabajo Área de Trabajo	00:30 00:30 05:30 00:30 00:15	X	
31	Herramientas inadecuadas o defectuosas.	FL 3	Jackleg Jackleg Jackleg Jackleg Jackleg Jackleg	Frente Frente Frente Frente Frente Frente	1.3.3 Verifica 1.5.4 Acondiciona 1.6.2 Preparación 1.7 Perforación 1.9.2 Termino 1.10.1 Coordinación	Temporal Temporal Temporal Temporal Temporal Temporal	No Aplica	Varillaje /Brocas / Otro Varillaje /Brocas / Otro Varillaje /Brocas / Otro Varillaje /Brocas / Otro Varillaje /Brocas / Otro Barretillas / Otros	00:30 00:30 00:30 05:30 00:30 00:15	X	

LISTA REFERENCIAL DE PELIGROS (Qué)		Nuevo	Tipo Sub Proceso	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cómo?	¿Por qué?	¿Quién?	¿Tiempo Exposición?	¿Aplica?	
PELIGROS LOCATIVOS		Código	Perforación	Lugar	Actividad / Tarea	Forma	Energía	Lo genera	Hr y Min	SI	NO
32	Rocas sueltas (caracterizar)	FL 4	Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo	GI Ingreso Mina Frente Frente Frente Frente Frente Frente	1.2.1 Traslada en mina 1.3.3 Verifica 1.4 Extracción 1.5.1 Acondiciona 1.6 Preparación 1.7 Perforación 1.9 Termino 1.10.1 Coordinación	Temporal Temporal Temporal Temporal Temporal Temporal Temporal	Potencial Potencial Potencial Potencial Potencial Potencial Potencial	Calidad de Rocas Calidad de Rocas Calidad de Rocas Calidad de Rocas Calidad de Rocas Calidad de Rocas Calidad de Rocas	01:30 00:30 01:00 00:30 00:30 05:30 00:30 00:15	X	
33	Objetos pesados suspendidos o inestables (caracterizar)	FL 5	Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo	GI Ingreso Mina Frente Frente Frente Frente Frente	1.2.1 Traslada en mina 1.4 Extracción 1.5.3 Acondiciona 1.6.2 Preparación 1.9.2 Termino 1.10.2 Coordinación	Temporal Temporal Temporal Temporal Temporal Temporal	Potencial Potencial Potencial Potencial Potencial Potencial	Carga de Camiones Carga de Scooptram Mangueras, otros Mangueras, otros Mangueras, otros Mangueras, otros	01:30 01:00 00:30 00:30 00:30 00:15	X	
35	Materiales explosivos (caracterizar)	FL 6	Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo	Frente Frente	1.5.2 Acondiciona 1.10.2 Coordinación	Temporal Temporal	Explosivos Explosivos	Tiro cortado Explosivos	00:30 00:15	X	
36	Materiales Inflamables (caracterizar) – combustibles - aceites	FL 7	Jumbo S1D Jumbo S1D Jumbo S1D Jumbo S1D	Frente Frente Frente Frente	1.5.3 Acondiciona 1.6.2 Preparación 1.7 Perforación 1.9.2 Termino	Temporal Temporal Temporal Temporal	Química Química Química Química	Combustible Combustible Combustible Combustible	00:30 00:30 05:00 00:30	X	
39	Obstáculos en el piso (caracterizar)	FL 8	Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo	GI Ingreso Mina Frente Frente Frente Frente Frente Frente	1.2.1 Traslada en mina 1.3.3 Verifica 1.5.3 Acondiciona 1.6.2 Preparación 1.7 Perforación 1.9.2 Termino 1.10.1 Coordinación	Temporal Temporal Temporal Temporal Temporal Temporal Temporal	Potencial Potencial Potencial Potencial Potencial Potencial Potencial	Roca – Material – Otro Roca – Material – Otro Roca – Material – Otro Roca – Material – Otro Roca – Material – Otro Roca – Material – Otro Roca – Material – Otro	01:30 00:30 00:30 00:30 05:30 00:30 00:15	X	
40 Y 51	Equipo pesado y liviano en movimiento (caracterizar)	FL 9	Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo	GI Ingreso Mina Frente Frente Frente Frente Frente Frente	1.2.1 Traslada en mina 1.3.3 Verifica 1.4 Extracción 1.5.1 Acondiciona 1.6.2 Preparación 1.9.2 Termino 1.10.2 Coordinación	Temporal Temporal Temporal Temporal Temporal Temporal Temporal	Mecánico Mecánico Mecánico Mecánico Mecánico Mecánico Mecánico	Vehículos motorizados Vehículos motorizados Vehículos motorizados Vehículos motorizados Vehículos motorizados Vehículos motorizados Vehículos motorizados	01:30 00:30 01:00 00:30 00:30 00:30 00:15	X	

LISTA REFERENCIAL DE PELIGROS (Qué)	Nuevo	Tipo Sub Proceso	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cómo?	¿Porqué?	¿Quién?	¿Tiempo Exposición?	¿Aplica?		
PELIGROS LOCATIVOS	Código	Perforación	Lugar	Actividad / Tarea	Forma	Energía	Lo genera	Hr y Min	SI	NO	
43	Trabajos próximos a zonas con desnivel (caracterizar) – Subir / Bajar	FL 10	Jumbo S1D Jumbo S1D Jumbo S1D Jumbo S1D Jumbo S1D Jumbo S1D	Gl Ingreso Mina Frente Frente Frente Frente Frente	1.2.1 Traslada en mina 1.3.3 Verifica 1.5.4 Acondiciona 1.6.2 Preparación 1.7 Perforación 1.9.2 Termino	Temporal Temporal Temporal Temporal Temporal Temporal	Potencial Potencial Potencial Potencial Potencial Potencial	Rampa Frente Cabina del Jumbo Cabina del Jumbo Cabina del Jumbo Cabina del Jumbo	01:30 00:30 00:30 00:30 05:30 00:30	X	
44	Vía en mal estado: irregulares o resbalosa (caracterizar)	FL 11	Jackleg/Jumbo	Gl Ingreso Mina	1.2.1 Traslada en mina 1.8 Comedor /Cuarto	Temporal	Potencial	Falta Mtto vías	01:30	X	
45	Superficies cortantes o puntiagudas (caracterizar)	FL 12	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica		X
48	Estructura inadecuada o defectuosa (Piso de trabajo / Plataforma / etc.)	FL 13	Jackleg	Frente	1.7.3 Perforación	Temporal	Potencial	Condiciones de Trabajo	05:30	X	
50	Proyección de partículas (caracterizar)	FL 14	Jackleg	Frente	1.7 Perforación	Temporal	Neumática	Inyección Agua	05:30	X	
PELIGROS MECANICOS O MANTENIMIENTO	Código	Perforación	Lugar	Actividad / Tarea	Forma	Energía	Lo genera	Horas y Min	SI	NO	
29	Equipos o maquinarias con partes móviles.	FM 1	Jackleg/Jumbo	Frente	1.6.2 Preparación	Temporal	No Aplica	Jackleg / Jumbo	00:30	X	
30	Partes rotatorias o móviles (engranajes, ejes, pistones, etc.).		Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo	Frente Frente	1.7 Perforación 1.9.1 Termino	Temporal Temporal		Jackleg / Jumbo Jackleg / Jumbo	05:30 00:30		
49	Equipos o maquinarias defectuosas: Sistema Mecánico (caracterizar)	FM 2	Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo	Frente Frente Frente Frente	1.5.4 Acondiciona 1.6.2 Preparación 1.7 Perforación 1.9.1 Termino	Temporal Temporal Temporal Temporal	Mecánica / hidráulica Mecánica / hidráulica Mecánica / hidráulica Mecánica / hidráulica	Fallas en Equipos Fallas en Equipos Fallas en Equipos Fallas en Equipos	00:30 00:30 05:30 00:30	X	
PELIGROS ENERGÍA	Código	Perforación	Lugar	Actividad / Tarea	Forma	Energía	Lo genera	Horas	SI	NO	
34	Equipos e instalaciones eléctricas con sistemas eléctricos defectuosos (caracterizar)	FX 1	Jumbo S1D Jumbo S1D Jumbo S1D	Frente Frente Frente	1.6.2 Preparación 1.7 Perforación 1.9.1 Termino	Temporal Temporal Temporal	Eléctrica Eléctrica Eléctrica	Tablero Eléctrico Tablero Eléctrico Tablero Eléctrico	00:30 05:30 00:30	X	
37	Equipos o instalaciones presurizados (hidráulica, neumática) (exposición a caracterizar)	FX 2	Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo Jackleg/Jumbo	Frente Frente Frente	1.6.2 Preparación 1.7 Perforación 1.9.1 Termino	Temporal Temporal Temporal	Neumática Hidráulica Neumática Hidráulica Neumática Hidráulica	Fluido Presurizado Fluido Presurizado Fluido Presurizado	00:30 05:00 00:30	X	

Fuente. Aplicación de la metodología 5W + T. Elaboración J Concepción

El resultado de la aplicación de la metodología de las 5W + T, permite obtener los peligros al que están expuestos el personal que realiza la perforación en minería subterránea (ver Cuadro 22) y los riesgos relacionados en las actividades y tareas de perforación de frentes con máquina neumática Jackleg y equipo electrohidráulico Jumbo.

Cuadro 22. Peligros y Riesgos identificados en la perforación en minería subterránea

N°	PELIGROS	Código	RIESGOS	MÁQUINA / EQUIPO	
1	Ruido generado por la actividad (caracterizar)	FF 1	Exposición a nivel de ruido no permisible	Jackleg	Jumbo S1D
2	Vibraciones cuerpo – mano - Brazo (caracterizar)	FF 2	Exposición a la vibración originado por herramientas, máquinas y vehículos.	Jackleg	Jumbo S1D
3	Temperaturas extremas altas (caracterizar)	FF 3	Exposición prolongada a temperaturas extremas altas	No Aplica	No Aplica
4	Temperaturas extremas bajas (caracterizar)	FF 4	Exposición prolongada a temperaturas extremas bajas	Jackleg	Jumbo S1D
5	Radiación Ionizante (Rayos: X, gamma y fuentes radioactivas)	FF 5	Exposición no controlada del o parte cuerpo del trabajador a radiaciones radiológicas o radioactivas ionizantes	No Aplica	No Aplica
6	Radiación no ionizante / solar (infrarrojos, electromagnética, de soldadura etc.) (caracterizar)	FF 6	Exposición del o parte del cuerpo a radiaciones infrarrojas, ultravioletas, solar	No Aplica	No Aplica
7 y 22	Iluminación (excesiva / deficiente) (caracterizar)	FF 7	Deficiencia / Exceso de iluminación	Jackleg	Jumbo S1D
21	Velocidad del aire (caracterizar)	FF 8	"Deficiencia de velocidad de aire (ventilación), pobre dilución de los agentes contaminantes.	Jackleg	Jumbo S1D
8	Polvo presente en la actividad (caracterizar)	FQ 1	Exposición a polvo con material particulado con contenido de mineral, desmonte.	Jackleg	Jumbo S1D
9	Nieblas/ aerosoles (caracterizar)	FQ 2	Exposición a neblinas y aerosoles (irritantes o causan malestar)	No Aplica	No Aplica
10	Humedad (caracterizar)	FQ 3	Exposición a ambientes secos o húmedos	Jackleg	Jumbo S1D
11	Gases: O ₂ (caracterizar)	FQ 4	Reducción de oxígeno en el aire y exposición a Gases de (CO; CO ₂ ,NO ₂)	Jackleg	Jumbo S1D
	Gases CO (caracterizar)	FQ 5	Exposición a niveles no permisibles de Gases de CO.	Jackleg	Jumbo S1D
	Gases CO ₂ (caracterizar)	FQ 6	Exposición a niveles no permisibles de Gases de CO ₂ .	Jackleg	Jumbo S1D
	Gases Nitrosos: NO y NO ₂ (caracterizar)	FQ 7	Exposición a niveles no permisibles de Gases de NO ₂ .	Jackleg	Jumbo S1D
12	Vapores (caracterizar)	FQ 8	Exposición a vapores de líquidos que emanen olores, gases, humos contaminantes del ambiente de trabajo	No Aplica	No Aplica
13	Sólidos reactivos / inflamables (Carburo, madera)	FQ 9	Reacciones del material sólido por contacto con agua, humedad, temperatura que originen emisión de gases, vapores, olores, fuego, etc., que afecten directa o indirectamente la salud de los trabajadores	No Aplica	No Aplica
14	Líquidos contacto con (aceites y lubricantes) a presión o calientes (caracterizar) tóxicos, cáusticos.	FQ 10	Exposición a líquidos (aceites y lubricantes) a presión o temperatura elevadas y que afecten o dañen ojos, piel, los órganos internos por contacto (adsorción, inhalación o ingesta)	No Aplica	Jumbo S1D

N°	PELIGROS	Código	RIESGOS	MÁQUINA / EQUIPO	
	Humos (caracterizar)	FQ 11	Exposición a humos por la combustión de sólidos, líquidos o gases que afecten o dañen la salud del trabajador por inhalación.	No Aplica	No Aplica
15	Virus y Bacterias (caracterizar)	FB 1	Exposición a microorganismos	Jackleg	Jumbo S1D
	Parásitos (caracterizar)	FB 2	Exposición a microorganismos	Jackleg	Jumbo S1D
16	Vectores (insectos, roedores, canes, etc.) (caracterizar)	FB 3	Potencial ataque de animales e insectos	Jackleg	Jumbo S1D
17	Sobreesfuerzos físicos – Aplicación de fuerzas (caracterizar)	FE 1	Sobreesfuerzos de los miembros superiores y espalda para desplazar un objeto (carro, traspallet, carretilla, etc.)	Jackleg	No Aplica
18	Levantamiento y transporte manual de cargas (caracterizar)	FE 2	Sobreesfuerzos de los miembros superiores, espalda para trasladar un peso (herramientas, máquinas, materiales, paquetes, etc)	Jackleg	No Aplica
19	Posturas de trabajo forzadas (caracterizar)	FE 3	Adoptar posturas forzadas o incómodas para ejecutar las actividades (posición de pie prolongadas en espacio reducido, posición de encorvados y en cuclillas)	Jackleg	No Aplica
	Movimientos repetitivos solo miembros superiores (caracterizar)	FE 4	Sobreesfuerzo de los miembros superiores (brazos, codos y manos)	Jackleg	Jumbo S1D
	Movimientos repetitivos de manos y pies – manipular volantes o pedales (caracterizar)	FE 5	Ejecutar en forma prolongada movimientos repetitivos de las manos y pies para manipular volantes o pedales	No Aplica	Jumbo S1D
20	Trabajos Nocturnos (caracterizar)	FE 6	Mal manejo de las condiciones de reposo del personal en periodo de actividad nocturna	Jackleg	Jumbo S1D
23	Jornada de trabajo prolongadas (Sobre turno)	FE 7	Fatiga laboral y psicológica que afecta el rendimiento y salud del trabajador	No Aplica	No Aplica
24	Monotonía y repetitividad	FE 8	Fatiga laboral y psicológica que afecta el rendimiento y salud del trabajador	Jackleg	Jumbo S1D
25	Aislamiento (al realizar trabajos en ..)	FE 9	Que el trabajador quede aislado o se extravié y no pueda ser ubicado por sufrir algún incidente o accidente	No Aplica	No Aplica
	Carga excesiva de trabajo (caracterizar)	FS 1	Desarrollo de enfermedades psicosomáticas en los trabajadores	Jackleg	Jumbo S1D
	Exigencias contradictorias (caracterizar)	FS 2	Conflicto de roles	Jackleg	Jumbo S1D
	Comunicación ineficaz (caracterizar)	FS 3	Mal clima laboral	Jackleg	Jumbo S1D
	Acoso laboral: mobbing (caracterizar)	FS 4	Afectación de cultura SSO	Jackleg	Jumbo S1D
	Supervisión deficiente (caracterizar)	FS 5	Afectación de cultura SSO	Jackleg	Jumbo S1D
	Falta de apoyo o compromiso de Alta Dirección (caracterizar)	FS 6	Afectación de cultura SSO	Jackleg	Jumbo S1D
	Falta de participación en toma de decisiones por el trabajador (caracterizar)	FS 7	Afectación de cultura SSO	Jackleg	Jumbo S1D
	Preocupación por problemas personales (caracterizar)	FS 8	Afectación de cultura SSO	Jackleg	Jumbo S1D
27	Organización inadecuada del espacio físico	FL 1	Restricción de movimiento que lleva a ser golpeado o tropezar con (equipo, herramientas, materiales, etc.)	Jackleg	Jumbo S1D
28	Falta de orden y limpieza	FL 2	Caída al mismo nivel (resbalar y caer, tropezar y caer, volcarse)	Jackleg	No Aplica
31	Herramientas inadecuadas o defectuosas.	FL 3	Uso inapropiado de herramientas manuales, de potencia o empleo de herramientas en mal estado.	Jackleg	No Aplica

N°	PELIGROS	Código	RIESGOS	MÁQUINA / EQUIPO	
32	Rocas sueltas (caracterizar)	FL 4	Caída de rocas	Jackleg	Jumbo S1D
33	Objetos pesados suspendidos o inestables (caracterizar)	FL 5	Atrapado / Chancado entre o debajo de objetos (aplastado)	Jackleg	Jumbo S1D
35	Materiales explosivos (caracterizar)	FL 6	Explosiones	Jackleg	Jumbo S1D
36	Materiales Inflamables (caracterizar) – combustibles - aceites	FL 7	Incendios, explosiones, intoxicación	No Aplica	Jumbo S1D
39	Obstáculos en el piso (caracterizar)	FL 8	Caída al mismo nivel (resbalar y caer, tropezar y caer, volcarse)	Jackleg	Jumbo S1D
40 y 51	Equipo pesado y liviano en movimiento (caracterizar)	FL 9	Golpeado por (objeto en movimiento)	Jackleg	Jumbo S1D
43	Trabajos próximos a zonas con desnivel (caracterizar) – Subir / Bajar	FL 10	Caída a distinto nivel (el cuerpo cae)	No Aplica	Jumbo S1D
44	Vía en mal estado: irregulares o resbalosa (caracterizar)	FL 11	Caída al mismo nivel (el cuerpo cae)	Jackleg	Jumbo S1D
45	Superficies cortantes o puntiagudas (caracterizar)	FL 12	Cortes o penetraciones en el cuerpo o partes del mismo.	No Aplica	No Aplica
48	Estructura inadecuada o defectuosa (Piso de trabajo / Plataforma / etc.)	FL 13	Caída al mismo / de diferente nivel (resbalar y caer, tropezar y caer, volcarse)	Jackleg	No Aplica
50	Proyección de partículas (caracterizar)	FL 14	Exposición a impactos en el cuerpo por partículas en proyección de tamaño menor	Jackle	No Aplica
29	Equipos o maquinarias con partes móviles.	FM 1	Atrapamiento, atracción, corte de parte afectada.	Jackleg	Jumbo S1D
30	Partes rotatorias o móviles (engranajes, ejes, pistones, etc.).				
49	Equipos o maquinarias defectuosas: Sistema Mecánico (caracterizar)	FM 2	Atrapamiento, aplastamiento de parte afectada por funcionamiento súbito fuera de control	Jackleg	Jumbo S1D
34	Equipos e instalaciones eléctricas con sistemas eléctricos defectuosos (caracterizar)	FX 1	Exposición a descarga eléctrica de mediano o bajo voltaje	No Aplica	Jumbo S1D
37	Equipos o instalaciones presurizados (hidráulica, neumática) (exposición a caracterizar)	FX 2	Contacto con energías no controlada (neumática, hidráulica)	Jackleg	Jumbo S1D
PELIGOS IDENTIFICADOS Y RIESGOS RELACIONADOS				42	40

Fuente. Elaboración J. Concepción.



PERFORACION NEUMATICA	VS	PERFORACION ELECTROHIDRAULICA
		
JACKLEG	VS	JUMBO
42 PELIGROS		40 PELIGROS
42 RIESGOS		40 RIESGOS

Figura 6 Peligros y Riesgos empleando máquina neumática Jackleg y equipo electrohidráulico Jumbo.

Fuente. Elaboración J. Concepción

4.1.4 Evaluación de los niveles de riesgos en las actividades de perforación minería subterránea: Perforación neumática con Jackleg y Perforación Electrohidráulica con Jumbo.

a) Evaluación del Riesgos Inicial empleado máquina neumática Jackleg

De acuerdo al D.S. 024-2016-EM (2016) que exige el desarrollo de una Matriz IPERC Línea de Base para un determinado proceso, actividad y tarea, se procedió a la evaluación de los niveles de riesgos inicial para la actividad de perforación neumática con máquina Jackleg, utilizando el Anexo N° 7 y Anexo N° 8 del D.S. 024-2016-EM, considerando los datos siguientes:

- Información del Cuadro 19 Actividades y Tareas: Perforación con Jackleg.
- Información del Cuadro 21 Matriz de Identificación de Peligros empleando la Metodología 5W + T (Tiempo de Exposición), tomando lo correspondiente a la perforación con Jackleg.

- Información del Cuadro 22 Peligros y Riesgos identificados en la perforación en minería subterránea, lo correspondiente a la Perforación con Jackleg.
- Información del Figura 4 Accidentes fatales ocurridos a los perforistas y ayudantes del 2011 - 2020 y del Cuadro 18 Enfermedades Ocupacionales, correspondiente a la Perforación con Jackleg / Jumbo.
- Información del Cuadro 15 Información de máquinas Jackleg / Jumbo

Toda esta información, nos permitió elaborar el IPERC Línea de Base de Perforación con Jackleg en lo que corresponde a la valoración del riesgo inicial. Los resultados obtenidos para la Perforación Neumática con máquina Jackleg se aprecian en la figura N° 7.

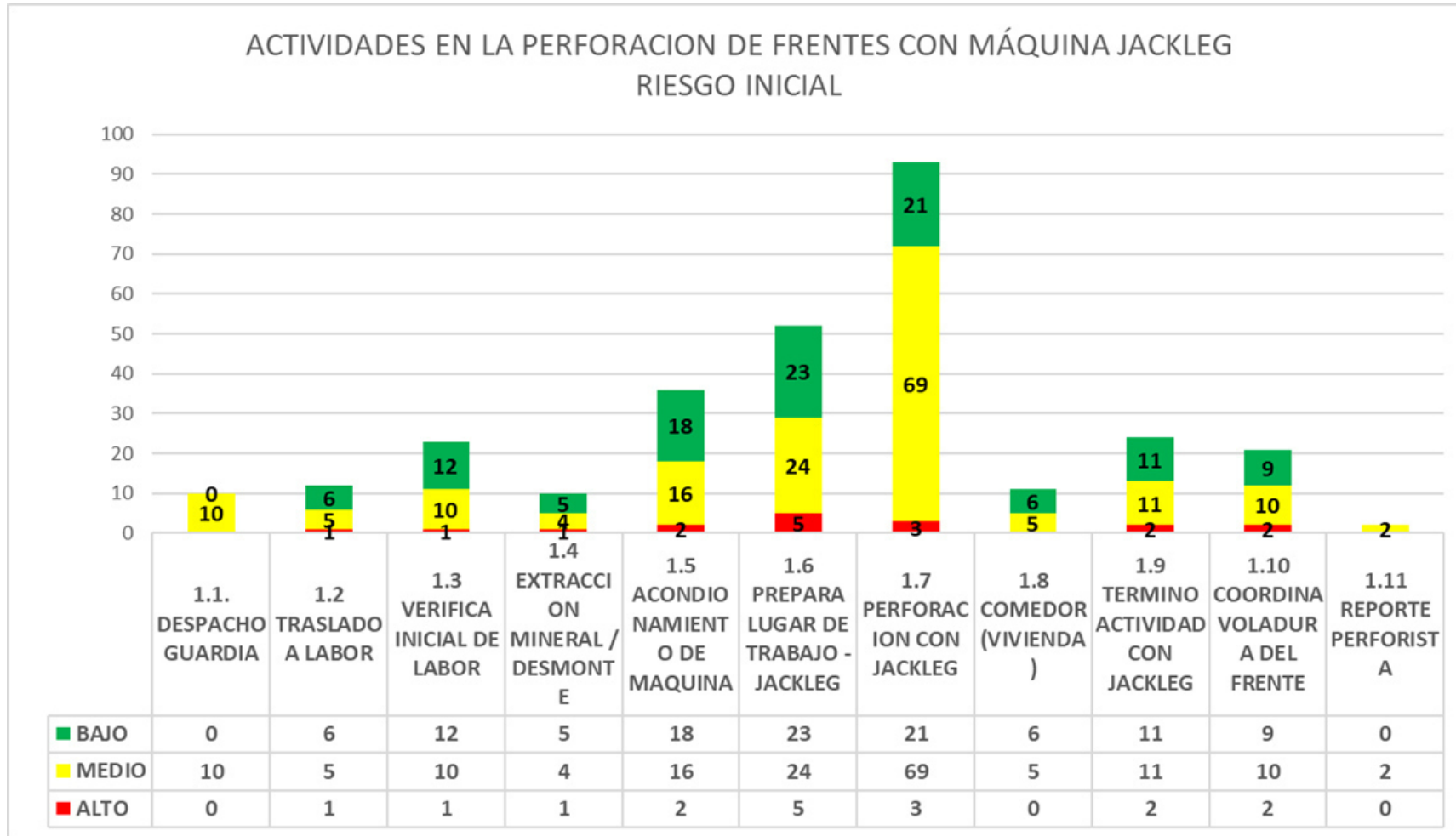


Figura 7 Valoración de Riesgo Inicial en las actividades empleando máquina neumática Jackleg.

Fuente. Matriz IPERC Línea de base de perforación de frentes empleando máquinas neumáticas Jackleg. Elaboración J. Concepción.

Luego del desarrolló de la matriz IPERC Línea de Base de Perforación con Jackleg, en lo que corresponde a la valoración de riesgo inicial en la perforación de frentes empleando máquina neumática Jackleg, se obtiene la Figura 8, de donde extraemos como resultados de este sub proceso, en sus 11 Actividades y sus respectivas tareas, los siguientes niveles de riesgo inicial:

- Riesgos Altos: 17 que equivalen al 6%
- Riesgos Medios: 166 que equivalen al 56%
- Riesgos Bajo: 111 que equivalen al 38%

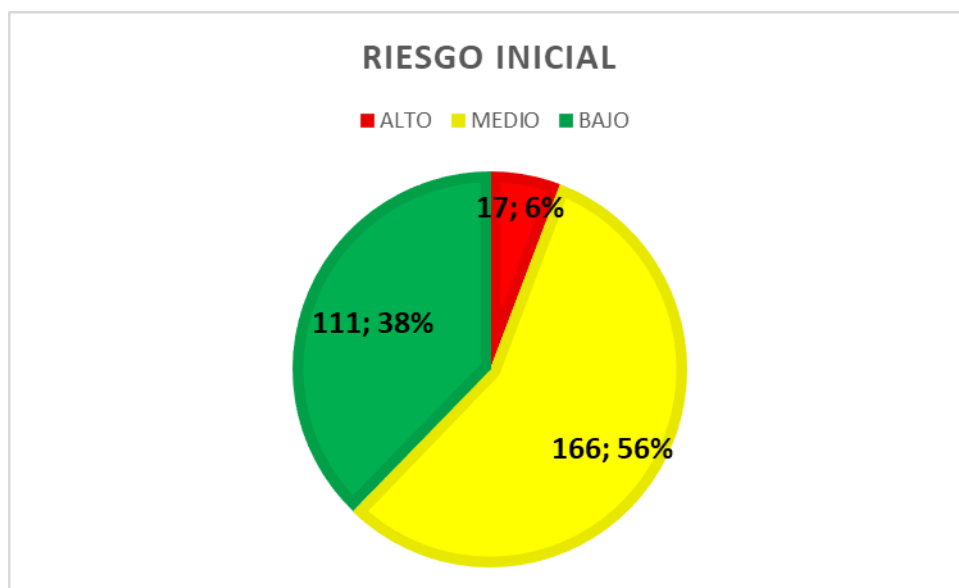


Figura 8 Consolidado de Nivel de Riesgo Inicial en las actividades empleando máquina neumática Jackleg.

Fuente. Matriz IPERC Línea de base de perforación de frentes empleando máquinas neumáticas Jackleg. J. Concepción.

b) Evaluación del Riesgos Inicial empleado equipo electrohidráulico Jumbo

De acuerdo al D.S. 024-2016-EM (2016) que exige el desarrollo de una Matriz IPERC Línea de Base para un determinado proceso, actividad y tarea, se procedió a la evaluación de los niveles de riesgos inicial para la actividad de Perforación electrohidráulica con equipo Jumbo S1D, utilizando el Anexo N° 7 y Anexo N° 8 del D.S. 024-2016-EM, considerando los datos siguientes:

- Información del Cuadro 20 Actividades y Tareas: Perforación con Jumbo.
- Información del Cuadro 21 Matriz de Identificación de Peligros empleando la Metodología 5W + T (Tiempo de Exposición), tomando lo correspondiente a la perforación con Jumbo.
- Información del Cuadro 22 Peligros y Riesgos identificados en la perforación en minería subterránea, correspondiente a la Perforación con Jumbo.
- Información de la Figura 4 Accidentes fatales ocurridos a los perforistas y ayudantes perforistas del 2011 al 2020 y el Cuadro 18 Enfermedades ocupacionales en los perforistas y ayudantes de perforista del 2011 al 2016, correspondiente a la Perforación con Jackleg / Jumbo.
- Información del Cuadro 15 Información de máquinas: Jackleg / Jumbo.

Nuevamente toda esta información, ha permitido elaborar el IPERC Línea de Base de Perforación con Jumbo electrohidráulico en lo que corresponde a la valoración del riesgo inicial. Los resultados obtenidos en la perforación electrohidráulica con equipo Jumbo se aprecian en la figura 9.

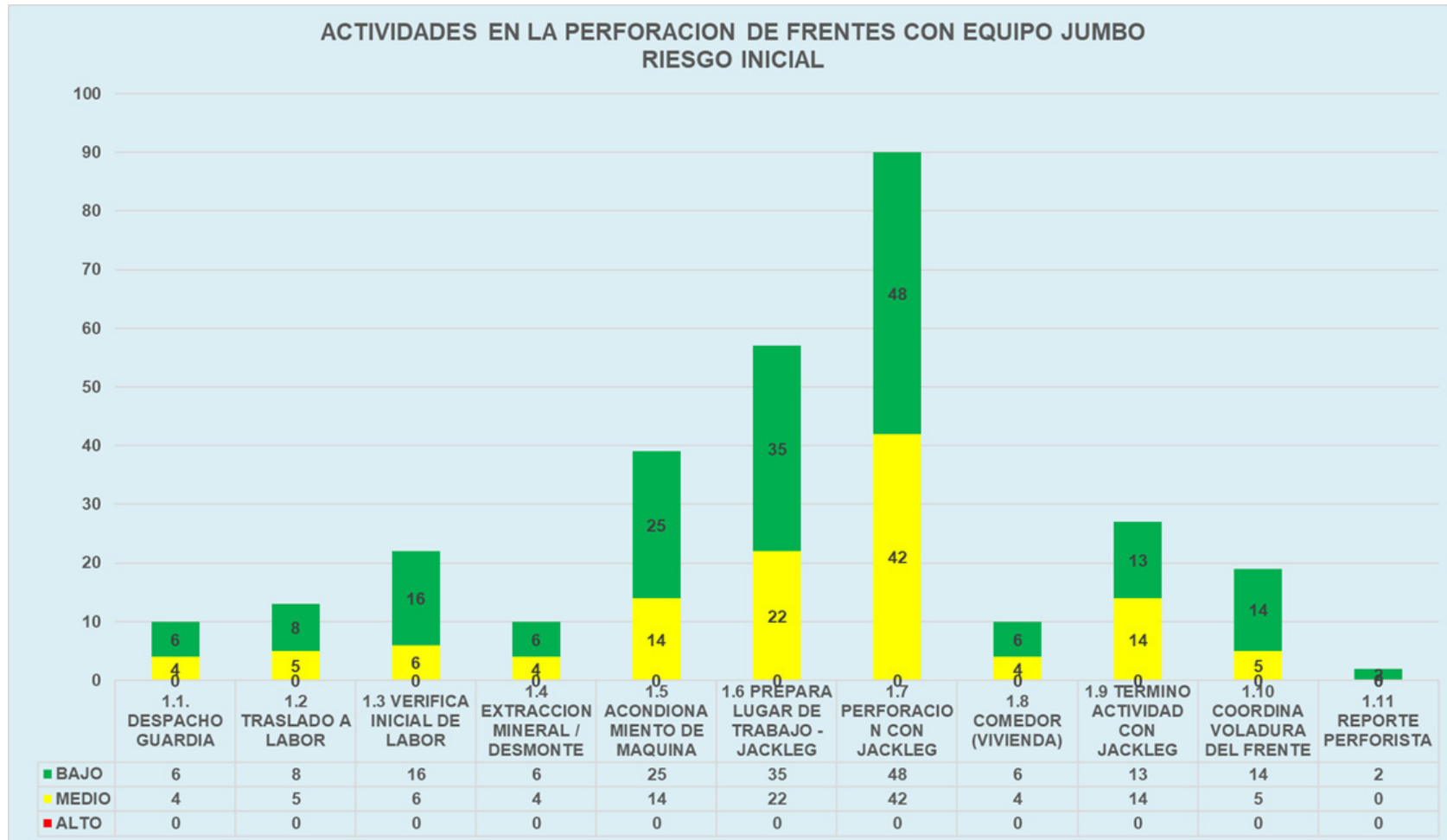


Figura 9 Valoración de Riesgo Inicial en las actividades empleando equipo electrohidráulico Jumbo.

Fuente. Matriz IPERC Línea de base de perforación de frentes empleando equipo electrohidráulico Jumbo. Elaboración J. Concepción.

Luego del desarrolló de la matriz IPERC Línea de Base de Perforación con Jumbo, en lo que corresponde a la Valoración de Riesgo Inicial, de la Figura N° 7: Valoración de Riesgo Inicial en las actividades empleando equipo Jumbo electrohidráulico, se obtiene como resultados de este sub proceso, para sus 11 Actividades y sus respectivas tareas, que se deben gestionar mediante diversos controles los siguientes riesgos:

- Riesgos Altos: 0 que equivalen al 0%
- Riesgos Medios: 120 que equivalen al 40%
- Riesgos Bajo: 179 que equivalen al 60%

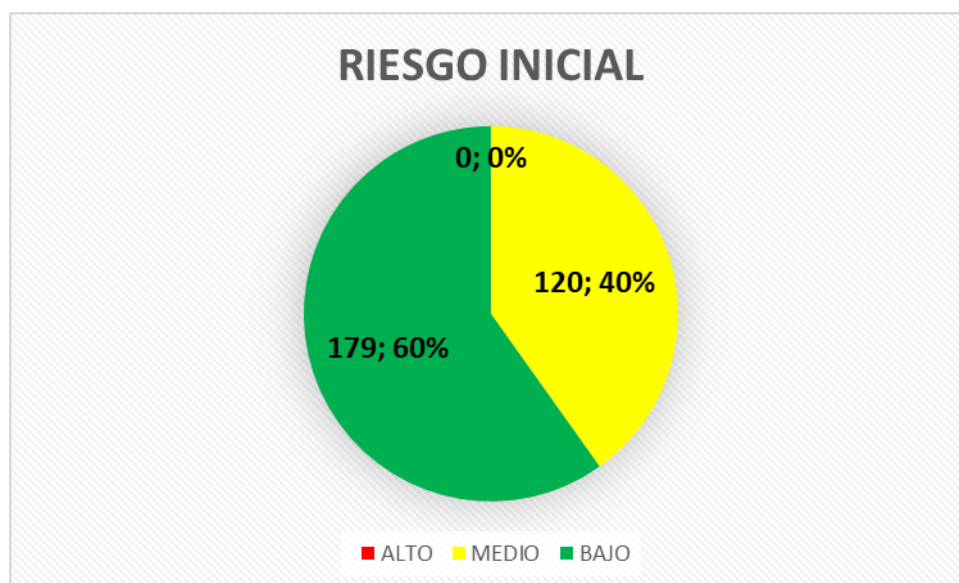


Figura 10 Consolidado del Nivel de Riesgo Inicial en las actividades empleando equipo electrohidráulico Jumbo.

Fuente. Matriz IPERC Línea de base de perforación de frentes empleando equipo electrohidráulico Jumbo. Elaboración J. Concepción.

Nuestro trabajo de investigación está enfocada a la GSSO en la actividad de perforación de Compañía Minera Castrovirreyna S.A. – U.M. San Genaro, entonces retomando la figura 1 SGSST de Compañía Minera Castrovirreyna S.A., veamos ahora la aplicación del P-H-V-A de Deming y los diversos elementos en la GSST; que se gestionarán a través de los controles de riesgos, mediante: a) eliminación, b) sustitución, c) ingeniería, d) administrativos, y e) EPP; y como participan en nuestro caso de investigación:

El **PLANEAR** para la GSST, se debe alinear las aspiraciones de la Organización en materia de SST. Las normas legales en SST, exigen que los elementos denominados como: a) Alcance, b) Política, y c) Objetivos y Metas; sean establecidos por la Alta Gerencia con la participación y consulta de los trabajadores propios y contratistas, asimismo se consideran otros 6 elementos que son vitales para la GSST en la actividad de perforación en Compañía Minera Castrovirreyna S.A. – U.M. San Genaro (ver Figura 11).

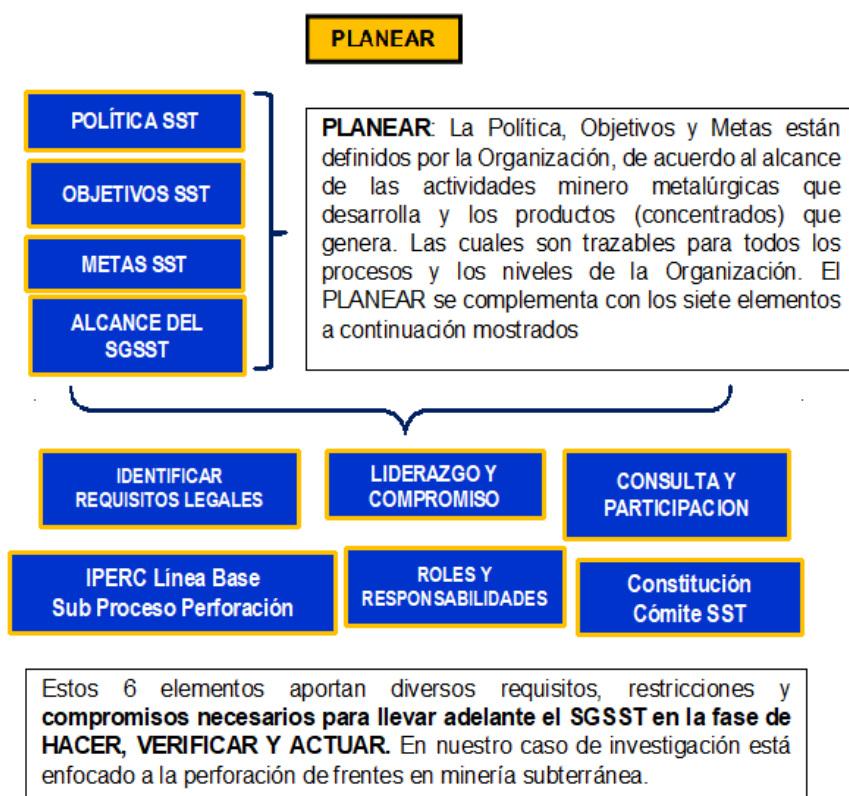


Figura 11 Alineación en el PLANEAR para la Gestión de SST.

Fuente. Elaboración J. Concepción.

La GSST se implementa mediante el **HACER**, con la intervención de otros elementos, para la sostenibilidad se aplica el **VERIFICAR**, que permite seguir su progreso o deterioro, y para la resiliencia de la GSST aplicamos el **ACTUAR**.

Nuestra investigación, aplica a la GSSO al sub proceso de perforación de frentes con la maquina neumática Jackleg y equipo electrohidráulico Jumbo, para lo cual, la implementación y el seguimiento de los elementos involucrados en el **HACER** y el **VERIFICAR**, están bajo la responsabilidad del personal en sus diversos niveles de los procesos de Operaciones Mina, Mantenimiento Mecánico-eléctrico, Salud Ocupacional, Higiene Ocupacional, Administración de Campamentos, entre otros actores internos y externos (empresas especializadas de contratistas mineros).

El **ACTUAR** es la fase en que la GSSO queda sujeta al liderazgo y responsabilidad de la Alta Dirección, la cual define el rumbo estratégico de la Organización en materia de SSO. En ese sentido se remite información de carácter ejecutivo a la Alta Dirección, la cual la revisa con una frecuencia establecida en el SGSST.

Nuestro trabajo de investigación está enfocado en ser una buena herramienta o fuente de información para la Alta Dirección de Castrovirreyna Compañía Mineras S.A. u otra empresa minera que emplee máquinas Jackleg y/o equipo electrohidráulico Jumbo, que con un solo documento IPERC Línea Base pueda gestionar las exigencias legales y los compromisos asumidos en materia de SSO.

El Cuadro 4, se aprecia como intervienen e interacción los diversos elementos en la GSSO en la actividad de perforación de Compañía Minera Castrovirreyna S.A. – U.M. San Genaro.

Cuadro 23. **EI HACER, VERIFICAR y ACTUAR** en la Gestión de SST

HACER		VERIFICAR		ACTUAR	
Recursos Necesarios en los Procesos	Personal	Vigilancia Salud Ocupacional (EMO)	Ingreso	CSST Análisis Causa Raíz	No
	Maquinaria		Periódico		Conformidades
	Económico		Retiro		Observaciones
Competencia del Personal	Sensibilización	Inspección Operativas	Diarias	CSST Revisa Investiga	Gestión SST
	Formación		Semanal		Incidentes
	Experiencia		Mensual		Accidentes
Comunicación	Interna	Inspección Especial	Comité SST	Revisión periódica por Alta Dirección	
	Externa		Alta Dirección		
Documentos	Guías, Planes y Programa	Auditoría SGSST	Interna Organización	Revisión Por el SIG	Objetivos y Metas
Registros	Evidencias Ejecución		Externa MINTRA		Gestión SST
Gestión de Cambios	Compras	Monitoreo de Higiene Ocupacional	Físico		
	Equipos		Químico		
	Procesos		Biológico		
Respuesta a Emergencias	Entrenamiento	Disergonómico			
	Simulacro	Psicosocial			

Fuente. Elaboración J. Concepción.

A continuación, integraremos estos elementos del **Hacer y el Verificar** que se remarcan en amarillo en el IPERC línea de base correspondiente y que serán parte de los controles permanentes para mitigar los riesgos en las actividades de perforación en minería subterráneas. Un ejemplo aplicativo se ilustra para el peligro FF 1 Ruido (Ver cuadro 24).

Cuadro 24. EI HACER, VERIFICAR y ACTUAR de la Gestión de SST que es aplicado en el IPERC Línea de Base

H-V-A	INGENIERÍA	ADMINISTRATIVO	EPP
HACER	Obligatorios seguridad ocupacional 1. Usar silenciadores en ventiladores principales superiores a 100 000 cfm. Art. 249° inc 3)	Obligatorios seguridad ocupacional 1. IPERC Línea base y Mapa de Riesgos. Art.97° - IPERC Continuo. Art 95° Anexo 7 - PETS Perforación Neumática con Jackleg 2. Programa Anual de SSO Art 57°, inc 2), e) Nro de monitoreos. 3. Programa Anual de Capacitación Art. 26° inc b) - Capacitación Art. 74° Anexo N° 6, curso 6: en IPERC. - Capacitación Art 74°, Anexo 6, curso 14 Higiene ocupacional (agentes Físicos). - Capacitación Art. 74° Anexo 6 curso 9 Código de señales y colores. - Capacitación Art. 74°, Anexo 6, curso 26: Uso de EPP. 4. Señalización Art 127°: Peligro "Ruido"	Obligatorios seguridad ocupacional 1. Tapones auditivos de hule 2. Orejeras tipo copa en protector de cabeza
VERIFICAR	Obligatorios seguridad ocupacional 2. Programa de Monitoreo: Ruido (sonometría y dosimetría) Art. 102° 3. Guía 1 Ruido: - Equipos de sonometría y dosimetría - Calibración de equipos 4. LME a Ruido Anexo N° 12	Obligatorios seguridad ocupacional 5. Inspección de Seguridad: - Inopinada Art 142°: Supervisor de Área - Periódica Art 143°: Semanal / Mensual / Comité SSO - Periódica 143°: Trimestral Alta Dirección 6. Higienista Ocupacional Art 100°	
	Obligatorios salud ocupacional 1. EMO (ingreso, periódico, retiro) Art. 26° inc n) y Art 119° 2. Vigilancia de la salud ocupacional Art. 117° inc a)	Obligatorios salud ocupacional 1. Proporcionar resultados de EMO Art. 26° inc o) 2. Registro de enfermedad Ocupacional Art. 26° inc p), Art 117° b) 3. Capacitación en enfermedades comunes y ocupacionales Art 126°	
ACTUAR	Obligatorios seguridad ocupacional	1. Auditoría Art. 145°: Auditoría externa al SGSST 2. Reporte de Actos / Condiciones Subestándar 3. Investigación de Incidentes / Accidentes	
	Obligatorios salud ocupacional	1. Consulta Médica en U.M. / Especializada 2. Enfermedad ocupacional confirmada: Reubicación, entrenamiento en otro puesto de trabajo.	

Fuente. Elaboración J. Concepción.

La GSSO aplicada a la actividad de perforación en minería subterránea, está comprometida con la aplicación de diversos controles que serán permanentes, lo que nos ha permitido obtener una nueva valoración del nivel de los riesgos, denominado “riesgo residual”, que resulta la condición en la cual actualmente trabajan y quedan expuestos los trabajadores en la actividad de perforación con máquina de perforación neumática Jackleg y equipo electrohidráulico Jumbo.

Las medidas de control implementadas para mitigar y/o eliminar los riesgos se aplican según la jerarquía establecida por el D.S. 024-2016-EM (2016) en el Artículo 96°, como siguen:

- a. **Eliminación:** Cambios de proceso de trabajo, entre otros.
- b. **Sustitución:** Sustituir el peligro por otro más seguro o diferente que no sea tan peligroso para los trabajadores.
- c. **Controles de ingeniería:** Uso de tecnologías de punta, diseño de infraestructura, métodos de trabajo, selección de equipos, aislamientos, mantener los peligros fuera de la zona de contacto de los trabajadores, entre otros.
- d. **Señalización, alertas y/o controles administrativos:** Procedimientos, capacitación y otros.
- e. **Usar Equipos de Protección Personal (EPP):** Adecuados para el tipo de actividad que se desarrolla en dichas áreas.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos luego de la aplicación de los controles por cada peligro y su riesgo asociado en las actividades de perforación en minería subterránea, especialmente aquellos ligados directamente con maquinarias empleadas, como son la máquina de perforación neumática Jackleg y el equipo electrohidráulico Jumbo.

FF 1: Peligro: Ruido – Riesgo: Exposición a nivel de ruido no permisible

En el cuadro 25, se aprecian los resultados del monitoreo dosimétrico de ruido, aplicado tanto al personal de maestro perforista y ayudante en máquina Jackleg Puma y equipo electrohidráulico Jumbo.

Cuadro 25. Monitoreo de ruido (dBA) en la perforación con Jackleg y Jumbo

Equipo Perforación (Monitoreo)	U.M. San Genaro Nv 740 Labor	Lectura Leq (*) (dBA)	Nivel de Reducción de Ruido (NRR)	Atenuación Obtenida Leq (*) (NRR) (dBA)	Valor Límite Permissible 12 Horas (**)
Jackleg Maestro y Ayudante Perforista (Trimestral)	Gal. 800	112,2	Tapones NRR: 24 dBA	73,6	83
	CX Unión	110,5	+ Orejeras NRR: 31 dBA	71,9	83
	BP 630	116,1	= 38,6 dBA	77,5	83
Jumbo Maestro y Ayudante Perforista (Trimestral)	Gal. 800	112,2	Tapones NRR: 24 dBA	73,6	83
	CX Unión	110,5	+ Orejeras NRR: 31 dBA	71,9	83
	BP 630	116,1	= 38,6 dBA	77,5	83

(*) Nivel de ruido promedio que se registró durante la medición, valor comparable con el Valor Límite Permissible.

(**) Según D.S.024-2016-EM: "Reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería". VLP de acuerdo a la jornada laboral (12 Horas)

Fuente. Compañía Minera Castrovirreyna S.A. Elaboración J. Concepción.

Del cuadro 25, se verifica que la exposición a nivel de ruido no permisible, que potencialmente generan las actividades de perforación con máquina de perforación neumática con Jackleg y equipo electrohidráulico Jumbo, resulta para los trabajadores en una exposición controlada luego de la aplicando una doble protección auditiva, logrando una buena atenuación y se mantenga dentro de los LMP según el D.S. 024-2016-EM.

FF 2: Peligro Vibración "mano – brazo" – Riesgo: Exposición a la vibración originado por herramientas, máquinas y vehículos.

La vibración generada por la máquina Jackleg y facilitada por el fabricante Atlas Copco S.A. se aprecia en el cuadro abajo adjunto.

Cuadro 26. Información del fabricante sobre vibración generada por máquina Jackleg

FABRICANTE	TIEMPO DE EXPOSICION	Valor
Máquina Neumática Jackleg nivel de vibración a 3 ejes	No se especifica	18,3 m/s ²

Fuente. Copco S.A.

Por otro lado, el D.S. 024-2016-EM establece en la Guía N° 3 los LMP para vibración mano – brazo según el que se aprecian en el cuadro 27.

Cuadro 27. Valores de vibración mano – brazo

D.S.024-2016-EM y D.S.023-2017-EM en el Art 109°	Horas de exposición	valores
Guía N° 3 Monitoreo de vibración	4 horas a menos de 8 horas	4 m/s ²
1. Equipo Acelerómetro	2 horas a menos de 4 horas	6 m/s ²
2. Calibración de equipo	1 hora a menos de 2 horas	8 m/s ²
3. LME a vibración	Menos de 1 hora	12 m/s ²

Fuente. Guía N° 3 Monitoreo de Vibración. D.S. 024-2016-EM

A continuación, en el cuadro 28 se aprecia los resultados del programa de monitoreo de la vibración mecánica a nivel de mano y brazo para el maestro perforista de máquina Jackleg y equipo Jumbo.

Cuadro 28. Monitoreo de vibración en las actividades de perforación con Jackleg y Jumbo

Puesto de Trabajo	Exposición Tiempo Neto	Aceleración a (m/s ²)			Aceleración equivalente	LMP (*) (m/s ²)
		AX	AY	AZ	8 horas	
Perforista Jackleg (Trimestral)	4.0 horas	9.41	5.05	7.72	4.66	4.0
	4.0 horas	9.02	4.89	6.89	4.37	4.0
	4.0 horas	9.36	4.98	6.96	4.48	4.0
Perforista Jumbo (Trimestral)	4.5 horas	0.85	0.87	0.76	1.08	4.0
	4.5 horas	0.83	0.86	0.72	1.05	4.0
	4.5 horas	0.87	0.87	0.74	1.07	4.0

Fuente. Guía N°3 Monitoreo de vibración - D.S. 024-2016-EM.

Del cuadro 28, se aprecia que, en el caso de la perforación con Jackleg, los resultados se ubican sobre el LMP de exposición para la vibración mano - brazo, y considerando que la actividad de perforación con la máquina Jackleg es totalmente manual, nos deja un margen para mejorar la gestión de SST en lo que corresponde:

- a) el tiempo de exposición (número de taladros perforados), que está relacionado con la malla de perforación según calidad de roca, y
- b) la forma o el arte de la operación que debe aplicar el operador, para perforar cada taladro y luego dejar que la pata de avance efectúe el trabajo de presión para penetrar el taladro en la roca, liberándolo de la vibración.

FF 3: Peligro: Temperaturas extremas bajas – Riesgo: Exposición prolongada a temperaturas extremas bajas, y

FQ 3 Peligro: Humedad – Riesgo Exposición a ambientes secos o húmedos.

Los trabajadores están expuestos principalmente a bajas temperaturas (intemperie), durante su desplazamiento (15 minutos) desde la Oficina de Operaciones Mina en el campamento hasta su ingreso por la Rampa Principal Joffre que es el acceso a la Mina San Genero.

De acuerdo con los registros del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), las condiciones de temperatura en la zona de San Genaro que se tiene:

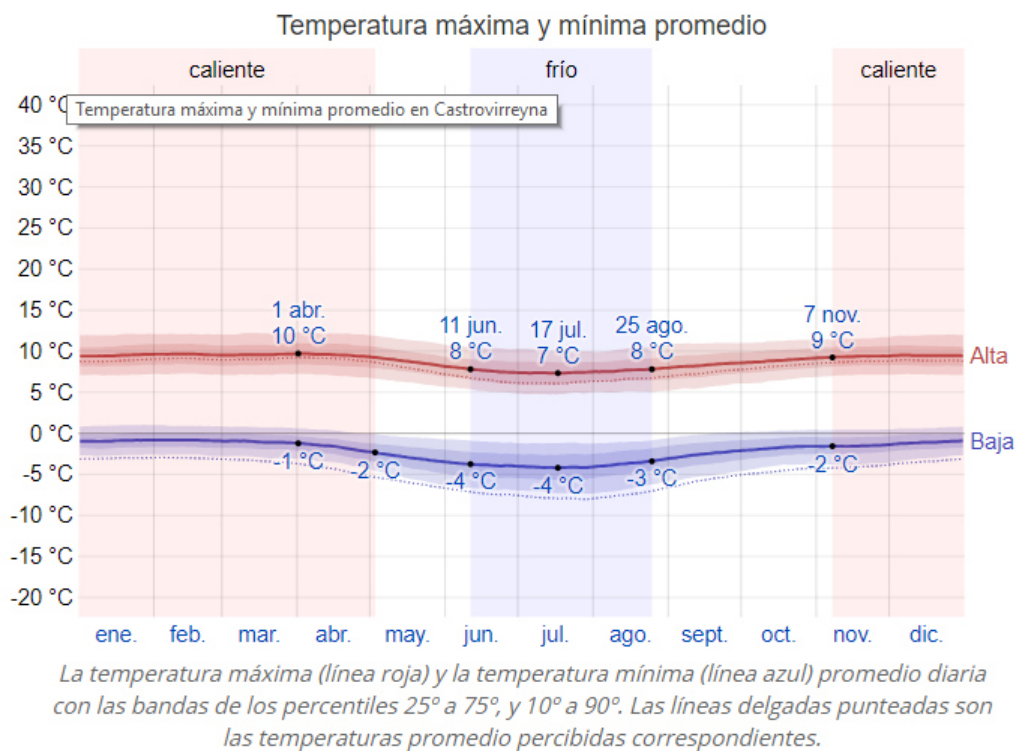


Figura 12 Temperatura máxima y mínima promedio en la localidad donde se ubica Compañía Minera Castrovirreyna S.A. (2013)

Fuente. Servicio nacional de hidrología y meteorología (SENAMHI)

Las actividades de perforación de frentes en la mina subterránea, no se ven afectada por los cambios de temperatura u otro fenómeno de clima (lluvia, nevada o granizo), asimismo como parte de las mediciones periódicas de velocidades de aire, temperatura y humedad para verificar el sistema de ventilación de minas, no se han identificado labores mineras (galerías, rampas, cruceros, tajeos) con valores de temperatura extremas baja, como se muestra en el cuadro 29.

Cuadro 29. Monitoreo de temperatura y humedad en las actividades de perforación con Jackleg y Jumbo

Actividad Perforación	U.M. Sn. Genaro	Fecha	Hora	°C	Humedad Relativa	Frente en Perforación
Jackleg (Mensual)	Nv 740 Gal. 800	02.01.2013	09:00 am	12.0	87.7	Ventilador encendido
	Nv 740 CX Unión	02.01.2013	10:30 am	12.8	92.6	Sin ventilador
	Nv 740 BP 630	02.01.2013	02:15 pm	11.8	79.6	Ventilador Encendido
Jumbo (Mensual)	Nv 740 BP 752	02.01.2013	09:50 am	12.0	87.7	Ventilador Apagado
	Nv 740 CX 845	02.01.2013	11:30 am	12.8	92.6	Sin ventilador
	Nv 740 BP 844	02.01.2013	03:15 pm	11.8	79.6	Ventilador Encendido

Fuente. Compañía Minera Castrovirreyna S.A. Elaboración J. Concepción.

También se aplica el monitoreo del estrés térmico en las actividades de perforación de frentes con máquina neumática Jackleg y equipo electrohidráulico Jumbo, ver cuadro 30.

Cuadro 30. Monitoreo de estrés térmico en las actividades de perforación con Jackleg y Jumbo

Puesto Evaluado	Tipo de trabajo	Tbs (°C)	Tbh (°C)	Tg (°C)	Índice WBGT (°C)	Límite WBGT (°C) (1)
Maestro de Jackleg	Perforación Moderado	19.2	16.1	19.1	17.0	32
	Desatado de rocas	19.2	16.3	19.3	17.20	32
Ayudante de Jackleg	Perforación Moderado	19.1	16.1	18.7	16.9	32
	Desatado de rocas	19.1	16.3	19.2	17.10	32

Trabajo al aire libre sin carga solar o bajo techo (En el interior de edificaciones o en el exterior, sin radiación solar). $WBGT = 0.7 Tbh + 0.3 Tg$

Fuente. Compañía Minera Castrovirreyna S.A. Elaboración J. Concepción.

Los resultados de la medición temperatura, humedad en las labores mineras subterráneas y su implicancia en el nivel de estrés térmico del personal que participa en la actividad de perforación con la máquina Jackleg y con equipo

electrohidráulico Jumbo, se ubican dentro de los LMP establecidos por el D.S. 024-2016-EM.

FF 7: Peligro: Iluminación (excesiva / deficiente) – Riesgo: Deficiencia / excesiva iluminación en la perforación

Los trabajadores mineros en general ingresan a interior mina con sus lámparas mineras adosadas a los cascos protectores, las lámparas mineras tienen intensidad luminosa de dos mil quinientos (2,500) lux a (1.2) metros de distancia.

En el caso de la perforación neumática con máquinas Jackleg, la iluminación de las lámparas mineras son todo el apoyo de iluminación artificial con los que cuenta el operador en el frente de perforación, como se aprecia en la figura N° 13, abajo adjunta.



Figura 13 Campo visual con la iluminación de lámparas mineras en un frente de perforación con máquina neumática Jackleg.

Fuente. Elaboración J. Concepción.

Las lámparas mineras son recargadas en la casa de lámparas y deben tener una duración mínima de 12 horas. No obstante, la lámpara minera merece atención y mantenimiento y puede fallar por: poca duración de la batería, desperfecto o quemado de la bombilla y falsos contactos en el cableado.

Los trabajadores con equipo de perforación electrohidráulica Jumbo, cuentan adicionalmente a sus lámparas mineras con las luces de trabajo del Jumbo, que son tres (03) faros de 35 Watts que se alimentan con 24 voltios, dando por resultado un nivel de iluminación de 300 lux, (ver figura 14).



Figura 14 Campo visual de la iluminación con Jumbo

Fuente. Fabricante Atlas Copco S.A.

En la práctica, no es exigible por la autoridad competente (MINEM u OSINERGMIN) ningún nivel de iluminación en las actividades de perforación de frentes (neumática / hidráulica), sostenimiento, perforación diamantina, entre otras ejecutadas en los frentes de trabajo de interior mina.

La limitación en la calidad y cantidad de iluminación en el área de trabajo, se ve remarcada para el personal que desarrolla la actividad de perforación con máquina Jackleg, por la reducida visibilidad que dificulta la buena identificación de rocas inestables en la corona de la labor u otros peligros que pueden acechar desde ciertas distancias, por lo que este riesgo requiere una mejora, pero que sigue en calidad de riesgo de nivel medio.

FF 8 Peligro: Velocidad del aire – Riesgo: Deficiencia de velocidad de aire (ventilación), pobre dilución de los agentes contaminantes

Para nuestro trabajo de investigación, en las labores subterráneas donde se efectúa la perforación con máquina neumática Jackleg y se emplea dinamita como explosivo secundario la velocidad del aire no será menor a 20 m/min y según el Plan de Minado en el caso de las labores donde se efectúa la perforación con equipo electrohidráulico Jumbo, se emplea como explosivo secundario An-Fo la velocidad no será menor a 25 m/min.

Cuadro 31. Velocidad de aire en las labores en actividad de perforación con Jackleg y Jumbo

U.M. Sn Genaro Nv 740	Sección		Avance	Velocidad: m/min		D.S. 024-2016 Art. 266° f)
	Ancho m	Alto m	Longitud m	Medición	LMP	Ventilador
Gal. 800	3.00	3.00	75.0	23.7	20.0	Auxiliar
CX Unión	3.00	3.00	14.0	22.1	20.0	No Aplica
BP 630	3.00	3.00	32.0	26.7	20.0	Auxiliar
BP 752	4.00	4.50	32.0	38.7	25.0	Manga 20 m
CX 845	4.00	4.50	11.3	29.1	25.0	No Aplica
BP 844	4.00	4.50	19.0	32.5	25.0	Manga 20 m

Fuente. Compañía Minera Castrovirreyna S.A. Elaboración J. Concepción.

Los resultados de la medición velocidad de aire en las labores en desarrollo donde participa el personal en la actividad de perforación con la máquina Jackleg y con equipo electrohidráulico Jumbo, se ubican dentro de los LMP establecidos por el D.S. 024-2016-EM.

FQ 1 Polvo presente en la actividad – Riesgo: Exposición a polvo con contenido de mineral y desmote

Para nuestra investigación el cuadro N° 32 nos muestra los resultados de la medición de concentración de polvo en las labores subterráneas donde se

efectúa la perforación con máquina neumática Jackleg y con equipo electrohidráulico Jumbo.

Cuadro 32. Monitoreo de polvo en las actividades de perforación con Jackleg y Jumbo

Equipo Perforación	U.M. San Genaro Nivel / Labor	U.M. San Genaro Nivel / Labor minera	Promedio Concentración de Polvo mg / m ³		TLV TWA Corregido (mg/m ³) Respirable	TLV TWA Corregido (mg/m ³) Inhalable
			3,0	10,0		
			Respirable	Inhalable		
Jackleg	Nivel 740	Gal. 800	1,241	2,27	1,88	6,25
	Nivel 740	CX. Unión	1,322	2,41	1,88	6,25
	Nivel 740	BP 630	1,253	2,29	1,88	6,25
Jumbo	Nv 642	CX 762	0,975	1,78	1,88	6,25
	Nv 560	BP 561	0,989	1,81	1,88	6,25
	Nv.765	CX 750	1,012	1,85	1,88	6,25

Fuente. Compañía Minera Castrovirreyna S.A. Elaboración J. Concepción.

Asimismo, en el trabajo de investigación elaborado por Acharte Lumes et al. (2018), obtuvieron del análisis por espectrofotometría de absorción atómica los siguientes valores de elementos metálicos en el material particulado, que se muestran en el cuadro 33.

Cuadro 33. Comparativo de valores de elementos metálicos vs LMP del D.S. 015-2005-SA

ELEMENTOS	Cu	Pb	As	Mn	Si	Sb	Se
AA mg/m ³	0.002	0.00225	0.001	0.00228	0.0125	0.001	0.001
LMP mg/m ³	1.00	0.05	0.01	0.2	0.05	0.5	0.2
% de elementos de AA/ LMP	0.2	4.5	10	1.14	25	0.2	0.5
Desviación estándar	0.7056	0.0238	0.0045	0.0988	0.0187	0.2495	0.0995
t estudent	0.5007	0.5008	0.5003	0.5009	0.5049	0.5003	0.5003

Fuente. (Acharte Lumes et al., 2018)

Los resultados de Cu = 0.002 mg/m³, Pb = 0.00225 mg/m³, As = 0.001 mg/m³, Mn = 0.00228 mg/m³, Si = 0.0125 mg/m³, Sb = <0.001 mg/m³ y Se = <0.001 mg/m³, son menores a los LMP del D.S.024-2016-EM, de donde estos especialistas deducen que el riesgo a la salud ocupacional por el polvo (material particulado) que está presente en las actividades que desarrolla el personal que realiza la perforación de frentes con equipos neumáticos Jackleg y/o equipo electrohidráulico Jumbo, se encuentra controlado considerando la conjunción de los factores tales como: la velocidad del aire en las labores, el tiempo de exposición, la granulométrica del material particulado, los elementos metálicos presentes y el uso permanente de respiradores de media cara con dos filtros para partículas tipo 3M 2091 - NOIHSH P100.

Los gases caracterizados en la U.M. San Genaro:

- FQ 4: Peligro O₂ – Riesgo: Reducción de Oxígeno en el aire;
- FQ 5: Peligro CO – Riesgo: Exposición a niveles no permisibles.
- FQ 6: Peligro CO₂ – Riesgo: Exposición a niveles no permisibles.
- FQ 7: Peligro NO y NO₂ – Riesgo: Exposición a niveles no permisibles.

La norma legal D.S. 024-2016-EM exige realizar mediciones en las labores mineras en desarrollo previo al ingreso del personal y el comunicar los resultados de dichas mediciones. En la U.M. San Genaro, se cumple con estas

mediciones y como parte de la comunicación se registra en una pizarra acrílica las mediciones realizadas con multidetectores de gases. Una muestra de los resultados de las mediciones se puede ver en el cuadro a continuación mostrado.

Cuadro 34. Resultados de monitoreo de gases presentes en las labores subterráneas del Nv. 740

GAS	O₂	CO	CO₂	H₂S	NO₂	Mes
TWA	19.5%	25 ppm	5000 ppm	10 ppm	5 ppm	
CX. 630	20.40%	24	0	0	0	Ene
CX. 630	20.10%	43	0	0	0	Feb
CX. 630	20.10%	24	0	0	0	Mar
BP. 752	20.40%	18	1	0	1	Ene
BP. 752	20.30%	36	1	1	1	Feb
BP. 752	20.40%	18	1	0	0	Mar
RP. 061	20.10%	38	0	0	0	Ene
RP. 061	20.10%	55	0	0	0	Feb
RP. 061	20.00%	42	0	0	0	Mar
RP. 500	20.20%	62	0	0	0	Ene
RP. 500	20.10%	48	0	1	1	Feb
RP. 500	20.10%	45	0	1	1	Mar

Fuente. Compañía Minera Castrovirreyna S.A. Elaboración J. Concepción.

Los resultados de la medición de gases previo al ingreso a las labores en desarrollo donde se empleará para la perforación máquina Jackleg y/o equipo electrohidráulico Jumbo, se ubican por debajo de los LMP establecidos por el D.S. 024-2016-EM, lo que permite un control permanente sobre este tipo de riesgo.

- FQ 10 Peligro: Líquidos, contacto con (aceites y lubricantes) a presión o calientes – Riesgo: Exposición a líquidos (aceites y lubricantes) a presión

o temperatura elevadas y que afecten o dañen ojos, piel, los órganos internos por contacto (adsorción, inhalación o ingesta).

- FL 7 Peligro: Materiales inflamables – Riesgo: Incendios, explosiones, intoxicación con gases emanados.

En el caso de la perforación neumática con máquina Jackleg solamente se emplea una sustancia química que es el aceite lubricante Shell Torcula Oil, la cantidad de uso es de 0.5 litro para una jornada de perforación. Para su uso se alimenta una lubricadora Su uso está restringido hacia la carcasa de la máquina Jackleg.

En el caso de la perforación electrohidráulica con equipo Jumbo, se emplea como lubricantes el aceite Mobil Delvac MX 15W40 y el aceite Gulf HT Fluid TO-4, aceite hidráulico 1590. De este grupo de aceites, el aceite hidráulico se emplea como fluido a presión que transmite los impulsos necesarios para el accionar del brazo de perforación y otros componentes, por lo que los posibles fugas y contactos se producen por rotura de mangueras. Los escasos sucesos de rotura de manguera a presión del Jumbo, no han ocasionado incidentes en la salud del personal.

En caso de emergencia, el personal cuenta y está capacitado en el uso de la hoja de seguridad MSDS, que recomiendan el empleo de agua en caso de contacto de las sustancias con los ojos y además cuenta con un botiquín de primeros auxilios en cada frente de perforación.

Un programa de mantenimiento preventivo y correctivo asegurar no solo la operatividad de las maquinarias, sino que evitarán incidentes con la máquina Jackleg y/o equipo Jumbo, lo que permite un buen control sobre este tipo de riesgo.

Los peligros Biológicos caracterizados en la U.M. San Genaro por:

- FB 1: Peligro Virus y bacterias - Riesgo: Exposición a microorganismos
- FB 2: Peligro Parásitos - Riesgo: Exposición a microorganismos

- **FB 3: Peligro Vectores (insectos, roedores - Riesgo: Potencial ataque de insectos y animales.**

La exposición a este tipo de riesgos para los trabajadores está ligados a la transmisión de enfermedades, en este sentido la recomendación de salud ocupacional es que los trabajadores que padezcan alguna enfermedad infecciosa, se abstengan de acudir al centro de labores hasta que reciban el alta médica.

Así mismo, se aplican diversas medidas de sanitarias y de limpieza en las instalaciones superficiales y subterráneas que comprenden: instalaciones con abastecimiento de agua potable en los campamentos, comedores, servicios higiénicos fijos y portátiles, lavaderos y duchas para el personal, un programa manejo, recolección y disposición de residuos sólidos, que se encarga a una empresa operadora de residuos sólidos registrada y acreditada según Ley N° 1278 Ley de gestión integral de residuos sólidos.

Así mismo, la Administración de U.M. San Genaro tiene implementado el programa de saneamiento ambiental que comprende actividades como: desinsectación, desratización, fumigación y entre otros; que se desarrolla en forma semestral a las diversas instalaciones y campamentos, los que aseguran y garantizan el control de estos riesgos biológicos. Con lo que este tipo de peligro y riesgo asociado está controlado.

- **FE 1: El riesgo por sobreesfuerzos de los miembros superiores y la espalda para desplazar un objeto (carro, traspallet, carretilla, etc).**

La exposición a este riesgo para los trabajadores está ligados a lesiones musculares como lumbalgias, hernias discales y ciática.

En el caso de la perforación con equipo electrohidráulico Jumbo, no se presenta este peligro y su riesgo asociado.

En el caso de la perforación con máquina neumática jackleg, el maestro perforista al inicio de la perforación de cada taladro le es necesario hacer cierta presión sobre la máquina para que se logre el “emboquillado”, ósea la penetración inicial la roca, una vez lograda está, la pata de avance aportará la presión necesaria para que profundice el barreno en la roca. y luego se repite la acción para cada cambio de barreno. No existiendo otra forma de hacerlo ya que toda la actividad es manual.



Figura 15 Vista de los sobreesfuerzos de los miembros superiores y la espalda para desplazar (empujar) la máquina Jackleg contra la roca.

Fuente. Elaboración J. Concepción.

Para asegurar no solo la aplicación de los controles referidos en el IPERC de Línea Base de perforación con máquina neumática Jackleg, se aplica el seguimiento al: a) el procedimiento del trabajo seguro (PETS), y b) el cumplimiento por parte del maestro perforista; lo que decanta en el tema de la Seguridad Basada en el Comportamiento o del trabajo seguro.

- **FE 2: El riesgo sobreesfuerzos de los miembros superiores y espalda para trasladar un peso (herramientas, máquinas, materiales, paquetes, etc.),**

La exposición a este riesgo para los trabajadores puede generar lesiones dorsolumbares y deterioro del sistema musculoesquelético.

Es práctica común por el ayudante de perforista el trasladar (cargar) la máquina perforadora en el frente de trabajo en diversos puntos, para que, desde allí emboquillar el barreno en la roca hasta lograr empotrar cada taladro. Asimismo, al concluir la perforación, se traslada (retira) la máquina perforadora Jackleg a un lugar seguro, para evitar su daño por acción de la voladura.



Figura 16 Vista de sobreesfuerzos de los miembros superiores y la espalda para transportar la máquina Jackleg.

Fuente. Elaboración J. Concepción.

En el caso de la perforación con equipo electrohidráulico Jumbo, no se presenta este tipo de peligro y su riesgo asociado.

La legislación R.M. 375-2008-TR, Anexo 1, Manipulación de cargas, establece en 25 kg la carga máxima para un trabajador, y si está entrenado hasta 40 kg.; nuestro control establecido en los PETS, exige que la máquina Jackleg y la pata de avance sean transportadas en forma separada, afín de erradicar este tipo de malas prácticas de trabajo, que se han afirmado en costumbres.

En el cuadro 35, podemos verificar en qué medida está mala práctica de trabajo o costumbre, potencialmente puede afectar al trabajador que la realiza al trasladar el conjunto de la “máquina Jackleg y pata de avance” cuyo peso promedio es 43.5 kg.

Cuadro 35. Peso de los componentes para la perforación con máquina neumática Jackleg.

Elementos para la Perforación	Peso Individual	Peso Acumulado
Máquina Neumática Jackleg	28.50 Kg	28.50 Kg
Pata de avance de la Jackleg	15.00 Kg	43.50 Kg
Barreno de 2 pies	3.00 kg	46.50 kg
Barreno de 4 pies	4.50 kg	48.00 kg
Barreno de 6 pies	6.00 kg	49.50 kg

Fuente. Máquina neumática Jackleg y accesorios, Atlas Copco S.A. Elaboración J. Concepción.

Nuevamente, para asegurar no solo la aplicación de los controles referidos en el IPERC de Línea Base de perforación con máquina neumática Jackleg, se trabaja principalmente sobre a) el procedimiento del trabajo seguro (PETS), y b) el cumplimiento por parte del maestro perforista; lo que decanta en el tema del comportamiento de trabajo seguro.

- **FE 3: El riesgo de adoptar posturas forzadas o incómodas para ejecutar las actividades (posición de pie prolongadas en espacio reducido, posición de encorvados y en cuclillas),**

En el caso de la perforación con equipo electrohidráulico Jumbo, no se presenta este peligro y el riesgo asociado.

En el caso de la perforación con máquina neumática Jackleg se presenta este tipo de peligro y su riesgo asociado, en las siguientes posiciones o posturas forzadas:

- a) Levantamiento y estiramiento de los miembros superiores y mantener una posición erguida, lo que se da al perforar los taladros que se ubican en la zona superior de la malla de perforación cuya altura oscila entre 1.80 m hasta 2.40 m, en una cantidad de aproximada de 11 taladros en función de la calidad de roca.
- b) Posición cuchillas o agachado, necesaria para perforar los taladros de ubicados en la zona inferior de la malla de perforación, denominados ayuda de cuadradores, arrastres y de la cuneta; que se ubican al ras de la labor y luego hasta una altura de 0.60 m, en una cantidad de aproximada de 08 en función de la calidad de roca.

En la imagen 17, se puede apreciar una malla típica de la perforación de taladros para la sección de 3.00 m x 3.00 m que será trabajada con máquina neumática Jackleg.

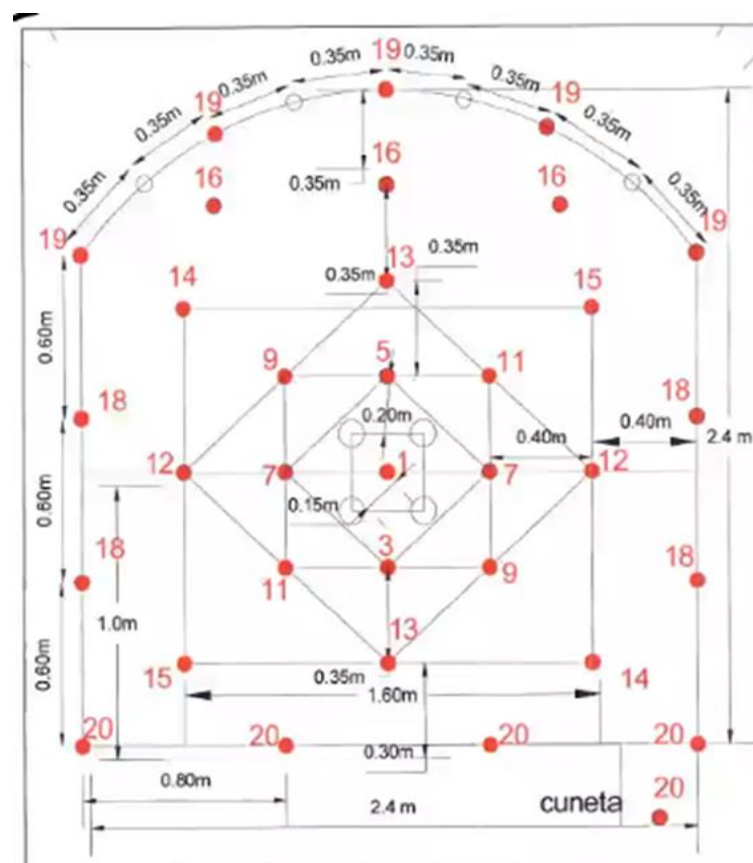


Figura 17 Malla de perforación típica, donde se aprecia la ubicación de los taladros para una sección de galería de 3.00 m x 3.00 m.

Fuente. Elaboración J. Concepción.

A continuación, se aprecia la imagen N° 18, que pretende reflejar las posiciones o posturas forzadas descritas como: Levantamiento y estiramiento de los miembros superiores y mantener una posición erguida y posición cuchillas o agachado.

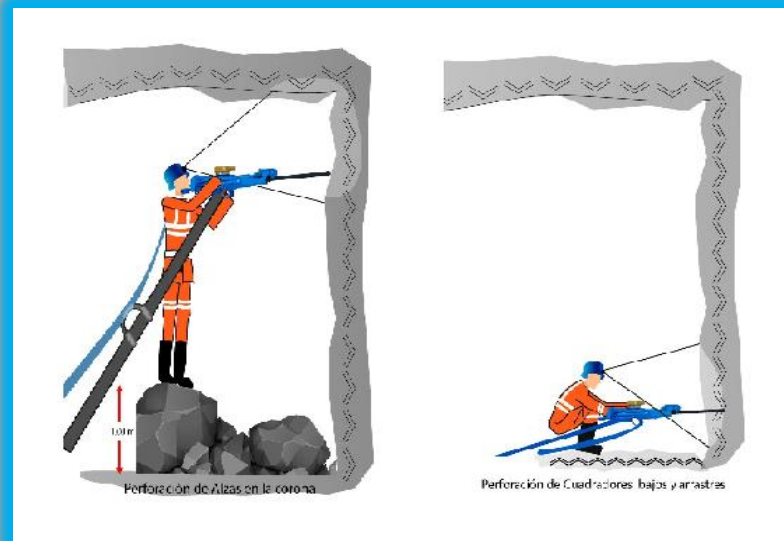


Figura 18 Posiciones o posturas forzadas descritas como: Levantamiento y estiramiento de los miembros superiores y mantener una posición erguida y posición cuchillas o agachado.

Fuente. Elaboración J. Concepción.

Como se describe para en: a) posición con levantamiento y estiramiento de los miembros superiores y mantener una posición erguida, para perforar los taladros en la zona superior de la malla de perforación; y b) posición de cuchillas o agachado, para perforar los taladros de la zona inferior de la malla de perforación. Resulta necesario optar por estas posiciones con la máquina neumática Jackleg, durante el emboquillado del barreno en la roca, luego una vez logrado el emboquillado la pata de avance aportará la presión necesaria para que profundice el barreno en la roca.

Nuevamente, para asegurar no solo la aplicación de los controles referidos en el IPERC de Línea Base de perforación con máquina neumática Jackleg, se viene aplicando el seguimiento sobre: a) el procedimiento del trabajo seguro (PETS), y b) el cumplimiento por parte del maestro perforista; lo que decanta en el tema del comportamiento de trabajo seguro.

- **FE 4: El riesgo de sobreesfuerzo de los miembros superiores (brazos, codos y manos),**

En el caso del trabajo con la maquina neumática Jackleg que es totalmente manual, el sobreesfuerzo de los miembros superiores es continuo durante la perforación de los taladros, a lo que se una la actividad de desate de rocas que se ejecuta con barretillas de acero de 4 pies, 6 pies y 8 pies.

En el caso del trabajo con el equipo electrohidráulico Jumbo que es totalmente mecanizado, lo que corresponde a algún sobreesfuerzo de los miembros superiores son principalmente para el maestro perforista en la manipulación del tablero de control en continuo durante la perforación de los taladros. En adición, se puede dar la actividad de desatado de rocas que solo se aplica a los hastiales con barretillas de acero de 4 pies, 6 pies y 8 pies, más no así a la corona que se realiza con desatador mecánico.

A continuación, en el cuadro 36 se presenta una recopilación de los resultados del monitoreo disergonómico aplicado al personal de perforación de frentes con máquinas Jackleg y equipo electrohidráulico Jumbo.

Cuadro 36. Datos de monitoreo riesgos disergonómicos según carga física por metodología REBA y JSI.

Maquinaria Perforación	Actividad Monitoreada	Personal Monitoreado (Semestral)	Método REBA Puntaje	Método JSI Puntaje	Ponderación
Jackleg	Desatado de rocas	Maestro	Alto: 8	Moderado: 7	Moderado
		Ayudante	Alto: 9	Alto: 8	Alto
	Perforación Con Jackleg	Maestro	Alto: 9	Alto: 8	Alto
		Ayudante	Alto: 8	Alto: 8	Alto
Jumbo	Desatado de rocas	Maestro	Moderado: 4	Moderado:	Moderado
		Ayudante	Moderado: 5	Alto	Moderado
	Perforación con Jumbo	Maestro	Bajo: 3	Bajo: 3	Bajo
		Ayudante	Medio: 4	Medio: 4	Medio

Fuente. Monitoreo disergonómico, Compañía Minera Castrovirreyna S.A.

Elaboración J. Concepción.

Los resultados arriba descritos en el cuadro 36, se pueden comparar con los resultados del trabajo de investigación realizado por el Ing. M. Hermosa, publicado por el Instituto de Investigación FIGMMG-UNMSM (2016), de donde tomaremos una fracción de la tabla N° 5 de dicha publicación.

Cuadro 37. Resultados de los riesgos disergonómicos de Ing. M. Hermosa

N°	Tarea	Puesto de trabajo	Método REBA	Método JSI	Método frecuencia cardiaca
1	Desatado de rocas	Operario	Alto (266.6%)	Moderado (216.6%)	Alto (101.7)
2		Ayudante	Alto 283.3%	Alto (250%)	Moderado (96.55)
3	Perforación Jackleg	Operario	Alto (300%)	Alto (316.6%)	Muy Alto (127.1)
4		Ayudante	Alto (333.3%)	Alto (400%)	Alto (100.5%)

Fuente. (Herzoza L., 2016)

Como se ha descrito en el tratamiento de los riesgos relacionados a los códigos de ítems FE 1, FE 2, FE 3 en el IPERCE Línea de Base de perforación con máquina Jackleg se describen los diversos controles, los cuales están en continua observación, para generar mejoras en: a) el procedimiento del trabajo seguro (PETS), y b) el cumplimiento por parte del maestro perforista y ayudante; aplicando la Seguridad Basada en el Comportamiento” (SBS).

Asimismo, desde el enfoque de salud ocupacional, el aporte será “preventivo” si se identifica tempranamente cualquier posible molestia de tipo “musculo esqueléticas” en lo trabajadores que desempeñan especialmente el oficio de maestro perforista y el ayudante de perforista, para ello se cuenta con los exámenes médicos ocupacionales (EMO) periódicos y las consultas médicas.

- **FE 6 Peligro: Trabajos nocturno – Riesgo: Mal manejo de las condiciones de reposo del personal en periodo de actividad nocturna,**

Las consecuencias relacionadas a este tipo de peligro y riesgos asociado son: alteración del ritmo circadiano, cuya consecuencia es déficit de sueño, fatiga crónica y trastornos digestivos.

Las operaciones mineras se desarrollan en turnos rotativos, con un ciclo atípico de trabajo de 14x7 (Trabajo /Descanso), los turnos de trabajo son de 12:00 horas son de 7x7 (Día/Noche). Los 02 primeros días del cambio de la guardia (pasar al turno noche), se da como un periodo de adaptación, asimismo, una sensación de ansiedad unida a la fatiga ocurre entre el personal al estar próximo a concluir la semana de turno de noche.

Los alojamientos tienen habitaciones para 04 personas y 08 personas, y es necesario para el personal que duerme durante el día, se eviten ruidos molestos para eliminar la fatiga y/o problemas de somnolencia que pueden afectar al personal.

El enfoque de SSO será “preventivo”, ya que se recomienda al personal el comunicar inmediatamente la sensación de fatiga o somnolencia y a la supervisión de extender un “permiso de reposo o ausencia de la actividad laboral”, afín de evitar algún incidente peligroso, especialmente en el personal de maestro y ayudante de perforista de Jackleg, asimismo derivarlo previamente a la posta médica para que registre las condiciones de salud del trabajador.

Estas medidas permiten al momento un control sobre este tipo de peligro y riesgo asociado. No obstante, lo relacionado a fatiga y somnolencia nos plantean a nivel un tema investigación que sería conveniente se desarrolle.

- **FE 8 Peligro: Monotonía y repetitividad – Riesgo: Fatiga laboral y psicológica que afecta el rendimiento y salud del trabajador.**

Este tipo de riesgos está asociado a la repetición de secuencias muy cortas y repetitivas de trabajo. Este tipo de actividad monótona suelen crear problemas de origen psicosocial.

- **Los riesgos Psicosociales**

En el D.S. 055-2010-EM no se consideraba este tipo de peligros, pero al cambiarse la legislación el D.S. 024-2016-EM en el artículo 115° exige se contemplen por el titular de la actividad minera.

En ese sentido, en Compañía Minera Castrovirreyna S.A., se ha considera estos peligros y sus riesgos asociados. Por lo que inicialmente, se plantea mejorar los medios de comunicación y luego implementar un programa para evaluar los riesgos psicosociales, estableciéndose los ítems: **FS 1: Carga excesiva de trabajo; FS 2: Exigencias contradictorias; FS 3: Comunicación ineficaz - FS 4: Acoso laboral (mobbing); FS 5: Supervisión deficiente - FS 6: Falta de apoyo o compromiso de Alta Dirección; FS 7: Falta de participación en toma de decisiones por el trabajador; FS 8: Preocupación por problemas personales.**

Contándose para ello, con buzones de sugerencias, líneas telefónicas o direcciones electrónicas, para comunicar e informar incidentes y mejorar los controles para estos riesgos psicosociales.

Los resultados de encuestas y reportes, aún están en fase de evaluación, debido principalmente a la fuerte rotación en el personal de las empresas contratistas mineras, en las cuales se basan las muestras.

- **FL 1 Peligro: Organización inadecuada del espacio físico – Riesgo: Caída al mismo nivel.**

El espacio de trabajo para la actividad de perforación neumática con Jackleg, tiene como punto de partida las 2 dimensiones, que conforman la sección de la labor minera, esto es, el ancho (3.00 m) y el alto (3.00 m), y resta por adecuar el largo, que se ha considerado desde el frente de perforación (tope) hacia atrás a lo largo del eje de la labor.

En el D.S.023-2017-EM (2016) Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo en Minería (RSSOM), define: *“Lugar de trabajo: todo sitio o área donde los trabajadores permanecen y desarrollan su trabajo o adonde tienen que acudir para desarrollarlo. Entiéndase que toda referencia a Centro de Trabajo en el presente Reglamento se reemplaza por “Lugar de Trabajo”.*

Por lo que: Área de Trabajo: Es el “espacio requerido por los trabajadores para desarrollar una actividad. Para nuestro estudio de “perforación neumática o electrohidráulica”, se requiere tener estas dimensiones estandarizadas”, donde se aplican las medidas de control que permiten asegurar ellas, el trabajo en condiciones seguras y saludables; dentro de los LMP u otro estándar de los diversos agentes físicos, químicos, biológicos, disergonómicos y psicosociales; a los cuales está(n) expuesto(s) el(los) trabajador(es); por lo que al “no estar definido” ni estandarizado” legamente, queda flojo en su aplicabilidad o al libre albedrio de su interpretación.

Es importante entonces definir el “área de trabajo” donde se desarrolla la actividad de perforación neumática con la máquina Jackleg y laboran el maestro perforista y su ayudante; para asegurar mediante el IPERC Continuo la identificación de peligros, valorar los riesgos y que se apliquen los controles para minimizar dichos riesgos.

Para establecer el área de trabajo mínima se procederá de la siguiente manera:

- Ancho del área de trabajo: Frente de la perforación neumática: 3,00 m;
- Largo del área de trabajo: Esta longitud tiene los siguientes componentes:

Área de Trabajo: Perforación con máquina neumática Jackleg

Largo del emplazamiento de la perforadora neumática:

Longitud libre necesaria para el recorrido del varillaje : 0.70 m

Longitud proyectada de la perforadora (Jackleg) : 0,60 m

Longitud proyectada de pierna de perforadora Jackleg: 1,20 m

Longitud del emplazamiento de perforadora sería de : 2,50 m

Longitud para la disposición de materiales: Tales como varillaje, barretillas, herramientas, mangueras, lubricante entre otros, que sería igual a la longitud del emplazamiento de la perforadora: Igual al 100% de la longitud de emplazamiento de la Jackleg: 2,50 m

Longitud de amortiguamiento: Longitud libre que permitirá que no se desarrollen actividades paralelas o muy próximas a la labor de perforación en desarrollo y en cuyo límite se debe delimitar y señalizar para evitar el ingreso de personal y con más rigor de equipo móvil no autorizado, que sería igual al 100% de la longitud de emplazamiento de la perforadora: 2,50 m

Propuesta del Área de trabajo de perforación con Jackleg:

Ancho de la labor: 3,0 m

Eje en la labor: $(2,5 \text{ m} + 2,5 \text{ m} + 2,5 \text{ m}) = 7,5 \text{ m}$

Área de Trabajo: $(3,0 \text{ m} \times 7,5 \text{ m}) = 22.50 \text{ m}^2$

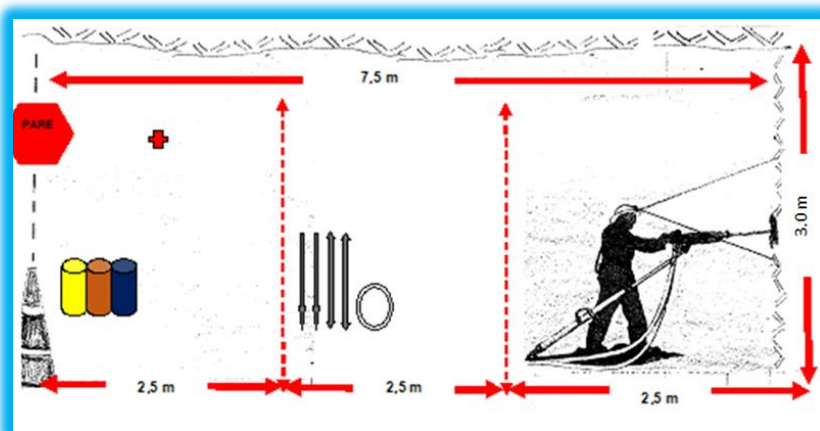


Figura 19 Área de trabajo para la perforación neumática Jackleg

Fuente. Elaboración J. Concepción.

Área de Trabajo: Perforación con equipo electrohidráulico Jumbo S1D

Para la actividad de perforación electrohidráulica con equipo Jumbo S1D, se debe estandarizar el área de trabajo, y asegurar de igual manera con el IPERC Continuo la aplicación de los diversos controles establecidos.

Para definir el área de trabajo mínima, se procederá de la siguiente manera:

Ancho del área de trabajo: Frente de la perforación del Jumbo: 4,00 m,

Largo del área de trabajo: Esta longitud tiene los siguientes componentes:

Largo del emplazamiento del Jumbo Electrohidráulico

Está compuesto por la longitud medida sobre el eje necesario para emplazar el Jumbo y manipular la barra de avance para la perforación de los taladros.

Longitud libre para manipular la barra de avance : 0,30 m

Longitud del Jumbo Electrohidráulico : 10,70 m

Longitud del emplazamiento del Jumbo : 11,00 m

Longitud de amortiguamiento: Longitud libre que permitirá que no se desarrollen actividades paralelas o muy próximas a la labor de perforación en desarrollo y en cuyo límite se debe delimitar y señalizar para evitar el ingreso de personal o equipo no autorizado, que sería igual al 50% de la longitud del emplazamiento del Jumbo: 5,50 m

Propuesta del Área de trabajo de perforación con Jumbo:

Ancho de la labor: 4,0 m

Eje en la labor: (11,0 m) + (5,5 m): 16,5 m

Área de Trabajo: (4,0 x 16,5) = 66.00 m²

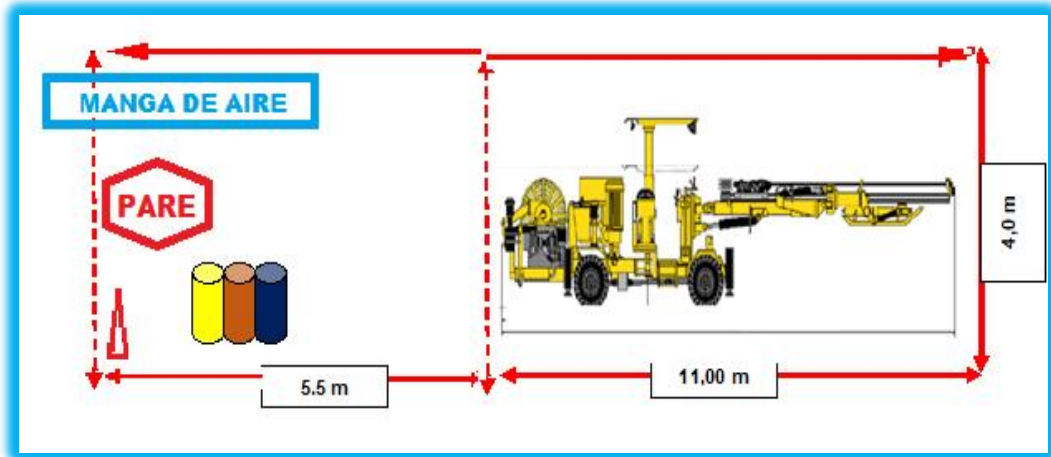


Figura 20 Área de trabajo para la perforación electrohidráulica con Jumbo

Fuente. Elaboración J. Concepción.

De las áreas de trabajo establecidas para la perforación en minería subterránea, la más vulnerable es la que corresponde a la perforación neumática con Jackleg; ya que el maestro perforista y su ayudante físicamente podrían sufrir serias lesiones o daños por el impacto de un equipo móvil, sumado a que la visibilidad de los trabajadores solamente es abastecida por las luces de sus lámparas mineras y el reflejo en su ropa de trabajo por las cintas reflectantes.

La implementación de estas áreas de trabajo, también ha permitido la mejora de los controles sobre estos otros peligros y riesgos siguientes:

- FL 2 Falta de Orden y Limpieza – Riesgo: Caída al mismo nivel
- FL 5 Peligro: Obstáculos en el piso – Riesgo: Caída al mismo nivel
- FL 6 Peligro: objetos suspendidos o inestables – Riesgo: Atrapado
- FL 8 Peligro: Obstáculos en el piso – Riesgo: Caída al mismo nivel
- FL 9 Peligro: Equipo pesado y liviano en movimiento – Riesgo: Golpeado por
- FL 10 Peligro: Trabajos próximos a zonas con desnivel (subir 7 bajar) – Riesgo: Caída a distinto nivel

- FL 11 Peligro: Vía en mal estado (irregulares o resbalosas) – Riesgo: Caída al mismo nivel
- FL 4 Peligro: Rocas sueltas – Riesgo: Caída de rocas

Como se ha verificado en los registros estadísticos una de las causas de accidentes incapacitantes y mortales es el generado por la caída de rocas, para afrontar este riesgo Compañía Minera Castrovirreyna S.A. tiene un área de geomecánica encargada de evaluar el comportamiento del macizo rocoso, teniendo al día el mapeo geomecánico en todas las labores mineras y la aplicación del tipo de sostenimiento más conveniente, paralelo a esto se desarrollan capacitaciones al personal de perforación de frentes el reconocimiento de la calidad de rocas por medio de tablas geomecánicas. Asimismo, la labor de desatado de rocas antes, durante y después de la perforación es verificado y registrado por el personal responsable de la labor y la supervisión, lo que se registra el IPERC Continuo.

- **FM 1: El riesgo de atrapamiento, atrición, corte de parte afectada**

Está presente continuamente principalmente para el ayudante de perforista, debido a que cuando se realiza la acción del emboquillado del barreno, debe sostenerlo hasta que logre incrustarlo en la roca, en tanto el barreno sigue en percusión y rotación. Se debe remarcar, la ocurrencia de eventos de atrapamiento de partes de ropa suelta con la consiguiente atrición de manos, brazos e incluso del cuello del ayudante de perforista. Por lo que, tanto en el PETS y como parte de las actividades de la supervisión, se verifica no llevar ropas sueltas, cadenas u otro objeto que pueda ser atrapado por la rotación del barreno.



Figura 21 Riesgo de atrapamiento durante la perforación de taladros, empleando la máquina neumática Jackleg.

Fuente. Elaboración J. Concepción.

Con la máquina neumática Jackleg, resulta necesario que el ayudante de perforista, coja y sostenga el barreno hasta el lograr emboquillado, y una vez realizado el ayudante se retira y la presión de la pata de avance hará la presión necesaria para que continúe la penetración del barreno en la roca.

Debemos recurrir a la mejora de los PETS y buena supervisión para controlar este riesgo y el cumplimiento de los PETS por parte de los trabajadores.

a) Evaluación del Riesgos residual empleado máquina neumática Jackleg.

Entonces, la aplicación de los controles, nos permite cerrar la elaboración del IPERC Línea de Base de Perforación con Jackleg (Ver Anexo 1). Obteniendo el “riesgo residual” para las actividades de perforación neumática con Jackleg. A continuación, en la figura N° 6 se muestra el resultado de la valoración del riesgo residual, logrado mediante la gestión de los controles implementados, los cuales se hallan descrito en el IPERC Línea de Base de Perforación con Jackleg.

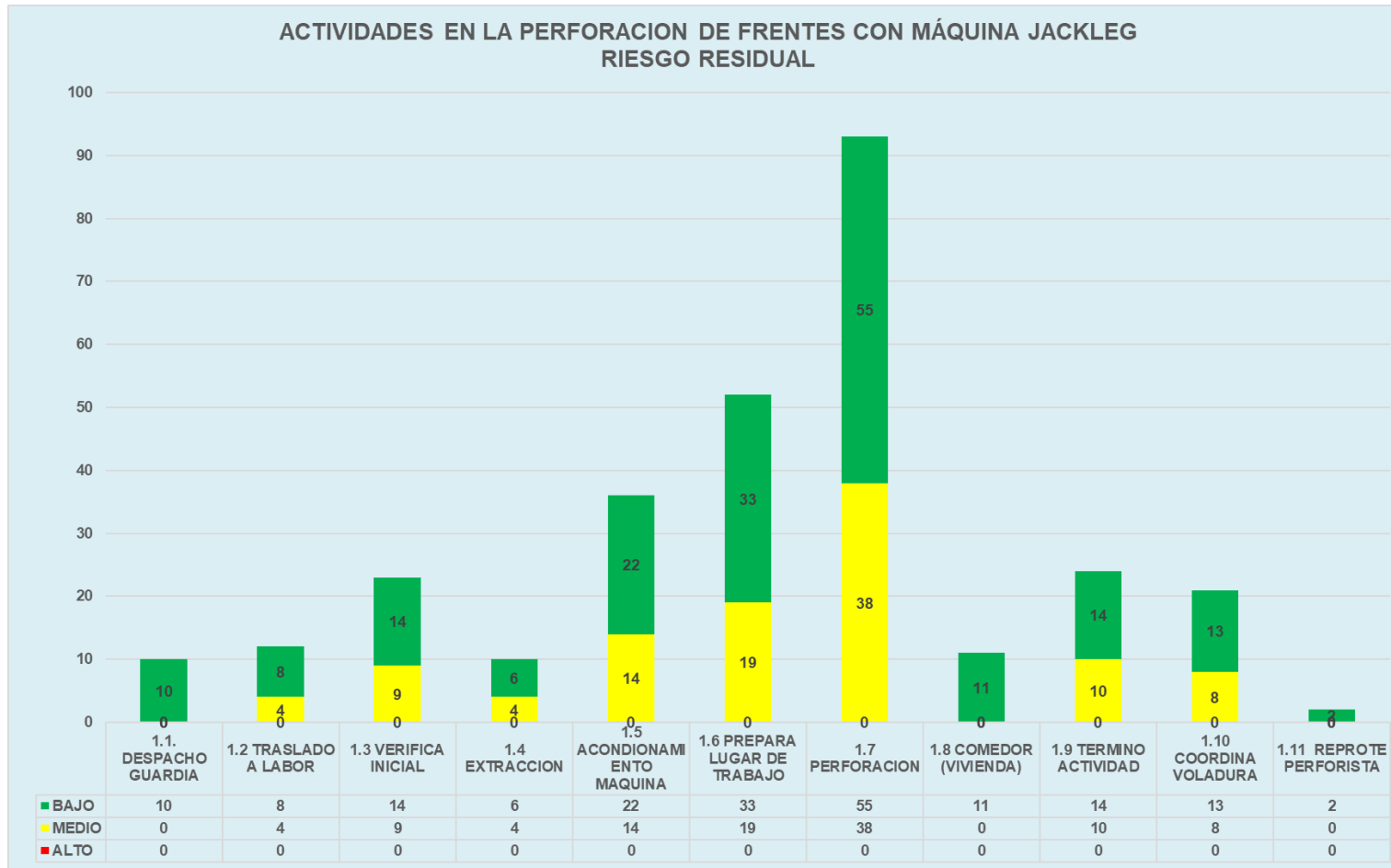


Figura 22 Valoración de Riesgo Residual en las actividades empleando máquina neumática Jackleg.

Fuente. Matriz IPERC Línea de base de perforación de frentes empleando máquinas neumáticas Jackleg Elaboración J. Concepción.

Luego del desarrolló de la matriz IPERC Línea de Base de Perforación con Jackleg, en lo que corresponde a la Valoración de Riesgo Residual se deduce de la Figura N° 6: Valoración de Riesgo Residual en las actividades empleando máquina neumática Jackleg, de donde obtenemos como resultados de este sub proceso, para sus 11 Actividades y sus respectivas tareas, que se deben gestionar en forma sostenible mediante los controles definidos y establecidos que son parte del SGSSO, teniendo por resultado los siguientes niveles de riesgo residual:

- Riesgos Altos: 0 que equivalen al 0%
- Riesgos Medios: 106 que equivalen al 36%
- Riesgos Bajo: 188 que equivalen al 64%

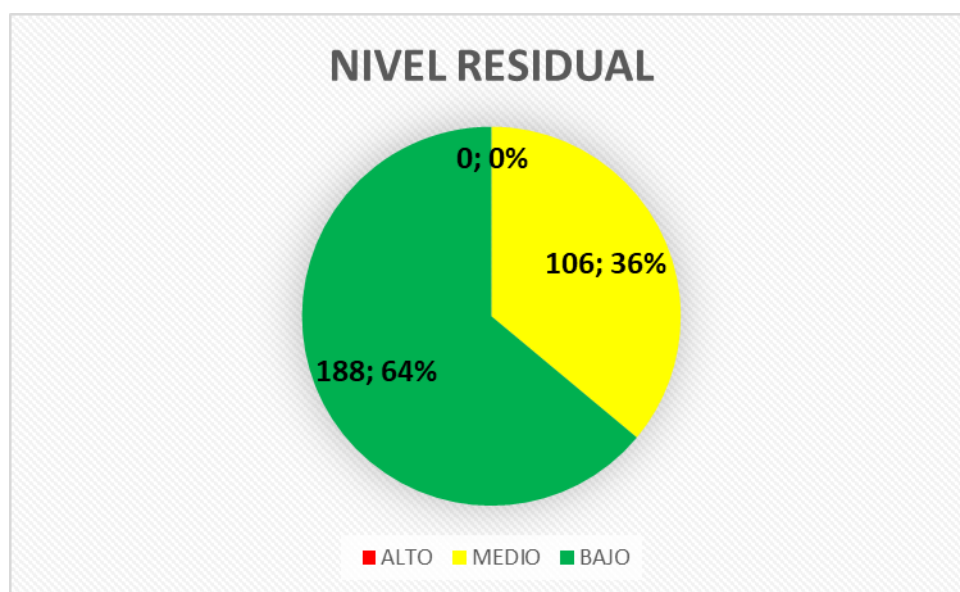


Figura 23 Consolidado de Nivel de Riesgo Residual en las actividades empleando máquina neumática Jackleg.

Fuente. Matriz IPERC Línea de base de perforación de frentes empleando máquinas neumáticas Jackleg. Elaboración J. Concepcion.

b) Evaluación del Riesgos Inicial empleado equipo electrohidráulico Jumbo S1D

A continuación, la aplicación de los controles, nos ha permitido cerrar la elaboración del IPERC Línea de Base de Perforación con Jumbo (Ver Anexo N° 2). Obteniendo el riesgo residual para las actividades de Perforación electrohidráulica con Jumbo. A continuación, en la figura N° 8 se muestra el resultado de la valoración del riesgo residual, logrado mediante la gestión de los controles implementados, lo cuales se hallan descrito en el IPERC Línea de Base de Perforación electrohidráulica con Jumbo.

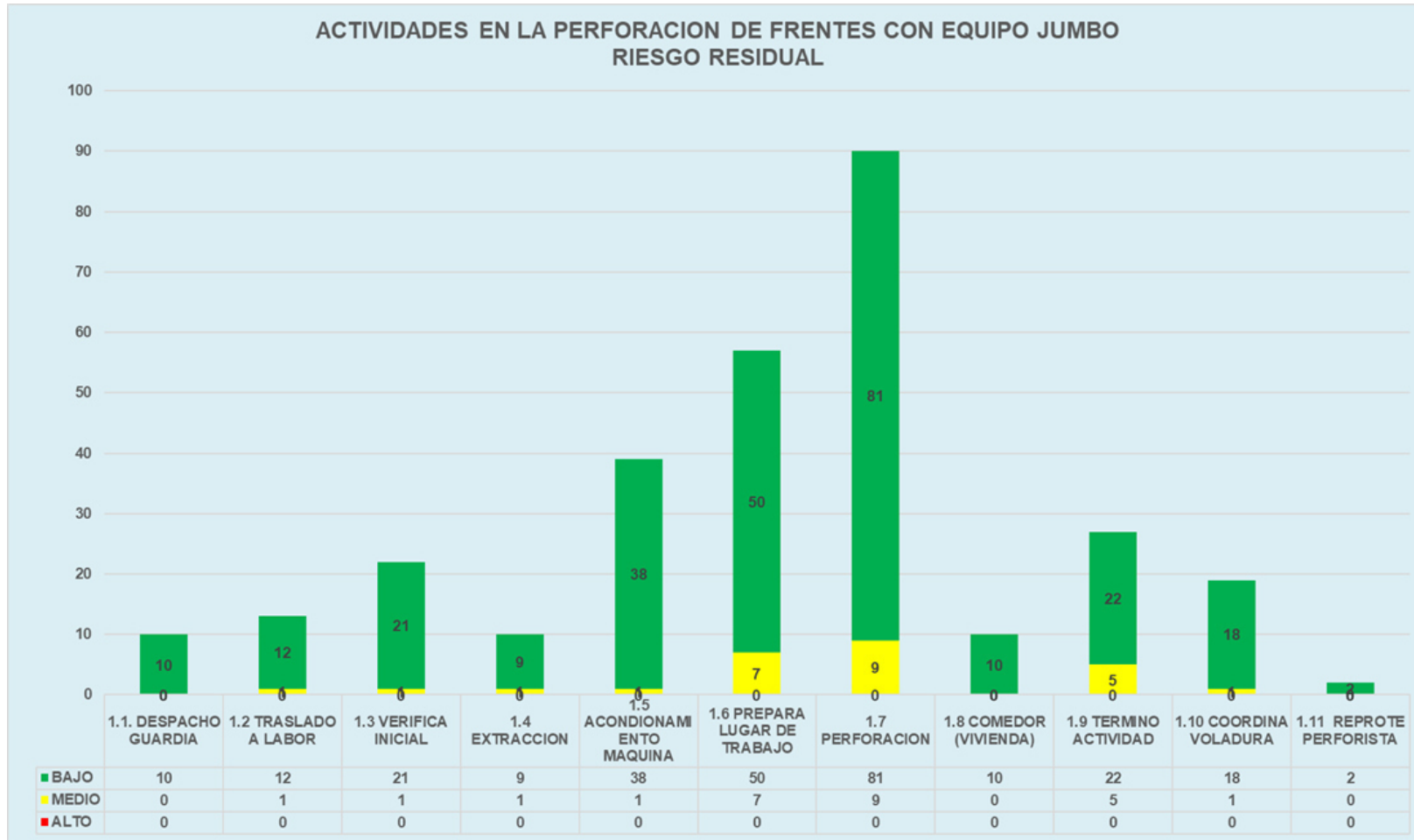


Figura 24 Valoración de Riesgo Residual en las actividades empleando equipo electrohidráulico Jumbo.

Fuente. Matriz IPREC Línea de base de perforación de frentes empleando equipo electrohidráulico Jumbo. Elaboración J. Concepción.

Luego del desarrolló de la matriz IPERC Línea de Base de Perforación con Jumbo, en lo que corresponde a la Valoración de Riesgo Residual se deduce de la Figura N° 8: Valoración de Riesgo Residual en las actividades empleando equipo electrohidráulico Jumbo, de donde obtenemos como resultados para este sub proceso, en sus 11 actividades y sus respectivas tareas, y con una gestión sostenible de los controles definidos y establecidos que son parte del SGSSO, teniendo por resultado los siguientes niveles de riesgo residual:

- Riesgos Altos: 0 que equivalen al 0%
- Riesgos Medios: 26 que equivalen al 9%
- Riesgos Bajo: 273 que equivalen al 91%

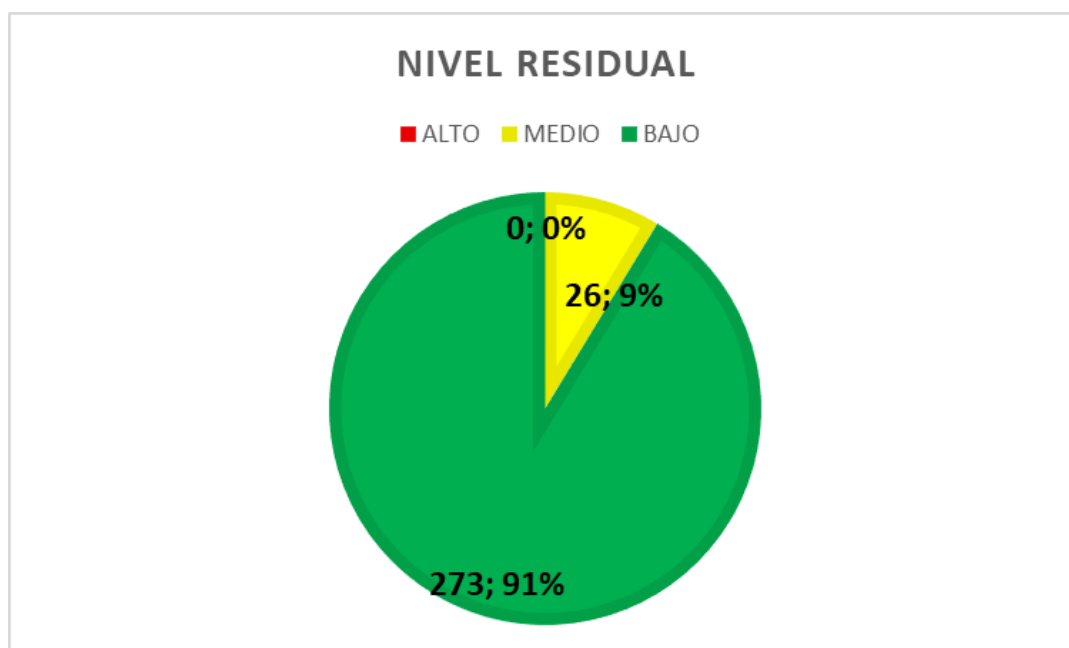


Figura 25 Consolidado de Nivel de Riesgo Inicial en las actividades empleando equipo electrohidráulico Jumbo.

Fuente. Matriz IPERC Línea de base de perforación de frentes empleando equipo electrohidráulico Jumbo. Elaboración J. Concepción.

4.1.5 Análisis de la influencia de las máquinas en los niveles de riesgo generados en la actividad de perforación en minería subterránea.

En el sub proceso de perforación de frentes en minería subterránea, empleando máquinas neumáticas Jackleg y equipos electrohidráulicos Jumbo; se seleccionó las 4 actividades que están directamente relacionadas con el empleo de dichas maquinarias, las que seguidamente se listan:

- Ítem 1.5: Acondicionamiento de máquina / equipo de perforación: Jackleg o Jumbo
- Ítem 1.6: Preparación del lugar de trabajo para la perforación con Jackleg Puma o Jumbo.
- Ítem 1.7: Perforación del frente con Jackleg o Jumbo
- Ítem 1.9: Terminación de la actividad de perforación con Jackleg o Jumbo.

A continuación, procedemos con la verificar las variaciones de los niveles de riesgos (inicial vs residual) durante el empleo efectivo de cada maquinaria.

- a) La Influencia del empleo de la Máquina neumática Jackleg, se aprecia en la figura N° 8, en donde los niveles de riesgo inicial en las 4 actividades arriba listas presentan niveles de riesgo: altos, medios y bajos; y luego de la aplicación y mantenimiento de los controles, los riesgos residuales de cada uno de esas actividades pasan a niveles de riesgo medios y bajos.
- b) La Influencia del empleo del equipo electrohidráulico Jumbo, se aprecia en la figura N° 9, en donde los niveles de riesgo inicial en las 4 actividades arriba listas presentan niveles de riesgo: medios y bajos; y luego de la aplicación y mantenimiento de los controles, se aprecia que los riesgos residuales de riesgo medios en cantidad se reducen drásticamente, pasan a ser riesgos de nivel bajo.

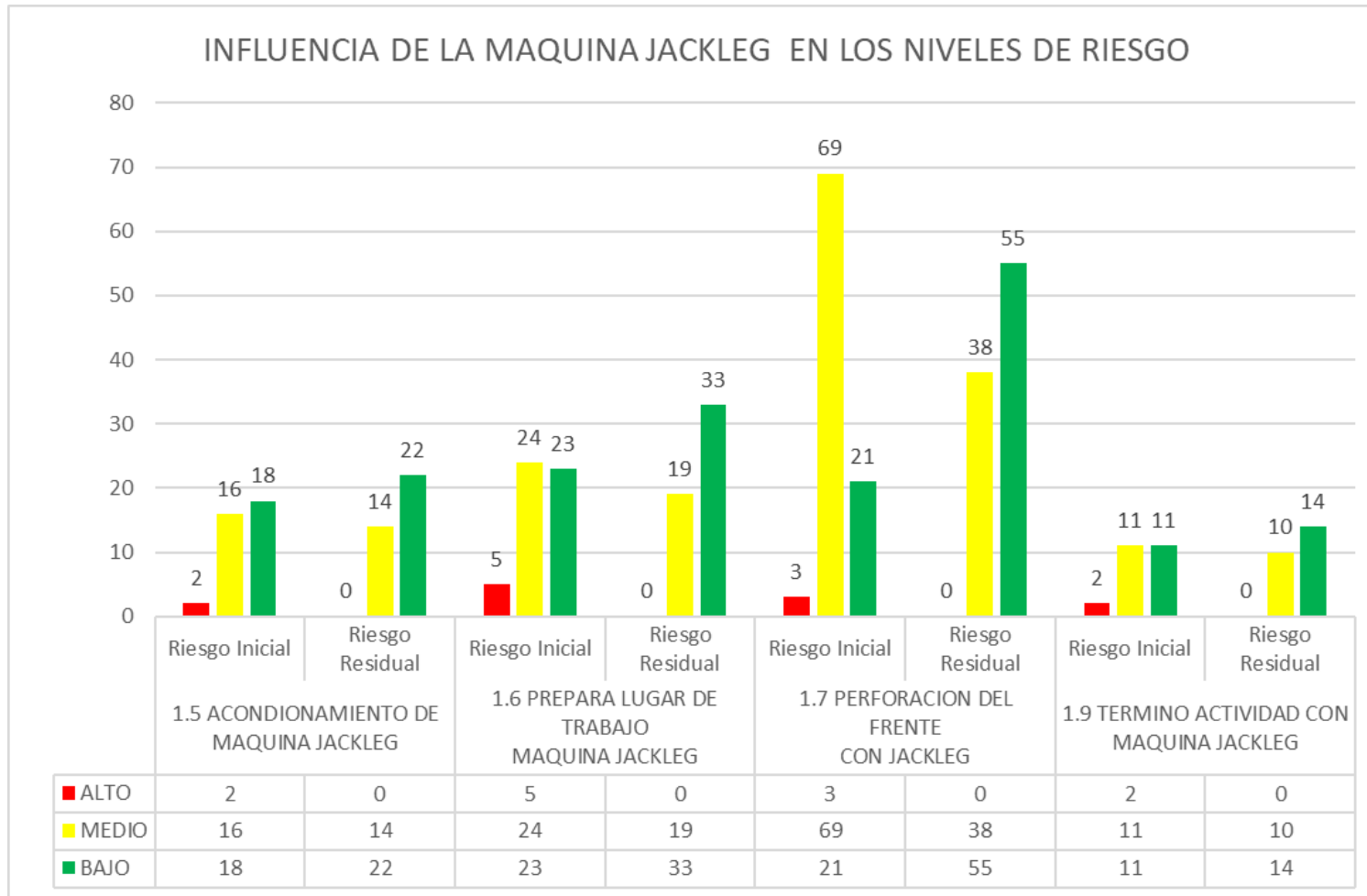


Figura 26 Influencia del empleo de la máquina neumática Jackleg en los riesgos inicial y residual.

Fuente. Matriz IPREC Línea de base de perforación de frentes empleando máquinas neumáticas Jackleg Elaboración J. concepción.

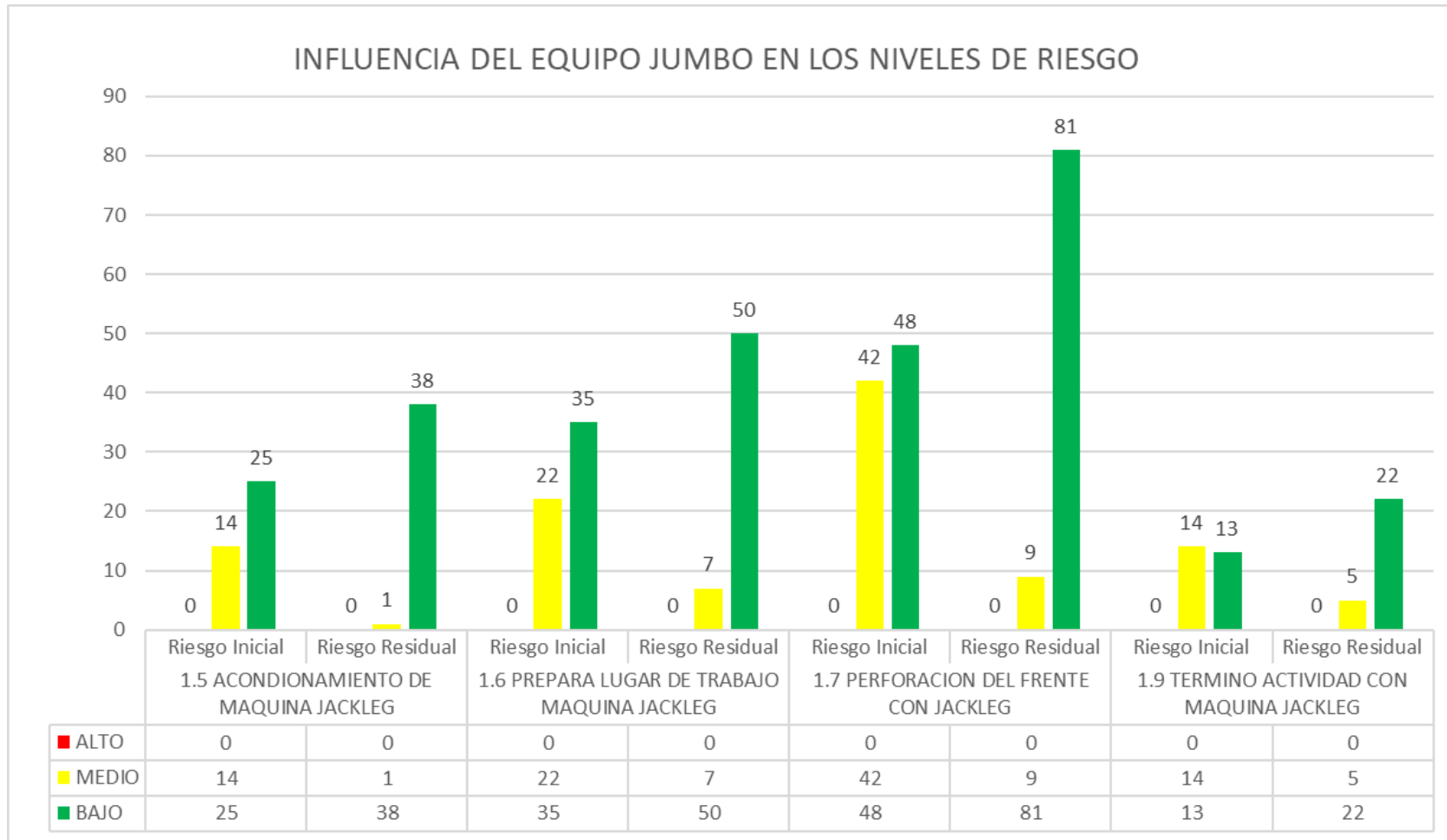


Figura 27 Influencia del empleo del equipo electrohidráulico Jumbo en los riesgos inicial y residual.

Fuente. Matriz IPREC Línea de base de perforación de frentes empleando equipo electrohidráulico Jumbo. Elaboración J. Concepción.

4.2 Pruebas de Hipótesis

4.2.1 Hipótesis General

La valoración de los riesgos en la perforación en minería subterránea según las características de las maquinarias contribuiría a una adecuada GSSO.

Resultados

La evaluación de los niveles de riesgo inicial y residual en el sub proceso de perforación minera subterránea, aplicado al empleo de máquina jackleg y/o equipos Jumbo, involucrando a cada una de sus 11 actividades y sus respectivas tareas que son desarrolladas por los trabajadores en forma cotidiana, contribuye significativamente a una adecuada GSSO.

La evaluación del riesgo inicial, mediante la metodología determinada por el D.S. 024-2016-EM, permite el poder asignar valores numéricos y luego catalogarlos según un rango de valor como: mayor, medio y bajo; estas determinaciones numéricas se han basado en las observaciones de campo, los antecedentes de accidentes fatales, las enfermedades ocupacionales y sobre todo de información la técnica y del empleo de cada tipo de maquinaria que en nuestro caso de estudio son la máquina neumática Jackleg y el equipo electrohidráulico Jumbo.

La GSSO se ve reflejada en: la determinación, la aplicación y la sostenibilidad de los controles para cada nivel riesgo; la cual está descrita en las matrices de línea de base de perforación con máquina neumática Jackleg y el equipo electrohidráulico Jumbo.

Estos documentos de GSSO, no solo son solo de compromiso técnico sino también legal por parte de la Organización, ya que según el D.S. 0242016-EM (2016) establece: “*Art. 97° En la labor debe mantenerse una copia de IPERC línea de base.....Las tareas se realizan cuando los controles descritos en el IPERC están totalmente implementados*”.

En ese contexto, la GSSO en la Organización, tiene como piedra angular el IPERC línea base, que para nuestro caso de estudio es el sub proceso perforación subterránea de frentes con máquina neumática Jackleg y equipo electrohidráulico Jumbo, que con la aplicación de estos controles mejorar las condiciones de seguridad ocupacional para reducir o eliminar sucesos de accidentes que originen daños o lesiones, asimismo que también prevengan y protejan de posibles enfermedades ocupacionales a los trabajadores.

4.2.1.1 HIPOTESIS ESPECIFICA 1

Los trabajadores de la actividad de perforación en minería subterránea están expuestos a diversos peligros y niveles de riesgos.

Resultados

La presente investigación no solo nos ha permitido identificar los peligros y riesgos a los cuales están propensos los trabajadores que desarrollan actividades de perforación en minería subterránea, sino que también permitió discriminar que peligros y que niveles de riesgo afectan a los trabajadores que desarrollan la actividad de perforación de frentes con máquinas neumáticas Jackleg o equipo electrohidráulico Jumbo.

El Cuadro 22 y la figura N° 6: Peligros y Riesgos identificados en la perforación en minería subterránea, presenta 42 peligros y riesgos en la perforación de frentes con máquinas neumáticas Jackleg y 40 peligros y riesgos en la perforación de frentes con equipo electrohidráulico Jumbo.

4.2.1.2 HIPOTESIS ESPECIFICA 2

Las características de las maquinarias utilizadas influyen moderadamente en los niveles de riesgos generados por la actividad de perforación *en minería subterránea*.

Resultados

Existe una marcada influencia en los niveles de riesgos generados por factores que están relacionados a las características técnicas, energía requerida, y el modo de empleo de las maquinarias que forman parte de esta investigación.

Influencia de la máquina neumática Jackleg: En la perforación de frentes de secciones de 3,00 m x 3,00 m con la máquina convencional neumática Jackleg, se ha observado que:

- a) Los riesgos iniciales altos son de 12 (6%) y que, luego de la aplicación de la gestión de controles, los riesgos altos se eliminan al 100%;
- b) los riesgos iniciales medios de 120 (59%), luego de la aplicación y gestión de los controles, se reducen en cantidad y quedan 81 (40%).
- c) los riesgos iniciales bajos que son 73 (36%), con la implementación y gestión de los controles se ven incrementados llegando a 124 (60%)

En la figura 28, sintetiza la influencia de la máquina neumática Jackleg en los niveles de riesgo inicial y residual.

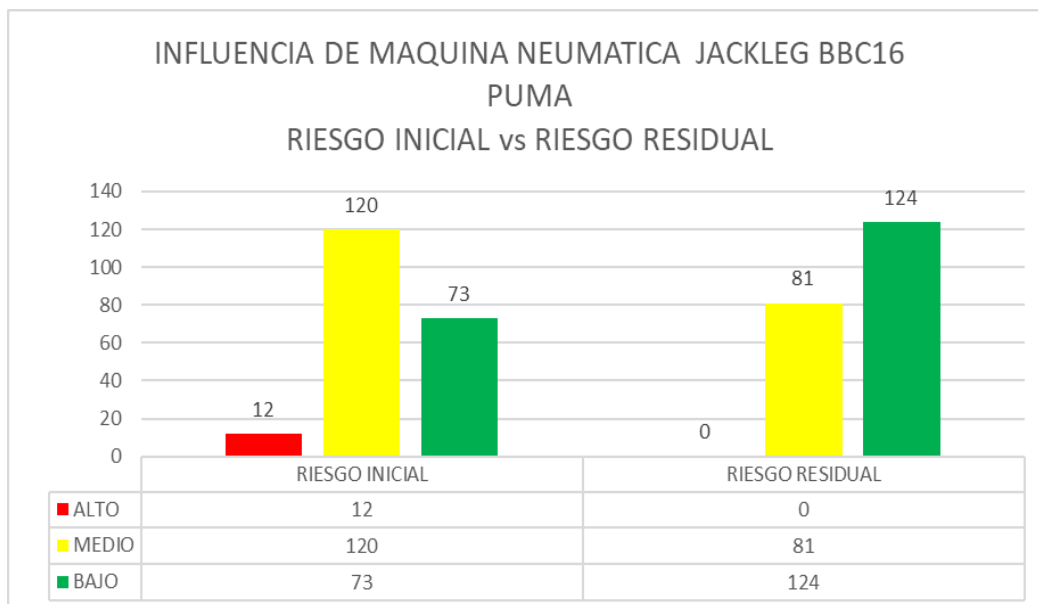


Figura 28 Síntesis de la influencia de la máquina neumáticas Jackleg en los niveles de riesgo inicial y final

Fuente. Elaboración J. Concepción.

La Influencia del Equipo electrohidráulico Jumbo: En la perforación de frentes con secciones de 4.00 m x 4.50 m con equipo electrohidráulico Jumbo, se observa que:

- a) No hay riesgos iniciales altos; ni riesgos residuales altos.
- b) los riesgos iniciales medios hallados son de 92 (43%), los cuales luego de la implementación y gestión de los controles se reducen a 22 (10%),
- c) los riesgos iniciales bajos de 121 (57%), luego de la aplicación y gestión de los controles se ven incrementados hasta llegar a 191 (90%).

En la figura 12, que sintetiza la influencia del equipo electrohidráulico Jumbo en los niveles de riesgo inicial y residual.

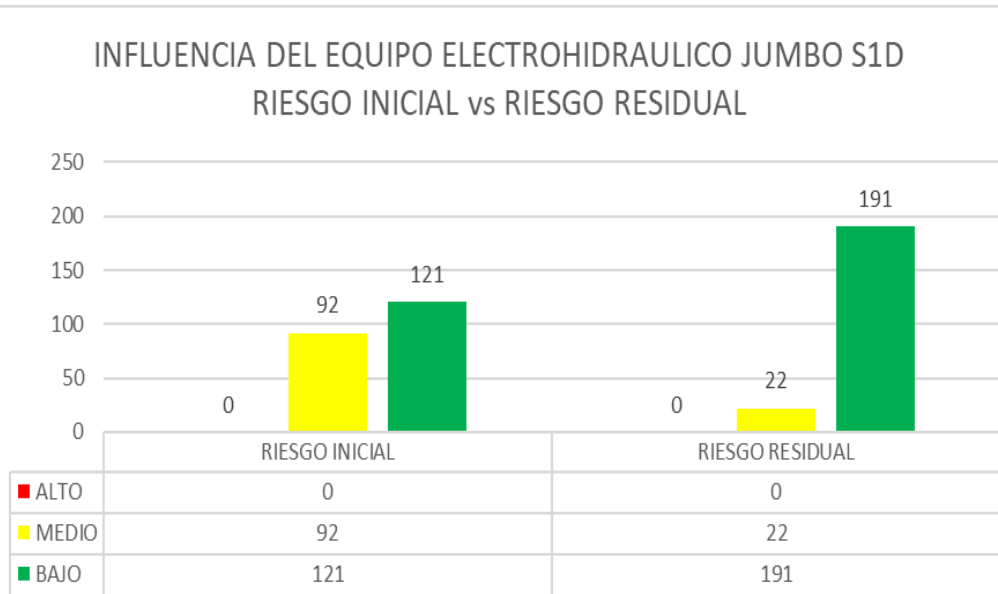


Figura 29 Síntesis de la influencia del equipo electrohidráulico Jumbo en los niveles de riesgo inicial y final.

Fuente. Elaboración J. Concepción.

Entonces, haciendo una comparación de los resultados de la aplicación de los controles implementados en las matrices IPREC Línea de base de las actividades de perforación de frentes empleando máquina neumática Jackleg y equipo electrohidráulico Jumbo, se pudo verificar que, en la perforación de minería subterránea con la máquina neumática Jackleg existen 8 peligros y sus riesgos de nivel medio que permanecen sin variación en su valoración de inicial a residual, no obstante, la implantación de controles en la gestión de riesgos (ver Cuadro 25).

Como se puede evidenciar en base a todos los planes, medidas de control y los respectivos seguimientos (monitoreo, inspecciones, capacitaciones, etc.), la actividad de perforación de frentes, con máquina perforadora neumática Jackleg al ser manual, requiere una mayor atención y compromiso en su arte de su empleabilidad por parte no solo del maestro perforista, ayudante de perforista, sino de la supervisión de línea, la supervisión de SSO, una mayor participación del higienista ocupacional, del área de medicina ocupacional y finalmente de la Alta Dirección como líder de la Organización.

Cuadro 38. Riesgos con máquina neumática Jackleg, que no mostraron variación entre riesgo inicial y riesgos residual.

CODIGO	PELIGRO	RIESGO	INICIAL	RESIDUAL
FF 2	Vibraciones cuerpo – mano - Brazo (caracterizar)	Exposición a la vibración originado por herramientas, máquinas y vehículos.	10	10
FF 7	Iluminación	Deficiencia / Exceso de iluminación	9	9
FE 1	Sobre esfuerzos - Aplicación de fuerzas para empuje y tracción de cargas	Sobreesfuerzos de los miembros superiores y espalda para desplazar un objeto (carro, traspallet, carretilla, etc.)	9	9
FE 2	Levantamiento y transporte manual de cargas	Sobreesfuerzos de los miembros superiores y espalda para trasladar un peso (herramientas, máquinas, materiales, paquetes, etc.)	14	14
FE 3	Postura de trabajo forzada	Adoptar posturas forzadas o incómodas para ejecutar las actividades (posición de pie prolongadas en espacio reducido, posición de encorvados y en cuclillas)	14	14
FE 4	Movimientos repetitivos solo miembros superiores	Sobreesfuerzo de los miembros superiores (brazos, codos y manos)	10	10
FE 6	Trabajo nocturno	Mal manejo de las condiciones de reposo del personal en periodo de actividad nocturna	10	10
FL 1	Organización inadecuada del espacio físico	Restricción de movimiento que lleva a ser golpeado o tropezar con (equipo, herramientas, materiales, etc.)	14	14
FM 1	Equipos o maquinarias con partes móviles - Partes rotatorias o móviles (engranajes, ejes, pistones, etc.).	Atrapamiento, atrición, corte de parte afectada.	14	14

Fuente. Elaboración propia J. Concepción.

El resultado final, tenemos de la comparación de los riesgos residuales luego de la GSSO y los diversos controles aplicados al empleo de la máquina neumática Jackleg y el equipo electrohidráulico Jumbo, en donde se desprende lo siguiente:

Cuadro 39. Riesgo residual comparativo de las máquinas empleadas en la actividad de perforación subterránea en minería.

RIESGO RESIDUAL	MÁQUINA JACKLEG		VS	EQUIPO JUMBO	
ALTO	0	0%	=	0	0%
MEDIO	81	39%	>	22	10%
BAJO	124	60%	<	191	90%

Fuente. Elaboración J. Concepción.

Por lo que, comparando las maquinarias empleadas para la perforación en minería subterránea, empleadas en la perforación de frentes de desarrollo de

galerías, cruceros, bay pass de dimensiones de 3.00 m x 3.00 y de 4.00 m x 4.50 m; nos han permitido determinar lo siguiente:

- a) En la perforación electrohidráulica con equipo Jumbo, se tiene que gestionar en forma permanente y sostenible: 22 (10%) riesgos residuales medios y 191 (90%) riesgos bajos,
- b) En la perforación neumática con máquina Jackleg, se tiene también que gestionar de forma permanente y sostenible: 81 (40%) riesgos residuales medios y 124 (60%) riesgos residuales bajos.

Entonces, de los resultados de la valorización de los riesgos residuales y luego de la aplicabilidad de los diversos controles, tenemos que, de las dos maquinarias empleadas en la perforación en minería subterránea, se determina que la perforación con máquina Jackleg requiere mayor atención en materia de SSO que el empleo del equipo electrohidráulico Jumbo.

CONCLUSIONES

El trabajo de investigación permitió revisar y evaluar en el sub proceso de perforación de frentes empleando máquina neumática Jackleg y equipos electrohidráulico Jumbo, y así poder comparar cuál de estas dos maquinarias (tecnología) y su arte de uso (metodología de trabajo), nos permiten desde el enfoque de SSO una plena identificación de los peligros, la valoración de sus riesgos asociados y una adecuada GSSO comprometida con la implementación y sostenibilidad de los controles operativos.

La metodología de las 5W + T para identificar peligros, complementada con las matrices que describen las actividades y tareas durante la perforación, nos ha permitido identificar sistemáticamente peligros y riesgos en las actividades de perforación electrohidráulica con equipo Jumbo S1D donde se han identificado fehacientemente 40 peligros y riesgos y en la perforación neumática con máquina Jackleg donde se han identificado 42 Peligros y riesgos.

Es importante e imprescindible el considerar y dar cumplimiento a las exigencias legales de carácter técnico establecidas en el D.S. 024-2016-EM y su modificatoria D.S. 023-2017-EM, así como en cualquier otro dispositivo legal exigible a los Titulares Mineros y Empresas especializadas de contratistas mineros, para luego en adición implementen los controles que la Organización estime conveniente para la mejora de la gestión de SSO.

En lo que corresponde a la GSSO, del análisis comparativo de las maquinarias empleadas en la perforación en minería subterránea, nos han permitido determinar lo siguiente:

- La perforación electrohidráulica con equipo Jumbo, ha tenido controles más confiables, resultando con 90% de riesgos residuales bajos y 10% de riesgos residuales medios.

- La perforación neumática con máquina Jackleg, se tiene también que gestionar de forma permanente y sostenible, debido a que resultado con 60% de riesgos residuales bajos y 40% de riesgos residuales medios.

En la perforación de minería subterránea con la máquina neumática Jackleg, se evidencia que existen 9 peligros y sus riesgos de nivel medio que permanecen sin variación desde la valoración inicial a la residual, a pesar de los diversos controles aplicados, debido principalmente al arte (técnica) de uso que es enteramente manual.

El factor de ***FF 2 peligro: vibración mano-brazo y riesgos: exposición a la vibración originado por herramientas, máquinas y vehículos*** asociado a la máquina neumática Jackleg presenta una marcada desviación con referencia a los LMP del D.S. 024-2016-EM.

El factor **FL 1 peligro: Organización inadecuada del espacio y riesgo: Restricción de movimiento que lleva a ser golpeado o tropezar con (equipo, herramientas, materiales, etc.)**, asociado a las actividades de perforación de frentes con máquinas neumática y electrohidráulica ha sido necesario estandarizarlo el “área de trabajo”, donde hemos implementado los controles que aseguren condiciones seguras y saludables dentro de los LMP u otro estándar definido internamente. Por lo que, el “área de trabajo” debería tener un estándar legamente establecido para el sector minero.

Este trabajo de investigación referente a la GSSO en la actividad de perforación en minería subterránea, empleando maquinarias como la perforadora neumática Jackleg y el equipo electrohidráulico Jumbo, nos ha permitido obtener resultados comparativos importantes en lo que corresponde a los peligros existentes, los riesgos asociados y los controles requeridos para la buena GSSO, la cual es necesario mantener y mejorar continuamente.

Debemos remarcar que, los resultados de la investigación no están enfocados a desestimar el uso de la perforación neumática o del empleo de la máquina

Jackleg, sino por el contrario, la información aquí versada, pretende servir de “recurso” para el tomador de decisiones en materia de GSSO, sean estos titulares mineros o empresas especializadas de contratistas mineros, quienes deberán según su mejor criterio: considerar, evaluar, implementar, hacer seguimiento y mejorar en forma continua los diversos controles aplicados a los riesgos en la actividad de perforación minera subterránea; para lograr el fin humanista de brindar las ambientes de trabajo seguros y saludables a los trabajadores mineros, que con su esfuerzo, dedicación, compromiso en el día a día, son los generadores de los ingresos que nuestro país requiere para su desarrollo.

RECOMENDACIONES

El progreso de la GSSO debe estar a la par del cumplimiento de las exigencias legales establecidas en el D.S. 024-2016-EM y su modificatoria D.S. 023-2017-EM, así como en cualquier otro dispositivo legal exigible a los Titulares Mineros y Empresas especializadas de contratistas mineros, para luego en adición implementen los controles que la Organización estime conveniente para la mejora de la gestión de SSO.

En la legislación peruana, no se cuenta con una metodología para identificar peligros en las actividades laborales, por lo que, la aplicación de la metodología de las 5W + T para identificar peligros, nos permitió un seguimiento o análisis sistémico de los peligros y riesgos asociados a las actividades y tareas en la perforación neumática con máquina Jackleg y con equipo Jumbo. Basados en esta experiencia, recomendamos la metodología de 5W + T para aplicarla en otras actividades laborales.

Se requiere una investigación más profunda del factor ***FF 2 peligro vibración mano-brazo y riesgos Exposición a la vibración*** asociado a la máquina neumática Jackleg que permita revertir la desviación con referencia a los LMP del D.S. 024-2016-EM.

El factor **FL 1 peligro: Organización inadecuada del espacio y riesgo: Restricción de movimiento que lleva a ser golpeado o tropezar con (equipo, herramientas, materiales, etc.)**, debe estar definido y estandarizado legamente para el sector minero, ya que es el “área de trabajo” donde se deben aplicar y verificar que las medidas de control realmente brinden condiciones seguras y saludables frente a los diversos agentes físicos, químicos, biológicos, disergonómicos y psicosociales, y que la exposición del trabajador a los diversos agentes estén dentro de los estándares de seguridad y salud ocupacional establecidos en las normas nacionales.

La autoridad competente MINEM debe establecer un nivel de iluminación estándar para el área de trabajo para las actividades de perforación de frentes (neumática / hidráulica) y por extensión a las actividades de sostenimiento, perforación diamantina, entre otras ejecutadas en los frentes de trabajo de interior mina, ya que una buena visibilidad permitirá reducir los riesgos que pueden acechar desde ciertas distancias.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Atlas Copco Perú S.A.C. (2019). Perforadoras neumáticas subterráneas. Recuperado de: https://www.atlascopco.com/content/dam/atlas-copco/construction-technique/portable-energy/documents/8_handheld_tools/Handheld_tools_factsbook_english.pdf
- Atlas Copco Perú S.A.C. (2019). Boomer S1D Equipo de perforación frontal. Recuperado de: <https://congemin.com/ficha-tecnica/Rocket%20Boomer%20S1D.pdf>
- Acharte Lumes, L. M., Enriquez Donaires, A., Quispealaya Armas, L., & Lovera, D. (2018). Evaluación de contaminantes de polvo de perforación en frente minero de la mina Castrovirreyna Compañía S.A. unidad San Genaro- Perú mediante el espectrofotómetro de absorción atómica. *Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, 4(2), 70–83. <https://doi.org/10.17162/rictd.v4i2.1098>
- Balcells Dalmau, G. (2014). Manual práctico para la implementación del estándar OHSAS 18001. Madrid: FREMAP.
- Decreto Supremo 023 – 2017-EM. Modifican diversos artículos y anexos del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, aprobado por Decreto Supremo N° 024-2016- EM. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 18 de agosto 2017. Recuperado de http://www.minem.gob.pe/archivos/legislacion-91z752zo2zmsz5-DS_023-2017-EM.pdf
- Decreto Supremo 024 – 2016-EM. Aprueban reglamento de Seguridad y salud ocupacional en Minería. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 28 de julio 2016. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/901782/DS-024-2016-EM.pdf>

Decreto Supremo 005-2012-TR. Reglamento de la Ley 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo. Diario Oficial el Peruano, Lima, Perú, 24 de abril 2012. Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/reglamento-de-la-ley-n-29783-ley-de-seguridad-y-salud-en-e-decreto-supremo-n-005-2012-tr-781249-1/>

De La Peña Martínez, J. L., & Lazo Ramos, F. O. (2012). Optimización de la aplicación de las herramientas de gestión de seguridad para la prevención de accidentes en la unidad minera San Genaro - Castrovirreyna compañía minera - 2012 [Universidad Nacional de Huancavelica]. In *Universidad Nacional de Huancavelica*. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/584>

Hermoza L., M. A. (2016). Riesgos disergonómicos por carga física en las labores de minería subterránea y la mejora de la seguridad y la salud de los trabajadores. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalurgica y Geográfica*, 19(38), 77–83. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v19i38.13571>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (Mc Graw Hill (ed.); Sexta).

Lasswell, H. D. (1985). Estructura y función de la comunicación en la sociedad. *Sociología de La Comunicación de Masas*, 232–247. <http://periodismo.uchile.cl/talleres/teoriacomunicacion/archivos/lasswell.pdf>

Ley N° 29783. Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, Diario Oficial el Peruano, Lima, Perú, 20 de agosto 2011. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/571762/Ley_N__29783.pdf

Ministerio de Energía y Minas. (2020). Estadística de accidentes mortales en el sector minero. Recuperado de http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&idEstadistica=12464

- Ministerio de Energía y Minas. (2020). Estadística de enfermedades ocupacionales en minería. Recuperado de http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&idEstadistica=10187
- Pernía Llera, J. M. (1987). Manual de perforación y voladura de rocas. Instituto Geológico y Minero de España.
<https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/101798>
- Ranilla Cardenas, A. L. (2013). Administración de operaciones y programa anual de seguridad y salud ocupacional para disminuir la accidentabilidad en la E.E. Yuraqmayo S.A.C. Cia. Minera Castrovirreyna Unidad San Genaro [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. In *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3921>
- Sánchez-Toledo, A., & Fernández Muñiz, B. (2011). *Cómo implantar con éxito OHSAS 18001* (AENOR (ed.))

ANEXO 1: Identificación de peligros, evaluación de riesgos y controles en maquina neumática Jackleg

https://drive.google.com/file/d/1_8ULqt3QiGRpCaFwXUqMZJX-Qm1Te2LU/view?usp=sharing

ANEXO 2: Identificación de peligros y evaluación de riesgos y controles en equipo electrohidráulico Jumbo

https://drive.google.com/file/d/1XzdSm4hj5riHk0xakQRn_OuVJw9KMv73/view?usp=sharing