

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**“PREVENCIÓN DE FATALIDADES A TRAVÉS DE LA
GESTIÓN DE RIESGOS CRÍTICOS DE SEGURIDAD.
CASO OPERACIONES DE EMPRESA CONTRATISTA
MINERA CONGEMIN JH S.A.C. EN MINA SUBTERRANEA
UCHUCCHACUA 2008-2017”**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

ELABORADO POR:

OSCAR EDUARDO PAREDES HONORES

ASESOR

ING. JAVIER ENRIQUE TAÍPE ROJAS

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

Dedico este presente trabajo a mi adorada familia, a Zoila mi esposa, Dylan y Pierre mis queridos hijos que han sabido entender y apoyarme con su comprensión y paciencia durante la realización de esta tesis.

A mis colegas, profesores de grado y maestría por sus aportes y enseñanzas.

Para ellos esta dedicatoria de tesis.

AGRADECIMIENTO

La realización de esta tesis es una experiencia vital, que marcará un hito en mi vida profesional, en la que se comparten momentos y vivencias con un gran número de personas, que directa o indirectamente participan del trabajo realizado. Por lo tanto, antes de nada, quisiera mostrar mi agradecimiento de una manera general a todas las personas que han intervenido.

En primer lugar, a los ingenieros Javier Taipe (asesor) y Eusebio Robles (especialista) de esta tesis, por haberme dado la oportunidad de realizarla y por haberme mostrado la asesoría necesaria en todo momento y una gran confianza en su dirección y revisión. También me gustaría resaltar su constante motivación y exigencia durante la elaboración de este proyecto.

Al Dr. Guy Carvajal y al Dr. Alejandro Mendoza, quienes me brindaron los primeros lineamientos y me introdujeron en el mundo de la literatura científica, su búsqueda y asesoría para la redacción y poder cumplir con todas las exigencias que este proyecto demandó.

También quisiera agradecer de forma especial, a mi esposa e hijos, por su incuestionable ayuda en varios momentos de este proyecto. Me gustaría destacar, en especial su ayuda en la búsqueda científica, traducción y edición que han sido de gran utilidad en la realización de esta tesis.

Finalmente debo también agradecer a todos los que de una forma directa o indirecta me apoyaron intelectual o moralmente para el desarrollo del presente estudio.

RESUMEN

En esta investigación se revisa la problemática de las fatalidades ocurridas en las operaciones mineras a nivel país, continente y el mundo; como también se revisa la literatura científica con los aportes mas recientes relacionados a la ingeniería de seguridad y la gestión de riesgos. El propósito del presente trabajo es demostrar que a través de la gestión de riesgos críticos de seguridad se puede prevenir las fatalidades en operaciones mineras subterráneas. Como valor agregado proporciona un marco teórico que puede servir de referencia para estudiantes, profesores e investigadores. Dicha investigación se realizó en las operaciones de una empresa contratista minera en una mina subterránea analizando el periodo 2008-2017. Para tal fin se utilizó el mapeo de procesos, la técnica de concentración de peligros, el proceso de evaluación de riesgos de la Wester Sydney University, bajo el enfoque de la nueva ISO 31000:2018, dando como resultado 09 riesgos críticos. A partir de estos riesgos críticos se aplicó la gestión de controles críticos de la International Council on Mining & Metal, el árbol de decisión de controles críticos de BHP Billiton, el principio ALARP y la metodología Bowtie para determinar los controles críticos indispensables para asegurar que los riesgos se encuentren en rango tolerable estableciendo controles preventivos y mitigadores. Para el análisis de datos se tomó el periodo 2008-2012 (antes) y el periodo 2013-2017 durante la implementación. Como resultados, no se registraron accidentes mortales en el segundo periodo y las estadísticas de seguridad mejoraron positivamente reduciendo 30% el índice de frecuencia. La gestión de riesgos críticos demando la implementación de controles críticos indispensables. Dichos controles representaron una inversión de \$/. 12,095084,27 adicionales en el presupuesto anual. Con relación a las multas administrativas por seguridad; éstas se redujeron a cero las sanciones y la hipótesis fue demostrada con la prueba de t de Student.

Finalmente se demostró que la gestión de riesgos críticos en seguridad contribuye a la prevención de fatalidades en mina subterránea.

Palabras claves: gestión de riesgos críticos, controles críticos, evaluación de riesgos en mina, prevención de fatalidades, BowTie.

ABSTRACT

In this research the problem of fatalities in mining operations at the country level, continent and the world is reviewed; as scientific literature is also reviewed with the most recent contributions related to safety engineering and risk management. The purpose of this paper is to show that through the management of critical safety risks can be prevented fatalities in underground mining operations. As an added value provides a theoretical framework that can serve as a reference for students, teachers and researchers. Such research was conducted in the operations of a mining contractor in an underground mine in the period 2008-2017. For this purpose the mapping processes used technique concentration of hazards, 09 critical risk. From these critical risk management critical controls, the International Council on Mining & Metal, the BHP Billiton critical controls decision tree, the principle ALARP and Bowtie methodology was applied to determine the necessary critical controls to ensure that risks are tolerable range in establishing preventive and mitigating controls. Data analysis for the period 2008-2012 (before) and during the implementation period 2013-2017 was taken. As a result, no fatalities were recorded in the second period and safety statistics improved positively reducing frequency rate 30%. Critical risk management demanded the implementation of essential critical controls. These controls represented an investment of \$12,095,084.27 additional in the annual budget. Regarding administrative fines for security; these sanctions were reduced to zero and the hypothesis was demonstrated with the Student t test.

Finally, it was shown that the management of critical security risks contributes to the prevention of fatalities in underground mine.

Keywords: critical risk management, critical controls, mine risk assessment, prevention of fatalities, bowtie.

INDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
RESUMEN.....	IV
ABSTRAC.....	V
INDICE.....	VI
1 CAPITULO I INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Generalidades	1
1.2 Planteamiento de la realidad problemática	3
1.2.1 Problema general.....	3
1.2.2 Problemas Especificos.....	3
1.3 Justificación	4
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.4.1 Objetivo General	6
1.4.2 Objetivos Especificos.....	6
1.5 HIPÓTESIS.....	6
1.5.1 Hipótesis General.....	6
1.5.2 Hipótesis Específica.....	6
2 CAPÍTULO II FUNDAMENTO TEÓRICO.....	7
2.1 Antecedentes de investigación	7
2.1.1 Antecedentes nacionales	7
2.1.2 Antecedentes Internacionales.....	10
2.2 MARCO TEÓRICO	13
2.2.1 Definiciones.....	13
2.2.1.1 Definición de seguridad.....	13
2.2.1.2 Definición de gestión de seguridad.....	15
2.2.1.3 Definición del sistema de gestión de seguridad (SGS).....	15
2.2.1.4 El concepto de sistema de gestión de riesgos.....	15

2.2.1.5	El concepto de sistema de control	15
2.2.2	Modelos de SGS	16
2.2.2.1	Categorías de modelos de sistemas de gestión de seguridad ..	16
2.2.2.2	Modelos de extensión – barreras y/o sistemas de gestión	17
2.2.2.3	Seguridad, barrera y riesgo en un proceso de negocio.	24
2.2.3	Gestión de riesgos	24
2.2.3.1	Definición de riesgo.....	24
2.2.3.2	Historia de la gestión del riesgo	25
2.2.3.3	Principios de la gestión de riesgos ISO 31000: 2018	27
2.2.3.4	Importancia de la evaluación de riesgos.....	29
2.2.3.5	Enfoques para la evaluación de riesgos	29
2.2.3.6	Técnicas de evaluación de riesgos	31
2.2.3.7	Naturaleza de la matriz de riesgo	33
2.2.3.8	El análisis de riesgos y evaluación	36
2.2.3.9	Control de Pérdida	41
2.2.3.10	Tolerar, Tratar, Transferir y Terminar (4Ts).....	44
2.2.3.11	Técnicas de control de riesgos.....	51
2.2.3.12	Control de los riesgos de peligros seleccionados	55
2.2.3.13	Proceso de gestión de riesgos	60
2.2.3.14	Principio ALARP “As Low As Reasonably Practicable”	69
2.2.4	Nuevo enfoque práctico para la gestión de riesgos en minería subterránea	73
2.2.4.1	Metodología	73
2.2.4.2	Ámbito de la intervención.....	75
2.2.4.3	Descubriendo las amenazas (peligros).....	77
2.2.4.4	Una visión más clara de los riesgos.....	80
2.2.4.5	Medición de amenazas: evaluación y clasificación de riesgos. .	80
2.2.5	Prevención de Fatalidades.....	81
2.2.5.1	El concepto de accidente	81
2.2.5.2	Definición	81
2.2.5.3	Frecuencia y severidad	82
2.2.5.4	Información de peligros	83
2.2.5.5	Investigación de accidentes	84
2.2.6	Barreras o controles de seguridad.	84

2.3	Marco legal aplicable en el sector minero en la gestión de riesgos de seguridad	85
2.3.1	Marco Legal Nacional.....	85
2.3.2	Marco Legal Internacional	86
2.4	Marco Conceptual.....	87
3	<i>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</i>	91
3.1	Tipo de investigación	91
3.2	Diseño de investigación.....	91
3.2.1	Unidad de Estudio	91
3.2.2	Población.....	91
3.2.3	Muestra	91
3.2.4	Método de investigación.....	92
3.2.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	92
3.2.5.1	Técnicas de recolección de datos.....	92
3.2.5.2	Instrumentos	93
3.2.6	Técnicas e instrumentos de procesamiento de datos	93
3.2.6.1	Instrumento de procesamiento de datos.....	93
3.2.6.2	Técnica de procesamiento de datos	93
4	<i>CAPITULO IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS</i>	95
4.1	Presentación de datos generales.....	95
4.1.1	Principales aspectos de la mina.....	95
4.1.1.1	Ubicación	95
4.1.1.2	Accesibilidad	96
4.1.1.3	Fisiografía y geomorfología.....	96
4.1.1.4	Clima	97
4.1.1.5	Geología estructural.....	98
4.1.1.6	Geología Económica.....	102
4.1.1.7	Minado	103
4.1.2	Empresa contratista minera CONGEMIN JH SAC.....	103
4.1.3	Gestión de Riesgos Críticos.....	105
4.1.3.1	Contexto y mapeo de procesos	105
4.1.3.2	Evaluación de Riesgos.....	107

4.1.4	Riesgos críticos y sus impactos	116
4.1.5	Aplicación de la metodología Bowtie de los riesgos críticos	123
4.1.5.1	Diagrama BowTie del riesgo crítico “Colapso del terreno y aplastamiento por rocas”	124
4.1.5.2	Diagrama BowTie del riesgo crítico “Exposición a gases”	126
4.1.5.3	Diagrama BowTie del riesgo crítico “Golpeado por equipos en movimiento”	128
4.1.5.4	Diagrama BowTie del riesgo crítico “Contacto con energía eléctrica”	130
4.1.5.5	Diagrama BowTie del riesgo crítico “Explosión”	132
4.1.5.6	Diagrama BowTie del riesgo crítico “Caída a distinto nivel”	134
4.1.5.7	Diagrama BowTie del riesgo crítico “Atrapado /chancado entre o debajo de objetos”	136
4.1.5.8	Diagrama BowTie del riesgo crítico “Conducción de un vehículo”	138
4.1.5.9	Diagrama BowTie del peligro “Líneas, sistemas neumáticos, mecánicos e hidráulicos”	140
4.1.6	Determinación de controles para el éxito de la gestión de riesgos críticos	142
4.1.6.1	Controles críticos del riesgo “Aplastado por roca”	143
4.1.6.2	Controles críticos del riesgo “Intoxicación por gases de mina”	148
4.1.6.3	Controles críticos del riesgo “Golpeado por equipo en movimiento”	151
4.1.6.4	Controles críticos del riesgo “Contacto con energía eléctrica”.	156
4.1.6.5	Controles críticos del riesgo “Explosión”	160
4.1.6.6	Controles críticos del riesgo “Caída a distinto nivel”	165
4.1.6.7	Controles críticos del riesgo “Pérdida del control del vehículo”	169
4.1.6.8	Controles críticos del riesgo “Aplastado / atrapado entre o debajo de objetos”	174
4.1.6.9	Controles críticos del riesgo “Liberación descontrolada de energías (neumática, potencial, mecánica, hidráulica y cinética)”	178
4.1.7	Estadística de accidentes y fatalidades Mina Uchucchacua y empresa contratista minera CONGEMIN 2008- 2017	182
4.1.8	Sanciones administrativas y multas periodo 2008-2017.	187

4.1.9	Costos de implementación de controles de seguridad.....	189
4.2	Análisis e interpretación de datos	203
4.3	Prueba de hipótesis.....	205
4.3.1	Demostración de la hipótesis general	205
5	CONCLUSIONES.....	207
6	RECOMENDACIONES.....	209
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	211
8	ANEXOS.....	218
8.1	ANEXO 1: Ejemplo de mapeo de procesos aplicado al proceso de desarrollo y preparación.....	218
8.2	ANEXO 2: ejemplo de IPERC aplicado al proceso de preparación de labores horizontales mecanizado	218
8.3	ANEXO 3. EJEMPLO DE LISTA DE PELIGROS Y RIESGOS CRÍTICOS DEL PROCESO DEL PROCESO DE PREPARACIÓN.....	218

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Definiciones de sistema de gestión de seguridad 13

Tabla 2 Modelos + Barreras + Sistemas de Gestión..... 18

Tabla 3 Definiciones de Riesgo..... 25

Tabla 4 Definiciones de Gestión de Riesgo 27

Tabla 5 Evaluación de riesgos Top-down (De arriba hacia abajo)..... 30

Tabla 6 Evaluación de riesgos Up-down (De abajo hacia arriba) 30

Tabla 7 Técnicas para la evaluación de riesgos 32

Tabla 8 Ventajas y desventajas de las técnicas de evaluación de riesgos..... 32

Tabla 9 Definiciones de probabilidad 34

Tabla 10 Definiciones de impacto 34

Tabla 11 Descripción de los 4Ts de respuesta a los riesgos 45

Tabla 12 Descripción de los tipos de controles de peligros 51

Tabla 13 Ejemplos de la jerarquía de control de peligros 52

Tabla 14 Marco normativo nacional aplicable 85

Tabla 15 Marco legal internacional y normativo 86

Tabla 16 Listado de equipos mecanizados 104

Tabla 17 Evolución de la fuerza laboral de la ECM CONGEMIN 2008-2017 ... 105

Tabla 18 Base de datos referencial de peligros CONGEMIN 107

Tabla 19 Listado de riesgos críticos..... 116

Tabla 20 Número de tareas con riesgos críticos presentes en los procesos.... 117

Tabla 21 Relación de Riesgos Críticos y Top Event en metodología Bowtie ... 123

Tabla 22 Controles críticos para el riesgo aplastado por roca 143

Tabla 23 Controles críticos para el riesgo intoxicado por gases de mina 148

Tabla 24 Controles críticos para el riesgo golpeado por equipo en movimiento
..... 151

Tabla 25 Controles críticos para el riesgo contacto con energía eléctrica..... 156

Tabla 26 Controles críticos para el riesgo explosión..... 160

Tabla 27 Controles críticos para el riesgo “Caída a distinto nivel” 165

Tabla 28 Controles críticos para el riesgo “Pérdida del control del vehículo” ... 169

Tabla 29 Controles críticos para el riesgo “Aplastado / atrapado entre o debajo
de objetos” 174

Tabla 30 Controles críticos para el riesgo “Liberación descontrolada de energías (neumática, potencial, mecánica, hidráulica y cinética)”	178
Tabla 31 Accidentes mortales 2007-2017 mediana y gran minería (Titular y contratista minero).....	182
Tabla 32 Lista de fatalidades unidad Uchucchacua 2008-2017.....	183
Tabla 33 Estadísticas de seguridad 2008-2012 vs 2013-2017 ECM CONGEMIN	184
Tabla 34 Listado de multas de Unidad Uchucchacua periodo 2008-2017.....	187
Tabla 35 Multas por fatalidades por razón social Mina Uchucchacua 2008-2017	189
Tabla 36 Costos de implementación de controles por riesgos críticos	189
Tabla 37 Costos de controles del riesgo Colapso de terreno y aplastamiento por roca	191
Tabla 38 Costos de controles del riesgo Exposición a gases.....	192
Tabla 39 Costos de control del riesgo caída a distinto nivel	194
Tabla 40 Costos de controles del riesgo Pérdida de control del vehículo en carretera	195
Tabla 41 Costos de controles del riesgo Contacto con energía.....	196
Tabla 42 Costos de controles del riesgo Atrapado / Chancado entre o debajo	198
Tabla 43 Costos de controles del riesgo Golpeado por equipos en movimiento	200
Tabla 44 Costos de controles del riesgo Liberación descontrolada de energías	201
Tabla 45 Costos de controles del riesgo Explosión	202
Tabla 46 Indicadores antes y después de la gestión de riesgos críticos	205

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Relación entre los escenarios, las barreras y gestión de la seguridad .	17
Figura 2 Evolución histórica del concepto de gestión de riesgos.....	26
Figura 3 Principios de la gestión de riesgos.....	28
Figura 4 niveles inherente, actual y objetivo de riesgo.	37
Figura 5 8Rs y 4Ts de la gestión de riesgos de peligros	40
Figura 6 Matriz de riesgos y el peligro del hombre 4Ts	46
Figura 7 Riesgo contra recompensa en la estrategia.....	49
Figura 8 Riesgos de oportunidad y el apetito de riesgo	50
Figura 9 Tipos de controles para los riesgos de peligros (amenazas).....	52
Figura 10 Bow-tie y los tipos de controles.....	54
Figura 11 Zonas de riesgo de peligros.....	55
Figura 12 Ilustración del efecto de control	56
Figura 13 controles rentables.....	57
Figura 14 : Proceso de la gestión de riesgos	61
Figura 15 : Los pasos involucrados en la aplicación de un SMM	74
Figura 16: Pasos del enfoque propuesto para la gestión de riesgos.	75
Figura 17: Pasos involucrados en la extracción subterránea de oro	76
Figura 18: Herramientas de recolección de datos utilizadas en el estudio	77
Figura 19: Estimación de la criticidad de varias zonas	78
Figura 20: Red jerárquica de peligros	79
Figura 21: El concepto de concentración de peligros	81
Figura 22 Mapa de ubicación mina Uchucchacua	97
Figura 23 Mapeo de Procesos CONGEMIN	106
Figura 24 Formato de Mapeo de Procesos.....	106
Figura 25 Matriz de calificación del riesgo	114
Figura 26 Hoja de trabajo IPERC CONGEMIN JH SAC	115
Figura 27 Tareas con riesgos críticos en los procesos CONGEMIN	117
Figura 28 Concentración de riesgos críticos en mina por procesos	118
Figura 29 Distribución de riesgos críticos de procesos mina según tipo	118
Figura 30 Concentración de riesgos críticos de mantenimiento por subprocesos	119
Figura 31 Distribución de riesgos críticos de mantenimiento según tipo	119

Figura 32 Estructura del diagrama de la metodología Bowtie.....	120
Figura 33 Diagrama BowTie nivel 2 del riesgo crítico “Colapso de terreno y aplastamiento	124
Figura 34 Diagrama BowTie nivel 3 (con barreras) del riesgo crítico Colapso del terreno y aplastamiento por rocas.....	125
Figura 35 Diagrama BowTie nivel 2 del riesgo crítico “Exposición a gases”	126
Figura 36 Diagrama BowTie nivel 3 (con barreras) del riesgo crítico “Exposición a gases”	127
Figura 37 Diagrama BowTie nivel 2 del riesgo crítico “Golpeado por equipo en movimiento”	128
Figura 38 Diagrama BowTie nivel 3 (con barreras) del riesgo crítico “Golpeado por equipo en movimiento”	129
Figura 39 Diagrama BowTie nivel 2 del riesgo crítico Contacto de energía eléctrica	130
Figura 40 Diagrama BowTie nivel 3 (con barreras) del riesgo crítico Contacto de energía eléctrica	131
Figura 41 Diagrama BowTie nivel 2 del riesgo crítico “Explosión”	132
Figura 42 Diagrama BowTie nivel 3 (con barreras) del riesgo crítico “Explosión”	133
Figura 43 Diagrama BowTie nivel 2 del riesgo crítico “Caída a distinto nivel” ..	134
Figura 44 Diagrama BowTie nivel 3 (con barreras) del riesgo crítico “Caída a distinto nivel”	135
Figura 45 Diagrama BowTie nivel 2 del riesgo crítico “Atrapado / Chancado entre o debajo de objetos”	136
Figura 46 Diagrama BowTie nivel 3 (con barreras) del riesgo crítico “Atrapado / Chancado entre o debajo de objetos”	137
Figura 47 Diagrama BowTie nivel 3 (con barreras) del riesgo crítico “Pérdida de control del vehículo en carretera”	138
Figura 48 Diagrama BowTie nivel 3 (con barreras) del riesgo crítico “Pérdida de control del vehículo en carretera”	139
Figura 49 Diagrama BowTie nivel 3 (con barreras) del riesgo crítico “Liberación descontrolad de energías”	140
Figura 50 Diagrama BowTie nivel 3 (con barreras) del riesgo crítico “Liberación descontrolada de energías”	141

Figura 51 Árbol de decisión de controles de BHP Billiton	142
Figura 52 Concentración de fatalidades Unidad Uchucchacua 2008-2017 por Riesgos Críticos	183
Figura 53 Concentración de fatalidades unidad Uchucchacua 2008-2017 por Procesos	184
Figura 54 Fatalidades registradas 2008 – 2017 ECM CONGEMIN	185
Figura 55 Índice de Frecuencia periodo 2008-2012 vs 2013-2017	185
Figura 56 Índice de severidad periodo 2008-2012 vs 2013-2017	185
Figura 57 Índice de accidentabilidad periodo 2008-2012 vs 2013-2017	186
Figura 58 Número de multas impuestas relacionados a los riesgos críticos	188
Figura 59 Concentración de multas en UIT por fatalidades unidad Uchucchacua 2008-2017 por Riesgo Crítico	188
Figura 60 Costos de implementación de controles críticos de seguridad	190

1 CAPITULO I INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

La prevención de fatalidades es una de las principales prioridades en la gestión de riesgos críticos de seguridad. En el Perú, la industria minera subterránea es considerada como una actividad de alto riesgo y también lo demuestran las estadísticas a nivel regional y mundial donde seguimos viendo fatalidades registradas en el sector minería; si bien es cierto que hay una tendencia decreciente respecto hace 20 años, siguen registrándose accidentes laborales con pérdida de vida año a año, a pesar de todos los esfuerzos y la aplicación de diferentes modelos de gestión de seguridad. El presente trabajo se desarrolla y tiene como objetivo contribuir a la prevención de fatalidades en las operaciones subterráneas de una empresa contratista minera, quienes son las que actualmente concentran la mayor población de trabajadores mineros expuestos en el Perú y por ende es donde se concentra la mayor cantidad de fatalidades.

El estudio consta de 4 capítulos; en ellos trataremos la realidad problemática a nivel nacional, regional y continental, la justificación, los objetivos y la hipótesis en el capítulo 1. Revisaremos tesis relacionadas al estudio, experiencias en empresas mineras de clase mundial e investigaciones internacionales. Los fundamentos teóricos en que se respalda la investigación y el marco legal aplicable han sido elaborados en base a una selecta revisión de la más reciente literatura científica de seguridad, los mismos que serán de un gran aporte a la comunidad estudiantil y docente (capítulo 2). La metodología aplicada en la investigación se presenta en el capítulo 3 y ha sido formulada tomando como referencia los modelos más recientes de gestión de riesgos críticos, gestión de

fatalidades, gestión de controles críticos aplicados por el Consejo Internacional de Minería y Metales ICMM, la Asociación Nacional de Minería NMA de Estados Unidos, el Instituto de Gestión de Riesgos IRM de Londres y la ISO 31000:2018 basados en BowTie. Para el análisis, procesamiento de datos, diagramación y determinación de controles críticos se utilizó el software BowTie XP de la empresa CGE Risk Management Solutions y el criterio ALARP. En esta sección se concentra la esencia de la investigación por lo que se identifican también los factores de degradación que podrían hacer que fallen las barreras (controles) y que han demostrado por las estadísticas, que hasta en los sistemas más avanzados de gestión de seguridad se producen fatalidades porque no se identificaron y controlaron.

Los resultados obtenidos, los costos significativos, así como la prueba de la hipótesis utilizando el software SPSS de IBM se presentarán en el capítulo 4.

Finalmente, el estudio se termina con la presentación de conclusiones y recomendaciones que servirán a muchas organizaciones a empezar a revisar sus riesgos tomando como referencia la presente investigación; pero además deja un importante listado de literatura científica donde podrán ampliar o complementar lo abordado por el autor.

1.2 PLANTEAMIENTO DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La minería es un sector económico con un elevado número de accidentes, son consideradas actividades de alto riesgo para la vida y la salud de los trabajadores mineros. En un estudio de accidentabilidad realizado entre los años 2009 al 2011 en la unidad minera de Uchucchacua por (Rodríguez, 2012), afirma que de una muestra analizada de 86 accidentes entre graves y fatales, el 85 % se registra en las operaciones de las empresas contratistas mineras (ECM), y el 100 % de fatalidades (04 accidentes) también. En el Perú, según el reporte del (MINTRA, 2018) el sector minero ocupa el primer lugar con 44 fatalidades en el año 2017. De acuerdo al (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN, 2018) durante el año 2017 se registraron 34 fatalidades en las empresas mineras de la mediana y gran minería y que la mayor frecuencia se da en las operaciones de las empresas contratistas.

Según la (ICMM International Council on Mining & Metals, 2018) afirma en su reporte de Benchmarking que en el año 2017 se registraron 51 fatalidades, siendo la distribución por continentes la siguiente: África 55%, las Américas 25%, Oceanía 8%, Europa 6% y Asia 6%. Con esta realidad a nivel nacional e internacional es necesario gestionar los riesgos críticos de seguridad para prevenir la pérdida de vidas, que anualmente enlutan las familias mineras.

1.2.1 Problema general

- ¿Cómo la gestión de riesgos críticos de seguridad contribuye a la prevención de fatalidades en las operaciones de la empresa contratista minera CONGEMIN JH S.A.C. en la mina subterránea Uchucchacua en el periodo 2008 - 2017?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿En qué medida el análisis y evaluación de riesgos críticos incide en las estadísticas de accidentes y fatalidades?
- ¿En qué medida el análisis y evaluación de riesgos críticos incide en los presupuestos de seguridad y operativo?
- ¿En qué medida el análisis y evaluación de riesgos críticos incide en las sanciones y multas?
- ¿De qué manera influye el control de riesgos críticos en la infraestructura / equipamiento?

1.3 JUSTIFICACIÓN

De acuerdo al anuario minero 2017 (del (Ministerio de Energía y Minas del Perú MEM, 2018) indica que el Perú es uno de los países que goza de larga tradición minera en América Latina y el mundo. Es el segundo productor de cobre, plata y zinc a nivel mundial. En América Latina ocupa el primer lugar en la producción de oro, zinc y plomo. Asimismo, posee las mayores reservas de plata del mundo y se ubica en tercer lugar en reservas de cobre a nivel mundial; mientras que en Latinoamérica lidera el ranking en reservas de plomo, zinc y molibdeno. Ello no sólo refleja el enorme potencial que posee el Perú en recursos minerales, sino además la capacidad de producción de la minería peruana y su contribución a la economía del país; sin embargo en materia de gestión de seguridad es el sector donde se vienen registrando la mayor cantidad de fatalidades (accidentes mortales) según el reporte del (MINTRA, 2018) ocupando el primer lugar con 44 fatalidades en el año 2017.

En el Perú, en el sector minero de acuerdo al análisis estadístico de seguridad publicado por el Organismo Supervisor de la Inversión en energía y Minería (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN, 2018) durante el año 2017 las empresas mineras de la mediana y gran minería han reportado a la Gerencia de Supervisión Minera 30 eventos con 34 fatalidades ocurridos en las diferentes unidades mineras, cuyo número de eventos fue considerablemente mayor que el año 2016, que fue de 20 eventos con 26 fatalidades registrando un IF de 2.2 y IS de 770.1. En el año 2018, de acuerdo al boletín estadístico publicado por (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN, 2019) indica que se reportaron 23 fatalidades y que la mayor frecuencia se da en las operaciones de las empresas contratistas: 2016 fue 20 de 26, en el año 2017 fue 28 de 34 y en el año 2018 fue 13 de 24 fatalidades.

Si damos una mirada en la región y otros países mineros tenemos que, en Chile de acuerdo a los reportes estadísticos del (SERNAGEOMIN Servicio Nacional de Geología y Minería, 2018) tenemos que en el año 2017 en la gran, mediana y pequeña minería se registraron 13 eventos con 14 fatalidades; en la industria minera de Estados Unidos de acuerdo al reporte estadístico de fatalidades de los años 2016, 2017 publicado por (MSHA Mine Safety and Health Administration,

2018) se tiene que en año 2016 se registraron 25 fatalidades y 28 fatalidades en el año 2017; a nivel internacional el Consejo Internacional de Minería y Metales el cual reúne a las corporaciones y grupos mineros más grandes e importantes del mundo (ICMM International Council on Mining & Metals, 2018) afirma en su reporte de Benchmarking que se registraron 51 fatalidades en el año 2017, siendo la distribución por continentes la siguiente: África concentra el 55% , las Américas 25%, seguido de Oceanía 8%, Europa 6% y Asia 6%. Asimismo, a nivel de países establece que, en las Américas, Perú encabeza la lista con 04 fatalidades seguido de Chile con 03, Estados Unidos con 03, Bolivia con 02 y Canadá con 01 fatalidades.

Con este panorama local, regional e internacional identificamos que se siguen registrando fatalidades que impactan en las vidas de muchas familias principalmente en trabajadores de las empresas contratistas mineras y que a nivel empresarial generan pérdidas de productividad y de calidad; todo lo cual en definitiva se traduce en pérdidas de competitividad para las empresas del sector y del país siendo necesario plantear nuevas estrategias en la gestión de seguridad; es por ello que el presente estudio propone una solución para la prevención de fatalidades a través de la gestión de riesgos críticos en seguridad, que contenga los mecanismos técnicos y administrativos necesarios para garantizar la integridad física y salud de los trabajadores y de terceras personas durante la ejecución de la labor minera y que además pueda servir como marco de referencia para la prevención de accidentes en otras empresas de diferentes sectores económicos.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo General

- Demostrar que la gestión de riesgos críticos de seguridad permite contribuir en la prevención de fatalidades en las operaciones de la empresa contratista minera CONGEMIN JH S.A.C. en la mina subterránea Uchucchacua.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Explicar cómo el análisis y evaluación de riesgos críticos incidirá positivamente las estadísticas de accidentes y fatalidades.
- Explicar cómo el análisis y evaluación de riesgos críticos incide en el presupuesto de seguridad.
- Explicar cómo el análisis y evaluación de riesgos críticos reducirá las multas y sanciones.
- Explicar cómo el control de riesgos críticos influye en la implementación de la infraestructura y/o equipamiento.

1.5 HIPÓTESIS

1.5.1 Hipótesis General

- La gestión de riesgos críticos de seguridad contribuirá a la prevención de las fatalidades en las operaciones de la empresa contratista minera CONGEMIN JH. S.A.C. en la mina subterránea Uchucchacua.

1.5.2 Hipótesis Específica

- El análisis y evaluación de riesgos reducirá positivamente las estadísticas de accidentes y fatalidades.
- El análisis y evaluación de riesgos incidirá significativamente en el presupuesto de seguridad y operativo.
- El análisis y evaluación de riesgos reducirá significativamente las multas y sanciones.
- El control de riesgos críticos influirá directamente en la implementación de la infraestructura / equipamiento.

2 CAPÍTULO II FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

2.1.1 Antecedentes nacionales

(Hernandez, 2016). **Propone la gestión de los controles de riesgos críticos en el área de mina a tajo abierto de compañía minera Congata**, basado en la metodología Kaizen. Para el análisis se ha utilizado la metodología y las fórmulas que recomienda el DS 055- 2010- EM reglamento de seguridad y salud ocupacional y otras actividades complementarias en minería. Para conocer los procesos de la actividad minera, se ha realizado el diagrama de procesos y la descripción de los procesos, actividades y tareas. Para la interpretación de los resultados se ha utilizado el método de los límites inferior y superior, de Poisson con un límite de confianza de 90%; con el que se ha analizado el comportamiento de los controles la interpretación gráfica de los resultados obtenidos.

(Orellana, 2016). **Su estudio de investigación efectuado en la Veta Bienaventurada, nivel 4480, en las galerías 570, 576, 900 y 910 en la unidad minera Huachocolpa Uno de la Compañía Minera Caudalosa**, se basó en la revisión de la literatura especializada de la aplicación de la geomecánica al minado subterráneo en esta zona de explotación, con la finalidad de prevenir la caída de rocas, que es un trabajo desplegado entre todas las áreas comprometidas con la operación minera como: planeamiento, geología, geomecánica, mina y seguridad. Para ello es necesario medir la caída de rocas, con el fin de evitar accidentes por esta causa. Afirma que, para un buen control de minado, es básico un buen programa de producción, el cual debe ajustarse a la semana. Al realizar el programa semanal, las jefaturas de las áreas operativas se anticipan y reconocen los tipos de roca

del yacimiento, de esta forma, todos los responsables están inmersos en la prevención para evitar ocurrencia de accidentes por caída de rocas, para lo cual se tiene que programar campañas de desate, sostenimiento y demarcación de áreas críticas. En cuanto al control geomecánico, para determinar la calidad del macizo rocoso propone que se debe considerar los siguientes aspectos: identificación de las características de la roca, determinación de RMR de la roca, recomendaciones del tipo de sostenimiento en base al RMR y el control del cumplimiento del desarrollo y calidad del sostenimiento.

(Rojas, 2015). **Plantea en su estudio realizado en la empresa JRC Ingeniería y Construcción S.A.C, Unidad El Brocal – 2015** que, en base a dos herramientas de gestión como es el IPERC y a los Reportes de riesgos se realiza el Control de Riesgos y esto contribuye a la mejora continua del sistema de gestión de seguridad cuya implementación a la fecha dan resultados favorables debido a varios factores de enseñanza, entrenamiento tanto por nuestros colaboradores y como factor determinante la supervisión en general; la evaluación de riesgo es continua y recurrente, anticipa y previene, se enfoca en la identificación, medición y control de riesgos, velando que la organización logre sus objetivos con un menor impacto de riesgo posible, la evaluación de riesgo está integrada en todas las operaciones y procesos, y la política de evaluación de riesgo es formal y claramente entendida.

(Moran, 2009) **El análisis técnico económico para explotar por taladros largos el tajeo 775 en la Unidad de Uchucchacua de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.** comprendió la evaluación geomecánica y económica del yacimiento que permite elegir el método de minado. Luego, continúa el dimensionamiento del tajo en función a los equipos y la estabilidad del terreno. Con relación a la gestión de la seguridad el estudio concluye que se mejorará la gestión de la seguridad (personal y equipos) en la mina usando el método de tajeo por subniveles con taladros largos ya que el tajeo por subniveles con taladros largos es eficaz: el tiempo y la cantidad de personal y equipos expuestos a condiciones inseguras que produzcan accidentes en la etapa de explotación es menor que en otros métodos.

(Rodríguez, 2012) **Estudio de la accidentabilidad laboral para gestionar la prevención en la mina Uchucchacua.** La presente investigación busca conocer las razones que influyen en la accidentabilidad en la mina Uchucchacua, que presenta una alta ocurrencia de accidentes laborales en los últimos años. La investigación se orienta a seguir una metodología para reconocer los peligros y riesgos críticos que afronta la Unidad, con el fin de adoptar medidas de control acertadas. Ello implica determinar aquellas pocas características del personal y del trabajo que influyeron en la mayor proporción de los resultados, utilizando el Principio de Pareto. Lo indicado es posible al analizar las estadísticas que derivan de los reportes de investigación de accidentes. Luego de haberse evaluado el 100% de los accidentes en los tres últimos años se identificó que cinco son los tipos de accidentes que generaron el 79% de los accidentes; cinco son los peligros por actos subestándar que generaron el 83% de los accidentes, los que a su vez generaron el 86% de los factores de trabajo registrados. También se estableció que son seis los peligros por condiciones subestándar que generaron el 80% de los accidentes, los que influyeron en el 88% de los factores del trabajo que contribuyeron a su ocurrencia.

Por otro lado, además de los trabajos de investigación se tiene la experiencia de importantes compañías mineras que han implementado estrategias relacionadas al control de riesgos críticos entre las que podemos citar:

(Guerrero, 2018) **Gestión de riesgos de fatalidad**

Minera Yanacocha, ha establecido dentro de sus sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional la Gestión de Riesgos de Fatalidad, la cual tiene como objetivos gestionar sistemáticamente los riesgos con más probabilidad de generar una fatalidad y de generar conciencia en los diferentes niveles de la organización para verificar los controles de los riesgos de fatalidad. Esta gestión se basa en identificar eventos con mayor probabilidad de generar una fatalidad, determinando los controles críticos y verificando su efectividad a través de criterios de desempeño, con el fin de evitar su ocurrencia. La determinación de los riesgos de fatalidad se

determinó a través de una evaluación detallada de cada riesgo a través de talleres con la participación multidisciplinaria de gerentes, supervisores, técnicos, especialistas y trabajadores utilizando la metodología Bow Tie. Se analizaron todos los controles en la etapa de pre y post evento y se determinaron los controles críticos, aquellos que, si o si deben estar disponibles, presentes y que deben ser tangibles, medibles y objetivos y que no quede como juicio de valor a los supervisores o trabajadores involucrados. De esta forma la empresa determinó una tabla resumen de los de 21 riesgos de fatalidad y sus respectivos controles críticos los cuales se hacen seguimiento mediante una ficha de verificación que incluyen preguntas para asegurarse de la efectividad con frecuencias establecidas para cada nivel jerárquico haciendo un total 166 verificaciones mensuales las cuales son monitoreadas semanalmente en una plataforma virtual donde se graba y de analiza los cumplimientos y se establecen acciones correctivas. Esta gestión le ha permitido prevenir las fatalidades en sus operaciones de Perú siendo el último evento fatal el del año 2009.

(Marceliano, 2014) **Liderazgo de Volcan en seguridad minera**

Volcan Compañía Minera, ha establecido un nuevo enfoque en su sistema de gestión de seguridad, priorizando 04 elementos dentro de la gestión integral, siendo el IPERC la Base, el Conocimiento, el Comportamiento y las condiciones de trabajo. Esta estrategia ha permitido reducir las fatalidades en la organización.

2.1.2 Antecedentes Internacionales

(Kudryavtsev, Yemelin, & Yemelina, 2018) **The Development of a Risk Management System in the Field of Industrial Safety in the Republic of Kazakhstan**

Resumen: El propósito del trabajo es desarrollar un sistema que permite el procesamiento de la información para el análisis y gestión de riesgos industriales, para controlar el nivel de seguridad industrial y para llevar a cabo las medidas necesarias encaminadas a la prevención de accidentes, muertes, y el desarrollo de enfermedades profesionales para la efectiva la gestión de la seguridad industrial en los sitios industriales peligrosos.

(Badri, Nadeau, & Gbodossou, 2013) **A new practical approach to risk management for underground mining project in Quebec**

Resumen: En este artículo, se presenta un nuevo enfoque práctico para la gestión de riesgos en proyectos mineros. Este enfoque se basa en un concepto novedoso denominado "concentración de peligros" y en el método de análisis de criterios múltiples conocido como el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP). El objetivo del estudio es extender el uso de este enfoque a las minas de oro en todo Quebec. El trabajo forma parte de un proyecto de investigación más amplio cuyo objetivo es proponer un método adecuado para gestionar prácticamente todos los riesgos inherentes a los proyectos mineros. Este estudio muestra la importancia de tener en cuenta la salud y seguridad ocupacional (SSO) en todas las actividades operativas de la mina. Todos los riesgos del proyecto identificados por el equipo pueden ser evaluados. Se construyó una base de datos adaptable que catalogaba alrededor de 250 peligros potenciales en una mina de oro subterránea. A pesar de las limitaciones, los resultados obtenidos en este estudio son potencialmente aplicables en todo el sector minero de Quebec.

(Li & Guldenmund, 2018) **Safety management systems: A broad overview of the literature**

Resumen: Este documento describe los sistemas de gestión de seguridad (SGS) en cinco aspectos centrales: definición, evolución, modelos, propósito y elementos comunes de los SGS. Un sistema de gestión de seguridad implementa actividades de gestión de seguridad, por lo que una visión general de las definiciones de gestión de seguridad arroja luz sobre el contenido de un SGS. Los SGS surgieron del concepto de riesgo y las barreras de seguridad. El desarrollo de SGS se vio impulsado por la investigación en las teorías de "seguridad", "gestión" y "sistema", técnicas de análisis de riesgo (seguridad), herramientas de auditoría de seguridad y estándares relacionados. En consecuencia, el estudio de los SGS se convirtió en un tema multidisciplinario y, a través del modelado de los SGS, se puede establecer un marco genérico que ayude a la efectividad de los SGS.

(Aven, 2016) **Risk assessment and risk management: review of recent advances on their foundation**

Resumen: La evaluación y gestión de riesgos se estableció como un campo científico hace unos 30-40 años. Se desarrollaron principios y métodos para conceptualizar, evaluar y gestionar el riesgo. Estos principios y métodos aún representan en gran medida la base de este campo. Pero hoy en día se han hecho muchos avances, vinculados tanto a la plataforma teórica como a modelos y procedimientos prácticos. El propósito del presente artículo invitado es realizar una revisión de estos avances, con un enfoque especial en las ideas fundamentales y el pensamiento en que se basan. Hemos buscado tendencias en perspectivas y enfoques, y hemos también reflexionar sobre dónde se necesita un mayor desarrollo del campo de riesgo y debería ser alentado. El documento está escrito para lectores con diferentes tipos de antecedentes, no solo para expertos en riesgo.

Por otro lado, también se tiene experiencias en la gestión de seguridad aplicando controles en los riesgos de fatalidades entre las que podemos citar:

(CODELCO (Corporación Nacional del Cobre de Chile), 2014) **Estándares de Control de Fatalidades**

Resumen: CODELCO, ha establecido Estándares de Control de Fatalidades (ECF) en su sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional. Los objetivos de estos estándares son: eliminar o controlar el riesgo de accidentes graves o fatales producto de la operación de maquinarias Industriales, de la conducción de vehículos livianos y de la operación de vehículos de transporte. El alcance de estos estándares aplica a todas las operaciones en minería de superficie y minería subterránea, especificando los requisitos mínimos de cumplimiento obligatorio en todas las Divisiones, faenas y proyectos de la Corporación y en todas las empresas contratistas y subcontratistas que desarrollen obras y servicios para CODELCO

Todos estos estudios de investigación y experiencias de empresas mineras sirven de marco de referencia para el presente informe de investigación.

2.2 MARCO TEÓRICO

A nivel histórico la gestión de seguridad a tenido una evolución ascendente en el tiempo donde ha permitido reducir y prevenir la frecuencia de lesiones en los centros de trabajo gracias al aporte de destacados profesionales e investigadores que con sus aportes y teorías ha hecho posible gestionar los riesgos de seguridad en las diferentes organizaciones tanto gubernamentales como privadas. Como parte de estos aportes, tomaremos como base para el marco teórico los estudios realizados por (Li & Guldenmund, 2018) y (Aven, 2012) sobre los conceptos, teorías y evolución de los sistemas de gestión de seguridad y por (Aven, 2016) y (Hopkin, 2018) del Instituto de Gestión de Riesgos (IRM) de Londres lo relacionado a la gestión de riesgos como también lo establecido por la (International Organization For Standardization, 2018) y el marco regulador nacional aplicable del Perú.

2.2.1 Definiciones

2.2.1.1 Definición de seguridad

Históricamente se ha tenido diferentes definiciones que con el paso del tiempo han ido cambiando, aquí veremos una revisión histórica de los diferentes conceptos y definiciones.

Tabla 1 Definiciones de sistema de gestión de seguridad

Autores	Sector	Definición
(Kysor, 1973)	General	Un Sistema de Gestión de Seguridad (SGS) puede definirse como un programa de seguridad planeado, documentado que incorpora algunos conceptos básicos de gestión y elementos que activan en un sistema de seguridad bien organizado. Las áreas de actividad de seguridad y elementos de soporte que componen este acto sistema e interactúan el uno del otro para ayudar a alcanzar el nivel de seguridad deseado o nivel de riesgo.
(Carrier, 1993)		Sistema de Gestión de Seguridad: un sistema diseñado para cubrir una amplia banda de

		actividades de seguridad y proporcionar un control de la gestión.
(Waring, 1996)	General	Funcionalista / ingeniería visión del mundo: un conjunto de procedimientos documentados o personas que utilizan un conjunto de procedimientos tales visiones del mundo de Interpretación: un sistema de actividad humana, incluyendo la comunicación de control de supervisión, operativo y otros elementos, así como los factores humanos complejos.

Fuente: Elaboración propia

2.2.1.2 Definición de gestión de seguridad

La gestión de la seguridad es un esfuerzo integral que necesita una organización para determinar los requisitos de seguridad diseñar un sistema de gestión y decidir el proceso de su implementación (Strutt, J.E., Sharp, J.V., Terry, E., Miles, 2006).

(Harms-Ringdahl, 2004) afirma que en la gerencia recae las actividades que deben implementarse para lograr requisitos para crear un sistema de gestión de seguridad mediante la combinación de la gestión de procesos y actividades en un solo sistema. Pero ¿cómo puede la seguridad y las actividades de gestión diseñarse de forma sistemática y científica?

Esto debe hacerse mediante la aplicación de ciertas técnicas, enfoques y modelos.

2.2.1.3 Definición del sistema de gestión de seguridad (SGS)

"Los SGS modernos podrían definirse como un conjunto de actividades y acciones preventivas necesarias para cumplir deberes bajo la nueva era de la responsabilidad delegada" (Thomas, 2011), p. 3). La gestión de la seguridad significa "un control sistemático del rendimiento del trabajador, rendimiento de la máquina y el entorno físico" (Heinrich, H.W., Petersen, D., Roos, 1980), p. 4). Para estructurar este control sistemático, el sistema de gestión de seguridad agrupa todas las actividades de gestión de seguridad de manera ordenada. Un SGS es un concepto muy práctico, ampliamente utilizado en diversas industrias (tabla 1).

2.2.1.4 El concepto de sistema de gestión de riesgos

Según (Greenwood, J., Spadt, 2004) un sistema de gestión de riesgos consiste en una política, un sistema de datos de riesgos y un sistema para evaluar los riesgos.

2.2.1.5 El concepto de sistema de control

Los sistemas de control aproximan la función de un SGS. La gestión de los sistemas de control, según lo definido por (Anthony, 1980) son los procesos por los que los gerentes se aseguran de que los recursos se obtengan y utilicen de manera efectiva y eficientemente en la realización de los objetivos de una organización.

Un sistema de control de riesgos se utiliza a veces para un sistema de ingeniería o gestión en el lugar de trabajo, donde el control es necesario para lograr un cierto nivel de fiabilidad o seguridad. El control es una parte importante de un sistema de gestión organizativa, centrado en riesgos y actividades de seguridad.

2.2.2 Modelos de SGS

2.2.2.1 Categorías de modelos de sistemas de gestión de seguridad

Como se mencionó anteriormente, los SGS son esencialmente impulsados por accidentes y los incidentes y las formas de prevenirlos. Con respecto al análisis o investigación accidente o incidente, hay modelos de eventos que representan mecanismos de causalidad del accidente y que podrían ser utilizados para desarrollar escenarios de accidentes. Estos modelos se pueden ampliar aún más por la inserción de barreras. El término barrera proviene de las diez estrategias de Haddon, y pueden funcionar como hardware (físico) y de comportamiento (implicando la acción humana) las defensas. Las barreras se utilizan para prevenir accidentes e incidentes o protección contra consecuencias no deseadas.

La gestión de las barreras de seguridad es crítica en un SGS, ya que las barreras de seguridad directamente mitigan el riesgo o evitan eventos no deseados. En consecuencia, el riesgo se ve afectado por el desempeño de la gestión de seguridad; es decir, la gestión de controles de seguridad de los eventos relacionados con el riesgo.

La figura 1 muestra la relación entre escenarios, barreras y gestión seguridad, y también representa el desarrollo de modelos de gestión de seguridad. Los modelos de eventos proporcionan escenarios de accidentes, que ilustran la relación entre causas y consecuencias. En este grupo de modelos, el análisis probabilístico de eventos y consecuencias determina el riesgo de los peligros. Si se insertan barreras para evitar eventos no deseados o daño, emerge el modelo extendido de accidentes. Las barreras también tienen un riesgo, que está directamente conectada al sistema de gestión. La extensión y el rendimiento de las barreras están determinados por los procesos de entrega de la gestión de la seguridad. La entrega de gestión de los procesos se describe en el SGS. Por lo tanto, un modelo completo para un SGS debe contener un modelo de eventos,

barreras y sistema de gestión. En consecuencia, tres categorías de modelos de gestión de la seguridad pueden ser identificados. Su entrada y salida son las siguientes.

1. Eventos: modelos de accidentes y teorías;
La entrada es amenaza o peligros;
La salida es un inventario de riesgos.
2. Eventos + Barreras: la extensión de los modelos de accidentes;
Los insumos son riesgos;
Las salidas son funciones de barrera y riesgos.
3. Eventos + Barreras + Gestión: los modelos entregan gestión;
Los insumos son barreras;
La salida es el rendimiento de seguridad.

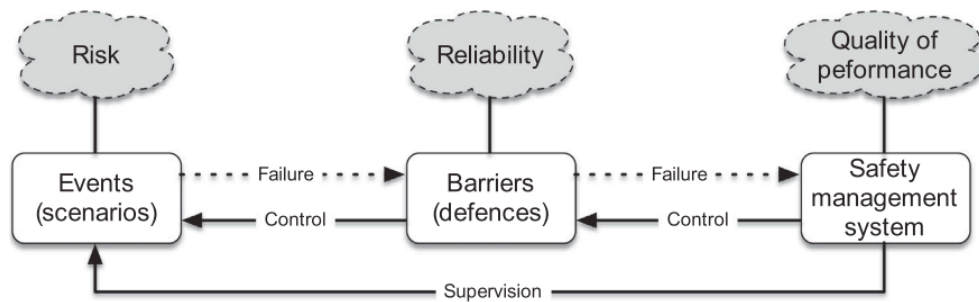


Figura 1 Relación entre los escenarios, las barreras y gestión de la seguridad

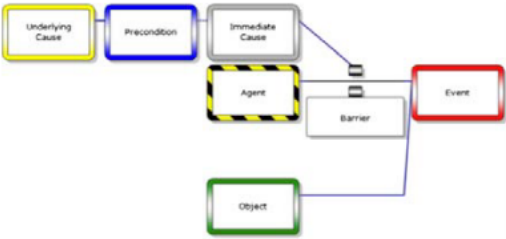
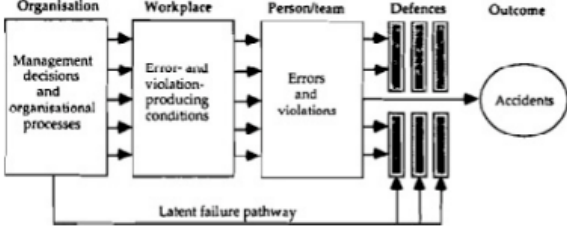
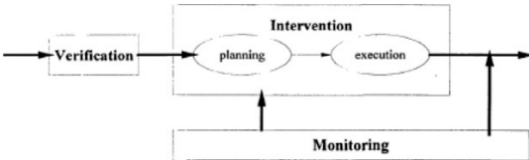

Fuente (Li & Guldenmund, 2018)

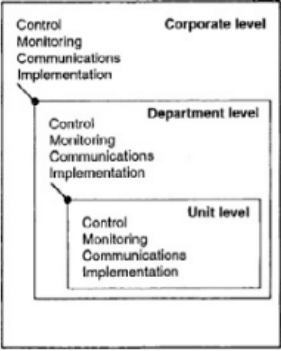

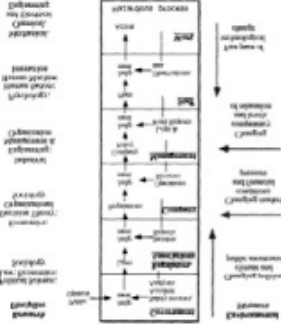
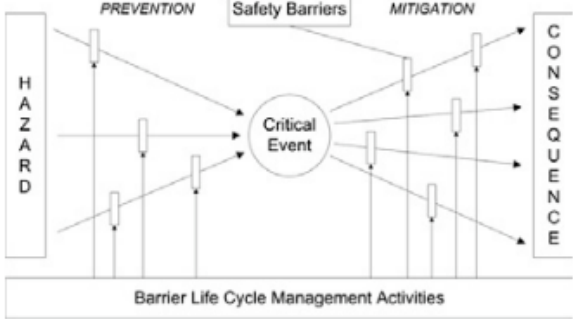
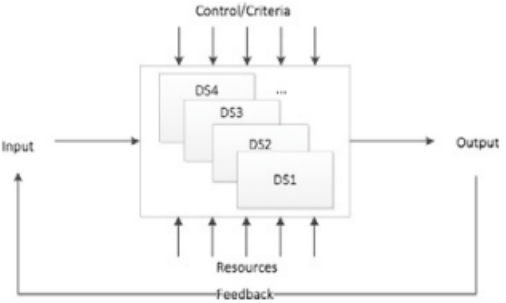
2.2.2.2 Modelos de extensión – barreras y/o sistemas de gestión

Las teorías y modelos de accidentes son la base de la gestión de la seguridad, así que discutimos la barrera y los modelos de gestión basados en el modelo de eventos. Las barreras de seguridad normalmente se consideran una extensión de modelos de accidentes, como MORT, Tripod Beta, Bowtie, etc. Sin embargo, el desarrollo, implementación, mantenimiento y actualización de las barreras requieren una gestión sistemática. Entonces, la transición de una extensión del modelo de accidente a un modelo de gestión es fundamental para la administración de las barreras

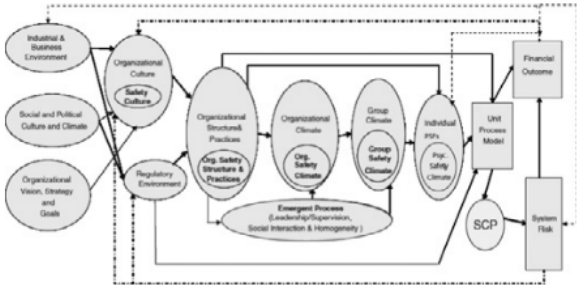
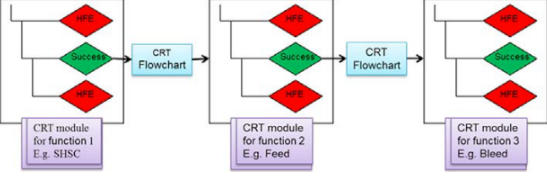
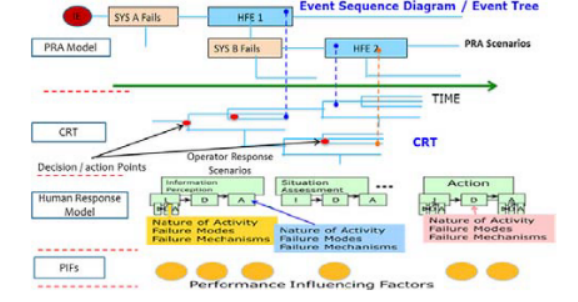
Tabla 2 Modelos + Barreras + Sistemas de Gestión

Nombre de Modelo	Descripción	Esquema del Modelo	Temas principales	Esquema del Modelo
<p>MORT (Desde 1973)</p>	<p>Identificación de energías y análisis de barreras</p>	<pre> graph TD UEF1[UNWANTED ENERGY FLOW #1] --> B1["BARRIERS LTA"] B1 --> I["INCIDENT"] UEF2[UNWANTED ENERGY FLOW #2,3...n] --> B2["BARRIERS LTA"] I --> A["ACCIDENT"] B3["BARRIERS LTA"] --> A PO["PERSONS, OBJECTS"] --> A </pre>	<p>Control de barrera y otros controles</p> <p>Sistema de administración segura</p> <p>Gestión de riesgos</p>	<pre> graph TD T[Losses] --> SO[Specific Control Factors LTA] T --> MSF[Management System Factors LTA] SO --> SA1[SA1 Accident] SO --> SA2[SA2 Substitution & Reevaluation LTA] MSF --> MA1[MA1 Policy LTA] MSF --> MA2[MA2 Implementation of Policy LTA] MSF --> MA3[MA3 Risk Management System LTA] SA1 --> SD1[SD1 Potentially Hazardous Energy Flow or Condition] SA1 --> SD2[SD2 Vulnerable People] SA1 --> SD3[SD3 Controls & Barriers LTA] SA1 --> SD4[SD4 Events and Energy Flows Leading to Accident/Incident] MA1 --> MB1[MB1 Risk Policy LTA] MA2 --> MB2[MB2 Implementation of Risk Policy LTA] MA2 --> MB3[MB3 Risk Analysis Process LTA] MA2 --> MB4[MB4 Risk Assurance Programme LTA] MA3 --> MB5[MB5 Review of Risk System LTA] SD1 --> SC1[SC1 Control of Work and Process LTA] SD3 --> SC2[SC2 Barriers LTA] SC1 --> SS1[SS1 Technical Information Systems LTA] SC1 --> SS2[SS2 Operational Readiness LTA] SC1 --> SS3[SS3 Inspection LTA] SC1 --> SS4[SS4 Maintenance LTA] SC1 --> SS5[SS5 Supervision & Staff Performance LTA] SC1 --> SS6[SS6 Support of Supervision LTA] </pre>
<p>ISRR, además ILCI (Desde 1974)</p>	<p>Teoría de dominó de Bird y control de pérdidas enfatiza en la gestión de seguridad.</p>		<p>ISRS 15 procesos claves</p>	<pre> graph LR L1[Lack of control] --> B1[Basic causes] B1 --> I1[Immediate causes] I1 --> IN[Incident] IN --> L1[Loss] L1 --> L1a["Inadequate programme standards Compliance to standards"] B1 --> B1a["Personal factors Job factors"] I1 --> I1a["Substandard acts Substandard conditions"] IN --> INa["Contact with energy, substance or people"] L1 --> L1b["People Property Product Environment Service"] </pre>

<p>Tripod (Desde 1990)</p>	<p>Tripod está basado en el modelo de queso; defensas (barreras) están insertadas entre las causas de los eventos</p>		<p>Controlar falla latente de defensas 11 factores de riesgos básicos (BRF)</p>	
<p>ECM. También PRISMA (Desde 1992)</p>	<p>El modelo de clasificación de Eindhoven ECM se basa en el modelo de fallas de Van Der Schaaf. El control se muestra en la posición de intervención</p>		<p>Organización técnica, humana y factores inclasificables Modelo SRK</p>	
		<p>PRISMA</p>		

<p>Modelo SGS Waring (Desde 1996)</p>	<p>Basado en el sistema de controles, hay controles de riesgos incluyendo la ingeniería, organizacional, de procedimientos, de comportamiento y protección personal</p>		<p>Resolución del sistema y nidos</p> <p>Modelos de control específico en los 3 niveles</p>	
<p>Modelo Socio Técnico (Desde 1997)</p>	<p>Basado en la protección de la defensa, las estrategias de gestión de riesgos, tales como las estrategias empíricas, evolutivas y estrategias analíticas</p>		<p>La jerarquía de la gestión de seguridad</p> <p>Adaptación de Modelos socio técnicos aplicados para diferentes casos</p>	
<p>Bowtie (Desde 1998)</p>	<p>Modelo Bowtie, basado en su modelo de Haddon HBT y Trípode Beta; las barreras se analizan y clasifican adicionalmente</p>		<p>ARAMIS</p> <p>I-RISK</p> <p>SGS de Hale Entrega de sistemas: gestión de barreras</p>	

<p>HFACS (Desde 2001)</p>	<p>Análisis de Factores Humanos y Sistemas de Clasificación desarrolló 4 niveles de barreras basado en el modelo de queso suizo de causalidad de los accidentes; insertan barreras para la prevención y mitigación de accidentes.</p>		<p>Hace hincapié en los factores de la organización</p> <p>Un sistema de 4 niveles</p>	
<p>STAMP (Desde 2004)</p>	<p>Basado en el modelo de secuencia causal, barreras de protección para el control del flujo después de la liberación del peligro. Tiempo de inactividad aceptable según el riesgo global previsto de accidentes graves</p>		<p>Modelo de gestión socio técnico</p> <p>Buche de control jerárquico</p> <p>STAMP adaptado aplicado para diferentes casos</p>	

SoTeRiA / Modelo Híbrido (Desde 2009)	La parte causal de este modelo se basa en modelo de secuencia de eventos y usos de múltiples técnicas de análisis		Factores de influencia del modelo de seguridad	 <p>The diagram illustrates the SoTeRiA model's causal chain. It starts with external factors like 'Industrial & Business Environment', 'Social and Political Culture and Climate', and 'Organizational Vision, Strategy and Goals'. These influence 'Organizational Safety Culture' and 'Regulatory Environment'. These factors then shape 'Organizational Structure, Practices & Procedures', which leads to 'Organizational Climate' and 'Org. Safety Climate'. This climate influences 'Group Safety Climate' and 'Individual Psy. / Pro. Safety Climate', which in turn affect the 'Unit Process Model' and 'SCP' (Swiss Cheese Process). The final outcomes are 'Financial Outcome' and 'System Risk'.</p>
Phoenix (Desde 2016)	Basado en el desarrollo de escenarios, la interacción Tripulación – Planta (CRT) en realidad es un tipo de comportamiento o barreras socio técnicas	 <p>The diagram shows three 'CRT module' boxes for different functions: 'function 1 E.g. SHSC', 'function 2 E.g. Feed', and 'function 3 E.g. Bleed'. Each module contains a flowchart with 'Success' (green diamond) and 'Failure' (red diamond) paths. These modules are connected by 'CRT Flowchart' boxes, indicating a sequential or integrated process flow.</p>	Modelo para análisis cuantitativo	 <p>This diagram illustrates the Phoenix model's quantitative analysis approach. It features an 'Event Sequence Diagram / Event Tree' showing the progression from 'SYS A Fails' to 'HFE 1' and 'HFE 2', leading to 'PRA Scenarios'. A 'TIME' axis is shown. Below, a 'Human Response Model' details 'Information Perception', 'Situation Assessment', and 'Action' phases, with 'Decision / action Points' and 'Operator Response Scenarios'. It also identifies 'Nature of Activity Failure Modes Failure Mechanisms' and 'Performance Influencing Factors (PIFs)'.</p>

2.2.2.2.1 Barreras que impiden los eventos no deseados

Las barreras funcionan para prevenir, controlar y mitigar tanto eventos críticos y consecuencias. Algunos trabajos revisan y discuten barreras explícitamente en la definición, función y clasificación (Bellamy et al., 2008; Hollnagel, 2008; de Ruijter y Guldenmund, 2016). Las barreras de hecho conectan el modelo de eventos con la gestión de la seguridad. La Tabla 2 ilustra el papel de las barreras en el modelo de eventos y la estructura de gestión para controlar su desempeño. En el modelo MORT, las barreras pueden detener el flujo de energía no deseado en una secuencia de eventos o evitar que el incidente se intensifique.

Las barreras más específicas están mapeadas en el Modelo de extensión Bowtie, que ilustra múltiples formas de prevención de accidentes. (Duijm, 2009). En base a este modelo, las barreras se modelan específicamente en varios proyectos. Si bien la barrera es una práctica muy específica el concepto de cómo modelar sistemas de barrera todavía necesita un estudio adicional.

Para prevenir los eventos no deseados y sus consecuencias; las barreras de seguridad deben ser funcionales en el escenario. Las barreras de seguridad pueden mitigar los riesgos al disminuir la probabilidad de un evento no deseado y la gravedad de la pérdida. De esta manera, la gestión de las barreras de seguridad se vuelve esencial para el control de riesgos.

2.2.2.2.2 Los factores que influyen en la gestión de seguridad

Una forma general de estudiar los factores en los SGS se puede resumir como sigue:

1. Identificar el modelo o los factores organizacional;
2. Calificar factores organizacionales;
3. Diseñar un método o algoritmo de propagación;
4. Elegir técnicas de modelado;
5. Encuentre el enlace al riesgo u otros temas;
6. Llevar a cabo un estudio de caso o alguna aplicación específica;
7. Mejorar el enfoque basado en la retroalimentación del estudio.

Hay una serie de proyectos que estudian cómo los factores organizativos afectan los riesgos, las barreras o el desempeño de seguridad utilizando una evaluación probabilística con métodos de ponderación o métodos de calificación.

Los estudios de los factores de seguridad organizacional se basan esencialmente en las causas de los accidentes y, por tanto, contribuyen al desarrollo de auditorías de seguridad. Debido a que la evaluación de un SGS está relacionada con un gran número de indicadores con información sobre la relación entre los indicadores medibles de un SGS, estos estudios ayudan a mejorar la gestión efectiva de la seguridad. Por ejemplo, Tripod se basa en la secuencia de eventos del modelo de accidentes de Reason y distingue once factores de riesgos básicos (latentes) (Hudson, Reason, Bentley, & Primrose, 1994). Otro ejemplo es el Sistema Internacional de Clasificación de Seguridad (ISRS), basado en la teoría de la prevención de pérdidas, que es utilizado ampliamente para la evaluación de la gestión de la seguridad (Guastello, 1991). Este sistema utiliza factores de gestión y combina teoría del control de pérdidas con un modelo de gestión. Además, tanto I-RISK como ARAMIS fueron proyectos de gestión de seguridad y auditoría basados en un modelo de extensión Bowtie (Papazoglou et al., 2003).

2.2.2.3 Seguridad, barrera y riesgo en un proceso de negocio.

En un proceso, el control de riesgos es necesario para la seguridad integrada para asegurar la calidad de las salidas. Como el control del riesgo es importante para el proceso de negocio, la forma de lograr un riesgo controlado tiene que ser desarrollado. Según los modelos de eventos, el control de riesgos está garantizado por barreras de seguridad.

Durante estos procesos, controles y criterios son necesarios para evitar el fallo de las barreras de seguridad. Todos estos aspectos, es decir, peligros, los recursos de seguridad, los controles de barrera y los procesos de barrera, están contenidos en el sistema de gestión de la seguridad. Como resultado, el riesgo se controla como un proceso de negocio.

2.2.3 Gestión de riesgos

2.2.3.1 Definición de riesgo

Las definiciones de riesgo se pueden encontrar en muchas fuentes, y algunas definiciones claves se exponen en la Tabla 3. También se proporciona una definición alternativa para ilustrar la amplia naturaleza de los riesgos que pueden afectar a las organizaciones

Tabla 3 Definiciones de Riesgo

Organización	Definición de riesgo
Guía ISO 73	Efecto de la incertidumbre sobre los objetivos. Tenga en cuenta que un efecto puede ser positivo, negativo o una desviación de lo esperado. Además, el riesgo a menudo se describe por un evento, un cambio en las circunstancias o una consecuencia.
Instituto de Gestión de Riesgos de Londres (IRM)	Riesgo es la combinación de la probabilidad de un evento y su consecuencia. Las consecuencias pueden variar de positivas a negativas.
Libro naranja de HM Treasury	Incertidumbre del resultado, dentro de un rango de exposición, derivado de una combinación del impacto y la probabilidad de eventos potenciales
El Instituto de Auditores Internos de Londres (IIA)	La incertidumbre de un evento que podría tener un impacto en el logro de los objetivos. El riesgo se mide en términos de consecuencias y probabilidad.

Fuente : Elaboración propia, adaptado de (Hopkin, 2018)

2.2.3.2 Historia de la gestión del riesgo

La humanidad no siempre percibió y entendió el concepto de "riesgo", ni lo manejó de la manera en que lo hacemos hoy. La Fig. 2 presenta algunos de los principales hitos que nos llevaron a comprender el concepto de riesgo, el desarrollo de metodologías de gestión de riesgos y la forma en que percibimos y tratamos los riesgos en la actualidad.

La línea de tiempo comienza con un rompecabezas matemático, creado por un matemático italiano del siglo XV y concluye con la publicación de ISO 31000.

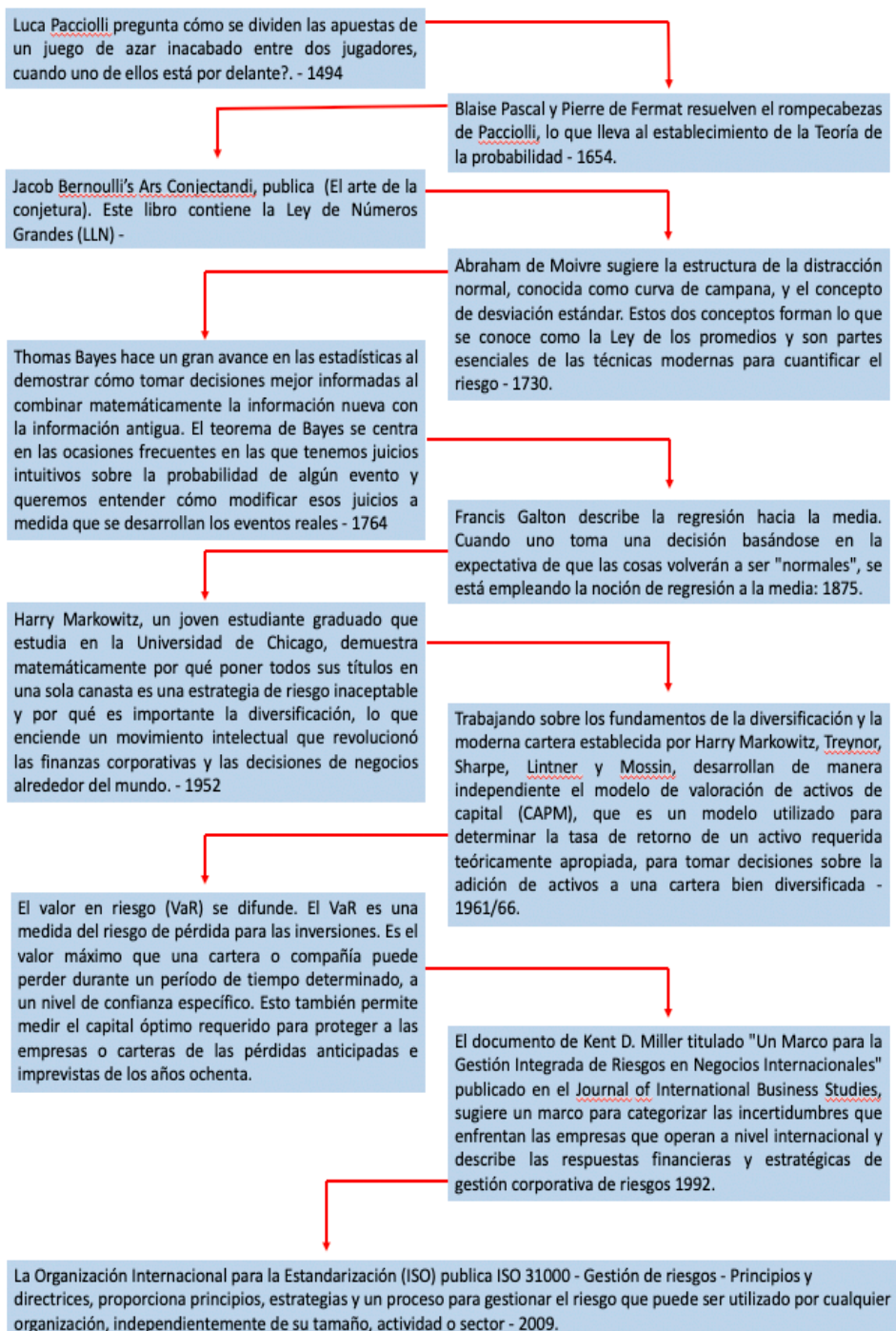


Figura 2 Evolución histórica del concepto de gestión de riesgos

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Lachapelle, 2018)

En la actualidad también existen otras definiciones de gestión de riesgos las cuales se muestran en la Tabla 4

Tabla 4 Definiciones de Gestión de Riesgo

Organización	Definición de Gestión de Riesgo
Guía ISO 73 BS 31100	Actividades coordinadas para la dirección y control de una organización con respecto al riesgo
Instituto de Gestión de Riesgos de Londres IRM	Proceso cuyo objetivo es ayudar a las organizaciones a comprender, evaluar y tomar medidas con respecto a todos sus riesgos con una visión de aumentar la probabilidad de éxito y reducir la probabilidad de fracaso.
HM Treasury	Todos los procesos involucrados en identificar, evaluar riesgos, asignar responsables, acciones para mitigarlos o anticiparlos, monitoreo y revisión del proceso.
Escuela de Economía de Londres	Selección de los riesgos que debe asumir una empresa y aquellos que deben evitarse o mitigarse, seguidos de medidas para evitar o reducir el riesgo.

Fuente : Elaboración propia, adaptado de (Hopkin, 2018)

2.2.3.3 Principios de la gestión de riesgos ISO 31000: 2018

La gestión de riesgos es un proceso de gestión que estimula el logro rentable de los objetivos de la organización; Además, la norma también establece que el propósito de la gestión de riesgos es la creación y protección de valor. La norma propone 8 principios que las organizaciones deberían considerar al establecer su marco y procesos de gestión de riesgos.

Principios de la gestión de Riesgos:

- La gestión de riesgos es una parte integral de todas las actividades de la empresa.
- Un enfoque estructurado e integral de la gestión de riesgos que contribuye a la coherencia y a los resultados comparables.
- El marco y el proceso de gestión de riesgos son personalizados y proporcionales al contexto externo e interno de la empresa relacionado con sus objetivos.

- La participación adecuada y oportuna de los interesados permite su conocimiento, puntos de vista y percepciones a considerar. Esto se traduce en una mejor conciencia y una gestión de riesgos informada.
- Los riesgos pueden surgir, cambiar o desaparecer a medida que cambia el contexto externo o interno de la empresa. La gestión de riesgos anticipa, detecta, reconoce y responde a los cambios y efecto de una forma apropiada y oportuna.
- Las aportaciones a la gestión de riesgos se basan en información histórica y actual, así como en el futuro. La gestión de riesgos tiene en cuenta cualquier limitación e incertidumbre asociada a la información y expectativas. La información debe ser oportuna, clara y disponible para las partes interesadas relevantes.
- El comportamiento humano y la cultura influyen de forma significativa en todos los aspectos de la gestión del riesgo en cada nivel o etapa.
- La gestión del riesgo se mejora de forma continua mediante el aprendizaje y la experiencia.

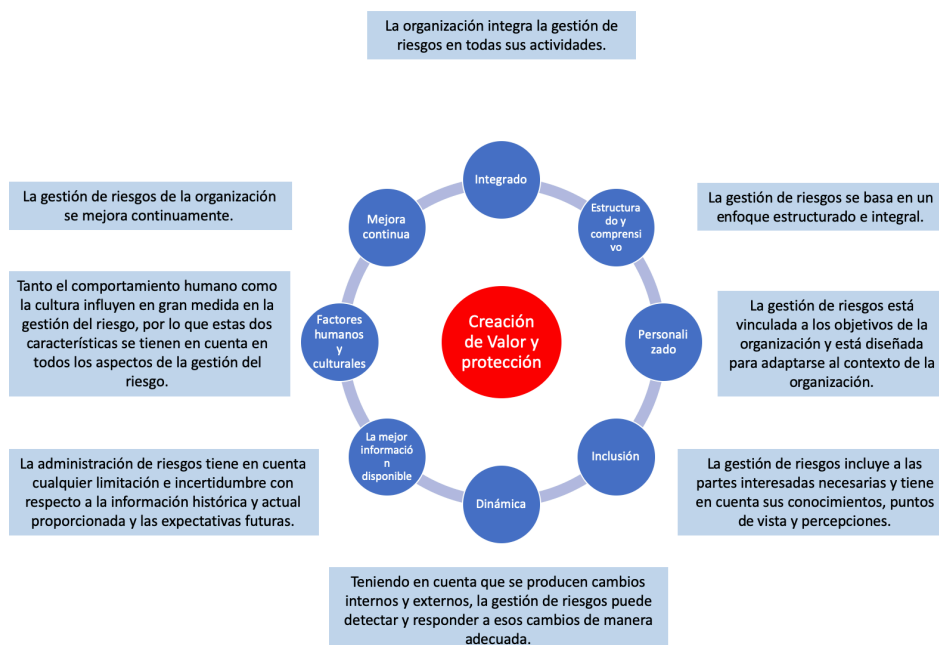


Figura 3 Principios de la gestión de riesgos

Fuente: (Lachapelle, 2018) ISO 31000: 2018

2.2.3.4 Importancia de la evaluación de riesgos

El reconocimiento del riesgo y la valoración, juntos forman el componente de evaluación de riesgos del proceso de gestión de riesgos. La evaluación del riesgo implica el reconocimiento de los riesgos y la calificación de ellos para determinar los riesgos relevantes de la organización, proyecto o estrategia.

Una característica importante de llevar a cabo una evaluación de riesgos es decidir si el riesgo identificado va a ser evaluado a nivel inherente o en el nivel actual (o residual). La evaluación del riesgo inherente se lleva a cabo sin tener en cuenta los controles que se encuentran actualmente en su lugar. Este es el enfoque que ha sido recomendado por los auditores internos.

La ventaja de llevar a cabo la evaluación del riesgo inherente es que la diferencia entre el nivel actual y el nivel inherente puede ser identificada. Esto le dará una indicación de la importancia de las medidas de control existentes y la información es utilizada por los auditores internos para ayudar a identificar los controles críticos y establecer prioridades de auditoría. Aunque esto puede ser un enfoque útil, no puede haber dificultades considerables en la identificación del valor del nivel de riesgo inherente.

2.2.3.5 Enfoques para la evaluación de riesgos

Existen varios enfoques que se pueden tomar en la planificación de cómo realizar la evaluación de riesgos. Una de las decisiones clave que habrá de involucrar en el ejercicio de evaluación de riesgos. A veces, las evaluaciones de riesgo se llevan a cabo por el consejo de administración como un ejercicio de arriba hacia abajo. Las evaluaciones de riesgo también pueden llevarse a cabo mediante la participación del personal y la administración local del departamento. Este enfoque de abajo hacia arriba también es valioso.

Ciertas técnicas requieren la participación de individuos específicos y requieren un enfoque particular de la realización de evaluaciones de riesgos. Es importante que el enfoque que se adopte sea consistente con la cultura de la organización.

Una consideración importante para las organizaciones es si el proceso de evaluación de riesgos debe llevarse a cabo de arriba hacia abajo y la base de abajo hacia arriba. En otras palabras, ¿la alta dirección conducirá el proceso de evaluación de riesgos en la organización con la información que se pasa hacia abajo para la validación, o será llevado a cabo una serie de ejercicios de evaluación del riesgo a partir del nivel operativo? Tabla 5 se dan ejemplos de las

ventajas y desventajas. Una evaluación de los riesgos de arriba hacia abajo tienden a centrarse en los riesgos relacionados con la estrategia, las tácticas, las operaciones y el cumplimiento (STOC) en ese orden.

Tabla 5 Evaluación de riesgos Top-down (De arriba hacia abajo)

Ventajas	Desventajas
Probable que resulte en un enfoque de toda la empresa - el riesgo en la parte superior tendrá un impacto en todo el negocio	Los altos directivos y directores tienden a estar más centrado en los riesgos externos a la organización.
Los riesgos estratégicos más importantes para la organización se pueden capturar con rapidez pueden ser capturados rápidamente y habrá un número manejable	Conocimiento limitado de los riesgos operativos internos o interdependencias de riesgos dentro de la empresa.
Muestra la gestión de riesgos a partir de la parte superior, lo que resulta en la aceptación de las actividades de gestión de riesgos en todos los niveles.	Peligro de que el enfoque se vuelva demasiado superficial, debido a los altos directivos creen que pueden manejar las crisis.
Desde que se origina en la parte superior, no es probable que sea metodología consistente en toda la organización.	Nuevos riesgos surgen de las actividades operacionales de la organización, podrían no estar plenamente identificados.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Hopkin, 2018)

Tabla 6. Proporciona ejemplos de ventajas y desventajas de llevar a cabo una evaluación de los riesgos de abajo hacia arriba. Al igual que con muchos aspectos de una iniciativa exitosa gestión del riesgo empresarial, la organización debe decidir los protocolos y procedimientos de evaluación de riesgos que son más adecuados. Si se trata de una elección entre arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba, la organización debe decidir si el apoyo de la alta dirección visible para la iniciativa de gestión del riesgo es más importante que la mayor participación de los operativos. Una evaluación de los riesgos de abajo hacia arriba tiende a centrarse en los riesgos identifica como el cumplimiento, el riesgo, el control y la oportunidad en ese orden.

Tabla 6 Evaluación de riesgos Up-down (De abajo hacia arriba)

<u>Ventajas</u>	<u>Desventajas</u>
Debe lograrse significativa buy-in en todos los niveles de la organización.	Habr� poca atención a los riesgos externos o riesgos estratégicos.
Se pueden reflejar al impacto de un organigrama y riesgo existentes más allá del riesgo operacional inmediata se puede discutir.	Consume tiempo y puede desmotivar, si se necesita más tiempo para desarrollar los resultados generales de la empresa.
El personal de operación tiene una gran conciencia de los riesgos locales y sus causas, que pueden eludir los niveles superiores de la administración.	Peligro de que el enfoque se vuelve demasiado detallada y de miras estrechas, lo que resulta en un enfoque de silos de evaluación de riesgos.
Metodología se puede variar de acuerdo con las normas locales y la cultura y esto es útil para una organización multinacional.	Los nuevos riesgos que surgen de las actividades operacionales de la empresa no pueden ser identificados por el personal operativo.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Hopkin, 2018)

Para la mayoría de las organizaciones, una combinación de arriba hacia abajo y la evaluación de los riesgos de abajo hacia arriba se llevará a cabo con el gerente de riesgos recopilando información de tantos interesados como sea posible. A menudo, la principal limitación en la realización de un ejercicio de abajo hacia arriba es el mayor compromiso de tiempo que se requiere desde el departamento de gestión de riesgos para asistir y / o facilitar una serie de ejercicios de evaluación de riesgos.

2.2.3.6 Técnicas de evaluación de riesgos

Hay una amplia gama de técnicas de evaluación de riesgo disponibles, el Estándar International ISO7IEC 31010 "Gestión de Riesgos: Técnicas de Evaluación de Riesgos", fue publicado en 2009. Esta norma proporciona información detallada sobre la gama completa de técnicas de evaluaciones de riesgo que se puede utilizar. La Tabla 7, lista las principales técnicas de evaluación de riesgos que son de uso común y también proporciona una breve descripción de cada una de estas técnicas. Es probable que los enfoques de evaluación de riesgo más comunes son el uso de listas de control / cuestionarios y el uso de las sesiones de reflexión, normalmente durante los talleres de evaluación de riesgos.

Tabla 7 Técnicas para la evaluación de riesgos

Técnica	Breve descripción
Cuestionarios y listas de comprobación	El uso de cuestionarios y listas de control estructuradas para recoger información que le ayudará con el reconocimiento de los riesgos significativos.
Talleres e intercambio de ideas	Recopilación y el intercambio de ideas en talleres para discutir los acontecimientos que podrían afectar a los objetivos, los procesos centrales o dependencias clave.
Inspecciones y auditorías	Inspecciones físicas de las instalaciones y actividades, auditorías de cumplimiento de los sistemas y procedimientos establecidos.
Diagramas de flujo y análisis de la dependencia	Análisis de los procesos y operaciones dentro de la organización para identificar los componentes críticos que son clave para el éxito.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Hopkin, 2018)

Lista de comprobación y cuestionarios tienen la ventaja de que son por lo general fácil de llenar y toma menos tiempo que otras técnicas de evaluación de riesgos. Sin embargo, este enfoque tiene la desventaja de que cualquier riesgo no referenciado por las preguntas adecuadas no se puede reconocer como significativo. Un simple análisis de las ventajas y desventajas de cada una de las técnicas más comunes de evaluación de riesgos se expone en la Tabla 8.

Tabla 8 Ventajas y desventajas de las técnicas de evaluación de riesgos

Técnica	Ventajas	Desventajas
Cuestionarios y lista de verificación	Garantía de una consistente estructura Mayor participación que en un taller	Enfoque rígido puede dar lugar a algunos riesgos que han sido perdidos. Las preguntas se basarán en el conocimiento histórico.
Talleres y de intercambio de ideas	Consolidado de opiniones de todas las partes interesadas. Mayor interacción produce más ideas	Gerencia tiende a dominar. Problemas se pueden perder si las personas involucradas son incorrectas.

Inspecciones y auditorías	La evidencia física es la base de la opinión. Enfoque de la auditoría se traduce en una buena estructura.	Las inspecciones son más adecuadas para los riesgos de amenazas. Enfoque de la auditoría tiende a centrarse en la experiencia histórica.
Diagramas de flujo y análisis de la dependencia	Salida útil que puede usarse en otro lugar. Análisis produce una mejor comprensión de los procesos	Difícil de utilizar para los riesgos estratégicos. Puede ser muy detallado y requiere mucho tiempo.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Hopkin, 2018)

2.2.3.7 Naturaleza de la matriz de riesgo

Cuando un riesgo ha sido reconocido como importante, la organización debe evaluar de manera que los riesgos significativos de prioridad pueden ser identificados. Las técnicas para la calificación de riesgos están bien establecidas, pero también hay una necesidad de decidir si existe margen para mejorar aún más el control. La consideración de la posibilidad de una mejora adicional costo-eficacia es una consideración adicional que ayuda a la identificación clara de la prioridad riesgos significativos.

Una organización tendrá que establecer las medidas de probabilidad de riesgo y el impacto del riesgo que se utilizarán en toda la organización. La tabla 9 proporciona una lista típica de las definiciones en relación con la probabilidad de riesgos. La tabla 10 establece la definición de impacto que se utilizaría en una organización típica. En ambos casos se proporcionan cuatro definiciones diferentes y esto va a evitar cualquier tendencia en las personas que realizan un ejercicio de calificación de riesgo para seleccionar una opción. Sin embargo, muchas organizaciones deciden tener más de cuatro opciones disponibles tanto para la probabilidad y el impacto. El número de opciones disponibles dependerán de la naturaleza, tamaño y complejidad de la organización.

Tabla 9 Definiciones de probabilidad

Probabilidad	Frecuencia
Improbable	Puede esperarse razonablemente que se produzca, pero sólo ha ocurrido 2 o 3 veces más de 10 años en esta organización u organizaciones similares.
Posible	Se ha producido en esta organización más de 3 veces en los últimos 10 años o se produce regularmente en organizaciones similares, o se considera que tiene una probabilidad razonable de que se produzca en los próximos años.
Probable	Producido más de 7 veces más de 10 años en esta organización o en otras organizaciones similares, o las circunstancias son tales que es probable que ocurra en los próximos años.
Casi Siempre	Se ha producido 9 o 10 veces en los últimos 10 años en esta organización, o las circunstancias en que han surgido, es casi seguro que suceda.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Hopkin, 2018)

Tabla 10 Definiciones de impacto

Descripción	Definición
Bajo	Sin impacto en la salud del paciente; reducción menor de la reputación en el corto plazo; ninguna violación de la ley; pérdida económica insignificante que puede ser restaurado.
Moderado	Impacto temporal de menor importancia en la salud del paciente; pequeña reducción de la reputación que pueden influir en la confianza por un corto tiempo; violación de la ley que da lugar a una advertencia; pequeña pérdida económica que se puede restaurar.
Grave	Grave impacto en la salud; grave pérdida de la reputación que influirá en la confianza y el respeto por mucho tiempo; violación de la ley que resulte; gran pérdida económica que no puede ser restaurado.
Catastrófico	La muerte o la reducción permanente de la salud del paciente; grave pérdida de reputación que es devastador para la confianza; violación grave del derecho; una considerable pérdida económica que no puede ser restaurado.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Hopkin, 2018)

La etapa de calificación de riesgo se conoce en la norma ISO 31000 como análisis de riesgos y la etapa de clasificación de riesgo se describe como evaluación de riesgo.

Un riesgo es significativo si éste pudiera tener un impacto alto en la evaluación de la significancia de ese tipo de riesgo. La identificación de riesgos potencialmente significativos se llevará a cabo durante un ejercicio de reconocimiento de riesgos. Esto es necesario para decidir la:

- magnitud del evento;
- magnitud del impacto que el evento tendría en la organización;
- probabilidad de que el riesgo se materialice en o arriba del punto de referencia;
- posibilidades de una mayor mejora en el control.

Esto dará lugar a la identificación clara de los riesgos prioritarios significativos. La mayoría de las organizaciones se encuentra que el número total de los riesgos identificados en un taller es de entre 100 y 200. Después de la calificación de riesgo se ha completado, es típico que el número de prioridad riesgos significativos que enfrenta la organización a ser identificado como entre 10 y 20. La terminología utilizada en la Guía 73 es una combinación de la probabilidad y el impacto de un riesgo, y se considera que es el nivel de riesgo, aunque esto es referido por muchos practicantes de riesgo como la severidad del riesgo.

Hay muchas versiones alternativas de tablas que proporcionan las definiciones de los términos utilizados para describir la probabilidad e impacto. Una organización necesitará producir sus propias definiciones, basados en el tamaño, la naturaleza y la complejidad de esa organización. Tabla 9 proporciona definiciones genéricas de probabilidad en términos del número de ocasiones en que el evento es probable que ocurra durante un período de 10 años. Tabla 10 proporciona definiciones de impacto que podrían ser utilizados en un hospital donde la seguridad del paciente es la consideración principal.

2.2.3.8 El análisis de riesgos y evaluación

2.2.3.8.1 La aplicación de una matriz de riesgo

El uso de una matriz de riesgo es una forma muy simple de demostrar el nivel de riesgo que un evento en particular representa a una organización. Una matriz de riesgo se utiliza normalmente para representar el nivel residual o corriente de riesgo. Esto también puede ser referido como el riesgo neto. Cuando se utiliza la matriz de riesgo para ilustrar el nivel actual de riesgo, el eje vertical normalmente será etiquetado como impacto. Sin embargo, la matriz de riesgo también puede ser usado para representar nivel bruto o inherente de riesgo, que es el nivel de riesgo antes de aplicar los controles. Cuando se utiliza la matriz de riesgo para ilustrar el nivel de riesgo inherente, el eje vertical a veces puede ser etiquetado como magnitud.

El concepto de las consecuencias es un poco diferente. El impacto se utiliza para representar el nivel global de riesgo que enfrenta la organización. Este nivel de riesgo o el impacto se producirá debido a las posibles consecuencias. Por lo tanto, “consecuencias” se usa como un término más amplio que proporciona más detalles e información sobre cómo con éxito se está gestionando el riesgo. Por ejemplo, un incendio en el almacén podría representar una pérdida sustancial que tiene una alta magnitud. Si la organización está totalmente asegurada, el impacto sobre las finanzas debe ser mínimo. Sin embargo, las consecuencias del incendio podrían ser significativos, si (por ejemplo) otras partes interesadas en la vecindad se ven afectados y la reputación de la organización están dañados.

Las grandes organizaciones con frecuencia hacen uso de una matriz de riesgo como medio de resumir su perfil de riesgo. La matriz de riesgo es muy útil y se puede utilizar para una variedad de aplicaciones. También se puede utilizar para identificar el tipo de respuesta a los riesgos que tiene más probabilidades de ser empleados.

El impacto no es el mismo que el de magnitud, debido a que un riesgo puede tener una alta magnitud en términos del tamaño del evento, pero el impacto y las consecuencias puede ser menor. Por poner otro ejemplo, una empresa de transporte por carretera puede sufrir la pérdida completa de uno de sus vehículos, pero, dependiendo de las circunstancias exactas, esto puede tener un

pequeño impacto global en el negocio. Esto será especialmente cierto si la empresa no tiene suficiente trabajo para utilizar plenamente el tipo de vehículo involucrado en la pérdida.

2.2.3.8.2 Nivel inherente y actual del riesgo

Muchos profesionales de la gestión de riesgos evalúan el riesgo en su nivel actual (también conocida como residual). Sin embargo, los auditores internos prefieren llevar a cabo una evaluación de los riesgos inherentes. Existen ventajas en la consideración del nivel inherente de un riesgo al llevar a cabo una evaluación de riesgos. Teniendo en cuenta el nivel inherente permitirá identificar el efecto individual de las medidas de control. La figura 4 ilustra el efecto de los controles sobre el nivel de riesgo. Control 1 es un control existente y que reduce el riesgo desde el nivel inherente al nivel actual (o residual) y se puede observar que este control tiene su principal efecto sobre la probabilidad de que el riesgo se materialice.

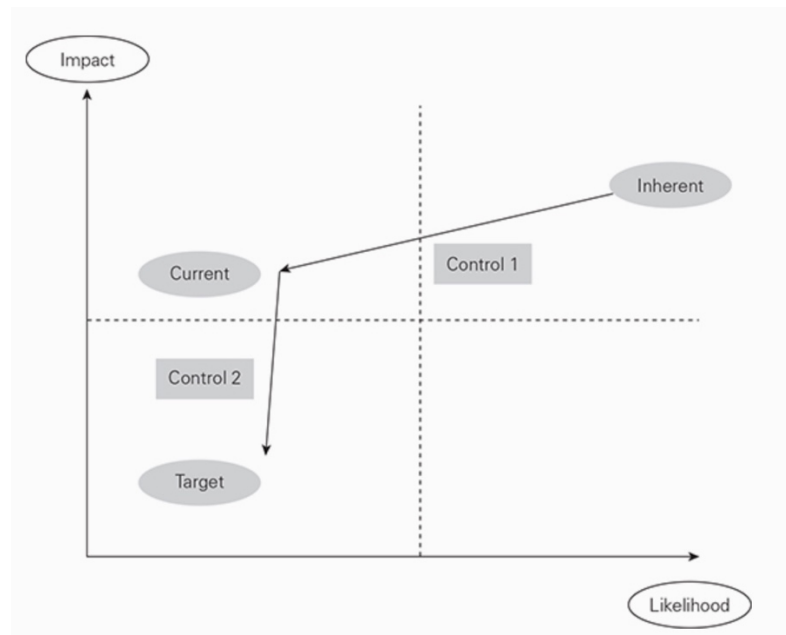


Figura 4 niveles inherente, actual y objetivo de riesgo.

Fuente: (Hopkin, 2018)

El control 2 en la figura 4 es un control adicional que se introdujo para reducir el riesgo desde el nivel actual al nivel objetivo. Se pretende tener un efecto significativo sobre el impacto del riesgo, pero poco efecto sobre la probabilidad

de que se materialice. Hay tres niveles de riesgo que son importantes en la matriz de riesgo se muestra en la figura 4 El nivel inherente o bruto es el nivel de riesgo que estaría presente si no había controles en su lugar. El nivel actual es el nivel en el que existe el riesgo en el momento de la evaluación del riesgo, cuando sólo el control 1 está en su lugar. Esto se refiere a menudo como el nivel residual de riesgo.

El problema con que describe el nivel de corriente como el nivel residual es que hay una implicación de que el nivel de riesgo es estático y que la organización no puede realizar ninguna acción de mitigación de riesgos. El uso de la frase “nivel actual” da una sensación mucho más dinámica al proceso de gestión de riesgos y por lo que la frase se utiliza en este libro. Sin embargo, el nivel de riesgo que es de interés para los gestores de riesgos es el nivel objetivo. Esto se ilustra en la Figura 4 por la introducción del control 2, que está destinada a reducir el impacto del riesgo, de manera que el nivel objetivo de riesgo está dentro del cuadrante inferior izquierdo de la matriz de riesgo, o el tolerar zona / comodidad.

Cuando se trata de establecer el nivel de riesgo, un concepto que se utiliza a menudo por los profesionales de la salud y la seguridad está tratando de reducir el riesgo al nivel que es “tan bajo como sea razonablemente practicable” (ALARP). ALARP es uno de los principios fundamentales de la gestión de riesgos para los riesgos de salud y seguridad. No es necesario para gestionar el riesgo hasta el punto en que se elimina, pero hasta el punto en el coste de los controles adicionales excedería los beneficios. El concepto ALARP será tratado más adelante.

2.2.3.8.3 Seguridad del control

El efecto deseado de una medida de control individual se ilustra en la figura 4 no es posible que una organización debe estar absolutamente segura de que los controles siempre se aplican plenamente y serán tan eficaces como se esperaba lo requerido. Los controles tendrán que ser auditados con el fin de permitir que la confianza de que el control seleccionado se ha diseñado e implementado adecuadamente y se produce el efecto deseado.

Una consideración importante al llevar a cabo una evaluación de riesgos y en la evaluación de la eficacia de la gestión del riesgo en general, y las medidas de control de riesgos, en particular, es el nivel de confianza que debe ser colocado en un control en particular. Dos preguntas se deben responder: ¿Qué tan seguro estamos de que se ejecuta por completo y eficaz en la práctica? ¿Qué tan seguro estamos de que éste es el control correcto? y cuando hay escasa confianza en la eficacia de un control, será la función de auditoría interna probar el control y proporcionar información sobre el nivel probable de la variabilidad de los resultados, en caso de materializarse el riesgo.

Es responsabilidad de los auditores internos verificar que los controles correctos han sido seleccionados y están trabajando correctamente en la práctica. Los auditores internos se refieren a controles eficaces y eficientes, respectivamente, en la revisión de estos puntos.

La realización de las pruebas de los controles es una función clave cumplida por la auditoría interna y la importancia de las pruebas de los controles también debe ser reconocido por los profesionales de gestión de riesgos.

La administración necesita para recibir la garantía de un adecuado control y esto puede provenir de actividades de auditoría interna, o la medición de los resultados de las actividades y proyectos, así como de los informes de gestión. La responsabilidad de diseñar e implementar los controles y la auditoría de la eficacia y eficiencia de los controles debe ser asignado dentro de la documentación de la gestión de riesgos.

2.2.3.8.4 4 Ts de respuesta al riesgo del peligro

Figura 5 proporciona un diagrama del proceso de gestión del riesgo en relación con la gestión de riesgos de los peligros. Las opciones presentadas para la respuesta a los riesgos pueden ser descritos como la 4Ts de la gestión de riesgos, que son: tolerar, tratar, transferir y terminar.

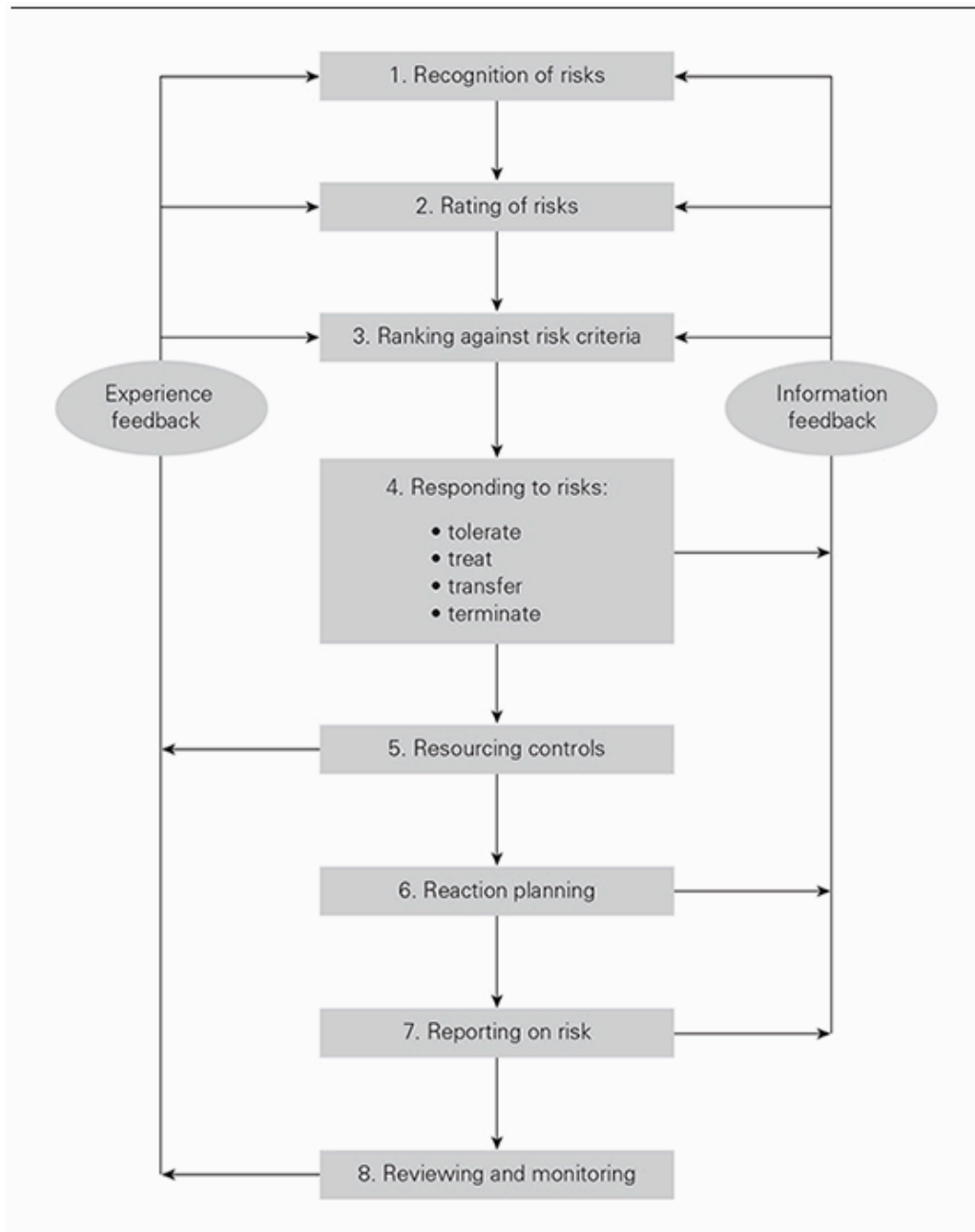


Figura 5 8Rs y 4Ts de la gestión de riesgos de peligros

Fuente: Elaboración propia, adaptación de (Hopkin, 2018)

Es posible ilustrar los 4Ts de respuesta a los riesgos en una matriz de riesgo simple y esto se hace en la figura 6. Esta cifra sugiere que, en cada uno de los cuatro cuadrantes de la matriz de riesgo, una de las 4Ts será dominante, como sigue:

- Tolerar será la respuesta dominante para los riesgos de baja probabilidad / bajo impacto.
- Tratar será la respuesta dominante con respecto a riesgos de alta probabilidad / bajo impacto.
- La transferencia será la respuesta dominante con respecto a riesgos de alto impacto / alto-verosimilitud.
- Terminar será la respuesta dominante para riesgos de alto impacto / alto-verosimilitud.

Las opciones para responder a los riesgos de oportunidad son identificadas como las 4Es y las decisiones respecto de las oportunidades de decisión se describe en términos de los 5Es. Es importante tener en cuenta que estas respuestas se representan como la respuesta dominante o muy probablemente en cada cuadrante, pero las circunstancias pueden dictar que puede ser necesaria otra respuesta, así, o en su lugar.

Diferentes y/o adicionales respuestas pueden ser apropiadas, dependiendo de las circunstancias. Por ejemplo, si los riesgos de alto impacto / alta probabilidad está incrustados dentro de las actividades críticas del objetivo y son inevitables. En este caso, no será posible para la organización terminar esos riesgos.

Una dificultad en la presentación de una matriz de riesgo simple de las 4Ts de respuesta al riesgo es que se reúnen en el centro. Es evidente que no puede ser tan simple como se sugiere, ya que un pequeño cambio en la probabilidad y el impacto de un riesgo puede cambiar desde el cuadrante terminar hasta el cuadrante tolerar. Un enfoque ligeramente modificado que hace que este análisis sea algo más realista es considerado en la sección "Técnicas de control de riesgos".

2.2.3.9 Control de Pérdida

2.2.3.9.1 Probabilidad de riesgo

Probabilidad del riesgo indica con qué frecuencia se espera un riesgo para materializarse. También se puede describir como la frecuencia de riesgos. Sin embargo, el uso de la frecuencia frase de riesgo supone que el riesgo se produce sobre una base regular. La posibilidad más general de riesgos término se utiliza a lo largo de este libro. probabilidad de riesgo se puede determinar de forma inherente a cualquier riesgo particular, o se puede determinar en el nivel

actual de riesgo, se presta atención a las medidas de control que se encuentran en su lugar.

Para los riesgos de amenazas, historia previa puede ser una buena indicación de la probabilidad de que el riesgo es que se produzca. Para una flota de vehículos de motor, no es seguro que será la historia de accidentes de vehículos y averías. Los controles estarán en el lugar para reducir la probabilidad de estos eventos. Una empresa de transporte por carretera debe evaluar la probabilidad de averías de vehículos de forma inherente y también sobre la base de los controles actuales. Hay, sin embargo, las dificultades para evaluar la probabilidad inherente de accidentes de vehículos, debido a que ciertos supuestos tendrían que ser tomadas en el efecto que la eliminación de los controles tendría sobre la probabilidad de accidentes.

Incluso si una evaluación de la probabilidad de ruptura a nivel inherente no puede llevarse a cabo, la compañía todavía tendrá que determinar la importancia del programa de mantenimiento de los vehículos en la prevención de averías de vehículos y si las actividades de mantenimiento proporcionan relación calidad-precio. En relación con los accidentes de vehículo, la empresa puede tener procedimientos de formación de conductores en su lugar y, de nuevo, la eficacia de estos procedimientos se puede determinar mediante la evaluación de los niveles inherentes y actuales de riesgo. Si los niveles de riesgo son evaluados al inherente o en el nivel actual, no hay duda de que la evaluación comparativa del rendimiento de la flota contra el desempeño promedio de la industria va a ser un ejercicio útil.

2.2.3.9.2 La magnitud del riesgo

La reducción de la magnitud de un riesgo es muy importante. Para los riesgos de amenazas, la magnitud se refiere a menudo como la gravedad inherente del riesgo que debe materializarse. La reducción en la gravedad global del riesgo de amenazas se logrará reducir tanto el impacto y las consecuencias cuando se produce el evento adverso.

Es posible que un grave incendio que se produzca la que da lugar a una considerable cantidad de daños a la propiedad y se considera que es muy grave y costosa. Sin embargo, para reducir la gravedad de un grave incendio, el requisito es reducir el impacto del fuego sobre las finanzas, la infraestructura, la

reputación y el mercado (FIRM) de la organización. Acciones para reducir el impacto se concentrarán en la limitación del daño en el momento del incendio y la contención de costes después del evento. Las consecuencias se relacionan con el efecto sobre la estrategia, la táctica, las operaciones y el cumplimiento (STOC) de la organización. La pérdida de control se refiere a la mitigación de la magnitud, el impacto y las consecuencias de un evento adverso.

2.2.3.9.3 La prevención de pérdidas

Las técnicas para la prevención de pérdida varían según el tipo de riesgo de peligros que se está considerando. Para los riesgos de salud y seguridad, prevención de pérdida está relacionada con la eliminación de la actividad por completo o asegurar que, por ejemplo, productos químicos peligrosos ya no se utilizan.

Para los riesgos a los edificios, las técnicas de prevención de pérdidas implican controles tales como la eliminación de las fuentes de ignición y la eliminación de fuentes de ignición y el control, la contención y la segregación de materiales inflamables o combustibles. técnicas de prevención de pérdidas también incluirán restricciones al consumo de tabaco y otras medidas adoptadas para reducir los comportamientos peligrosos por personas que utilicen los edificios.

Para fraude y robo de riesgos, técnicas de prevención de pérdida incluirán separación de responsabilidades incluyen la separación de responsabilidades y etiquetado de seguridad de los objetos de valor. técnicas de prevención de fraude también pueden implicar la investigación del preempleo.

2.2.3.9.4 La contención de costos

Cuando un riesgo se materializa a pesar de los esfuerzos dedicados a la prevención de pérdidas y los esfuerzos que se han puesto en la limitación del daño, puede seguir siendo una necesidad contener el costo del evento.

Otra consideración relevante para contención de los costos después de un incidente son las compañías de seguros. La mayoría de las pólizas de seguro de interrupción de daños / negocios materiales permitirán el pago de aumento del costo de operación.

2.2.3.10 Tolerar, Tratar, Transferir y Terminar (4Ts)

2.2.3.10.1 Las 4Ts de respuesta a los riesgos

Los riesgos significativos prioritarios de una organización son los que tienen:

- Alto o muy alto impacto en relación con la prueba de referencia para la significación;
- Alta o muy alta probabilidad de que se materialice en o por encima del nivel de referencia;
- Alto o muy alto alcance para una mejora rentable en el control.

Las opciones para responder a los riesgos pueden ser entonces identifica como el 4Ts. Apéndice B contiene información sobre las definiciones alternativas que son utilizados por diferentes publicaciones.

Más información y una breve descripción de cada uno de los 4Ts se proporcionan en la Tabla 11 La gestión de las 4Ts de los riesgos se puede resumir como:

- Tolerar;
- Tratar;
- Transferir;
- Terminar.

Tabla 11 Descripción de los 4Ts de respuesta a los riesgos

1.- Tolerar Aceptar / retener	La exposición puede ser tolerable sin ser tomada ninguna acción adicional. Evento si no es tolerable, la capacidad de hacer cualquier cosa sobre algunos riesgos puede ser limitada, o el costo de tomar cualquier acción puede ser desproporcionada en relación con los posibles beneficios obtenidos.
2.- Tratar Control / reducir	Con mucho, el mayor número de riesgos se abordará en esta forma. El propósito del tratamiento es que, mientras se continúa dentro de la organización con la actividad que da lugar al riesgo, la acción (control) se toma para limitar el riesgo a un nivel aceptable.
3.- Transferencia Seguros / contrato	Para algunos riesgos la mejor respuesta puede ser la transferencia de ellos. Esto podría hacerse por un seguro convencional, o puede hacerse mediante el pago de una tercera parte a tomar el riesgo de otra manera. Esta opción es especialmente buena para la mitigación de riesgos financieros o riesgos para los activos.
4.- Terminar Evitar / eliminar	Algunos riesgos sólo serán tratables o contenible a niveles aceptables, terminando la actividad. Debe tenerse en cuenta que la opción de cese de actividad puede ser muy limitada en el gobierno, en comparación con el sector privado.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Hopkin, 2018)

Figura 6 sugiere que existe una respuesta dominante en relación con cada uno de los 4Ts, de acuerdo con la posición del riesgo en una matriz de riesgo. Para los riesgos que son baja probabilidad / bajo impacto, la respuesta principal es tolerar. Para los riesgos que son alta probabilidad / bajo impacto, la respuesta principal es tratar. Para los riesgos que son baja probabilidad / alto impacto, la respuesta principal es la transferencia, y de los riesgos que son alta probabilidad / alto impacto, la respuesta principal es terminar.

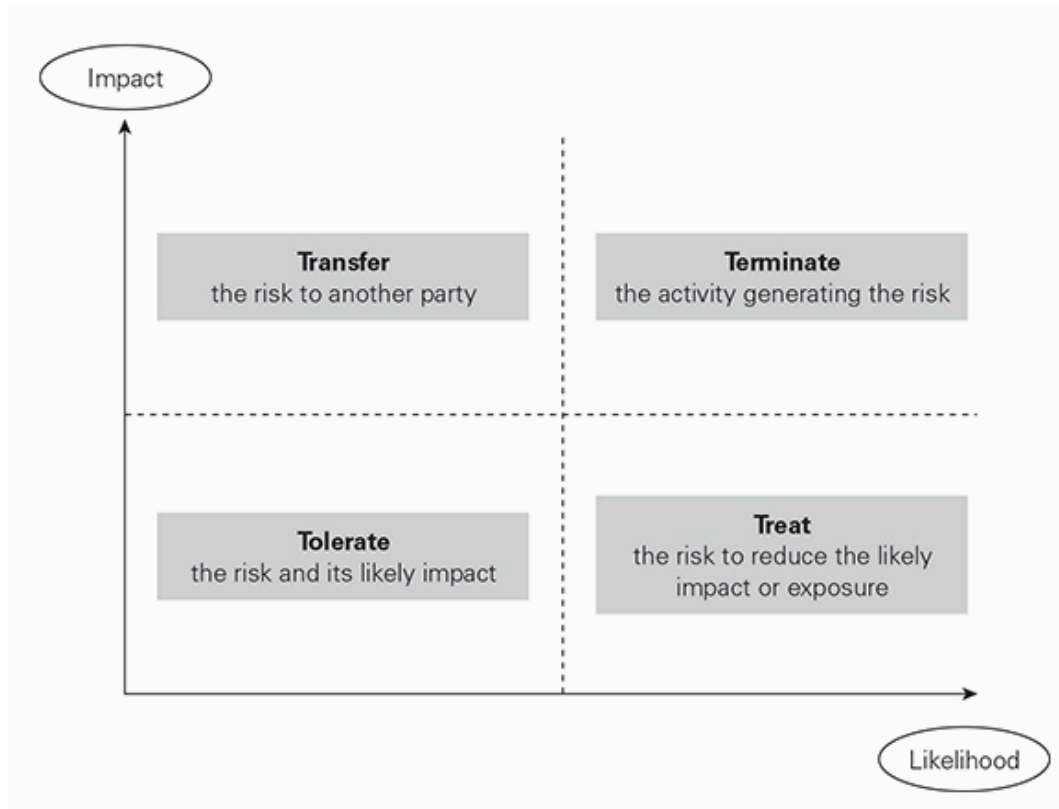


Figura 6 Matriz de riesgos y el peligro del hombre 4Ts

Fuente: (Hopkin, 2018)

2.2.3.10.2 Tolerar el riesgo

La tolerancia al riesgo se define en la Guía 73 como la disponibilidad de la organización o de las partes interesadas para soportar el riesgo después del tratamiento del riesgo con el fin de lograr sus objetivos. La guía a continuación añade que la tolerancia al riesgo puede ser influenciada por los requisitos legales o reglamentarias (cumplimiento). El comentario sobre los requisitos legales o reglamentarias es muy relevante, en el que las organizaciones a menudo tienen que tolerar un riesgo debido a los requisitos legales o reglamentarias, incluso en circunstancias en las que la organización que de otro modo no desean tolerar ese riesgo. Cabe señalar que la tolerancia se refiere a un riesgo específico o individual, en lugar del enfoque más general representada por el apetito de riesgo. El apetito de riesgo se refiere a la cantidad y tipo de riesgo de que una organización está dispuesta a perseguir o retener.

No es habitual que un riesgo pueda ser aceptado o tolerado antes se hayan aplicado las medidas de control de riesgos. En términos generales, el riesgo sólo se vuelve tolerable cuando se han puesto todas las medidas de control rentables en su lugar, por lo que la organización está aceptando y tolerando el riesgo en su nivel actual. Ciertas medidas de control pueden haber sido aplicadas debido a que el nivel inherente del riesgo puede haber sido inaceptable.

A veces riesgos sólo se aceptan como parte de una disposición en la que un riesgo se equilibra contra otro. Esta es una descripción simple de neutralizar o cobertura de riesgos, pero en un nivel de negocio que esto puede representar una decisión estratégica fundamental importancia. Por ejemplo, una compañía eléctrica que opera de forma independiente en los estados del norte de los Estados Unidos puede tener que aceptar el impacto de la variación de la temperatura en las ventas de electricidad. Bey fusión (o la creación de una empresa conjunta) con una compañía de electricidad en los estados del sur, norte / sur operación combinada será capaz de suavizar la variación relacionada con la temperatura en las ventas de electricidad. La operación combinada entonces vender más electricidad en los estados del norte durante el tiempo frío,

2.2.3.10.3 Tratar el riesgo

ISO 31000 considera que “el tratar riesgo” es la principal partida en la que existen varias opciones, tales como:

- Evitando el riesgo al decidir no iniciar o continuar con la actividad;
- Tomando o aumentando el riesgo con el fin de perseguir una oportunidad;
- Extracción de la fuente de riesgo;
- Cambio de la probabilidad o las consecuencias; compartir el riesgo con otra parte o partes;
- Retener el riesgo por decisión informada.

Riesgo de transferencia

En algunos casos, la transferencia del riesgo está estrechamente relacionado con el deseo de eliminar o poner fin al riesgo. Sin embargo, muchos riesgos no pueden ser transferidos al mercado de seguros, ya sea por prohibitivamente

altas primas de seguros o porque los riesgos en cuestión han (tradicionalmente) no se ha asegurable.

La transferencia del riesgo puede lograrse mediante los seguros convencionales y también por acuerdo contractual. También puede ser posible encontrar un socio de empresa conjunta, o algún otro medio de compartir el riesgo, por lo tanto, la cobertura de riesgos o neutralización pueden ser considerados como una opción de transferencia de riesgo, así como una opción de tratamiento del riesgo.

2.2.3.10.4 Terminar riesgo

Cuando un riesgo es a la vez de alta probabilidad y alto impacto potencial, la organización desea terminar o eliminar el riesgo. Puede ser que los riesgos de la negociación de una cierta parte de los riesgos ambientales asociados a continuar el uso de ciertos productos químicos mundo o son inaceptables para la organización y / o sus grupos de interés. En estas circunstancias, las respuestas apropiadas serían eliminación del riesgo por detener el proceso o actividad, la sustitución de una actividad alternativa o la externalización de la actividad que se asocia con el riesgo.

Una organización puede desear poner fin a un riesgo, pero podría darse el caso de que la actividad que da lugar a que es fundamental para el funcionamiento operativo de la organización. En tales circunstancias, la organización puede no ser capaz de interrumpir o eliminar el riesgo por completo y por lo tanto será necesario aplicar medidas de control alternativas.

Es probable que tales medidas de control serán una combinación de tratamiento y transferencia de riesgos. A medida que se aplican estas medidas de control, el nivel de riesgo se trasladará a un nivel en el que la organización será capaz de tolerar el riesgo. Debido a la naturaleza variable de los riesgos, puede que no sea posible conseguir todos los riesgos a un nivel que está dentro del apetito por el riesgo de la organización. La organización puede encontrar que tiene que tolerar riesgos más allá de su apetito de riesgo empírico con el fin de seguir llevando a cabo una determinada actividad.

2.2.3.10.5 Respuesta estratégica al riesgo

El enfoque global de la gestión de riesgos de control y de oportunidad es similar al enfoque adoptado para la gestión de riesgos de desastres. Sin embargo, existen suficientes diferencias en la gama de opciones disponibles para que éstas se presenten por separado. Vale la pena recordar que los proyectos suelen reflejar y poner en práctica las tácticas que se están empleando para implementar la estrategia.

Figura 6. ilustra las 4Ts de la gestión del riesgo de amenazas y el tipo de controles que tienen más probabilidades de ser asociado con cada tipo de respuesta al riesgo de peligro. Los tipos de controles se consideran a continuación.

Figura 7 sugiere que hay una serie de respuestas disponibles para la gestión de riesgos de oportunidad. Desarrollo e implementación de la estrategia eficaz y eficiente requerirá la evaluación del nivel de riesgo asociado a cada estrategia disponible y el nivel de recompensa que la estrategia va a entregar.

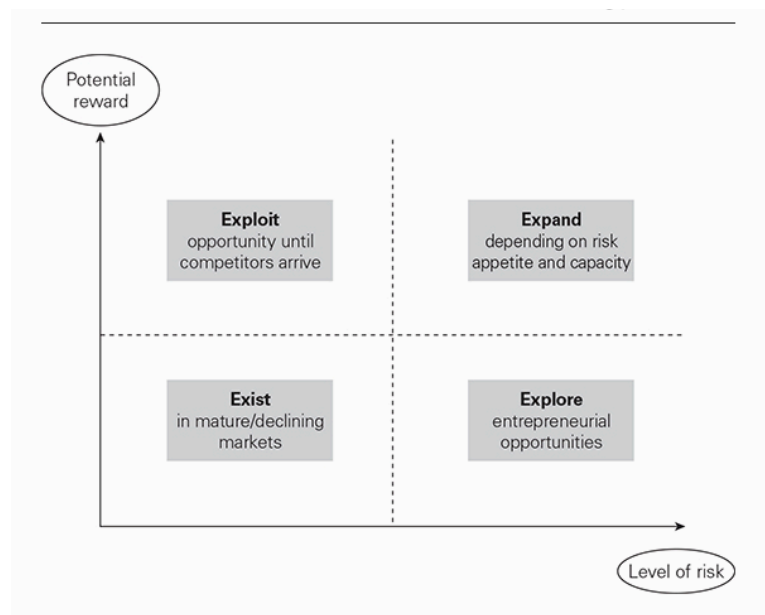


Figura 7 Riesgo contra recompensa en la estrategia

Fuente: (Hopkin, 2018)

Los 4E de la gestión de oportunidades se establecen como las que existen, explorar, explotar y salir. Existe una estrecha relación entre el 4Es y el estado de la organización, como se ilustra en la figura 7 Una operación de puesta en

marcha se enfrentará a un nivel más alto de riesgo y bajos posibles recompensas.

Las oportunidades empresariales serán exploradas en este momento. A medida que la organización crece, las recompensas potenciales aumentarán mientras que el nivel de riesgo seguirá siendo alto. La organización tratará de alcanzar el crecimiento, pero puede sentir que el crecimiento es demasiado lento o el nivel de riesgo sigue siendo demasiado alta, y si por lo que saldrá de esas operaciones.

La figura 8 muestra un refinamiento a la figura 7 en que el área de alto riesgo y potencialmente alta recompensa se evalúa en un poco más de detalle, teniendo en cuenta el apetito de riesgo. Una organización puede encontrar que tiene una oportunidad de negocio viable, pero no tiene los recursos para explotar por su cuenta. En estas circunstancias, la organización tiene tres opciones principales. Se puede salir de la oportunidad porque no odas tienen el apetito por el riesgo o riesgo de capacidad para perseguir esa oportunidad. Se puede vender la oportunidad a una organización que tiene el apetito, la capacidad y los recursos para explotar la oportunidad o puede tratar de compartir esa oportunidad.

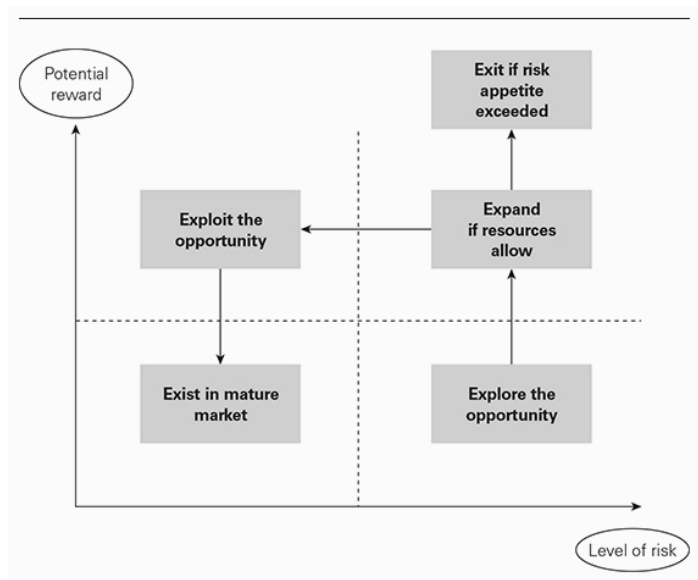


Figura 8 Riesgos de oportunidad y el apetito de riesgo

Fuente: (Hopkin, 2018)

2.2.3.11 Técnicas de control de riesgos

2.2.3.11.1 Tipos de controles

Hay una serie de controles que se pueden aplicar a aventurar riesgos. El sistema de clasificación más conveniente es describir estos controles como preventivo, correctivo, directiva y de detección. Este es el sistema de clasificación de riesgo se sugiere en el Libro Naranja. La tabla 12 proporciona una descripción más detallada de cada uno de estos cuatro tipos de controles de peligros.

Tabla 12 Descripción de los tipos de controles de peligros

1.- Preventivos (Terminar)	Estos controles están diseñados para limitar la posibilidad de un resultado no deseado que se dio cuenta. El más importante es detener un resultado no deseado, entonces el más importante es la implementación de controles de prevención adecuados.
2.- Correctivos (tratar)	Estos controles están diseñados para limitar el alcance de la pérdida y reducir cualquier resultado indeseable que se han realizado. También pueden proporcionar una vía de recurso para lograr una cierta recuperación de la pérdida o daño.
3.- Directivos (transferir)	Estos controles están diseñados para asegurar que se consigue un resultado particular. Se basan en dar instrucciones a la gente sobre cómo asegurar que las pérdidas no se produzcan. Son importantes, pero dependen de que las personas sigan los sistemas de trabajo seguros establecidos.
4.- Detectivos (tolerar)	Estos controles están diseñados para identificar ocasiones en que se han dado cuenta de resultados no deseados. Su efecto es, por definición, "después del evento" por lo que sólo son apropiadas cuando es posible aceptar que se ha producido la pérdida o daño.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Hopkin, 2018)

En relación con los riesgos de los peligros, las opciones de control de preventivo, correctivo, directivo y de detección (PCDD) representan una clara jerarquía de control. La relación entre estos cuatro tipos de controles y el riesgo dominante de respuesta para diferentes niveles de riesgos se ilustra en la matriz de riesgo se muestra en la Figura 9. La Tabla 12 da ejemplos de estos cuatro tipos de controles con relación a los riesgos de salud y seguridad.

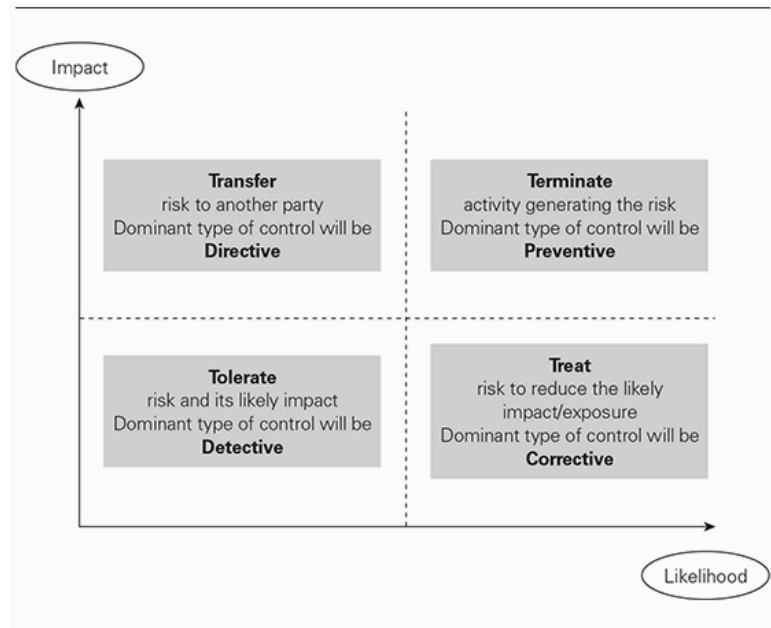


Figura 9 Tipos de controles para los riesgos de peligros (amenazas)

Fuente: (Hopkin, 2018)

Tabla 13 Ejemplos de la jerarquía de control de peligros

Categoría genérica de control	Jerarquía de controles para los riesgos de salud y seguridad	Jerarquía de controles para los riesgos de fraude
Preventivo	La eliminación o remoción de las fuentes del peligro Las sustituciones del peligro con algo menos riesgoso	Límite de la autorización y la separación de funciones. Evaluación previa al empleo del personal con potencial menos riesgoso.
Correctivo	La contención de ingeniería utilizando barreras o protecciones. Reducción de la exposición por la rotación de puestos o limitación de las horas trabajadas.	Contraseñas u otros controles de acceso. La rotación del personal y el cambio regular de los supervisores
Directivo	Capacitación y supervisión para hacer cumplir los procedimientos. Equipo de protección personal y	Sistemas y procedimientos escritos detallados y accesibles. Capacitación, entrenamiento que garantice la comprensión de los

	la mejora de los servicios de bienestar.	procedimientos.
Detectivo	Vigilancia de la salud para informarse acerca de los síntomas potenciales. Vigilancia de la salud para encontrar los primeros síntomas. Salud, vigilancia para encontrar los primeros síntomas	La reconciliación, la auditoría y la revisión por auditoría interna. Política de denuncia de irregularidades para informar (presunto) fraude.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Hopkin, 2018)

Los controles preventivos están diseñados para limitar la ocurrencia de un evento peligroso. La mayoría de los controles implementados en las organizaciones, en respuesta a los riesgos de peligros son controles preventivos. Para los riesgos de salud y seguridad, controles preventivos incluyen la sustitución de un material menos peligroso en la actividad o confinando la actividad eliminando la exposición del empleado a polvo o vapores. Ejemplos de controles preventivos para los riesgos de fraude se muestran en la Tabla 13.

Los controles correctivos están diseñados para corregir circunstancias indeseables y reducir la exposición al riesgo inaceptable. Tales controles proporcionan un método clave mediante el cual el riesgo es tratado para que sea menos probable que ocurra y/o el impacto se reduce mucho. En términos generales, los controles correctivos se diseñan para corregir la situación. Por ejemplo, las guardas de máquinas son controles correctivos.

La representación bow-tie del proceso de gestión de riesgos es una manera conveniente de ilustrar el papel de los cuatro tipos de controles. Los controles preventivos son relevantes para la acción que se toman antes de que ocurra el evento. La naturaleza de los controles de detección significa que se relacionan con las circunstancias después de ocurrido el evento. Los controles correctivos y directivos pueden ser relevantes para la prevención de pérdidas, la limitación del daño, la limitación del daño y la contención de costes. Estas son las tres fases del control de la pérdida. La relevancia de los tipos de controles para la presentación de bowtie del proceso de gestión de riesgos se muestra en la figura 10.

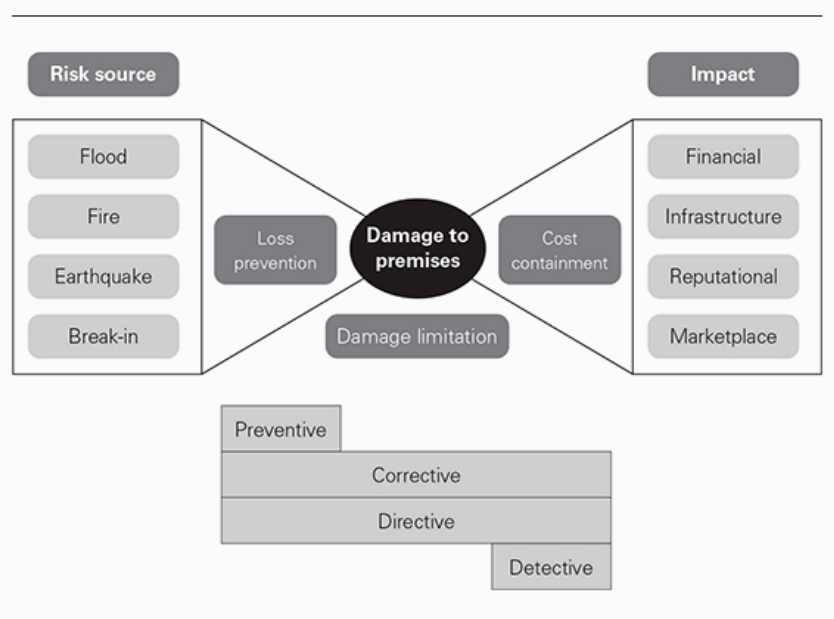


Figura 10 Bow-tie y los tipos de controles.

Fuente: (Hopkin, 2018)

2.2.3.11.2 Zonas de riesgo de peligros

Aunque los 4Ts de respuesta al peligro puede ilustrarse en una matriz de riesgo simple, tal como la figura 10 las opciones no son tan claras. Se puede observar que las opciones de tolerar y poner fin se encuentran en el centro de la matriz de riesgos. No es sensato sugerir que un pequeño aumento en la probabilidad de riesgo y el impacto potencial cambiaría por completo el enfoque de la organización a ese riesgo particular.

La figura 11 proporciona un análisis ligeramente más realista proporcionando un diagrama que se basa en la figura 9. La figura 11 ilustra que hay tres zonas de la matriz de riesgo, como la zona preventiva y zona correctiva combinan en una zona central. La zona de confort es principalmente para eventos de baja probabilidad / bajo impacto. Como puede verse, hay un nivel de impacto potencial que siempre va a estar dentro de la zona de confort. Del mismo modo, existe un nivel de probabilidad del riesgo de que siempre se considera que es tan baja que no va a ocurrir.

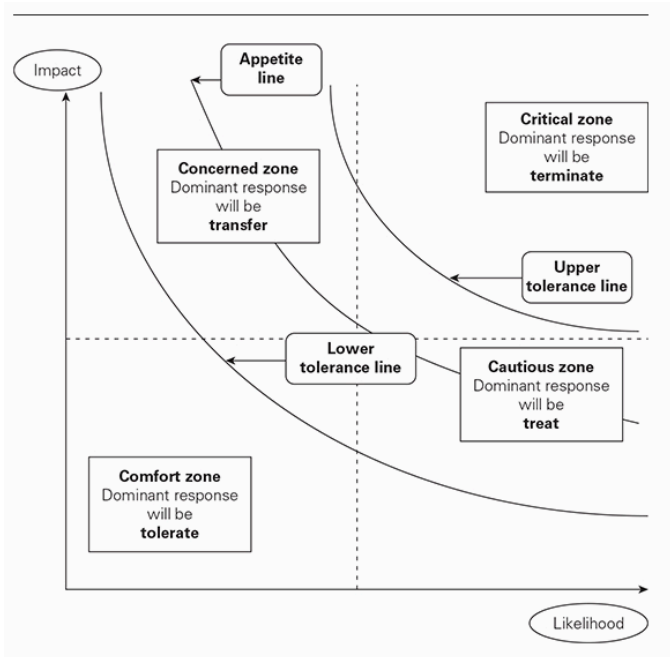


Figura 11 Zonas de riesgo de peligros

Fuente: (Hopkin, 2018)

Sin embargo, como la probabilidad de riesgos y aumento potencial de impacto, se alcanza un punto donde se requiere juicio acerca de si el riesgo está por encima de la línea de tolerancia inferior y dentro de los límites de tolerancia para la organización.

2.2.3.12 Control de los riesgos de peligros seleccionados

2.2.3.12.1 Coste de los controles de riesgo

El nivel inherente de un riesgo es el nivel de riesgo sin medidas de control aplicadas. Esto se refiere a veces como el nivel bruto del riesgo. El nivel actual de riesgo es el nivel que tiene en cuenta las medidas de control en vigor. Esto se refiere a veces como el nivel neto de riesgo o el riesgo residual. A lo largo de esta sección, "nivel actual" ha sido utilizado en lugar de "nivel residual", porque esto implica un enfoque mucho más dinámico para la gestión de riesgos.

Figura 12 proporciona una ilustración del efecto de control o vector de control cuando los controles se ponen en marcha. Al considerar los niveles de riesgo inherentes, intermedios (cuando más de un control está en su lugar) y de destino, la organización debe ser consciente de los costos involucrados en la implementación de controles. Los costos de las medidas de control deben ser

consideradas como parte del costo total del riesgo de la organización. La organización puede evaluar si los controles establecidos son rentables.

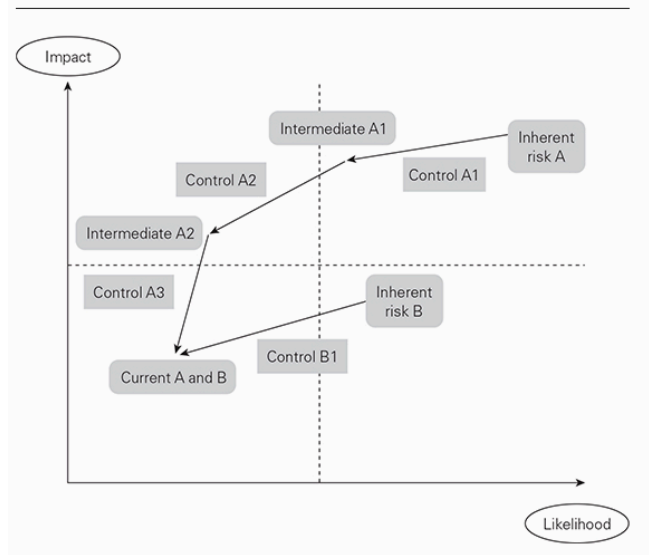


Figura 12 Ilustración del efecto de control

Fuente: (Hopkin, 2018)

Como puede verse en la figura 12, una serie de líneas se puede extraer para el Riesgo A para representar el efecto de cada medida de control de riesgo individual. Es obvio que cuanto más tiempo la línea, mayor es el efecto del control.

Al seleccionar e implementar los controles, es importante garantizar que los controles rentables son seleccionados. Figura 13 parcelas aumentando el nivel de control (eje horizontal) contra tanto el aumento del costo de los controles y la pérdida potencial reductor (eje vertical) contra tanto el aumento del costo de los controles y la pérdida potencial reductor (eje vertical). Al añadir el coste total de los controles y la pérdida potencial equivalente para cada nivel de control, la figura ilustra que hay un nivel óptimo de control que representa el costo combinado más bajo como una suma del control de costos y el nivel potencial de pérdidas.

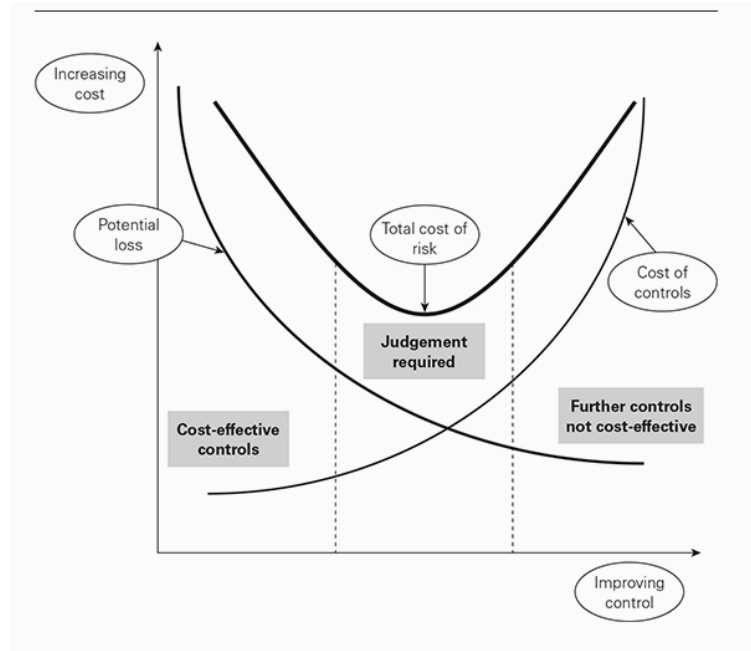


Figura 13 controles rentables

Fuente: (Hopkin, 2018)

En puede verse en la figura 13 que una reducción significativa en la pérdida de potencial se consigue con la introducción de controles de bajo costo. Esta sección del diagrama está etiquetada “controles rentables”. La sección central del diagrama ilustra que un mayor gasto en controles logra una reducción en el coste neto del riesgo hasta un cierto punto. En este segmento, se requiere un juicio sobre si se debe gastar la suma adicional en los controles. En la parte derecha del diagrama, un mayor gasto en controles logra sólo una reducción marginal en la pérdida potencial. En este segmento, más controles no son rentables.

2.2.3.12.2 Control de los riesgos de infraestructura

Salud y seguridad en el trabajo

Uno de los principales motivos de preocupación en relación con el riesgo de la infraestructura de las organizaciones es la salud y seguridad en el trabajo. Este es un tema altamente regulado que debe ser una preocupación prioritaria para todas las organizaciones. Es una disciplina bien establecida dentro de la gestión de riesgos, aunque a menudo se gestiona como una función independiente.

Las características de una evaluación de riesgos incluyen la identificación del peligro, la identificación de los que podrían ser herido por el peligro y el análisis de la gravedad de lo que sería si se produjo una lesión. Detalle de los controles y precauciones en el lugar, junto con la información sobre las nuevas medidas que se requieren, también debe ser incluido como parte de la evaluación de riesgos. El único propósito de llevar a cabo una evaluación de riesgos es asegurar que los controles son adecuados y que la gente no está en riesgo de manera inapropiada.

Hay una jerarquía de controles que está bien establecido en relación a los riesgos de salud y seguridad y de esta jerarquía se establece en la Tabla 13 las categorías generales de control genérico de preventivo, correctivo, directiva y de detección también controles se aplican a los riesgos de fraude, y en la Tabla 13 se muestran las categorías equivalentes de control de fraude en comparación con la terminología bien establecido para la jerarquía de la salud y la seguridad en los controles de trabajo.

La gama de riesgos en el trabajo que se debe considerar cuando se lleven a cabo evaluaciones de riesgo dependerá de la naturaleza exacta de las organizaciones. una guía detallada está disponible en la gestión de los riesgos específicos de salud y seguridad, incluyendo:

- Maquinaria peligrosa;
- Sistemas de presión;
- El ruido y la vibración;
- Seguridad ELECTRICA;
- Sustancias peligrosas;
- Elevación y manipulación manual;
- Los resbalones, tropezones y caídas;
- Pantalla de visualización;
- Los factores humanos y lesión por esfuerzo repetitivo;
- Radiación;
- Vehículos y riesgos de conducción;
- Seguridad contra incendios;
- El estrés en el trabajo.

Propiedad de protección contra incendios

Una de las causas más comunes de pérdida y la interrupción de los procesos mineros es el fuego. Más de la mitad de las organizaciones que sufren un gran incendio no pueden recuperarse por completo del evento.

Según (Paredes & Silverio, 2009) las causas de incendio en minería metálica son diversas entre ellas podemos citar: uso de equipos e instalaciones eléctricas, uso de soldadura en interior mina, uso de explosivos, ignición de polvos, gases y vapores, incendios provocados, combustión espontánea del azufre en sulfuros. Otros como chispas de locomotoras, carburo usado y abandonado en ciertos lugares de la mina, impacto de un rayo, etc. Asimismo afirma que se tienen varias formas de combatir los incendios en minas subterráneas como inundación de la zona incendiada, sofocación del incendio, uso de lodos y relleno hidráulico. Este último es el más efectivo, especialmente en incendios de gran magnitud. Las formas efectivas de prevención de incendios en operaciones mineras subterráneas son: Evitar derrumbes eligiendo un método de minado apropiado, no usar material inflamable en sostenimiento o en barreras aislantes del fuego, disparar en los frentes de avance solo cantidades de materiales que puedan ser extraídas antes de generar altas temperaturas, no usar para relleno materiales con contenido de pirita, etc.

La razón más importante para tener precauciones contra incendios en su lugar es para proteger la seguridad de las personas que puedan verse afectadas por el fuego.

2.2.3.12.3 Riesgos de Recursos Humanos

Todas las organizaciones requieren una plantilla de personal / contratistas y / o voluntarios empleados. Por lo tanto, siempre habrá riesgos de recursos humanos vinculados a la operación de cada organización, independientemente de su tamaño, la naturaleza y la variedad de actividades que realiza.

Hay una serie de áreas de riesgo asociados a la contratación de personal y la utilización de los recursos humanos dentro de la organización:

- compromiso de los empleados y terminación;
- el cumplimiento legislativo y reglamentario;
- El reclutamiento, la retención y la disponibilidad de habilidades;
- sistema de pensiones;

- El rendimiento y la gestión de las ausencias;
- Salud y seguridad.

Las grandes organizaciones suelen tener personal y / o recursos humanos conocimientos disponibles en un departamento de recursos humanos. Ha habido un sentimiento general de que gran organización están más expuestos a los riesgos de recursos humanos que las pequeñas. Esta creencia se ha basado en la idea de que la gente se conoce mejor en organizaciones pequeñas y hay un menor número de individuos involucrados, por lo que existen relaciones de trabajo más estrecha en toda la organización. Se ha supuesto que estas relaciones de trabajo más estrechas significan que la organización es menos vulnerable a la acción legal u otra interrupción causada por problemas de personal.

Las organizaciones necesitan para establecer las modalidades que aseguren el pleno cumplimiento del empleo correspondiente, para asegurarse de que no hay discriminación sobre la base del origen étnico o capacidad física. Cuando se construye sobre estos requisitos legales básicos, las organizaciones deben mirar las oportunidades que surgirán de tener prácticas de reclutamiento de apoyo, clara y beneficiosa, de retención y de empleo.

2.2.3.13 Proceso de gestión de riesgos

El propósito principal del proceso de gestión de riesgos es permitir que la organización evalúe los riesgos existentes o potenciales que pueden enfrentar, evalúe los riesgos comparando los resultados del análisis de riesgos con los criterios de riesgo establecidos y trate dichos riesgos utilizando las opciones de tratamiento de riesgos. La organización debe utilizar dicho proceso en el proceso de toma de decisiones.

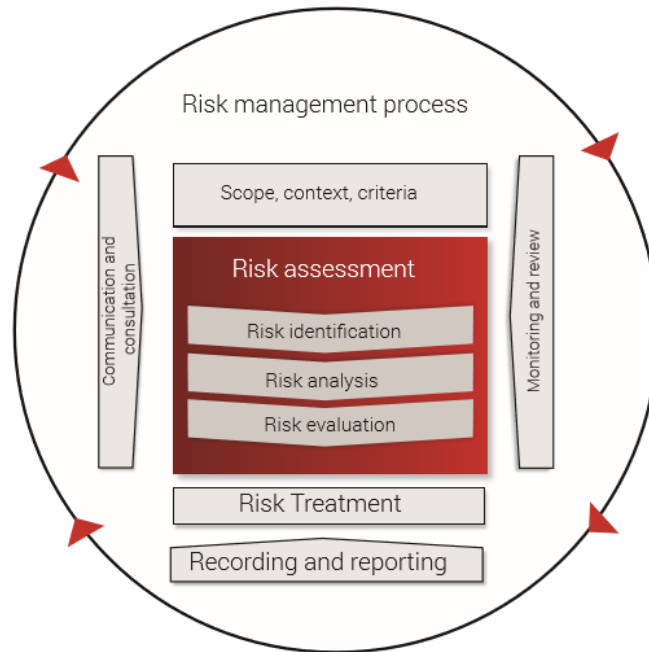


Figura 14 : Proceso de la gestión de riesgos

Fuente (Lachapelle, 2018) ISO 31000: 2018

2.2.3.13.1 Estableciendo el contexto

Al establecer el contexto, la organización debe tener en cuenta el entorno externo de la organización (político, social, etc.) y el entorno interno (objetivos, estrategias, estructuras, ética, disciplina, etc.). El contexto de la organización debe entenderse antes de poder identificar toda la gama de riesgos. Además, la organización debe definir el alcance y los límites relacionados con el proceso de gestión de riesgos e identificar todas las restricciones que afectan el alcance. Después de identificar las restricciones, la organización debe definir los criterios de riesgo que se utilizarán durante todo el proceso.

2.2.3.13.2 Identificación de riesgos

La identificación de riesgos debe ser un proceso formal y estructurado que incluya fuentes de riesgo, eventos, sus causas y sus posibles consecuencias. En pocas palabras, la identificación de riesgos se trata de la creación de una lista completa de riesgos (internos y externos) que enfrenta la organización, y puede incluir aportes de fuentes como datos históricos, análisis teóricos, opciones de

expertos y las necesidades de los interesados. El proceso de identificación de riesgos permite a la organización identificar sus activos, fuentes de riesgo, eventos de riesgo, medidas existentes y consecuencias. Al identificar dichos elementos, la organización estará lista para comenzar el proceso de análisis de riesgos.

2.2.3.13.3 Análisis de riesgos

La organización debe analizar cada riesgo que se identificó en el paso anterior. Sobre la base del nivel de riesgo que se determina después del análisis de riesgos, la organización puede definir si el riesgo es aceptable o no. Como tal, si el riesgo resulta inaceptable, la organización puede tomar medidas para modificar el riesgo para que se corresponda con el nivel aceptable de riesgo.

La organización debe usar una técnica formal para considerar la consecuencia y la probabilidad de cada riesgo, y estas técnicas pueden ser cualitativas, semi cuantitativas, cuantitativas o una combinación de ellas, según las circunstancias y el uso previsto.

2.2.3.13.4 Evaluación de riesgos

Este paso ofrece a la organización la oportunidad de contar con un mecanismo que les ayuda a clasificar la importancia relativa de cada riesgo, para que se pueda establecer una prioridad de tratamiento.

De acuerdo a la Universidad de Western Sydney de Australia (Western Sydney University, 2015) nos plantea el siguiente procedimiento para la evaluación de riesgos:

2.2.3.13.5 Paso 1: Identificación de peligros

La legislación requiere que, en consulta con los trabajadores identifiquen todos los riesgos potencialmente peligrosos.

Cosas o situaciones que pueden causar daño. En general, es probable que se encuentren peligros en lo siguiente;

- Ambiente de trabajo físico.
- Equipos, materiales o sustancias utilizadas.
- Tareas de trabajo y cómo se realizan.

- Diseño y gestión de obra.

Para identificar peligros se recomienda revisar lo siguiente:

- Examinar los incidentes / accidentes pasados para ver qué sucedió y si el incidente / accidente puede volver a ocurrir.
- Se debe consultar a los empleados para averiguar qué consideran como problemas de seguridad; es decir, preguntar a los trabajadores sobre los peligros presentes en los accidentes. A veces una encuesta o un cuestionario puede ayudar a los trabajadores a proporcionar información sobre los peligros en el lugar de trabajo.
- Las áreas de trabajo o los sitios de trabajo deben ser inspeccionados o examinados para averiguar qué está sucediendo ahora. Identificado los peligros, deben ser documentados para permitir acciones futuras. El ambiente de trabajo, herramientas y equipos también. Como tareas y procedimientos deben ser examinados por riesgos para WHS.
- Información sobre el equipo (instrucciones de operación) y hojas de datos de seguridad de materiales deben ser revisados para determinar las precauciones de seguridad relevantes.
- Se da la bienvenida al pensamiento creativo sobre lo que podría salir mal, es decir, qué evento peligroso podría tomar ¿Lugar aquí?

En la práctica, cualquier peligro que se identifique mediante este proceso debe registrarse en una Hoja de Evaluación de Riesgos y determinación de controles.

2.2.3.13.6 Paso 2: Evaluación de riesgos

La evaluación de riesgos implica considerar los posibles resultados de una persona expuesta a un peligro y la probabilidad de que está ocurriendo. Una evaluación de riesgos ayuda a determinar:

- Qué grave es el riesgo.
- Si las medidas de control existentes son efectivas.
- Qué medidas se deben tomar para controlar un riesgo.
- Con qué urgencia se debe tomar una acción.

Una evaluación de riesgos debe incluir:

- Identificar los factores que pueden estar contribuyendo al riesgo,

- Revise la información de salud y seguridad que esté razonablemente disponible de una fuente autorizada y que esté relevante para el peligro particular,
- Evaluación de cuán severo podría ser el daño. Esto incluye mirar los tipos de lesiones / enfermedades / daños que pueden resultar del peligro, la cantidad de personas expuestas, posibles efectos de la cadena de la exposición a este peligro.
- Evaluación de cómo un peligro puede causar daño. Esto incluye examinar cómo se completa el trabajo, si las medidas de control existentes están implementadas y si controlan el daño, observando las situaciones poco frecuentes / anormales situaciones, así como situaciones operativas estándar. Una cadena de eventos relacionados con un riesgo puede necesitar ser considerado.
- Determinar la probabilidad de que ocurra un daño. El nivel de riesgo aumentará a medida que la probabilidad de daño y su severidad aumenta. La probabilidad de que ocurra un daño puede verse afectada por la frecuencia con que se complete la tarea, en qué condiciones, cuántas personas están expuestas al peligro y por qué duración.
- Identificar las acciones necesarias para eliminar o controlar el riesgo,
- Identifique los registros que es necesario mantener para garantizar que los riesgos se eliminen o se controlen.
- También se deben identificar otros factores de riesgo, ya que pueden contribuir al riesgo.
- Las instalaciones de trabajo y el entorno de trabajo, incluida su disposición y condición,
- La capacidad, habilidad, experiencia y edad de las personas que normalmente realizan un trabajo,
- Los sistemas de trabajo utilizados; y
- El rango de condiciones razonablemente previsibles.

El proceso de evaluación del riesgo se lleva a cabo mediante la revisión de la información disponible sobre el peligro (por ejemplo, legislación, Normas australianas, Código de práctica de la industria o material de orientación sobre el peligro) y mediante el uso de su trabajo personal y la experiencia sobre qué tipo

de daño podría crear el peligro y qué tan probable es que esto suceda. Al determinar cómo es probable que una persona pueda estar expuesta a un peligro, se debe tener en cuenta estos “factores de exposición”:

- ¿Hay otros factores de riesgo que aumentan la probabilidad de exposición?
- ¿Con qué frecuencia está expuesta la persona (frecuencia)?
- o ¿por cuánto tiempo está expuesta la persona (duración)?
- ¿Cuántas personas están expuestas?
- la dosis probable a la que la persona está expuesta.
- cualquier nivel de exposición legislativo o recomendado requerido por las autoridades legales.

2.2.3.13.7 Paso 3: Controlar los riesgos

Una vez que se determina una calificación de riesgo, cada peligro debe tener sus medidas de control de riesgo existentes evaluadas utilizando la tabla de evaluación de la eficacia del control. Esto permite la determinación de cualquier requisito adicional necesario.

Tabla de evaluación de la eficacia del control

¿Control bien diseñado?		¿Efectivamente implementado?	
3	Necesita implementar	3	Deficiente
2	Adecuado	2	marginal
1	Fuerte	1	Efectivo

2.2.3.13.8 Paso 4: Implementar controles adicionales

Luego de haber identificado los peligros en su lugar de trabajo, evaluar sus riesgos y revisar los controles existentes, todos los peligros deben manejarse antes de que las personas se lastimen, se enfermen o haya daños a la planta, a la propiedad o al medio ambiente.

La gestión de riesgos en el lugar de trabajo requiere la eliminación de riesgos en la medida en que sea razonablemente posible en la primera fase. Ejemplo. Cuando la eliminación no es posible, entonces los riesgos deben

minimizarse, en la medida de lo posible. Todos los peligros que se han evaluado deben tratarse en orden de prioridad. La opción de control más efectiva debe seleccionarse para eliminar o minimizar los riesgos. La jerarquía de controles (ver el diagrama a continuación) clasifica las opciones de control desde el más alto nivel de protección y confiabilidad hasta el más bajo. Esto debe usarse para determinar el control (es) más efectivo(s).

Jerarquía de controles

Medidas de control de nivel 1 - Eliminar el peligro

Las medidas de control más efectivas eliminan el peligro y los riesgos asociados. Esto se puede lograr mediante la eliminación del peligro o la selección de productos o equipos alternativos para eliminar el riesgo. Si un peligro no puede ser eliminado, entonces se puede minimizar los riesgos mediante medidas de control más bajas.

Medidas de control de nivel 2

Estos se utilizan para minimizar los riesgos e implican o una combinación de los siguientes;

- **Sustituir el peligro:** sustituir una sustancia, método o material para reducir el riesgo o el peligro.
- **Aísle el peligro:** separe el peligro del lugar de trabajo o de las personas, por ejemplo: Un almacén de productos químicos, o un laboratorio mantenido cerrado excepto a una persona autorizada, bloqueo de equipos defectuosos, protección adecuada para la maquinaria.

Utilizar controles de ingeniería: modificar maquinaria o planta existente o compra de diferentes maquinarias o plantas para brindar una solución física. Por ejemplo: Carretillas, montacargas o grúas, barandillas.

Medidas de control del nivel 3

Estas son opciones de control que se deben considerar las últimas, ya que no controlan la fuente del peligro, sino que dependen de ellas.

El comportamiento humano o la supervisión y por lo tanto son menos efectivos. Incluyen:

- Procedimientos administrativos: desarrollar métodos de trabajo o procedimientos para reducir las condiciones de riesgo, por ejemplo:
 - a. Procedimientos escritos de operación segura

b. Rotación de puestos de trabajo para restringir las horas trabajadas en trabajos difíciles.

c. Personal capacitado en los procedimientos operativos correctos.

Usar equipo de protección personal (EPP) y entrenamiento en su uso:

Ofrece el nivel más bajo de protección y solo se debe utilizar como último recurso para tratar el peligro, donde el peligro no puede eliminarse ni reducirse por ningún otro medio, por ejemplo:

a. Manipulación de productos químicos - guantes, lentes de seguridad (Protegiendo los ojos de las partículas voladoras), delantales.

b. Protección de pies - botas de seguridad.

Se requiere consulta con los trabajadores en la selección e implementación de medidas de control en el lugar de trabajo.

Es posible que se deban probar los controles para determinar la efectividad y los trabajadores deben participar en el proceso de retroalimentación.

Cada medida debe tener una persona designada y una fecha asignada para la implementación de los controles. Esto garantiza que todas las medidas de seguridad requeridas serán completadas y documentadas.

2.2.3.13.9 Paso 5: Monitorear y revisar

La identificación de peligros, la evaluación de riesgos y el control es un proceso continuo. Por lo tanto, revisar regularmente la eficacia de su evaluación de riesgos y medidas de control al menos cada año. Asegúrese de analizar un peligro y evaluar sus riesgos cuando se produce un cambio en el lugar de trabajo, incluidos sistemas de trabajo, herramientas, maquinaria o cambio de equipo. Proporcionar supervisión adicional cuando se incorporen nuevos empleados con niveles de habilidad o conocimiento reducidos en el lugar de trabajo. La efectividad de las medidas de control se puede verificar a través de revisiones periódicas y consultas con los trabajadores.

El mantenimiento de registros del proceso de gestión de riesgos ayuda a realizar revisiones o evaluaciones de riesgos posteriores, e informa cómo se pretendía que los controles fueran implementados.

2.2.3.13.10 Tratamiento del riesgo

La gestión adecuada del riesgo requiere decisiones racionales e informadas sobre el tratamiento del riesgo. Típicamente, tales tratamientos incluyen: evitar la actividad de la cual se origina el riesgo, compartir, administrar el riesgo mediante la aplicación de controles, aceptar el riesgo y no tomar ninguna otra acción, o tomar y aumentar el riesgo para buscar una oportunidad.

Recordemos que las organizaciones no siempre se encuentran en problemas debido a su comportamiento excesivo e imprudente. A veces, las organizaciones se quedan atrás de sus competidores debido a su renuencia a asumir riesgos y buscar oportunidades.

2.2.3.13.11 Comunicación y consulta

La gestión adecuada del riesgo requiere una comunicación y consulta estructuradas y continuas con los afectados por las operaciones de la organización. La comunicación busca promover la concientización y la comprensión del riesgo y los medios para responder a él, mientras que la consulta implica obtener retroalimentación e información para respaldar la toma de decisiones.

2.2.3.13.12 Registro y presentación de informes

Otro paso del proceso de gestión de riesgos basado en ISO 31000 es el registro y la presentación de informes, es decir, los resultados del proceso de gestión de riesgos deben documentarse e informarse a través de los mecanismos apropiados. El registro y la presentación de informes son importantes por razones tales como la comunicación de las actividades de gestión de riesgos y los resultados relacionados con esas actividades en toda la organización y el suministro de la base e información necesarias para tomar decisiones informadas.

2.2.3.13.13 Supervisar y revisar

Considerando que tanto los entornos externos como los internos están sujetos a cambios constantes, el propósito de este paso es ayudar a las organizaciones a asegurar y mejorar la calidad y la eficacia del proceso de gestión de riesgos.

El monitoreo incluye acciones tales como examinar el progreso de los planes de tratamiento, monitorear los controles establecidos y su efectividad, asegurar que se eviten las actividades prohibidas y verificar que el entorno no haya cambiado de una manera que afecte los riesgos.

2.2.3.14 Principio ALARP “As Low As Reasonably Practicable”

El principio de que los riesgos de una instalación deben ser reducidos al mínimo tan bajo como sea razonablemente practicable (ALARP) se originó en 1949, en un caso en la corte inglesa. El tribunal sostuvo que, “. . .En todos los casos, el riesgo tiene que ser sopesado contra las medidas necesarias para eliminar el riesgo. Cuanto mayor es el riesgo, sin duda, menor será el peso que debe darse al factor de costo" (Baybutt, 2014).

El principio ALARP es similar al concepto tan bajo como sea razonablemente posible que se originó en la industria nuclear (United States Nuclear Regulatory Commission USNRC, 2019). Más recientemente, se ha hecho referencia en el Reino Unido como la medida en que sea razonablemente factible con algunas distinciones legales. Los dos términos encarnan el mismo concepto clave de “razonablemente posible” para reducir el riesgo que implica un riesgo que pesa contra el dinero, tiempo y problemas, es decir, el sacrificio, necesaria para su control. Así, el principio ALARP se utiliza para describir el nivel al que se deben controlar los riesgos laborales. Lo tan bajo como sea razonablemente practicable (ALARP) es clave para la tolerabilidad del marco de riesgo utilizado por la Salud y Seguridad del Reino Unido (UK HSE) en la regulación de riesgos en la industria y por las empresas en la gestión de los riesgos de instalaciones peligrosas (HSE, 2019). En el año 2011 se celebró la primera conferencia sobre ALARP en la ciudad de Manchester y a partir de allí, ha sido adoptado en varios países de todo el mundo.

2.2.3.14.1 Principios del principio ALARP (HSE, 2019)

- Permite a los objetivos que se establecen en lugar de requisitos preceptivos.
- No logra riesgo cero. El riesgo derivado de un peligro se realizará a veces, aunque el riesgo es ALARP.

- Riesgo de una actividad nunca podrá eliminarse por completo a menos que se detuvo la actividad.
- El rendimiento pasado no es garantía de éxito en el futuro.
- La gestión de un sistema durante muchos años sin un incidente no prueba que la instalación tiene un riesgo tolerable.
- La ausencia de la evidencia de riesgo no es evidencia de ausencia de riesgo.
- Las buenas prácticas existentes se pueden utilizar para establecer lo que es ALARP. La buena práctica significa el mínimo requerido y no es lo mismo como la mejor práctica, que es un estándar más alto.
- Las empresas deben identificar las buenas prácticas relevantes (es decir, las que son apropiadas para la actividad y los riesgos asociados, y que estén al día), cumpla con ellos en su caso, determinar si hay otras medidas que puedan ser eficaces en la mayor la reducción de los riesgos, y poner en práctica cualquiera de estas medidas que son razonablemente posible.
- Para los peligros del día a día, las evaluaciones explícitas de riesgo rara vez son necesarios, porque las buenas prácticas relevantes son propensas a disposición para controlar el riesgo de tales riesgos y la adopción de buenas prácticas de las empresas alivia la necesidad de realizar determinaciones ALARP.
- El cumplimiento de las buenas prácticas sola puede no ser suficiente. Por ejemplo, en situaciones de alto riesgo, donde un gran número de personas pueden ser perjudicados en un solo evento, y donde las circunstancias no son plenamente dentro del ámbito de la buena práctica. En tales casos, las medidas adicionales pueden ser necesarias para reducir los riesgos ALARP.
- Para los grandes peligros, a menudo no hay buenas prácticas relevantes disponibles que establece claramente las medidas de control necesarias para reducir los riesgos y las determinaciones ALARP deben hacerse teniendo en cuenta todos los costos del ciclo de vida.

- Las buenas prácticas evolucionan a partir de un mayor conocimiento acerca de los peligros; innovaciones técnicas; y los cambios en los costos, prácticas de gestión, y los niveles tolerables de riesgo.
- Los estándares más altos pueden llegar a ser razonablemente posible cuando se actualiza un código o norma, los procesos deben ser examinados para ver si pueden ser subidos a la nueva norma. Tales mejoras deben llevarse a cabo si razonablemente posible cada reducción gradual en el riesgo probablemente requerirá un mayor gasto de los recursos.
- Se necesitan técnicas de toma de decisiones más formales, incluyendo CBA (Cost Benefit Analysis) para los riesgos altos, procesos complejos, o situaciones nuevas.
- La determinación de lo que es ALARP requiere de un análisis de juicio. No existe una fórmula simple para el cálculo de lo que es ALARP.
- Si el riesgo de una medida de reducción del riesgo es mayor que el riesgo de que se trata de impedir, la medida no debe ser introducido.
- Un número de opciones de reducción del riesgo pueden estar disponible para que los costes no sean totalmente desproporcionados. La opción o combinación de opciones, que alcanza el nivel más bajo de riesgo residual debe ser implementado, siempre que los costes en que se incurre no sean groseramente desproporcionados q, menos protegidos, pero significa opciones más baratas cautivamente no se deben utilizar.
- Un enfoque de precaución debe tomarse cuando las consecuencias potenciales son altos, dando más peso a la utilización de la ingeniería y la práctica operativa que a los argumentos acerca de la probabilidad de fallo.
- El análisis debe justificar un DF(Factor de Desproporción) apropiado.

2.2.3.14.2 Análisis costo beneficio

Según (Baybutt, 2014) el concepto clave en el uso del principio ALARP es el equilibrio entre los beneficios y los costos de las medidas de reducción de riesgos. Finalmente, un punto de rendimientos decrecientes se alcanza en el que el aumento del gasto notablemente a medida que la reducción del riesgo disminuye rápidamente. El Reino Unido HSE ha proporcionado orientación en la

fabricación de coste-beneficio compensaciones. Sin embargo, en los EE. UU., la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) y la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos no han abordado la cuestión. De hecho, en varias ocasiones, altavoces OSHA en reuniones públicas han declarado que los costos no deben ser considerados cuando se toman decisiones de reducción de riesgos, aunque es difícil de imaginar cómo se podría hacer en la práctica.

De acuerdo al portal de (HSE UK, 2019), el análisis de coste-beneficio (CBA) ayuda al proceso de toma de decisiones mediante la expresión de todos los costos relevantes y beneficios de opciones de decisión en términos comunes, valores monetarios por lo general, por lo que se pueden comparar. Por lo general, esto es más que un desafío para los beneficios de la reducción del riesgo que de los costos. Para beneficios que reducen el riesgo de accidentes mortales, un valor debe ser colocado en una vida humana; esto algunas personas pueden hallar objetable por razones morales. Sin embargo, estos números se utilizan regularmente en muchos ámbitos de la vida, por ejemplo, en el contexto de un litigio.

CBA ayuda a hacer juicios sobre si las medidas de reducción del riesgo son razonablemente posible. En estándar CBA, por lo general se adopta una medida sólo si los beneficios son mayores que los costos. Sin embargo, en las determinaciones ALARP, se adopta una medida a menos que el sacrificio es totalmente desproporcionada al riesgo. Cuanto mayor es el riesgo, más que se debe gastar en la reducción de esta. Si el máximo sacrificio que puede ser soportado para una medida de reducción de riesgo sin que se juzgó totalmente desproporcionada, es decir, la cantidad en que los costos pueden ser desproporcionadas con respecto a beneficios, está representada por un factor de desproporción (DF), cuyo valor es un número mayor que 1, la medida no sería considerado digno de lograrse la reducción del riesgo si:

Costos / Beneficios > DF

El Reino Unido HSE ha sugerido valores de los DF de hasta 3 por riesgos a los trabajadores y 2 de bajo riesgo y 10 de alto riesgo a los miembros del público. Cuanto mayor es el riesgo, mayor debe ser el DF para lograr un determinado

beneficio. Poniendo más peso sobre los beneficios que el riesgo, compensa en cierta medida la falta de precisión en la comparación de los costos y los beneficios. A medida que el riesgo aumenta, la imprecisión tiene un mayor impacto por lo que el uso de un factor DF yerra en el lado de la seguridad.

2.2.4 Nuevo enfoque práctico para la gestión de riesgos en minería subterránea

En general, las herramientas de gestión de riesgos no están diseñadas específicamente para la industria minera. Por lo general, se toman referencias de las industrias nuclear, petroquímica o de la construcción o de la industria militar. Además de las habilidades mineras, la industria también depende de varias otras especialidades industriales. Un proyecto minero involucra activamente a subcontratistas de varios campos, incluyendo consultoría de ingeniería, construcción, mecánica, electricidad y mecánica de fluidos, así como proveedores de equipos (máquinas, instrumentos de medición, etc.). El uso de herramientas de análisis de riesgo tomadas de otras industrias se justifica por los avances logrados en la gestión del riesgo en estos sectores. El desarrollo y el progreso de una cultura de seguridad, los cambios a las leyes y regulaciones y el deseo de aumentar la seguridad de los recursos han contribuido a una mentalidad abierta hacia el uso de estas herramientas en la industria minera. La siguiente propuesta metodológica fue planteada por (Badri et al., 2013) para la gestión de riesgos en proyectos mineros. Este enfoque se basa en un concepto novedoso denominado "concentración de peligros" y el método de análisis de criterios múltiples conocido como el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP). El objetivo es proponer un método adecuado para gestionar prácticamente todos los riesgos inherentes a los proyectos mineros.

2.2.4.1 Metodología

La Metodología de Sistemas Soft SSM de (Badri et al., 2013) representa la continuación de un proyecto de investigación de 3 años cuyo objetivo fue integrar la Seguridad y salud ocupacional en la gestión de riesgos en proyectos mineros de Quebec. Esta, es una metodología de acción que consta esencialmente de siete pasos:

1. Identificación del desafío (cómo integrar SGS en la gestión de riesgos de proyectos mineros).

2. Descripción del desafío.
3. Definición de los elementos relevantes del sistema en estudio (compañía minera).
4. Desarrollo de un modelo conceptual para enfrentar el desafío (el método de análisis / gestión de riesgos propuesto);
5. La comparación del modelo conceptual con la realidad del sistema en estudio;
6. El examen de la viabilidad de los cambios sugeridos al sistema.
7. La implementación de medidas resuelve el desafío.

Finalmente, la flexibilidad del SSM nos permite adaptarnos en respuesta a las restricciones que surgen en el entorno dinámico que caracteriza a la empresa y la industria minera en general.

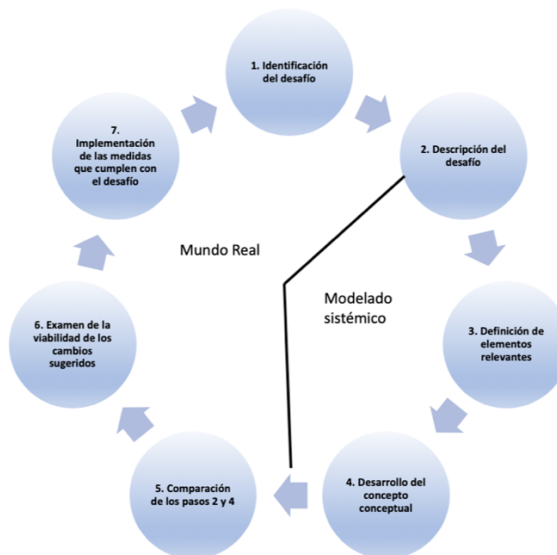


Figura 15 : Los pasos involucrados en la aplicación de un SMM

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Badri et al., 2013)

La Fig. 16 muestra los pasos del enfoque propuesto para la gestión de riesgos en proyectos mineros, como se describió anteriormente (Badri et al., 2011). La evaluación de riesgos basada en concentraciones de peligros calculadas y en la estimación del impacto de eventos indeseables se describe en detalle en la sección Resultados. Las mejoras o los ajustes realizados al enfoque en el contexto de la presente investigación también se describen en esta sección y en la discusión.

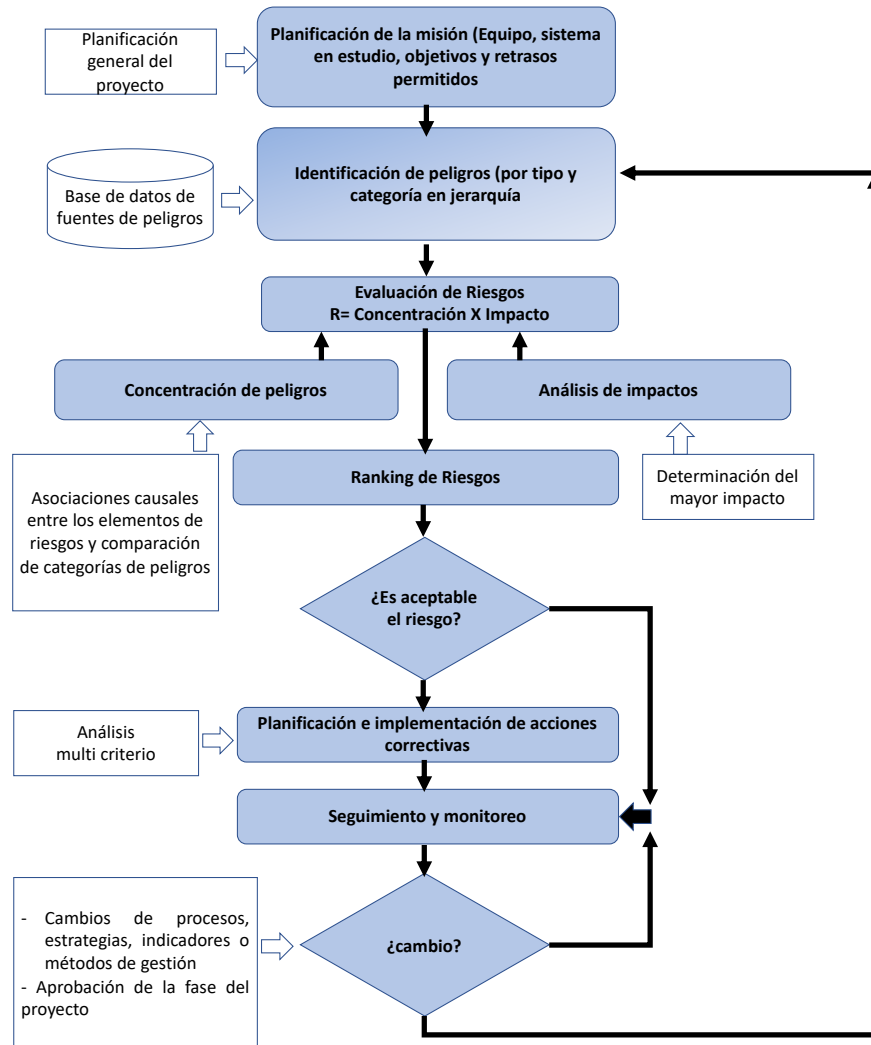


Figura 16: Pasos del enfoque propuesto para la gestión de riesgos.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Badri et al., 2013)

2.2.4.2 **Ámbito de la intervención**

El objetivo principal es identificar medios efectivos de integración de SSO en la gestión de riesgos del proyecto. El enfoque propuesto ha sido probado previamente en una mina a cielo abierto (Badri et al., 2011). Este cambio en el contexto pondrá a prueba la adaptabilidad del modelo antes de extender su uso a todas las minas de oro en la provincia de Quebec. Actualmente, la compañía opera nuevos depósitos en la misma zona subterránea, utilizando la infraestructura existente (pozos de minería, caminos, equipos, supervisión, etc.). Por lo tanto, los investigadores tienen la oportunidad de observar varias fases de

varios proyectos de minería subterránea, a saber, exploración, desarrollo y producción comercial. Todos estos proyectos están bajo la supervisión y dirección del mismo equipo de la empresa.

La intervención se limita a procesos y actividades asociadas con extracción de mineral. En vista de la escala del trabajo y la complejidad de los procesos en estudio, los investigadores no examinaron el procesamiento del mineral. Hicieron esta misma elección previamente durante la investigación en la mina a cielo abierto. Para estudiar los riesgos de SSO, se cubrió todo el proceso de extracción de mineral, a partir de enero de 2012. Los directores de la compañía se ocuparon de la participación de todos los departamentos, trabajadores y gerentes relacionados con las operaciones de campo asociadas, incluido el representante de SSO de la compañía. A lo largo de la intervención, los investigadores mantuvieron contacto directo con los gerentes y los trabajadores para recopilar toda la información relevante para la base de datos de SSO y la evaluación de riesgos. Cabe señalar que el 80% de los miembros del equipo tenía más de 20 años de experiencia en la industria de la formación y que el 96% estaba involucrado desde la fase de desarrollo del proyecto principal de la empresa. La figura 17 describe el proceso de extracción de mineral. Estas actividades se realizan a 380-840 m bajo la superficie.

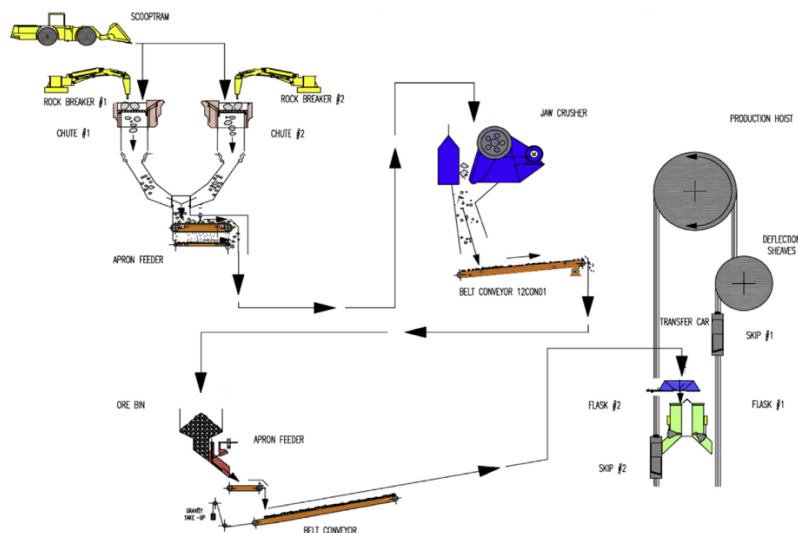


Figura 17: Pasos involucrados en la extracción subterránea de oro

Fuente (Badri et al., 2013)

2.2.4.3 Descubriendo las amenazas (peligros)

En el estudio de (Badri et al., 2013), los investigadores se basaron en tres técnicas de recopilación de datos y en la revisión de la literatura. Esto incluyó 35 horas de observación, entrevistas y cuestionarios (32 personas) y dos meses de análisis de documentos (Fig. 18). Los documentos contenían esencialmente informes de incidentes y accidentes, procedimientos de trabajo estándar, medidas de emergencia, planes técnicos y planes de prevención o corrección relacionados con diversas situaciones de alto riesgo. La Figura 17 ilustra el proceso de extracción de mineral de donde se identificaron los peligros durante la observación.



Figura 18: Herramientas de recolección de datos utilizadas en el estudio

Adaptado de (Badri et al., 2013)

Estos peligros se clasificaron en la base de datos de SSO como mecánicos, eléctricos, fisicoquímicos o métodos relacionados con humanos. Se incluyeron el grupo de personal afectado y las zonas potenciales de impacto. Las zonas de impacto dependen de la arquitectura subterránea de la mina. Por ejemplo, un incendio importante o un problema grave con el sistema de extracción principal (eje principal) podría tener un impacto importante en todas las zonas de las operaciones mineras. La exposición al polvo de sílice resultante de las operaciones de extracción solo tiene impacto local gracias a los diversos medios de aislamiento establecidos por la empresa (cabinas cerradas, cortinas). Los investigadores compilaron los elementos de riesgo analizando 975 informes de incidentes y accidentes presentados desde 2006. Cabe señalar que el 26% de estos informes involucraron a subcontratistas (por ejemplo, construcción y perforación) durante 2011-2012. Esto se opone a la tendencia registrada anteriormente en el caso de la mina a cielo abierto (Badri et al., 2011) y se

explica por el método de gestión de personal adoptado por el socio industrial, que favorece la experiencia interna (dentro de la mina). La subcontratación se limita a casos específicos (ahorro de costos o experiencia fuera del grupo de empresas). El principal proyecto de la mina ha alcanzado la fase de producción comercial, en la que la necesidad de subcontratación es mínima.

La figura 19 a continuación muestra la criticidad de las zonas estudiadas. Las zonas de desarrollo, producción y dibujo y el eje principal son las más críticas. La interferencia entre los trabajadores y el equipo minero (cargadores, perforadores, transportadores, etc.) se describe como frecuente.

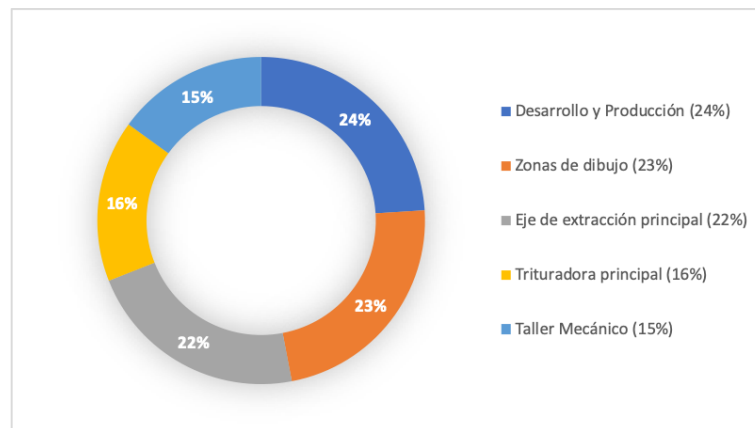


Figura 19: Estimación de la criticidad de varias zonas

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Badri et al., 2013)

Por lo tanto, los investigadores agregaron peligros potenciales a las aproximadamente 250 entradas en la base de datos de riesgos de SSO. Antes de evaluar los riesgos de los proyectos, se necesitaba una base de conocimientos sobre peligros. Como se mencionó anteriormente, el enfoque principal de la recopilación de datos fue la identificación de los peligros del SSO, que se realizó en respuesta a la falta de datos detallados de SSO disponibles para los investigadores y profesionales en el contexto de la mina de oro. Al combinar las categorías convencionales de peligros documentados con los resultados del estudio de minas a cielo abierto (Badri et al., 2011), los investigadores obtuvieron un resumen de los peligros aplicables en minas, en virtud de abarcar riesgos operativos, financieros, económicos, legales y políticos en un sentido macroscópico.

La Fig. 20 ilustra la red jerárquica de peligros para facilitar la evaluación de riesgos y el uso del concepto de "concentración de peligros" por parte de los

analistas. Los niveles jerárquicos siguen la dirección de las flechas. El nivel 1 se compone de las categorías de peligro: (1) operacional; (2) financiero y económico; (3) SSO y (4) societales (legales y políticos). Cada categoría se compone de una o más "familias" de peligros (nivel 2), mientras que cada familia está compuesta de varios peligros (nivel 3). La red se basa en el método de análisis causal del árbol (CTA) que se utiliza para analizar en profundidad las posibles causas de un problema o falla (por ejemplo, un accidente en el lugar de trabajo). El CTA está destinado a mostrar las combinaciones de causas en su conjunto. Los investigadores mapearon posibles peligros por categoría y por familia para determinar las asociaciones causales entre estos niveles, facilitando tanto el modelado como la presentación de la información para la base de datos (MS Access). Para calcular la "concentración de peligro", necesitan la cantidad de peligros (nivel 3) identificada por familia de peligros. La ponderación de cada familia se obtuvo mediante comparaciones pareadas (AHP) de las familias en cada categoría relacionadas con un evento no deseado.

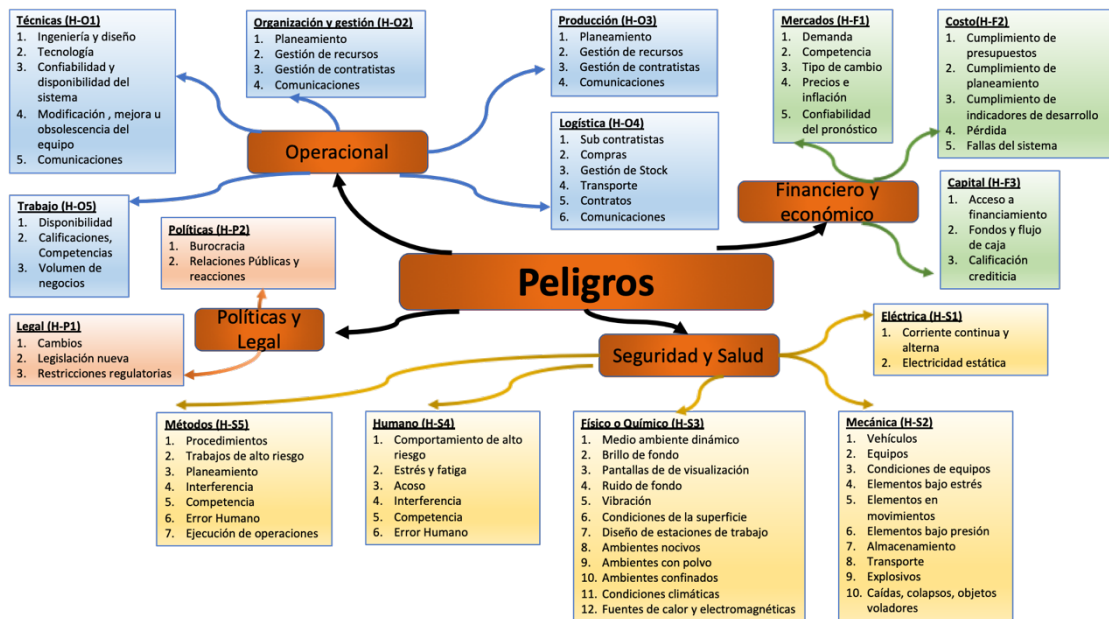


Figura 20: Red jerárquica de peligros

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Badri et al., 2013)

2.2.4.4 Una visión más clara de los riesgos

El riesgo derivado de un peligro se define en términos de eventos indeseables y su impacto. Estos pueden variar según avance el proyecto. Primero se deben establecer asociaciones causales, entre (1) familias de peligros, (2) eventos indeseables y (3) el impacto o las consecuencias de estos eventos (Fig. 31).

2.2.4.5 Medición de amenazas: evaluación y clasificación de riesgos.

Para calcular la "concentración de peligro", se obtiene una clasificación de las familias de peligros relacionados con cada evento no deseado mediante el análisis de criterios múltiples. Es en esta etapa que la participación de trabajadores y gerentes con experiencia es particularmente crucial. En la medida de lo posible, el equipo también debe buscar expertos externos. El ejercicio se puede completar en una sola reunión. En este caso, se usó el software Expert Choice, aunque se podría usar una aplicación de hoja de cálculo común. Esta comparación proporciona una ponderación de la capacidad de cada familia de peligros para llevar a eventos indeseables. El número de peligros por familia (nivel 3) se toma en cuenta en este punto. La concentración de peligro se concibe de la siguiente manera: es más probable que una familia de peligros provoque un evento indeseable (es decir, aumenta el riesgo) cuando

- contiene un mayor número de peligros identificados
- es más ponderado por el análisis de criterios múltiples

El concepto de concentración combina así la ponderación de la familia de peligros (probabilidad percibida de participación) con el número de peligros (posibilidades). La figura 2 1 a continuación ilustra la comparación de dos familias de peligros. La familia 2 es más probable que conduzca a un evento indeseable. Según el equipo (AHP), la "familia de peligros" más importante tendrá el mayor peso (peso de perturbación). Como el "ranking AHP" y para determinar el "peso de la perturbación, $Y(i)$ ", se utiliza una escala de intervalos. El "peso de la perturbación" entre dos familias adyacentes de peligros utiliza una escala de 1.

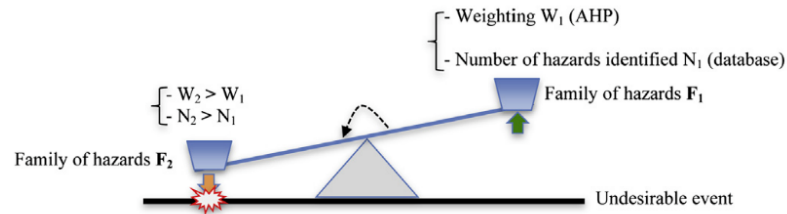


Figura 21: El concepto de concentración de peligros

Fuente (Badri et al., 2013)

El riesgo se define como el producto de la concentración de peligros y el impacto negativo relacionado con un evento no deseado. Esta es la principal innovación descrita en el presente artículo. La concentración se convirtió inicialmente a probabilidad para combinarla con el valor del impacto del evento no deseado y, por lo tanto, evaluar el riesgo.

2.2.5 Prevención de Fatalidades

2.2.5.1 El concepto de accidente

Según (Kirsten Jørgensen, 2016) los modelos y teorías de accidentes en seguridad y prevención tradicionalmente han tratado todos los accidentes como si fueran mismo tipo. Sin embargo, a veces se ha hecho una distinción entre accidentes mayores y accidentes ocupacionales en el sentido de que algunas teorías, modelos y análisis de causas se han basado en accidentes mayores o en accidentes ocupacionales (simples). Pero las definiciones, los modelos y análisis causales y las discusiones sobre las medidas preventivas parecen tratar los accidentes como un solo tipo.

La diferencia principal entre la definición de accidentes mayores y la de accidentes laborales simples es que los accidentes mayores tienen consecuencias no limitadas al área ocupacional inmediata y se caracterizan por daños a muchas personas, objetos de valor y materiales, mientras que los accidentes laborales ocurren en el trabajo y normalmente tienen consecuencias para una sola persona.

2.2.5.2 Definición

La definición de un accidente se ha formulado de muchas maneras a lo largo de la historia. Sin embargo, un análisis de diferentes modelos de accidentes muestra que siempre se encuentran tres elementos en los modelos; la

descripción de las causas, los eventos que los llevaron y las consecuencias (la lesión o el daño) (Jørgensen, 1982).

En el Perú el Reglamento de Seguridad y Salud ocupacional en Minería del año 2016, establece las siguientes definiciones:

Accidente de Trabajo (AT): Todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte. Es también accidente de trabajo aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador, o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, y aun fuera del lugar y horas de trabajo.

Según la gravedad, los accidentes de trabajo con lesiones personales pueden ser:

Accidente leve: suceso cuya lesión, resultado de la evaluación y diagnóstico médico, genera en el accidentado un descanso con retorno máximo al día siguiente a las labores habituales de su puesto de trabajo.

Accidente incapacitante: suceso cuya lesión, resultado de la evaluación y diagnóstico médico da lugar a descanso mayor a un día, ausencia justificada al trabajo y tratamiento.

Accidente mortal (Fatal): suceso cuyas lesiones producen la muerte del trabajador. Para efectos estadísticos debe considerarse la fecha del deceso.

2.2.5.3 Frecuencia y severidad

Los peligros mayores pueden definirse como eventos que resultan en consecuencias muy graves. Exactamente debido a estas posibles consecuencias, se ha realizado, y se debe hacer, mucho esfuerzo para obtener la menor probabilidad posible de tal accidente, a menudo a través de sistemas tecnológicamente complejos y estrechamente acoplados con un alto grado de control y defensa. En profundidad, desarrollado a través de análisis predictivos. Cuando se produce un accidente grave, se ha realizado un gran esfuerzo para identificar las causas y las relaciones de causa-consecuencia que impulsan un proceso de aprendizaje dirigido a eliminar las causas. Los accidentes laborales simples tienen una frecuencia mucho mayor y, de hecho han terminado en fatalidad o han herido permanentemente a más personas en total que todos los accidentes graves (mayores). Sin embargo, las consecuencias para cada

accidente laboral individual pueden considerarse menores en comparación con los accidentes mayores. Sin embargo, esto es solo de acuerdo con una visión de la sociedad o del regulador; para las víctimas no hace ninguna diferencia si son asesinados o mutilados solos o como parte de una multitud. Los tipos de peligros y causas que conducen a accidentes y lesiones ocupacionales son muchos y complejos y ocurren a menudo en sistemas (trabajo) débilmente acoplados. Lo más importante es que se cree que estos sistemas son controlables por las víctimas o personas cercanas eliminando las causas raíz, identificadas a menudo por el análisis estadístico como sus errores (Kirsten Jørgensen, 2016).

2.2.5.4 Información de peligros

La frecuencia y la severidad también son una cuestión de quién está en riesgo, cuándo, dónde y en qué situaciones y con qué probabilidad un determinado tipo de accidente puede llevar a consecuencias graves. Los peligros considerados como peligros mayores están relacionados en gran medida con procesos, tecnologías y materiales con peligros bien definidos, como explosiones, choques o derrumbes, que podemos localizar fácilmente (Rasmussen & Svedung, 2000). Los peligros principales están, por la misma razón, controlados o, al menos, tecnológicamente aislados y están rodeados de procedimientos y reglas en sistemas estrechamente acoplados para controlar el peligro (Stoop & Roed-Larsen, 2009). En contraste con el fuerte enfoque en la prevención de riesgos mayores, los muchos tipos de riesgos laborales son tan comunes en todos los procesos de trabajo que la mayoría de las personas apenas piensan en ellos. Estos incluyen una caída al caminar en escaleras o desde una escalera, lesiones en la espalda u otra parte del cuerpo al manejar una carga, al entrar en contacto con un cuchillo u otra herramienta afilada, etc. Estos se denominan "peligros simples" (Kirsten; Jørgensen, Duijm, & Troen, 2010). Son peligros que pueden provocar lesiones graves o fatales para la persona, pero también son peligros que las personas rara vez reconocen como resultado de dichas lesiones. Son los tipos de peligros que se encuentran tan comúnmente que las personas han aprendido en gran parte a lidiar con ellos sin lesionarse. Por lo tanto, no se los ve como peligros que deben eliminarse, o que están estrechamente controlados tecnológicamente, de la misma manera que los peligros mayores, sino que están dentro del control de las posibles víctimas y, por lo tanto, su propia culpa si las cosas eventualmente salen mal. Son peligros latentes que se pueden ver como

una especie de peligro para dormir, uno que las personas no pueden percibir o donde se requiere un conjunto inusual de circunstancias para que el peligro se manifieste como un incidente con daño. Dada la experiencia general de que todos saben muy bien cómo deben manejarse estos peligros, (Sundström-Frisk, 1984) expresó la opinión de que las personas pueden trabajar día a día en un entorno tan peligroso. A través de su consideración, ingenio, atención y habilidades físicas, pueden compensar equipos, instalaciones y rutinas mal diseñados y, por lo tanto, evitar que se activen los riesgos (Döös, Backström, & Sundström-Frisk, 2004).

2.2.5.5 Investigación de accidentes

Se han desarrollado varios métodos detallados para el análisis de accidentes, pero se utilizan principalmente en relación con los accidentes mayores (Sklet, 2006). La norma es que se establezca un equipo de investigación para investigar un accidente grave y cada observación, declaración y evidencia se anota para un análisis en profundidad. En los últimos años se han empezado a tomar diferentes iniciativas para desarrollar métodos para analizar los accidentes laborales mucho más a fondo. Estos incluyen Trípod (Hudson et al., 1994), el 'Método de análisis de la Organización de Seguridad Danesa' (Kirsten Jørgensen, 2011) y el 'Holandés Storybuilder' (Bellamy et al., 2007). Sin embargo, parece que solo las grandes empresas con un departamento de seguridad dedicado tienen la capacidad de poner en práctica tales métodos.

Diferentes investigaciones a pequeña escala sobre ramas o actividades específicas han mostrado resultados en relación con las consecuencias de las causas (ej. Hale et al., 2012), pero el único proyecto notable a gran escala que se ha emprendido es el proyecto ORCA de Holanda, donde se analizaron más de 20,000 lesiones graves utilizando el método Bowtie y en el que se describen las barreras de seguridad esenciales para 64 tipos de peligros (Ale, 2006; RIVM y Worm Metamorphosis Consortium, 2008; Bellamy, 2010). BowTie es una metodología de análisis que analiza un accidente a partir del evento crítico.

2.2.6 Barreras o controles de seguridad.

Una barrera de seguridad se define como un sistema que ha sido diseñado e implementado para prevenir, controlar o mitigar la propagación de una condición o evento, en un evento no deseado (una pérdida de control sobre el peligro)

(Sklet, 2004; Hollnagel, 2008). La barrera de seguridad también se ha descrito como barreras de seguridad física y barreras de seguridad de comportamiento (Hale y Guldenmund, 2003).

2.3 MARCO LEGAL APLICABLE EN EL SECTOR MINERO EN LA GESTIÓN DE RIESGOS DE SEGURIDAD

2.3.1 Marco Legal Nacional

En el Perú el marco regulador y normativo en seguridad industrial tuvo sus inicios a nivel sectorial, las cuales a través del tiempo fueron se fueron actualizando y adaptando a regulaciones americanas y europeas; sin embargo, en el año 2011 se promulga Ley 29783, Ley de Seguridad y salud en el Trabajo y su reglamento emitido mediante decreto supremo DS-005-2005-TRA los cuales tienen un alcance a todos los sectores económicos en el país. En la tabla 27 podemos identificar el marco regulador aplicable y vigente al tema de investigación:

Tabla 14 Marco normativo nacional aplicable

Marco Legal y Normativo	Detalle
Constitución Política del Perú - 1993	Constitución Política del Perú
Ley N° 29783	Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo
Ley N° 30222	Ley que modifica la Ley N° 29783 del 24/04/2012
Ley N° 28551	Ley de obligación de elaborar y presentar Plan de contingencias.
Decretos Supremos (DS)	
DS-005-2012-TR	Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo
DS-006-2014-TR	Reglamento de la Ley N° 30222
DS-010-2014-TR	Aprueban normas complementarias para la adecuada aplicación de la única disposición complementaria transitoria de la Ley N° 30222, Ley que modifica la Ley de seguridad y Salud en el Trabajo, del 19-09-2014.
DS- 014-2013-TR,	Registro de Auditores Autorizados para la Evaluación

	Periódica del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.
DS-024-2016-EM	Reglamento de Seguridad y salud Ocupacional en Minería
DS-023-2017-EM	Modificatoria de diversos artículos y anexos del DS-024-2016-EM
Resolución Ministerial (RM)	
RM-374-2008-TR	Aprueba listado de agentes físicos, químicos, biológicos, disergonómicos y psicosociales que afectan a la madre gestante, feto o al embrión.
RM-375-2008-TR	Aprueba norma básica de ergonomía y procedimiento de evaluación de riesgo disergonómico.
RM-050-2013-TR	Aprueba formatos referenciales que contemplan la información mínima que deben contener los registros obligatorios del Sistema de Gestión de Seguridad y salud en el trabajo

Fuente: Elaboración propia

2.3.2 Marco Legal Internacional

En el marco internacional tenemos las normativas emitidas por la International Standards Organisation, la Organization for Economic Cooperation and Development OECD, Organización Internacional del Trabajo OIT Ver tabla 27. Asimismo la (International Labour Organization ILO, 2016) ha puesto a disposición en su página web una base mundial de legislación en materia de seguridad, donde todos los países miembro pueden acceder virtualmente.

Tabla 15 Marco legal internacional y normativo

Marco Legal y Normativo	Detalle
ISO 45001:2018	Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional
ISO 31000:2018	Gestión de Riesgos
ISO Guide 73:2009	Risk Management: vocabulary

BS 31000:2011	British Standard Risk Management
BS 31100:2011	British Standard Risk Management: Code of practice and guidance for the implementation of BS ISO 31000
Convenio 155 OIT: 1981	Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores. Entra en vigor 1983
Declaración tripartita de principios sobre las empresas multinacionales y la política social.	Adoptada por el Consejo de Administración de la Oficina Internacional del Trabajo en su 204. ^a reunión (Ginebra, noviembre de 1977) y enmendada en sus 279. ^a (noviembre de 2000), 295. ^a (marzo de 2006) y 329. ^a (marzo de 2017) reuniones
Convenio 176 OIT:1995	Convenio sobre seguridad y salud en las minas. Entra en vigor 05 de junio 1998. Actualmente esta en periodo de revisión: 05 de junio 2018 – 05 de junio 2019.
Protocolo 155 OIT: 2002	Protocolo de 2002 relativo al Convenio sobre seguridad y salud en el trabajo de 1981.
Convenio 187 OIT: 2006	Convenio sobre el marco promocional para la seguridad y salud en el trabajo. Entra en vigor 20 de febrero 2009.

Fuente: Elaboración propia (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN, 2018a)

2.4 MARCO CONCEPTUAL

Según el (MEM (Ministerio de Energía y Minas), 2016) mediante el D.S 024-2016-EM en el artículo Nro. 7 y su modificatoria a través del DS-023-2017-EM (MEM (Ministerio de Energía y Minas), 2017), establecen las siguientes definiciones:

Actividad Minera

Es el ejercicio de las actividades contempladas en el literal a) del artículo 2 del presente reglamento, en concordancia con la normatividad vigente.

Control de riesgos: Es el proceso de toma de decisión, basado en la información obtenida en la evaluación de riesgos. Se orienta a reducir los riesgos, a través de proponer medidas correctoras, exigir su cumplimiento y evaluar periódicamente su eficacia.

Empresas Contratista Minera: Es toda persona jurídica que, por contrato, ejecuta una obra o presta servicio a los titulares de actividades mineras, en las actividades de exploración, desarrollo, explotación y/o beneficio, y que ostenta la calificación como tal emitida por la Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas.

Empresa Minera: Es la persona natural o jurídica que ejecuta las acciones y trabajos de la actividad minera, de acuerdo con las normas legales vigentes.

Evaluación de riesgos: Es un proceso posterior a la identificación de los peligros, que permite valorar el nivel, grado y gravedad de aquellos, proporcionando la información necesaria para que el titular de actividad minera, empresas contratistas, trabajadores y visitantes estén en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la oportunidad, prioridad y tipo de acciones preventivas que deben adoptar, con la finalidad de eliminar la contingencia o la proximidad de un daño.

Gases: Fluidos sin forma emitidos por los equipos diesel, explosivos y fuentes naturales, que ocupan cualquier espacio que esté disponible para ellos.

Gaseado: Es un término que se emplea para indicar que una persona o varias han sido afectadas por un gas que sobrepasa sus límites permisibles.

Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Medidas de Control (IPERC): Proceso sistemático utilizado para identificar los peligros, evaluar los riesgos y sus impactos y para implementar los controles adecuados, con el propósito de reducir los riesgos a niveles establecidos según las normas legales vigentes.

Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional: Es la aplicación de los principios de la administración profesional a la seguridad y la salud ocupacional.

Incidente: Suceso con potencial de pérdidas acaecido en el curso del trabajo o en relación con el trabajo, en el que la persona afectada no sufre lesiones corporales.

Incidente peligroso y/o situación de emergencia: Todo suceso potencialmente riesgoso que pudiera causar lesiones o enfermedades graves con invalidez total y permanente o muerte a las personas en su trabajo o a la población.

Se considera incidente peligroso a evento con pérdidas materiales, como es el caso de un derrumbe o colapso de labores subterráneas, derrumbe de bancos

en tajos abiertos, atrapamiento de personas sin lesiones (dentro, fuera, entre, colisión de vehículos, derrumbe de construcciones, desplome de estructuras, explosiones, incendios, derrame de materiales peligrosos, entre otros, en el que ningún trabajador ha sufrido lesiones.

Índice de Frecuencia de Accidentes (IF): Número de accidentes mortales e incapacitantes por cada millón de horas hombre trabajadas. Se calculará con la formula siguiente:

$$IF = \frac{N^{\circ} \text{ accidentes} \times 1'000.000}{\text{Horas hombre trabajadas}} \quad (N^{\circ} \text{ Accidentes} = \text{Incapacitantes} + \text{Mortales})$$

Índice de Severidad de Accidentes (IS): Número de días perdidos o cargados por cada millón de horas-hombre trabajadas. Se calculará con la formula siguiente:

$$IS = \frac{N^{\circ} \text{ días perdidos o cargados} \times 1'000,000}{\text{Horas hombre trabajadas}}$$

Índice de Accidentabilidad (IA): Una medición que combina e índice de frecuencia de lesiones con tiempo perdido (IF) y el índice de severidad de lesiones (IS), como un medio de clasificar a las empresas mineras.

Es el producto del valor del índice de frecuencia por el índice de severidad dividido entre 1000:

$$IA = \frac{IF \times IS}{1000}$$

Mina: es un yacimiento mineral que se encuentra en proceso de explotación.

Peligro: Situación o característica intrínseca de algo capaz de ocasionar daños a las personas, equipos, procesos y ambiente.

Permiso Escrito para Trabajos de Alto Riesgo (PETAR): Es un documento firmado para cada turno por el ingeniero supervisor y jefe de Área donde se realiza el trabajo mediante el cual se autoriza a efectuar trabajos en zonas o ubicaciones que son peligrosas y consideradas de alto riesgo.

Plan de Minado Anual: Es el documento que contiene todas las actividades o acciones a realizar durante el periodo de un año y que comprende, entre otras: la identificación de los límites de las áreas de exploración, preparación, explotación, beneficio y otras actividades inherentes, metodología y parámetros de trabajo, equipos a ser utilizados, presupuestos y costos, personal, medidas

de Seguridad y Salud Ocupacional, y posibles impactos en el entorno y medidas a tomar frente a posibles eventos adversos, cuantificando las metas a alcanzar.

Prevención de Accidentes: Combinación de políticas, estándares, procedimientos, actividades y prácticas en el proceso y organización del trabajo, que establece el empleador con el fin de prevenir los riesgos en el trabajo y alcanzar los objetivos de Seguridad y Salud Ocupacional.

Riesgo: Probabilidad de que un peligro se materialice en determinadas condiciones y genere daños a las personas, equipos y al ambiente.

Riesgo Residual: Es el riesgo remanente que existe después de que se haya tomado las medias de seguridad.

SUNAFIL: Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral.

Tarea: Es una parte específica de la labor asignada.

Titular de Actividad Minera: Persona natural o jurídica, nacional o extranjera responsable de las actividades minera a que se refiere el literal a) del artículo 2 del presente Reglamento, que cuente con todas las autorizaciones requeridas por la autoridad para desarrollar dichas actividades.

Trabajador: Toda persona que desempeña una actividad laboral subordinada o autónoma, para un empleador privado o para el Estado. Están incluidos en esta definición los trabajadores del titular de actividad minera, de las empresas contratistas mineras o de las empresas contratistas de actividades conexas.

Trabajo de Alto Riesgo: Aquella tarea cuya realización implica un alto potencial de daño grave a la salud o muerte del trabajador. La relación de actividades calificadas como de alto riesgo será establecida por el titular de actividad minera y por la autoridad minera.

Unidad Minera o Unidad de Producción: Es el conjunto de instalaciones y lugares contiguos ubicados dentro de una o más Unidades Económicas Administrativas y/o concesiones mineras y/o concesiones de beneficio y/o concesiones de labor general y/o concesiones de transporte minero, en donde se desarrollan las actividades mineras o conexas

Zonas de Alto Riesgo: Son áreas o ambientes de trabajo cuyas condiciones implican un alto potencial de daño grave a la salud o muerte del trabajador.

3 CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Por el planteamiento del problema y los objetivos propuestos, es considerada una investigación aplicada.

3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1 Unidad de Estudio

La unidad de análisis se centra en la seguridad del ambiente de trabajo de las labores de preparación, desarrollo y explotación; como también las actividades de mantenimiento general y servicios auxiliares

3.2.2 Población

La población está constituida por las 80 labores mineras (ambiente de trabajo) subterráneas de la unidad Uchucchacua de Compañía de Minas Buenaventura S.A.A comprendidos entre el periodo 2008 – 2017.

3.2.3 Muestra

La muestra está constituida por las 45 labores (ambiente de trabajo) asignadas a la empresa contratista minera CONGEMIN JH S.A.C. en la unidad minera Uchucchacua comprendidos dentro del periodo 2008 - 2017.

3.2.4 Método de investigación

La presente investigación científica ha utilizado el método histórico-lógico, pues de esta manera nos ha permitido estudiar la trayectoria a lo largo del periodo en estudio y la necesidad que existe entre las dos variables.

Por otro lado, también hemos utilizado el Método Hipotético – Deductivo.

En las ciencias que han alcanzado determinado desarrollo teórico metodológico, las hipótesis cumplen una función importante en el progreso del conocimiento, al convertirse en punto de partida de nuevas deducciones, dando lugar al denominado método hipotético-deductivo.

El método hipotético-deductivo es la vía primera de inferencias lógicas deductivas para arribar a conclusiones particulares a partir de la Hipótesis, que después se pueden comprobar experimentalmente.

El método hipotético-deductivo desempeña un papel esencial en el proceso de verificación de la hipótesis. Tiene un gran valor heurístico, ya que posibilita adelantar y verificar nuevas hipótesis de la realidad, así como inferir conclusiones y establecer predicciones a partir del sistema de conocimientos que ya poseen.

3.2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.2.5.1 Técnicas de recolección de datos

La técnica que se ha aplicado en el presente trabajo de investigación ha sido el análisis documental de los registros históricos relacionados a los reportes de accidentes y las fatalidades comprendidas dentro del 2008 – 2017, las matrices de identificación de peligros y evaluación de riesgos, los controles o barreras de seguridad aplicados en la línea del tiempo dentro del alcance del estudio y los reportes de fiscalizaciones - auditorías de la autoridad competente, los reportes estadísticos, las sanciones en materia de seguridad y boletines publicados por OSINERGMIN respecto a los accidentes de trabajo en el sector minero e indicadores de seguridad, entre otros registros relevantes a consideración del autor.

3.2.5.2 Instrumentos

Se utilizó formatos de mapeo de procesos para analizar todos los subprocesos, actividades y tareas que se realizan. Asimismo, formatos de identificación de peligros y evaluación de riesgos, matriz del IPERC, tablas de datos para registro de accidentes y el uso de equipo de cómputo.

3.2.6 Técnicas e instrumentos de procesamiento de datos

3.2.6.1 Instrumento de procesamiento de datos

Luego de la revisión sistemática de los datos recolectados, se procesaron los datos que guardaron la calidad y confianza. Entre ellos podemos citar: accidentes incapacitantes, leves y fatalidades (accidentes mortales) a nivel de la unidad minera y de empresas contratistas mineras, jerarquización de los controles de seguridad aplicados en la línea del tiempo, priorización de tipos de riesgos críticos identificados y gestionados; los mismos que fueron sometidos a un análisis y tratamiento estadístico. Para tal fin, se utilizó Microsoft Excel como software.

3.2.6.2 Técnica de procesamiento de datos

Obteniendo las tablas con datos estadísticos se realizó la prueba estadística de la hipótesis, la cual es una regla que, cuando los valores experimentales son observados nos conducen a una decisión: aceptar (no rechazar) o rechazar la hipótesis bajo alguna consideración (es una aseveración que se quiere probar).

Formas de la hipótesis:

Hipótesis nula (H₀), es la hipótesis que se quiere probar. Es una preposición que se quiere probar.

Hipótesis alternativa (H_a), es la hipótesis que asume una posición contraria a la que se quiere probar.

Para el presente estudio se utilizará la prueba de t de Student.

La prueba estadística de t de Student es utilizada para muestras dependientes con una extensión para muestras independientes cuyo tamaño de muestra es menor de 30. De esta manera los requisitos que deben satisfacerse son los mismos, excepto la independencia de las muestras; es decir, en esta prueba estadística se exige dependencia

entre ambas, en las que hay dos momentos uno antes y otro después. Con ello se da entender que en el primer las observaciones servirán de control o testigo para conocer los cambios que se susciten después de aplicar una variable experimental.

Con la prueba de t de Student se comparan las medias y las desviaciones estándar de grupo de datos y se determina si entre esos parámetros las diferencias son estadísticamente significativas o si sólo son diferencias aleatorias.

4 CAPITULO IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 PRESENTACIÓN DE DATOS GENERALES

4.1.1 Principales aspectos de la mina.

La unidad de Uchucchacua es el primer productor primario de Plata en el Perú y el quinto a nivel mundial (243 millones de oz finas de Ag desde 1975). La mineralización está emplazada en una gruesa secuencia de rocas carbonatadas de la formación Jumasha del cretáceo superior y consiste en cuerpos y vetas, en reemplazamiento y relleno de espacios abiertos. La mineralogía es variada y compleja siendo una de las localidades con presencia de uchucchacuita y benavidesita, así como cristales de colección de rodocrosita y alabandita.

4.1.1.1 Ubicación

Políticamente el yacimiento de Uchucchacua se encuentra ubicado a 180 km en línea recta de la ciudad de Lima, en el distrito minero de Oyón, provincia de Oyón, departamento de Lima, en las siguientes coordenadas U.T.M. (ver Figura 32)

Coordenada Este	: 315,657
Coordenada Norte	: 8'825,820
Cota (msnm)	: 4,450
Sistema de coordenadas	: PSAD 1956 UTM Zona 18S
Proyección	: Transverse Mercator
Datum	: Provisional S American 1956

4.1.1.2 Accesibilidad

Se tiene dos vías de acceso: (Figura 32)

- El primer tramo lo constituye la vía que va de Lima – Sayán (141 km), Sayán – Churín (62 km), Churín – Oyón (53 km) y Oyón – Uchucchacua (10 km); haciendo un total de 322 km.
- El segundo tramo que va de Lima – La Oroya – Cerro de Pasco (320 km) y Cerro de Pasco – Uchucchacua (70 km); haciendo un total de 390 km.

4.1.1.3 Fisiografía y geomorfología

Uchucchacua está geográficamente ubicada en la Cordillera Occidental de los Andes centrales del Perú muy cerca a la divisoria Continental, en la que se observan cumbres nevados alcanzando altitudes de 5000 a 5200 m.s.n.m.

La morfología del área es típicamente glacial, con la presencia de picos nevados como los cerros Puntachacra y Jurao al norte, Nazareno y Rachacancha al Este, Aruy Puquio y Cashe Cusman al Sur los cuales forman circos glaciares con escarpes rocosos, asimismo se presentan depósitos de material morrénico, valles en “U” de artesa glacial, con la posterior formación de lagunas entre las que tenemos las lagunas Cutacocha, Aguascocha, Colquicocha.

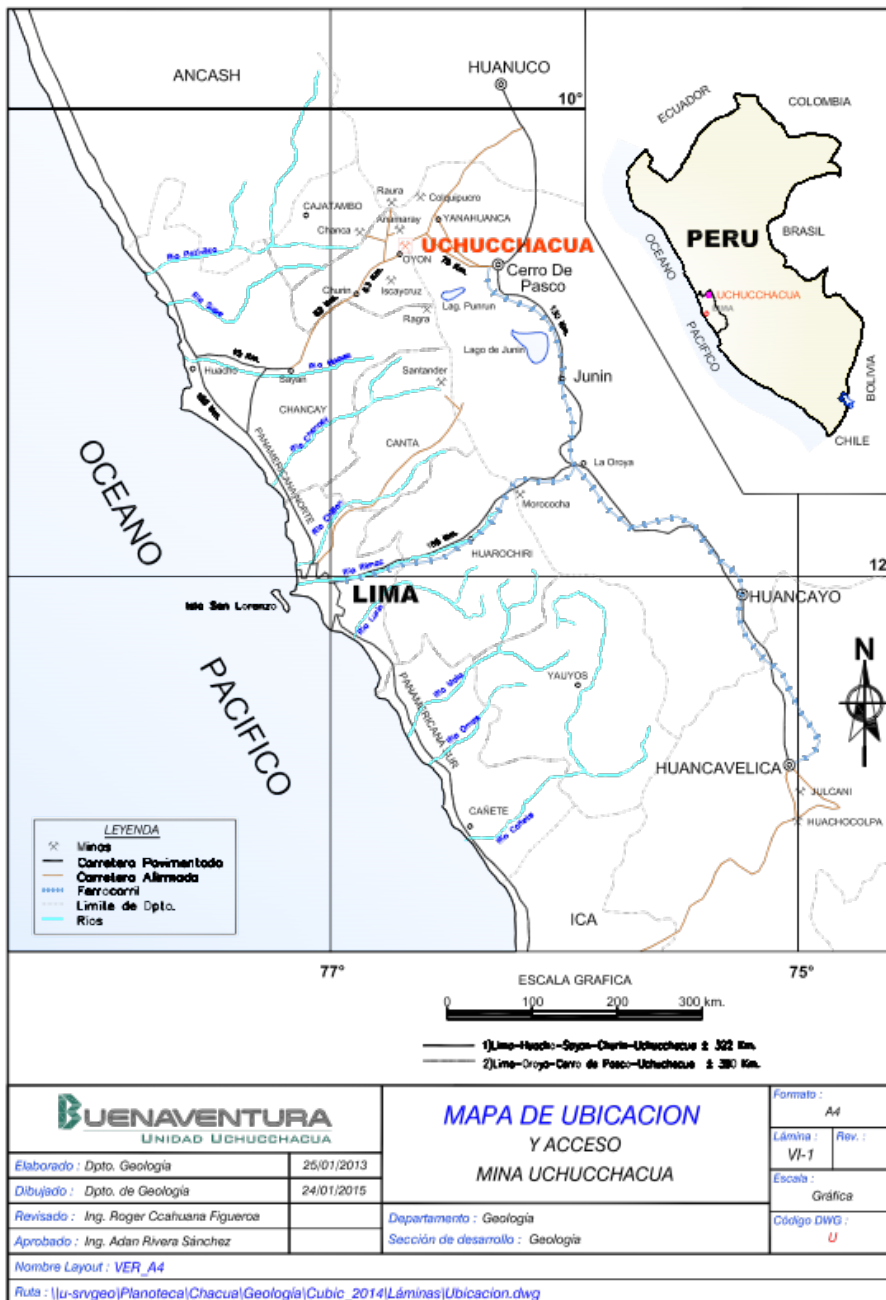


Figura 22 Mapa de ubicación mina Uchucchacua

Fuente: (Cahuana, 2013)

4.1.1.4 Clima

El clima de la región se caracteriza por ser frío; el periodo de máxima variación de la temperatura abarca los meses de julio a diciembre con un máximo de 14 °C (día) y un mínimo de -3.5 °C (noche) y el periodo de menor variación de

temperatura abarca los meses de enero a junio con un máximo de 11°C (día) y un mínimo de -1 °C (noche). La atmosfera de esta región se caracteriza por la ausencia de humedad siendo casi seco y con poco oxígeno.

4.1.1.5 Geología estructural

La génesis del yacimiento de Uchucchacua está relacionado a una estructura geológica principal de nuestros Andes, evidenciada por los cuerpos intrusivos de Raura, Uchucchacua, Chungar, Morococha y otros. Es también evidente que esta actividad magmática ha traído consigo la formación de yacimientos minerales importantes. Al respecto, conviene anotar que la composición de las rocas intrusivas encontradas en Uchucchacua son de acidez intermedia, similar a la de tantos otros intrusivos relacionados con yacimientos minerales en el Perú (Cahuana, 2013).

4.1.1.5.1 Pliegues

Una de las principales estructuras que se presentan en la zona de estudio es el anticlinal de Cachipampa, se trata de un anticlinal asimétrico de rumbo andino (N30°W), su plano axial de rumbo NW tiene un buzamiento de 50°-60° al SW, los estratos de su flanco occidental presentan un buzamiento suave entre 10°-20° SW y los estratos de su flanco oriental tienen un buzamiento entre 70°-80° NE, el eje de la charnela presenta una suave inclinación hacia el SE; en su extremo NW este anticlinal es cortada y desplazada dextralmente por las fallas Gina - Socorro, Cachipampa y Uchucchacua. En la continuidad NE de este pliegue se forma el sinclinal de Cachipampa también de rumbo NW-SE y asimétrico, con su plano axial casi paralelo al anterior (tiene una separación de 700 m aproximadamente entre ambos planos), su flanco occidental tiene un buzamiento de 70°-80° al NE y su flanco oriental presenta un buzamiento más suave de unos 10° SE. Finalmente al SW del yacimiento se presenta un sinclinal volcado Patón de rumbo NW- SE, el plano axial tiene rumbo NE y un buzamiento de 60° al SW, el flanco occidental es la que se encuentra invertido colocando así a la formación Jumasha medio encima de la formación Jumasha superior y esta a su vez encima de la formación Celendín, sus estratos presentan un buzamiento de 80°SW, el flanco oriental tiene un buzamiento de 80° SW y en su extremo NE es cortada por la falla Uchucchacua.

4.1.1.5.2 Fallas

Las minas Carmen, Socorro y Huantajalla presentan diferentes sistemas de fallas, que se describen a continuación:

Mina Carmen: se caracteriza por tener cuatro sistemas estructurales bien definidos: E-W, N30°E, S55°E y S55°W, Los cuales se detallan líneas abajo:

Sistema E- W.- la veta más representativa de este sistema es la veta Rosa. Esta estructura forma mineralización en sus cambios estructurales con anchos de hasta 4.0 m. Asociados a este sistema existen tensionales de rumbo N80°E caso veta Irma Viviana, Rosa 2 las cuales forman mineralización económica entre los niveles 4,450 y 4,600 con anchos de hasta 30 m. En la prolongación SE de la veta Rosa, en donde esta sufre una inflexión de rumbo S70°E, se desprenden estructuras mineralizadas de rumbo N50°E (Sistema Karen Rosalía), las cuales presentan mineralización entre las cotas 4300 hasta 4500. El cuerpo Rosario asociado a la veta Rosa constituye un cuerpo mineralizado tubular con altas leyes de plata entre las cotas 4300 y 3990.

Sistema N30°E.- las vetas más representativas son las siguientes: veta Victoria I, Victoria V, Petra, Raquel, Margot, Alison, cuerpo Claudia VI y Ramal Juliana, las cuales fueron explotadas desde los niveles 4,400 hasta nivel 4,240, formando cuerpos mineralizados de reemplazamientos de relleno de fracturas y controlado por planos sub horizontales de estratificación los cuales producen mineralización a manera de mantos.

Sistema S55°E.- las estructuras más importantes en este sistema son: las vetas Rita y Rubí, estas han sido explotadas desde el nivel 4300 hasta el nivel 4060 y se caracterizan por tener mayor contenido de plata en las partes altas y en las zonas profundas mayor concentración de mineral de plomo y zinc con algunas inyecciones de platas rojas y presencia de zonas de intrusivo andesítico alterado. Asociados a este sistema existen tensionales de rumbo S20°E caso Ramal Rita la cual forma mineralización entre los niveles 4180 y 4050 con alto contenido de plata. En la prolongación NW de la veta Rita, en donde esta sufre una inflexión de rumbo N30°W, se desprende una estructura de rumbo N15°W veta Liza la cual mineralizó desde el nivel 4300 hasta el nivel 4120 caracterizándose por sus altos contenido de plata plomo y zinc.

Sistema S55°W.- Las vetas más importantes de este sistema son las Vetas Karla Sur y Lucia 2, estas han sido explotadas entre los niveles 4400 y 4240. Estas se encuentran asociadas a un sistema de estratos mineralizados locales con alto contenido de plata y valores irregulares de plomo y zinc. Se viene explorando la proyección de la Veta Karla Sur hacia el SW con resultados positivos.

Mina Huantajalla: se evidencian tres sistemas estructurales importantes, N30°W, N15°E y E-W, los cuales se detallan a continuación:

Sistema N30°W.- Asociado a este sistema tenemos las siguientes estructuras mineralizadas: Veta 3A, veta 4A, veta Fabiana, veta Ramal 3A y veta 7A, estas estructuras han sido trabajadas desde los niveles 4500 hasta el nivel 4300 donde predomina los minerales de sulfuros, en los niveles inferiores tienen mayor concentración de Pb – Zn, finalmente sobre el nivel 4500 la presencia de mineral de óxidos es mayor.

Sistema N15°E.- Asociado a este sistema tenemos las siguientes estructuras mineralizadas: veta Jackie, veta Valentina, veta Paula, veta Vania, veta Esperanza y veta Vania, veta Esperanza, veta Angélica, veta Sarita, Sarita Tensional y el Cuerpo Sara, las cuales se trabajaron entre los niveles 4600 hasta el nivel 4450, sobre el nivel superior estas estructuras se transforman en vetas de óxidos cercanas al relleno aluvial, en el nivel inferior es mayor la presencia de brechas de calcita. Pertenecen a este mismo sistema la veta y el cuerpo Edith reconocidas entre los niveles 4500 y 4300, sobre el nivel superior estas estructuras se convierten en óxidos, mientras que por debajo del inferior estas estructuras pasan a tener mayor contenido de plomo y zinc y baja plata. Las vetas Plomopampa 2, Dana y Marcia son estructuras de calcita cerrada con pequeñas concentraciones de mineral económico que no progresan en su extensión horizontal ni vertical.

Sistema E-W.- Asociado a este sistema tenemos las siguiente estructuras mineralizadas: veta Mariana, veta Marina Sur, veta Marianela, veta Eugenia, Cuerpo Marion, veta Karina, veta Iris, Cuerpo Rosalinda, veta Denisse, Cuerpo Teresita y Cuerpo Daniela. Estas estructuras mineralizadas están asociadas al sistema de estratificación N15°W y buzamiento 25°SW, las cuales son responsables en muchos casos de ensanchamientos hasta de 12 m de mineral, además estas estructuras son desplazadas por fallas de estratificación.

Todas estas estructuras presentan similar ensamble mineralógico: calcosilicatos, carbonatos, sulfuros, sulfosales de plata como mineral de mena, también se observa alabandita principalmente en el sistema Plomopampa 2. Los minerales más abundantes son los que constituyen las gangas como los carbonatos de Ca – Mn (calcita, rodocrosita), silicatos de Ca - Mn – Fe (johansonita, bustamita y rodonita) y sulfuros de Fe y Mn (pirita, marcasita, arsenopirita, pirrotita y alabandita). Los minerales con valor económico lo constituyen las sulfosales de plata (proustita - pirargirita, sulfosales de plata no especificados, uchucchacuita, polibasita, freibergita), la plata nativa y argentita; además es notable la presencia de sulfuros de plomo y zinc (galena y esfalerita).

Mina Socorro: se tienen tres sistemas estructurales importantes: N35°-40°E, N60°E y E-W siendo estos:

Sistema N35° - 40°E.- Asociadas a este sistema tenemos las fallas regionales Socorro y Cachipampa. La falla Socorro es una fuerte estructura que aflora en superficie con relleno de calcita en casi toda su longitud horizontal y vertical, de donde se desprende la falla Gina Socorro como un lazo cimoide a este sistema. Asociados a esta falla Gina Socorro, están los cuerpos: Giovana, Giovana Norte, Lesly, Lesly Sur, Ana lucia, 699 y las vetas Socorro Piso e Isela, todas estas estructuras están controladas por fracturamientos de rumbo N50°-60°E que son tensionales a la falla Gina Socorro. Esta veta (Gina Socorro) ha sido trabajada desde el nivel 4360 hasta el nivel 3850, presentando en niveles intermedios y altos una composición mineralógica de carbonatos de calcio y manganeso con alto contenido de alabandita y poco contenido de esfalerita y galena, en niveles más profundos como lo son los niveles 3990 y 3920 la mineralización presenta dos etapas diferenciadas entre sí, observándose una clara etapa de sulfuros de plomo y zinc que corta a la etapa de alabandita pre existente. En el caso del Cuerpo Giovana, Giovana Norte, Lesly, Lesly Sur, Ana Lucía se han trabajado desde el nivel 4240 hasta el nivel 4360. Estos cuerpos presentan una composición mineralógica de: calcita, alto contenido de alabandita y rodocrosita como ganga; sulfosales de plata (proustita, pirargirita), baja concentración de galena y esfalerita como mena. La veta Luz es otra estructura mineralizada que está asociada a este sistema, en la parte SW del área, esta veta ha sido trabajada desde el nivel 4240 hasta el nivel 4680, presentando una mineralogía

uniforme en toda su extensión vertical y horizontal. Esta consiste en sulfuros de plomo y zinc, sulfosales de plata con carbonatos de calcio y manganeso.

El cuerpo Sonia es una estructura mineralizada que está asociada a la falla Socorro, de la cual se desprende desde el nivel 4060 hacia niveles inferiores, cuya composición mineralógica es de calcita, galena, esfalerita, pirita, sulfosales de plata (proustita, pirargirita).

La veta Lilia está controlada por una falla que se desprende como ramal de la veta Gina Socorro desde el Nv 4060 hacia niveles más profundos, la mineralización es de sulfuros de plomo y zinc en la zona SW y de carbonatos de manganeso y calcio con alabandita al NE.

Sistema N60°E.- Asociado a este sistema tenemos a la Falla Giovana, la cual es un falla fuerte y continua, teniendo como relleno calcita masiva en toda su longitud. Asociados a esta falla están los cuerpos: Giovanna 2, Eliana, Eliana Norte, los cuales han sido trabajados desde el nivel 4240 hasta el nivel 4360, excepto el cuerpo Eliana Norte que viene siendo trabajada hasta el nivel 3990, presenta una composición mineralógica de carbonatos de calcio y manganeso con alto contenido de alabandita (ganga), sulfosales de plata (proustita, pirargirita) y baja concentración de sulfuros de plomo y zinc (mena).

Sistema E-W.- Asociado a este sistema tenemos a las vetas Deissy y Kelly en el NE del área de mina Socorro y las vetas Vanesa, Tina, Socorro 1, Socorro 3 al SW del área en mención. La veta Deissy ha sido explorada en el Nv 4180 y 4120, mientras que la veta Kelly ha sido explorada en el nivel 4120. La composición mineralógica de estas estructuras mineralizadas es de: calcita, rodocrosita, alabandita, hematita como gangas y sulfosales de plata con poca concentración de galena y esfalerita como mena. Las vetas Vanesa, Tina, Socorro 1, Socorro 3 en la parte SW del área, están compuestas mineralógicamente por calcita, galena, esfalerita, pirita, cuyo alto contenido de Plomo y zinc se debe a la influencia de intrusivos dacíticos de la zona del área de Casualidad.

4.1.1.6 Geología Económica

El yacimiento de Uchucchacua forma parte de los yacimientos polimetálicos hospedados en rocas carbonatadas del cretáceo superior relacionado a intrusiones del mioceno en los andes del Perú Central. Es uno de los mayores productores primarios de Plata con una producción histórica de 229 millones de

Oz Ag finas recuperadas desde el 1975 hasta el 2014 en 40 años de operación minera.

La característica principal que presenta es que tiene bajos valores de Pb-Zn y valores inusualmente altos de Ag-Mn, mucha más que los otros yacimientos del mismo ambiente tectónico, inclusive superando a yacimientos epitermales de Ag como son Pallancata y Arcata.

4.1.1.7 Minado

Esta operación cuenta con tres minas en explotación: Socorro, Carmen y Huantajalla, cuya producción es extraída a través de los piques Luz y Máster. Los métodos de explotación utilizados son los de corte y relleno ascendente y Bench & Fill, ambos mecanizados con equipos de bajo perfil. El mineral se transporta por rieles a través de locomotoras y carros mineros hacia las zonas de carguío de los piques y hacia la planta concentradora. El acceso principal a las zonas de minado se realiza a través de una rampa descendente. El material estéril es recirculado como relleno hacia los tajos y el excedente es transportado hacia el depósito de material estéril ubicado en superficie. Para la ventilación de las labores se cuenta con tres ventiladores principales de 300,000 cfm y ventiladores secundarios para las exploraciones y desarrollos. Para el drenaje de mina se cuenta con dos estaciones de bombeo de agua en serie, con una capacidad de 1,000 y 750 l/s que evacúa el agua hacia el nivel 4120 y sale a superficie a través del túnel Patón de 4.2 km de longitud.

4.1.2 Empresa contratista minera CONGEMIN JH SAC

Contratistas Generales en Minería JH SAC – CONGEMIN JH SAC es una empresa privada peruana de ingeniería de construcción, aplicada a la minería subterránea convencional y mecanizada. Realiza trabajos en las diferentes etapas del laboreo de minas. Para tal efecto, CONGEMIN JH SAC cuenta con profesionales de las diferentes especialidades, con experiencia suficiente que permite realizar trabajos de calidad (rentables y seguros) y en armonía con el medio ambiente, para lo cual cuenta con certificados en los Sistemas de Gestión ISO 14001 y OHSAS 18001 (CONGEMIN, 2019).

La compañía tiene su partida de nacimiento, como Empresa Especializada en el año 1989 y se mantiene en el mercado gracias a su crecimiento sistemático y planificado.

En la unidad Uchucchacua, la ECM CONGEMIN viene trabajando desde el año 2008 y se encuentra operando en la zona de Socorro y Huantajalla en los procesos de Exploración, Preparación y Desarrollo, tanto en las labores verticales, como en las horizontales.

Para el desarrollo de las operaciones cuenta con los siguientes equipos mecanizados:

Tabla 16 Listado de equipos mecanizados

Equipos	Equipo	
Camión de mina subterránea	Dumper MT2010	1
	Dumper TH320	5
	Dumper EJC417	2
	Dumper MH-175B	2
	Dumper MH-175C	1
	Dumper MH-175	1
	Dumper MH-135	1
	Dumper MH65	1
	Dumper MH65	1
	Total	14
Cargador de mina subterránea	Scooptram R1600G	1
	Scooptram R1300G	8
	Scooptram R1300	1
	Scooptram ST2G	7
	Scooptram JH57	1
	Scooptram LT350	1
	Scooptram LH-203E	1
	Total	20
Perforadora Electrohidráulica	Boomer S1D	1
	DD311	2
	DD310	1
	DD210	3
	MIKI-FF	1
	MK-LHP (taladros)	1

	largos)	
	Total	9
Empernador electrohidráulico	Small bolter 88	1
	Bolter 88	1
	Total	2

Fuente: Elaboración propia

Cabe señalar que las actividades de sostenimiento con concreto lanzado (shotcrete) y desatado mecanizado esta a cargo del área de geomecánica y superintendencia de mina del titular minero a solicitud y coordinación de las ECM.

Con relación a la fuerza laboral, se muestra su evolución en la siguiente tabla:

Tabla 17 Evolución de la fuerza laboral de la ECM CONGEMIN 2008-2017

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Fuerza laboral	197	360	358	383	668	700	1061	1063	897	899

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Gestión de Riesgos Críticos

4.1.3.1 Contexto y mapeo de procesos

Para el presente trabajo de investigación se estableció como contexto para la gestión de riesgo, las operaciones subterráneas de la ECM CONGEMIN en la mina Uchucchacua de Cía. de Minas Buenaventura S.A.A. El análisis de las tareas e identificación de peligros se ha utilizado el mapeo de procesos (Ver Figura 23), el mismo que se ha desplegado en un formato donde se identificó las actividades y tareas (Figura 24), que permitieron servir de referencia para la posterior identificación de peligros (Ver anexo 1)

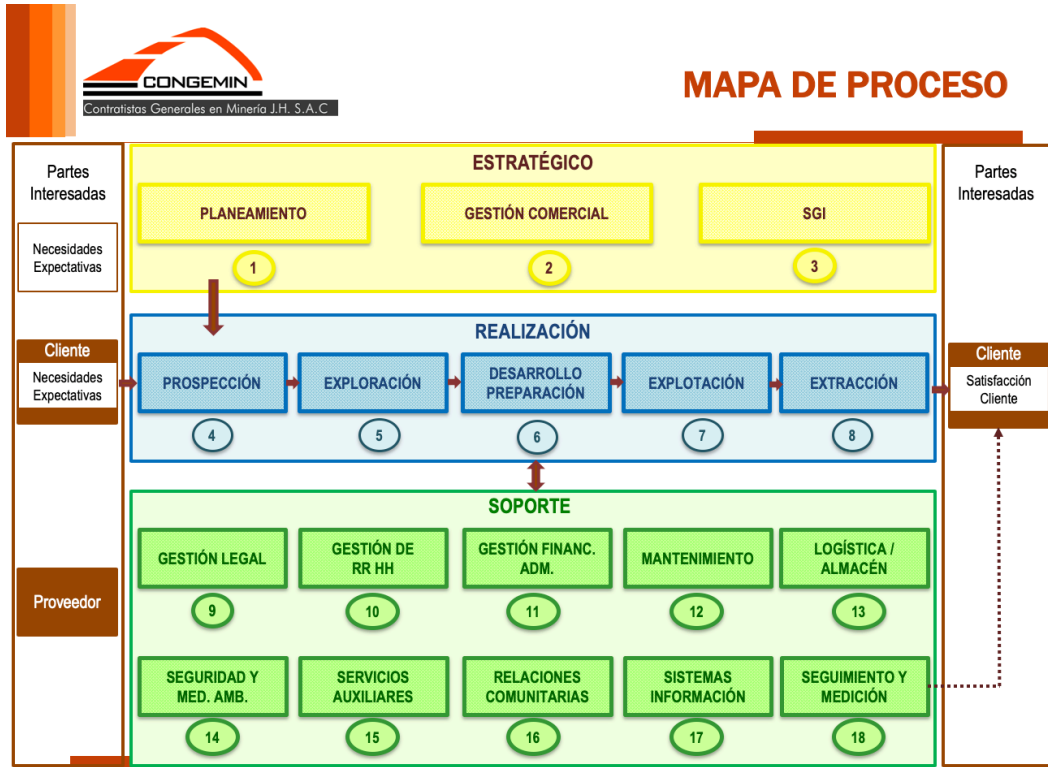


Figura 23 Mapeo de Procesos CONGEMIN

Fuente: Elaboración propia

SEDE / UNIDAD DE PRODUCCIÓN		MAPEO DE PROCESOS					Código: COR-SGI-P-02-F/01	
FECHA DE ACTUALIZACIÓN		RUTINARIO		NO RUTINARIO		TAREAS		ENTRADAS / RESIDUOS / PRODUCTOS Y/O SERVICIOS
1								
2								

Figura 24 Formato de Mapeo de Procesos

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.2 Evaluación de Riesgos

4.1.3.2.1 Identificación de peligros y sus riesgos

Para esta etapa se utilizó la técnica de observación y concentración de peligros utilizada por (Badri et al., 2013). Para ello durante 2 meses se realizó el recorrido en interior mina en las zonas de Socorro y Huantajalla donde están las operaciones de la empresa contratista minera CONGEMIN JH SAC. Se observaron y analizaron todas las tareas identificadas en el mapeo de procesos llegando a identificar en cada proceso todos los peligros presentes. Esta actividad fue multidisciplinaria y contó con la participación de los ingenieros de mina, de seguridad, geomecánicos, de mantenimiento mecánico-eléctrico, ingenieros de medio ambiente, inspectores de seguridad, supervisor de transporte, ingenieros y la participación de los involucrados en cada tarea. Producto de esta actividad se creó la base de datos referencial de peligros de seguridad y salud ocupacional identificados por observación en las operaciones mineras subterráneas de ECM CONGEMIN Mina Uchucchacua. Ver Tabla 18

Tabla 18 Base de datos referencial de peligros CONGEMIN

Base de datos de peligros de seguridad y salud ocupacional identificados por observación	
Familia de Peligros	Descripción de la familia de los peligros
PS1 eléctricos	<p>1. De corriente continua o alterna</p> <p>Sub estaciones eléctricas, centro de control de motores, tableros eléctricos, sala eléctrica, línea trolley transformadores, cables eléctricos (de media y alta tensión) colgados fuera de alcayatas y cruzando accesos, empalmes rotos; enchufes sin línea a tierra, baterías, equipos eléctricos.</p>
	<p>2. Electricidad estática</p> <p>Acumulación de carga, chispas, pozos a tierra sin mantenimiento, tableros eléctricos sin línea a tierra, ausencia y/o inoperatividad de sistemas de puesta a tierra de equipos electrohidráulicos.</p>

PS2 mecánicos	<p>1. Vehículos</p> <p>Scooptram, camión bajo perfil, jumbos, empernadores, scaler, mixer, telehandler, tractor, cargador, locomotoras y su convoy de carros mineros, interferencia con el equipo, camionetas, camiones de personal.</p>
	<p>2. Equipos</p> <p>Dispositivos de seguridad de calidad inferior (No certificados), dispositivos peligrosos (peligro inherente), escaleras verticales (mal aseguradas, dañadas, sin pasante de 1m con respecto al nivel superior, escaleras de paso, pasarelas sin rodapiés, sin pasamanos.</p>
	<p>3. Estado de los equipos</p> <p>Desgaste mecánico, la antigüedad, la confiabilidad, el funcionamiento de la dirección, el funcionamiento del freno de parqueo, la estructura de la cabina, el funcionamiento del sistema de traba y bloqueo mecánico y automático, el funcionamiento de relojes indicadores de control en cabina, suspensión.</p>
	<p>4. Elementos sometidos a estrés mecánico</p> <p>Estructuras (condición de estructuras de sostenimiento geomecánico pasivo y activo) tuberías y conductos, elevadores, cadenas, eslingas, llantas, piezas de desgaste, prensadoras hidráulicas, skip/ jaulas, cables, carga/descarga de mineral dispositivos, tanques y depósitos, suelos o carreteras bajo estrés.</p>
	<p>5. Elementos móviles</p> <p>Herramientas portátiles eléctricas (amoladoras,) trituradoras, fajas transportadoras, las piezas móviles o inestables, objetos vibrantes, transportadores de tornillo helicoidal, gatos, poleas, ventiladores de motores, barrenador de la broca, martillos neumáticos, máquina de perforar (Jack leg y/o stoper).</p>
	<p>6. Aparatos y elementos bajo presión</p> <p>Tolvas neumáticas, tolvas electrohidráulicas, líneas de aire comprimido en labores y talleres, compresores de aire, sistema de inflado de llantas, prensa hidráulica, tuberías y conductos, estaciones de bombeo, instalación y/o</p>

	<p>mantenimiento de redes de agua en mina, equipos hidráulicos, electrohidráulicos, unidades electrohidráulicas en piques y estaciones de carguío, pistones, tanques de aire comprimido.</p>
	<p>7. Manejo de materiales</p> <p>Carga y descarga de elementos de sostenimiento en superficie y en mina, carga y descarga rodando cilindros en mina y superficie, carga y descarga de explosivos y accesorios de voladura, ingreso de tuberías de polietileno, carretillas, elevadoras, cargadoras telescópicas(telehandler), carretillas, transportadora, izaje con winche eléctrico.</p>
	<p>8. Transporte</p> <p>Zonas antiguas y/o sin ventilación sin bloqueo, ni señalización, laderas, pendientes pronunciadas (gradiente fuera de especificación) bordes inestables, sección y/o altura sub estándar de cámaras de carguío, radios de curvatura sub estándares según dimensión de flota de equipos, estaciones de pase y refugios en rampas y accesos, desorden de cables eléctricos energizados y tuberías en los hastiales y corona en las vías, obstáculos naturales en el suelo, materiales al costado y/o en la vía , suelo irregular, espacios abiertos (mal relleno y/o compactado), charcos y/o empozamiento de agua, residuos de elementos metálicos punzo cortantes en las vías, baches, presencia de material de relleno en las vías reduciendo altura, ausencia de señalización en pozas temporales de agua, , la carga y la capacidad de ruptura,.</p>
	<p>9. Explosión / explosiones</p> <p>Fugas de gases inflamables (GLP, acetileno) fuego, humo, polvo, combustible, gases, tanques a presión, explosivos, chispas, arcos eléctricos, dinamita, ANFO, la fricción, los productos químicos y líquidos inflamables, neumáticos, baterías.</p>
	<p>10. Caídas, derrumbes, las salpicaduras, derrames, deslizamientos</p> <p>De rocas, de carga (chimeneas) / tolvas, de herramientas, de objetos, a personas, estructuras, aceite hidráulico, agua</p>

	presurizada, deslizamientos en accesos/carreteras.
PS3 fisicoquímicos	1. Entorno dinámico Transporte, manipulación de materiales, el tráfico, la frecuente entrada / salida del equipo móvil, la interferencia, los cambios en la infraestructura de interior mina.
	2. Iluminación ambiental Iluminación de la estación de trabajo; iluminación individual deficiente (lámpara minera), el brillo de pantallas y/o monitores.
	3. Pantallas de visualización Ordenador, panel de control.
	4. Ruido ambiental Equipos, vehículos, perforadoras, rompe bancos, inalámbrico, sistema de ventiladores, operaciones, voladura.
	5. Vibración Equipos pesados / vehículos en tránsito, factor de potencia dinamita/ANFO, operaciones
	6. Estado de superficies de contacto Las superficies calientes (en profundización) o frías (la acumulación de hielo en superficie y/o accesos)
	7. El diseño de estaciones Interfaz hombre-máquina (equipos importados diseñados para biotipo europeo y/o americano), acumulación de residuos metálicos filosos en estaciones y echaderos principales de mineral y/o desmonte).
	8. Entornos nocivos Zonas de concentración y/o recirculación de gases, humos diésel y de hollín, deficiente ventilación (velocidad, caudal, otros parámetros debajo de LMP, falta de chimeneas, chimeneas colapsadas, chimeneas tapadas con carga) productos químicos peligrosos (Ejemplo: acelerantes de fraguado), explosivos (estado, almacenamiento, compatibilidad).
	9. Entorno polvoriento

	<p>Deficiente ventilación (velocidad, caudal, otros parámetros debajo de LMP, falta de chimeneas, chimeneas colapsadas, chimeneas tapadas con carga), vías secas, la perforación en seco, carga de mineral/desmonte sin regar, rotura de bancos, sistema de extracción de polvo deficiente y/o inoperativo en planta de shotcrete.</p>
	<p>10. Entorno de hacinamiento Los espacios cerrados, escombros, desechos, obstáculos, vías de circulación, los vehículos estacionados, los talleres; herramientas o materiales pegados entre objetos.</p>
	<p>11. Condiciones climáticas Hielo y la escarcha, la humedad, corrientes de aire, inundaciones, niebla.</p>
	<p>12. Fuentes de Calor (motores, bombas, estaciones de petróleo), campos electromagnéticos (electroimanes, motores eléctricos, interruptores eléctricos).</p>
<p>P-S4 humanos</p>	<p>1. El comportamiento de alto riesgo Alcohol, drogas, tabaco, conducción insegura, el acceso a las zonas de peligro, de conformidad con los procedimientos y normas (de bloqueo, mantenimiento, inspecciones, la energía residual, químicas y almacenamiento de explosivos; zonas de fijación, las fuentes de ignición; manipulación y la inserción de explosivos; usan dispositivos de protección; conducción y estacionamiento; manipulación de materiales; perforación, voladura, las medidas de emergencia), el cumplimiento de leyes y reglamentos (explosivos, ventilación, equipos mecánicos, monitoreo de gas, etc.)</p>
	<p>2. El estrés y la fatiga Sistema de trabajo, carga de trabajo, falta de atención, falta de concentración, somnolencia, esfuerzo visual, tareas manuales repetitivas</p>
	<p>3. Acoso La intimidación, la agresión verbal, la agresión física,</p>
	<p>4. Interferencia</p>

	<p>Numerosos subcontratistas, la competencia, las diferencias culturales, de integración, conflictos peatón-equipo.</p>
	<p>5. Competencia La experiencia, el conocimiento de entrenamiento del trabajo, capacidad de acción, autonomía.</p>
	<p>6. Error humano Conducción, estacionamiento, controles, métodos de trabajo, procedimientos y normas de seguridad, omisiones, manipulación incorrecta.</p>
<p>P-S5 Métodos de trabajo</p>	<p>1. De procedimiento (métodos) Posturas exigentes (de pie con poco movimiento en el piso de cemento, inclinándose hacia adelante mientras está de pie o en cuclillas, con los brazos por encima de los hombros), un esfuerzo excesivo, movimiento brusco, falta de señalización, comportamiento inadecuado, la mala comunicación o respuesta, la mala utilización de los equipos de seguridad, levantando o mover cargas pesadas, manejo inadecuado, tareas repetitivas, procedimientos mal adaptados al diseño del equipo.</p>
	<p>2. Tareas de alto riesgo La conducción del vehículo/equipo, trabajar en pendientes, en alturas, en espacios confinados o apretados o oscuridad, reparaciones, la exposición al frío, el polvo o la humedad, el mantenimiento y la inspección de mover elementos, carga y transporte de explosivos, voladura, perforación, manejar o mover equipo pesado, acarreo de mineral, las reparaciones del lugar de trabajo, la exposición a flashes y arcos eléctricos, la proximidad de equipo pesado o suspendido, el trabajo con oxicorte, herramientas de interferencia entre los equipos de reparación, soldadura, mal adaptados y equipos, monitorizados o controlados a distancia de equipos (scooptram, perforadoras electrohidráulicas)</p>
	<p>3. Planificación El seguimiento y monitoreo de los ciclos del proceso (Deficiente seguimiento de indicadores y falta de análisis de los mismos), las horas extras (personal supervisor y trabajador se queda después del chispeo para completar la</p>

	extracción de mineral), organización y planificación del trabajo de alto riesgo (no se asegura la disponibilidad de los controles, sólo se basa en control administrativo: IPERC, PETS, y Plan de trabajo), la distribución de tareas inadecuada (línea de tiempo no es real), la interferencia, la subcontratación.
	<p>4. Ejecución-operación</p> <p>Supervisión de tareas (No hay facilidades de movilidad para supervisar, ni la cantidad de supervisores en función a las distancias de las labores), la inspección de la labor no es efectiva, falta de recursos para cumplir con los procedimientos de emergencia, la comunicación es deficiente (con salas de control, equipos de otras, medidas de emergencia, alarmas, de radio y de interferencia).</p>

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.2.2 Análisis de los riesgos

Para este proceso se utilizó los enfoques Bottom-up y Top-down sugeridas por (Hopkin, 2018); es decir el análisis y evaluación de riesgos de abajo hacia arriba, es decir desde los trabajadores identificando y cuantificando in situ en sus respectivos cuadernos de operación segura hasta la línea de mando medio y superior que los valida. Posteriormente en gabinete se analizaron los peligros de arriba hacia abajo; es decir las matrices del IPERC se analizaron y desarrollaron con la participación de la residencia y gerencia para poder establecer los controles. (Ver Anexo 2)

Para la evaluación de riesgos se siguió la metodología sugerida por (Western Sydney University, 2015) y se construyó la matriz de riesgos tomando como referencia lo establecido por (Baybutt, 2014) la cual establece 3 zonas:

Región Inaceptable	Zona de color rojo	Zona de riesgo alto
Región ALARP	Zona de color amarillo	Zona de riesgo medio
Región aceptable	Zona de color verde	Zona de riesgo bajo

Para la construcción de la matriz de calificación del riesgo (probabilidad y consecuencia) se tomó como referencia la matriz de (Western Sydney University, 2015), la cual considera 3 niveles de riesgo: alto, medio y bajo.


Matriz de calificación de riesgo

SEVERIDAD	Catastrófico	1	1	2	4	7	11	<table border="1"> <tr> <th>NIVEL DE RIESGO</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>PLAZO DE MEDIDA CORRECTIVA</th> </tr> <tr> <td>ALTO</td> <td>Riesgo intolerable, requiere controles inmediatos. Si no se puede controlar el PELIGRO se paralizan los trabajos operacionales en la labor.</td> <td>0-24 HORAS</td> </tr> <tr> <td>MEDIO</td> <td>Iniciar medidas para eliminar/reducir el riesgo. Evaluar si la acción se puede ejecutar de manera inmediata</td> <td>0-72HORAS</td> </tr> <tr> <td>BAJO</td> <td>Este riesgo puede ser tolerable.</td> <td>1 MES</td> </tr> </table>	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
	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																	
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																	

Figura 25 Matriz de calificación del riesgo

Fuente: Elaboración propia

La determinación de los riesgos de los peligros identificados, se evaluó siguiendo la recomendaciones del Instituto de Riesgos de Londres a través de la publicación de (Hopkin, 2018); en primera instancia se evaluó el riesgo inherente (sin aplicación de controles) es decir, el riesgo en su estado puro con la finalidad de no ocultar el potencial verdadero de la severidad y/o consecuencias, luego de ello se establecieron los controles ubicándolos de acuerdo con la jerarquía. Nuevamente se vuelve a evaluar el riesgo para determinar el nivel del riesgo actual denominado “riesgo residual”, ya que esto le da un enfoque más dinámico a la gestión de riesgos. Dicho formato se muestra en la figura 36 y su desarrollo en el Anexo 2 (IPERC).

 <p>CONGEMIN Compañía General de Minería JH S.A.C.</p>	<p>IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS DE CONTROL- LÍNEA BASE FP-COR-04.01-01</p>	<p>V-04</p>
--	--	-------------

<p>Alcance:</p> <p>Fecha de Elaboración:</p> <p>Fecha de Actualización:</p>	<p>Equipo Evaluador:</p> <table border="1" style="width: 100%; height: 100px;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>							<p>Jerarquía de Controles - Orden de Prioridad</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>1</td><td>Eliminación</td></tr> <tr><td>2</td><td>Sustitución</td></tr> <tr><td>3</td><td>Controles de Ingeniería</td></tr> <tr><td>4</td><td>Señalización, Alertas y/o Control Administrativo</td></tr> <tr><td>5</td><td>EPP adecuado</td></tr> </table>	1	Eliminación	2	Sustitución	3	Controles de Ingeniería	4	Señalización, Alertas y/o Control Administrativo	5	EPP adecuado
1	Eliminación																	
2	Sustitución																	
3	Controles de Ingeniería																	
4	Señalización, Alertas y/o Control Administrativo																	
5	EPP adecuado																	

Proceso	Actividad	Tarea	Aspectos/Peligros	Consecuencia	Evaluación del Riesgo Inicial			Jerarquía de Control				Riesgo Residual			Acción de Mejora	Responsable
					Nivel Probabilidad (P)	Nivel Severidad (S)	Clasificación de Riesgo (P x S)	Eliminación	Sustitución	Controles de Ingeniería	Control Administrativo	EPP	P	S		

Figura 26 Hoja de trabajo IPERC CONGEMIN JH SAC

Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Riesgos críticos y sus impactos

Después de realizar la identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles IPERC, se realizó el listado de peligros y riesgos críticos por procesos (Ver anexo 3), determinándose 09 riesgos críticos, los mismos que se muestran en la tabla 19.

Tabla 19 Listado de riesgos críticos

Item	Riesgos Críticos	Consecuencias	Área
1	Aplastado por rocas	Muerte, lesiones graves por aplastamiento de rocas	Procesos Mina
2	Gases	Muerte y/o gaseamiento por intoxicación de gases de voladura y combustión	Procesos Mina / Mantenimiento
3	Golpeado por Equipos en movimiento	Muerte, lesiones graves por atropello	Procesos Mina / Mantenimiento
4	Contacto con energía eléctrica	Muerte y/o lesiones graves por electrocución	Procesos Mina / Mantenimiento
5	Explosiones	Muerte y/o lesiones graves por explosión	Procesos Mina
6	Caída a distinto nivel	Muerte y/o lesiones graves por caída de persona	Procesos Mina
7	Atrapado / Chancado entre o debajo de objetos	Muerte, lesiones graves por aplastamiento /atrapamiento de cargas	Procesos Mantenimiento
8	Contacto con energía neumática	Muerte, lesione graves por impacto en el manejo de llantas y aros	Procesos Mantenimiento
9	Contacto con energía mecánica - hidráulica	Muerte, lesiones graves por descontrol de líneas presurizadas y sistemas mecánicos	Procesos Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia.

Dichos riesgos críticos han sido identificados en 418 tareas distribuidos en los procesos de operación mina y mantenimiento. En la tabla 20 y figura 27 se muestran; sin embargo, debemos precisar que la consecuencia es una potencial fatalidad y desde esta perspectiva se abordaron los controles

Tabla 20 Número de tareas con riesgos críticos presentes en los procesos

	Exploración	Preparación	Explotación	Extracción	Mantenimiento	Servicios	Supervisión	Total
Aplastado por rocas	13	34	22	9	1	9	1	89
Gases	9	12	12	3	6	9	1	52
Golpeado por Equipos en movimiento	9	3	9	14	5	19	1	60
Contacto con energía eléctrica	6	8	8	9	36	7	1	75
Explosiones	6	9	4	0	0	0	1	20
Caída a distinto nivel	0	16	4	4	0	3	1	28
Atrapado / Chancado entre o debajo de objetos	0	0	0	0	89	0	0	89
Contacto con energía neumática	0	0	0	0	5	0	0	5
Contacto con energía mecánica - hidráulica	0	0	0	0	29	0	0	29
	43	82	59	39	142	47	6	418

Fuente: Elaboración propia

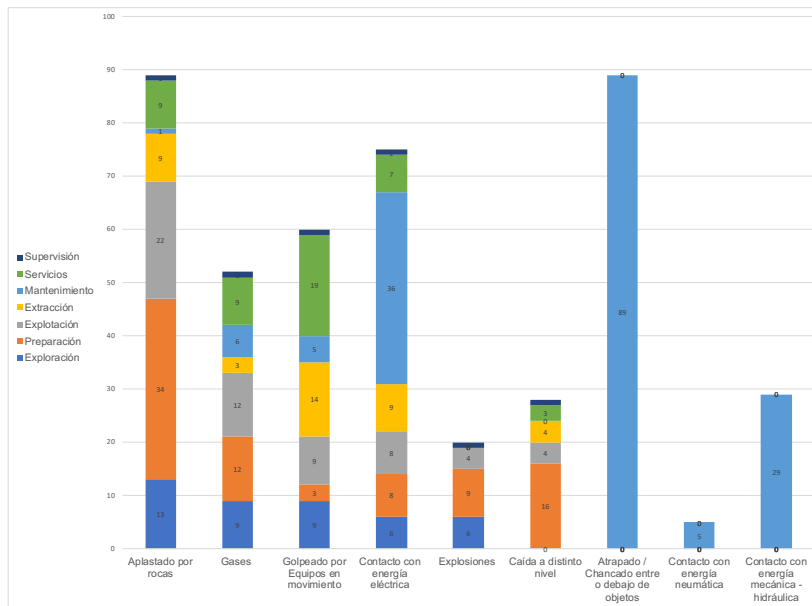


Figura 27 Tareas con riesgos críticos en los procesos CONGEMIN

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 28 se muestra la concentración los riesgos críticos en los procesos de mina, donde se identifica que el 30% se concentra en primer lugar en la

preparación de mina, seguido de explotación 21%, servicios 17%, exploración 16%, extracción 14% y supervisión 2%.

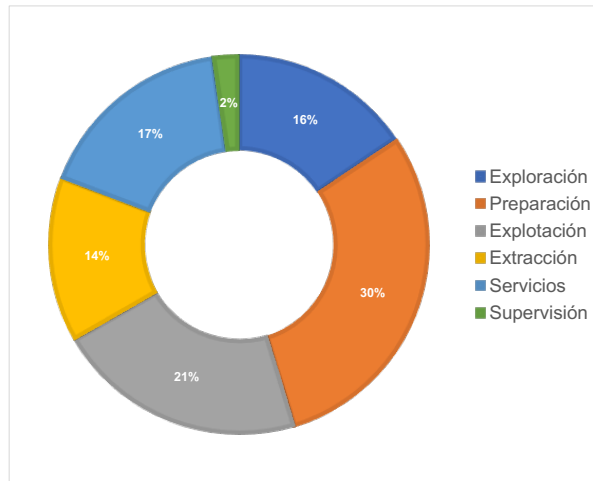


Figura 28 Concentración de riesgos críticos en mina por procesos

Fuente: Elaboración propia

En función a los peligros de las tareas de mina, dichos riesgos críticos se presentan en la figura 29 de acuerdo con el siguiente orden: aplastado por rocas 32%, golpeado por equipos en movimiento 20%, intoxicación por gases 17%, contacto con energía eléctrica 14%, caída a distinto nivel 10% y explosiones 7%.

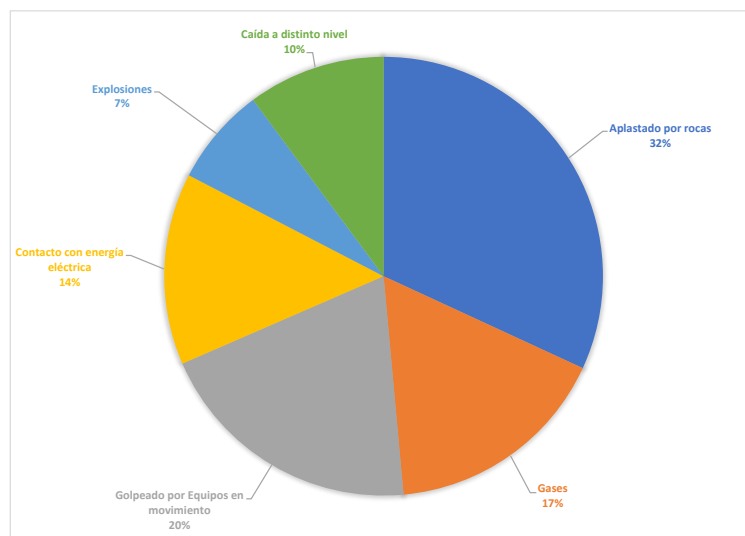


Figura 29 Distribución de riesgos críticos de procesos mina según tipo

Fuente: Elaboración propia

Para el caso del proceso de mantenimiento general, los riesgos críticos se concentran en los subprocesos de mantenimiento correctivo 81%, mantenimiento preventivo 14% y mantenimiento predictivo 5%.

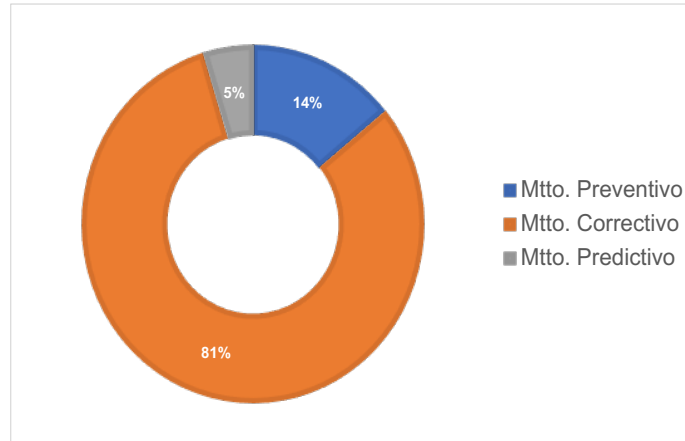


Figura 30 Concentración de riesgos críticos de mantenimiento por subprocesos

Fuente: Elaboración propia

En función a los peligros de las tareas de mantenimiento, dichos riesgos críticos se presentan en la figura 31 de acuerdo con el siguiente orden: Atrapado / chancado entre o debajo de objetos 43%, contacto con energía mecánica-hidráulica 23%, contacto con energía eléctrica 22%, intoxicación por gases 5%, contacto con energía.

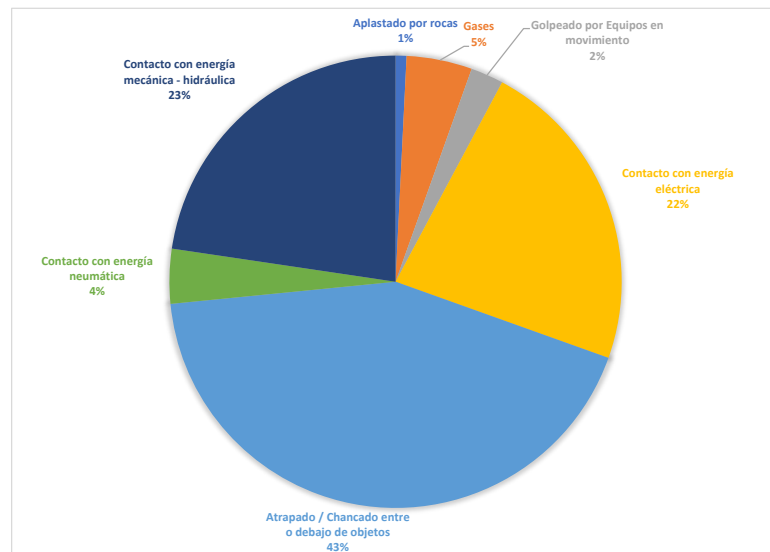


Figura 31 Distribución de riesgos críticos de mantenimiento según tipo

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, hasta aquí, siempre las organizaciones han terminado quedándose archivados en digital y/o papeles impresos para ser auditados o revisados reactivamente cuando se cumple el año o cuando se produce un accidente.

El presente trabajo de investigación propone gestionar esos riesgos críticos como nuevo punto de partida para ser analizados a profundidad con la metodología Bowtie (Ver figura 32) de una forma dinámica para que la información permita a la organización gestionar sus riesgos críticos de una forma dinámica tanto en la parte preventiva como en la parte mitigadora identificando las barreras críticas vitales e indispensables para que los riesgos no se manifiesten o sean de un menor impacto. Asimismo, se identifican los factores de degradación, los mismos que son una condición que derrota o reduce la efectividad de las barreras y que su implementación, control y seguimiento son muy importantes también para el éxito de la gestión de riesgos críticos. Como el software Excel es muy limitado, para tal fin se utilizó el software BowTie XP , el cual está estructurado en base a la ISO 31000:2018.

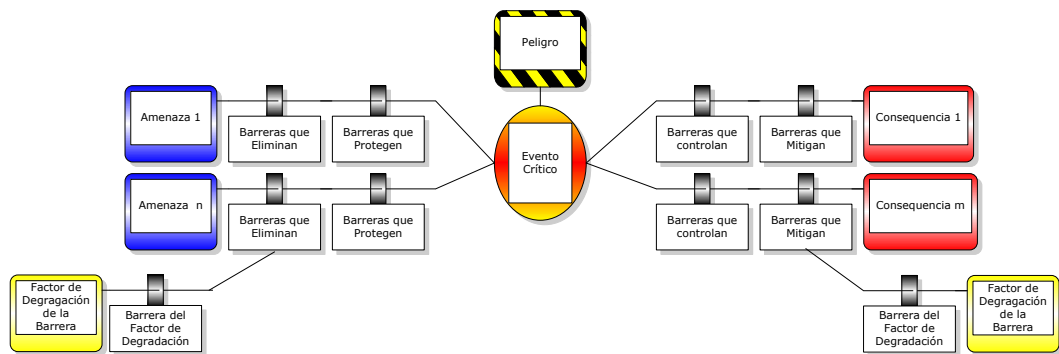


Figura 32 Estructura del diagrama de la metodología Bowtie

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (Pitblado & Weijand, 2014)

El ejemplo de BowTie que se muestra en la Figura 32 tiene varios elementos claves. Según (Pitblado & Weijand, 2014) estos se pueden definir de la siguiente manera:

El peligro: Es un material, fuente de energía o actividad con potencial para un resultado no deseado, generalmente si hay una pérdida de contención u otra forma de pérdida de control.

El peligro debería conducir lógicamente al Evento Principal.

Evento principal: este es el evento que puede conducir a resultados no deseados (por lo general, pérdida de control o pérdida de contención), se nombra según la terminología del árbol de fallas.

El evento principal debe conducir lógicamente a una o alguna serie de consecuencias.

Amenazas (Causas): son las categorías de desafíos para los sistemas de seguridad que, si no se terminan, conducirán al evento principal (Top Event).

Las amenazas conducen al evento principal y normalmente se recopilan como una secuencia de causas. A menudo se desarrollan como una lluvia de ideas sobre todas las causas posibles.

Las amenazas (que pueden tener múltiples causas separadas) deberían conducir al Evento Principal

Resultados o consecuencias: estas son las categorías de resultados no deseados que pueden ocurrir si el evento desde que comienza el Evento principal y no finaliza.

Las consecuencias son el resultado lógico del fracaso de todas las barreras de mitigación. Por lo general, se agrupan en 3–4 categorías amplias que reflejan el rango de medidas de mitigación implementadas. Las categorías típicas pueden incluir:

- Impactos de seguridad (Fatalidades / lesiones)
- Impactos ambientales
- Daños a los activos
- Impactos a la reputación

Barreras de prevención: estas son las barreras / controles / salvaguardas que pueden terminar (o reducir la probabilidad) de la causa antes de que llegue al Evento Principal (Top Event).

Barreras de mitigación: estas son las barreras / controles / salvaguardas que pueden mitigar una secuencia de eventos antes de que llegue a la consecuencia no deseada.

Algunos conjuntos de reglas para barreras, que se aplican tanto a las barreras de prevención como a las de mitigación:

- Las barreras pueden ser físicas o no físicas.

- Las barreras son cosas reales que pueden ser probadas o medibles, las no físicas deberán ser sistemas.
- Las barreras pueden ser pasivas: equipos de contención de presión, diques.
- Las barreras pueden estar activas: rociadores, sistemas de apagado de emergencia.
- Las barreras pueden ser tareas críticas: sistemas de procedimientos, programas de inspección.
- Las barreras deben ser independientes; esto se basa en conjuntos de reglas del árbol de fallas
- Aspecto (s) sociotécnico (s), las barreras son mezclas de lo anterior (con frecuencia).

En el presente trabajo, para efectos de aplicación de la metodología BowTie se han agrupado los riesgos asociados a energía neumática, mecánica e hidráulica en el Top Event “Liberación descontrolada de energías” y por el nivel catastrófico de los accidentes de tránsito involucrados en el riesgo crítico de “Atrapado entre / debajo de objetos se consideró como Top Event a “Pérdida de control del vehículo”. Ver tabla 21.

Tabla 21 Relación de Riesgos Críticos y Top Event en metodología Bowtie

Ítem	Riesgos Críticos	Top Event (Bowtie)
1	Aplastado por rocas	Colapso de Terreno y Aplastamiento por rocas
2	Gases	Exposición a gases
3	Golpeado por Equipos en movimiento	Golpeado por Equipos en movimiento
4	Contacto con energía eléctrica	Contacto con energía eléctrica
5	Explosiones	Explosión
6	Caída a distinto nivel	Caída a distinto nivel
7	Atrapado / Chancado entre o debajo de objetos	Atrapado / Chancado entre o debajo de objetos
		Pérdida de control de vehículo en carretera
8	Contacto con energía neumática	Liberación descontrolada de energías: Neumática, potencial, mecánica, hidráulica, cinética
9	Contacto con energía mecánica - hidráulica	

Fuente: Elaboración propia

4.1.5 Aplicación de la metodología Bowtie de los riesgos críticos

En esta etapa se utilizó el software BowTie XP de la empresa CGE Risk Solutions para procesar y organizar la información dando por resultado los siguientes diagramas cuyo contenido es detallado en la sección 4.1.6:

4.1.5.1 Diagrama BowTie del riesgo crítico “Colapso del terreno y aplastamiento por rocas”



Figura 33 Diagrama BowTie nivel 2 del riesgo crítico “Colapso de terreno y aplastamiento

Fuente: Elaboración propia, extraído del software BowTie XP

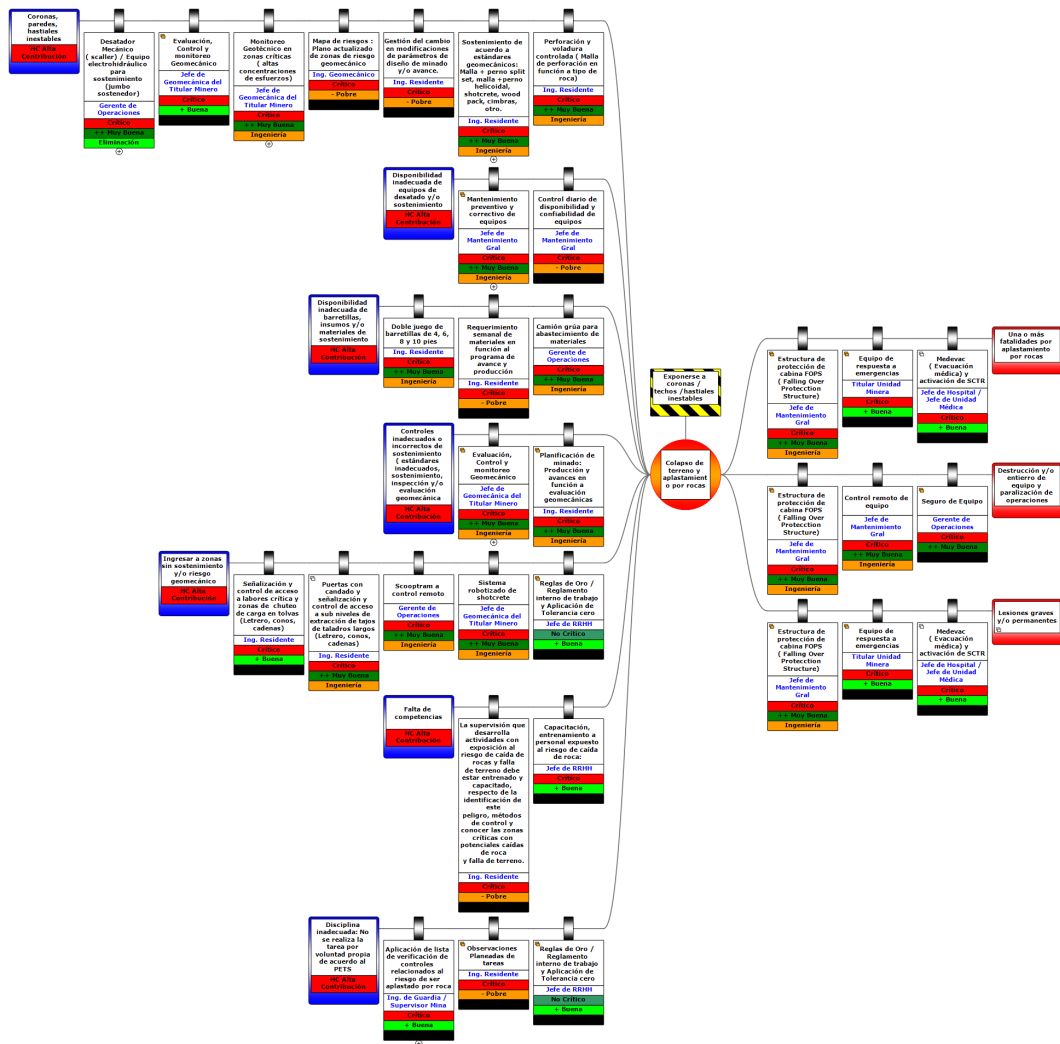


Figura 34 Diagrama BowTie nivel 3 (con barreras) del riesgo crítico Colapso del terreno y aplastamiento por rocas

Fuente: Elaboración propia, extraído del software BowTie XP

4.1.5.2 Diagrama BowTie del riesgo crítico “Exposición a gases”

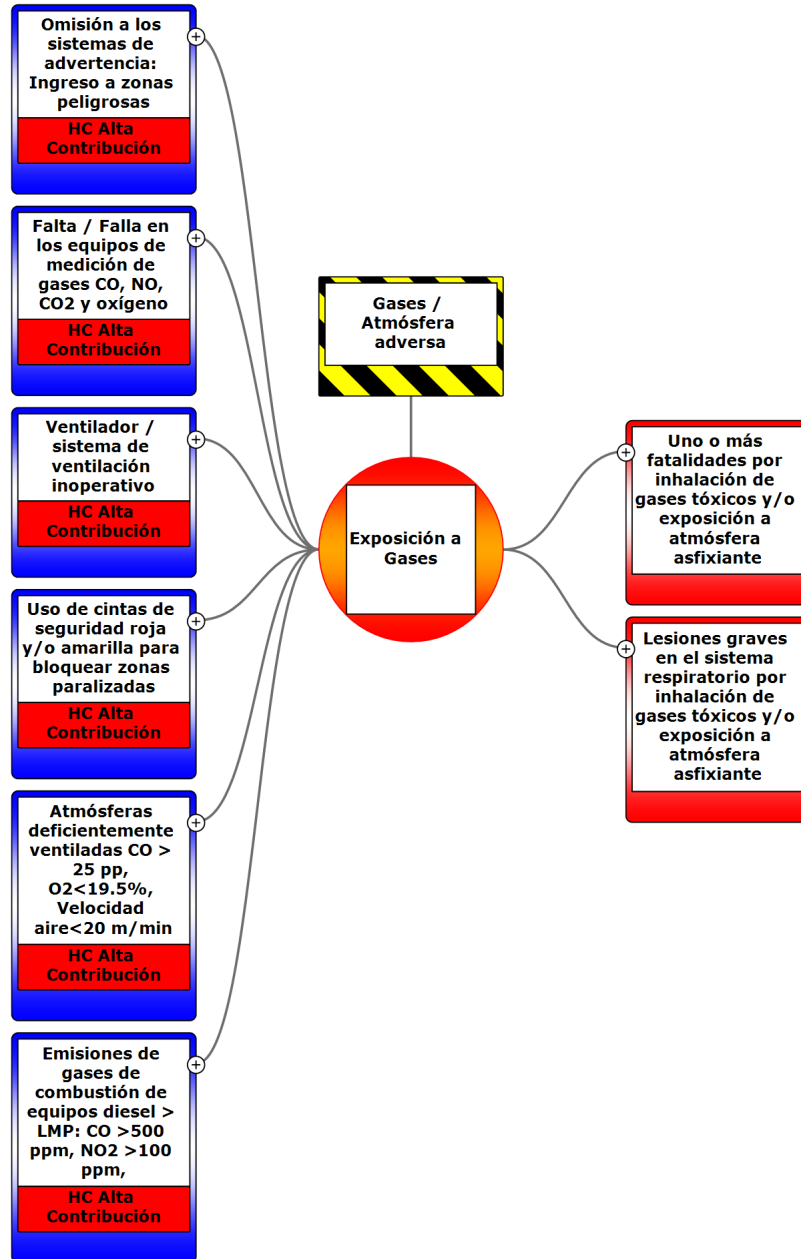


Figura 35 Diagrama BowTie nivel 2 del riesgo crítico “Exposición a gases”

Fuente: Elaboración propia, extraído del software BowTie XP

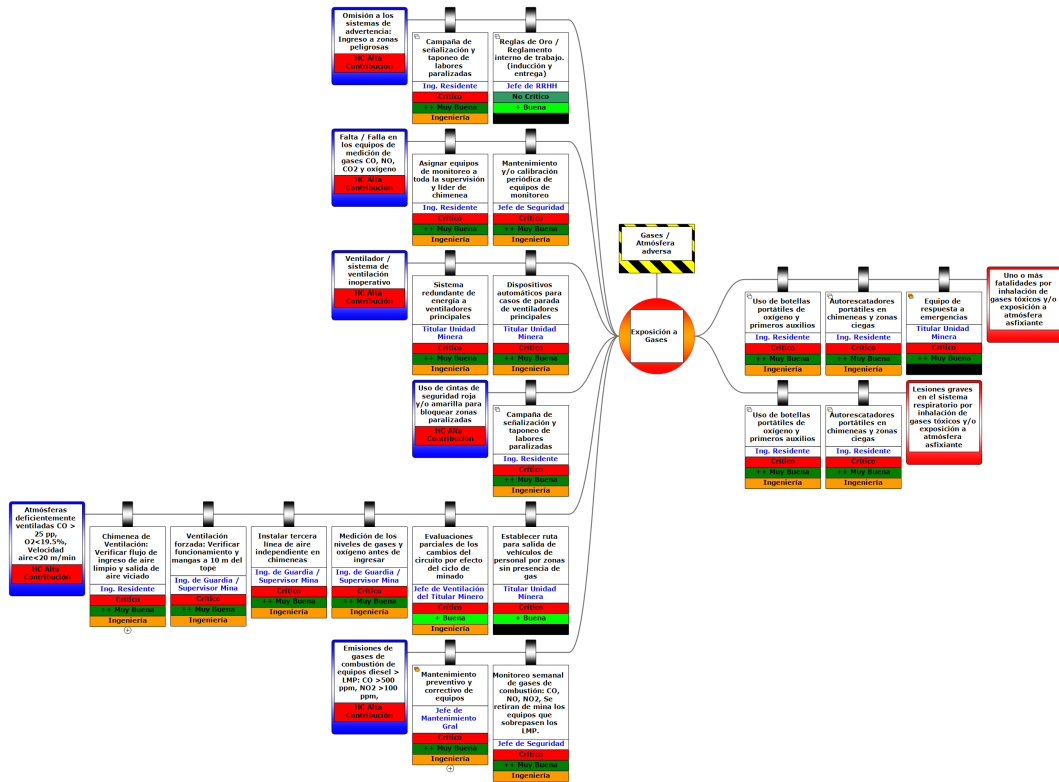


Figura 36 Diagrama BowTie nivel 3 (con barreras) del riesgo crítico “Exposición a gases”

Fuente: Elaboración propia, extraído del software BowTie XP

4.1.5.3 Diagrama BowTie del riesgo crítico “Golpeado por equipos en movimiento”

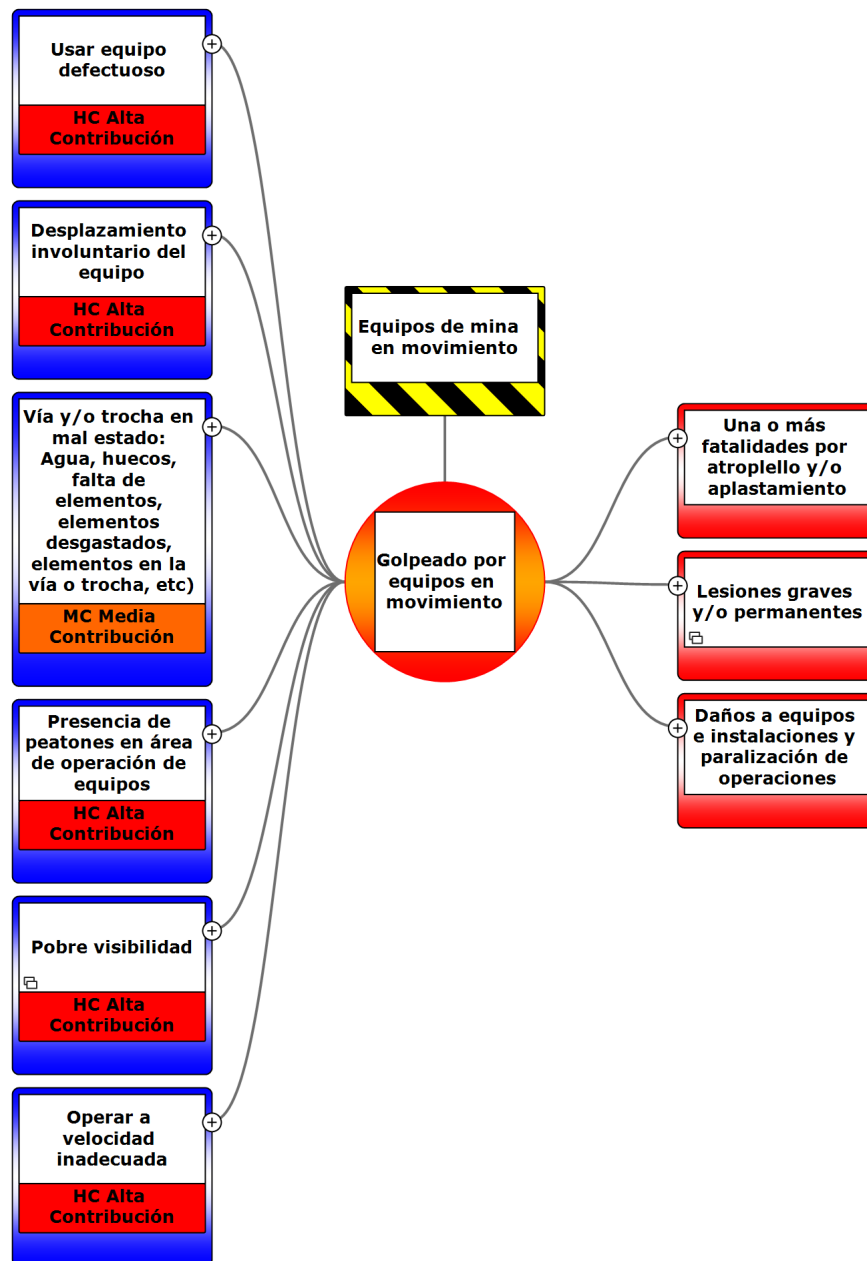


Figura 37 Diagrama BowTie nivel 2 del riesgo crítico “Golpeado por equipo en movimiento”

Fuente: Elaboración propia, extraído del software BowTie XP

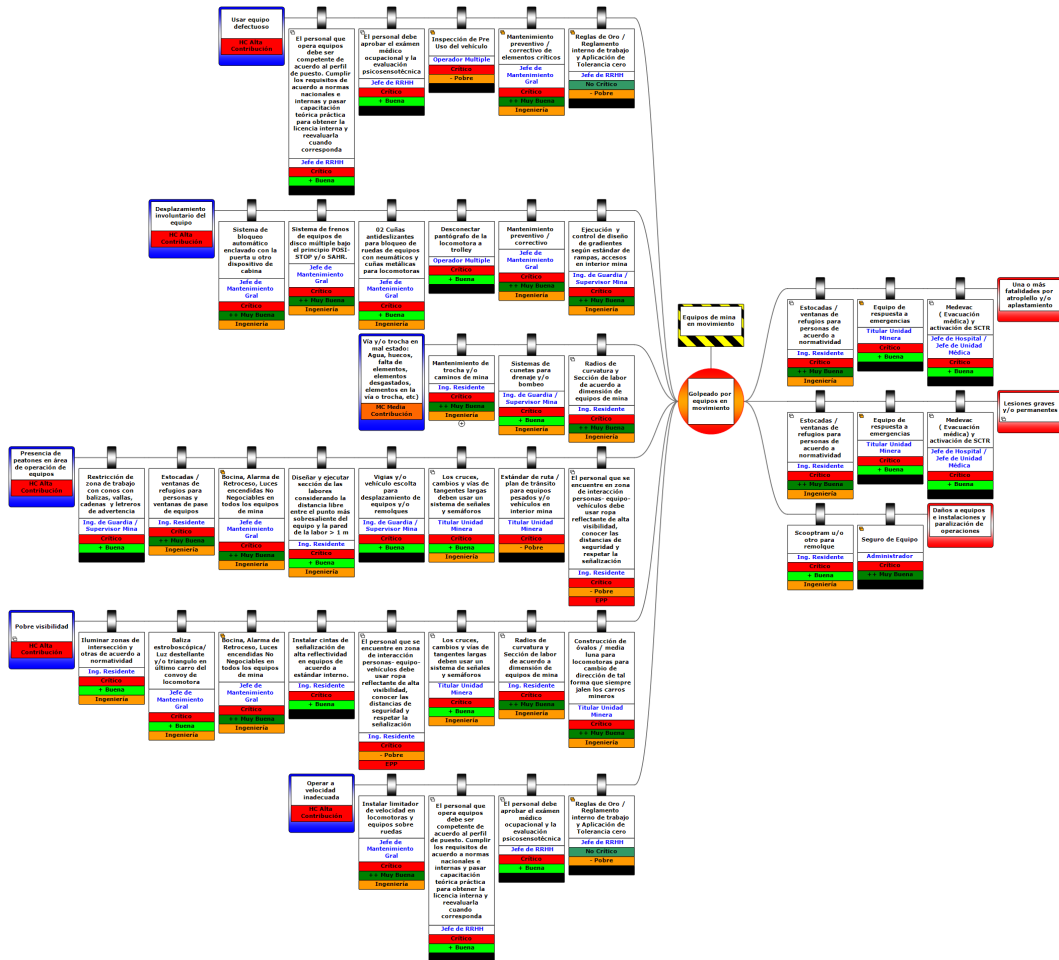


Figura 38 Diagrama BowTie nivel 3 (con barreras) del riesgo crítico “Golpeado por equipo en movimiento”

Fuente: Elaboración propia, extraído del software BowTie XP

4.1.5.4 Diagrama BowTie del riesgo crítico “Contacto con energía eléctrica”

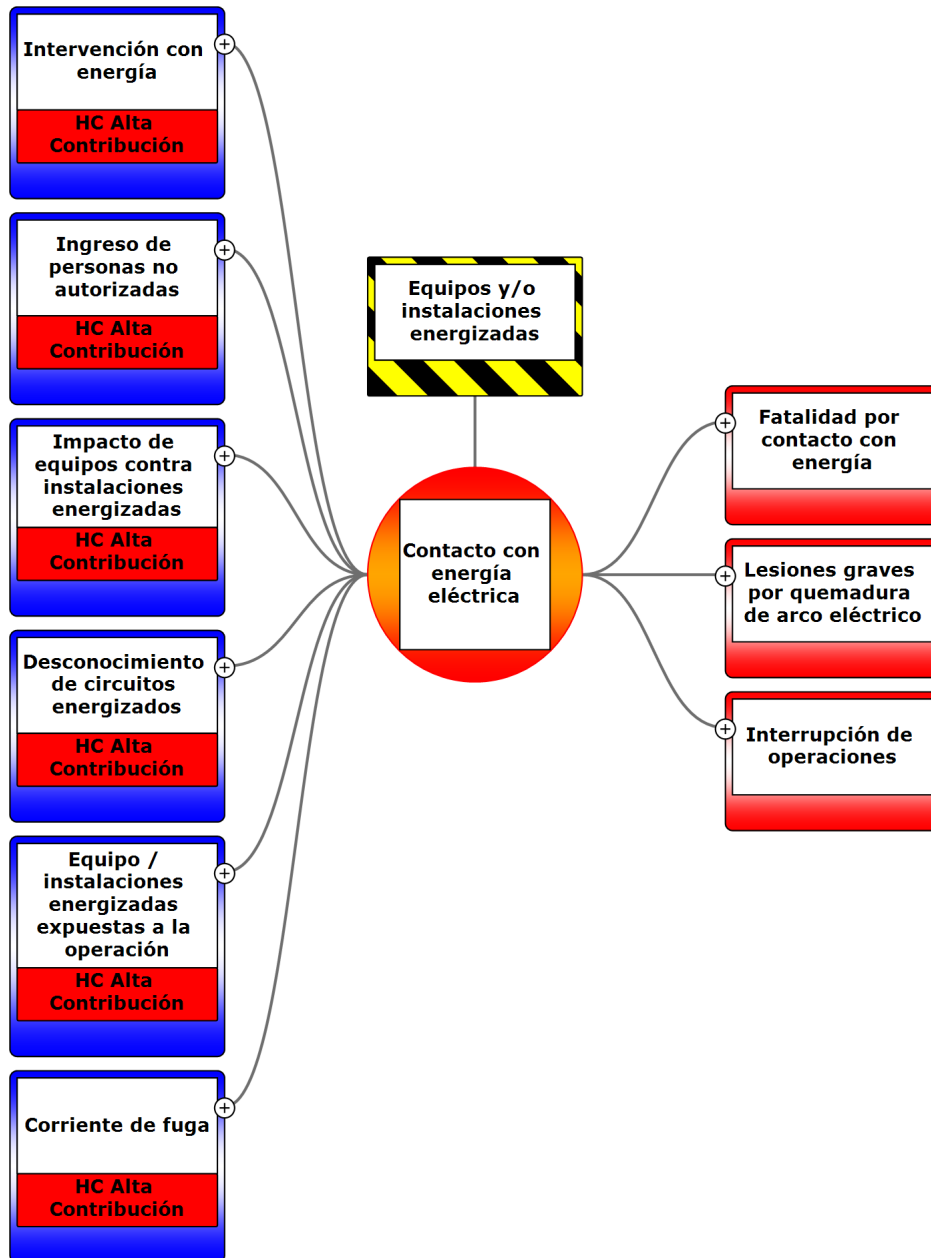


Figura 39 Diagrama BowTie nivel 2 del riesgo crítico Contacto de energía eléctrica

Fuente: Elaboración propia, extraído del software BowTie XP

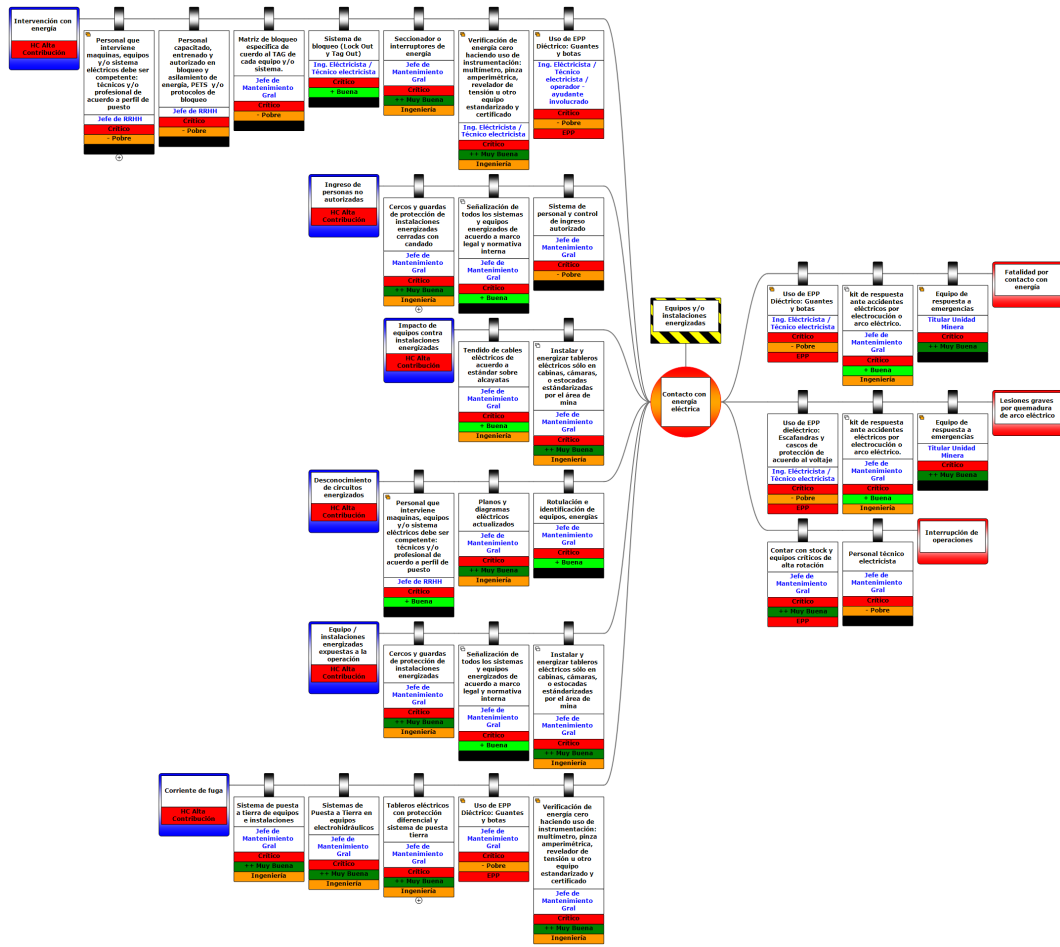


Figura 40 Diagrama BowTie nivel 3 (con barreras) del riesgo crítico Contacto de energía eléctrica

Fuente: Elaboración propia, extraído del software BowTie XP

4.1.5.5 Diagrama BowTie del riesgo crítico “Explosión”

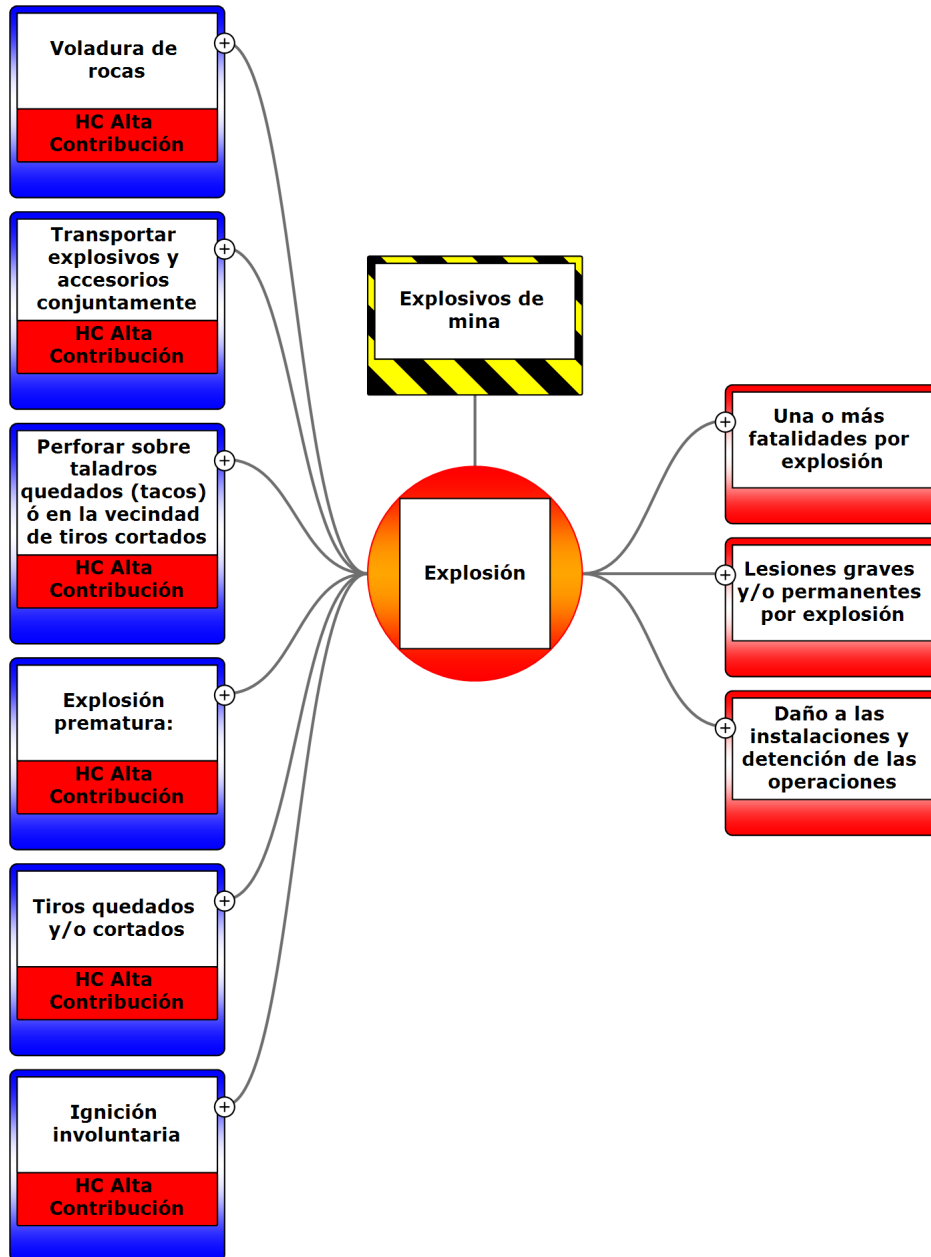


Figura 41 Diagrama BowTie nivel 2 del riesgo crítico “Explosión”

Fuente: Elaboración propia, extraído del software BowTie XP

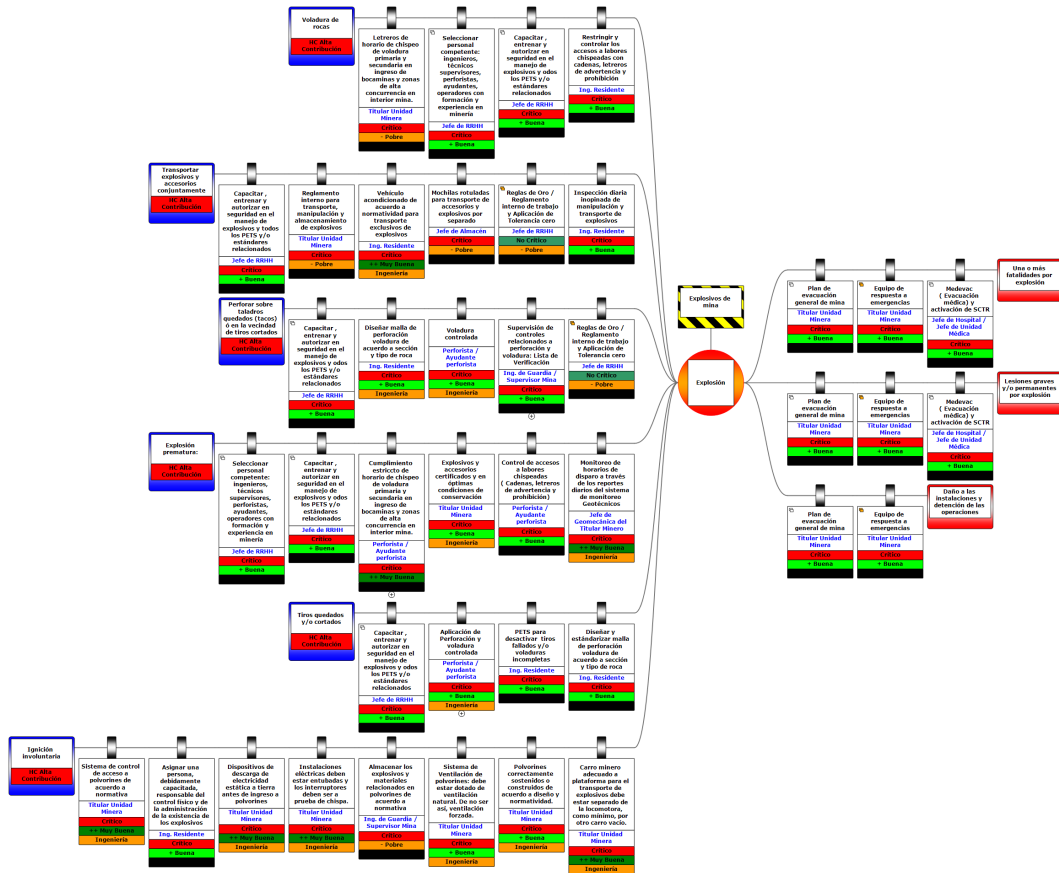


Figura 42 Diagrama BowTie nivel 3 (con barreras) del riesgo crítico “Explosión”

Fuente: Elaboración propia, extraído del software BowTie XP

4.1.5.6 Diagrama BowTie del riesgo crítico “Caída a distinto nivel”

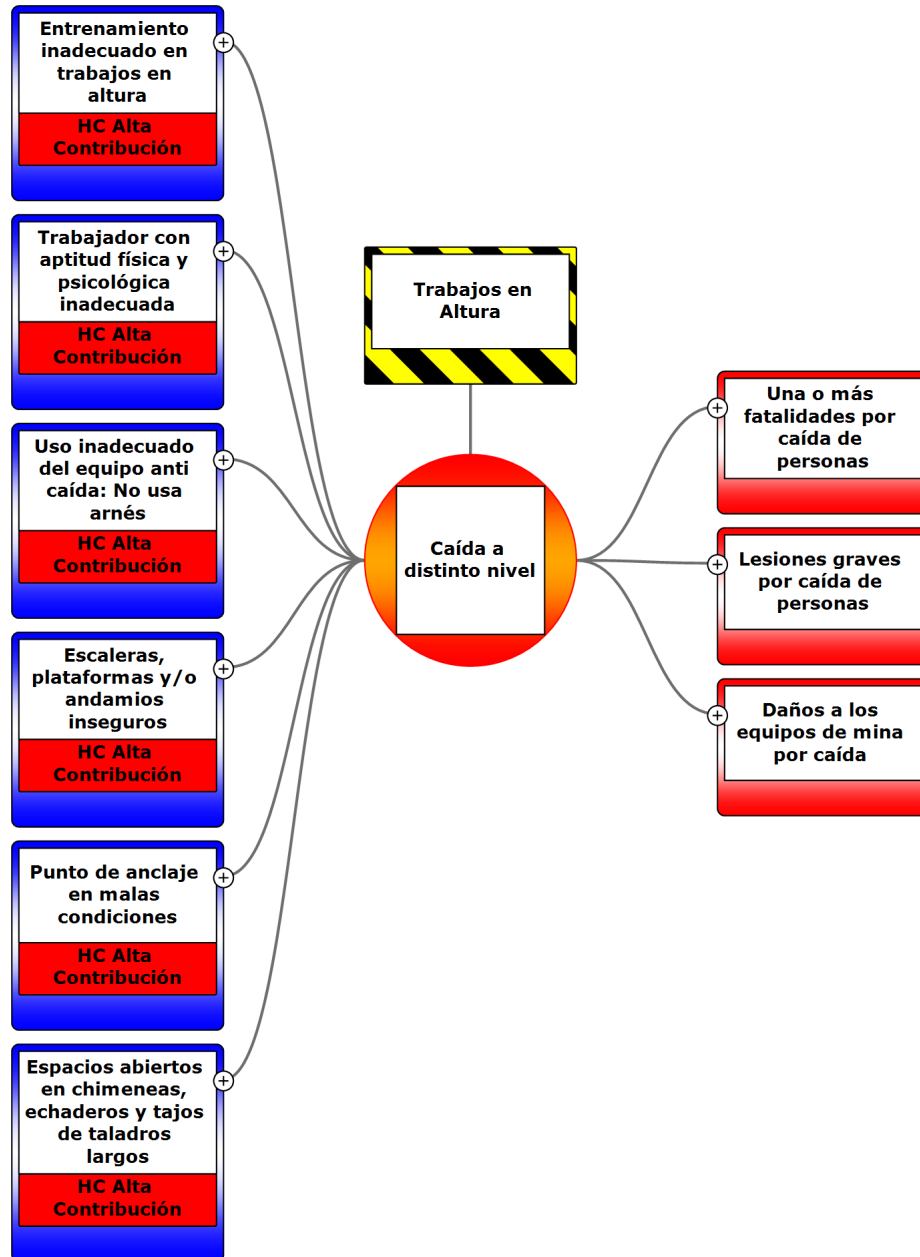


Figura 43 Diagrama BowTie nivel 2 del riesgo crítico “Caída a distinto nivel”

Fuente: Elaboración propia, extraído del software BowTie XP

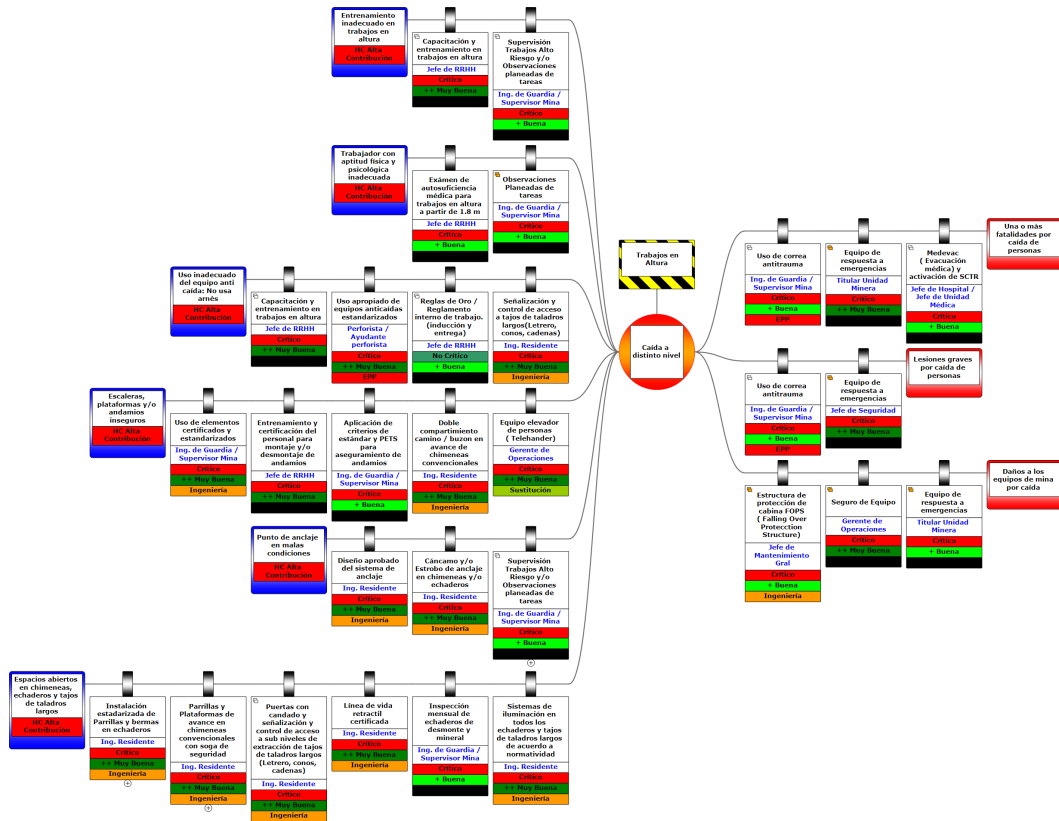


Figura 44 Diagrama BowTie nivel 3 (con barreras) del riesgo crítico “Caída a distinto nivel”

Fuente: Elaboración propia, extraído del software BowTie XP

4.1.5.7 Diagrama BowTie del riesgo crítico “Atrapado /chancado entre o debajo de objetos”

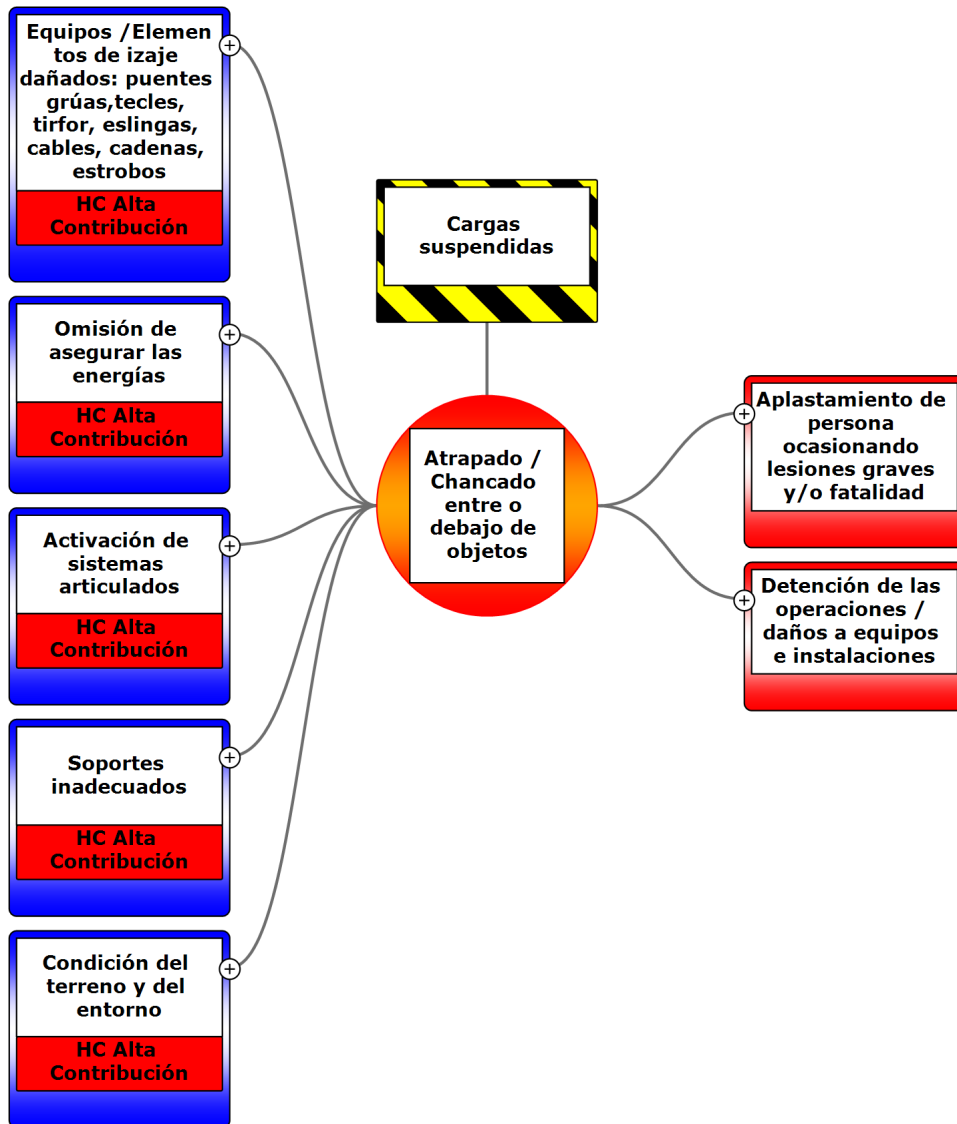


Figura 45 Diagrama BowTie nivel 2 del riesgo crítico “Atrapado / Chancado entre o debajo de objetos”

Fuente: Elaboración propia, extraído del software BowTie XP

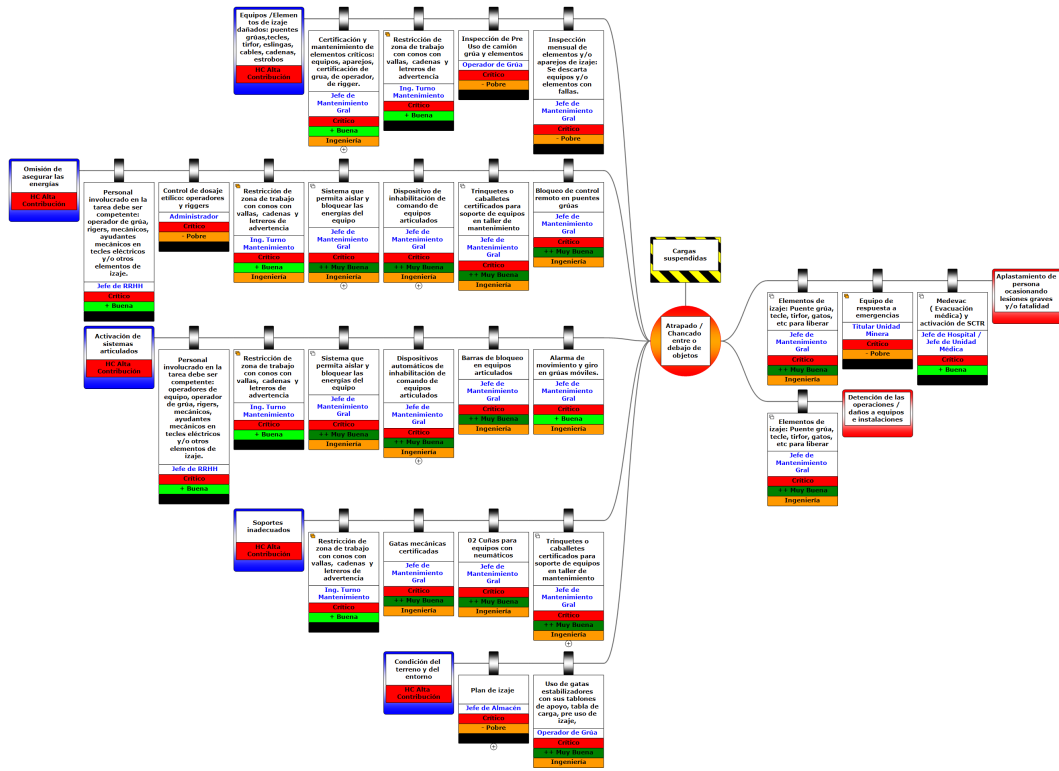


Figura 46 Diagrama BowTie nivel 3 (con barreras) del riesgo crítico "Atrapado / Chancado entre o debajo de objetos"

Fuente: Elaboración propia, extraído del software BowTie XP

4.1.5.8 Diagrama BowTie del riesgo crítico “Conducción de un vehículo”

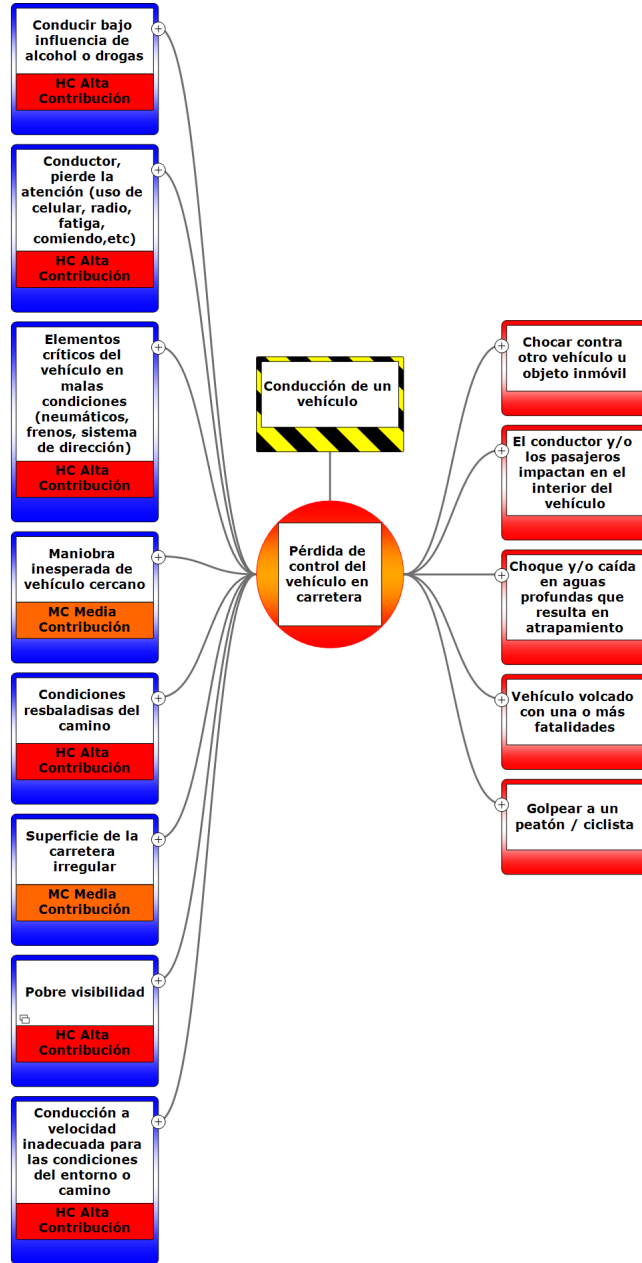


Figura 47 Diagrama BowTie nivel 3 (con barreras) del riesgo crítico “Pérdida de control del vehículo en carretera”

Fuente: Elaboración propia, extraído del software BowTie XP

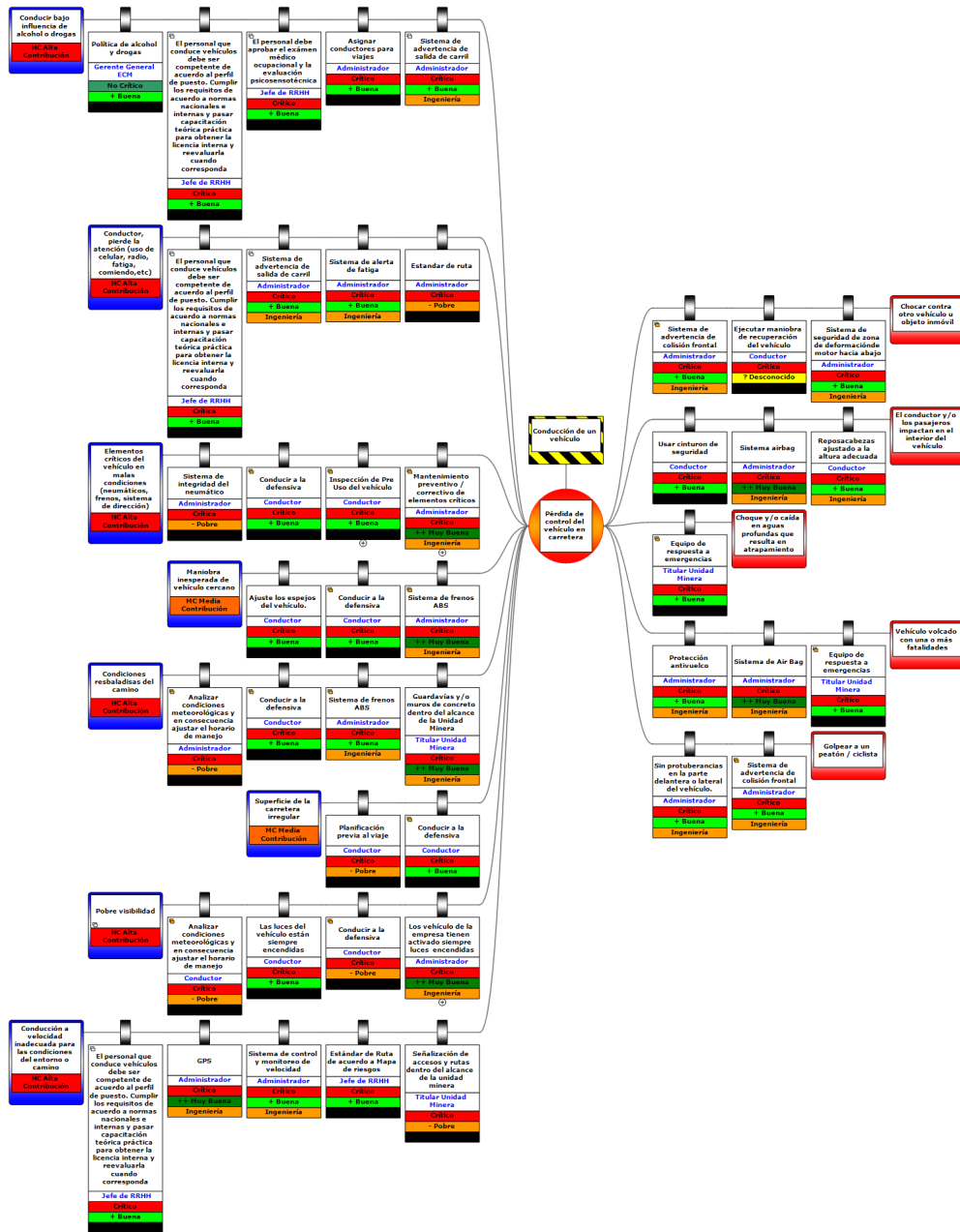


Figura 48 Diagrama BowTie nivel 3 (con barreras) del riesgo crítico "Pérdida de control del vehículo en carretera"

Fuente: Elaboración propia, extraído del software BowTie XP

4.1.5.9 Diagrama BowTie del peligro “Líneas, sistemas neumáticos, mecánicos e hidráulicos”

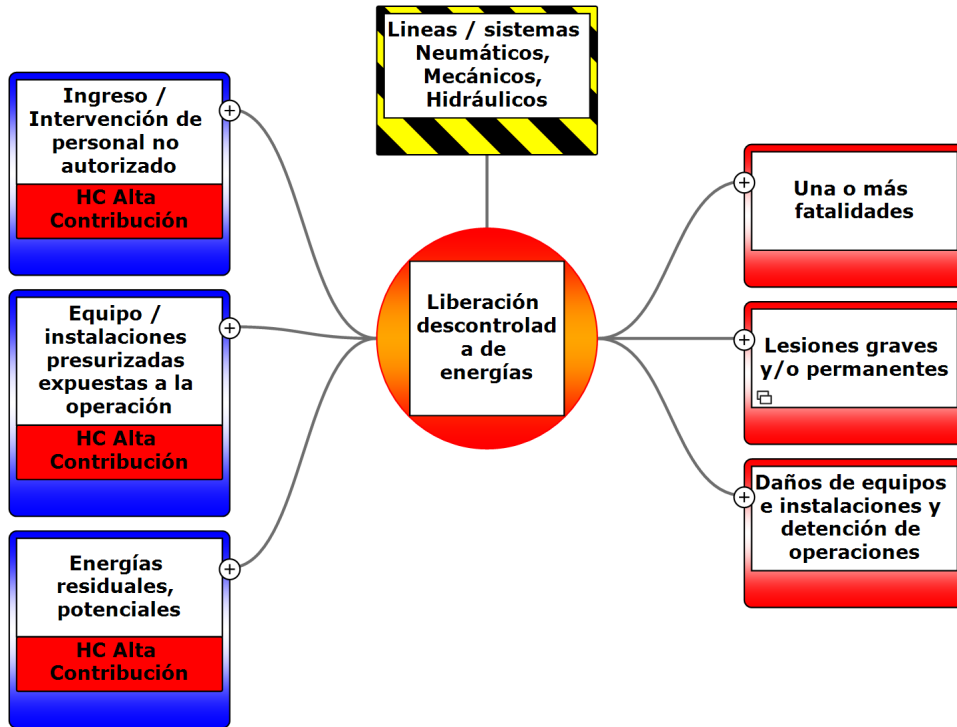


Figura 49 Diagrama BowTie nivel 3 (con barreras) del riesgo crítico “Liberación descontrolada de energías”

Fuente: Elaboración propia, extraído del software BowTie XP

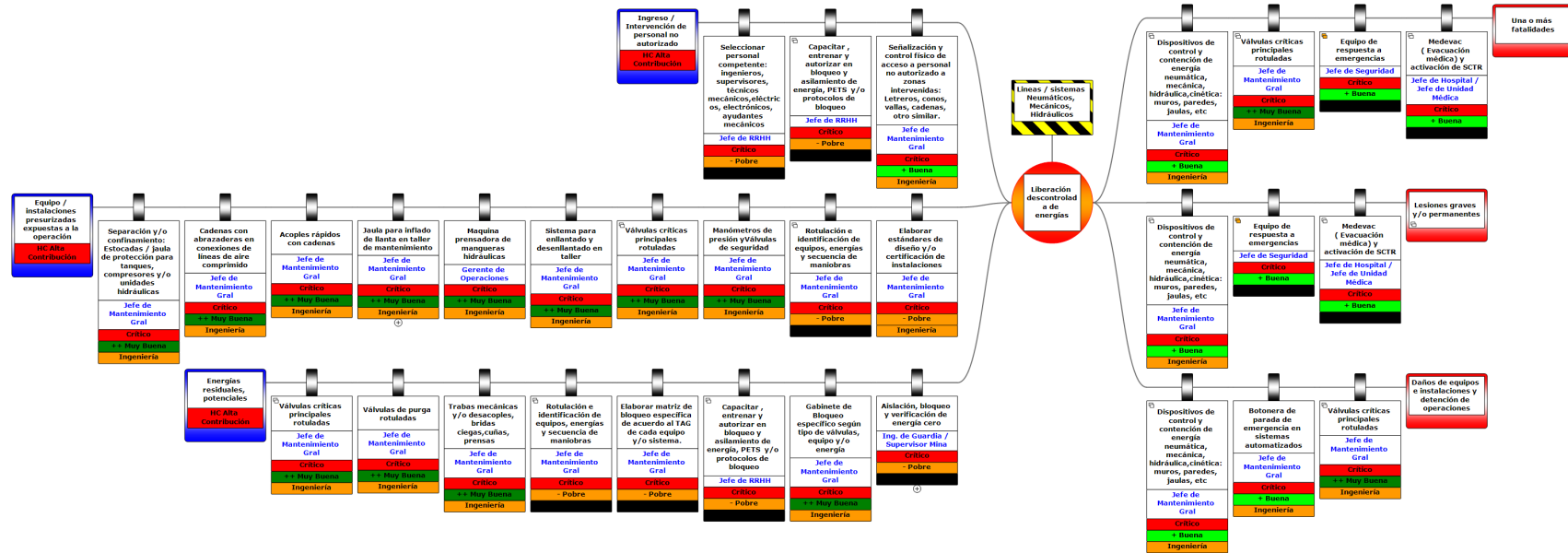


Figura 50 Diagrama BowTie nivel 3 (con barreras) del riesgo crítico “Liberación descontrolada de energías”

Fuente: Elaboración propia, extraído del software BowTie XP

4.1.6 Determinación de controles para el éxito de la gestión de riesgos críticos

Para determinar la criticidad de los controles o barreras se aplicó la gestión de controles críticos de la International Council on Mining & Metal, el árbol de decisión de controles críticos de BHP Billiton (Figura 51), el principio ALARP y la metodología Bowtie para determinar los controles críticos indispensables para asegurar que los riesgos se encuentren en rango tolerable estableciendo controles preventivos y mitigadores

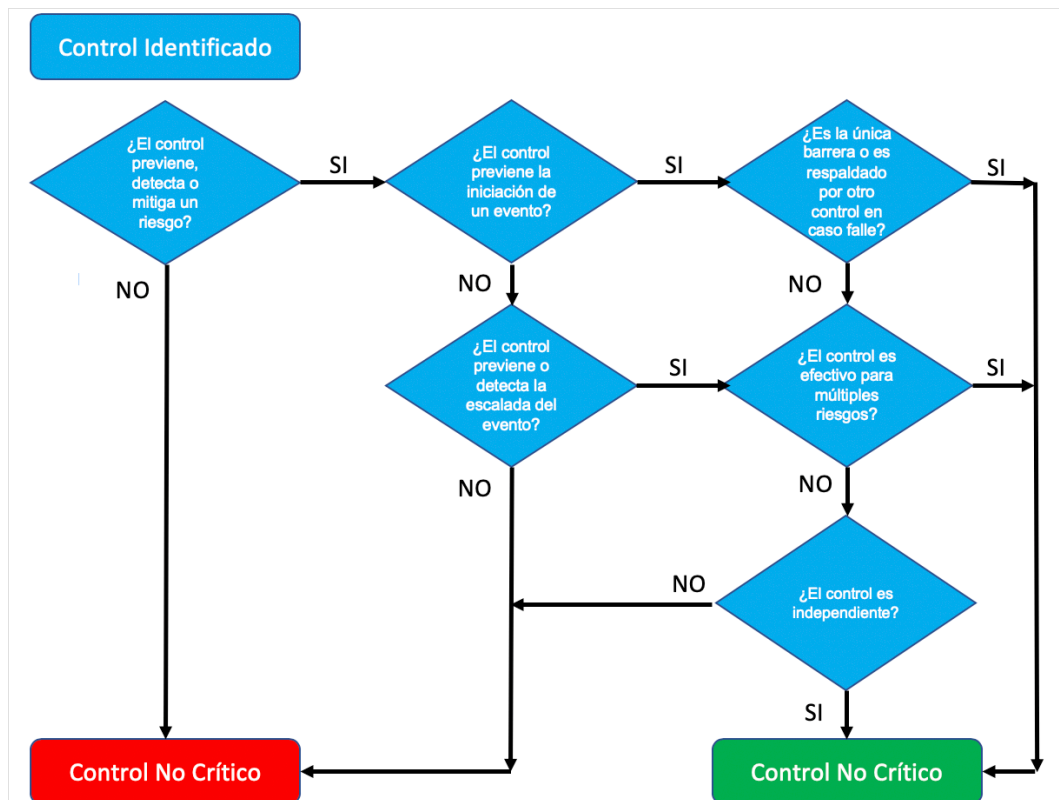


Figura 51 Árbol de decisión de controles de BHP Billiton

Fuente: Elaboración propia, adaptado de (International Council on Mining & Metals ICMM, 2015)

4.1.6.1 Controles críticos del riesgo “Aplastado por roca”

En la tabla 22 se muestra los controles críticos aplicados, los mismos que se deben verificar y auditar para asegurar la efectividad de la gestión.

Tabla 22 Controles críticos para el riesgo aplastado por roca

BowTie Group: Procesos Mina	
Peligro	Exponerse a coronas / techos /hastiales inestables
Primer Acontecimiento	Colapso de terreno y aplastamiento por rocas

Coronas, paredes, hastiales inestables			HC Alta Contribución	
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable	
Desatador Mecánico (scaller) / Equipo electrohidráulico para sostenimiento (jumbo sostenedor)	Eliminación	Muy Buena	Gerente de Operaciones	
Falta de equipo y/o operador	Desatador en stand by	Ingeniería	Muy Buena	Gerente de Operaciones
	Contar con operadores múltiples autorizados	Administrativo	Buena	Ing. Residente
	Solicitud de orden de trabajo a CIA para suplir ausencia de equipo	Administrativo	Buena	Ing. Residente
Evaluación, Control y monitoreo Geomecánico	Administrativo	Buena	Jefe de Geomecánica del Titular Minero	
Monitoreo Geotécnico en zonas críticas (altas concentraciones de esfuerzos)	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Geomecánica del Titular Minero	
Zonas sin cobertura de red de fibra optica de comunicaciones	Alarma de interrupción de continuidad de señal de estaciones de monitoreo geotécnico	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Geomecánica del Titular Minero
Exposición de equipos a polvo, humedad en el tiempo	Mantenimiento y/o calibración periódica de sistema de monitoreo geotécnica	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Geomecánica del Titular Minero
Mapa de riesgos : Plano actualizado de zonas de riesgo geomecánico	Administrativo	Pobre	Ing. Geomecánico	

Gestión del cambio en modificaciones de parámetros de diseño de minado y/o avance.		Administrativo	Pobre	Ing. Residente
Sostenimiento de acuerdo a estándares geomecánicos: Malla + perno split set, malla + perno helicoidal, shotcrete, wood pack, cimbras, otro.		Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente
Desconocimiento, entrenamiento de actualización inadecuado	Cartilla Geomecánica y revisión periódica de PETS y estándares de sostenimiento como mínimo 1 vez al año.	Administrativo	Buena	Jefe de Geomecánica del Titular Minero
Perforación y voladura controlada (Malla de perforación en función a tipo de roca)		Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente

Disponibilidad inadecuada de equipos de desatado y/o sostenimiento			HC Alta Contribución	
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable	
Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral	
Personal incompleto para mantenimiento	Contar con la cantidad de técnicos especializados en una proporción de 1.5 por equipo	Administrativo	Muy Buena	Jefe de RRHH
Extensión de vida útil de repuestos y/o mantenimiento	Contar con un ingeniero de planificación de mantenimiento	Administrativo	Buena	Gerente de Operaciones
	Stock de repuestos de alta rotación y de repuestos críticos	Administrativo	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Control diario de disponibilidad y confiabilidad de equipos	Administrativo	Pobre	Jefe de Mantenimiento Gral	

Disponibilidad inadecuada de barretillas, insumos y/o materiales de sostenimiento			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Doble juego de barretillas de 4, 6, 8 y 10 pies	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente
Requerimiento semanal de materiales en función al programa de avance y producción	Administrativo	Pobre	Ing. Residente

Camión grúa para abastecimiento de materiales	Ingeniería	Muy Buena	Gerente de Operaciones
---	------------	-----------	------------------------

Controles inadecuados o incorrectos de sostenimiento (estándares inadecuados, sostenimiento, inspección y/o evaluación geomecánica			HC Alta Contribución	
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable	
Evaluación, Control y monitoreo Geomecánico	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Geomecánica del Titular Minero	
Insuficiente personal geomecánico de CIA	Dimensionar y asegurar la cantidad de geomecánicos en función a la dimensión de la mina y sistema de trabajo para el cumplimiento del plan de trabajo y los controles	Administrativo	Muy Buena	Jefe de Geomecánica del Titular Minero
Planificación de minado: Producción y avances en función a evaluación geomecánicas	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente	

Ingresar a zonas sin sostenimiento y/o riesgo geomecánico			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Señalización y control de acceso a labores crítica y zonas de chuteo de carga en tolvas (Letrero, conos, cadenas)	Administrativo	Buena	Ing. Residente
Puertas con candado y señalización y control de acceso a sub niveles de extracción de tajos de taladros largos(Letrero, conos, cadenas)	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente
Scooptram a control remoto	Ingeniería	Muy Buena	Gerente de Operaciones
Sistema robotizado de shotcrete	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Geomecánica del Titular Minero
Reglas de Oro / Reglamento interno de trabajo y Aplicación de Tolerancia cero	Administrativo	Buena	Jefe de RRHH

Falta de competencias	HC Alta Contribución
------------------------------	-----------------------------

Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
La supervisión que desarrolla actividades con exposición al riesgo de caída de rocas y falla de terreno debe estar entrenado y capacitado, respecto de la identificación de este peligro, métodos de control y conocer las zonas críticas con potenciales caídas de roca y falla de terreno.	Administrativo	Pobre	Ing. Residente
Capacitación, entrenamiento a personal expuesto al riesgo de caída de roca:	Administrativo	Buena	Jefe de RRHH

Disciplina inadecuada: No se realiza la tarea por voluntad propia de acuerdo al PETS			HC Alta Contribución	
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable	
Aplicación de lista de verificación de controles relacionados al riesgo de ser aplastado por roca	Administrativo	Buena	Ing. de Guardia / Supervisor Mina	
Supervisión no cumple en verificar	Implementación de Indicador Básico de Desempeño de SSO y aplicación de disciplina progresiva	Administrativo	Pobre	Jefe de Seguridad
Observaciones Planeadas de tareas	Administrativo	Pobre	Ing. Residente	
Reglas de Oro / Reglamento interno de trabajo y Aplicación de Tolerancia cero	Administrativo	Buena	Jefe de RRHH	

Una o más fatalidades por aplastamiento por rocas			<NULL> <No Value Assigned>
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Estructura de protección de cabina FOPS (Falling Over Protection Structure)	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Equipo de respuesta a emergencias	Administrativo	Buena	Titular Unidad Minera
Medevac (Evacuación médica) y activación de SCTR	Administrativo	Buena	Jefe de Hospital / Jefe de Unidad Médica

Destrucción y/o entierro de equipo y paralización de operaciones			<NULL> <No Value Assigned>
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Estructura de protección de cabina FOPS (Falling Over Protecction Structure)	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Control remoto de equipo	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Seguro de Equipo	Administrativo	Muy Buena	Gerente de Operaciones

Lesiones graves y/o permanentes			<NULL> <No Value Assigned>
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Estructura de protección de cabina FOPS (Falling Over Protecction Structure)	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Equipo de respuesta a emergencias	Administrativo	Buena	Titular Unidad Minera
Medevac (Evacuación médica) y activación de SCTR	Administrativo	Buena	Jefe de Hospital / Jefe de Unidad Médica

Fuente: elaboración propia

4.1.6.2 Controles críticos del riesgo “Intoxicación por gases de mina”

En la tabla 23 se muestra los controles críticos aplicados, los mismos que se deben verificar y auditar para asegurar la efectividad de la gestión.

Tabla 23 Controles críticos para el riesgo intoxicado por gases de mina

Peligro	Gases / Atmósfera adversa
Primer Acontecimiento	Exposición a Gases

Omisión a los sistemas de advertencia: Ingreso a zonas peligrosas			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Campaña de señalización y taponeo de labores paralizadas	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente
Reglas de Oro / Reglamento interno de trabajo. (inducción y entrega)	Administrativo	Buena	Jefe de RRHH

Falta / Falla en los equipos de medición de gases CO, NO, CO2 y oxígeno			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Asignar equipos de monitoreo a toda la supervisión y líder de chimenea	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente
Mantenimiento y/o calibración periódica de equipos de monitoreo	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Seguridad

Ventilador / sistema de ventilación inoperativo			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Sistema redundante de energía a ventiladores principales	Ingeniería	Muy Buena	Titular Unidad Minera
Dispositivos automáticos para casos de parada de ventiladores principales	Ingeniería	Muy Buena	Titular Unidad Minera

Uso de cintas de seguridad roja y/o amarilla para bloquear zonas paralizadas	HC Alta Contribución
---	-----------------------------

Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Campaña de señalización y taponeo de labores paralizadas	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente

Atmósferas deficientemente ventiladas CO > 25 pp, O2 < 19.5%, Velocidad aire < 20 m/min			HC Alta Contribución	
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable	
Chimenea de Ventilación: Verificar flujo de ingreso de aire limpio y salida de aire viciado	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente	
Planificación y/o ejecución deficiente de avance de chimeneas	Balance de la cobertura del requerimiento de aire en las labores mineras.	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Ventilación del Titular Minero
Ventilación forzada: Verificar funcionamiento y mangas a 10 m del tope	Ingeniería	Muy Buena	Ing. de Guardia / Supervisor Mina	
Instalar tercera línea de aire independiente en chimeneas	Ingeniería	Muy Buena	Ing. de Guardia / Supervisor Mina	
Medición de los niveles de gases y oxígeno antes de ingresar	Ingeniería	Muy Buena	Ing. de Guardia / Supervisor Mina	
Evaluaciones parciales de los cambios del circuito por efecto del ciclo de minado	Ingeniería	Buena	Jefe de Ventilación del Titular Minero	
Establecer ruta para salida de vehículos de personal por zonas sin presencia de gas	Administrativo	Buena	Titular Unidad Minera	

Emisiones de gases de combustión de equipos diesel > LMP: CO > 500 ppm, NO2 > 100 ppm,			HC Alta Contribución	
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable	
Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral	
Personal incompleto para mantenimiento	Contar con la cantidad de técnicos especializados en una proporción de 1.5 por equipo	Administrativo	Muy Buena	Jefe de RRHH

Extensión de vida útil de repuestos y/o mantenimiento	Stock de repuestos de alta rotación y de repuestos críticos	Administrativo	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Monitoreo semanal de gases de combustión: CO, NO, NO2, Se retiran de mina los equipos que sobrepasen los LMP.		Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Seguridad

Uno o más fatalidades por inhalación de gases tóxicos y/o exposición a atmósfera asfixiante			
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Uso de botellas portátiles de oxígeno y primeros auxilios	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente
Autorescatadores portátiles en chimeneas y zonas ciegas	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente
Equipo de respuesta a emergencias	Administrativo	Muy Buena	Titular Unidad Minera

Lesiones graves en el sistema respiratorio por inhalación de gases tóxicos y/o exposición a atmósfera asfixiante			
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Uso de botellas portátiles de oxígeno y primeros auxilios	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente
Autorescatadores portátiles en chimeneas y zonas ciegas	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente

Fuente: elaboración propia

4.1.6.3 Controles críticos del riesgo “Golpeado por equipo en movimiento”

En la tabla 24 se muestra los controles críticos aplicados, los mismos que se deben verificar y auditar para asegurar la efectividad de la gestión.

Tabla 24 Controles críticos para el riesgo golpeado por equipo en movimiento

Peligro	Equipos de mina en movimiento
Primer Acontecimiento	Golpeado por equipos en movimiento

Usar equipo defectuoso			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
El personal que opera equipos debe ser competente de acuerdo al perfil de puesto. Cumplir los requisitos de acuerdo a normas nacionales e internas y pasar capacitación teórica práctica para obtener la licencia interna y reevaluarla cuando corresponda	Administrativo	Buena	Jefe de RRHH
El personal debe aprobar el exámen médico ocupacional y la evaluación psicosenotécnica	Administrativo	Buena	Jefe de RRHH
Inspección de Pre Uso del vehículo	Administrativo	Pobre	Operador Multiple
Mantenimiento preventivo / correctivo de elementos críticos	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Reglas de Oro / Reglamento interno de trabajo y Aplicación de Tolerancia cero	Administrativo	Pobre	Jefe de RRHH

Desplazamiento involuntario del equipo			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Sistema de bloqueo automático enclavado con la puerta u otro dispositivo de cabina	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Sistema de frenos de equipos de disco múltiple bajo el principio POSI-STOP y/o SAHR.	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral

02 Cuñas antideslizantes para bloqueo de ruedas de equipos con neumáticos y cuñas metálicas para locomotoras	Ingeniería	Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Desconectar pantógrafo de la locomotora a trolley	Administrativo	Buena	Operador Multiple
Mantenimiento preventivo / correctivo	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Ejecución y control de diseño de gradientes según estándar de rampas, accesos en interior mina	Ingeniería	Muy Buena	Ing. de Guardia / Supervisor Mina

Vía y/o trocha en mal estado: Agua, huecos, falta de elementos, elementos desgastados, elementos en la vía o trocha, etc)			MC Media Contribución	
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable	
Mantenimiento de trocha y/o caminos de mina	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente	
Personal y/o equipo no destinado para la tarea	Programar cuadrilla de personal y equipos en el planeamiento mensual	EPP	Buena	Gerente de Operaciones
Sistemas de cunetas para drenaje y/o bombeo	Ingeniería	Buena	Ing. de Guardia / Supervisor Mina	
Radios de curvatura y Sección de labor de acuerdo a dimensión de equipos de mina	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente	

Presencia de peatones en área de operación de equipos			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Restricción de zona de trabajo con conos con balizas, vallas, cadenas y letreros de advertencia	Administrativo	Buena	Ing. de Guardia / Supervisor Mina
Estocadas / ventanas de refugios para personas y ventanas de pase de equipos	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente
Bocina, Alarma de Retroceso, Luces encendidas No Negociables en todos los equipos de mina	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Condiciones No Negociables: Aquellas condiciones			

que representan controles críticos que su inoperatividad representa paralizar el uso del equipo hasta levantar la observación, previa validación por el área competente.			
Diseñar y ejecutar sección de las labores considerando la distancia libre entre el punto más sobresaliente del equipo y la pared de la labor > 1 m El ancho del lampon de los scooptram han generado fatalidades al momento del acarreo Y7o contacto con las líneas de servicios; por lo que se debe diseñar y/o rediseñar la sección de las labores cuando de determine la capacidad del lampon de los scooptram	Ingeniería	Buena	Ing. Residente
Vigias y/o vehículo escolta para desplazamiento de equipos y/o remolques	Administrativo	Buena	Ing. de Guardia / Supervisor Mina
Los cruces, cambios y vías de tangentes largas deben usar un sistema de señales y semáforos	Ingeniería	Buena	Titular Unidad Minera
Estándar de ruta / plan de tránsito para equipos pesados y/o vehículos en interior mina	Administrativo	Pobre	Titular Unidad Minera
El personal que se encuentre en zona de interacción personas- equipo-vehículos debe usar ropa reflectante de alta visibilidad, conocer las distancias de seguridad y respetar la señalización	EPP	Pobre	Ing. Residente

Pobre visibilidad			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Iluminar zonas de intersección y otras de acuerdo a normatividad	Ingeniería	Buena	Ing. Residente
Baliza estroboscópica/ Luz destellante y/o triangulo en último carro del convoy de locomotora	Ingeniería	Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Bocina, Alarma de Retroceso, Luces encendidas No Negociables en todos los equipos de mina	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Instalar cintas de señalización de alta reflectividad en equipos de acuerdo a estándar interno.	Administrativo	Buena	Ing. Residente
El personal que se encuentre en zona de interacción personas- equipo-vehículos debe usar ropa reflectante de alta visibilidad, conocer las distancias de seguridad y respetar la señalización	EPP	Pobre	Ing. Residente

Los cruces, cambios y vías de tangentes largas deben usar un sistema de señales y semáforos	Ingeniería	Buena	Titular Unidad Minera
Radios de curvatura y Sección de labor de acuerdo a dimensión de equipos de mina	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente
Construcción de óvalos / media luna para locomotoras para cambio de dirección de tal forma que siempre jalen los carros mineros	Ingeniería	Muy Buena	Titular Unidad Minera

Operar a velocidad inadecuada			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Instalar limitador de velocidad en locomotoras y equipos sobre ruedas	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
El personal que opera equipos debe ser competente de acuerdo al perfil de puesto. Cumplir los requisitos de acuerdo a normas nacionales e internas y pasar capacitación teórica práctica para obtener la licencia interna y reevaluarla cuando corresponda	Administrativo	Buena	Jefe de RRHH
El personal debe aprobar el exámen médico ocupacional y la evaluación psicosenotécnica	Administrativo	Buena	Jefe de RRHH
Reglas de Oro / Reglamento interno de trabajo y Aplicación de Tolerancia cero	Administrativo	Pobre	Jefe de RRHH

Una o más fatalidades por atropello y/o aplastamiento			
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Estocadas / ventanas de refugios para personas de acuerdo a normatividad	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente
Equipo de respuesta a emergencias	Administrativo	Buena	Titular Unidad Minera
Medevac (Evacuación médica) y activación de SCTR	Administrativo	Buena	Jefe de Hospital / Jefe de Unidad Médica

Lesiones graves y/o permanentes			
--	--	--	--

Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Estocadas / ventanas de refugios para personas de acuerdo a normatividad	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente
Equipo de respuesta a emergencias	Administrativo	Buena	Titular Unidad Minera
Medevac (Evacuación médica) y activación de SCTR	Administrativo	Buena	Jefe de Hospital / Jefe de Unidad Médica

Daños a equipos e instalaciones y paralización de operaciones			
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Scooptram u/o otro para remolque	Ingeniería	Buena	Ing. Residente
Seguro de Equipo	Administrativo	Muy Buena	Administrador

Fuente: Elaboración propia

4.1.6.4 Controles críticos del riesgo “Contacto con energía eléctrica”

En la tabla 25 se muestra los controles críticos aplicados, los mismos que se deben verificar y auditar para asegurar la efectividad de la gestión.

Tabla 25 Controles críticos para el riesgo contacto con energía eléctrica

Peligro	Equipos y/o instalaciones energizadas
Primer Acontecimiento	Contacto con energía eléctrica

Intervención con energía		HC Alta Contribución		
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable	
Personal que interviene maquinas, equipos y/o sistema eléctricos debe ser competente: técnicos y/o profesional de acuerdo a perfil de puesto	Administrativo	Pobre	Jefe de RRHH	
Personal insuficiente electricista	Dimensionar y asegurar la cantidad de técnicos electricistas en función a la dimensión de la mina y sistema de trabajo para el cumplimiento del plan de trabajo y los controles	Administrativo	Pobre	Jefe de Mantenimiento Gral
Personal capacitado, entrenado y autorizado en bloqueo y asilamiento de energía, PETS y/o protocolos de bloqueo	Administrativo	Pobre	Jefe de RRHH	
Matriz de bloqueo específica de acuerdo al TAG de cada equipo y/o sistema.	Administrativo	Pobre	Jefe de Mantenimiento Gral	
Sistema de bloqueo (Lock Out y Tag Out)	Administrativo	Buena	Ing. Eléctricista / Técnico electricista	
Seccionador o interruptores de energía	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral	
Verificación de energía cero haciendo uso de instrumentación: multímetro, pinza amperimétrica, revelador de tensión u otro equipo estandarizado y certificado	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Eléctricista / Técnico electricista	
Uso de EPP Diéctrico: Guantes y botas	EPP	Pobre	Ing. Eléctricista / Técnico electricista / operador - ayudante involucrado	

Ingreso de personas no autorizadas			HC Alta Contribución	
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable	
Cercos y guardas de protección de instalaciones energizadas cerradas con candado	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral	
Puertas abiertas / tableros abiertos	Verificación diaria a cargo de la supervisión usando formato de verificación	Administrativo	Pobre	Ing. Residente
Señalización de todos los sistemas y equipos energizados de acuerdo a marco legal y normativa interna	Administrativo	Buena	Jefe de Mantenimiento Gral	
Sistema de personal y control de ingreso autorizado	Administrativo	Pobre	Jefe de Mantenimiento Gral	

Impacto de equipos contra instalaciones energizadas			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Tendido de cables eléctricos de acuerdo a estándar sobre alcayatas	Ingeniería	Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Instalar y energizar tableros eléctricos sólo en cabinas, cámaras, o estocadas estandarizadas por el área de mina	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral

Desconocimiento de circuitos energizados			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Personal que interviene maquinas, equipos y/o sistema eléctricos debe ser competente: técnicos y/o profesional de acuerdo a perfil de puesto	Administrativo	Buena	Jefe de RRHH
Planos y diagramas eléctricos actualizados	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Rotulación e identificación de equipos, energías	Administrativo	Buena	Jefe de Mantenimiento Gral

Equipo / instalaciones energizadas expuestas a la operación			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable

Cercos y guardas de protección de instalaciones energizadas	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Señalización de todos los sistemas y equipos energizados de acuerdo a marco legal y normativa interna	Administrativo	Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Instalar y energizar tableros eléctricos sólo en cabinas, cámaras, o estocadas estandarizadas por el área de mina	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral

Corriente de fuga			HC Alta Contribución	
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable	
Sistema de puesta a tierra de equipos e instalaciones	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral	
Sistema de malla, aterramiento directo con barra a poza a tierra, cuarta línea a tierra en cableado				
Sistemas de Puesta a Tierra en equipos electrohidráulicos	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral	
Tableros eléctricos con protección diferencial y sistema de puesta tierra	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral	
	Campaña de implementación y seguimiento de sistema de puesta a tierra y diferencial	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente
	Planificación de minado: Producción y avances en función a evaluación geomecánicas			
Instalaciones temporales en zonas nuevas	El Gerente de Operaciones ó en su ausencia el residente deberá asegurarse de incluir en los metros de avance lo concierne a las cabinas y/o nichos para la ubicación de los tableros eléctricos para que se construya de acuerdo a estandar, sea valorizado y se asegure su sostenibilidad de este control en los futuros avances.	Administrativo	Buena	Gerente de Operaciones
Uso de EPP Diéctrico: Guantes y botas	EPP	Pobre	Jefe de Mantenimiento Gral	

Verificación de energía cero haciendo uso de instrumentación: multímetro, pinza amperimétrica, revelador de tensión u otro equipo estandarizado y certificado	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
---	------------	-----------	----------------------------

Fatalidad por contacto con energía			
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Uso de EPP Diéctrico: Guantes y botas	EPP	Pobre	Ing. Eléctricista / Técnico electricista
kit de respuesta ante accidentes eléctricos por electrocución o arco eléctrico.	Ingeniería	Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Equipo de respuesta a emergencias	Administrativo	Muy Buena	Titular Unidad Minera

Lesiones graves por quemadura de arco eléctrico			
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Uso de EPP dieléctrico: Escafandras y cascos de protección de acuerdo al voltaje	EPP	Pobre	Ing. Eléctricista / Técnico electricista
kit de respuesta ante accidentes eléctricos por electrocución o arco eléctrico.	Ingeniería	Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Equipo de respuesta a emergencias	Administrativo	Muy Buena	Titular Unidad Minera

Interrupción de operaciones			
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Contar con stock y equipos críticos de alta rotación	EPP	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Personal técnico electricista	Administrativo	Pobre	Jefe de Mantenimiento Gral

Fuente: elaboración propia

4.1.6.5 Controles críticos del riesgo “Explosión”

En la tabla 26 se muestra los controles críticos aplicados, los mismos que se deben verificar y auditar para asegurar la efectividad de la gestión.

Tabla 26 Controles críticos para el riesgo explosión

Peligro	Explosivos de mina
Primer Acontecimiento	Explosión

Voladura de rocas			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Letreros de horario de chispeo de voladura primaria y secundaria en ingreso de bocaminas y zonas de alta concurrencia en interior mina.	Administrativo	Pobre	Titular Unidad Minera
Seleccionar personal competente: ingenieros, técnicos supervisores, perforistas, ayudantes, operadores con formación y experiencia en minería	Administrativo	Buena	Jefe de RRHH
Capacitar , entrenar y autorizar en seguridad en el manejo de explosivos y todos los PETS y/o estándares relacionados	Administrativo	Buena	Jefe de RRHH
Restringir y controlar los accesos a labores chispeadas con cadenas, letreros de advertencia y prohibición	Administrativo	Buena	Ing. Residente

Transportar explosivos y accesorios conjuntamente			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Capacitar , entrenar y autorizar en seguridad en el manejo de explosivos y todos los PETS y/o estándares relacionados	Administrativo	Buena	Jefe de RRHH
Reglamento interno para transporte, manipulación y almacenamiento de explosivos	Administrativo	Pobre	Titular Unidad Minera
Vehículo acondicionado de acuerdo a normatividad para transporte exclusivos de explosivos	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente
Mochilas rotuladas para transporte de accesorios y explosivos por separado	Administrativo	Pobre	Jefe de Almacén

Reglas de Oro / Reglamento interno de trabajo y Aplicación de Tolerancia cero	Administrativo	Pobre	Jefe de RRHH
Inspección diaria inopinada de manipulación y transporte de explosivos	Administrativo	Buena	Ing. Residente

Perforar sobre taladros quedados (tacos) ó en la vecindad de tiros cortados			HC Alta Contribución	
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable	
Capacitar , entrenar y autorizar en seguridad en el manejo de explosivos y odos los PETS y/o estándares relacionados	Administrativo	Buena	Jefe de RRHH	
Diseñar malla de perforación voladura de acuerdo a sección y tipo de roca Se debe establecer un sistema de control de diseño que mida, entre otras variables: ubicación espacial de los taladros, longitud, carga de columna, burden, espaciamiento, valor energético del explosivo	Ingeniería	Buena	Ing. Residente	
Voladura controlada	Ingeniería	Buena	Perforista / Ayudante perforista	
Supervisión de controles relacionados a perforación y voladura: Lista de Verificación	Administrativo	Buena	Ing. de Guardia / Supervisor Mina	
Zonas alejadas con deficiente supervisión	Dimensionar y asegurar la cantidad de supervisores en función a la dimensión de la mina y sistema de trabajo para el cumplimiento del plan de trabajo y los controles	Administrativo	Buena	Ing. Residente
Reglas de Oro / Reglamento interno de trabajo y Aplicación de Tolerancia cero	Administrativo	Pobre	Jefe de RRHH	

Explosión prematura:			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Seleccionar personal competente: ingenieros, técnicos supervisores, perforistas, ayudantes, operadores con formación y experiencia en minería	Administrativo	Buena	Jefe de RRHH

Capacitar , entrenar y autorizar en seguridad en el manejo de explosivos y todos los PETS y/o estándares relacionados		Administrativo	Buena	Jefe de RRHH
Cumplimiento estricto de horario de chispeo de voladura primaria y secundaria en ingreso de bocaminas y zonas de alta concurrencia en interior mina.		Administrativo	Muy Buena	Perforista / Ayudante perforista
Personal labora en zonas distantes	Asignar movilidad extraordinaria para su recojo al almuerzo y salida	Ingeniería	Muy Buena	Gerente de Operaciones
Zonas alejadas con deficiente supervisión	Dimensionar y asegurar la cantidad de supervisores en función a la dimensión de la mina y sistema de trabajo para el cumplimiento del plan de trabajo y los controles	Administrativo	Buena	Ing. Residente
Explosivos y accesorios certificados y en óptimas condiciones de conservación		Ingeniería	Buena	Titular Unidad Minera
Control de accesos a labores chispeadas (Cadenas, letreros de advertencia y prohibición)		Administrativo	Buena	Perforista / Ayudante perforista
Monitoreo de horarios de disparo a través de los reportes diarios del sistema de monitoreo Geotécnicos El Jefe de Geomecánica debe informar en el reparto de guardia central de mina si ha sucedido una desviación del horario de chispeo en alguna zona de la mina		Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Geomecánica del Titular Minero

Tiros quedados y/o cortados			HC Alta Contribución	
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable	
Capacitar , entrenar y autorizar en seguridad en el manejo de explosivos y todos los PETS y/o estándares relacionados	Administrativo	Buena	Jefe de RRHH	
Aplicación de Perforación y voladura controlada	Ingeniería	Buena	Perforista / Ayudante perforista	
Zonas alejadas con deficiente supervisión	Dimensionar y asegurar la cantidad de supervisores en función a la dimensión de la mina y sistema de trabajo para el cumplimiento del plan de trabajo y los controles	Administrativo	Buena	Ing. Residente

PETS para desactivar tiros fallados y/o voladuras incompletas	Administrativo	Buena	Ing. Residente
Diseñar y estandarizar malla de perforación voladura de acuerdo a sección y tipo de roca Se debe establecer un sistema de control de diseño que mida, entre otras variables: ubicación espacial de los taladros, longitud, carga de columna, burden, espaciamiento, valor energético del explosivo	Administrativo	Buena	Ing. Residente

Ignición involuntaria			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Sistema de control de acceso a polvorines de acuerdo a normativa	Ingeniería	Muy Buena	Titular Unidad Minera
Asignar una persona, debidamente capacitada, responsable del control físico y de la administración de la existencia de los explosivos	Administrativo	Buena	Ing. Residente
Dispositivos de descarga de electricidad estática a tierra antes de ingreso a polvorines	Ingeniería	Muy Buena	Titular Unidad Minera
Instalaciones eléctricas deben estar entubadas y los interruptores deben ser a prueba de chispa.	Ingeniería	Muy Buena	Titular Unidad Minera
Almacenar los explosivos y materiales relacionados en polvorines de acuerdo a normativa	Administrativo	Pobre	Ing. de Guardia / Supervisor Mina
Sistema de Ventilación de polvorines: debe estar dotado de ventilación natural. De no ser así, ventilación forzada.	Ingeniería	Buena	Titular Unidad Minera
Polvorines correctamente sostenidos o contruidos de acuerdo a diseño y normatividad.	Ingeniería	Buena	Titular Unidad Minera
Carro minero adecuado a plataforma para el transporte de explosivos debe estar separado de la locomotora, como mínimo, por otro carro vacío.	Ingeniería	Muy Buena	Titular Unidad Minera

Una o más fatalidades por explosión			
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable

Plan de evacuación general de mina	Administrativo	Buena	Titular Unidad Minera
Equipo de respuesta a emergencias	Administrativo	Buena	Titular Unidad Minera
Medevac (Evacuación médica) y activación de SCTR	Administrativo	Buena	Jefe de Hospital / Jefe de Unidad Médica

Lesiones graves y/o permanentes por explosión			
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Plan de evacuación general de mina	Administrativo	Buena	Titular Unidad Minera
Equipo de respuesta a emergencias	Administrativo	Buena	Titular Unidad Minera
Medevac (Evacuación médica) y activación de SCTR	Administrativo	Buena	Jefe de Hospital / Jefe de Unidad Médica

Daño a las instalaciones y detención de las operaciones			
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Plan de evacuación general de mina	Administrativo	Buena	Titular Unidad Minera
Equipo de respuesta a emergencias	Administrativo	Buena	Titular Unidad Minera

Fuente: Elaboración propia

4.1.6.6 Controles críticos del riesgo “Caída a distinto nivel”

En la tabla 27 se muestra los controles críticos aplicados, los mismos que se deben verificar y auditar para asegurar la efectividad de la gestión.

Tabla 27 Controles críticos para el riesgo “Caída a distinto nivel”

Peligro	Trabajos en Altura
Primer Acontecimiento	Caída a distinto nivel

Entrenamiento inadecuado en trabajos en altura			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Capacitación y entrenamiento en trabajos en altura	Administrativo	Muy Buena	Jefe de RRHH
Supervisión Trabajos Alto Riesgo y/o Observaciones planeadas de tareas	Administrativo	Buena	Ing. de Guardia / Supervisor Mina

Trabajador con aptitud física y psicológica inadecuada			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Exámen de autosuficiencia médica para trabajos en altura a partir de 1.8 m	Administrativo	Buena	Jefe de RRHH
Observaciones Planeadas de tareas	Administrativo	Buena	Ing. de Guardia / Supervisor Mina

Uso inadecuado del equipo anti caída: No usa arnés			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Capacitación y entrenamiento en trabajos en altura	Administrativo	Muy Buena	Jefe de RRHH
Uso apropiado de equipos anticaídas estandarizados	EPP	Muy Buena	Perforista / Ayudante perforista
Reglas de Oro / Reglamento interno de trabajo. (inducción y entrega)	Administrativo	Buena	Jefe de RRHH

Señalización y control de acceso a tajos de taladros largos(Letrero, conos, cadenas)	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente
--	------------	-----------	----------------

Escaleras, plataformas y/o andamios inseguros			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Uso de elementos certificados y estandarizados	Ingeniería	Muy Buena	Ing. de Guardia / Supervisor Mina
Entrenamiento y certificación del personal para montaje y/o desmontaje de andamios	Administrativo	Muy Buena	Jefe de RRHH
Aplicación de criterios de estándar y PETS para aseguramiento de andamios	Administrativo	Buena	Ing. de Guardia / Supervisor Mina
Doble compartimiento camino / buzón en avance de chimeneas convencionales	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente
Equipo elevador de personas (Telehandler)	Sustitución	Muy Buena	Gerente de Operaciones

Punto de anclaje en malas condiciones		HC Alta Contribución	
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Diseño aprobado del sistema de anclaje	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente
Cáncamo y/o Estrobo de anclaje en chimeneas y/o echaderos	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente
Supervisión Trabajos Alto Riesgo y/o Observaciones planeadas de tareas	Administrativo	Buena	Ing. de Guardia / Supervisor Mina
Supervisión de mina no cobertura todas las labores	Dimensionar y asegurar la cantidad de supervisores en función a la dimensión de la mina y sistema de trabajo para el cumplimiento del plan de trabajo y los controles Administrativo	Pobre	Gerente de Operaciones

Espacios abiertos en chimeneas, echaderos y tajos de taladros largos			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Instalación estandarizada de Parrillas y bermas en echaderos	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente
Retiro de parrilla para izaje de materiales	Definir chimenea de servicios y/o planificar abastecimiento de materiales	Ingeniería	Gerente de Operaciones
	Iluminar, señalizar y bloquear compuerta en chimenea de servicios	Ingeniería	Ing. Residente
	IPEC y supervisión diaria de chimeneas	Administrativo	Ing. de Guardia / Supervisor Mina
Parrillas y Plataformas de avance en chimeneas convencionales con sogas de seguridad	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente
Retiro de parrilla para facilitar pase de carga	Control de perforación y voladura de chimeneas	Ingeniería	Ing. Residente
	IPEC y supervisión diaria de chimeneas	Administrativo	Ing. de Guardia / Supervisor Mina
Puertas con candado y señalización y control de acceso a sub niveles de extracción de tajos de taladros largos(Letrero, conos, cadenas)	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente
Línea de vida retráctil certificada	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente
Inspección mensual de echaderos de desmonte y mineral	Administrativo	Buena	Ing. de Guardia / Supervisor Mina
Sistemas de iluminación en todos los echaderos y tajos de taladros largos de acuerdo a normatividad	Ingeniería	Muy Buena	Ing. Residente

Una o más fatalidades por caída de personas			
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable

Uso de correa antitrauma	EPP	Buena	Ing. de Guardia / Supervisor Mina
Equipo de respuesta a emergencias	Administrativo	Muy Buena	Titular Unidad Minera
Medevac (Evacuación médica) y activación de SCTR	Administrativo	Buena	Jefe de Hospital / Jefe de Unidad Médica

Lesiones graves por caída de personas			
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Uso de correa antitrauma	EPP	Buena	Ing. de Guardia / Supervisor Mina
Equipo de respuesta a emergencias	Administrativo	Muy Buena	Jefe de Seguridad

Daños a los equipos de mina por caída			
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Estructura de protección de cabina FOPS (Falling Over Protecction Structure)	Ingeniería	Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Seguro de Equipo	Administrativo	Muy Buena	Gerente de Operaciones
Equipo de respuesta a emergencias	Administrativo	Buena	Titular Unidad Minera

Fuente: elaboración propia

4.1.6.7 Controles críticos del riesgo “Pérdida del control del vehículo”

En la tabla 28 se muestra los controles críticos aplicados, los mismos que se deben verificar y auditar para asegurar la efectividad de la gestión.

Tabla 28 Controles críticos para el riesgo “Pérdida del control del vehículo”

Peligro	Conducción de un vehículo
Primer Acontecimiento	Pérdida de control del vehículo en carretera

Conducir bajo influencia de alcohol o drogas			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Política de alcohol y drogas	Administrativo	Buena	Gerente General ECM
El personal que conduce vehículos debe ser competente de acuerdo al perfil de puesto. Cumplir los requisitos de acuerdo a normas nacionales e internas y pasar capacitación teórica práctica para obtener la licencia interna y reevaluarla cuando corresponda	Administrativo	Buena	Jefe de RRHH
El personal debe aprobar el exámen médico ocupacional y la evaluación psicosenotécnica	Administrativo	Buena	Jefe de RRHH
Asignar conductores para viajes	Administrativo	Buena	Administrador
Sistema de advertencia de salida de carril El administrados deberá asegurarse que los vehículos propios y/o alquilados deben contar con este sistema	Ingeniería	Buena	Administrador

Conductor, pierde la atención (uso de celular, radio, fatiga, comiendo,etc)			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
El personal que conduce vehículos debe ser competente de acuerdo al perfil de puesto. Cumplir los requisitos de acuerdo a normas nacionales e internas y pasar capacitación teórica práctica para obtener la licencia interna y reevaluarla cuando corresponda	Administrativo	Buena	Jefe de RRHH
Sistema de advertencia de salida de carril El administrados deberá asegurarse que los vehículos propios y/o alquilados deben contar con este sistema	Ingeniería	Buena	Administrador

Sistema de alerta de fatiga El administrados deberá asegurarse que los vehículos propios y/o alquilados deben contar con este sistema	Ingeniería	Buena	Administrador
Estandar de ruta	Administrativo	Pobre	Administrador

Elementos críticos del vehículo en malas condiciones(neumáticos, frenos, sistema de dirección)			HC Alta Contribución	
Controles & Factores de escalacion		Tipo de control	Eff.	Responsable
Sistema de integridad del neumático		Administrativo	Pobre	Administrador
Conducir a la defensiva		Administrativo	Buena	Conductor
Inspección de Pre Uso del vehículo		Administrativo	Buena	Conductor
Falta de vehículo apropiado	Inspecciones semanales del vehículo en taller	Administrativo	Buena	Administrador
Mantenimiento preventivo / correctivo de elementos críticos		Ingeniería	Muy Buena	Administrador
Extensión de vida util de repuestos y/o mantenimiento	Mantener stock de repuestos apropiados del vehículo	Ingeniería	Pobre	Administrador

Maniobra inesperada de vehículo cercano			MC Media Contribución	
Controles & Factores de escalacion		Tipo de control	Eff.	Responsable
Ajuste los espejos del vehículo.		Administrativo	Buena	Conductor
Conducir a la defensiva		Administrativo	Buena	Conductor
Sistema de frenos ABS		Ingeniería	Muy Buena	Administrador

Condiciones resbaladizas del camino			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Analizar condiciones meteorológicas y en consecuencia ajustar el horario de manejo	Administrativo	Pobre	Administrador
Conducir a la defensiva	Administrativo	Buena	Conductor
Sistema de frenos ABS			
El administrados deberá asegurarse que los vehículos propios y/o alquilados deben contar con este sistema	Ingeniería	Buena	Administrador
Guardavías y/o muros de concreto dentro del alcance de la Unidad Minera	Ingeniería	Muy Buena	Titular Unidad Minera

Superficie de la carretera irregular			MC Media Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Planificación previa al viaje	Administrativo	Pobre	Conductor
Conducir a la defensiva	Administrativo	Buena	Conductor

Pobre visibilidad			HC Alta Contribución	
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable	
Analizar condiciones meteorológicas y en consecuencia ajustar el horario de manejo	Administrativo	Pobre	Conductor	
Las luces del vehículo están siempre encendidas	Administrativo	Buena	Conductor	
Conducir a la defensiva	Administrativo	Pobre	Conductor	
Los vehículo de la empresa tienen activado siempre luces encendidas	Ingeniería	Muy Buena	Administrador	
Los vehículos de alquiler no tienen las luces encendidas de forma automática	Contar con empresas proveedoras de vehículos seleccionadas	Administrativo	Pobre	Administrador
	Sistema de advertencia de luces del vehículo El administrados deberá asegurarse que los vehículos propios y/o alquilados deben contar con este sistema	Ingeniería	Muy Buena	Administrador

Conducción a velocidad inadecuada para las condiciones del entorno o camino			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
El personal que conduce vehículos debe ser competente de acuerdo al perfil de puesto. Cumplir los requisitos de acuerdo a normas nacionales e internas y pasar capacitación teórica práctica para obtener la licencia interna y reevaluarla cuando corresponda	Administrativo	Buena	Jefe de RRHH
GPS	Ingeniería	Muy Buena	Administrador
Sistema de control y monitoreo de velocidad	Ingeniería	Buena	Administrador
El administrados deberá asegurarse que los vehículos propios y/o alquilados deben contar con este sistema			
Estándar de Ruta de acuerdo a Mapa de riesgos	Administrativo	Buena	Jefe de RRHH
Señalización de accesos y rutas dentro del alcance de la unidad minera	Administrativo	Pobre	Titular Unidad Minera

Chocar contra otro vehículo u objeto inmóvil			
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Sistema de advertencia de colisión frontal			
El administrados deberá asegurarse que los vehículos propios y/o alquilados deben contar con este sistema	Ingeniería	Buena	Administrador
Ejecutar maniobra de recuperación del vehículo			
El conductor debe tener todas las competencias y la experiencia requerida	Administrativo	Desconocido	Conductor
Sistema de seguridad de zona de deformación de motor hacia abajo	Ingeniería	Buena	Administrador

El conductor y/o los pasajeros impactan en el interior del vehículo			
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Usar cinturón de seguridad	Administrativo	Buena	Conductor

Sistema airbag			
El administrados deberá asegurarse que los vehículos propios y/o alquilados deben contar con este sistema	Ingeniería	Muy Buena	Administrador
Reposacabezas ajustado a la altura adecuada	Ingeniería	Buena	Conductor

Choque y/o caída en aguas profundas que resulta en atrapamiento			
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Equipo de respuesta a emergencias			
En inmediaciones de la unidad minera actua la brigada en caso que sea en carreteras nacionales, los servicios de emergencia especializados en ruta actuaran	Administrativo	Buena	Titular Unidad Minera

Vehículo volcado con una o más fatalidades			
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Protección antivuelco	Ingeniería	Buena	Administrador
Sistema de Air Bag	Ingeniería	Muy Buena	Administrador
Equipo de respuesta a emergencias	Administrativo	Buena	Titular Unidad Minera

Golpear a un peatón / ciclista			<NULL> <No Value Assigned>
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Sin protuberancias en la parte delantera o lateral del vehículo.			
Esto reduce la severidad de las lesiones y aporta más probabilidades de que sobreviva los accidentados	Ingeniería	Buena	Administrador
Sistema de advertencia de colisión frontal	Ingeniería	Buena	Administrador

Fuente: Elaboración propia

4.1.6.8 Controles críticos del riesgo “Aplastado / atrapado entre o debajo de objetos”

En la tabla 29 se muestra los controles críticos aplicados, los mismos que se deben verificar y auditar para asegurar la efectividad de la gestión.

Tabla 29 Controles críticos para el riesgo “Aplastado / atrapado entre o debajo de objetos”

Peligro	Cargas suspendidas
Primer Acontecimiento	Atrapado / Chancado entre o debajo de objetos

Equipos /Elementos de izaje dañados: puentes grúas, tecles, tirfor, eslingas, cables, cadenas, estrobos			HC Alta Contribución	
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable	
Certificación y mantenimiento de elementos críticos: equipos, aparejos, certificación de grúa, de operador, de rigger.	Ingeniería	Buena	Jefe de Mantenimiento Gral	
Elementos expuestos intemperie, humedad y polvo	Cajon porta accesorios y aparejos de izaje en camión grúa y en taller un estante porta tecles y elementos de izaje respectivamente codificados	Ingeniería	Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Restricción de zona de trabajo con conos con vallas, cadenas y letreros de advertencia	Administrativo	Buena	Ing. Turno Mantenimiento	
Inspección de Pre Uso de camión grúa y elementos	Administrativo	Pobre	Operador de Grúa	
Inspección mensual de elementos y/o aparejos de izaje: Se descarta equipos y/o elementos con fallas.	Administrativo	Pobre	Jefe de Mantenimiento Gral	

Omisión de asegurar las energías			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Personal involucrado en la tarea debe ser competente: operador de grúa, riggers, mecánicos, ayudantes mecánicos en tecles eléctricos y/o otros elementos de izaje.	Administrativo	Buena	Jefe de RRHH
Control de dosaje étílico: operadores y riggers	Administrativo	Pobre	Administrador

Restricción de zona de trabajo con conos con vallas, cadenas y letreros de advertencia		Ingeniería	Buena	Ing. Turno Mantenimiento
Sistema que permita aislar y bloquear las energías del equipo		Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Equipos alquilados, nuevos	Protocolo liberación de equipo nuevos y/o alquilados	Ingeniería	Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Dispositivo de inhabilitación de comando de equipos articulados		Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Daños por impactos / vibraciones generan paralización de equipo	Contar con Kit de repuestos de instrumentación de seguridad del equipo	Ingeniería	Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Trinquetes o caballetes certificados para soporte de equipos en taller de mantenimiento		Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Bloqueo de control remoto en puentes grúas		Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral

Activación de sistemas articulados			HC Alta Contribución	
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable	
Personal involucrado en la tarea debe ser competente: operadores de equipo, operador de grúa, riggers, mecánicos, ayudantes mecánicos en tecles eléctricos y/o otros elementos de izaje.	Administrativo	Buena	Jefe de RRHH	
Restricción de zona de trabajo con conos con vallas, cadenas y letreros de advertencia	Administrativo	Buena	Ing. Turno Mantenimiento	
Sistema que permita aislar y bloquear las energías del equipo	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral	
Dispositivos automáticos de inhabilitación de comando de equipos articulados	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral	
Daños por impactos / vibraciones generan paralización de equipo	Contar con Kit de repuestos de instrumentación de seguridad del equipo	Ingeniería	Buena	Jefe de Mantenimiento Gral

Barras de bloqueo en equipos articulados	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Alarma de movimiento y giro en grúas móviles.	Ingeniería	Buena	Jefe de Mantenimiento Gral

Soportes inadecuados			HC Alta Contribución	
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable	
Restricción de zona de trabajo con conos con vallas, cadenas y letreros de advertencia	Administrativo	Buena	Ing. Turno Mantenimiento	
Gatas mecánicas certificadas	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral	
02 Cuñas para equipos con neumáticos	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral	
Trinquetes o caballetes certificados para soporte de equipos en taller de mantenimiento	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral	
Demanda simultánea de varios equipos para reparación y/o mantenimiento	Implementar como mínimo el 30 % de juegos de trinquetes y/o caballetes del total de flota	Ingeniería	Buena	Jefe de Mantenimiento Gral

Condición del terreno y del entorno			HC Alta Contribución	
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable	
Plan de izaje Debe incluir como mínimo: Tipo de izaje, condiciones ambientales, condiciones del entorno, volumen y peso, aparejos de izaje, vientos, sistema de comunicación, secuencia de movimiento, centro de gravedad de carga,	Administrativo	Pobre	Jefe de Almacén	
Acceso restringido del camión grúa al punto de izaje según plan	Detener el izaje, aplicar gestión del cambio evaluando características de la nueva grúa a usar	Administrativo	Buena	Jefe de Mantenimiento Gral

Uso de gatas estabilizadores con sus tablonces de apoyo, tabla de carga, pre uso de izaje,	Ingeniería	Muy Buena	Operador de Grúa
--	------------	-----------	------------------

Aplastamiento de persona ocasionando lesiones graves y/o fatalidad			
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Elementos de izaje: Puente grúa, tecele, tirfor, gatos, etc para liberar	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Equipo de respuesta a emergencias	Administrativo	Pobre	Titular Unidad Minera
Medevac (Evacuación médica) y activación de SCTR	Administrativo	Buena	Jefe de Hospital / Jefe de Unidad Médica

Detención de las operaciones / daños a equipos e instalaciones			
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Elementos de izaje: Puente grúa, tecele, tirfor, gatos, etc para liberar	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral

Fuente: elaboración propia

4.1.6.9 Controles críticos del riesgo “Liberación descontrolada de energías (neumática, potencial, mecánica, hidráulica y cinética)”

En la tabla 30 se muestra los controles críticos aplicados, los mismos que se deben verificar y auditar para asegurar la efectividad de la gestión.

Tabla 30 Controles críticos para el riesgo “Liberación descontrolada de energías (neumática, potencial, mecánica, hidráulica y cinética)”

Peligro	Lineas / sistemas Neumáticos, Mecánicos, Hidráulicos
Primer Acontecimiento	Liberación descontrolada de energías

Ingreso / Intervención de personal no autorizado			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Seleccionar personal competente: ingenieros, supervisores, técnicos mecánicos, eléctricos, electrónicos, ayudantes mecánicos	Administrativo	Pobre	Jefe de RRHH
Capacitar , entrenar y autorizar en bloqueo y asilamiento de energía, PETS y/o protocolos de bloqueo	Administrativo	Pobre	Jefe de RRHH
Señalización y control físico de acceso a personal no autorizado a zonas intervenidas: Letreros, conos, vallas, cadenas, otro similar.	Ingeniería	Buena	Jefe de Mantenimiento Gral

Equipo / instalaciones presurizadas expuestas a la operación			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Separación y/o confinamiento: Estocadas / jaula de protección para tanques, compresores y/o unidades hidráulicas	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Cadenas con abrazaderas en conexiones de líneas de aire comprimido	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Acoples rápidos con cadenas	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Jaula para inflado de llanta en taller de mantenimiento	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral

Confinamiento del área por exceso de llantas dificulta su accesibilidad	Diseñar 02 portallantas, uno para operativas e inoperativas	Ingeniería	<No Value Assigned>	Jefe de Mantenimiento Gral
Deficiente empotramiento	Diseñar y ejecutar el empotramiento de la jaula	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Maquina prensadora de mangueras hidráulicas		Ingeniería	Muy Buena	Gerente de Operaciones
Sistema para enllantado y desenllantado en taller		Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Válvulas críticas principales rotuladas		Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Manómetros de presión yVálvulas de seguridad		Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Rotulación e identificación de equipos, energías y secuencia de maniobras		Administrativo	Pobre	Jefe de Mantenimiento Gral
Elaborar estándares de diseño y/o certificación de instalaciones		Ingeniería	Pobre	Jefe de Mantenimiento Gral

Energías residuales, potenciales			HC Alta Contribución
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Válvulas críticas principales rotuladas	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Válvulas de purga rotuladas	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Trabas mecánicas y/o desacoples, bridas ciegas,cuñas, prensas	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Rotulación e identificación de equipos, energías y secuencia de maniobras	Administrativo	Pobre	Jefe de Mantenimiento Gral

Elaborar matriz de bloqueo específica de acuerdo al TAG de cada equipo y/o sistema.		Administrativo	Pobre	Jefe de Mantenimiento Gral
Capacitar , entrenar y autorizar en bloqueo y asilamiento de energía, PETS y/o protocolos de bloqueo		Administrativo	Pobre	Jefe de RRHH
Gabinete de Bloqueo específico según tipo de válvulas, equipo y/o energía		Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Aislación, bloqueo y verificación de energía cero		Administrativo	Pobre	Ing. de Guardia / Supervisor Mina
Personal de terceros: proveedores	Asignar a supervisor entrenado y autorizado	Administrativo	Buena	Jefe de Mantenimiento Gral

Una o más fatalidades			
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Dispositivos de control y contención de energía neumática, mecánica, hidráulica, cinética: muros, paredes, jaulas, etc	Ingeniería	Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Válvulas críticas principales rotuladas	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Equipo de respuesta a emergencias	Administrativo	Buena	Jefe de Seguridad
Medevac (Evacuación médica) y activación de SCTR	Administrativo	Buena	Jefe de Hospital / Jefe de Unidad Médica

Lesiones graves y/o permanentes			
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Dispositivos de control y contención de energía neumática, mecánica, hidráulica, cinética: muros, paredes, jaulas, etc	Ingeniería	Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Equipo de respuesta a emergencias	Administrativo	Buena	Jefe de Seguridad

Medevac (Evacuación médica) y activación de SCTR	Administrativo	Buena	Jefe de Hospital / Jefe de Unidad Médica
---	----------------	-------	--

Daños de equipos e instalaciones y detención de operaciones			
Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	Eff.	Responsable
Dispositivos de control y contención de energía neumática, mecánica, hidráulica, cinética: muros, paredes, jaulas, etc	Ingeniería	Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Botonera de parada de emergencia en sistemas automatizados	Ingeniería	Buena	Jefe de Mantenimiento Gral
Válvulas críticas principales rotuladas	Ingeniería	Muy Buena	Jefe de Mantenimiento Gral

Fuente: elaboración propia

4.1.7 Estadística de accidentes y fatalidades Mina Uchucchacua y empresa contratista minera CONGEMIN 2008- 2017

En esta sección se realizó el análisis estadístico de la unidad minera Uchucchacua y las estadísticas de la ECM CONGEMIN periodo 2008-2012 vs 2013-2017, las mismas que se presentan a continuación:

A nivel nacional según el (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN, 2018b) en su anuario estadístico de accidentes mortales en lo que va del periodo 2007 al 2017 se han registrado 450 fatalidades en las operaciones mineras de la gran y mediana minería. Para el caso de la Unidad Uchucchacua en ese mismo periodo se han registrado 10 fatalidades, lo cual representa el 2.21 % de fatalidades a nivel nacional. Ver tabla 31.

Tabla 31 Accidentes mortales 2007-2017 mediana y gran minería (Titular y contratista minero)

UNIDAD MINERA	TITULAR MINERO	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TOTAL	PORCENTAJE
AMERICANA	COMPAÑÍA MINERA CASAPALCA S.A.	2	0	6	4	1	1	1	0	1	1	0	17	3.76%
SAN CRISTÓBAL	VOLCAN COMPAÑÍA MINERA S.A.A	1	0	2	2	5	3	0	0	0	1	2	16	3.54%
ACUMULACION RAURA	COMPAÑÍA MINERA RAURA S.A.	1	1	5	4	1	1	0	1	1	0	0	15	3.32%
ATACOCHA	COMPAÑÍA MINERA ATACOCHA S.A.A.	1	5	1	1	1	1	1	0	0	0	2	13	2.88%
ACUMULACIÓN PARCOY N° 1	CONSORCIO MINERO HORIZONTE S.A.	2	1	3	0	1	2	0	0	2	1	1	13	2.88%
RETAMAS	MINERA AURÍFERA RETAMAS S.A	0	0	2	1	2	1	2	2	1	1	0	12	2.65%
HUARÓN	PAN AMERICAN SILVER HUARON S.A.	2	2	1	2	2	0	0	0	1	0	0	10	2.21%
SAN VICENTE	COMPAÑÍA MINERA SAN IGNACIO DEMOROCOCHA S.A.A.	2	5	0	1	1	0	0	0	1	0	0	10	2.21%
ANDAYCHAGUA	VOLCAN COMPAÑÍA MINERA S.A.A	0	3	2	0	1	2	1	0	0	1	0	10	2.21%
UCHUCHCACUA	COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.	0	2	3	0	1	0	2	1	0	0	1	10	2.21%
CERRO LINDO	COMPAÑÍA MINERA MILPO S.A.A.	0	0	1	1	1	2	0	3	0	1	1	10	2.21%
ACUMULACIÓN YAURICOCHA	SOCIEDAD MINERA CORONA S.A.	1	2	0	1	0	0	2	0	3	0	0	9	1.99%
ANIMON	MINERA CHUNGAR S.A.C.	0	2	1	3	0	0	1	0	1	0	1	9	1.99%
MILPO N°1	COMPAÑÍA MINERA MILPO S.A.A.	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	2	9	1.99%
CATALINA HUANCA	CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C.	1	0	0	0	0	4	0	0	1	1	2	9	1.99%
SANTA ROSA-COMARSA	COMPAÑÍA MINERA AURÍFERA SANTA ROSA S.A.	0	0	1	2	0	0	0	0	0	6	0	9	1.99%

Fuente: (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN, 2018b)

De los 09 riesgos críticos identificados en el presente estudio se evidenció que las fatalidades se produjeron a consecuencia de estos riesgos críticos por lo que en la tabla 32 y las figuras 52 y 53 se muestra su asociación con los riesgos y los procesos involucrados.

Tabla 32 Lista de fatalidades unidad Uchucchacua 2008-2017

FECHA	EMPRESA	RIESGO CRÍTICO ASOCIADO	MULTA EN UIT	TAREA ASOCIADA A FATALIDAD	PROCESO
26/01/08	ECM CRISTOBAL	APLASTADO POR ROCA	20	PERFORACIÓN EN FRENTE SIN SOSTENIMIENTO DE CORONA	PREPARACIÓN
26/01/08	ECM CRISTOBAL	APLASTADO POR ROCA	20	PERFORACIÓN EN FRENTE SIN SOSTENIMIENTO DE CORONA	PREPARACIÓN
24/01/09	ECM CONGEMIN	GOLPEADO POR EQUIPO	40	LIMPIEZA DE CUNETAS	SERVICIOS
02/06/09	ECM IESA	APLASTADO POR ROCA	30	CARGUÍO DE TALADROS	EXPLOTACIÓN
04/08/09	ECM CONGEMIN	GOLPEADO POR EQUIPO	40	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE AGUA	SERVICIOS
20/06/13	ECM CRISTOBAL	INTOXICACIÓN POR GASES	123.39	INSPECCIÓN DE TAJO	SUPERVISIÓN
13/09/13	CIA BUENAVENTURA	OTROS	60	SERVICIO DE TRANSPORTE DE PERSONAL	SERVICIOS
11/01/14	ECM CRISTOBAL	APLASTADO POR ROCA	91.95	DESATE DE ROCAS EN ZONA SIN SOSTENIMIENTO	EXPLOTACIÓN
25/09/16	ECM JR VER SAC	APLASTADO / ATRAPADO ENTRE OBJETOS	88.33	SERVICIO DE TRANSPORTE DE PERSONAL	SERVICIOS
28/08/17	ECM RESEFER	APLASTADO POR ROCA	68.21	INSPECCIÓN DE TAJO	SUPERVISIÓN

Fuente: elaboración propia

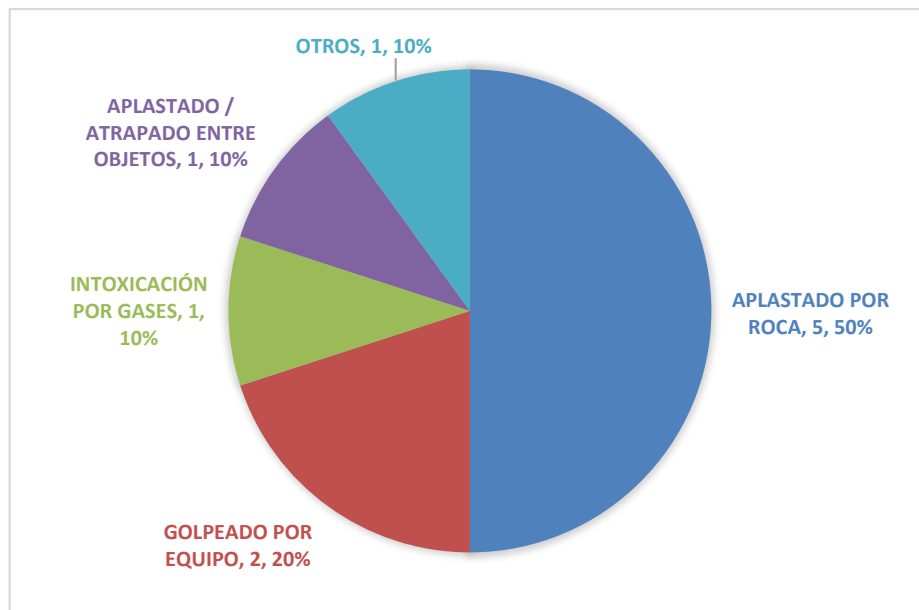


Figura 52 Concentración de fatalidades Unidad Uchucchacua 2008-2017 por Riesgos Críticos

Fuente: Elaboración propia

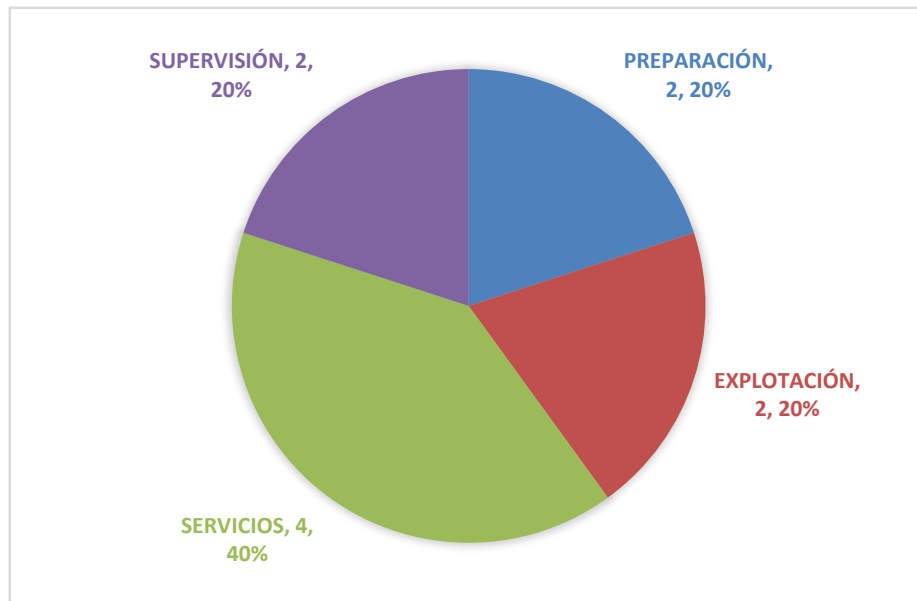


Figura 53 Concentración de fatalidades unidad Uchucchacua 2008-2017 por Procesos

Fuente: Elaboración propia

A nivel de la unidad minera Uchucchacua, la ECM CONGEMIN en el periodo 2008-2017, ha registrado 2 fatalidades representando el 20%. Ver tabla 33.

Tabla 33 Estadísticas de seguridad 2008-2012 vs 2013-2017 ECM CONGEMIN

	2008	2009	2010	2011	2012	2008 A 2012	2013	2014	2015	2016	2017	2013 A 2017
Acc. Mortal	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Acc. Incap.	2	8	3	5	6	24	11	5	11	10	9	46
Acc. Leve	5	15	17	9	8	54	4	12	41	13	10	80
Trabajadores	197	360	358	383	668	668	700	1061	1063	897	899	980
H-H	102,565.00	618,589.00	741,010.00	757,450.00	1,302,276.00	3,521,890.00	1,337,836.00	1,881,509.00	1,980,535.00	1,895,277.00	1,799,925.00	8,895,082.000
Días Perdidos	4520	12090	150	260	172	17192	485	142	181	365	139	1312
Ind. Frecuencia	19.50	16.17	4.05	6.60	4.61	7.38	8.22	2.66	5.55	5.28	5.00	5.17
Ind. Severidad	44,069.61	19,544.48	202.43	343.26	132.08	4,881.47	362.53	75.47	91.39	192.58	77.23	147.50
Ind. Accidentab.	859.35	315.95	0.82	2.27	0.61	36.04	2.98	0.20	0.51	1.02	0.39	0.76

2008	2009	2010	2011	2012	2008 A 2012	2013	2014	2015	2016	2017	2008 A 2013
------	------	------	------	------	-------------	------	------	------	------	------	-------------

Fuente: Elaboración propia, adaptado de las estadísticas OSINERMIN

De este análisis se evidencia que en el primer periodo antes de la implementación de la gestión de riesgos críticos se registraron 02 fatalidades, las mismas que se controlaron en el segundo periodo reduciéndose a cero las fatalidades. Asimismo, los índices de seguridad de frecuencia se redujeron de 7.38 a 5.17, representando una reducción del 30 %; el índice de severidad de 4881.47 a 147.50 representando una reducción del 97% y el índice de

accidentabilidad de 36.04 a 0.76 representando una reducción del 98%. Ver figuras 64, 65, 66 y 67.

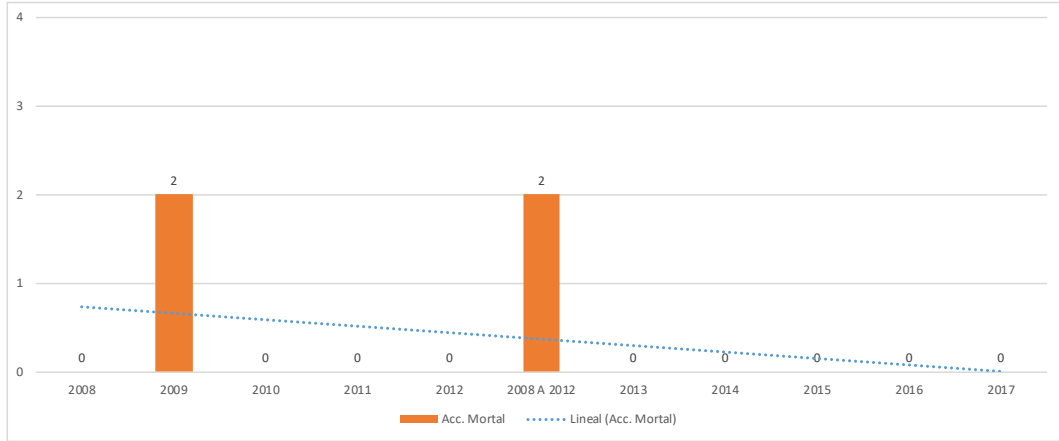


Figura 54 Fatalidades registradas 2008 – 2017 ECM CONGEMIN

Fuente: Elaboración propia

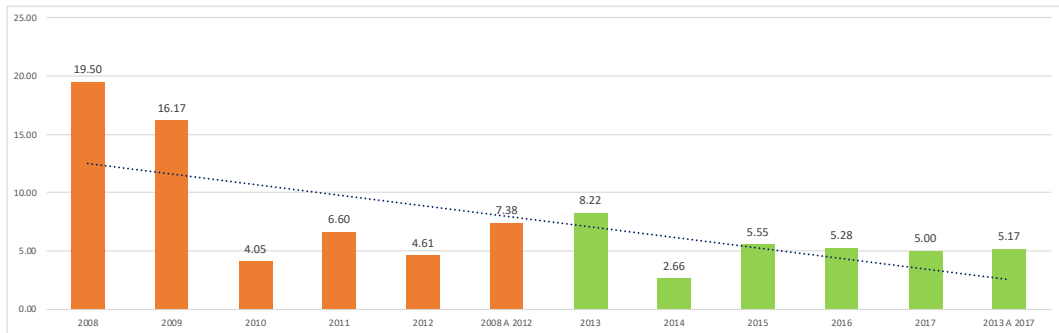


Figura 55 Índice de Frecuencia periodo 2008-2012 vs 2013-2017

Fuente: Elaboración propia

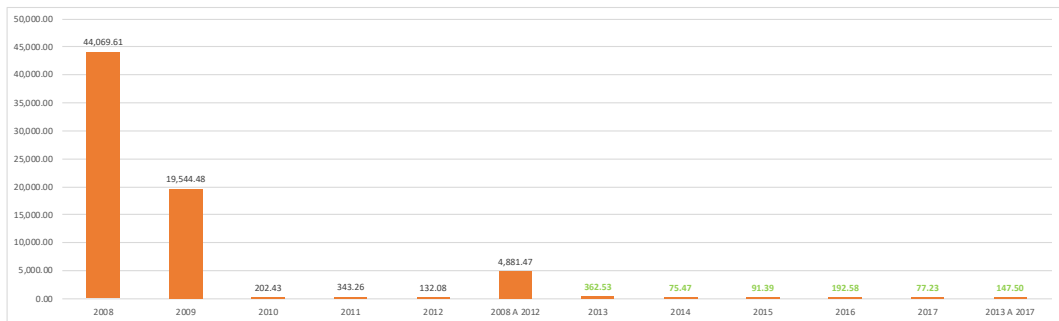


Figura 56 Índice de severidad periodo 2008-2012 vs 2013-2017

Fuente: Elaboración propia

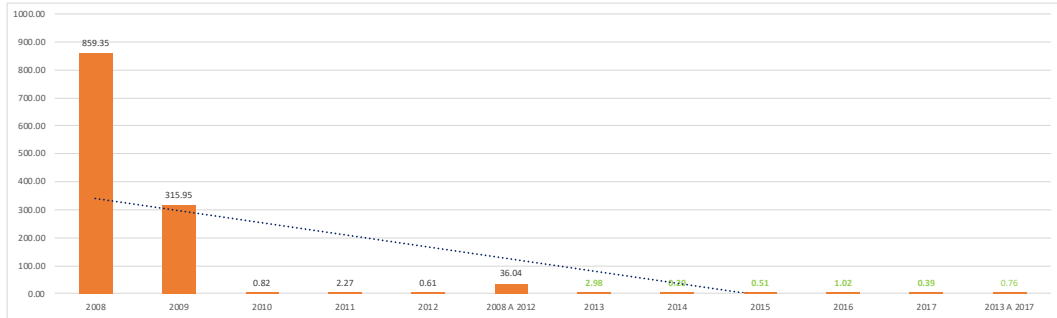


Figura 57 Índice de accidentabilidad periodo 2008-2012 vs 2013-2017

Fuente: Elaboración propia

En síntesis, la Gestión de riesgos críticos permitió a la ECM CONGEMIN prevenir las fatalidades y mejorar positivamente sus estadísticas de seguridad.

Indicadores	ANTES	DESPUES
	2008-2013	2013-2014
Fatalidades	2	0
IF	7.38	5.17
IS	4881.47	147.50
IA	36.04	0.76

A nivel de unidad también la empresa ECM CONGEMIN paso de tener 394 trabajadores en promedio en el periodo 2008-2012 a 984 trabajadores en promedio en el periodo 2013-2017; ya que amplió sus operaciones incrementando la exposición; sin embargo, la gestión de riesgos críticos contribuyó a la prevención las fatalidades a diferencia de otras ECM.

EMPRESAS	ANTES	DESPUES	GRAL
	2008-2012	2013-2017	
CRISTOBAL	2	2	4
CONGEMIN	2	0	2
IESA	1	0	1
RESEFER	0	1	1
JR VER		1	1
BUENAVENTURA	0	1	1
			10

Fuente: Elaboración propia, adaptado de las estadísticas de OSINERGMIN.

4.1.8 Sanciones administrativas y multas periodo 2008-2017.

Se realizó el análisis de las multas impuestas por la Gerencia de Supervisión minera de OSINERGMIN producto de incumplimientos al reglamento de seguridad e higiene minera a la unidad minera Uchucchacua en el periodo 2008-2017. Se identificó que se han emitido 36 resoluciones, de las cuales 10 están relacionadas a supervisiones especiales por accidentes mortales y 26 de ellas a supervisiones regulares. Ver Tabla 34.

Tabla 34 Listado de multas de Unidad Uchucchacua periodo 2008-2017

N° EXPEDIENTE	RESOLUCION DE SANCIÓN	RESOLUCIÓN DE SEGUNDA INSTANCIA	FATALIDAD	DETALLE	RIESGO CRÍTICO ASOCIADO	MULTA EN UIT
088-08-SHM/R	010400-2011-OS/IGG	-		VENTILACIÓN Y GASES	INTOXICACIÓN POR GASES	50.00
075-08-SHM/E	015391-2012-OS/IGG	-		VENTILACIÓN Y GASES	INTOXICACIÓN POR GASES	420.00
007-08-SHM/E	011050-2011-OS/IGG 252-2011-OS/IGG	-	ACC. MORTAL 26/01/08 ECM CRISTOBAL	ESPECIAL: SOSTENIMIENTO	APLASTADO POR ROCA	40.00
004-2009-SHM/R	011680-2011-OS/IGG	-		VENTILACIÓN Y GASES	INTOXICACIÓN POR GASES	20.00
007-09-SHM/E	010386-2011-OS/IGG	082-2011-OS/TASTEM-S2	ACC. MORTAL 24/01/09 ECM CONGEMIN	ESPECIAL: ATROPELLO POR CONVOY	GOLPEADO POR EQUIPO	40.00
035-09-SHM/E	010955-2011-OS/IGG	-	ACC. MORTAL 02/06/09 ECM IESA	ESPECIAL: SOSTENIMIENTO	APLASTADO POR ROCA	30.00
050-09-SHM/E	018043-2013-OS/IGG	025-2013-OS/TASTEM-S2	ACC. MORTAL 04/08/09 ECM CONGEMIN	ESPECIAL: ATROPELLO POR SCOOTER	GOLPEADO POR EQUIPO	40.00
009-10-SHM/R	18400-2013-OS/IGG	-		REFUGIOS EN RAMPAS	GOLPEADO POR EQUIPO	50.00
081-10-SHM/E 201000024544	20540-2013-OS/GFM	-		VENTILACIÓN Y GASES	INTOXICACIÓN POR GASES	10.00
009-10-SHM/R	18400-2013-OS/IGG	-		VENTILACIÓN, SOSTENIMIENTO, TRA	APLASTADO POR ROCA	50.00
081-10-SHM/E	20540-2013-OS/GFM	-			INTOXICACIÓN POR GASES	10.00
201100070260-(073)	1148-2015-OS-GFM	084-2015-OS/TASTEM-S2			INTOXICACIÓN POR GASES	28.35
201100029188-(033)	386-2015-OS-GFM	-			INTOXICACIÓN POR GASES	94.50
201300170941.00	1919-2016	-			INTOXICACIÓN POR GASES	96.41
201300111863.00	2558-2015-OS-GFM	235-2015-OS/TASTEMS-2			CAIDA A DISTINTO NIVEL	1.08
201300114875.00	2654-2016	254-2016-OS/TASTEM-S2	ACC. MORTAL 20/06/13 ECM CRISTOBAL	ESPECIAL: VENTILACIÓN	INTOXICACIÓN POR GASES	123.39
201300148390.00	1474-2016	-	ACC. MORTAL 13/09/13 CIA BUENAVENTURA	ESPECIAL: ATRAPADO ENTRE TIMBRE	OTROS	60.00
201400004391.00	2744-2015-OS-GFM	053-2016-OS/TASTEM-S2	ACC. MORTAL 11/01/14 ECM CRISTOBAL	ESPECIAL: SOSTENIMIENTO	APLASTADO POR ROCA	91.95
201400027072.00	2671-2015-OS-GFM	238-2015-OS/TASTEM-S2			APLASTADO POR ROCA	1.03
201400027174.00	1742-2016	-			GOLPEADO POR EQUIPO	0.00
201400139834.00	1333-2015-OS-GG	-			APLASTADO POR ROCA	0.00
201400171123.00	2277-2015-OS-GFM	206-2015-OS/TASTEM-S2		INSTALACIONES ELECTRICAS	CONTACTO CON ENERGÍA ELÉCTRICA	3.24
201400169214.00	173-2015-OS/GFM	-		MUROS EN ALMACEN DE CONCENTR	APLASTADO POR ROCA	8.00
201600061014.00	2289-2016	046-2017-OS/TASTEM-S2		VENTILACIÓN : FALTA DE CHIMENEA	INTOXICACIÓN POR GASES	35.90
201600128346.00	1230-2017	-		VENTILACIÓN Y AUTORIZA ANFO	INTOXICACIÓN POR GASES	19.00
201600128575.00	680-2017	-		SOSTENIMIENTO. POTELCIAL MULTA	APLASTADO POR ROCA	0.00
201600151376.00	430-2017-	-		DESATE Y SOSTENIMIENTO POTENCI	APLASTADO POR ROCA	0.00
201600168635.00	1116-2017 13-2017-OS/GSM	-		CABLE DE WINCHE	CAIDA A DISTINTO NIVEL	15.00
201600128720.00	1448-2017	-		VENTILACIÓN Y GASES	INTOXICACIÓN POR GASES	14.76
201600141231.00	173-2018	161-2018-OS/TASTEM-S2	ACC. MORTAL 25/09/16 ECM JR VER SAC	ACC DE TRANSITO: CAMIONETA VUEL	APLASTADO / ATRAPADO ENTRE OBJETOS	88.33
201700075802.00	707-2018	-		INCENDIOS, PLANOS DESACTUALIZA	EXPLOSION	23.57
201700137989.00	330-2019	120-2019-OS/TASTEM-S2	ACC. MORTAL 28/08/17 ECM RESEFER	ESPECIAL	APLASTADO POR ROCA	68.21
201700999987.00	2187-2016	-		VENTILACIÓN Y GASES	INTOXICACIÓN POR GASES	9.12
201700105513.00	2201-2018	-		VENTILACIÓN	INTOXICACIÓN POR GASES	3.82
201800097128.00	2526-2018	-		VENTILACIÓN	INTOXICACIÓN POR GASES	16.39
201800184554.00	504-2019	-		CAIDA A DISTINTO NIVEL	CAIDA A DISTINTO NIVEL	2.37
						1564.42

Fuente: elaboración propia, adaptado de listado de multas de OSINERGMIN.

Del análisis se identificó que se ha llegado a sancionar con 1564.42 Unidades Impositivas Tributarias, en adelante UIT. Considerando que, a la fecha del estudio de acuerdo con la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT) 1 UIT= 4200.00 soles, esto representa S/. 6,570,564.00 soles equivalente a \$/. 2,053,301.25 dólares americanos. Si consideramos sólo las multas relacionadas a las fatalidades, esto representa 581.88 UIT (37%) equivalente a \$/. 763,717.50 dólares americanos.

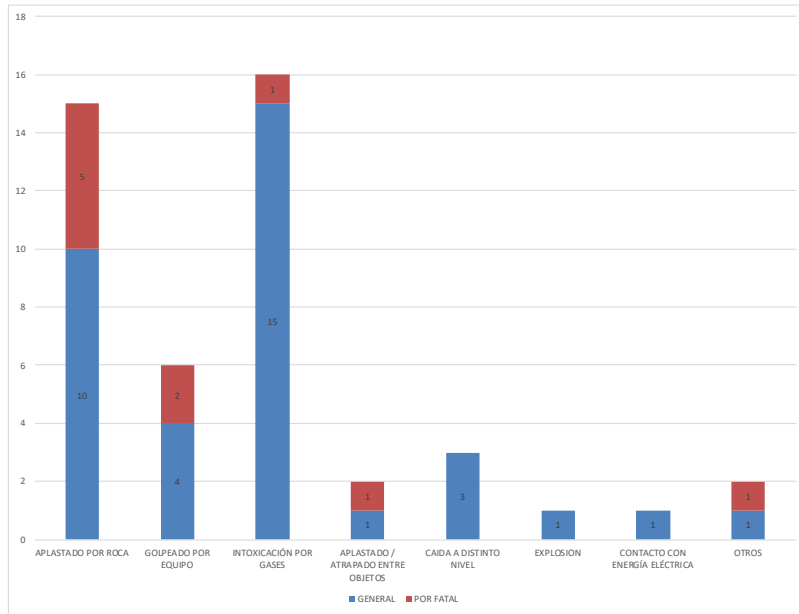


Figura 58 Número de multas impuestas relacionados a los riesgos críticos

Fuente: Elaboración propia

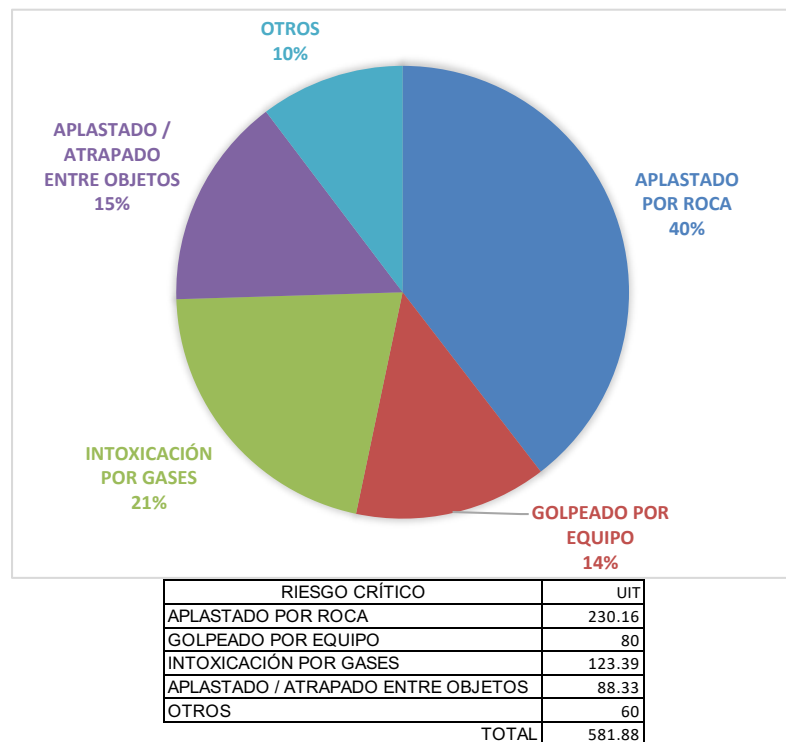


Figura 59 Concentración de multas en UIT por fatalidades unidad Uchucchacua 2008-2017 por Riesgo Crítico

Fuente: Elaboración propia

Con relación a las multas por razón social en la unidad Uchucchacua, se ha determinado que las sanciones impuestas por fatalidades en el periodo 2008-2012 era de 150 UIT y en el segundo periodo se incrementó en 188 % ascendiendo a 431.88 UIT; sin embargo, a nivel de ECM CONGEMIN se redujo significativamente a cero.

Tabla 35 Multas por fatalidades por razón social Mina Uchucchacua 2008-2017

EMPRESAS	ANTES	DESPUES	IMPACTO EN UIT	IMPACTO EN SOLES	IMPACTO EN DOLARES
	2008-2012	2013-2017			
CRISTOBAL	40	215.34	Incremento 81%	S/ 904,428.00	\$ 282,633.75
CONGEMIN	80	0	Reducción a 0	S/ -	\$ -
IESA	30	0	Retiro de ECM	S/ -	Retiro de ECM
RESEFER	0	68.21	Incremento 100%	S/ 286,482.00	\$ 89,525.63
JR VER	0	88.33	Incremento 100%	S/ 370,986.00	\$ 115,933.13
BUENAVENTURA	0	60	Incremento 100%	S/ 252,000.00	\$ 78,750.00
TOTAL	150	431.88	Incremento 188%	S/ 1,813,896.00	\$ 566,842.50

Fuente: Elaboración propia (TC: 1US=3.2 Sol)

4.1.9 Costos de implementación de controles de seguridad.

La implementación de controles críticos demandó una inversión extraordinaria, especialmente en equipamiento; por lo que en esta sección se tomará como referencia los controles más representativos y significativos por cada riesgo crítico:

Tabla 36 Costos de implementación de controles por riesgos críticos

Colapso de terreno y aplastamiento por rocas	\$ 6,101,168.79
Exposición a Gases	\$ 2,152,908.67
Caída a distinto nivel	\$ 588,912.00
Pérdida de control del vehículo en carretera	\$ 184,368.00
Contacto con energía eléctrica	\$ 484,816.81
Atrapado / Chancado entre o debajo de objetos	\$ 77,380.00
Golpeado por equipos en movimiento	\$ 2,138,910.00
Liberación descontrolada de energías	\$ 105,800.00
Explosión	\$ 260,820.00
	\$ 12,095,084.27

Fuente: Elaboración propia

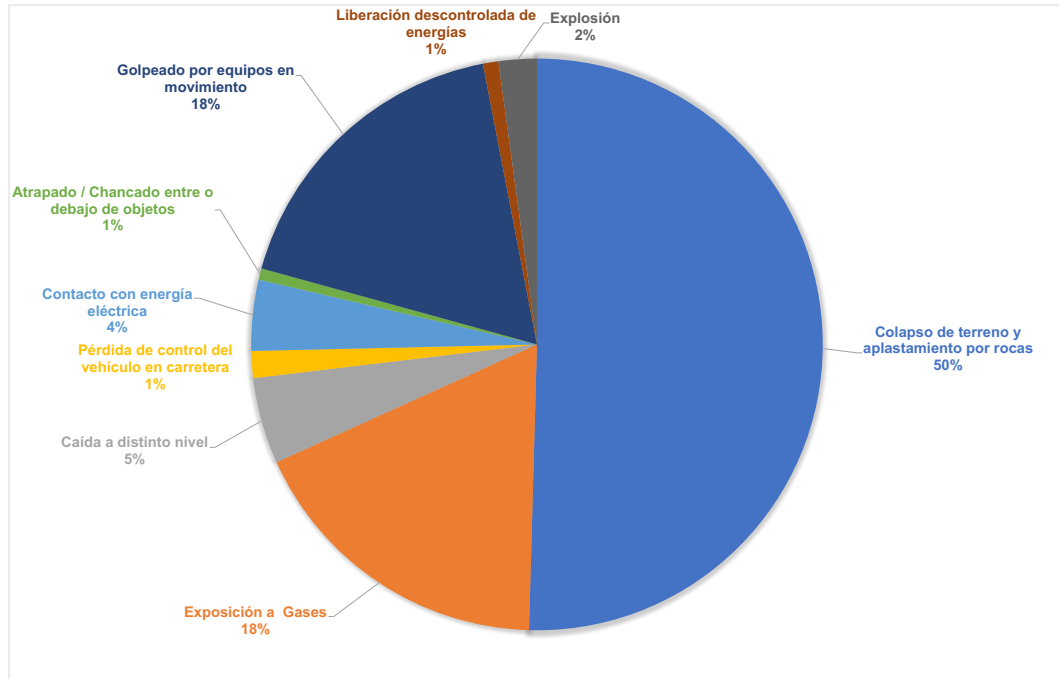


Figura 60 Costos de implementación de controles críticos de seguridad

Fuente: elaboración propia

Es importante señalar que los costos son referenciales y podrían variar de una empresa a otra dado su alcance, equipos, supervisores entre otros factores; sin embargo, lo más importante es que el titular de la unidad minera este de acuerdo en reconocer estas inversiones en las valorizaciones mensuales para que sea sostenida la implementación. A continuación, en las tablas se presenta los principales controles por riesgo crítico:

Tabla 37 Costos de controles del riesgo Colapso de terreno y aplastamiento por roca

BowTie Group: Procesos Mina	
Peligro	Exponerse a coronas / techos /hastiales inestables
Primer Acontecimiento	Colapso de terreno y aplastamiento por rocas

Controles & Factores de escalación		Tipo de control	
Desatador Mecánico (scaller) / Equipo electrohidráulico para sostenimiento (jumbo sostenedor)		Eliminación	\$ 1,750,000.00
Sostenimiento de acuerdo a estándares geomecánicos: Malla + perno split set, malla +perno helicoidal, shotcrete, wood pack, cimbras, otro.		Ingeniería	\$ 1,167,173.75
Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos		Ingeniería	\$ 12,248.86
Extensión de vida util de repuestos y/o mantenimiento	Contar con un ingeniero de planificación de mantenimiento	Administrativo	\$ 210,000.00
	Stock de repuestos de alta rotación y de repuestos críticos	Administrativo	
Camión grúa para abastecimiento de materiales		Ingeniería	\$ 63,746.18
Insuficiente personal geomecánico de CIA	Dimensionar y asegurar la cantidad de geomecánicos en función a la dimensión de la mina y sistema de trabajo para el cumplimiento del plan de trabajo y los controles	Administrativo	\$ 112,000.00

Señalización y control de acceso a labores crítica y zonas de chuteo de carga en tolvas (Letrero, conos, cadenas)	Administrativo	\$ 4,000.00
Puertas con candado y señalización y control de acceso a sub niveles de extracción de tajos de taladros largos(Letrero, conos, cadenas)	Ingeniería	\$ 84,000.00
Scooptram a control remoto	Ingeniería	\$ 1,491,000.00
Sistema robotizado de shotcrete	Ingeniería	\$ 520,000.00
Control remoto de equipo	Ingeniería	\$ 102,000.00
Seguro de Equipo	Administrativo	\$ 585,000.00
		\$ 6,101,168.79

Fuente: elaboración propia

Tabla 38 Costos de controles del riesgo Exposición a gases

Peligro	Gases / Atmósfera adversa
Primer Acontecimiento	Exposición a Gases

Controles & Factores de escalacion	Tipo de control	
Campaña de señalización y taponeo de labores paralizadas	Ingeniería	\$ 252,000.00
Asignar equipos de monitoreo a toda la supervisión y líder de chimenea	Ingeniería	\$ 124,440.00
Mantenimiento y/o calibración periódica de equipos de monitoreo	Ingeniería	\$ 2,400.00

Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos		Ingeniería	\$ 1,411,068.67
Personal incompleto para mantenimiento	Contar con la cantidad de técnicos especializados en una proporción de 1.5 por equipo	Administrativo	\$ 270,000.00
Extensión de vida útil de repuestos y/o mantenimiento	Stock de repuestos de alta rotación y de repuestos críticos	Administrativo	\$ 48,000.00
Monitoreo semanal de gases de combustión: CO, NO, NO ₂ , Se retiran de mina los equipos que sobrepasen los LMP.		Ingeniería	\$ 12,000.00
Uso de botellas portátiles de oxígeno y primeros auxilios		Ingeniería	\$ 3,000.00
Autorescatadores portátiles en chimeneas y zonas ciegas		Ingeniería	\$ 30,000.00
			\$ 2,152,908.67

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39 Costos de control del riesgo caída a distinto nivel

Peligro	Trabajos en Altura
Primer Acontecimiento	Caída a distinto nivel

Controles & Factores de escalacion		Tipo de control	
Equipo elevador de personas (Telehandler)		Sustitución	\$ 250,000.00
Supervisión de mina no cobertura todas las labores	Dimensionar y asegurar la cantidad de supervisores en función a la dimensión de la mina y sistema de trabajo para el cumplimiento del plan de trabajo y los controles	Administrativo	\$ 222,912.00
Puertas con candado y señalización y control de acceso a sub niveles de extracción de tajos de taladros largos(Letrero, conos, cadenas)		Ingeniería	\$ 108,000.00
Línea de vida retráctil certificada		Ingeniería	\$ 8,000.00
			\$ 588,912.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40 Costos de controles del riesgo Pérdida de control del vehículo en carretera

Peligro	Conducción de un vehículo
Primer Acontecimiento	Pérdida de control del vehículo en carretera

Controles & Factores de escalacion		Tipo de control	
Sistema de advertencia de salida de carril El administrados deberá asegurarse que los vehículos propios y/o alquilados deben contar con este sistema		Ingeniería	\$ 72,000.00
Extensión de vida util de repuestos y/o mantenimiento	Mantener stock de repuestos apropiados del vehículo	Ingeniería	\$ 30,000.00
GPS El administrados deberá asegurarse que los vehículos propios y/o alquilados deben contar con este sistema		Ingeniería	\$ 10,368.00
Sistema de advertencia de colisión frontal El administrados deberá asegurarse que los vehículos propios y/o alquilados deben contar con este sistema		Ingeniería	\$ 72,000.00
			\$ 184,368.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41 Costos de controles del riesgo Contacto con energía

Peligro	Equipos y/o instalaciones energizadas
Primer Acontecimiento	Contacto con energía eléctrica

Controles & Factores de escalacion		Tipo de control	
Sistema de bloqueo (Lock Out y Tag Out)		Administrativo	\$ 10,733.94
Verificación de energía cero haciendo uso de instrumentación: multímetro, pinza amperimétrica, revelador de tensión u otro equipo estandarizado y certificado		Ingeniería	\$ 17,834.86
Uso de EPP Diéctrico: Guantes y botas		EPP	\$ 43,200.00
Cercos y guardas de protección de instalaciones energizadas cerradas con candado		Ingeniería	\$ 14,000.00
Instalar y energizar tableros eléctricos sólo en cabinas, cámaras, o estocadas estandarizadas por el área de mina		Ingeniería	\$ 47,628.00
Sistemas de Puesta a Tierra en equipos electrohidráulicos		Ingeniería	\$ 31,500.00
Tableros eléctricos con protección diferencial y sistema de puesta tierra		Ingeniería	\$ 1,600.00
Instalaciones temporales en zonas nuevas	Campaña de implementación y seguimiento de sistema de puesta a tierra y diferencial	Ingeniería	\$ 4,500.00

	<p>Planificación de minado: Producción y avances en función a evaluación geomecánicas</p> <p>El Gerente de Operaciones ó en su ausencia el residente deberá asegurarse de incluir en los metros de avance lo concierne a las cabinas y/o nichos para la ubicación de los tableros eléctricos para que se construya de acuerdo a estandar, sea valorizado y se asegure su sostenibilidad de este control en los futuros avances.</p>	Administrativo	\$ 259,920.00
Verificación de energía cero haciendo uso de instrumentación: multímetro, pinza amperimétrica, revelador de tensión u otro equipo estandarizado y certificado		Ingeniería	\$ 8,000.00
Uso de EPP dieléctrico: Escafandras y cascos de protección de acuerdo al voltaje		EPP	\$ 7,500.00
kit de respuesta ante accidentes eléctricos por electrocución o arco eléctrico.		Ingeniería	\$ 38,400.00
			\$ 484,816.81

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42 Costos de controles del riesgo Atrapado / Chancado entre o debajo

Peligro	Cargas suspendidas
Primer Acontecimiento	Atrapado / Chancado entre o debajo de objetos

Controles & Factores de escalacion		Tipo de control	
Certificación y mantenimiento de elementos críticos: equipos, aparejos, certificación de grua, de operador, de rigger.		Ingeniería	\$ 10,440.00
Elementos expuestos intemperie, humedad y polvo	Cajon porta accesorios y aparejos de izaje en camión grúa y en taller un estante porta tecles y elementos de izaje respectivamente codificados	Ingeniería	\$ 300.00
Control de dosaje etílico: operadores y riggers		Administrativo	\$ 700.00
Trinquetes o caballetes certificados para soporte de equipos en taller de mantenimiento		Ingeniería	\$ 10,000.00
Bloqueo de control remoto en puentes grúas		Ingeniería	\$ 600.00
Sistema que permita aislar y bloquear las energías del equipo		Ingeniería	\$ 4,800.00
Dispositivos automáticos de inhabilitación de comando de equipos articulados		Ingeniería	\$ 12,500.00
Daños por impactos / vibraciones generan paralización de equipo	Contar con Kit de repuestos de instrumentación de seguridad del equipo	Ingeniería	\$ 15,000.00

Alarma de movimiento y giro en grúas móviles.		Ingeniería	\$ 2,500.00
Gatas mecánicas certificadas		Ingeniería	\$ 14,300.00
Trinquetes o caballetes certificados para soporte de equipos en taller de mantenimiento		Ingeniería	\$ 4,800.00
Demanda simultánea de varios equipos para reparación y/o mantenimiento	Implementar como mínimo el 30 % de juegos de trinquetes y/o caballetes del total de flota	Ingeniería	\$ 1,440.00
			\$ 77,380.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43 Costos de controles del riesgo Golpeado por equipos en movimiento

Peligro	Equipos de mina en movimiento
Primer Acontecimiento	Golpeado por equipos en movimiento

Controles & Factores de escalacion		Tipo de control	
Sistema de bloqueo automático enclavado con la puerta u otro dispositivo de cabina		Ingeniería	\$ 30,000.00
Sistema de frenos de equipos de disco múltiple bajo el principio POSI-STOP y/o SAHR.		Ingeniería	\$ 15,000.00
Mantenimiento de trocha y/o caminos de mina		Ingeniería	
Personal y/o equipo no destinado para la tarea	Programar cuadrilla de personal y equipos en el planeamiento mensual	EPP	\$ 162,000.00
Estocadas / ventanas de refugios para personas y ventanas de pase de equipos		Ingeniería	\$ 1,819,440.00
Iluminar zonas de intersección y otras de acuerdo a normatividad		Ingeniería	
Construcción de óvalos / media luna para locomotoras para cambio de dirección de tal forma que siempre jalen los carros mineros		Ingeniería	\$ 97,470.00
Instalar limitador de velocidad en locomotoras y equipos sobre ruedas		Ingeniería	\$ 15,000.00
			\$ 2,138,910.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44 Costos de controles del riesgo Liberación descontrolada de energías

Peligro	Lineas / sistemas Neumáticos, Mecánicos, Hidráulicos
Primer Acontecimiento	Liberación descontrolada de energías

Controles & Factores de escalacion		Tipo de control	
Separación y/o confinamiento: Estocadas / jaula de protección para tanques, compresores y/o unidades hidráulicas		Ingeniería	\$ 8,000.00
Cadenas con abrazaderas en conexiones de líneas de aire comprimido		Ingeniería	\$ 2,800.00
Acoples rápidos con cadenas		Ingeniería	\$ 5,000.00
Jaula para inflado de llanta en taller de mantenimiento		Ingeniería	\$ 3,500.00
Confinamiento del área por exceso de llantas dificulta su accesibilidad	Diseñar 02 portallantas, uno para operativas e inoperativas	Ingeniería	\$ 3,000.00
Deficiente empotramiento	Diseñar y ejecutar el empotramiento de la jaula	Ingeniería	\$ 1,000.00
Maquina prensadora de mangueras hidráulicas		Ingeniería	\$ 6,500.00
Sistema para enllantado y desenllantado en taller		Ingeniería	\$ 30,000.00
Gabinete de Bloqueo específico según tipo de válvulas, equipo y/o energía		Ingeniería	\$ 11,000.00
Dispositivos de control y contención de energía neumática, mecánica, hidráulica, cinética: muros, paredes, jaulas, etc		Ingeniería	\$ 35,000.00
			\$ 105,800.00

Tabla 45 Costos de controles del riesgo Explosión

Peligro	Explosivos de mina
Primer Acontecimiento	Explosión

Controles & Factores de escalacion		Tipo de control	
Vehículo acondicionado de acuerdo a normatividad para transporte exclusivos de explosivos		Ingeniería	\$ 105,120.00
Personal labora en zonas distantes	Asignar movilidad extraordinaria para su recojo al almuerzo y salida	Ingeniería	\$ 97,200.00
Zonas alejadas con deficiente supervisión	Dimensionar y asegurar la cantidad de supervisores en función a la dimensión de la mina y sistema de trabajo para el cumplimiento del plan de trabajo y los controles	Administrativo	\$ 40,500.00
Monitoreo de horarios de disparo a través de los reportes diarios del sistema de monitoreo Geotécnicos El Jefe de Geomecánica debe informar en el reparto de guardia central de mina si ha sucedido una desviación del horario de chispeo en alguna zona de la mina		Ingeniería	\$ 18,000.00
			\$ 260,820.00

Fuente: Elaboración propia

4.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

- La metodología BowTie aplicada a los riesgos altos determinados por el IPERC; son la base fundamental para la gestión de los riesgos críticos. Asimismo, utilizar el software BowTie XP ha servido para administrar y gestionar los 09 riesgos críticos ya que permite administrar la información de los peligros, sus riesgos y controles, planificar actividades de mejora y realizar el seguimiento a través de la auditoría.
- Los controles críticos y los factores de degradación (escalamiento) deben ser verificados diariamente de forma inopinada por toda la primera línea de supervisión y de manera formal con una frecuencia mínima semanal por los ingenieros, jefes y/o gerentes de área para que surja efecto; sin embargo, para efectos de auditoría y medición de la eficacia se recomienda asignar este rol a la gerencia de seguridad.
- Para la unidad Uchucchacua, el riesgo crítico “Aplastado por roca” representa el 50 % de fatalidades en el periodo 2008-2017, podemos afirmar el método de tajeo por subniveles con taladros largos contribuyó a mejorar la gestión de seguridad en los procesos primarios, de exploración, preparación y explotación de la empresa CONGEMIN JH SAC, lo cual reafirma la tesis de (Moran, 2009).
- En minería subterránea, la mecanización de las operaciones ha introducido nuevos equipos electrohidráulicos (Jumbos, empernadores, desatadores, robots lanzadores de concreto, entre otros); los mismos que se han convertido en este proceso de gestión como controles; ya que han reducido la exposición de los trabajadores al riesgo de aplastamiento por roca; sin embargo ha aumentado la exposición al riesgo crítico de “Golpeado por equipo en movimiento” en las operaciones mineras representando un 20 % y en mantenimiento general han aumentado la exposición al riesgo crítico Aplastado / Atrapado entre o debajo de objetos estando presente en el 81 % de las tareas de mantenimiento correctivo.
- El análisis de las multas producto de las infracciones identificadas en las fiscalizaciones regulares y especiales a nivel de unidad minera han determinado que, en primer lugar, estén las resoluciones referidas a los

incumplimientos derivados del sistema de ventilación (Gases por encima de los LMP, velocidad aire < 20 m/min, falta de chimeneas, entre otros) con 39 %. Esto, está ligado a uno de los riesgos críticos “Intoxicación por gases”; sin embargo, las resoluciones ligadas al riesgo “Aplastado por roca” que se encuentran en segundo lugar han representado el mayor impacto económico con 40 % del total del UIT impuestas por fatalidades.

- En el periodo en estudio 2008-2017, se han registrado 10 fatalidades a nivel de operaciones subterráneas de la unidad minera Uchucchacua (población de estudio) las cuales están ligadas a 4 de los riesgos críticos identificados: intoxicado por gases, aplastamiento por roca, golpeado por equipos en movimiento y aplastado / atrapado entre. Sin embargo, en la ECM en estudio no registró fatalidades en lo que va del periodo 2013-2017.
- Finalmente podemos concluir que la Gestión de Riesgos críticos contribuye a la prevención de las fatalidades.

4.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.3.1 Demostración de la hipótesis general

De acuerdo con lo establecido en el capítulo III “Metodología de Investigación” se aplicó la prueba estadística t de Student. Se utilizó dos periodos uno antes y otro después de la Gestión de Riesgos Críticos, los mismos que se muestran en la tabla.

Tabla 46 Indicadores antes y después de la gestión de riesgos críticos

EVENTOS	Fatalidades	IF	IS	IA
Antes de la Gestión de Riesgos Críticos	2	7.38	80	0.61
Después de la Gestión de Riesgos Críticos	0	5.00	77.23	0.39

Fuente: Elaboración propia

Prueba estadística

En primera instancia se formuló la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_a) partiendo de la hipótesis de investigación:

Hipótesis de investigación:

La gestión de riesgos críticos de seguridad contribuirá a la prevención de las fatalidades en las operaciones de la empresa contratista minera CONGEMIN JH. S.A.C. en la mina subterránea Uchucchacua.

Hipótesis estadística:

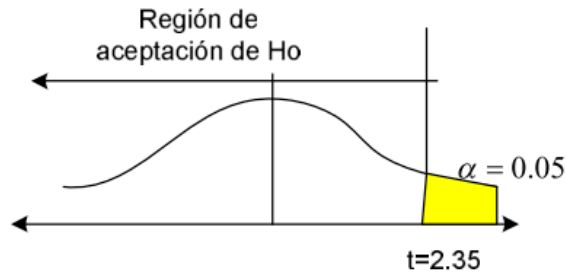
H_0 : La gestión de riesgos críticos no ha contribuido a la prevención de fatalidades en las operaciones de la ECM CONGEMIN.

H_a : La gestión de riesgos críticos ha contribuido a la prevención de fatalidades en las operaciones de la ECM CONGEMIN.

En segunda instancia, se escogió un nivel de significancia del 5%:

$\alpha = 0.05$; $n = 4$; Grado de libertad: $n - 1 = 3$.

Con estos valores, según la tabla de t de Student tenemos que el valor de $t=2.35$



Utilizando el software SPSS Statistics Versión 22 de IBM se aplicó la prueba estadística t de Student y obteniendo los siguientes resultados:

Estadísticas de muestras emparejadas

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1 Antes de la Gestión de Riesgos Críticos	22,4975	4	38,44601	19,22300
Después de la Gestión de Riesgos Críticos	20,6550	4	37,78496	18,89248

De este cuadro apreciamos que existe una diferencia entre las medias antes y después de la Gestión de Riesgos Críticos; sin embargo, determinaremos si esta disminución es significativa o no lo es:

Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Antes de la Gestión de Riesgos Críticos - Después de la Gestión de Riesgos Críticos	1,84250	1,12642	,56321	,05011	3,63489	3,271	3	,047

En la tabla de prueba para muestras relacionadas se identificó un valor de significancia = 0.047

En tercera instancia se determinó la decisión estadística:

P-valor = 0.047	<	$\alpha = 0.05$
-----------------	---	-----------------

Criterio para decidir:

Si la probabilidad obtenida $P\text{-valor} \leq \alpha$, se rechaza H_0 (Se acepta H_a)

Si la probabilidad obtenida $P\text{-valor} > \alpha$, no rechaza H_0 (Se acepta H_0)

Como el P-valor es menor que α , se puede decir que hay una diferencia significativa antes y después de la Gestión de Riesgos Críticos. Por lo cual se concluye que la Gestión de Riesgos críticos contribuye a la prevención de fatalidades en las operaciones de la ECM CONGEMIN.

5 CONCLUSIONES

- A través del modelamiento de procesos, se analizaron los procesos de mina de exploración, preparación, explotación, extracción, servicios auxiliares y supervisión, como también los procesos de mantenimiento.
- Se utilizó el método de observación y concentración de peligros de (Badri et al., 2013) y se construyó la base de datos agrupando en 5 familias de peligros.
- Utilizando el proceso de evaluación de riesgos de (Western Sydney University, 2015) se evaluaron los peligros y se determinaron sus riesgos y controles elaborando un ranking en función al nivel de riesgos dando como resultado los 09 riesgos de fatalidad, denominado riesgos críticos a ser gestionados con prioridad. Dichos riesgos están presentes en 418 tareas.
- Para el tratamiento de los riesgos críticos y la determinación de controles críticos se aplicó la metodología BowTie y el principio ALARP y se revisó su implementación con la gerencia de operaciones y el área de costos y presupuestos de la ECM.
- La gestión de riesgos críticos aplicada en la ECM contribuyó positivamente en las estadísticas de seguridad y en la prevención de fatalidades ya que se redujeron en 30 %, 97 % y 98 % los indicadores de frecuencia, severidad y accidentabilidad, representando al final del 2017 los más bajos de los últimos 10 años y además no se registraron accidentes mortales en sus operaciones.
- La gestión de riesgos críticos, impactó significativamente en el plan de minado y presupuesto ya que el cliente tuvo que considerar el cambio de

método de explotación por sub niveles y taladros largos en la zona de socorro bajo, la ejecución de ventanas de pase para equipos, ventanas de refugios, estocadas para tableros eléctricos, ampliar supervisión y la implementación de nuevos equipos como desatadores mecánicos, jumbos empernadores y jumbos de perforación y esto impacto directamente en la ECM CONGEMIN JH SAC ya que se tuvo que invertir \$ 12,095 084.27 dólares americanos en la compra de equipos electrohidráulicos y todos los controles citados.

- Del análisis de las multas impuestas por OSINERGMIN a la unidad minera Uchucchacua en las diferentes supervisiones regulares y especiales (accidentes mortales), se identificó que desde el año 2008 hasta el año 2017, se aplicaron 1564.42 UIT equivalentes a \$/. 2,053,301.25 dólares americanos por infracciones al reglamento de seguridad e higiene minera; correspondiendo 70 UIT (\$/. 336,000.00 dólares americanos a la ECM CONGEMIN por los accidentes fatales registrados en sus operaciones el año 2009 antes de la gestión de riesgos críticos; sin embargo, la nueva gestión de riesgos críticos contribuyo significativamente de manera positiva a la prevención de multas no registrándose ninguna en el segundo periodo.
- El presente estudio demostró que la gestión de riesgos críticos en ECM CONGEMIN, contribuyo a la prevención de las fatalidades en las operaciones de la empresa contratista minera CONGEMIN JH. S.A.C. en la mina subterránea Uchucchacua.

-

6 RECOMENDACIONES

- Aplicar la metodología BowTie luego de elaborar y/o actualizar sus IPERC de línea base, bajo el enfoque de la nueva ISO 31000:2018. Asimismo, Incluir en el enfoque de evaluación de riesgos Top-down a la línea de dirección del cliente, específicamente a las áreas de mina, seguridad, planeamiento, geomecánica, ventilación y costos y presupuestos para que autoricen la implementación de los controles y sean incluidos en las valorizaciones mensuales. En su defecto remitir carta solicitando su autorización de implementación.
- Si la organización (unidad minera - cliente) establece como objetivo un nivel de riesgo menor para sus riesgos críticos, se debe realizar un esfuerzo económico adicional y para ello debe aplicar el principio ALARP al establecer nuevos controles. Esto ameritará que la Gerencia de Seguridad de la empresa contratista
- Las ECM deben costear la implementación de controles críticos a través del área de costos y productividad para presentar al cliente y poder modificar los precios unitarios y/o aprobar una adenda para que los controles sean sostenibles en el tiempo. En casos que no se haya incluido el costo de implementación de los estándares, esto compromete la sostenibilidad de la aplicación de los controles, los mismos que pueden no ser reconocidos en las valorizaciones mensuales aumentando el riesgo ya según el modelo del queso suizo se ha demostrado que cuando las barreras y/o controles se debilitan aumentan los niveles de riesgo lo cual resultará en la paralización de tareas perjudicando significativamente

en el cumplimiento de los objetivos del cliente y la economía de la empresa contratista minera.

- Si las empresas contratistas mineras están participando de un proceso de licitación, estas deben incluir en primer lugar el costo de implementación y mantenimiento de los requisitos legales aplicables y los estándares y procedimientos del cliente.
- Para una gestión exitosa de riesgos críticos, es de vital importancia que la organización debe ser capaz de que todos los controles estén operando de manera eficaz y eficiente. Para ello es muy importante que se incluya en el organigrama a un auditor de riesgos críticos, quien deberá reportar a la Gerencia de Seguridad y la Gerencia General.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anthony, R. N. (1980). *Management Control System , Ontario and Homewood (IL)*. (fourth). Georgetown: Irwin-Dorsey Ltd. and Richard D. Irwin Inc.
- Aven, T. (2012). The risk concept—historical and recent development trends. *Reliability Engineering & System Safety*, 99, 33–44. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2011.11.006>
- Aven, T. (2016). Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation. *European Journal of Operational Research*, 253(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.12.023>
- Badri, A., Nadeau, S., & Gbodossou, A. (2013). A new practical approach to risk management for underground mining project in Quebec. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 26(6), 1145–1158. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2013.04.014>
- Baybutt, P. (2014). The ALARP Principle in Process Safety. *Process Safety Progress*, 33(1), 36–40. <https://doi.org/10.1002/prs>
- Cahuana, R. (2013). *Geoquímica, mineralogía y paragénesis de la veta Gina-Socorro en la mina Uchucchacua, Oyon-Lima-Perú*. Tesis de grado de ingeniero Geólogo en la Universidad Nacional de San Agustín.
- Carrier, H. . (1993). *Safety management system. Paper Presented at the 8th Middle East Oil Show and Conference, Manama, Bahrain*. Bahrain.
- CODELCO (Corporación Nacional del Cobre de Chile). (2014). ECF Estándares de Control de Fatalidades. Retrieved January 21, 2019, from https://www.codelco.com/prontus_codelco/site/artic/20140507/asocfile/20140507174458/estandares_control_de_fatalidades__ecf__codelco.pdf
- CONGEMIN. (2019). CONGEMIN | Contratistas Generales en MinerÍA JH S.A.C.

- Retrieved June 24, 2019, from <http://www.congemin.com/nosotros.php>
- Döös, M., Backström, T., & Sundström-Frisk, C. (2004). Human actions and errors in risk handling—an empirically grounded discussion of cognitive action-regulation levels. *Safety Science*, 42(3), 185–204. [https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(03\)00026-2](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(03)00026-2)
- Duijm, N. J. (2009). Safety-barrier diagrams as a safety management tool. *Reliability Engineering and System Safety*, 94(2), 332–341. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2008.03.031>
- Greenwood, J., Spadt, K. (2004). *U.S. Patent Application No. 10/785,364*. United state.
- Guastello, S. J. (1991). Some further evaluations of the International Safety Rating System. *Safety Science*, 14(3–4), 253–259. [https://doi.org/10.1016/0925-7535\(91\)90026-1](https://doi.org/10.1016/0925-7535(91)90026-1)
- Guerrero, F. (2018). *Gestión de Riesgos de Fatalidad en Minera Yanacocha*. 25. Retrieved from <https://www.isem.org.pe/files-public/portal/reuseg/2018/22-febrero.pdf>
- Harms-Ringdahl, L. (2004). Relationships between accident investigations, risk analysis, and safety management. *J. Hazard. Mater.*, 111 (1–3), 13–19.
- Heinrich, H.W., Petersen, D., Roos, N. (1980). *Industrial Accident Prevention: A Safety Management Approach, fifth ed. McGraw-Hill, New York*. (fifth ed). New York: McGraw- Hill.
- Hernandez, Z. (2016). *Gestión de los controles de riesgos críticos en el área de mina a tajo abierto, basado en la metodología Kaizen: Compañía minera Congata Arequipa 2016* (Universidad Tecnológica del Perú). Retrieved from <http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/426/6/0830930-ISG.pdf>
- Hopkin, P. (2018). *Fundamentals of risk management : understanding, evaluating and implementing effective risk management* (5th Editio; KoganPage, Ed.). Retrieved from https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=bzFiDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=P1&dq=evaluation+critical+risk+in+mine&ots=5QyVIQ07D7&sig=CKipnmjNeJ7KM_OOOWv-X-M1_nw#v=onepage&q&f=false
- HSE. (2019). Gestión de riesgos: ALARP. Retrieved June 7, 2019, from HSE website: <http://www.hse.gov.uk/risk/theory/alarplance.htm>
- HSE UK. (2019). HSE Principles for Cost Benefit Analysis (CBA) in Support of

- ALARP Decisions. Retrieved June 10, 2019, from HSE UK website: <http://www.hse.gov.uk/risk/theory/alarpcba.htm>
- Hudson, P. T. W., Reason, J. T., Bentley, P. D., & Primrose, M. (1994). Tripod Delta: Proactive Approach to Enhanced Safety. *Journal of Petroleum Technology*, 46(01), 58–62. <https://doi.org/10.2118/27846-pa>
- ICMM International Council on Mining & Metals. (2018). Benchmarking 2017 datos de seguridad: progreso de los miembros de ICMM. Retrieved January 24, 2019, from ICMM website: <http://www.icmm.com/safetydata-2017>
- International Council on Mining & Metals ICMM. (2015). *Critical Control Management - Implementation Guide* (1 ra Ed.; ICMM, Ed.). Retrieved from <https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/health-and-safety/9722.pdf>
- International Labour Organization ILO. (2016). LEGOSH Base mundial de legislación en materia de Seguridad y salud en el Trabajo. Retrieved May 10, 2019, from International Labour Organization website: <https://www.ilo.org/dyn/legosh/en/f?p=LEGPOL:1000>
- International Organization For Standardization. (2018). ISO 31000 - Risk management. *ISO 31000:2018 - Risk Management*. <https://doi.org/10.1080/07366981.2012.682494>
- Jørgensen, Kirsten;, Duijm, N. J., & Troen, H. (2010). *Risk assessment and prevention of occupational accidents - Report N° 4*. Retrieved from http://orbit.dtu.dk/files/5227355/Rap4-2010_-_engelsk_udgave.pdf
- Jørgensen, Kirsten. (2011). A tool for safety officers investigating “simple” accidents. *Safety Science*, 49(1), 32–38. <https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2009.12.023>
- Jørgensen, Kirsten. (2016). Prevention of “simple accidents at work” with major consequences. *Safety Science*. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.01.017>
- Kudryavtsev, S. S., Yemelin, P. V., & Yemelina, N. K. (2018). The Development of a Risk Management System in the Field of Industrial Safety in the Republic of Kazakhstan. *Safety and Health at Work*, 9(1), 30–41. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2017.06.003>
- Kysor, H. (1973). Safety management system. Part I: the design of a system. *Nat. Safety News* 108, 98–102.
- Lachapelle, E. (PECB). (2018). Iso 31000:2018 Risk management - guidelines. Retrieved February 8, 2019, from <https://pecb.com/whitepaper/iso->

310002018-risk-management-guidelines

- Li, Y., & Guldenmund, F. W. (2018). Safety management systems: A broad overview of the literature. *Safety Science*, 103, 94–123. <https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2017.11.016>
- Marceliano, J. (2014, November). *Liderazgo de Volcan en Seguridad Minera*. 29. Retrieved from <http://www.revistaseguridadadminera.com/gestion-seguridad/volcan-cultura-de-seguridad-de-clase-mundial/>
- MEM (Ministerio de Energía y Minas). (2016). *Decreto Supremo 024-2016-MEM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería*. pp. 595392–595447. Retrieved from <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/aprueban-reglamento-de-seguridad-y-salud-ocupacional-en-mine-decreto-supremo-n-024-2016-em-1409579-1>
- MEM (Ministerio de Energía y Minas). (2017). *Decreto Supremo 023-2017-EM*. pp. 15–36. Retrieved from <https://busquedas.elperuano.pe/download/full/2-Ahcnif4u0AVXG0JOLhn1>
- Ministerio de Energía y Minas del Perú MEM. (2018). *Anuario Minero 2017*. Retrieved from https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/98805/ANUARIO_MINERO_2017_1_.pdf
- MINTRA, M. del T. y P. del E. (2018). *Anuario estadístico sectorial 2017*. Retrieved from https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/229919/Anuario_2017_opt.pdf
- Moran, J. (2009). *Análisis técnico económico para explotar por taladros largos el tajeo 775 en la Unidad de Uchucchacua de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.* (Trabajo de Grado, Ingeniería de Minas, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima). Retrieved from http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/682/1/moran_mj.pdf
- MSHA Mine Safety and Health Administration. (2018). *Mine Injury and Worktime, Quarterly 2018 (3T)*. Retrieved from https://arlweb.msha.gov/Stats/Part50/WQ/2018/2018_jan-sept-MIWQ_Preliminary.pdf
- Orellana, E. (2016). *Influencia de la calidad del macizo rocoso en accidentes por*

- caída de rocas en minas subterráneas* (Universidad Nacional del Centro del Perú). Retrieved from [http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4598/Orellana Mendoza.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4598/OrellanaMendoza.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN. (2018a). *Análisis estadístico de seguridad y compendio ilustrativo de accidentes en el sector de mediana minería y gran minería - 2017* (1a Ed.; OSINERGMIN, Ed.). Retrieved from http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/mineria/Documentos/Publicaciones/Compendio-Ilustrativo-Accidentes-Mineria-2017.pdf
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN. (2018b). *Análisis estadístico de seguridad y compendio ilustrativo de accidentes en el sector de mediana minería y gran minería - 2017*. Retrieved from http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/mineria/Documentos/Publicaciones/Compendio-Ilustrativo-Accidentes-Mineria-2017.pdf
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN. (2019). Boletín Estadístico de la Gerencia de Supervisión Minera ACCIDENTES MORTALES Mediana Minería y Gran Minería-2018. In OSINERGMIN. Retrieved from <http://www.osinergmin.gob.pe>
- Papazoglou, I. A., Bellamy, L. J., Hale, A. R., Aneziris, O. N., Ale, B. J. M., Post, J. G., & Oh, J. I. H. (2003). I-Risk: development of an integrated technical and management risk methodology for chemical installations. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 16(6), 575–591. <https://doi.org/10.1016/J.JLP.2003.08.008>
- Paredes, M. G., & Silverio, G. C. (2009). Control y prevención de incendios En operaciones mineras metálicas. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalurgica y Geográfica*, 12(23), 45–52.
- Pitblado, R., & Weijand, P. (2014). Barrier Diagram (Bow Tie) Quality Issues for Operating Managers. *Process Safety Progress AIChE*, 33(4), 355–361. <https://doi.org/10.1002/prs>
- Rasmussen, J., & Svedung, I. (2000). *Proactive Risk Management in a Dynamic Society* (Firts ed.; Räddningsverket Swedish Rescue Services Agency, Ed.).

Retrieved from <https://rib.msb.se/filer/pdf/16252.pdf>

- Rodriguez, C. (2012). Estudio de la accidentabilidad laboral para gestionar la prevención en la mina Uchucchacua. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalurgica y Geográfica*, 15(29), 39–48. Retrieved from <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/2203>
- Rojas, E. (2015). *Mejora Continua del Sistema de Gestión en Seguridad a través de la efectividad del IPERC y reporte de riesgos en la empres JRC Ingeniería y Construcción S.A.C. Unidad El Brocal - 2015* (Universidad Nacional de Ingeniería). Retrieved from http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/2183/1/rojas_qe.pdf
- SERNAGEOMIN Servicio Nacional de Geología y Minería. (2018). *Accidentabilidad Minera 2017*. Retrieved from <http://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2018/05/Presentación-Accidentes-2017.pdf>
- Sklet, S. (2006). Safety barriers: Definition, classification, and performance. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 19(5), 494–506. <https://doi.org/10.1016/J.JLP.2005.12.004>
- Stoop, J., & Roed-Larsen, S. (2009). Public safety investigations—A new evolutionary step in safety enhancement? *Reliability Engineering & System Safety*, 94(9), 1471–1479. <https://doi.org/10.1016/J.RESS.2009.02.016>
- Strutt, J.E., Sharp, J.V., Terry, E., Miles, R. (2006). Capability maturity models for offshore organisational management. *Environ. Int*, 32 (8), 1094–1105. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2006.06.016>.
- Sundström-Frisk, C. (1984). Behavioural control through piece-rate wages. *Journal of Occupational Accidents*. [https://doi.org/10.1016/0376-6349\(84\)90028-2](https://doi.org/10.1016/0376-6349(84)90028-2)
- Thomas, M. J. (2011). *A Systematic Review of the Effectiveness of Safety Management Systems (AR-2011-148)*. Retrieved from Australian Transport Safety Bureau.
- United States Nuclear Regulatory Commission USNRC. (2019). NRC: Glosario - ALARA. Retrieved June 7, 2019, from USNRC website: <https://www.nrc.gov/reading-rm/basic-ref/glossary/alara.html>
- Waring, A. (1996). *Safety Management Systems*. Chapman and Hall. London.

Western Sydney University. (2015). Hazard Identification , Risk Assessment and Control Procedure. *Hazard Identification , Risk Assessment and Control Procedure*, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.02.014>

8 ANEXOS

- 8.1 ANEXO 1: EJEMPLO DE MAPEO DE PROCESOS APLICADO AL PROCESO DE DESARROLLO Y PREPARACIÓN**
- 8.2 ANEXO 2: EJEMPLO DE IPERC APLICADO AL PROCESO DE PREPARACIÓN DE LABORES HORIZONTALES MECANIZADO**
- 8.3 ANEXO 3. EJEMPLO DE LISTA DE PELIGROS Y RIESGOS CRÍTICOS DEL PROCESO DEL PROCESO DE PREPARACIÓN**

**ANEXO 1:
EJEMPLO DE MAPEO DE PROCESOS APLICADO AL PROCESO DE DESARROLLO Y
PREPARACIÓN**

Laboras Verticales
(Chimeneas)

Voladura	X		4. Desalado de rocas sueltas en chimeneas	Entrada: Recursos humanos, barretillas. Residuos: Residuos metálicos, polvo, ruido. Producto y/o Servicio: Labor desatada.
	X		5. Traslado de explosivos con Vehículos	Entrada: Recurso humano, vehículos, explosivos, combustible. Residuos: emisiones, denames, ruido Producto y/o Servicio: Explosivos en la labor.
	X		6. Traslado de explosivos y accesorios al tope de la chimenea	Entrada: Recursos humanos, mochillas, explosivos Residuos: Residuos de mochillas, empaques de explosivos. Producto y/o Servicio: Explosivos en la chimenea.
	X		7. Carguo de taladros y chispeo	Entrada: Recursos humanos, accesorios, cucharilla, Residuos: Residuos de accesorios, empaques de explosivos. Producto y/o Servicio: Voladura al frenle de chimenea.
Construcción de Tolva	X		1. Desquinche para la sección de la tolva	Entrada: Recursos humanos, barretilla, máquina perforadora, materia de voladura. Residuos: Residuos de barretillas, gases, polvo, ruido, residuos de explosivos. Producto y/o Servicio: Área para sección de tolva.
	X		2. Picado de patillas y cortado de madera	Entrada: Recurso humano, herramientas (cincel, corvina), madera. Residuos: Residuos de madera, herramientas desgastadas (cincel, corvina) Producto y/o Servicio: Patillas Picado y madera cortado.
	X		3. Armado de tolva de madera	Entrada: Recurso humano, madera, herramientas. Residuos: Residuos de madera, desgaste de herramientas. Producto y/o Servicio: Tolva armado
Armado de Rambla y Doble Compartimiento	X		1. Instalación de guardacabeza	Entrada: Recurso humano, madera, comba y cincel. Residuos: Residuos de madera, desgaste de herramienta (comba cincel) Producto y/o Servicio: Guardacabeza Instalada.
	X		2. Instalación y desinstalación de ranfla	Entrada: Recurso humano, madera, comba y cincel. Residuos: Residuos de madera, desgaste de herramienta (comba cincel) Producto y/o Servicio: Ranfla Instalada.
	X		3. Armado de doble compartimiento, descansos e instalación de escaleras	Entrada: Recurso humano, escaleras, listones, clavos. Residuos: Residuos de madera, desgaste de herramientas (corvina combas) Producto y/o Servicio: Armado de descansos del camino, escaleras colocadas.
	X		4. Instalación de parrilas en chimenas	Entrada: Recurso humano, rieles. Residuos: Residuos de rieles. Producto y/o Servicio: Parrilas instaladas
Despuntalamiento de Chimenea	X		1. Despuntalamiento de chimenea	Entrada: Recurso humano, comba. Residuos: Residuos de madera. Producto y/o Servicio: Chimenea despuntalada.

Labores Horizontales	Acondicionamiento del Área del Trabajo	X		1. Ventilar la labor	Entrada: Aire comprimido, equipos (ventiladora, mangueras de ventilación), energía, recursos humanos. Residuos: Aire sucio, ruido Producto y/o Servicio: Labor ventilada
		X		2. Regado de carga	Entrada: Agua, herramientas (manguera, válvulas, etc), recursos humanos. Residuos: Efluentes, residuos de mangueras y válvulas. Producto y/o Servicio: Labor regada
		X		3. Desatado manual de rocas sueltas	Entrada: Recursos humanos, barretillas. Residuos: Residuos generales, residuos metálicos, polvo, ruido. Producto y/o Servicio: Labor desatada.
		X		4. Desatado de Rocas con Equipo Scaler	Entrada: Recursos humanos, equipo Scaler, combustible, aceites Residuos: Desgaste de equipos, ruido, derrames, emisiones, ruido. Producto y/o Servicio: Desatado de rocas mecanizado.
			X	5. Eliminar tiros cortados	Entrada: Recurso humano, explosivo Residuos: Residuos de explosivo, desmonte, polvo, ruido, gases Producto y/o Servicio: Eliminación de tiros cortados.
			X	6. Descargado de mallas	Entrada: Recurso humano, barretillas. Residuos: Residuos de mallas, fragmentos de roca. Producto y/o Servicio: Mallas descargadas.
		X		7. Instalación de mangueras de ventilación	Entrada: Recurso humano, manguera. Residuos: Residuos de mangueras desgastadas. Producto y/o Servicio: Instalación de manguera de ventilación.
	Sostenimiento	X		1. Sostenimiento con malla y split set: Jack Leg	Entrada: Recurso humano, split set, máquina perforadora, malla, adaptador de split set, aceite, agua, aire comprimido. Residuos: Desgaste de máquina, polvo, gases, derrames Producto y/o Servicio: Labor sostenida.
		X		2. Sostenimiento Mecanizado con malla y split set	Entrada: Recurso humano, equipo, combustible, aceites, split set. Residuos: Residuos de repuestos por cambio, derrame polvo, gases Producto y/o Servicio: Sostenimiento mecanizado.
			X	3. Sostenimiento con cuadros de madera	Entrada: Recurso humano, maderas, herramientas. Residuos: Residuos de madera, desgaste de herramientas. Producto y/o Servicio: Labor sostenida.
Control Geológico	X		1. Trazado de malla de perforación	Entrada: Recurso humano, pintura, brocha. Residuos: Residuos de lata de pintura, potencial derrame de pintura Producto y/o Servicio: Labor con malla de perforación indicada.	

Perforación	X		1. Perforación en frentes con máquina Jack Leg. (Galería, Crucero, Rampa, Sub Nivel y Ventanas)	Entrada: Recurso humano, aceites 527 atmo, barrenos de perforación agua, aire. Residuos: Potencial derrame de aceites, residuos metálicos, residuos generales, polvo, gases, ruido, efluentes. Producto y/o Servicio: Taladros perforados para el cargulo de explosivos.
	X		2. Traslado e instalación del equipo de perforación	Entrada: Recurso humano, equipo, combustible, aceite Residuos: Residuos de repuestos de equipo, derrames, emisiones. Producto y/o Servicio: Instalación de equipo de perforación.
	X		3. Instalación de servicios eléctricos (cajas y cables de jumbo)	Entrada: Recurso humano, cables, cajas eléctricas, equipo, Residuos: Residuos de cables, Producto y/o Servicio: Instalación de servicios eléctricos.
	X		4. Perforación en frentes con Jumbo (Galería, Crucero, Rampa, Sub Nivel y Ventana)	Entrada: Recurso humano, equipo Jumbo, energía eléctrica, agua, aceite Residuos: Residuos de repuesto en desuso, residuos de mangueras, derrames, efluentes. Producto y/o Servicio: Labor perforada.
		X	5. Bombeo de agua en rampa negativa de avance	Entrada: Recurso humano, bombas, energía eléctrica. Pérdida: Ruido, efluentes. Producto y/o Servicio: Rampa negativa sin acumulación de agua.
Voladura	X		1. Traslado de explosivos con vehículos	Entrada: Recurso humano, vehículos, explosivo, combustible. Pérdida: derrame, emisiones, ruido Producto y/o Servicio: Traslado de explosivos.
	X		2. Traslado de explosivos y accesorios al frente	Entrada: Recurso humano, camión, plataforma de transporte, cajones de madera, capachos, combustible Residuos: Gases, residuos de lona, restos de envolturas de explosivos Producto y/o Servicio: Material explosivo y accesorios en la labor.
	X		3. Cargulo de leledros y chiapeo	Entrada: Recurso humano, explosivos, accesorios. Residuos: Residuos de accesorios y/o restos de envolturas de explosivos. Producto y/o Servicio: Voladura en la labor.
Limpieza de Carga	X		1. Limpieza de carga con scooptram	Entrada: Recurso humano, scooptram, combustible, aceites. Residuos: Repuestos de Scoptram en desuso, derrames, emisiones, ruido, desmonte Producto y/o Servicio: Área libre de desmonte.
Traslado de Carga	X		1. Acarreo y transporte de carga con dumper	Entrada: Recurso humano, dumper, combustible, aceite Residuos: Repuestos de dumper, derrames, emisiones, ruido. Producto y/o Servicio: Área libre de desmonte.

**ANEXO 2:
EJEMPLO DE IPERC APLICADO AL PROCESO DE PREPARACIÓN DE LABORES
HORIZONTALES MECANIZADO**



MAPEO DE PROCESOS

Código: COR-SGI-P-02-F/01

Versión: 01

Página 1 de 1

SEDE / UNIDAD DE PRODUCCIÓN Uchucchacua

FECHA DE ACTUALIZACIÓN 13/01/17

ITEM	PROCESO	SUBPROCESO	ACTIVIDADES	RUTINARIO	NO RUTINARIO	TAREAS	ENTRADAS / RESIDUOS / PRODUCTOS Y/O SERVICIOS
			Acondicionamiento del Área del Trabajo	X		1. Ventilar	Entrada: Aire comprimido, recursos humanos, ventilador Residuos: Aire sucio, ruido. Producto y/o Servicio: Labor ventilada
				X		2. Desatado de rocas sueltas en chimeneas	Entrada: Recursos humanos, barretiles. Residuos: Residuos metálicos, polvo, ruido. Producto y/o Servicio: Labor desatada.
					X	3. Eliminación de tiros cortados	Entrada: Recurso humano, explosivo Residuos: Residuos de explosivo, carga, polvo, ruido, gases. Producto y/o Servicio: Tiros cortados eliminados.
				X		4. Limpieza de camino	Entrada: Recurso humano, lampa Residuos: Residuos de desgaste de lampa. Producto y/o Servicio: Caminos libre de fragmentos de roca.
			Construcción de la Plataforma de Perforación	X		1. Preparar puntales y tablas a medida en el nivel	Entrada: Recurso humano, madera, corvina. Residuos: Residuos de madera, desgaste de herramientas (corvina) Producto y/o Servicio: Puntales y tablas cortadas.
				X		2. Subir la madera preparada	Entrada: Recurso humano, soga, maderas Residuos: Residuos de soga desgastada. Producto y/o Servicio: Madera preparada en la chimenea.
				X		3. Instalación de puntales de avance/ armado de plataforma	Entrada: Recurso humano, cincel, madera Residuos: Desgaste de herramientas (cincel), restos de madera Producto y/o Servicio: Instalación de puntal de avance en chimenea
			Perforación	X		1. Redeselado de rocas sueltas en chimeneas	Entrada: Recursos humanos, barretiles. Residuos: Residuos metálicos, polvo, ruido. Producto y/o Servicio: Labor desatada.
				X		2. Traslado e instalación del equipo de perforación	Entrada: Recurso humano, soga, máquina de perforación Residuos: Residuos de soga desgastada. Producto y/o Servicio: Máquina de perforación trasladada
				X		3. Operación de Máquina Jack leg en chimenea	Entrada: Recurso humano, máquina perforadora, aceite, trapos industriales, agua, aire comprimido Residuos: Residuos de repuestos de máquina perforadora, derrame de aceite, residuos inflamables, efluentes Producto y/o Servicio: Operación de máquina perforadora.

TC 03 Cuido al mismo nivel: Colaborador que trabaja y cae.	Golpes, lesiones.	B	4	14					1. Inspección de labor con Cadenario de Operación Segura 2. Criterio y tiempos 3. Criterio de seguridad. Fecha: 30/07/18	C	4		Ing. Ulises Mesa / Cristian Pacheco / Foranvaro Salazar : Residentes de Operación
TC 04 Párametros: Colaborador expuesto a estrés.	Lesiones psicológicas por desconcentración en el trabajo	C	3	15				1. Muestra directiva. 2. Criterio de seguridad. Fecha: 30/07/18	D	3		Ing. Ulises Mesa / Cristian Pacheco / Foranvaro Salazar : Residentes de Operación	
TC 05 Cuido al mismo nivel: Colaborador que trabaja y cae.	Golpes, lesiones.	B	4	14				1. Inspección de labor con la Cadenario de Operación Segura 2. Criterio de seguridad. Fecha: 30/07/18	C	4		Ing. Ulises Mesa / Cristian Pacheco / Foranvaro Salazar : Residentes de Operación	
TC 06 Atención por: Colaborador expuesto por maltrato físico (torcedura).	Lesiones en el mano (por punzón)	B	4	14				1. PPT-102-146-18.03 Cargado de tubos y cilindros. 2. Criterio de seguridad. Fecha: 30/07/18	C	4		Ing. Ulises Mesa / Cristian Pacheco / Foranvaro Salazar : Residentes de Operación	
TC 07 Atención por: Colaborador expuesto por maltrato físico (torcedura y/o lesiones en el mano (por punzón))	Lesiones en el mano (por punzón)	B	4	14				1. Estándar E-COR-018-08.02 Normativa Alambres y Portales 2. Criterio de seguridad. Fecha: 30/07/18	C	4		Ing. Ulises Mesa / Cristian Pacheco / Foranvaro Salazar : Residentes de Operación	
TC 08 Contacto con energía: Colaborador en contacto con energía eléctrica.	Lesiones a la vida.	B	3	9				1. Inspección con Inspección Cadenario de Operación Segura (OPSEC Continúa) 2. Criterio de seguridad. Fecha: 30/07/18	C	3	13		Ing. Ulises Mesa / Cristian Pacheco / Foranvaro Salazar : Residentes de Operación
TC 09 Atención por: Colaborador	Golpes, lesiones, potencial muerte.	B	3					1. Criterio de seguridad, mala o porción. Fecha: 30/07/18	D	3		Ing. Ulises Mesa / Cristian Pacheco / Foranvaro Salazar : Residentes de Operación	
TC 07 Atención por: Colaborador lesionado entre o debajo de una maquina.	Golpes, lesiones, potencial muerte.	B	3					1. Criterio de seguridad, mala o porción. Fecha: 30/07/18	D	3		Ing. Ulises Mesa / Cristian Pacheco / Foranvaro Salazar : Residentes de Operación	
TC 10 Expulsiones: Colaborador expuesto a explosión de explosivos.	Lesiones potencial muerte (al trasladar los explosivos).	C	1					1. Criterio de seguridad, mala o porción. Fecha: 30/07/18	E	1	11		Ing. Ulises Mesa / Cristian Pacheco / Foranvaro Salazar : Residentes de Operación
TC 08 Cuido al mismo nivel: Colaborador que trabaja y cae.	Golpes, lesiones, (caer por chocar con troques y cae.)	B	4	14				1. Inspección de labor con la Cadenario de Operación Segura (OPSEC Continúa) 2. Criterio de seguridad. Fecha: 30/07/18	C	4	17		Ing. Ulises Mesa / Cristian Pacheco / Foranvaro Salazar : Residentes de Operación
TC 01 Golpes: caídas: Colaborador golpeado contra pilas, herrajes y carga.	Golpes, lesiones, (resaca)	B	4	14				1. Estándar E-COR-018-07.04 2. PPT-102-146-18.03 Cargado de tubos y cilindros. 3. Inspección Cadenario de Operación Segura (OPSEC Continúa) 4. Inspección de PPT.	C	4	15		Ing. Ulises Mesa / Cristian Pacheco / Foranvaro Salazar : Residentes de Operación
TC 13 Expulsiones: Colaborador expuesto a explosión de explosivos.	Lesiones potencial muerte (caídas)	C	2					1. Estándar E-COR-018-07.04 2. PPT-102-146-18.03 Cargado de tubos y cilindros. 3. Inspección Cadenario de Operación Segura (OPSEC Continúa)	D	2	12		Ing. Ulises Mesa / Cristian Pacheco / Foranvaro Salazar : Residentes de Operación
TC 15 Expulsiones: Colaborador expuesto a explosión de explosivos.	Lesiones potencial muerte (caídas)	C	2					1. Estándar E-COR-018-07.04 2. PPT-102-146-18.03 Cargado de tubos y cilindros. 3. Inspección Cadenario de Operación Segura (OPSEC Continúa)	D	2	12		Ing. Ulises Mesa / Cristian Pacheco / Foranvaro Salazar : Residentes de Operación
TC 16 Base: Colaborador expuesto a gases de voladura.	Intoxicación por inhalación de gases de voladura.	C	2					1. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 2. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 3. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 4. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 5. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 6. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 7. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 8. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 9. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 10. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 11. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 12. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 13. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 14. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 15. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 16. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 17. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 18. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 19. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 20. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 21. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 22. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 23. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 24. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 25. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 26. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 27. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 28. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 29. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 30. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 31. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 32. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 33. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 34. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 35. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 36. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 37. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 38. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 39. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 40. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 41. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 42. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 43. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 44. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 45. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 46. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 47. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 48. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 49. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 50. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 51. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 52. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 53. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 54. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 55. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 56. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 57. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 58. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 59. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 60. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 61. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 62. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 63. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 64. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 65. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 66. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 67. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 68. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 69. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 70. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 71. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 72. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 73. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 74. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 75. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 76. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 77. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 78. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 79. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 80. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 81. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 82. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 83. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 84. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 85. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 86. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 87. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 88. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 89. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 90. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 91. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 92. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 93. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 94. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 95. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 96. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 97. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 98. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 99. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio. 100. Verificación de condiciones de trabajo en el sitio.	D	2	12		Ing. Ulises Mesa / Cristian Pacheco / Foranvaro Salazar : Residentes de Operación

Cargos de trabajo y chequeo

Descripción de carga	Evaluación de riesgo	Medidas de control	Categoría	Frecuencia	Evaluación de riesgo residual	Medidas de control	Evaluación de riesgo residual
TC 07 Almacenamiento de cables en estanterías de cables. Colaborador encargado de almacenar / retirar cables y/o equipos móviles.	1. Identificación y subclasificación de puestos de trabajo, tareas y actividades. 2. Análisis de riesgos. 3. Evaluación de riesgos. 4. Plan de acción para la eliminación de riesgos. 5. Seguimiento y actualización del plan de acción.	1. Línea a tierra en sub-estaciones. 2. Línea a tierra en cables. 3. Scoop tierra con línea a tierra. 4. Herramientas eléctricas con aislamiento. 5. Scoop tierra con línea a tierra. 6. Detector de energía.	C	2	C	1. Capacitación en normas de trabajo para equipos eléctricos y paradas de emergencia. Fecha: 31/07/18	Ing. Ulito Méza / Cristian Pacheco / Forjados Sotomayor / Residentes de Operación
TC 08 Contacto con cables. Colaborador encargado de conectar con energía eléctrica de alta tensión / baja tensión.	1. Línea a tierra en cables. 2. Herramientas eléctricas con aislamiento. 3. Scoop tierra con línea a tierra. 4. Detector de energía.	1. Línea a tierra en sub-estaciones. 2. Línea a tierra en cables. 3. Scoop tierra con línea a tierra. 4. Herramientas eléctricas con aislamiento. 5. Scoop tierra con línea a tierra. 6. Detector de energía.	R	2	D	1. Capacitación en normas de trabajo para equipos eléctricos y paradas de emergencia. Fecha: 31/07/18	Ing. Ulito Méza / Cristian Pacheco / Forjados Sotomayor / Residentes de Operación
TC 03 Cables al interior del cableado que realiza y cae.	Golfos, lesiones, potencial muerte.	Golfos, lesiones.	B	4	C	1. Capacitación en normas de trabajo para equipos eléctricos y paradas de emergencia. Fecha: 31/07/18	Ing. Ulito Méza / Cristian Pacheco / Forjados Sotomayor / Residentes de Operación
TC 18 Personal: Colaborador expuesto a golpes.	Uniones resacas para el trabajo.	Uniones resacas para el trabajo.	C	3	D	1. Capacitación en normas de trabajo para equipos eléctricos y paradas de emergencia. Fecha: 31/07/18	Ing. Ulito Méza / Cristian Pacheco / Forjados Sotomayor / Residentes de Operación
Generación y distribución de energía (de cables y líneas).	Alteración de la calidad del suelo y/o agua.	Alteración de la calidad del suelo y/o agua.	A	5	C	1. Capacitación en normas de trabajo para equipos eléctricos y paradas de emergencia. Fecha: 31/07/18	Ing. Ulito Méza / Cristian Pacheco / Forjados Sotomayor / Residentes de Operación
Prevalencia de enfermedades en niños, jóvenes y adultos.	Alteración de la calidad del suelo y/o agua.	Alteración de la calidad del suelo y/o agua.	B	4	C	1. Capacitación en normas de trabajo para equipos eléctricos y paradas de emergencia. Fecha: 31/07/18	Ing. Ulito Méza / Cristian Pacheco / Forjados Sotomayor / Residentes de Operación
Generación y distribución de energía (de cables y líneas).	Alteración de la calidad del suelo y/o agua.	Alteración de la calidad del suelo y/o agua.	C	5	D	1. Capacitación en normas de trabajo para equipos eléctricos y paradas de emergencia. Fecha: 31/07/18	Ing. Ulito Méza / Cristian Pacheco / Forjados Sotomayor / Residentes de Operación
TC 07 Golpeado por: Colaborador golpeado por proyección de partículas (de bronce y alambres).	Golpes, lesiones, muerte (por bronce perforación).	Golpes, lesiones (por bronce perforación).	C	3	D	1. Capacitación en normas de trabajo para equipos eléctricos y paradas de emergencia. Fecha: 31/07/18	Ing. Ulito Méza / Cristian Pacheco / Forjados Sotomayor / Residentes de Operación
TC 03 Golpeado por: Colaborador golpeado por vehículo y/o equipo móvil (por tractor, auto, tractor, etc.).	Golpes, lesiones, muerte (por bronce).	Golpes, lesiones, muerte (por bronce).	B	4	D	1. Capacitación en normas de trabajo para equipos eléctricos y paradas de emergencia. Fecha: 31/07/18	Ing. Ulito Méza / Cristian Pacheco / Forjados Sotomayor / Residentes de Operación
TC 07 Golpeado por: Colaborador golpeado por vólvulos, mangos de alfileres, compresores y accesorios.	Golpes, lesiones, muerte (por bronce).	Golpes, lesiones, muerte (por bronce).	C	3	D	1. Capacitación en normas de trabajo para equipos eléctricos y paradas de emergencia. Fecha: 31/07/18	Ing. Ulito Méza / Cristian Pacheco / Forjados Sotomayor / Residentes de Operación
TC 03 Cables al interior del cableado que realiza y cae.	Golpes, lesiones, potencial muerte.	Golpes, lesiones, potencial muerte.	B	4	C	1. Capacitación en normas de trabajo para equipos eléctricos y paradas de emergencia. Fecha: 31/07/18	Ing. Ulito Méza / Cristian Pacheco / Forjados Sotomayor / Residentes de Operación
TC 07 03. Cables de roca.	Golpes, lesiones, potencial muerte.	Golpes, lesiones, potencial muerte.	B	2	D	1. Capacitación en normas de trabajo para equipos eléctricos y paradas de emergencia. Fecha: 31/07/18	Ing. Ulito Méza / Cristian Pacheco / Forjados Sotomayor / Residentes de Operación
TC 07 Almacenamiento de cables en estanterías de cables. Colaborador encargado de almacenar / retirar cables y/o equipos móviles.	Golpes, lesiones, potencial muerte.	Golpes, lesiones, potencial muerte.	B	2	D	1. Capacitación en normas de trabajo para equipos eléctricos y paradas de emergencia. Fecha: 31/07/18	Ing. Ulito Méza / Cristian Pacheco / Forjados Sotomayor / Residentes de Operación

El nivel de riesgo es menor que el riesgo aceptable.

Sostenimiento con Jumbo empecedor	TC 11 Polvo: Colaborador expuesto a polvo inhalable y/o respirable.	Enfermedades ocupacionales por inhalación de Polvo (Mezococistis)	B	3	9		1. Preparación de cámaras de ventilación. 2. El área de ventilación deberá evaluar y monitorear el circuito de ventilación, instalar ventiladores mangos de ventilación. 3. Ventilar la labor.	1. Estándar: E-COR-SIB-07.01 Perforación 2. Estándar: E-COR-SIB-11.02 Protección Respiratoria 3. PET-UCH-MI-19.07. (Sostenimiento con Jumbo empecedor) 4. El área de Seguridad realizará el monitoreo de gases. 5. Check List Diario de Operación	1. Respirador	C	3	13	1. Monitoreo ocupacional de Imp de polvo en el ambiente. Fecha: 31/07/18 2. Verificar el correcto funcionamiento el circuito de ventilación Fecha: Permanente	Ing. Ulito Meza / Cristian Pacheco/ Fortunato Sotacuro : Residentes de Operación	
	TC 12 Ruido: Colaborador expuesto a ruido (que sobrepase el LMP de acuerdo a Norma Legal).	Enfermedad ocupacional (Pérdida de la audición)	B	3	9			1. Estándar: E-COR-SIB-11.03 Protección Auditiva 2. Señalización 3. Inspección de Equipos de Protección Personal	1. Tapones de oído y/o orejeras	C	3	13	1. Monitoreo Ocupacional de Imp en DB de la actividad a ejecutar Fecha: 31/07/18 2. Inspección del uso correcto de tapones auditivos Fecha: Permanente	Ing. Ulito Meza / Cristian Pacheco/ Fortunato Sotacuro : Residentes de Operación	
	TC 08 Contacto con energía: Colaborador en contacto con energía eléctrica de alta / baja tensión.	Quemaduras, lesiones potencial muerte.	B	2			1. Línea a tierra en Sub estaciones, 2. Tableros eléctricos con interruptores termomagnéticos. 3. Jumbo con línea a tierra. 4. Detectores de energía	1. Personal autorizado para operar Jumbo PET-UCH-MI-17.03 (Perforación con Jumbo). 2. PET-UCH-MI-19.07. (Sostenimiento con Jumbo)	1. Casco, guantes de cuero, botas de jete, lentes de seguridad, tapones auditivos, respirador.	D	2	12	1. Capacitación en Bloqueo de energías, inspección de tableros eléctricos Fecha: 31/06/18	Ing. Ulito Meza / Cristian Pacheco/ Fortunato Sotacuro : Residentes de Operación	
	TC 18 Psicosocial: Colaborador expuesto a estrés.	Lesiones incapacitantes por desconcentración en el trabajo	C	3	13			1. Visitas domiciliarias. 2. Servicios del psicólogo y asistentes sociales	1. Casco, guantes de cuero, botas de jete, lentes de seguridad, tapones auditivos, respirador.	D	3	17		Ing. Ulito Meza / Cristian Pacheco/ Fortunato Sotacuro : Residentes de Operación	
	Consumo de Agua	Agotamiento de recursos naturales	A	5	15	1. Eliminar Fugas de agua.	1. Captar aguas de filtración. 2. Regular el agua 3. Uso de válvulas para control de agua.	1. Reservas Consumo de Agua 2. Capacitación en PET-UCH-MI-19.07. (Sostenimiento con Jumbo empecedor)		D	5	24		Ing. Ulito Meza / Cristian Pacheco/ Fortunato Sotacuro : Residentes de Operación	
	Consumo de Aire Comprimido	Agotamiento de recursos naturales	C	5	21	1. Eliminar fugas.	1. Válvulas de control aseguradas con cadena.				D	5	24		Ing. Ulito Meza / Cristian Pacheco/ Fortunato Sotacuro : Residentes de Operación
	Generación y disposición de Residuos (de papeles y cartones, plásticos, vidrios, generales, peligrosos hospitalarios, metálicos, orgánicos, peligrosos reaprovechables, peligrosos no reaprovechables e inertes).	Alteración de la calidad del suelo y/o agua. Diminución de la vida útil del Relleno Industrial	B	5	18			1. Inspección de puntos de acopio (Tachos en Interior Mina) 2. Caróllas de Residuos Sólidos. 3. P-UCH-MA-07.01 (Manejo de Residuos Sólidos). 4. Capacitación en P-COR-SIB-04.16 5. Limpieza de casetas		D	5	24		Ing. Ulito Meza / Cristian Pacheco/ Fortunato Sotacuro : Residentes de Operación	
	Generación y disposición de efluentes	Alteración de la calidad del suelo y/o agua	B	4	14		1. Planta de tratamiento de agua en Interior mina (flotante) 2. Casetas y pozos de sedimentación.	E-COR-SIB-21.02 Calidad de efluentes y cuerpos receptores E-COR-SIB-21.03 Control de		D	4	21		Ing. Ulito Meza / Cristian Pacheco/ Fortunato Sotacuro : Residentes de Operación	

j

**ANEXO 3:
EJEMPLO DE LISTA DE PELIGROS Y RIESGOS CRÍTICOS APLICADO AL PROCESO DE
PREPARACIÓN PREPARACIÓN DE LABORES HORIZONTALES MECANIZADO**

LISTA DE PELIGROS Y RIESGOS CRÍTICOS

SEDE / UNIDAD DE PRODUCCIÓN: OPERACIONES EN MINA UCHUACHACUA

PROCED./ SUBPROCED.	ACTIVIDAD	Tarea	Posteo	PELIGRO/ASPECTO	RIESGO IMPACTO	VALORACION
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Bombear de agua	Perforista/ Ayudante Perforista	Atrapado/Chocado entre o debajo de objetos (Roca suelta)	Muerte, lesiones graves por caída de rocas	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Traslado manual de explosivos y accesorios al frente	Perforista/ Ayudante Perforista	Atrapado/Chocado entre o debajo de objetos (Roca suelta)	Muerte, lesiones graves por caída de rocas	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Desactivar tiros cortados	Perforista/ Ayudante Perforista	Atrapado/Chocado entre o debajo de objetos (Roca suelta)	Muerte, lesiones graves por caída de rocas	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Cargulo de baladres y chispeo	Perforista/ Ayudante Perforista	Atrapado/Chocado entre o debajo de objetos (Roca suelta)	Muerte, lesiones graves por caída de rocas	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Limpieza de carga con scooptram diesel	Operador de scoop tram	Atrapado/Chocado entre o debajo de objetos (Roca suelta)	Muerte, lesiones graves por caída de rocas	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Limpieza de carga con scooptram eléctrico	Operador de scoop tram	Atrapado/Chocado entre o debajo de objetos (Roca suelta)	Muerte, lesiones graves por caída de rocas	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Desatado manual	Perforista/ Ayudante Perforista	Atrapado/Chocado entre o debajo de objetos (Roca suelta)	Muerte, lesiones graves por caída de rocas	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Desatado mecanizado	Operador de scallier	Atrapado/Chocado entre o debajo de objetos (Roca suelta)	Muerte, lesiones graves por caída de rocas	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Limpieza y cargulo con scoop trams diesel	Operador de scoop tram	Atrapado/Chocado entre o debajo de objetos (Roca suelta)	Muerte, lesiones graves por caída de rocas	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Limpieza y cargulo con scoop trams diesel	Operador de scoop tram	Atrapado/Chocado entre o debajo de objetos (Roca suelta)	Muerte, lesiones graves por caída de rocas	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Limpieza de carga con Scoop trams eléctrico	Operador de scoop tram	Atrapado/Chocado entre o debajo de objetos (Roca suelta)	Muerte, lesiones graves por caída de rocas	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Sostenimiento con Jumbo (malla y split set)	Operador de Jumbo/ Ayudante Jumbero	Atrapado/Chocado entre o debajo de objetos (Roca suelta)	Muerte, lesiones graves por caída de rocas	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Sostenimiento con Jumbo emparrador	Operador de Jumbo/ Ayudante Jumbero	Atrapado/Chocado entre o debajo de objetos (Roca suelta)	Muerte, lesiones graves por caída de rocas	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Traslado manual de explosivos y accesorios al frente	Perforista/ Ayudante Perforista	Explosiones (Manipuleo)	Muerte y/o lesiones graves por explosión	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Cargulo de baladres y chispeo	Perforista/ Ayudante Perforista	Explosiones (Chispeo inadecuado)	Muerte y/o lesiones graves por explosión	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Desactivar tiros cortados	Perforista/ Ayudante Perforista	Explosiones (Manipuleo de tiro cortado)	Muerte y/o lesiones graves por explosión	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Sostenimiento mecanizado con jumbo emparrador	Operador de Jumbo/ Ayudante Jumbero	Golpeado por (Equipos en movimiento)	Muerte, lesiones graves por atrapamiento	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Limpieza y cargulo con scoop trams diesel	Operador de scoop tram	Golpeado por (Equipos en movimiento)	Muerte, lesiones graves por atrapamiento	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Limpieza de carga con Scoop trams eléctrico	Operador de scoop tram	Golpeado por (Equipos en movimiento)	Muerte, lesiones graves por atrapamiento	5
Preparación	Limpieza de Carga	Transporte de carga con camión Dumper	Operador de dumper	Gases	Muerte y/o quemamiento por intoxicación de gases de voladura y combustión	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Desactivar tiros cortados	Perforista/ Ayudante Perforista	Gases	Muerte y/o quemamiento por intoxicación de gases de voladura	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Cargulo de baladres y chispeo	Perforista/ Ayudante Perforista	Gases	Muerte y/o quemamiento por intoxicación de gases de voladura	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Limpieza de carga con scooptram diesel	Perforista/ Ayudante Perforista	Gases	Muerte y/o quemamiento por intoxicación de gases de voladura	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Desatado manual	Perforista/ Ayudante Perforista	Gases	Muerte y/o quemamiento por intoxicación de gases de voladura	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Desatado mecanizado	Operador de scallier	Gases	Muerte y/o quemamiento por intoxicación de gases de voladura	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Limpieza de carga con scooptram eléctrico	Operador de scoop tram	Contacto con energía eléctrica (Cables eléctricos)	Muerte y/o lesiones graves por electrocución	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Limpieza de carga con scooptram diesel	Operador de scoop tram	Contacto con energía eléctrica (Cables eléctricos)	Muerte y/o lesiones graves por electrocución	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Conexión, tendido y desconexión de cables eléctricos scooptram	Operador de scoop tram	Contacto con energía eléctrica (Cables eléctricos)	Muerte y/o lesiones graves por electrocución	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Sostenimiento con Jumbo emparrador	Operador de Jumbo/ Ayudante Jumbero	Contacto con energía eléctrica (Cables eléctricos)	Muerte y/o lesiones graves por electrocución	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Conexión, tendido y desconexión de cables eléctricos	Operador de Jumbo/ Ayudante Jumbero	Contacto con energía eléctrica (Cables eléctricos)	Muerte y/o lesiones graves por electrocución	5
Preparación	Preparación Labores Horizontales	Traslado de Jumbo emparrador	Operador de Jumbo/ Ayudante Jumbero	Contacto con energía eléctrica (Cables eléctricos)	Muerte y/o lesiones graves por electrocución	5