

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA



TESIS

“MEJORAMIENTO DE PROTOCOLO DE EMERGENCIA EN
CHIMENEAS RAISE CLIMBER, CON ENTRENAMIENTO IN SITU Y
USO DE JAULA DE RESCATE, EN MINERÍA SUBTERRÁNEA”

PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE MAESTRO EN
SEGURIDAD Y SALUD MINERA

ELABORADO POR:
RAFAEL HORACIO FUENTES PAREDES

ASESOR
M.Sc. Ing. OSCAR CUBAS VALDIVIA

LIMA – PERÚ
2021

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido un orgullo y privilegio ser su hijo, son los mejores padres.

A mi esposa y mis hijos, acompañándome siempre, por el apoyo moral e incondicional, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por su bendición, por guiarme a lo largo de mi existencia, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A mi esposa: Daniela; y mis hijos: Sofía y Leonel, por ser los principales promotores de este proyecto, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y apoyo que me demuestran.

A los catedráticos de la escuela de post grado de la facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalúrgica de la Universidad Nacional de Ingeniería, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación en este nuevo grado, de manera especial, a mi Maestro Oscar Cubas asesor de este proyecto de investigación, quien me ha guiado con su paciencia, experiencia y rectitud como docente.

ÍNDICE

Dedicatoria	II
Agradecimiento	III
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT.....	XV
INTRODUCCIÓN	16
CAPITULO I.....	17
GENERALIDADES.....	17
1.1. Antecedentes Bibliográficos	17
1.1.1. A nivel internacional, se revisaron las siguientes tesis:	17
1.1.2. A nivel nacional, se revisaron las siguientes tesis:	20
1.2. Descripción de la Realidad Problemática	23
1.2.1. A Nivel Internacional	23
1.2.2. A Nivel Nacional.....	24
1.2.3. A Nivel Local.....	25
1.3. Formulación del Problema	25
1.3.1. Problema General.....	25
1.3.2. Problemas específicos.	25
1.4. Justificación e Importancia de la Investigación	26
1.4.1. Justificación.....	26
1.4.2. Importancia de la investigación	27
1.4.3. Objetivo General	27
1.4.4. Objetivos Específicos.....	27
1.5. Hipótesis.....	27
1.5.1. Hipótesis General	27
1.5.2. Hipótesis Específicas	27

1.6.	Variables	28
1.6.1.	Variable Dependiente (Y)	28
1.6.2.	Variables Independientes (X).....	28
1.7.	Indicadores	28
1.7.1.	Indicadores Generales	28
1.7.2.	Indicadores Específicos.....	28
1.8.	Periodo de Análisis	28
1.9.	Presupuesto Estimado	29
CAPITULO II		31
EL MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL		31
2.1.	Bases Teóricas.....	31
2.1.1.	Equipo Raise Climber Alimak utilizado en Chimeneas Raise Boring... 31	
2.1.2.	Sistema de anclaje del equipo Raise Climber Alimak	34
2.1.3.	Sistema de Suspensión – Cable de Seguridad.....	35
2.1.4.	Protocolo de emergencia en Chimeneas Raise Climber Descendente ... 35	
2.1.5.	Sistemas de rescate en trabajos verticales	44
2.1.6.	Kit de rescate en espacios confinados bajo modalidad de rescate con cuerdas. 45	
2.1.7.	Análisis de Rescate con Cuerdas en chimeneas Raise Climber Descendente.	48
2.2.	Marco Conceptual	49
2.2.1.	Términos y definiciones	49
CAPITULO III.....		51
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		51
3.1.	Tipo, Nivel y Diseño de Investigación, Población, Muestra, Técnicas e Instrumentos para Recoger Información, Técnicas de Procedimiento de Datos.	51
3.1.1.	Tipo y Nivel de Investigación.	51
3.1.2.	Diseño de Investigación.	52

3.1.3.	Métodos de Investigación.	52
3.1.4.	Población.....	54
3.1.5.	Muestra.....	54
3.1.6.	Técnicas para Recopilación de Información.	54
3.1.7.	Instrumentos de Recolección de Datos.	54
3.1.8	Técnica de Procesamiento de Datos.....	55
3.2.	Desarrollo del Trabajo de Tesis.	55
3.2.1.	Costo de Implementación de Jaula de Rescate	55
3.2.2.	Costo de Rescate con Cuerdas	56
3.2.2.	Capacitación y Entrenamiento del Personal.....	56
3.2.3.	Utilización de Jaula de Rescate.....	66
CAPITULO IV		70
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....		70
4.1.	Análisis de los Resultados de la Investigación y Contratación de Hipótesis	70
4.1.1	Análisis de Costo de Implementación de Jaula de Rescate en Comparación al Rescate con Cuerdas	70
4.1.2	Análisis de Efectividad de Aprendizaje Mediante la Capacitación y Entrenamiento In Situ.	72
4.1.3	Análisis del Factor de Seguridad según Modalidades de Rescate, Implementación de Jaula de Rescate y Rescate con Cuerdas	74
4.1.4	Análisis del Nivel de Aceptabilidad del Protocolo de Emergencia en los trabajos con Equipo Raise Climber mediante encuestas.....	75
4.1.5	Resultados de Cuestionario de Preguntas mediante Análisis Estadístico	77
4.1.6	Resultados de Indicadores mediante Análisis Estadístico	98
4.1.7	Resultados de Variables mediante Análisis Estadístico.....	108
4.1.8	Resultados de Correlación de Hipótesis mediante Análisis Estadístico	112
4.2	Discusión de Resultados:	113
4.3.	Contraste de Hipótesis	115
4.3.1.	Confiabilidad del instrumento.....	115

4.3.2. Prueba de Hipótesis.....	116
CONCLUSIONES	121
RECOMENDACIONES	123
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	124
ANEXO N° 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	127
ANEXO N° 2 OTROS	129
ANEXO N° 3 CURRICULUM VITAE.....	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 Presupuesto Estimado de Proyecto de Investigación.....	29
Tabla 1. 2 Cronograma de Proyecto de Investigación	30
Tabla 3. 1 Cantidad de Personal en la Empresa Especializada	54
Tabla 3. 2 Costo de Inversión para Rescate con Jaula Auxiliar.....	55
Tabla 3. 3 Costo de Inversión para Rescate con Cuerdas	56
Tabla 3. 4 Detalle del Personal Seleccionado para entrenamiento	57
Tabla 3. 5 Programa de Capacitación y Entrenamiento	58
Tabla 3. 6 Cronograma de Actividades Operativas y Desarrollo.....	59
Tabla 3. 7 Resumen de Tiempos Controlados de Rescate con Jaula Auxiliar	65
Tabla 3. 8 Resumen de Tiempos Estimados de Rescate con Cuerdas	66
Tabla 4. 1 Comparativo de inversión entre Jaula de Rescate y Rescate con Cuerda	70
Tabla 4. 2 Comparativo en Base a Tiempos de Rescate	71
Tabla 4. 3 Incremento del Índice de Efectividad de Aprendizaje	72
Tabla 4. 4 Comparativo entre Costos de Entrenamiento por Modalidad de Rescate	73
Tabla 4. 5 Comparativo del Factor de Seguridad por Modalidad de Rescate.....	74
Tabla 4. 6 Formato de Encuesta Anónima	76
Tabla 4. 7 Pregunta N°1 de Cuestionario.....	77
Tabla 4. 8 Pregunta N°2 de Cuestionario.....	78
Tabla 4. 9 Pregunta N°3 de Cuestionario.....	79
Tabla 4. 10 Pregunta N°4 de Cuestionario.....	80
Tabla 4. 11 Pregunta N°5 de Cuestionario.....	81
Tabla 4. 12 Pregunta N°6 de Cuestionario.....	82

Tabla 4. 13 Pregunta N°7 de Cuestionario.....	83
Tabla 4. 14 Pregunta N°8 de Cuestionario.....	84
Tabla 4. 15 Pregunta N°9 de Cuestionario.....	85
Tabla 4. 16 Pregunta N°10 de Cuestionario.....	86
Tabla 4. 17 Pregunta N°11 de Cuestionario.....	87
Tabla 4. 18 Pregunta N°12 de Cuestionario.....	88
Tabla 4. 19 Pregunta N°13 de Cuestionario.....	89
Tabla 4. 20 Pregunta N°14 de Cuestionario.....	90
Tabla 4. 21 Pregunta N°15 de Cuestionario.....	91
Tabla 4. 22 Pregunta N°16 de Cuestionario.....	92
Tabla 4. 23 Pregunta N°17 de Cuestionario.....	93
Tabla 4. 24 Pregunta N°18 de Cuestionario.....	94
Tabla 4. 25 Pregunta N°19 de Cuestionario.....	95
Tabla 4. 26 Pregunta N°20 de Cuestionario.....	96
Tabla 4. 27 Pregunta N°21 de Cuestionario.....	97
Tabla 4. 28 Indicador de Rapidez	98
Tabla 4. 29 Indicador de Seguridad	99
Tabla 4. 30 Indicador de Autenticidad.....	100
Tabla 4. 31 Indicador de Costo de Rescate	101
Tabla 4. 32 Indicador de Capacitación Teórica.....	102
Tabla 4. 33 Indicador de Entrenamiento Funcional	103
Tabla 4. 34 Indicador de Simulacro	104
Tabla 4. 35 Indicador de Aceptabilidad y Confiabilidad	105
Tabla 4. 36 Indicador de Respuesta de Emergencia.....	106

Tabla 4. 37 Indicador de Rescate Seguro.....	107
Tabla 4. 38 Variable - Implementación de Jaula de Rescate	108
Tabla 4. 39 Variable – Entrenamiento del Personal.....	109
Tabla 4. 40 Variable – Utilización de Jaula de Rescate	110
Tabla 4. 41 Variable – Protocolo de Emergencia.....	111
Tabla 4. 42 Correlación de Variable Dependiente N°1 con Variable Independiente N° 1	112
Tabla 4. 43 Correlación de Variable Dependiente N°1 con Variable Independiente N° 2	112
Tabla 4. 44 Correlación de Variable Dependiente N°1 con Variable Independiente N° 3	113
Tabla 4. 45 Alfa de Cronbach	115
Tabla 4. 46 Estadística de Confiabilidad.....	116
Tabla 4. 47 Prueba de correlación de las variables de la Hipótesis General.....	117
Tabla 4. 48 Prueba de correlación de las variables de la Hipótesis Específica 1	118
Tabla 4. 49 Prueba de correlación de las variables de la Hipótesis Específica 2....	119
Tabla 4. 50 Cuadro de rango relación de valores no paramétricos	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1	Revestimiento de Interior de chimenea Raise Boring	32
Figura 2. 2	Proyecto de Chimenea RB 470, vista en perfil, corte A-A'	37
Figura 2. 3	Perfil de Montaje de Equipo Raise Climber	38
Figura 2. 4	Montaje de Infraestructura para Equipo Raise Climber Descendente... 38	
Figura 2. 5	Montaje de Vigas para instalación de Raise Climber en Interior Mina.. 39	
Figura 2. 6	Sostenimiento manual de chimenea Raise Boring	39
Figura 2. 7	Anclaje de Carriles en Chimenea Raise Boring	40
Figura 2. 8	Ejemplo de un Supuesto Descenso Vertical con Cuerdas	44
Figura 2. 9	Ejemplo de Maniobras de Rescate con Cuerdas.....	45
Figura 2. 10	Sistemas de Ventaja Mecánica para un rescate con cuerdas	46
Figura 2. 11	Simulación Rescate con Cuerdas y Trípode en Chimenea Raise Bore	48
Figura 3. 1	Difusión de Protocolo de Rescate con Jaula Auxiliar	60
Figura 3. 2	Capacitación, entrenamiento y evaluación en el Protocolo de Emergencia.....	60
Figura 3. 3	Punto de Entrenamiento CH RB 916-4, NV 4540.....	61
Figura 3. 4	Instalación de Tablas sobre Vigas Transversales	62
Figura 3. 5	Personal trasladando la Jaula Auxiliar sobre la Plataforma.	63
Figura 3. 6	Prueba en Vacío con la Jaula Auxiliar.....	64
Figura 3. 7	Ascenso de Jaula Auxiliar con Personal.....	65
Figura 3. 8	Partes de la Jaula de Rescate – Alicab.....	66
Figura 3. 9	Parámetros Técnicos de Jaula Auxiliar	67
Figura 4. 1	Costo por Modalidad de Rescate	71
Figura 4. 2	Tiempo de Respuesta por Modalidad de Rescate.....	71

Figura 4. 3 Evolución de Aprendizaje en los Trabajadores	72
Figura 4. 4 Incremento del Índice de Efectividad de Aprendizaje.....	73
Figura 4. 5 Costo de Entrenamiento por Modalidad de Rescate.....	74
Figura 4. 6 Factor de Seguridad por Modalidad de Rescate	75
Figura 4. 7 Gráfica Estadística Pregunta N° 1 de Cuestionario.....	77
Figura 4. 8 Gráfica Estadística Pregunta N° 2 de Cuestionario.....	78
Figura 4. 9 Gráfica Estadística Pregunta N° 3 de Cuestionario.....	79
Figura 4. 10 Gráfica Estadística Pregunta N° 4 de Cuestionario.....	80
Figura 4. 11 Gráfica Estadística Pregunta N° 5 de Cuestionario.....	81
Figura 4. 12 Gráfica Estadística Pregunta N° 6 de Cuestionario.....	82
Figura 4. 13 Gráfica Estadística Pregunta N° 7 de Cuestionario.....	83
Figura 4. 14 Gráfica Estadística Pregunta N° 8 de Cuestionario.....	84
Figura 4. 15 Gráfica Estadística Pregunta N° 9 de Cuestionario.....	85
Figura 4. 16 Gráfica Estadística Pregunta N° 10 de Cuestionario.....	86
Figura 4. 17 Gráfica Estadística Pregunta N° 11 de Cuestionario.....	87
Figura 4. 18 Gráfica Estadística Pregunta N° 12 de Cuestionario.....	88
Figura 4. 19 Gráfica Estadística Pregunta N° 13 de Cuestionario.....	89
Figura 4. 20 Gráfica Estadística Pregunta N° 14 de Cuestionario.....	90
Figura 4. 21 Gráfica Estadística Pregunta N° 15 de Cuestionario.....	91
Figura 4. 22 Gráfica Estadística Pregunta N° 16 de Cuestionario.....	92
Figura 4. 23 Gráfica Estadística Pregunta N° 17 de Cuestionario.....	93
Figura 4. 24 Gráfica Estadística Pregunta N° 18 de Cuestionario.....	94
Figura 4. 25 Gráfica Estadística Pregunta N° 19 de Cuestionario.....	95
Figura 4. 26 Gráfica Estadística Pregunta N° 20 de Cuestionario.....	96

Figura 4. 27	Gráfica Estadística Pregunta N° 22 de Cuestionario	97
Figura 4. 28	Gráfica Estadística Indicador de Rapidez.....	98
Figura 4. 29	Gráfica Estadística Indicador de Seguridad.....	99
Figura 4. 30	Gráfica Estadística Indicador de Autenticidad	100
Figura 4. 31	Gráfica Estadística Indicador de Costo de Rescate	101
Figura 4. 32	Gráfica Estadística Indicador de Capacitación Teórica.....	102
Figura 4. 33	Gráfica Estadística Indicador de Entrenamiento Funcional	103
Figura 4. 34	Gráfica Estadística Indicador de Simulacro	104
Figura 4. 35	Gráfica Estadística Indicador de Aceptabilidad y Confiabilidad	105
Figura 4. 36	Gráfica Estadística Indicador de Respuesta de Emergencia.....	106
Figura 4. 37	Gráfica Estadística Indicador de Rescate Seguro	107
Figura 4. 38	Gráfica Estadística de Variable - Implementación de Jaula de Rescate	108
Figura 4. 39	Gráfica Estadística de Variable – Entrenamiento del Personal	109
Figura 4. 40	Gráfica Estadística de Variable - Utilización de Jaula de Rescate	110
Figura 4. 41	Gráfica Estadística de Variable – Protocolo de Emergencia.....	111

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, realizado para optar el grado académico de maestro con mención en seguridad y salud minera, trata del mejoramiento del protocolo de emergencia a través de la implementación de una jaula de rescate y el entrenamiento del personal en su utilización, consta de cuatro capítulos.

El primer capítulo, contempla el planteamiento del problema de investigación, los objetivos que nos llevaron a desarrollarlo, las técnicas y parámetros empleados, desde la concepción de la idea principal, hasta la metodología usada para su ejecución.

El segundo capítulo, trata sobre el marco teórico la situación actual, el protocolo de emergencia, trabajos verticales, plan de rescate con jaula y rescate con cuerdas.

El tercer capítulo describe ampliamente la implementación y utilización de la jaula de rescate, el plan de entrenamiento y desarrollo del presente proyecto de tesis.

El cuarto capítulo, muestra los resultados obtenidos después de ejecutado la implementación de la jaula y poner en práctica el plan de entrenamiento según Protocolo de Emergencia.

Palabras Claves:

Mejoramiento de protocolo de emergencia en chimeneas Raise Climber,

Implementación de Jaula de Rescate, Entrenamiento In Situ, Utilización de jaula de rescate.

ABSTRACT

The present research work, carried out to obtain the academic degree of teacher with a mention in mining safety and health, deals with the improvement of the emergency protocol through the implementation of a rescue cage and the training of personnel in its use, consists of four chapters, which are summarized below.

The first chapter contemplates the approach to the research problem, the objectives that led us to develop it, the techniques and parameters used, from the conception of the main idea to the methodology used for its execution.

The second chapter deals with the theoretical framework of the current situation, the emergency protocol, vertical work, a cage rescue plan and rope rescue.

The third chapter extensively describes the implementation and use of the rescue cage, the training plan and development of this thesis project.

The fourth chapter shows the results obtained after implementing the cage and putting into practice the training plan according to the Emergency Protocol.

Keywords:

Improvement of the emergency protocol in Raise Climber chimneys,

Rescue Cage Implementation, In Situ Training, Use of rescue cage.

INTRODUCCIÓN

En el Perú alrededor de un 60% de las unidades mineras, son minas subterráneas debido a la naturaleza de los yacimientos y la mineralización donde se encuentran, uno de los problemas significativos es la deficiencia en la ventilación a medida que se va profundizando y desarrollando la mina; ante ello se ejecuta proyectos de construcción de chimeneas a través de diversos métodos de excavación entre ellos tenemos el método convencional, construcción de chimeneas con madera y el método mecanizado, construcción con equipo trepador Raise Climber Alimak y con equipo Raise Boring (RB).

Cuando la excavación de chimeneas Raise Boring se realiza en rocas tipo III y tipo IV, se requiere asegurar la estabilidad de toda la columna de la chimenea a través de la fortificación del interior de la chimenea y en donde se emplea el equipo trepador Raise Climber Alimak con el objetivo de realizar la fortificación del interior de la chimenea de manera descendente.

Los trabajos de sostenimiento y fortificación en chimeneas Raise Boring con equipos trepadores Alimak implican una serie de riesgos durante su ejecución, como el atrapamiento del equipo en algún punto de la chimenea, caída del personal a distinto nivel, gaseamiento en ducto de ventilación, entre otros; para ello es imprescindible contar un protocolo de emergencia que permita asegurar la evacuación oportuna del personal ante una situación de emergencia según lo establece el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería así como la ley 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, y su reglamento D.S. 005-2012-TR aplicables a todos los sectores del marco laboral.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. Antecedentes Bibliográficos

1.1.1. A nivel internacional, se revisaron las siguientes tesis:

Zerga, (2019), en la tesis titulada, *“Elaboración de un plan de seguridad y salud ocupacional para la Mina El Dorado”*, tesis de la Universidad de Andrés Bello – Chile, cuyo objetivo general habla de establecer las directrices conceptuales y metodológicas para la implementación, desarrollo y mantención de un proceso de gestión de la conducta preventiva en la mina El Dorado, con el fin de reducir o eliminar las conductas inseguras, mantener las conductas seguras y evitar la ocurrencia de accidentes, como resumen se enfoca en la elaboración e implementación de un Plan de Seguridad y Salud Ocupacional en la Mina El Dorado para la prevención de riesgos laborales, la metodología de investigación según nivel es descriptivo y según diseño es documental, las conclusiones más importantes del trabajo de investigación indican que una vez implementado el plan de seguridad y salud ocupacional en la mina El Dorado se logra mejorar las condiciones de trabajo y se disminuye la ocurrencia de accidentes.

Vivar, (2017), en la tesis titulada, “*Identificación, análisis y evaluación de los riesgos ocupacionales, y propuesta para la implementación de un plan de emergencia para la empresa Farmasol Ep*”, tesis de la Universidad Politécnica Salesiana- Ecuador, cuyo objetivo general es el diseño de un Plan de Emergencia tomando en consideración lo determinado en la Ley de Defensa Contra Incendios y demás normativas establecidas en la Legislación Ecuatoriana y convenios Internacionales, en resumen el proyecto de investigación trata de la actualización del Plan de emergencia y Contingencia de la empresa Farmasol elaborado anteriormente por una consultora que realizó el estudio con diferentes características estructurales, de seguridad, de personal y preparación referente al tema de Seguridad, por tal razón la elaboración del presente plan de emergencia y contingencia se orienta actualizar el documento anterior en base a los condicionamientos y actualidad de la empresa, la metodología de investigación según nivel es explicativo y según diseño es experimental, dentro de las conclusiones se logró distinguir los factores de riesgo existentes en la empresa los mismos que están presentes intrínsecamente en cada uno de los puestos de trabajo o en las condiciones laborales en donde ejecutan su labor diaria, FARMASOL EP. disponía de un plan de emergencia que se encontraba obsoleto debido a que el estudio se realizó en otra infraestructura, con diferente personal y con ausencia de recursos contra incendio, por ende se procedió actualizar la información referente a las características del edificio, equipos contra incendio, personal brigadista, planos de evacuación, factores de riesgo, entre otros; con esto se logró adaptar el plan de emergencia a las condiciones actuales con las que cuenta la empresa y con el personal adecuado para hacerle frente a diferentes situaciones de siniestralidad.

Bayas, (2015), en la tesis titulada, “Análisis geomecánico del macizo rocoso para la construcción de la chimenea glory hole mediante el sistema alimak.”, tesis de la Universidad Central del Ecuador - Ecuador, cuyo objetivo general es diseñar el sistema de excavación de una chimenea mediante el sistema de levantamiento mecánico Alimak, para el traspaso de material mineralizado en el área minera “Selva Alegre 1, en resumen el proyecto de investigación muestra el análisis económico, funcional y de seguridad de realizar la excavación de chimeneas mediante el sistema Alimak, la metodología de investigación según nivel es explicativo y según diseño es experimental, dentro de las conclusiones se logró demostrar técnicamente mediante un análisis económico y técnico que la utilización de la plataforma Alimak, en comparación con otros equipos de franqueo de chimeneas (Raise Boring o Jaula Jora) es más económico, debido a su fácil adaptación a cualquier sección y forma de chimenea, mínima desviación de su dirección, no atascamiento ante la existencia de cavernas, etc, El estudio geomecánico efectuado demostró la necesidad de utilizar un sistema de sostenimiento tanto temporal (durante la excavación) como definitivo (en su funcionamiento), los trabajos realizados para la excavación de la chimenea del proyecto Quinde se basaron en altos estándares de seguridad, los mismos que responden a: Equipo de protección personal (EPP), trabajo en altura (TEA), pilas de almacenamiento, aislamiento de energía, equipo móvil, bandas transportadoras, trabajos en áreas confinadas (TAC), salud y ergonomía.

1.1.2. A nivel nacional, se revisaron las siguientes tesis:

Chinchercoma, (2018), en la tesis titulada, “Construcción de pique de caída a un diámetro de 12.20 m mediante ejecución de chimenea piloto usando plataforma y jaula de seguridad en central hidroeléctrica quitaracsa i - ancash.”, tesis de la Universidad Nacional de San Agustín- Perú, cuyo objetivo general desarrollar la construcción de labores verticales de gran diámetro con ejecución de chimenea piloto haciendo uso de plataforma y jaula de seguridad., en resumen el proyecto de investigación se basa en la construcción del pique de caída a un diámetro de 12,20m mediante ejecución de una chimenea piloto usando plataforma y jaula de seguridad Alimak en la central hidroeléctrica Quitaracsa I ubicada en los distritos de Yuracmarca y Huallanca, provincia de Huaylas, departamento de Ancash., la metodología de investigación según nivel es explicativo y según diseño es experimental, dentro de las conclusiones se logró demostrar que el método de excavación con plataforma y jaula de seguridad permitió avanzar con la primera etapa del pique de caída desde el nivel inferior ejecutando la chimenea piloto, la chimenea piloto generó un espacio vacío y mejoró los tiempos de los procesos para la construcción del pique en su segunda etapa, al reducir los tiempos de: ventilación después de cada voladura, limpieza de escombros y eliminar procesos como el bombeo de agua, también generó una excelente cara libre para lograr voladuras eficientes, el uso adecuado y mantenimiento preventivo de la plataforma y jaula de seguridad permitió un trabajo seguro sin eventos no deseados y finalmente permitió construir el pique de caída en el plazo establecido cumpliendo con las normas de seguridad y salud ocupacional.

Zuni, (2015), en la tesis titulada, "Construcción de chimenea de equilibrio, con plataforma elevadora Alimak, en las obras subterráneas del Proyecto Hidroeléctrico Misicuni Cochabamba - Bolivia", tesis de la Universidad Nacional de San Agustín-Perú,, cuyo objetivo general fue construir chimeneas de equilibrio con plataforma elevadora Alimak para aprovechar la caída de agua en el Proyecto de la Central Hidroeléctrica Misicuni., en resumen el proyecto de investigación explica el diseño y la construcción de la chimenea piloto y su ensanche, la cual permitió dar equilibrio al trasvase de agua desde el túnel de baja presión hasta la caída de la misma hacia las turbinas generadoras de energía eléctrica; el sistema de perforación y voladura que se utilizó en dicha construcción fue a través de una plataforma elevadora Alimak, la metodología de investigación según nivel es explicativo y según diseño es experimental, dentro de las conclusiones se logró demostrar que el sistema de construcción de chimeneas de equilibrio es económicamente más barata con Jaula Trepadora Alimak que con Raise Boring,, el trepador Raise Climber funciona con precisión casi quirúrgica, sin importar la longitud de la chimenea, este terminará arriba en el punto exacto como su alineación en el eje de la chimenea, se puede ajustar continuamente de existir alguna desviación del proyecto, brinda seguridad y confiabilidad en la ejecución de los proyectos, el equipo Raise Climber puede emplearse en la apertura de varias chimeneas simultáneamente y en terrenos malos las plataformas pueden utilizarse para realizar el sostenimiento con pernos e inyección de cemento.

Vílchez W. & Vílchez L., (2015), en la tesis titulada, "Estudio comparativo de construcción de chimeneas, por método convencional Ch. 340 SW y mecanizado con

plataforma trepadora Alimak Ch. 480 SW, en la Zona Torre de Cristal de la Compañía Minera Raura S.A.”, tesis de la Universidad Nacional del Centro del Perú – Perú, cuyo objetivo general habla de describir los métodos de construcción de chimeneas que se vienen aplicando actualmente en minas subterráneas, y seleccionar el más adecuado para su aplicación en la Zona Torre de Cristal de Compañía Minera Raura S.A., en referencia al resumen se enfoca básicamente al estudio comparativo de construcción de chimeneas, por método convencional y mecanizado con plataforma trepadora Alimak, sus aspectos teóricos, procedimientos de trabajo y experiencias realizadas en la Compañía Minera Raura S.A., la metodología de investigación según nivel es descriptivo y según diseño es documental, las conclusiones más importantes del trabajo de investigación indican que el método de construcción de chimeneas mecanizado con plataforma trepadora Alimak es el más adecuado para su aplicación en la Compañía Minera Raura S.A., el sistema mecanizado Alimak puede construir chimeneas de gran longitud en un tiempo relativamente corto; siendo su costo de avance por metro casi el mismo respecto al sistema convencional, pero utiliza menos de la mitad del tiempo en su ejecución, por lo que resulta más rentable que el convencional, así mismo dentro del costo comparativo se concluye que mediante el método manual convencional el costo es de US \$ 15 865 y el tiempo de ejecución de la chimenea es de 45 días, que incluye la excavación y limpieza, en cambio mediante el método mecanizado con equipo Raise Climber, es decir con la plataforma Alimak el costo es de US \$ 35 018 que representa el doble con respecto al método manual pero el tiempo de construcción es de 19.5 días, mitad del tiempo del método manual, lo cual permite levantar chimeneas con la rapidez, del caso en cuanto a la seguridad, el sistema convencional es de riesgo alto y el mecanizado mediante el uso de la plataforma

Alimak es de riesgo medio

1.2.Descripción de la Realidad Problemática

Durante la ejecución de los proyectos mineros se ha podido identificar que muchos de los Procedimientos, Planes y Protocolos de Preparación y Respuesta de Emergencia son genéricos y no cubren todas las condiciones de siniestralidad que pueden originarse debido a la carencia inicial de evaluación de riesgos por actividad y área específica, así mismo el no contar con un protocolo de respuesta de emergencia actualizado y específico para un tipo de emergencia condiciona la capacidad de respuesta y atención a dicha emergencia por la cual atenta contra la integridad de las personas al no ser rescatados o atendidos oportunamente, genera pérdidas económicas para las empresas mineras debido a paralizaciones por conflictos sociales y finalmente denigra a la actividad minera ante la sociedad peruana.

1.2.1. A Nivel Internacional

El 05 de agosto del 2010, 33 mineros chilenos quedaron atrapados cuando un derrumbe clausuró la salida de la mina San José, ubicada en las cercanías de Copiapó, a unos 800 kilómetros al norte de Santiago de Chile, dicha empresa no contaba con un área de prevención de pérdidas, no se había realizado un análisis de riesgos, no contaban con un protocolo de seguridad ante posibles siniestros entre otros; luego de permanecer casi 70 días a 700 metros de profundidad, los trabajadores mineros fueron rescatados por un agujero de 60 cm de diámetro perforado desde superficie hasta el punto donde quedaron atrapados, finalmente fueron extraídos mediante una capsula tipo jaula. En el rescate de los 33 mineros atrapados en Chile se gastó alrededor de 20

millones de dólares, el gasto principal ha sido en las máquinas y equipos utilizados para la operación de perforación. Ahora bien, en el rescate de los 9 mineros atrapados en Perú, se invirtió un monto aproximado de 50 mil dólares, la mayoría de estos gastos fue en la adquisición de recursos logísticos, alimentación, insumos y equipos de emergencia. (BBC News, 2010).

1.2.2. A Nivel Nacional

En el 2012, ocurrió el derrumbe de la mina “Cabeza de Negro”, ubicada en Ica, a unos 300 kilómetros al sur de Lima, en donde quedaron nueve mineros peruanos atrapados, tras casi 7 días de arduos trabajos y maniobras de rescate se logró rescatar a los mineros atrapados, nuevamente no se contaba con protocolos, ni procedimientos de preparación y respuesta a emergencias, jugó un papel importante la tenacidad y persistencia de estos trabajadores de aferrarse a la vida. (BBC News, 2012).

El 3 de febrero de 2019, tras permanecer casi cuatro días atrapados tras el derrumbe de la mina Pampahuay (ubicada en el sector de Calincha Baja, provincia de Oyón, perteneciente a la región Lima), fueron rescatados sanos y salvos los trabajadores tras arduas maniobras de rescate, una de las causas de no contar con el área y/o departamento de Prevención de Pérdidas, fue la falta de protocolos de emergencia, otra de las causas de este vacío son los costos de inversión en la preparación y entrenamiento del personal que está inmerso en las diferentes actividades mineras. (MINEN,2019)

En enero del 2020, 8 mineros quedaron atrapados de una mina en la zona denominada Lagunilla que se encuentra en el municipio de Yauca, perteneciente a la región de Arequipa, las posibles consecuencias de no haber actuado inmediatamente en la

atención de la emergencia pudieron cobrar la vida de estas personas.(<https://p.dw.com/p/3WnT3>)

1.2.3. A Nivel Local

En la actualidad no ha ocurrido eventos similares por atrapamiento en la empresa minera donde se realiza la investigación, sin embargo, por medida preventiva se ha realizado el análisis de riesgo por atrapamiento en chimenea Raise Borin durante la actividad de sostenimiento con equipo Raise Climber en donde se evaluó implementar y mejorar el protocolo de emergencia para poder actuar inmediatamente, esto ayudaría a poder elevar el nivel de respuesta de los trabajadores mineros que desarrollan esta actividad y evitar eventos no deseado (accidentes graves) que podrían suceder de pronto, tomando en consideración de que si no se rescatan a tiempo, se expone en riesgo la integridad y recuperación de un accidentado.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema General.

¿Cómo influye la implementación de la jaula de rescate en el mejoramiento del protocolo de emergencia de las chimeneas Raise Climber, en minería subterránea?

1.3.2. Problemas específicos.

¿Cómo influye el entrenamiento in situ de los trabajadores en el mejoramiento protocolo de emergencia de las chimeneas Raise Climber, en minería subterránea?

¿Cómo influye la utilización de jaula de rescate en el mejoramiento del protocolo de emergencia de las chimeneas Raise Climber, en minería subterránea?

1.4. Justificación e Importancia de la Investigación

1.4.1. Justificación

Justificación Teórica, con la implementación de la jaula de rescate, el entrenamiento al personal y uso de la jaula se logra establecer y mejorar el protocolo de emergencia para los trabajos de sostenimiento en chimenea Raise Boring. La falta de un plan específico de rescate para los trabajos de reforzamiento de chimeneas RB utilizando un equipo trepador Raise Climber Alimak en sentido descendente, aun no es común, ni difundido en la normativa legal debido a son pocas las empresas especializadas que brindan estos servicios a las compañías mineras

Justificación Practica, luego de comprobarse la efectividad y aceptabilidad del Protocolo de Emergencia en los trabajos con equipo Raise Climber descendente, los aportes de este presente trabajo de investigación servirán como base teórica para las empresas mineras quienes durante sus procesos operacionales podrían estar presentar situaciones similares siempre y cuando se cumpla con los parámetros mínimos de seguridad en lo que se refiera al equipo Raise Climber Alimak como son originalidad de los repuestos y componentes, mantenimientos preventivos, inspecciones planeadas, simulacros de emergencia, entre otros, todo ello con la finalidad de garantizar una evacuación segura y en tiempos óptimos del personal que pueda quedar atrapado en algún punto de la chimenea.

Justificación Personal, con la presente investigación tendré la oportunidad de lograr el grado académico de maestro en Seguridad y Salud Minera.

1.4.2. Importancia de la investigación

La importancia del mejoramiento del protocolo de emergencia en chimeneas Alimak con equipo Raise Climber radica en que permite asegurar el rescate oportuno de los trabajadores mineros atrapados en chimeneas Raise Boring, así mismo este protocolo lo pueden utilizar las diferentes empresas mineras subterráneas que desarrollan estos trabajos con el fin de salvaguardar la integridad y vida de sus colaboradores.

1.4.3. Objetivo General

Mejorar el protocolo de emergencia en chimeneas Raise Climber con la implementación de la jaula de rescate, en minería subterránea.

1.4.4. Objetivos Específicos

Mejorar el protocolo de emergencia en chimeneas Raise Climber con el entrenamiento in situ de los trabajadores, en minería subterránea.

Mejorar el protocolo de emergencia en chimeneas Raise Climber con la utilización de jaula de rescate, en minería subterránea.

1.5.Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

La implementación de la jaula de rescate influye en el mejoramiento del protocolo de emergencia en chimeneas Raise Climber en minería subterránea.

1.5.2. Hipótesis Específicas

El entrenamiento in situ de los trabajadores influye en el mejoramiento del protocolo

de emergencia en chimeneas Raise en minería subterránea.

La utilización de la Jaula de rescate influye en el mejoramiento del protocolo de emergencia en chimeneas Raise en minería subterránea.

1.6.Variables

1.6.1. Variable Dependiente (Y)

Y1: =Mejoramiento de protocolo de emergencia en chimeneas Raise Climber.

1.6.2. Variables Independientes (X)

X: Implementación de Jaula de Rescate

X1: Entrenamiento In Situ

X2: Utilización de Jaula de Rescate

1.7.Indicadores

1.7.1. Indicadores Generales

Nivel de Aceptabilidad de protocolo de emergencia

1.7.2. Indicadores Específicos

X : Factor de Seguridad en la Implementación de Jaula de Rescate.

Costo de Inversión por Implementación de Protocolo de Emergencia.

X1: Índice de Aprendizaje Efectivo.

X2: Nivel de Confiabilidad respecto a la utilización de la Jaula de Rescate.

1.8.Periodo de Análisis

Para el presente proyecto de investigación se ha considerado un periodo de 4 meses

desde la selección del tema de investigación, identificación del problema, hipótesis de solución al problema, desarrollo del trabajo de investigación y presentación del informe final, para ello se elaboró un diagrama de Gantt según la planificación de actividades a ejecutar durante este periodo.

Periodo de inicio: 26/08/2019

Periodo de termino: 16/12/2019

1.9. Presupuesto Estimado

Tabla 1. 1 Presupuesto Estimado de Proyecto de Investigación

PRESUPUESTO PROYECTO DE INVESTIGACION				
Responsable		Rafael Fuentes Paredes		
Fecha de comienzo		1/01/2019		
Fecha de finalización más pronto posible		25/12/2019		
Item	Descripcion	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Valor (S/.)
1	Equipo de Computo	1	2800	2800
2	Materiales y Suministros	1	500	500
3	Material Bibliografico	5	100	500
4	Traslado en Gestiones de Tramite	5	500	2500
5	Gastos administrativos	5	500	2500
6	Curso de Ingles para Postgrado	1	3000	3000
7	Fotocopias	5	100	500
8	Varios e Imprevistos	1	3000	3000
			Total	15300

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 1. 2 Cronograma de Proyecto de Investigación

Cronograma de Proyecto de Investigación - "Mejoramiento de Protocolo de Emergencia"																							
Jefe de proyectos		Rafael Fuentes Paredes					Numero de Semanas																
Fecha de comienzo		26/08/2019																					
Fecha de finalización más pronto posible		16/12/2019																					
Ítem	Tarea/paquete de trabajo	Fecha de inicio	Duración	Fecha de finalización	Progreso	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	S 10	S 11	S 12	S 13	S 14	S 15	S 16	S 17	
1	Proyecto de Investigación				95%																		
1.0	Elección del tema de Investigación	26/08/2019	6	02/09/19	100%	■																	
1.1	Búsqueda y Elaboración del Marco Teórico	2/09/2019	6	09/09/19	100%		■																
1.2	Planteamiento del problema, hipótesis y objetivos	9/09/2019	6	16/09/19	100%			■															
1.3	Formulación de Matriz de Consistencia	16/09/2019	6	23/09/19	100%				■														
1.4	Desarrollo del Proyecto de Investigación	23/09/2019	45	22/11/19	100%					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
1.5	Diseño y Aplicación de Instrumentos de medición	30/09/2019	25	01/11/19	100%						■	■	■	■	■	■							
1.6	Análisis de Resultados	4/11/2019	6	11/11/19	100%												■						
1.7	Discusión y Conclusiones	11/11/2019	6	18/11/19	100%													■					
1.8	Elaboración de Informe de Investigación	18/11/2019	16	09/12/19	100%													■	■	■			
1.9	Presentación de Informe de Investigación	9/12/2019	6	16/12/19	50%																■	■	
		Total de Días	128																				

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO II

EL MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL

2.1. Bases Teóricas

2.1.1. Equipo Raise Climber Alimak utilizado en Chimeneas Raise Boring

Las chimeneas Raise Boring (RB) son ejecutadas mediante el rimado de roca con equipos de perforación mecanizados, son construidas en su mayoría como circuito de ventilación en las diferentes minas subterráneas del Perú; sin embargo existen diversos factores que afectan y perjudican las condiciones estructurales del macizo rocoso donde fueron excavadas (fallas, dureza del macizo rocoso, voladura, presiones, presencia de agua, etc) por lo cual se requiere reforzar y fortificar el contorno interno de la chimenea según evaluación geomecánica.

Para este tipo de condiciones se requiere de trabajos especializados con apoyo del equipo trepador Raise Climber Alimak, así mismo personal y supervisión competente que pueda ejecutar dichas tareas garantizando la confiabilidad, seguridad y calidad en el proyecto ejecutado.

El método de excavación de elevación con Raise Climber se ha convertido en el sistema más utilizado en el mundo debido a su flexibilidad, economía y velocidad, así

mismo se utiliza en muchas aplicaciones de proyectos, incluidos los pasos de extracción de minerales y conductos de ventilación, así mismo se utiliza de manera descendente en la ampliación de piques, revestimiento de chimeneas Raise Boring, consta de elementos principales como, sistema de transmisiones, jaula trepadora, plataforma de trabajo alimak, motores de accionamiento (eléctrico, neumático y/o diésel) los cuales se deslizan por carriles guía anclados en la roca a lo largo de la chimenea. (Arkbros industries, 2019)

- En la figura 2.1. se muestra el acabado de revestimiento realizado en el interior de una chimenea Raise Boring utilizando los carriles de avance anclados a la roca.



• **Figura 2. 1** *Revestimiento de Interior de chimenea Raise Boring*

Fuente: Elaboración Propia

El sistema de propulsión de los engranajes del equipo Raise Climber descendente para el presente trabajo de investigación depende de la energía eléctrica, es decir depende de motores eléctricos con línea de voltaje de 440, el trabajar con un equipo Raise Climber eléctrico provee diversas ventajas siempre y cuando se cuente con los

controles implementados para minimizar los riesgos por contacto energía eléctrica.
(Arkbros industries, 2019),

A continuación, se detalla las especificaciones técnicas del equipo:

Características del equipo Raise Climber Alimak

- Peso total del equipo incluido personal: 2210 kg.
- Velocidad de descenso: 25 m/min
- Velocidad de ascenso: 18 m/min
- Velocidad de activación del GA5(freno de emergencia): 54 m/min
- Sistema de propulsión: Eléctrico
- Modelo: STH 5 EE
- Marca: Alimak, Arkbro
-

El sistema de frenado y suspensión del equipo mientras desciende y asciende el equipo, está constituido por 5 frenos, tal como se detalla a continuación:

- Freno centrífugo superior doble.-. controla la velocidad de descenso.
- Freno centrífugo inferior simple. - controla la velocidad de descenso.
- Freno de parqueo. - Permite estacionar y bloquear el equipo a una altura específica.
- Freno pedal. - Permite regular con facilidad la velocidad de ascenso y descenso a criterio del operador.
- Freno de emergencia (GA5). - Controla la posible falla de los frenos centrífugos superior, inferior, de parqueo y pedal. (Linden Alimak, s.f.)

El equipo alimak como se mencionó anteriormente, se desliza por carriles de avance de 2 m., mediante su sistema de cremalleras las cuales están acopladas a sistema de la transmisión del equipo y los caballos fuerza (HP) del motor eléctrico. Así mismo este equipo a medida que va descendiendo, adicional al sistema de frenos cuenta con un cable de acero de 1" con resistencia mínima a rotura de 45.5 toneladas y un winche eléctrico, con capacidad de levante de hasta 10 toneladas, los cuales acompañan al equipo durante el descenso y ascenso como medida de contingencia por algún extraño y poco probable descarrilamiento del equipo. (Linden Alimak, s.f.)

Por otro lado, se tiene controles de seguridad implementados, los cuales están enfocados a los controles de ingeniería en diferentes aspectos y situaciones:

2.1.2. Sistema de anclaje del equipo Raise Climber Alimak

El equipo se desplaza por los carriles de avance, mediante un sistema de cremalleras (piñones) y cuya resistencia llega a 2500 kg por toda la unidad motriz.

Los medidas y parámetros de los piñones y rodillos son verificados por el área de mantenimiento, así mismo se lleva un registro de verificación con frecuencia semanal.

Se utiliza el sistema de anclaje de pernos de expansión en roca para asegurar el anclaje de carriles de avance.

Se utiliza 4 pernos de anclaje de 5 pies por cada carril anclado, logrando una carga nominal de 20 ton, por cada carril y alcanzado un factor de seguridad de 10. (Linden Alimak, s.f.)

2.1.3. Sistema de Suspensión – Cable de Seguridad

Se tiene instalado un winche electromecánico de 10 ton., cuyo factor de seguridad está por encima de 14, con un cable acerado de 3/4”, cuya resistencia nominal es de 20.23 toneladas, el cual acompaña al descenso y ascenso del equipo y cuya función es la de actuar como segunda medida de prevención ante una situación extrema de descarrilamiento del equipo.

2.1.4. Protocolo de emergencia en Chimeneas Raise Climber Descendente

Todo plan de preparación y respuesta a emergencia se realiza en base a los riesgos significativos identificados en una determinada organización, el área donde se encuentran inmersos y el potencial que implica la posible ocurrencia de un evento inesperado, así mismo debe prever las situaciones críticas para poder adoptar las medidas evitándolas y en todo caso optimizar los recursos disponibles para minimizar sus posibles consecuencias. (Bestratén,2011, p. 409)

2.1.4.1 Riesgos Identificados

Durante el desarrollo de trabajos realizados en el interior de la chimenea Raise Boring utilizando el equipo Raise Climber Alimak los riesgos identificados fueron:

Gaseamiento del personal en chimenea Raise Climber por intoxicación e inhalación de gases nocivos debido a una falla en el circuito de ventilación de la mina, impidiendo al personal poder operar el equipo y ascender hasta la cámara.

Aplastamiento por roca a los colaboradores que se encuentran en el equipo Raise Climber Alimak debido a condiciones inestables del macizo rocoso, imposibilitándoles de poder ascender con el equipo.

Falla y descarrilamiento del equipo Raise Climber por falla en el mantenimiento y control mecánico impidiendo ascender al equipo con normalidad.

Falla en el sistema de propulsión del equipo Raise Climber Alimak (propulsión con aire comprimido, diésel, energía eléctrica) impidiendo al equipo ascender con normalidad.

2.1.4.2 Elaboración del Protocolo de Emergencia

El protocolo consistió básicamente en montar una jaula de rescate (jaula auxiliar alimak) con capacidad para 3 personas, la cual descendería anclada a los carriles de avance mediante piñones y suspendida del cable de winche eléctrico desde de la cámara de la chimenea hacia el punto de atrapamiento del equipo con el objetivo de extraer al personal que haya podido quedar atrapado, por diversos factores según mencionados en el análisis de riesgos y que impidan que el equipo Raise Climber pueda ascender por su misma propulsión.

Este protocolo permite realizar el rescate del personal en un tiempo corto hacia la cámara de la chimenea Raise Boring a comparación si se intentaría realizar maniobras de rescate con cuerdas.

A continuación, se muestra el plano proyecto en corte longitudinal de una chimenea Raise Boring (RB 470) la cual requiere sostenimiento y en la que se montara un equipo Raise Climber para poder ejecutar estos trabajos. (Figura 2.2)

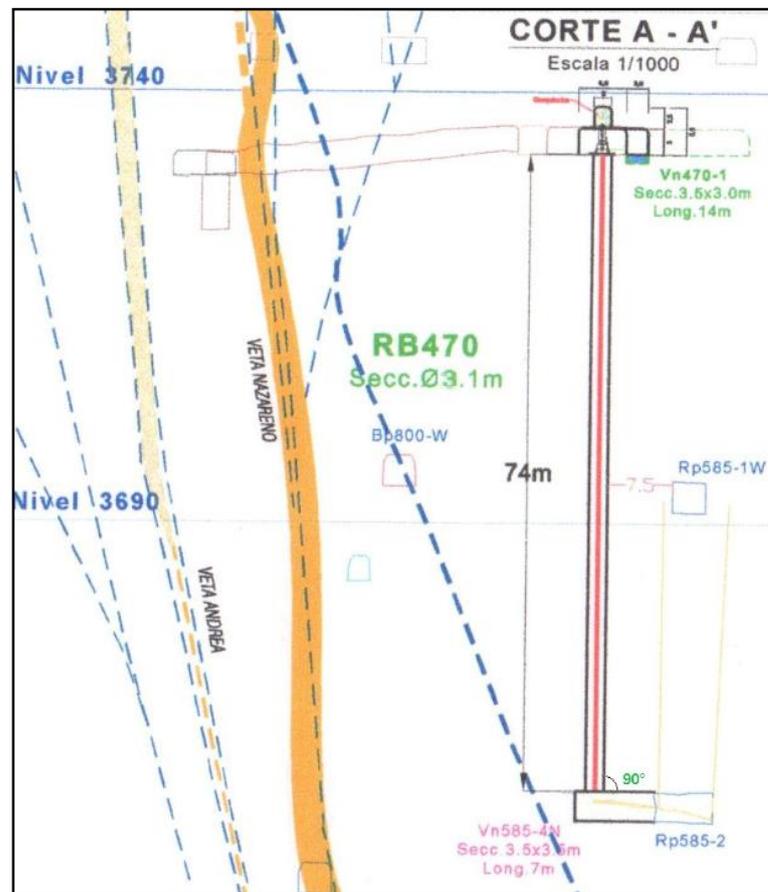


Figura 2. 2 Proyecto de Chimenea RB 470, vista en perfil, corte A-A´

Fuente: Área de Oficina Técnica de Empresa Especializada

Así mismo se ha elaborado el croquis en vista longitudinal sobre el montaje del equipo y su ubicación en la chimenea. (figura 2.3), también se evidencia 2 fotografías del montaje del equipo Raise Climber, uno de ellos en superficie (figura 2.4) y el otro en interior mina (figura 2.5).

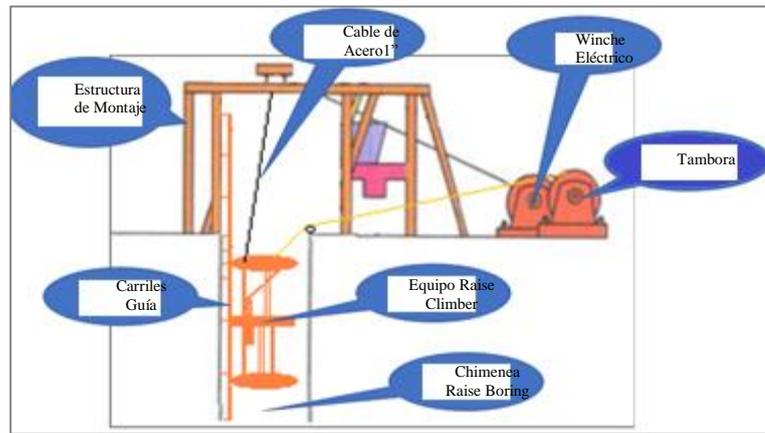


Figura 2. 3 Perfil de Montaje de Equipo Raise Climber

Fuente: Elaboración propia



Figura 2. 4 Montaje de Infraestructura para Equipo Raise Climber Descendente

Fuente: Elaboración propia



Figura 2. 5 *Montaje de Vigas para instalación de Raise Climber en Interior Mina*

Fuente: Elaboración propia

La fortificación de la chimenea Raise Boring, se realiza de manera manual utilizando máquinas perforadoras neumáticas en el equipo trepador Raise Climber tal como se muestra en la figura 2.6, el sostenimiento a instalar depende de la evaluación geomecánica recomendada para el tipo de roca tal como se puede evidenciar en la figura 2.7.



Figura 2. 6 *Sostenimiento manual de chimenea Raise Boring*

Fuente: Elaboración propia



Figura 2. 7 Anclaje de Carriles en Chimenea Raise Boring

Fuente: Elaboración propia

2.1.4.3 Kit de Implementos para realizar un Rescate con Jaula

Los implementos identificados para poder realizar un rescate con jaula fueron:

- 01 botiquín de emergencias
- 03 radios de comunicación motorola (de corto alcance entre 0 a 500 m)
- 02 radios de comunicación motorola (de largo alcance e interconectado)
- 07 arneses de cuerpo completo tipo paracaidista y de 4 anillos
- 07 líneas de doble anclaje con amortiguador de impacto
- 02 dispositivos autoretráctil de 30 pies
- 04 dispositivos autoretráctil de 15 pies
- 40 m. de sogas de ½"
- 20 m. de sogas de 1"
- 01 jaula de rescate (jaula auxiliar).
- 02 vigas de rescate de 6"x6" por 4.0 m. de longitud
- 35 tablas de rescate de 2" por 3.0 m. de longitud

- 30 tablas cortas de 2” por 1.5 m. de longitud
- 01 acople tipo U-Frame (Deslizador de carril)
- 01 winche eléctrico de 10 ton, con velocidad variable entre 20 -25 m/min
- 500 m. de cable acerado de 1”

A continuación, se detalla el contenido del **Protocolo de Emergencia** elaborado para los trabajos en una chimenea Raise Boring, utilizando el equipo Raise Climber Alimak

a. Parámetros del Proyecto

Es importante saber los parámetros técnicos de la chimenea como la longitud, inclinación, diámetro tipo de roca, entre otros aspectos relevantes, para el caso práctico y de simulacro se consideró lo siguiente: CH RB 916-4 ubicada en el nivel NV 4540, con una longitud de 143 m. una inclinación de 89°, diámetro de 3.0 m, tipo de roca IIIB, sostenimiento aplicado fue de sostenimiento con pernos, malla y lanzado de Shotcrete.

b. Objetivo.

El objetivo de elaborar el presente protocolo fue de proporcionar al personal que labora en la chimenea Raise Boring una guía de cómo actuar ante una eventual emergencia al encontrarse laborando en la chimenea, según análisis de riesgos identificados.

c. Alcance.

En el alcance de su aplicación involucra a todo el personal de la empresa especializada, personal que trabaja en las chimeneas Raise Boring así como de conocimiento del titular minero.

d. Protocolo de emergencia - rescate con jaula auxiliar en chimenea Raise Climber Descendente

Procedimiento de rescate con jaula auxiliar:

1. El personal de la chimenea (perforistas) que se encuentran dentro de la chimenea y en operación del equipo Raise Climber Alimak al observar la inoperatividad del equipo, ya sea por falla mecánica, o ante la ocurrencia de un incidente que impida al personal ascender el equipo con todo normalidad deberá de comunicar inmediatamente al personal que se encuentra en la cámara (valvulero), el valvulero dará aviso al supervisor responsable o supervisor general sobre dicha condición por lo cual se procederá a ejecutar el protocolo de emergencia.
2. El personal que se encuentra en la chimenea asegurará el equipo alimak mediante los frenos en el punto donde quedo inoperativo y subirá a la plataforma del guardacabeza para desacoplar el cable winche del equipo alimak
3. Seguidamente se procederá a retirar el grillete del cable del winche del equipo alimak que se encuentra en la chimenea.
4. El personal valvulero procederá a subir el cable de izaje, jalándolo con el winche eléctrico hasta la cámara.
5. El personal supervisor, técnicos y personal de soporte, quienes se encuentre en la cámara procederán a bajar y colocar la viga de 4'' en sus respectivas patillas ubicadas en el contorno de la chimenea para proceder con el armado de la plataforma de madera utilizando las tablas de emergencia.

6. Se deberá trasladar la jaula de rescate con ayuda del personal de apoyo que se encuentre en la cámara.
7. Iniciar el montaje de la jaula de rescate acoplándolo al U-Frame.
8. Colocar el cable de acero del winche en la oreja del U-Frame con su respectivo grillete.
9. Culminada la instalación de la jaula de rescate se procederá a suspenderla para el retiro de las tablas considerando solo el espacio mínimo y necesario para el descenso de la jaula de rescate.
10. Proceder con el descenso de la jaula de rescate, previa coordinación entre el personal de la cámara (Valvulero) y el personal que se encuentra en la chimenea.
11. Coordinar la llegada de la jaula de rescate a la guarda cabeza del equipo Alimak, el personal de la chimenea procederá a pasar hacia jaula de rescate por la escotilla.
12. Iniciar el ascenso de la jaula con el winche eléctrico, previa coordinación con el Valvulero.
13. Una vez que el personal llega con la jaula hacia la cámara, se procederá a evaluar los problemas suscitados y formular la solución ya se por averías del equipo, condiciones estructurales de la chimenea y condiciones potenciales que puedan condicionar la continuidad de los trabajos en la chimenea.

e. Restricciones

- No ejecutar el protocolo si el personal no se encuentra capacitado y/o no tenga conocimiento del mismo.
- No ejecutar el protocolo si no se cuenta con el kit de emergencia

implementado.

- No ejecutar el protocolo si el personal no cuenta con su examen de suficiencia médica para trabajos en altura.

2.1.5. Sistemas de rescate en trabajos verticales

Los trabajos verticales constituyen un sistema de protección individual contra caídas que puede ser tan seguro como cualquier otro siempre y cuando se planifique correctamente.

El rescate de un compañero en un espacio confinado (pozo, tanque, ducto, etc.), puede resultar más técnico y complejo, si evaluamos las condiciones donde se van a realizar y el nivel de emergencia que pueda presentarse según se puede evidenciar en las figuras 2.10 y 2.11

Planificar un rescate en trabajos verticales es, además de una obligación legal, un requisito ineludible antes de pensar siquiera en colgarse. (Del Campo, s.f.)



Figura 2. 8 *Ejemplo de un Supuesto Descenso Vertical con Cuerdas*
Fuente: Descensos Verticales, Petzl, 2001)



Figura 2. 9 *Ejemplo de Maniobras de Rescate con Cuerdas*
Fuente: Descensos Verticales, Petzl, 2001

Por otro lado, no hay duda, que la formación, aptitud y entrenamiento que debe reunir el personal que ejecuta estas actividades es el primer paso para poder pensar en realizar maniobras de rescate con cuerdas. Aquí no vale aquello de “como mejor se aprende es metiéndose en faena”. Son tantos los parámetros críticos que hay que gestionar, teniendo en cuenta que cualquier error “de aprendizaje” puede acabar en tragedia.

2.1.6. Kit de rescate en espacios confinados bajo modalidad de rescate con cuerdas.

Se ha estimado un kit de rescate para 5 personas, el equipo para el participante, asistente, rescatista de emergencia, operador del cable principal y encargado del amarre al preparar los sistemas para un ingreso vertical a espacios reducidos, tanto para el rescatista como para el transporte del paciente. (Del Campo, s.f.)

Para un sistema de rescate simple, en la cual se presente una altura considerable, se debe instalar los diversos sistemas en cuanto al cuanto izaje de carga se refiere. (figura 2.12)

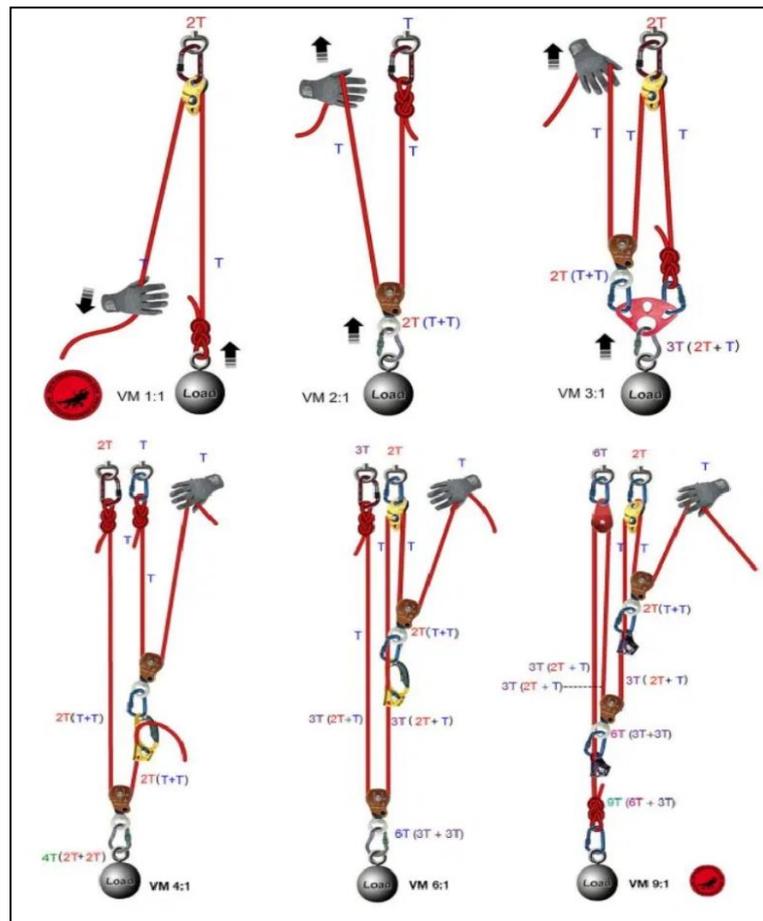


Figura 2. 10 *Sistemas de Ventaja Mecánica para un rescate con cuerdas*
Fuente: Descensos Verticales, Petzl, 2001

El Kit Incluye mínimo requerido para este tipo de trabajos son:

- 1 Trípode
- 1 Bolsa para Trípode
- 2 Arnés de rescate
- 3 tramos de 200 pies de Cuerda estática de 1/2"
- 1 tramo de 200 pies de Cuerda estática de 7/16"
- 3 Bolsos para cuerdas con capacidad de 29 L
- 1 Bolsa para cuerda y equipos con capacidad de 39 L
- 2 Bolsos de 68 L para toda clase de equipos

- 1 Bolso de 87 L
- 2 Almohadilla protectora de cuerdas para bordes XL
- Born Entry-Ease
- 100 pies de cinta tubular de 1" (5 tramos x 20')
- 48 pies de cinta tubular de 1" (4 tramos x 12')
- 3 Lazadas largas Prusik
- 4 Lazadas cortas Prusik
- 5 Poleas simples
- 1 Polea Access simple
- 1 Polea Access doble
- 1 Arnés Lifesaver Victim
- 1 Arnés de pecho Lifesaver Victim
- 1 Placa de sujeción
- 16 Mosquetones de bloqueo mediante tornillo
- 2 Mosquetones de bloqueo manual
- 2 Mosquetones Oval de aluminio
- 2 Correas de liberación de carga
- 1 Correa de sujeción de ajuste rápido
- 1 Manga para correa de sujeción
- 2 Linterna a prueba de explosión para la cabeza
- 5 Cascos de rescate
- 5 Pares de guantes Riggers para trabajo con aparejos
- 5 Rodilleras especiales para rescate

- 1 Sistema de rescate Sked
- Tabla para cuerpo completo

2.1.7. Análisis de Rescate con Cuerdas en chimeneas Raise Climber Descendente.

Para las condiciones actuales de trabajo en chimeneas Raise Boring, utilizando el equipo Raise Climber Alimak de manera descendente, se ha realizado una estimación y grafico de cómo se llevaría a cabo un rescate con cuerdas desde la cámara de la chimenea hasta el punto de atrapamiento del equipo Raise Climber, en donde el personal rescatista ante todo debería de contar con un kit de rescate bien implementado, el personal idóneo para realizar las maniobras debe ser entrenado en Rescate y contar con una amplia experiencia.

En la figura 2.13 se observa cómo sería el descenso del personal rescatista en una chimenea Raise Boring utilizando el sistema de descenso y ascenso por cuerdas.

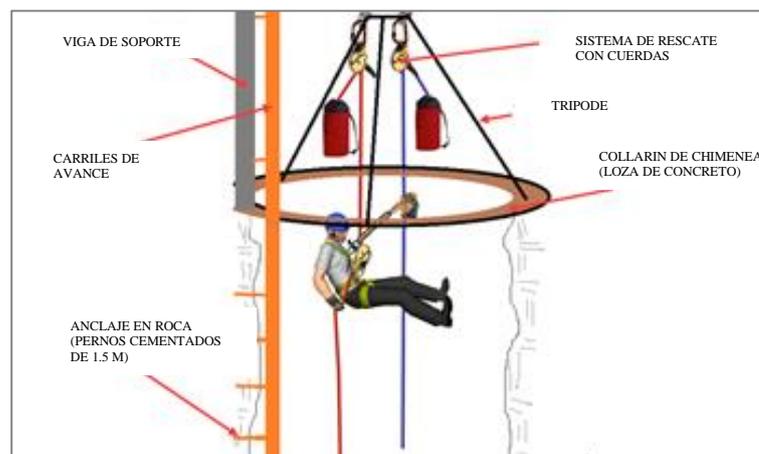


Figura 2. 11 Simulación Rescate con Cuerdas y Trípode en Chimenea Raise Bore
Fuente: Elaboración propia

Si bien es cierto que, durante el desarrollo de estas maniobras de rescate, el personal rescatista está colgado de una cuerda en un entorno reducido, a una altura variable (profundidad) que va desde los 5 m hasta la longitud final de la chimenea (150 m.), se debe de identificar otros riesgos asociados a los espacios confinados, caída de rocas, caída a distinto nivel, para ello se requiere conocer, evaluar y gestionar una serie de riesgos letales por sí solos, que sumados entre sí exigen la máxima preparación para poder ser capaces de realizar dichas maniobras.

Actualmente y por la coyuntura actual de la unidad minera, no se cuenta con el personal brigadista necesario para poder realizar las maniobras de rescate con cuerdas, es por ello que se ha optado por implementar otro sistema de rescate, el cual es proyecto de investigación de la presente tesis.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Términos y definiciones

Capacitación. Actividad que consiste en transmitir conocimientos teóricos y prácticos para el desarrollo de aptitudes, conocimientos, habilidades y destrezas acerca del proceso de trabajo, la prevención de los riesgos y la seguridad de los trabajadores. (D. S. N° 024-2016-EM, 2016)

Chimenea. Abertura vertical o inclinada construida por el sistema convencional y/o por el mecanizado. (D. S. N° 024-2016-EM, 2016)

Factor de Seguridad: Se define como la relación entre la carga que produce la falla sobre la carga máxima aplicada. (Vanegas,2018, p.75)

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. (D. S. N° 024-2016-EM, 2016)

Entrenamiento In Situ Es la capacitación que se brinda al trabajador en el área específica de trabajo con el fin de corroborar el entendimiento de la efectividad de capacitación teórica. (D. S. N° 024-2016-EM, 2016)

Jaula Auxiliar (Cage). Dispositivo certificado de diseño original, utilizado para traslado de personal en la chimenea Raise Climber. (www.vikayonline.com)

Protocolo, Plan de Preparación y Respuesta para Emergencias. Documento guía detallado sobre las medidas que se debe tomar bajo varias condiciones de emergencia posibles. (D. S. N° 024-2016-EM, 2016)

Raise. Chimenea, contramina, alzamiento, contrapozo, labores inclinadas o verticales que se abren desde abajo hacia arriba (D. S. N° 024-2016-EM, 2016)

Raise Climber. Equipo trepador o escalador impulsado por un sistema de transmisiones y engranajes que se desplazan por una línea de carriles instalados en la roca, cuenta con plataformas de trabajo diseñada para seguir chimeneas verticales o inclinadas en las operaciones subterráneas de mina. (<http://trinoko.com/cuerpo/raise-climber/>)

Raise Boring Rig. Se trata de un equipo de perforación que se instala por encima del terreno. Se taladra una perforación piloto, con un ángulo que puede ser de hasta 45°. Se perfora hasta llegar al túnel o caverna ya existente. Posteriormente se retira la broca piloto y se fija un escariador a la sarta de perforación, que amplía la perforación hacia arriba. (<https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/raise-boring/>)

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo, Nivel y Diseño de Investigación, Población, Muestra, Técnicas e Instrumentos para Recoger Información, Técnicas de Procedimiento de Datos.

3.1.1. Tipo y Nivel de Investigación.

El presente trabajo de investigación es de tipo aplicativo, conforme a los propósitos y naturaleza de la investigación; el estudio se ubica en el nivel explicativo.

Muñoz (2015), manifiesta que las investigaciones de tipo aplicativo a diferencia de la investigación teórica, la práctica o aplicada busca o tiene como fin la aplicación inmediata de los conocimientos obtenidos, lo cual no significa que sea menos meritoria, opina que ambas son necesarias, una no puede existir sin la otra, pues se retroalimentan y se autocorrigien. (p.86)

Fidias (2012), manifiesta que las investigaciones de nivel explicativo se encargan de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto.

En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación post facto), como de los efectos (investigación

experimental), mediante la prueba de hipótesis. Sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos. (p.26)

3.1.2. Diseño de Investigación.

La presente investigación es diseño experimental, de tipo cuasi experimental.

Fidias (2012), define a la investigación experimental como un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente). (p.34)

Hernández (2010), conceptualiza que los diseños cuasi experimentales también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto y relación con una o más variables dependientes, sólo que difieren de los experimentos “puros” en el grado de seguridad o confiabilidad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos. En los diseños cuasi experimentales los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están formados antes del experimento: son grupos intactos (la razón por la que surgen y la manera como se formaron es independiente o aparte del experimento). (p.148)

3.1.3. Métodos de Investigación.

A efectos de abordar todos los factores que intervienen en el problema planteado, se empleará métodos: inductivo, deductivo, análisis y síntesis.

Baena (2017), manifiesta que la inducción es, de manera general, el método empleado por las ciencias naturales. Consiste en un razonamiento que pasa de la observación de

los fenómenos a una ley general para todos los fenómenos de un mismo género... La inducción es, así, una generalización que conduce de los casos particulares a la ley general. Basada en la experiencia de algunos casos de un fenómeno, pasa a dar una ley para todos los casos de fenómenos de la misma especie. (p.34)

Baena (2017), menciona que la deducción empieza por las ideas generales y pasa a los casos particulares y, por tanto, no plantea un problema. Una vez aceptados los axiomas, los postulados y definiciones, los teoremas y demás casos particulares resultan claros y precisos. No sucede así con la inducción puesto que se salta de una observación limitada a una generalización ilimitada. Podremos observar cuidadosamente, hacer enumeraciones precisas del fenómeno que estudiemos, pero nunca tendremos una certidumbre plenaria de que la ley, una vez generalizada, se aplique por completo a todos los fenómenos de la misma especie. La deducción implica certidumbre y exactitud; la inducción, probabilidad. (p.34)

Baena (2017), menciona que el análisis y síntesis son dos actividades simétricamente contrapuestas, el análisis significa disolución, descomposición en partes, en cambio la síntesis compone o forma un todo con elementos diversos (Sierra Bravo). En el análisis es parte del todo. La razón lo estudia y discierne sus partes y se formula de manera separada cada uno de sus elementos. En la síntesis en cambio se parte de elementos diversos, la razón descubre sus relaciones y se termina con la integración de los elementos en un solo conjunto o sistema conceptual. (p.41)

3.1.4. Población.

La población está conformada por 49 trabajadores mineros de una empresa especializada que realizan trabajos en minas subterráneas y utilizan el equipo Raise Climber Alimak.

3.1.5. Muestra.

Para la muestra se tomará a 49 personas que desarrollan actividades con equipo Raise Climber Alimak.

La población es igual a la muestra, entonces la investigación es de tipo censal.

Tabla 3. 1 *Cantidad de Personal en la Empresa Especializada*

AREAS	Tamaño de población
Supervisión	8
Personal Alimakero	32
Personal técnico	9
Total	49

Datos obtenidos en campo
Fuente: Elaboración propia

3.1.6. Técnicas para Recopilación de Información.

Las principales técnicas que utilizaré en la investigación son:

Encuestas

Análisis documental

Observación

3.1.7. Instrumentos de Recolección de Datos.

Los principales instrumentos que utilizare en la investigación son:

Cuestionario

Guía de análisis documental

Guía de Observación

3.1.8 Técnica de Procesamiento de Datos.

Cuadros en Excel

Procesamiento con el Programa SPS

3.2. Desarrollo del Trabajo de Tesis.

3.2.1. Costo de Implementación de Jaula de Rescate

Se ha realizado un análisis en referencia a los costos incurridos en la implementación de la jaula de rescate y haciendo comparación con el costo en el cual se incurría al realizar un rescate con cuerdas, así como la efectividad en el tiempo de rescate.

Tabla 3. 2 *Costo de Inversión para Rescate con Jaula Auxiliar*

Nº	RECURSO/ACTIVIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO TOTAL
1	Jaula de Rescate	01 Und.	\$3500	\$3500
2	Transmisión simple	01 Und.	\$6000	\$6000
3	Winche Eléctrico	01 Und.	\$8000	\$8000
4	Cable de acero	150 m	\$1500	\$1500
5	Misceláneos	-	-	\$1500
6	Entrenamiento	4 Ses.	\$500	\$2000
7	Personal Obrero	7 Trab.	200	\$1400
8	Personal Supervisión	3 Trab.	120	\$360
	Total			\$24260

Datos proporcionados por la empresa

Fuente: Elaboración Propia

3.2.2. Costo de Rescate con Cuerdas

En referencia a los costos incurrido para realizar o implementar un rescate con cuerdas se solicitó información a una empresa especialista en maniobras verticales informando sobre la condición y situación de rescate, se nos proporcionó costos estimados

Tabla 3. 3 *Costo de Inversión para Rescate con Cuerdas*

aproximados.

N°	RECURSO/ACTIVIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO TOTAL
1	Tripode	02 Und.	\$3000	\$6000
2	Poleas	04 Und.	\$500	\$2000
3	Cuerdas	400 m.	\$50	\$20000
4	Accesorios Descenso	2 Und	\$800	\$1600
5	Accesorios Ascenso	2 Und	\$900	\$1800
6	Entrenamiento	6 Ses.	\$500	\$3000
7	Personal Rescatista	5 Trab.	200	\$1000
8	Misceláneos	-	-	\$100
	Total			\$34000

Datos y valores estimados según estadísticas en rescate verticales. (Petzl, 2019)
Fuente: Elaboración Propia

3.2.2. Capacitación y Entrenamiento del Personal

Se ha seleccionado al personal que cuente con su examen de suficiencia médica para realizar trabajos en altura, capacitación de trabajos en altura dictada por una empresa certificadora y se elaboró un programa de capacitación y entrenamiento para los trabajadores mineros especialistas en los trabajos con equipo Raise Climber con el fin de mejorar las competencias del personal según se muestra en la figura 3.1.

3.2.2.2. Identificación de Necesidades de Capacitación en el Entrenamiento.

En el proceso de ejecución de los proyectos de sostenimiento de Raise Climber se identificaron debilidades en el conocimiento, adiestramiento y competencia del personal en referencia al plan general de emergencia, para lo cual se identificaron los temas que requerían ser reforzados, así mismo se consideró la difusión y entrenamiento en el protocolo de emergencia de rescate.

Por otro lado, se analizó las competencias del personal idóneo para la participación en un simulacro de entrenamiento

Tabla 3. 4 *Detalle del Personal Seleccionado para entrenamiento*

N°	CANTIDAD	CARGO
1	1	Jefe de Seguridad
2	1	Jefe de guardia
3	1	Supervisor
4	2	Líder Perforista
5	2	Perforista
6	1	Valvulero (tercer hombre)
7	1	Mecánico
8	1	Electricista

Datos obtenidos de campo.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.5 Programa de Capacitación y Entrenamiento

Cronograma de Capacitación y Entrenamiento en Protocolo de Emergencia en chimeneas Raise Climber Descendente			Versión 1.0 
Área de Trabajo		<i>Area de Operaciones Mina - Raise Climber Descendente</i>	
Responsable		<i>Rafael Fuentes Paredes</i>	
Cronograma de Capacitaciones al Personal			
Tema	Personal Objetivo	Objetivos de la Capacitación	Fecha de programación
Capacitación teórica en Partes del equipo Alimak, sistema de transmisión, Jaula Auxiliar, Montaje de U frame, Operación de Winche Eléctrico	Personal seleccionado con examen médico para trabajos en altura	Tener conocimiento de las partes básicas del equipo Raise Climber, accesorios y componentes adicionales.	2/10/2019
		Uniformizar criterios y conocimiento del equipo Raise Climber entre todos los trabajadores.	
Protocolo de Emergencia en Chimeneas RC descendente	Personal seleccionado con examen médico para trabajos en altura	Tener conocimiento de las actividades que van a requerir, con el fin de disminuir el riesgo de caídas a distinto nivel, atrapamiento por partes móviles, energía eléctrica.	15/10/2019
		Saber cuál es el procedimiento a seguir, en caso de presentarse una emergencia por atrapamiento, accidente y/o falla del equipo a una altura determinada de la chimenea.	
Difusión de Protocolo de Emergencia	Personal seleccionado con examen médico para trabajos en altura	Conocimiento de responsabilidades y secuencia de pasos del Protocolo de Emergencia.	21/10/2019
Adiestramiento por Ocupación In Situ	Personal seleccionado con examen médico para trabajos en altura	Seguimiento y monitoreo In Situ, absolución de dudas.	22/10/2019
Simulacro de Entrenamiento	Personal Alimakero y Técnico	Conocimiento básicos de como reportar una emergencia minera.	30/10/2019

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó la aprobación del protocolo de emergencia por parte de los supervisores responsables de la empresa especializada y del titular minero.

Seguidamente se realizó la difusión del protocolo de emergencia de manera teórica. (ver figura 3.2.)

Se realizaron simulacros como parte del proceso de entrenamiento a fin de identificar oportunidades de mejora, debilidades, buscar alternativas de solución, a la vez

demostrar el nivel de seguridad de dicho protocolo de respuesta ante emergencia, para ello se elaboró un cronograma de actividades por semanas tal como se muestra en la tabla 3.6.

El desarrollo del simulacro estuvo liderado por la supervisión de la empresa especializada, profesionales con más 5 años de experiencia en trabajos con equipos trepadores Raise Climber.

El protocolo de rescate contiene 13 pasos simplificados como ya se expuso anteriormente y los cuales fueron verificados en el desarrollo del simulacro de entrenamiento.

Tabla 3.6 *Cronograma de Actividades Operativas y Desarrollo*

Ítem	Desarrollo de Actividades Operativas	Fecha de inicio	Duración	Fecha de finalización	Progreso
2.1	Selección de Personal Alimakero	23/09/2019	6	30/09/19	100%
2.2	Capacitación teórica en Montaje de RC	30/09/2019	6	07/10/19	100%
2.3	Capacitación teórica en Protocolo de Emergencia	30/09/2019	6	07/10/19	100%
2.4	Adquisición de materiales y equipos	30/09/2019	14	17/10/19	100%
2.5	Verificación de Montaje de RC In Situ	17/10/2019	6	24/10/19	100%
2.6	Difusión de Protocolo de Emergencia	20/10/2019	6	28/10/19	100%
2.7	Adiestramiento por Ocupación In Situ	27/10/2019	6	04/11/19	100%
2.8	Simulacro de Entrenamiento	28/10/2019	6	04/11/19	100%
2.9	Presentación de Informe Final	4/11/2019	6	11/11/19	100%

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado se realizó la difusión y entrenamiento in situ al personal antes de iniciar con los trabajos y actividades de entrenamiento tal como se evidencia en las figuras 3.1. y 3.2.

Así mismo el entrenamiento se desarrolló en la chimenea RB 916-4, ubicada en el nivel 4540.



Figura 3. 1 *Difusión de Protocolo de Rescate con Jaula Auxiliar*
Fuente: Elaboración propia



Figura 3. 2 *Capacitación, entrenamiento y evaluación en el Protocolo de Emergencia.*

Fuente: Elaboración Propia

3.2.2.4. *Desarrollo de Simulacro de Entrenamiento.*

El personal que se encuentra dentro de la chimenea, aviso al valvulero utilizando la radio de comunicación de larga distancia, reportando la inoperatividad del equipo a 100 m bajo la cámara.



Figura 3. 3 *Punto de Entrenamiento CH RB 916-4, NV 4540*
Fuente: Elaboración Propia

El valvulero dio aviso al supervisor, quien coordinó con el mecánico, electricista y personal de apoyo, para activar y ejecutar el protocolo de rescate.

El operador del equipo alimak procedió a verificar que el equipo este bien asegurado con sus frenos en el punto donde quedó inoperativo. (100 m. bajo el nivel del piso)

Una vez asegurado el equipo, el operador con el perforista subieron sobre la plataforma principal (guardacabeza) para liberar el grillete del cable del winche eléctrico de 10 toneladas que se encontraba anclado al equipo alimak y procedieron a comunicar al valvulero.

Mediante comunicación por radio y en bastante coordinación, el valvulero procedió a enrollar el cable del winche de 10 ton, hasta el nivel de la cámara.

El mecánico y valvulero ubicados en la cámara alimak, procedieron a descender la viga base “H” con apoyo del tecele hasta encajar en las patillas ubicadas en el contorno de la chimenea.

Seguidamente continuaron con el armado de la plataforma de madera utilizando tablas

de 1.5 m. en los contornos de la viga base y el contorno de la chimenea (chimenea de diámetro de 3 m.), colocaron las tablas de 3 m. de longitud sobre la viga “H” y finalmente la aseguraron con sogas de ½” con el fin de hermetizar la abertura de la chimenea. (ver figura 3.4.)

Una vez asegurada la plataforma de rescate, trasladaron la jaula de rescate sobre la plataforma y en la línea de proyección del cable del winche tal como se evidencia en la figura 3.5.

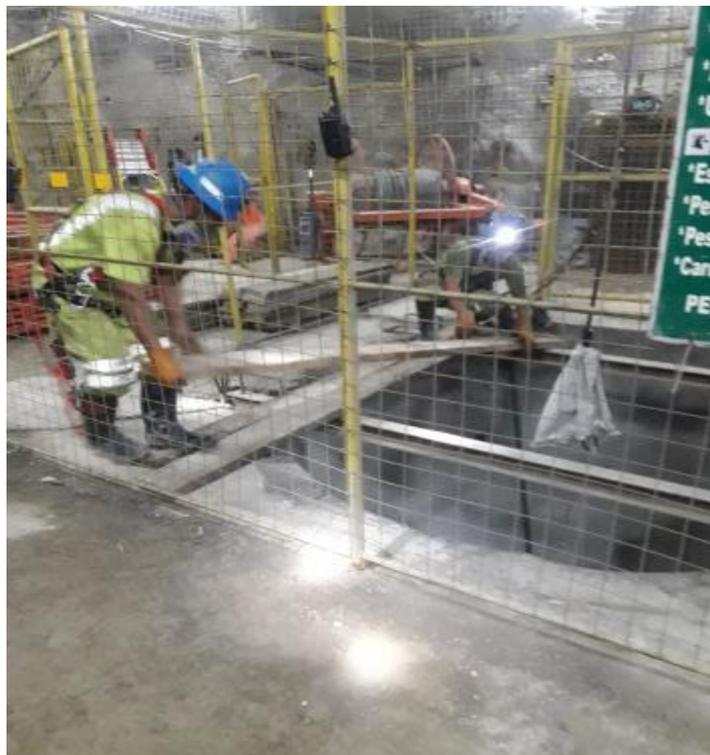


Figura 3. 4 *Instalación de Tablas sobre Vigas Transversales*
Fuente: Elaboración Propia



Figura 3. 5 *Personal trasladando la Jaula Auxiliar sobre la Plataforma.*
Fuente: Elaboración Propia

Seguidamente realizaron el montaje de la cremallera auxiliar (U-Frame) al carril de avance, acoplaron la jaula la jaula auxiliar (rescate), asegurándolos con los pernos de grado, procedieron a colocar el cable de acero de 1” del winche en la argolla del U-Frame, así mismo este fue asegurado con su respectivo grillete de 1”.

Culminada la instalación de la jaula de rescate procedieron a realizar las maniobras de suspensión.

Siguiendo el desarrollo de simulacro continuaron con la apertura de un espacio en la plataforma de rescate para que pueda descender la jaula auxiliar (jaula de rescate), para ello se retiró solamente las tablas necesarias para el paso de la jaula.

Seguidamente se procedió a realizar una prueba de izaje en vacío en la cámara, el mecánico ingreso dentro de la jaula de rescate portando una radio de comunicación tal como se evidencia en la figura 3.6.

Previa coordinación entre el personal de la cámara (valvulero) y el personal que se encontraba en la chimenea, se procedió a realizar el descenso controlando la velocidad de descenso del winche de 10 ton, el mecánico al aproximarse a la plataforma principal del equipo alimak (10 m.), comunico vía radial al valvulero para que active el freno del winche y asegure el cable de izaje.



Figura 3. 6 Prueba en Vacío con la Jaula Auxiliar
Fuente: Elaboración Propia

Llegando la jaula de rescate a la guarda cabeza del equipo Raise Climber Alimak atrapado en la chimenea, el personal de la chimenea ingreso en la jaula auxiliar pasando por la compuerta del equipo principal hacia la jaula auxiliar para proceder con el ascenso.

En coordinación y vía radial, se inició con el ascenso de la jaula auxiliar, la cual era elevada por el winche eléctrico de 10 ton. desde el punto donde había quedado atrapado el personal (50 m aproximadamente) hasta llegar hacia la cámara alimak (nivel del piso) con ello se dio por concluido el simulacro de entrenamiento tal como se ve en la figura 3.7.

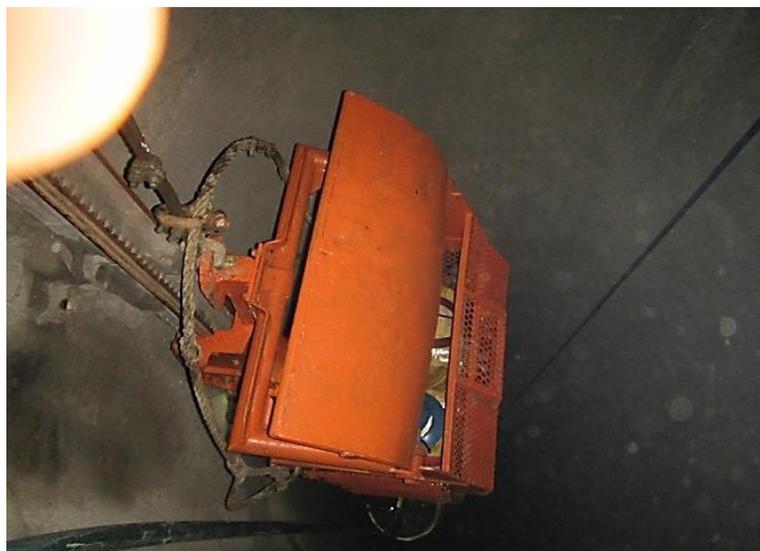


Figura 3. 7 Ascenso de Jaula Auxiliar con Personal
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3. 7 Resumen de Tiempos Controlados de Rescate con Jaula Auxiliar

N°	Actividades	Sem -10
Paso 1	Desacople de grillete	3
Paso 2	Izaje de cable de winche	5
Paso 3	Armado de plataforma	15
Paso 4	Montaje de jaula de rescate	20
Paso 5	Descenso de jaula de rescate	8
Paso 6	Ascenso de jaula de rescate	10
	Tiempo promedio (min)	61

Fuente: Datos obtenidos en campo
Elaboración Propia

Tabla 3. 8 Resumen de Tiempos Estimados de Rescate con Cuerdas

N°	Actividades	Tiempo Promedio
Paso 1	Armado de plataforma	20
Paso 2	Armado de trípode	30
Paso 3	Descenso de rescatista	180
Paso 4	Aseguramiento de personal rescatar	30
Paso 5	Ascenso de personal (3 personas)	210
	Tiempo promedio (min)	470

Fuente: Datos obtenidos de la estadística de la empresa.

Elaboración Propia.

3.2.3. Utilización de Jaula de Rescate.

3.2.3.1. Componentes del Sistema de Rescate con Jaula Auxiliar.

3.2.3.1.1. Jaula Auxiliar.

Se utilizó la jaula auxiliar del equipo Alimak, su capacidad es de hasta 3 pasajeros, cuenta con un guardacabeza movable, compuertas y cortinas de malla como medidas de seguridad, sus dimensiones son de 2.0 m de alto, 1.0m de ancho y una profundidad de 0.85 m, su peso oscila entre los 100 a 135 kg.

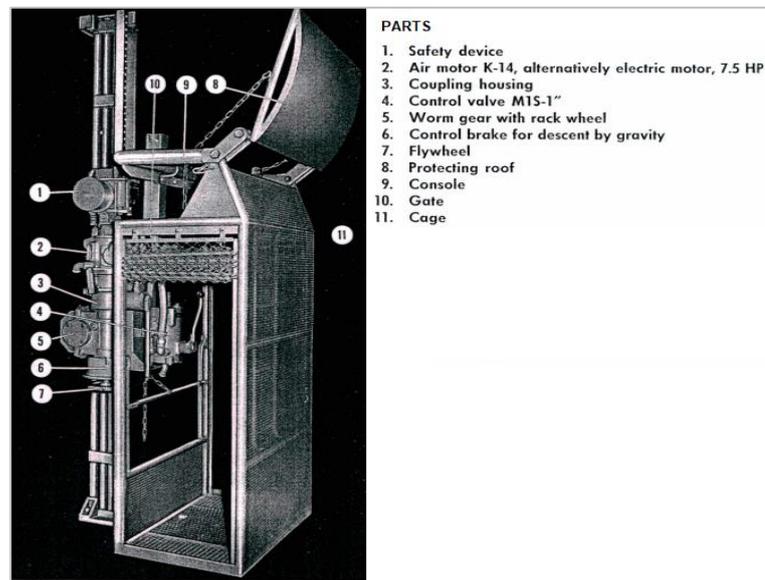


Figura 3. 8 Partes de la Jaula de Rescate – Alicab

Fuente: Partes de Alimak. Adaptado de Raise Climber Technical Description,2010.

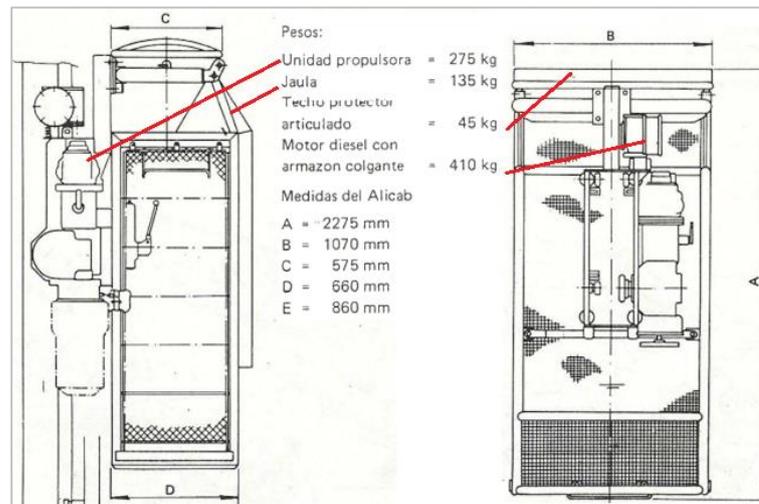


Figura 3. 9 *Parámetros Técnicos de Jaula Auxiliar*

Fuente: Partes de Alimak. Adaptado de Raise Climber Technical Description,2010.

3.2.3.1.2. Winche Eléctrico.

Para el descenso del equipo Raise Climber- Alimak (Principal), se utiliza un cable de seguridad de 1" el cual es izado y recogido por un winche eléctrico, modelo Fulcrum marca Ingersoll Rand, cuya capacidad de carga nominal es de 20 toneladas, factor de diseño de 5:1

3.2.3.1.3. Cable Acerado.

El cable utilizado es de 1" de diámetro, cuenta con 6 torones y cada torón está conformado de 12 alambres de acero galvanizado, su resistencia nominal a la rotura es de 13.5 toneladas según pruebas de laboratorio.

Para los trabajos de izaje con el cable eléctrico, se realizaron los cálculos matemáticos en referencia al peso total a izar, así mismo se consideraron los parámetros nominales según su ficha técnica y certificado de calidad.

3.2.3.1.4. Dispositivo de Anclaje y Encarrilamiento.

El dispositivo que se utilizó para unir la jaula de rescate a los carriles se denomina U-frame, componente que fabrica original de Arkbro Industries Alimak.

3.2.3.1.5. Accesorios de Izaje.

Se utilizó 2 estrobos como accesorios de anclaje del cable acerado hacia la jaula auxiliar.

3.2.3.1.6. Estructura "H" para Armado de Plataforma.

En el collar de la chimenea se instaló una estructura metálica utilizando vigas de 6"x6" por 15mm de espesor, dicha estructura tenía la forma de una "H" y cuya finalidad es la servir de armazón para poder armar la plataforma de madera sobre esta y poder realizar la instalación de la jaula auxiliar.

3.2.3.1.7. Madera y Elementos de Aseguramiento.

Se seleccionaron 40 tablas de madera de 3.0 m de largo, 30 cm de ancho y espesor de 3", estas fueron cortadas a 1.5 m, en total se cortaron 15 tablas generándose 30 piezas, así mismo se seleccionaron y pintaron 20 tablas enteras, toda esta madera se utilizó para poder armar la plataforma de madera, así mismo se utilizó sogas de 3/4" para poder asegurarlo y fijarlo en la viga "H".

3.2.3.1.8. Diseño y Calculo del Coeficiente de Seguridad.

Se realizó el análisis del cálculo del coeficiente de seguridad para el presente plan de entrenamiento antes de su ejecución, se consideró los pesos relativos en función al número de personas que entrarían en la jaula, el peso de la jaula de rescate con sus componentes de anclaje, el peso del cable por la longitud de descenso y considerando un factor de seguridad nominal mayor 8 de acuerdo a la profundidad de descenso, para el presente proyecto se consideró un descenso de hasta 100 m. según se detalla a

continuación.

Cálculo del Coeficiente de Seguridad – Sistema Jaula de Rescate

a) Calculo de Peso Total de Izaje:

a) Personal (4 personas, 80 kg. c/u).....	320 Kg.
b) Jaula de Rescate.....	865 Kg.
c) Peso del Cable (2.78 Kg/m, Profundidad 100 m.).....	278 Kg.
d) Fuerza de Aceleración (Aceleración:0.91 m/s ²).....	<u>110 Kg.</u>
	1573 Kg.

b) Calculo del Coeficiente de Seguridad (K)

$$K = C(\text{rot.})/C(\text{sop.}) ;$$

donde C (rot.): Resistencia Nominal a la Tracción (Según ficha técnica) y
C(sop.): Carga Total a Soportar

$$K = \frac{23.20 \text{ Ton.}}{1.573 \text{ Ton.}} = 14.74$$

$$K = 14.74 \text{ (Factor de Seguridad)}$$

Así mismo se realizó el cálculo del coeficiente de seguridad para un rescate con cuerdas

Cálculo del Coeficiente de Seguridad – Sistema Rescate con Cuerdas

a) Calculo de Peso Total de Izaje:

a) Personal (2 personas, 80 kg. c/u).....	160 Kg.
b) Accesorios de Ascenso y Descenso	10 Kg.
c) Peso del Cable (111g/m, Profundidad 100 m.).....	11.1 Kg.
d) Fuerza de Aceleración (Aceleración:0.91 m/s ²).....	<u>110 Kg.</u>
	291.1 Kg.

b) Calculo del Coeficiente de Seguridad (K)

$$K = \frac{23.00 \text{ KN}}{291.1 \text{ Kg.}} = \frac{2345.35 \text{ Kg.}}{291.1 \text{ Kg.}} = 8.07$$

$$K = 8.05 \text{ (Factor de Seguridad)}$$

El factor de Seguridad para el rescate con cuerdas nos da como resultado 8.07.

Luego de realizado los cálculos del coeficiente de seguridad se obtuvo un valor de 14.74, dicho factor está por encima del nominal (7) establecido para profundidades de hasta 100 m.

CAPITULO IV
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Análisis de los Resultados de la Investigación y Contrastación de Hipótesis

4.1.1 Análisis de Costo de Implementación de Jaula de Rescate en Comparación al Rescate con Cuerdas

Tabla 4. 1 *Comparativo de inversión entre Jaula de Rescate y Rescate con Cuerda*

<i>Cuadro Comparativo de Modalidad de Rescate Vs Costos de Inversión</i>		
<i>Ítem</i>	<i>Modalidad de Rescate</i>	<i>Costo de Inversión (\$)</i>
<i>1</i>	<i>Costo de Rescate con Jaula Auxiliar</i>	<i>24260</i>
<i>2</i>	<i>Costo de Rescate con Cuerdas</i>	<i>34000</i>
<i>3</i>	<i>Diferencia</i>	<i>9740</i>

Datos obtenidos en campo

Fuente: Elaboración Propia

Existe una diferencia de \$ 9740 entre la implementación del sistema de rescate con jaula y el rescate con cuerdas.

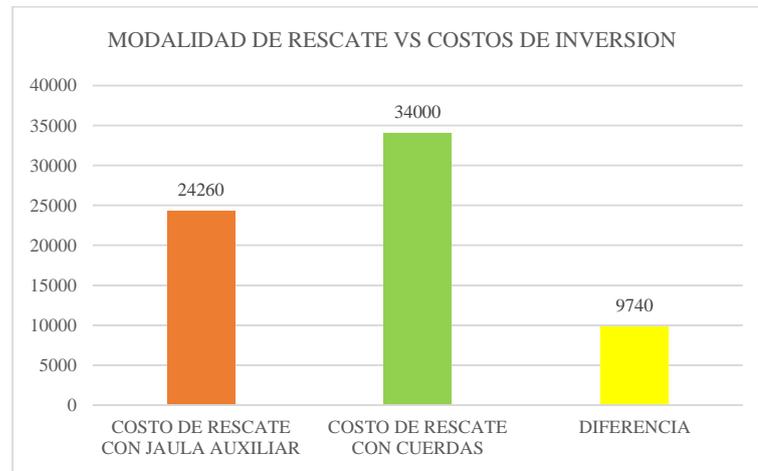


Figura 4. 1 Costo por Modalidad de Rescate
Fuente: Elaboración propia)

Tabla 4. 2 Comparativo en Base a Tiempos de Rescate

Cuadro Comparativo según Modalidad de Rescate Vs Tiempo de Rescate		
Ítem	Modalidad de Rescate	Tiempo Total (Min.)
1	Tiempo de Rescate con Jaula Auxiliar	61
2	Tiempo de Rescate con Cuerdas	470
3	Diferencia	409 (7 horas)

Datos obtenidos en campo
Fuente: Elaboración Propia

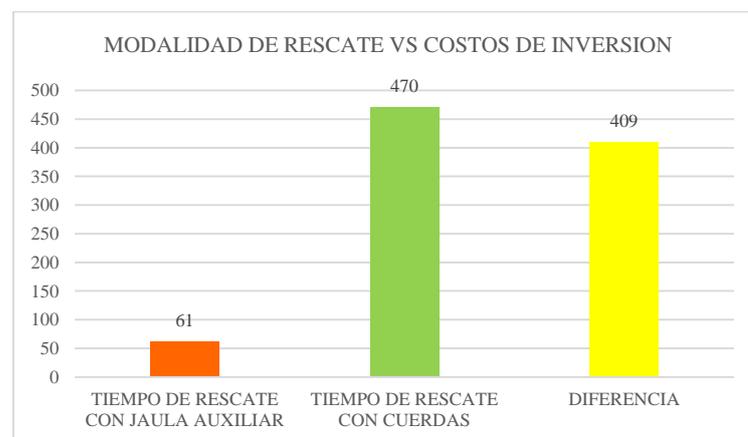


Figura 4. 2 Tiempo de Respuesta por Modalidad de Rescate
Fuente: Elaboración propia

El tiempo de rescate mediante jaula auxiliar Alimak fue de 61 min (1 hora) como promedio, mientras que, el tiempo estimado de rescate mediante cuerdas bajo las mismas condiciones se está considerando entre 470 minutos (7 horas) (Petzl, 2019)

4.1.2 Análisis de Efectividad de Aprendizaje Mediante la Capacitación y Entrenamiento In Situ.

Tabla 4. 3 Incremento del Índice de Efectividad de Aprendizaje

EMPLEADO	NOTA INICIAL	NOTA FINAL	IEA
Jefe de guardia	18	20	11%
Jefe de seguridad	19	20	5%
Supervisor	15	18	20%
Líder perforista	12	18	50%
Líder perforista	13	20	54%
Perforista	15	18	20%
Perforista	14	20	43%
Valvulero	13	20	54%
Mecánico	15	20	33%
Electricista	16	20	25%

Datos obtenidos en campo
Fuente: Elaboración Propia

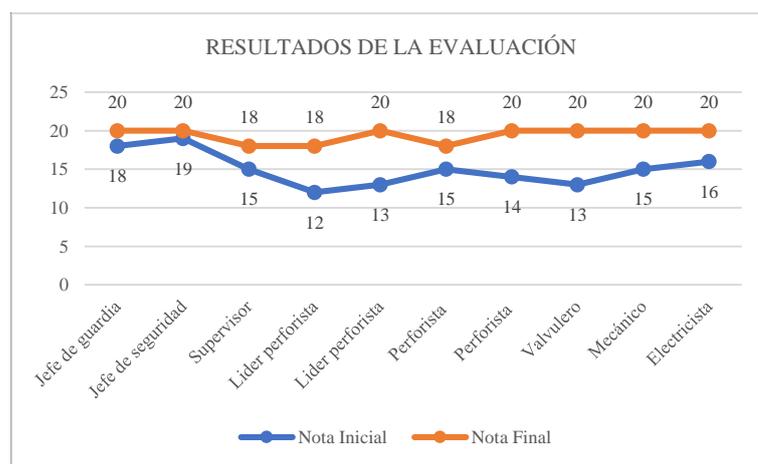


Figura 4. 3 Evolución de Aprendizaje en los Trabajadores
Fuente: Elaboración propia

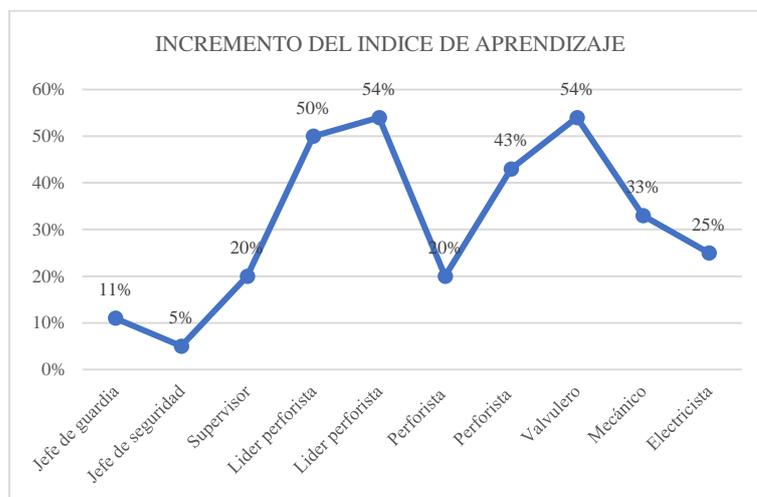


Figura 4. 4 *Incremento del Índice de Efectividad de Aprendizaje*
Fuente: Elaboración propia

Se alcanzó un incremento del índice de efectividad de aprendizaje de 54% como valor más alto, mientras mayor sea este valor, la efectividad de aprendizaje en el personal fue mayor también.

Tabla 4. 4 *Comparativo entre Costos de Entrenamiento por Modalidad de Rescate*

Cuadro Comparativo de Modalidad de Rescate Vs Costo de Entrenamiento (\$)						
Ítem	Modalidad de Rescate	de	Costo por Hora (\$)	Total de Horas por Día	de	Total de Costo (\$)
1	Costo de Rescate con Jaula Auxiliar		314	4	7	8792
2	Costo de Rescate con Cuerdas		143	4	30	17160
3	Diferencia					8368

Datos obtenidos en campo

Fuente: Elaboración Propia.

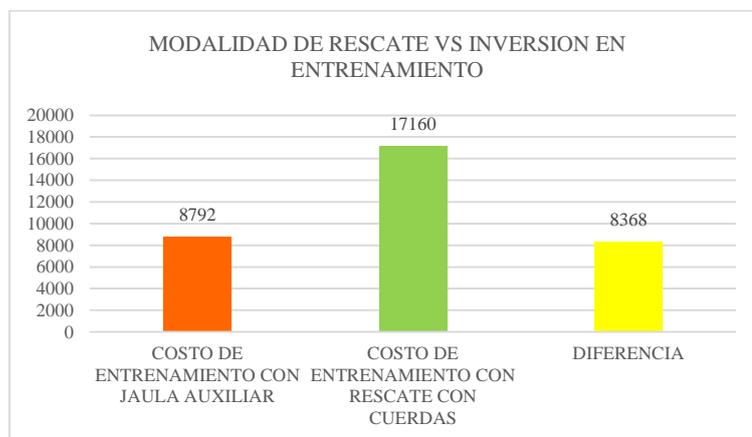


Figura 4.5 Costo de Entrenamiento por Modalidad de Rescate
Fuente: Elaboración propia

Existe una diferencia de \$/. 8368 entre el costo de entrenamiento con jaula de rescate y la modalidad de rescate con cuerdas.

4.1.3 Análisis del Factor de Seguridad según Modalidades de Rescate, Implementación de Jaula de Rescate y Rescate con Cuerdas

El factor de seguridad del cable está por encima de 8 a 1 de acuerdo a la ficha técnica y certificado de calidad, dichos documentos originales se encuentran en los archivos de la empresa especializada.

Tabla 4.5 Comparativo del Factor de Seguridad por Modalidad de Rescate

Cuadro Comparativo del Factor de Seguridad		
Modalidad	Jaula de Rescate	Rescate con Cuerdas
Carga Total en izaje (Kg)	1573	291.1
N° de Viajes	2	7
N° de Personas Atrapadas	4	4
N° de Personas Rescatistas	6	5
Tiempo Total	61	470
Resistencia Nominal (Ton)	23.20	2.35
Factor de Seguridad	14.75	8.07

Datos obtenidos en campo
Fuente: Elaboración Propia

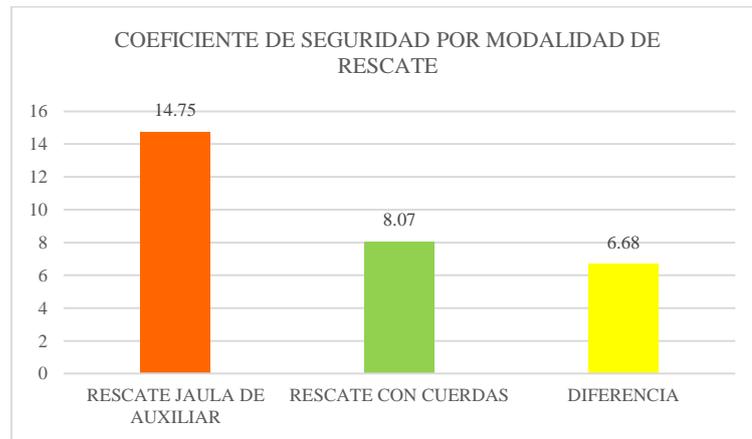


Figura 4.6 Factor de Seguridad por Modalidad de Rescate
Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Análisis del Nivel de Aceptabilidad del Protocolo de Emergencia en los trabajos con Equipo Raise Climber mediante encuestas

Se realizó una encuesta anónima con fines académicos a 49 colaboradores de la empresa especializada, dicha encuesta contaba con 21 preguntas y se utilizó la escala de Likert para poder recopilar información en referencia a la implementación del protocolo de emergencia para trabajos de sostenimiento con equipo Raise Climber descendente así mismo sobre el uso, costo y confiabilidad de la jaula de rescate y la necesidad del entrenamiento del personal para poder actuar y responder según protocolo de emergencia.

Tabla 4. 6 *Formato de Encuesta Anónima*

Sobre la Implementación de la Jaula de rescate	1	2	3	4	5
1 ¿Esta de acuerdo con la implementación de la jaula de rescate para los trabajos en chimeneas Raise Climber descendente?					
2 ¿Proporciona rapidez en la maniobra de rescate?					
3 ¿Proporciona seguridad durante las maniobras de rescate?					
4 ¿Es importante la implementación de la jaula de rescate en los trabajos de chimeneas Raise Climber?					
5 ¿El proceso de instalación de la jaula según protocolo es sencillo?					
6 ¿Se requiere que la jaula sea de fabricación original, así como los demás componentes del equipo Raise Climber?					
7 ¿Para el uso de la jaula de rescate se requiere un entrenamiento específico para el personal antes de su uso?					
8 ¿El costo de implementación de jaula es moderado en comparación con un sistema de rescate con cuerdas?					
Sobre Entrenamiento del personal					
9 ¿Es importante el entrenamiento en la aplicación del protocolo de emergencia?					
10 ¿Es importante contar con una capacitación teórica antes de ejecutar los entrenamientos?					
11 ¿Es importante el entrenamiento en campo para asegurar el entendimiento del personal?					
12 ¿Considera que el entrenamiento del personal ha sido de fácil aplicación?					
13 ¿La capacitación teórica es importante antes del entrenamiento?					
14 ¿El entrenamiento permite medir el nivel de entendimiento del personal respecto al protocolo de emergencia?					
15 ¿El simulacro permitió evidenciar fortalezas y debilidades del protocolo de emergencia?					
Sobre la Utilización de la jaula de rescate					
16 ¿Garantiza confiabilidad para realizar maniobras de rescate?					
17 ¿Es de fácil utilización?					
Protocolo de Emergencia					
18 ¿Permite contar con procedimiento de maniobra de rescate para este tipo de trabajos?					
19 ¿Es práctico y de fácil entendimiento para el personal?					
20 ¿Permite contar con los lineamientos para poder actuar ante una eventual emergencia?					
21 ¿Permite asegurar un rescate seguro a profundidades mayores por encima de los 10 m?					

Fuente: Elaboración propia

4.1.5 Resultados de Cuestionario de Preguntas mediante Análisis Estadístico

Para un mejor análisis estadístico del cuestionario se utilizó el programa SPSS Statistics v.21 en donde se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 4. 7 *Pregunta N°1 de Cuestionario*

¿Esta de acuerdo con la implementación de la jaula de rescate para los trabajos de en chimeneas Raise Climber descendente?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	De Acuerdo	26	53,1	53,1	53,1
	Totalmente de Acuerdo	23	46,9	46,9	100
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

¿Esta de acuerdo con la implementación de la jaula de rescate para los trabajos de en chimeneas Raise Climber descendente?

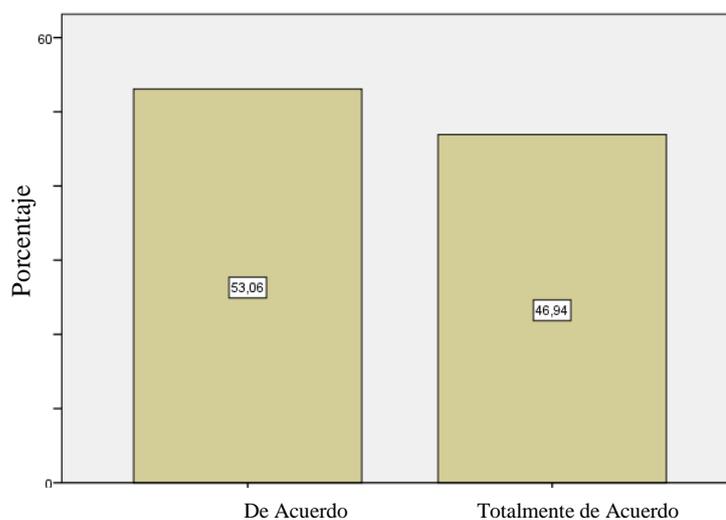


Figura 4. 7 *Gráfica Estadística Preguntada N° 1 de Cuestionario*

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

La presente tabla nos muestra que el 53,1% se muestran de acuerdo con la implementación de la jaula de rescate para los trabajos en chimeneas Raise Climber descendente, mostrándose además Totalmente de Acuerdo el 46,9%.

Tabla 4. 8 *Pregunta N°2 de Cuestionario*

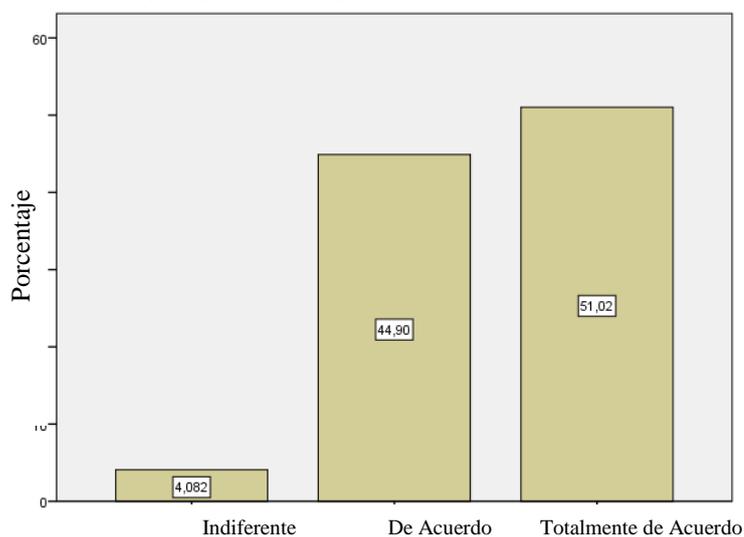
¿Proporciona rapidez en la maniobra de rescate?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Indiferente	2	4,1	4,1	4,1
	De Acuerdo	22	44,9	44,9	49,0
	Totalmente de Acuerdo	25	51,0	51,0	100,0
	Total	49	100	100	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

¿Proporciona rapidez en la maniobra de rescate?

**Figura 4. 8** *Gráfica Estadística Pregunta N° 2 de Cuestionario*

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

La presente tabla nos muestra que al 4,1% le es indiferente la rapidez en las maniobras de rescate, estando de acuerdo con estas maniobras el 44,9%, y totalmente de acuerdo el 51,02%.

Tabla 4. 9 *Pregunta N°3 de Cuestionario*

¿Proporciona seguridad durante las maniobras de rescate?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	De Acuerdo	27	55,1	55,1	55,1
	Totalmente de Acuerdo	22	44,9	44,9	100
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

¿Proporciona seguridad durante las maniobras de rescate?

**Figura 4. 9** *Gráfica Estadística Pregunta N° 3 de Cuestionario*

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

La presente tabla nos muestra que el 55,1% están de acuerdo con la seguridad durante las maniobras de rescate, y el 44,9% se muestran totalmente de acuerdo.

Tabla 4. 10 *Pregunta N°4 de Cuestionario*

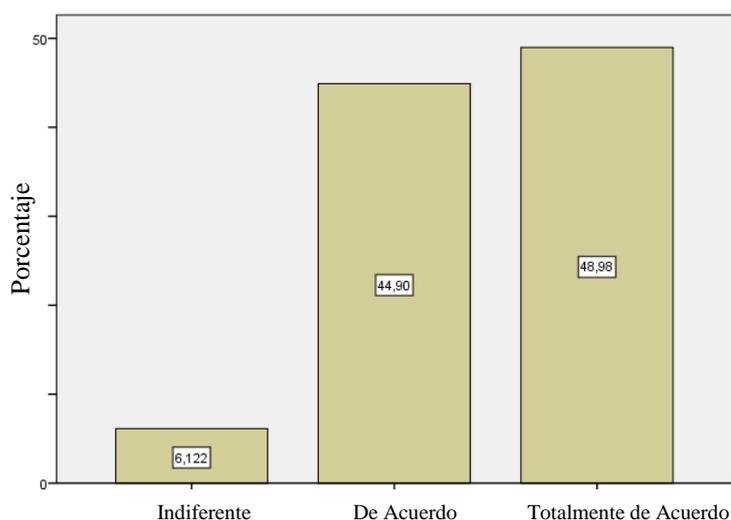
¿Es importante la implementación de la jaula de rescate en los trabajos de chimeneas Raise Climber?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Indiferente	3	6,1	6,1	6,1
	De Acuerdo	22	44,9	44,9	51,0
	Totalmente de Acuerdo	24	49,0	49,0	100,0
	Total	49	100	100	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

¿Es importante la implementación de la jaula de rescate en los trabajos de chimeneas Raise Climber?

**Figura 4. 10** *Gráfica Estadística Pregunta N° 4 de Cuestionario*

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

La presente tabla nos muestra que al 6,1% le es indiferente la implementación de la jaula de recate en los trabajos de chimeneas Raise Climber, mostrándose el 44,9% de acuerdo con esta implementación, y estando totalmente de acuerdo el 49.0%.

Tabla 4. 11 *Pregunta N°5 de Cuestionario*

¿El proceso de instalación de jaula según protocolo es sencillo?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos De Acuerdo	23	46,9	46,9	46,9
Totalmente de Acuerdo	26	53,1	53,1	100
Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

¿El proceso de instalación de jaula según protocolo es sencillo?

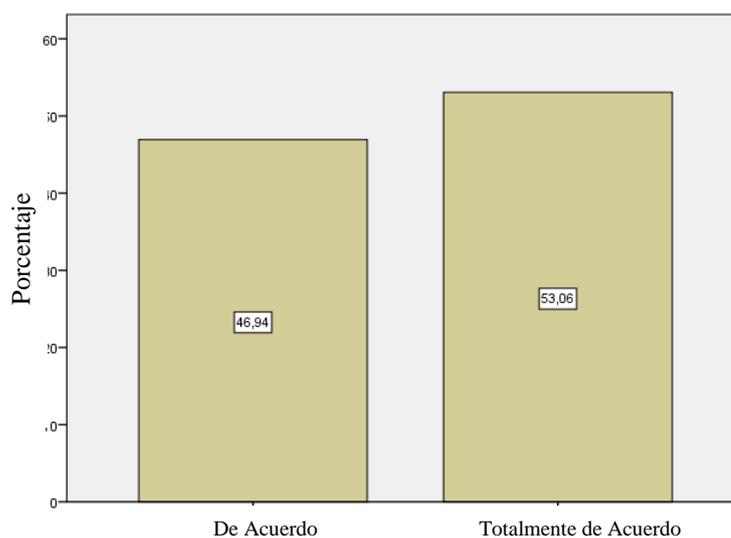


Figura 4. 11 *Gráfica Estadística Preguntada N° 5 de Cuestionario*
 Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21
 Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

La presente tabla nos muestra que el 46,9% están de acuerdo con que el proceso de instalación de la jaula es sencillo, y totalmente de acuerdo el 53,1%.

Tabla 4. 12 *Pregunta N°6 de Cuestionario*

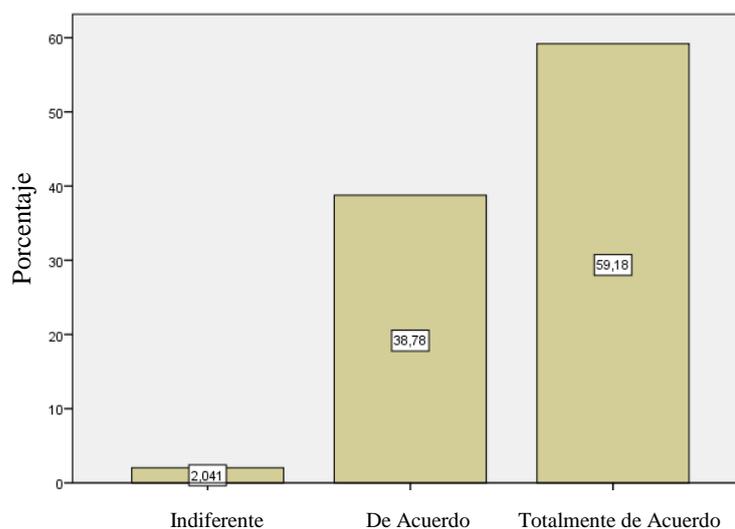
¿Se requiere que la jaula sea de fabricación original, así como los demás componentes del equipo Raise Climber?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Indiferente	1	2,0	2	2,0
	De Acuerdo	19	38,8	38,8	40,8
	Totalmente de Acuerdo	29	59,2	59,2	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

¿Se requiere que la jaula sea de fabricación original, así como los demás componentes del equipo Raise Climber?

**Figura 4. 12** *Gráfica Estadística Preguntado N° 6 de Cuestionario*

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

La presente tabla nos muestra que al 2,0% le es indiferente que la jaula sea de fabricación original, el 38,8% están de acuerdo con que la jaula sea de fabricación original, y el 59,2% están totalmente de acuerdo con este ítem.

Tabla 4. 13 *Pregunta N°7 de Cuestionario*

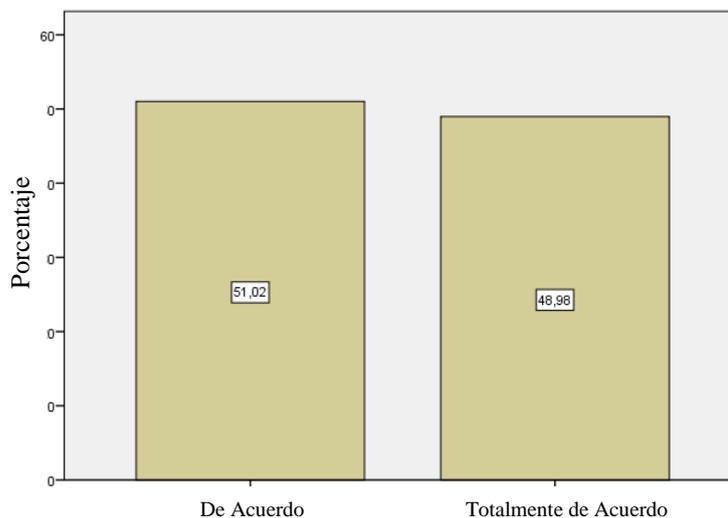
¿Para el uso de la jaula de rescate se requiere un entrenamiento específico para el personal antes de su uso?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	De Acuerdo	25	51,0	51,0	51,0
	Totalmente de Acuerdo	24	49,0	49,0	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

¿Para el uso de la jaula de rescate se requiere un entrenamiento específico para el personal antes de su uso?

**Figura 4. 13** *Gráfica Estadística Preguntada N° 7 de Cuestionario*

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

La presente tabla nos muestra que el 51,0% están de acuerdo de que para el uso de la jaula de rescate haya un entrenamiento previo, estando totalmente de acuerdo con esta aseveración el 49,0%.

Tabla 4. 14 *Pregunta N°8 de Cuestionario*

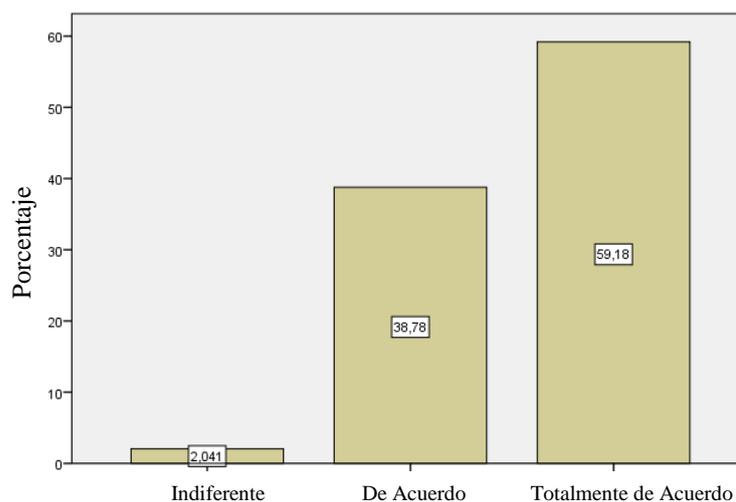
¿El costo de implementación de jaula es moderado en comparación con un sistema de rescate con cuerdas?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Indiferente	1	2,0	2	2,0
	De Acuerdo	19	38,8	38,8	40,8
	Totalmente de Acuerdo	29	59,2	59,2	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

¿El costo de implementación de jaula es moderado en comparación con un sistema de rescate con cuerdas?

**Figura 4. 14** *Gráfica Estadística Preguntada N° 8 de Cuestionario*

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

El presente cuadro nos muestra que al 2,0% le es indiferente que el costo de implementación sea moderado, estando de acuerdo con el costo el 38,8%, y totalmente de acuerdo el 59,2%.

Tabla 4. 15 *Pregunta N°9 de Cuestionario*

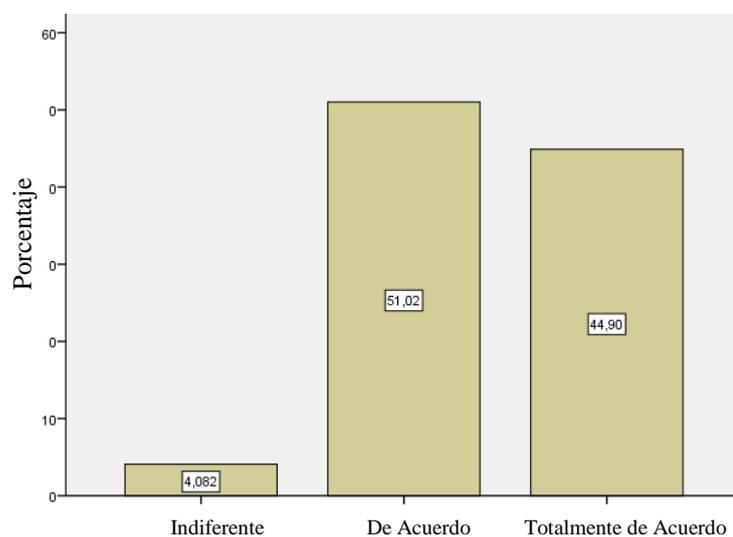
¿Es importante el entrenamiento en la aplicación del protocolo de emergencia?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Indiferente	2	4,1	4,1	4,1
	De Acuerdo	25	51,0	51,0	55,1
	Totalmente de Acuerdo	22	44,9	44,9	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

¿Es importante el entrenamiento en la aplicación del protocolo de emergencia?

**Figura 4. 15** *Gráfica Estadística Pregunta N° 9 de Cuestionario*

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

El presente cuadro nos muestra que al 4,1% le es indiferente el entrenamiento en la aplicación del protocolo de emergencia, estando de acuerdo el 51,0%, con este entrenamiento, y totalmente de acuerdo el 44,9%.

Tabla 4. 16 *Pregunta N°10 de Cuestionario*

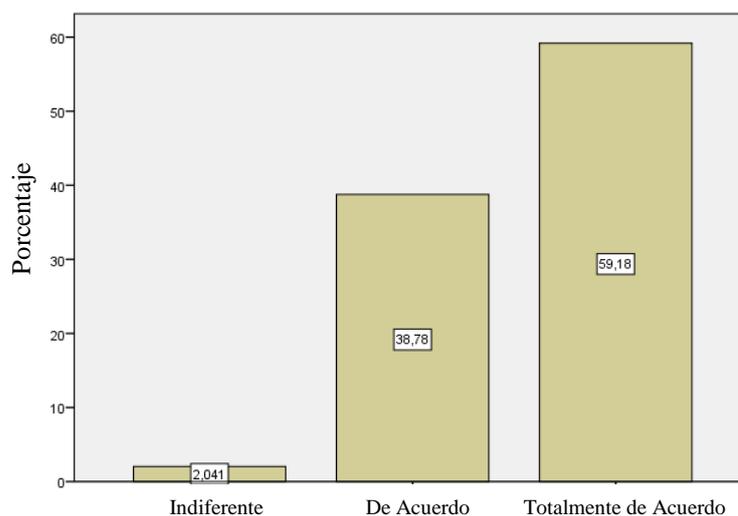
¿Es importante contar con una capacitación teórica antes de ejecutar los entrenamientos?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Indiferente	1	2,0	2,0	2,0
	De Acuerdo	19	38,8	38,8	40,8
	Totalmente de Acuerdo	29	59,2	59,2	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

¿Es importante contar con una capacitación teórica antes de ejecutar los entrenamientos?

**Figura 4. 16** *Gráfica Estadística Preguntada N° 10 de Cuestionario*

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

El presente cuadro nos muestra que al 2,0% le es indiferente contar con una capacitación teórica antes de ejecutar los entrenamientos, estando de acuerdo con la capacitación el 38,8%, y totalmente de acuerdo el 59,2%.

Tabla 4. 17 *Pregunta N°11 de Cuestionario*

¿Es importante el entrenamiento en campo para asegurar el entendimiento del personal?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	De Acuerdo	24	49,0	49,0	49,0
	Totalmente de Acuerdo	25	51,0	51,0	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

¿Es importante el entrenamiento en campo para asegurar el entendimiento del personal?



Figura 4. 17 *Gráfica Estadística Pregunta N° 11 de Cuestionario*
 Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21
 Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

El presente cuadro nos muestra que 49,0% se muestran de acuerdo con la importancia del entrenamiento en campo, así mismo el 51,0% se muestran totalmente de acuerdo.

Tabla 4. 18 *Pregunta N°12 de Cuestionario*

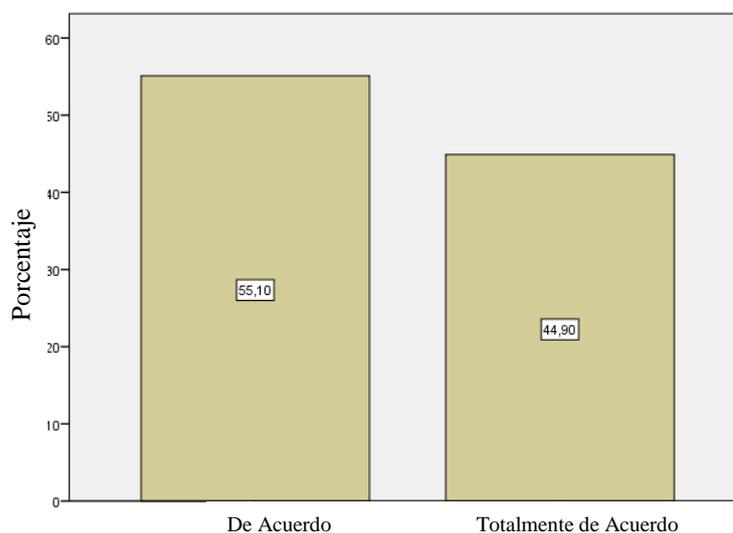
¿Considera que el entrenamiento del personal ha sido de fácil aplicación?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	De Acuerdo	27	55,1	55,1	55,1
	Totalmente de Acuerdo	22	44,9	44,9	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

¿Considera que el entrenamiento del personal ha sido de fácil aplicación?

**Figura 4. 18** *Gráfica Estadística Pregunta N° 12 de Cuestionario*

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

El presente cuadro nos muestra que 55,1% se muestran de acuerdo de que el entrenamiento del personal ha sido de fácil aplicación, y el 44,9% se muestra totalmente de acuerdo.

Tabla 4. 19 *Pregunta N°13 de Cuestionario*

¿La capacitación teórica es importante antes del entrenamiento?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	De Acuerdo	23	46,9	46,9	46,9
	Totalmente de Acuerdo	26	53,1	53,1	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21
Fuente: Elaboración Propia

¿La capacitación teórica es importante antes del entrenamiento?

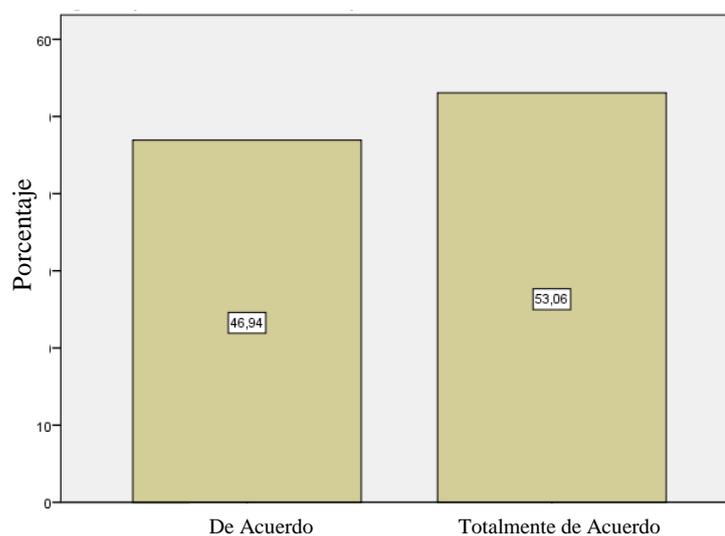


Figura 4. 19 *Gráfica Estadística Pregunta N° 13 de Cuestionario*
Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

El presente cuadro nos muestra que 46,9% se muestran de acuerdo con la importancia de la capacitación teórica, así mismo el 53,1% se muestran totalmente de acuerdo.

Tabla 4. 20 *Pregunta N°14 de Cuestionario*

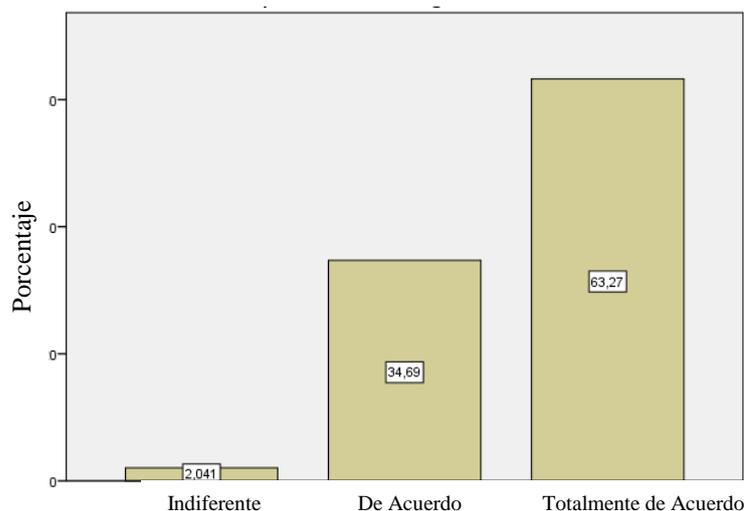
¿El entrenamiento permite medir el nivel de entendimiento del personal respecto al protocolo de emergencia?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Indiferente	1	2,0	2,0	2,0
	De Acuerdo	17	34,7	34,7	36,7
	Totalmente de Acuerdo	31	63,3	63,3	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

¿El entrenamiento permite medir el nivel de entendimiento del personal respecto al protocolo de emergencia?

**Figura 4. 20** *Gráfica Estadística Preguntada N° 14 de Cuestionario*

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

El presente cuadro nos muestra que al 2,0% le es indiferente de que el entrenamiento mida el nivel de rendimiento con respecto al protocolo de emergencia, estando el 34,7% de acuerdo con esta interrogante, y mostrándose totalmente de acuerdo el 63,3%.

Tabla 4. 21 *Pregunta N°15 de Cuestionario*

¿El simulacro permitió evidenciar fortalezas y debilidades del protocolo de emergencia?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	De Acuerdo	24	49,0	49,0	49,0
	Totalmente de Acuerdo	25	51,0	51,0	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

¿El simulacro permitió evidenciar fortalezas y debilidades del protocolo de emergencia?

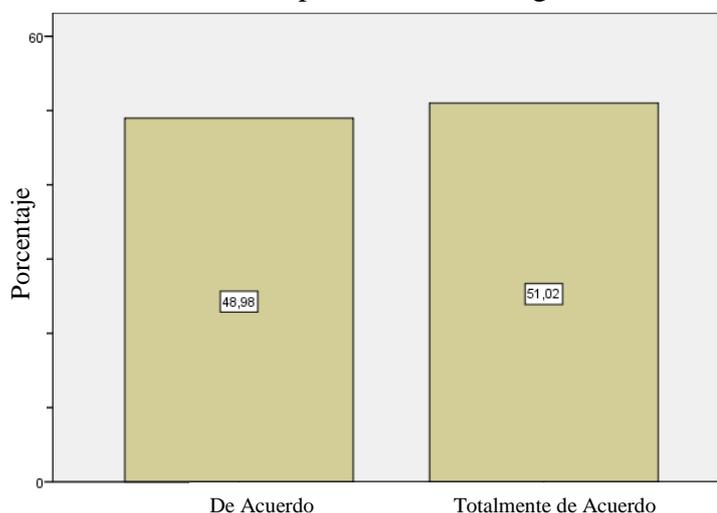


Figura 4. 21 *Gráfica Estadística Pregunta N° 15 de Cuestionario*
 Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21
 Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

El presente cuadro nos muestra que el 49,0% están de acuerdo en que el simulacro permite evidenciar las fortalezas y debilidades del protocolo de emergencia, y estando totalmente de acuerdo con esta interrogante el 51,0%.

Tabla 4. 22 *Pregunta N°16 de Cuestionario*

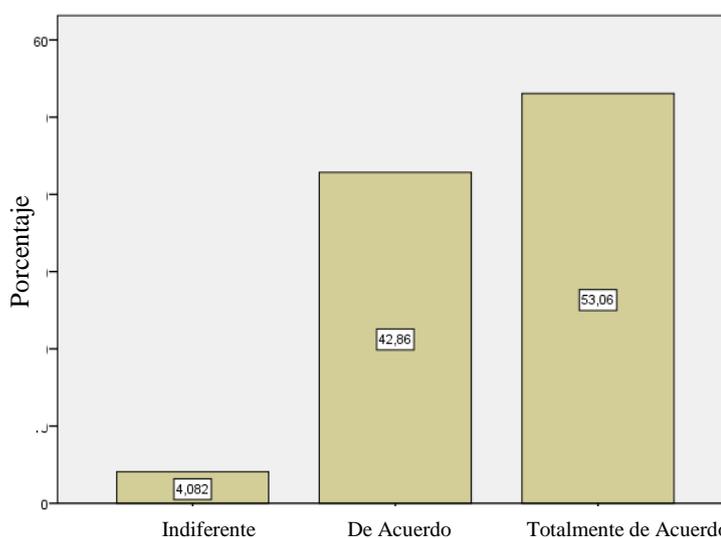
¿Garantiza confiabilidad para realizar maniobras de rescate?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Indiferente	2	4,1	4,1	4,1
	De Acuerdo	21	42,9	42,9	46,9
	Totalmente de Acuerdo	26	53,1	53,1	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

¿Garantiza confiabilidad para realizar maniobras de rescate?

**Figura 4. 22** *Gráfica Estadística Preguntada N° 16 de Cuestionario*

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

El presente cuadro nos muestra que al 4,1% le es indiferente que la caja garantice seguridad para realizar maniobras de rescate, estando el 42,9% de acuerdo con esta interrogante, y mostrándose totalmente de acuerdo el 53,1%.

Tabla 4. 23 *Pregunta N°17 de Cuestionario*

¿Es de fácil utilización?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	De Acuerdo	22	44,9	44,9	44,9
	Totalmente de Acuerdo	27	55,1	55,1	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

¿Es de fácil utilización?

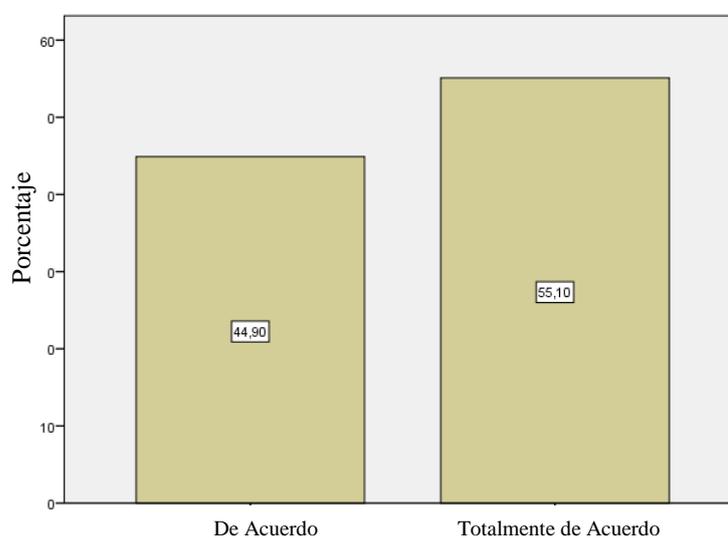


Figura 4. 23 *Gráfica Estadística Pregunta N° 17 de Cuestionario*
 Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21
 Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

El presente cuadro nos muestra que el 44,9% se muestran de acuerdo en que la caja sea de fácil utilización, y estando el 55,1% totalmente de acuerdo con esta interrogante.

Tabla 4. 24 *Pregunta N°18 de Cuestionario*

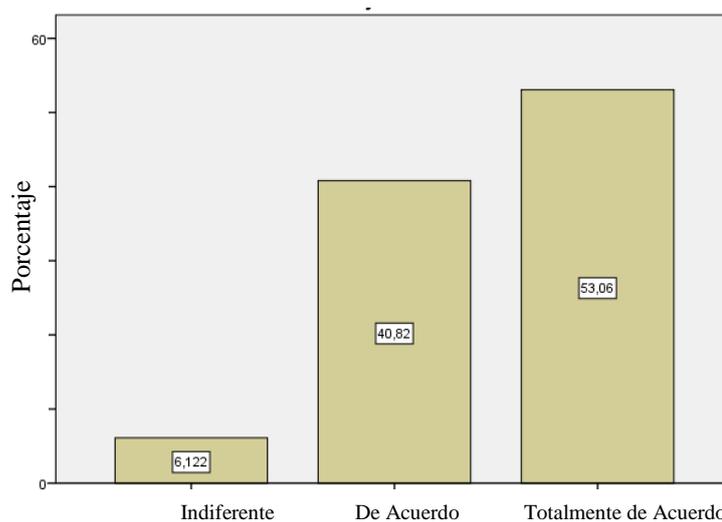
¿Permite contar con procedimiento de maniobra de rescate para este tipo de trabajos?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Indiferente	3	6,1	6,1	6,1
	De Acuerdo	20	40,8	40,8	46,9
	Totalmente de Acuerdo	26	53,1	53,1	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

¿Permite contar con procedimiento de maniobra de rescate para este tipo de trabajos?

**Figura 4. 24** *Gráfica Estadística Preguntado N° 18 de Cuestionario*

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

El presente cuadro nos muestra que al 6,1% le es indiferente contar con procedimientos de maniobras de rescate, estando el 40,8% de acuerdo con esta interrogante, y mostrándose totalmente de acuerdo el 53,1%.

Tabla 4. 25 *Pregunta N°19 de Cuestionario*

¿Es practico y de fácil entendimiento para el personal?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Indiferente	3	6,1	6,1	6,1
	De Acuerdo	23	46,9	46,9	53,1
	Totalmente de Acuerdo	23	46,9	46,9	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

¿Es practico y de fácil entendimiento para el personal?

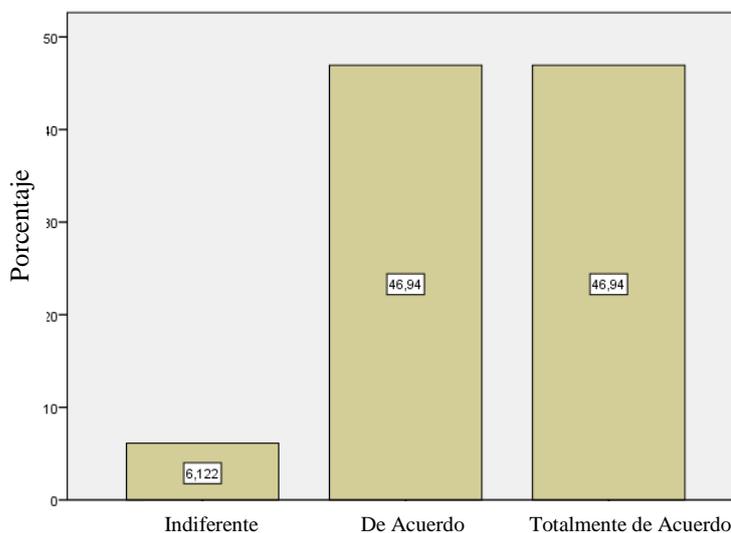


Figura 4. 25 *Gráfica Estadística Preguntada N° 19 de Cuestionario*
 Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21
 Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

El presente cuadro nos muestra que al 6,1% le es indiferente contar con procedimientos de maniobras de rescate, estando el 46,9% de acuerdo con esta interrogante, y mostrándose totalmente de acuerdo el 46,9%.

Tabla 4. 26 *Pregunta N°20 de Cuestionario*

¿Permite contar con los lineamientos para poder actuar ante una eventual emergencia?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Indiferente	2	4,1	4,1	4,1
	De Acuerdo	18	36,7	36,7	40,8
	Totalmente de Acuerdo	29	59,2	59,2	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

¿Permite contar con los lineamientos para poder actuar ante una eventual emergencia?



Figura 4. 26 *Gráfica Estadística Preguntada N° 20 de Cuestionario*
 Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

El presente cuadro nos muestra que al 4,1% le es indiferente contar con procedimientos de maniobras de rescate, estando el 36,7% de acuerdo con esta interrogante, y mostrándose totalmente de acuerdo el 59,8%.

Tabla 4. 27 *Pregunta N°21 de Cuestionario*

¿Permite asegurar un rescate seguro a profundidades mayores por encima de los 10 m?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Indiferente	2	4,1	4,1	4,1
	De Acuerdo	22	44,9	44,9	49,0
	Totalmente de Acuerdo	25	51,0	51,0	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

¿Permite asegurar un rescate seguro a profundidades mayores por encima de los 10 m?

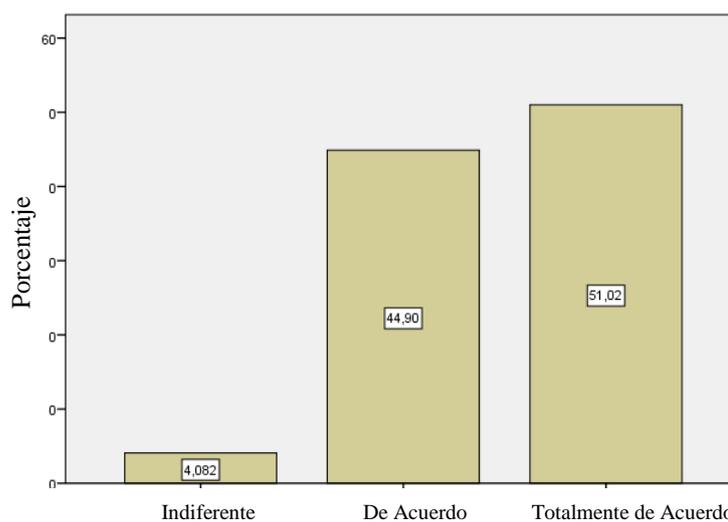


Figura 4. 27 *Gráfica Estadística Preguntado N° 22 de Cuestionario*
 Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

El presente cuadro nos muestra que al 4,1% le es indiferente contar con procedimientos de maniobras de rescate, estando el 44,9% de acuerdo con esta interrogante, y mostrándose totalmente de acuerdo el 51,0%.

4.1.6 Resultados de Indicadores mediante Análisis Estadístico

Tabla 4. 28 *Indicador de Rapidez*

IO 1: Rapidez

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Indiferente	18	36,7	36,7	36,7
	De Acuerdo	15	30,6	30,6	67,3
	Totalmente de Acuerdo	16	32,7	32,7	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

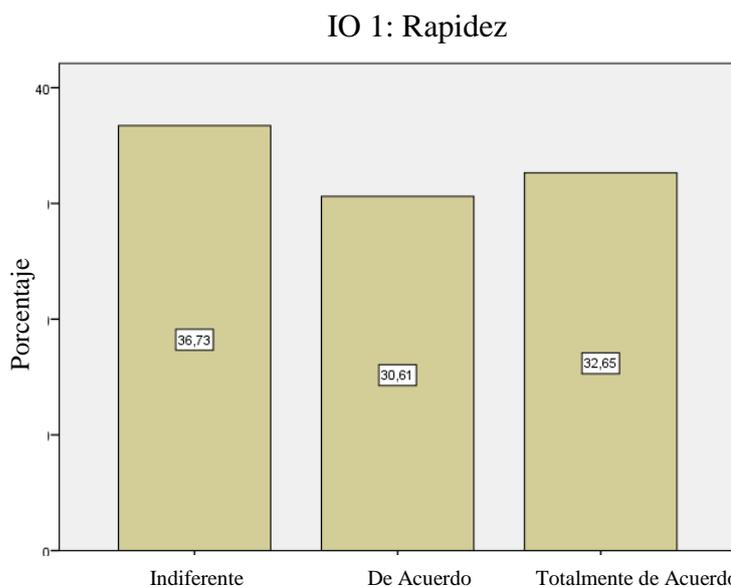


Figura 4. 28 *Gráfica Estadística Indicador de Rapidez*
 Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21
 Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

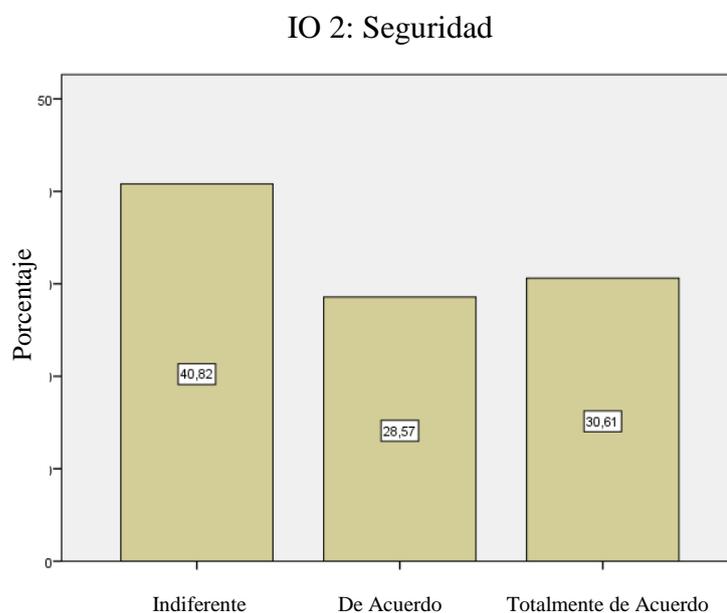
Como podemos observar, al 36,7% le es indiferente la Rapidez, el 30,6% se muestra de acuerdo, y el 32,7% totalmente de acuerdo con este indicador.

Tabla 4. 29 *Indicador de Seguridad*

		IO 2: Seguridad			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Indiferente	20	40,8	40,8	40,8
	De Acuerdo	14	28,6	28,6	69,4
	Totalmente de Acuerdo	15	30,6	30,6	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 4. 29** *Gráfica Estadística Indicador de Seguridad*

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

Como podemos observar, al 40.8% le es indiferente la Seguridad, el 28,6% se muestra de acuerdo, y el 30,6% totalmente de acuerdo con este indicador.

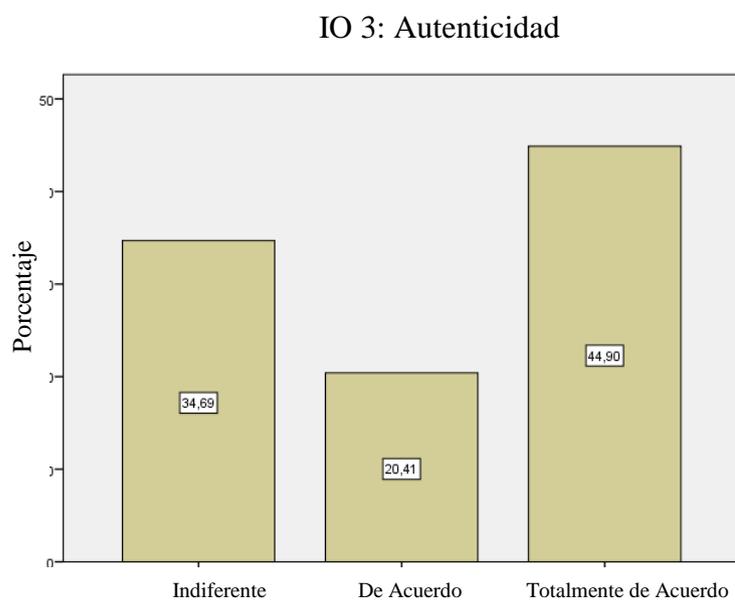
Tabla 4. 30 *Indicador de Autenticidad*

IO 3: Autenticidad

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Indiferente	17	34,7	34,7	34,7
	De Acuerdo	10	20,4	20,4	55,1
	Totalmente de Acuerdo	22	44,9	44,9	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 4. 30** *Gráfica Estadística Indicador de Autenticidad*

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

Como podemos observar, al 34,7% le es indiferente la Autenticidad, el 20,4% se muestra de acuerdo, y el 44,9% totalmente de acuerdo con este indicador.

Tabla 4. 31 *Indicador de Costo de Rescate*

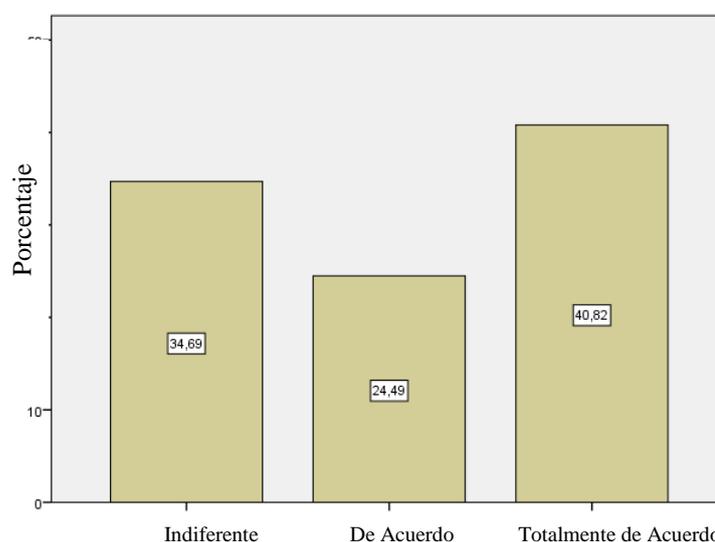
IO 4: Costo del Rescate

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Indiferente	17	34,7	34,7	34,7
	De Acuerdo	12	24,5	24,5	59,2
	Totalmente de Acuerdo	20	40,8	40,8	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

IO 4: Costo del Rescate

**Figura 4. 31** *Gráfica Estadística Indicador de Costo de Rescate*

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

Como podemos observar, al 34,7% le es indiferente el Costo del Rescate, el 24,5% se muestra de acuerdo, y el 40,8% totalmente de acuerdo con este indicador.

Tabla 4. 32 *Indicador de Capacitación Teórica*

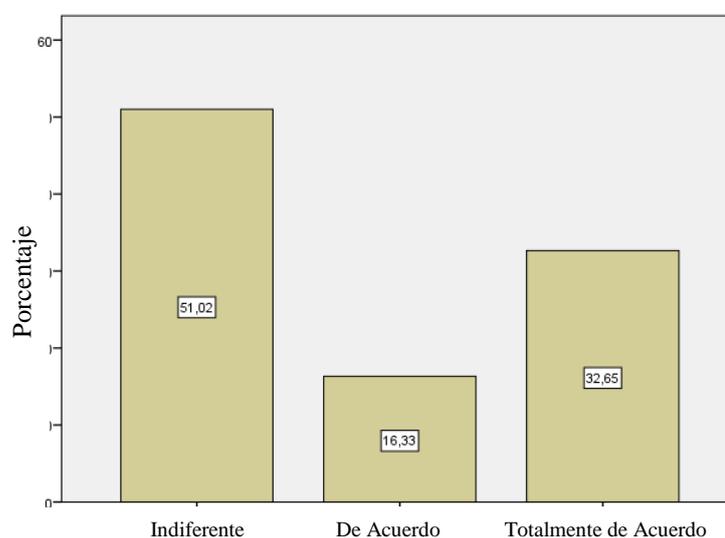
IO 5: Capacitación Teórica

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Indiferente	25	51,0	51,0	51,0
	De Acuerdo	8	16,3	16,3	67,3
	Totalmente de Acuerdo	16	32,7	32,7	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

IO 5: Capacitación Teórica

**Figura 4. 32** *Gráfica Estadística Indicador de Capacitación Teórica*

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

Como podemos observar, al 51,0% le es indiferente la Capacitación Teórica, el 16,3% se muestra de acuerdo, y el 32,7% totalmente de acuerdo con este indicador.

Tabla 4. 33 *Indicador de Entrenamiento Funcional*

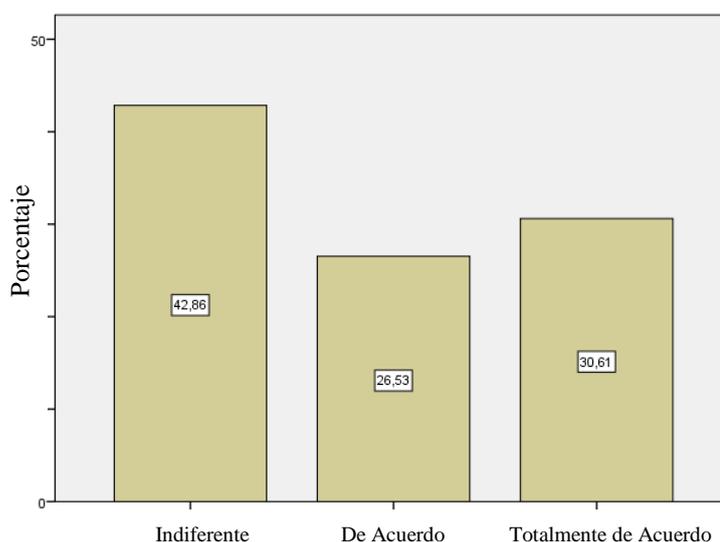
IO 6: Entrenamiento Funcional

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Indiferente	21	42,9	42,9	42,9
	De Acuerdo	13	26,5	26,5	69,4
	Totalmente de Acuerdo	15	30,6	30,6	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

IO 6: Entrenamiento Funcional

**Figura 4. 33** *Gráfica Estadística Indicador de Entrenamiento Funcional*

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

Como podemos observar, al 42,9% le es indiferente el Entrenamiento Funcional, el 26,5% se muestra de acuerdo, y el 30,6% totalmente de acuerdo con este indicador.

Tabla 4. 34 *Indicador de Simulacro*

IO 7: Simulacro

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	De Acuerdo	24	49,0	49,0	49,0
	Totalmente de Acuerdo	25	51,0	51,0	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21
Fuente: Elaboración Propia

IO 7: Simulacro

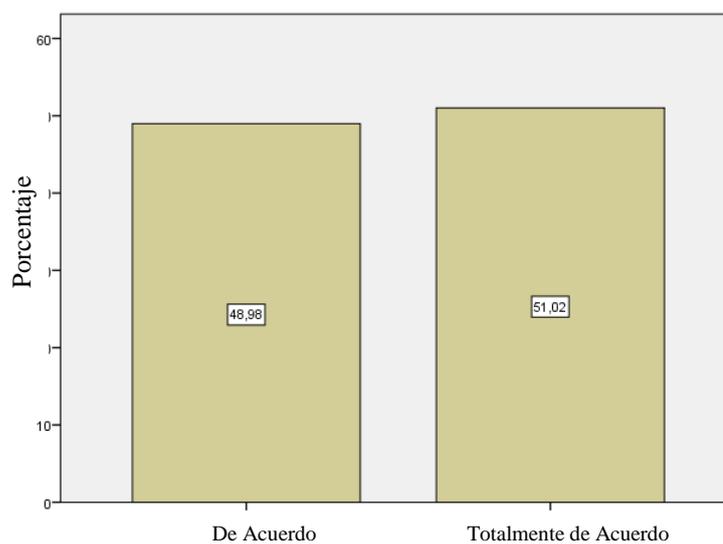


Figura 4. 34 *Gráfica Estadística Indicador de Simulacro*
Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

Como podemos observar en la presente tabla, el 49,0% se muestran de acuerdo con el Simulacro, y el 51,0% totalmente de acuerdo.

Tabla 4. 35 *Indicador de Aceptabilidad y Confiabilidad*

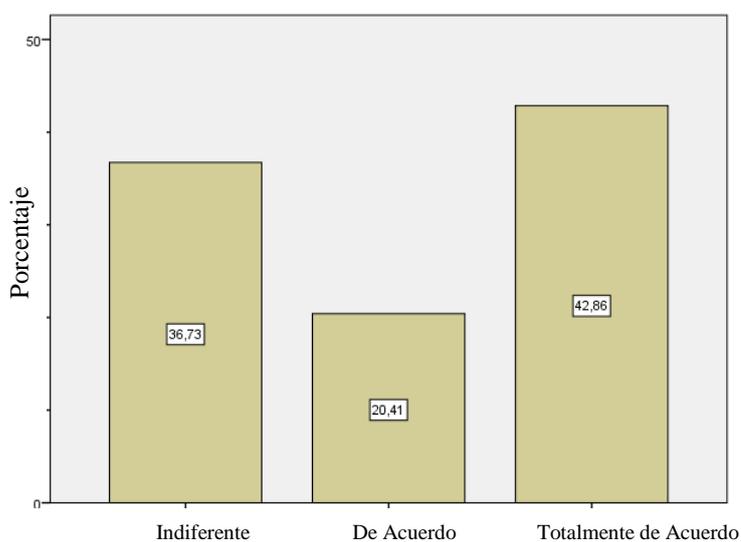
IO 8: Aceptabilidad, confiabilidad

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Indiferente	18	36,7	36,7	36,7
	De Acuerdo	10	20,4	20,4	57,1
	Totalmente de Acuerdo	21	42,9	42,9	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

IO 8: Aceptabilidad, confiabilidad

**Figura 4. 35** *Gráfica Estadística Indicador de Aceptabilidad y Confiabilidad*

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

Como podemos observar, al 36,7% le es indiferente la Aceptabilidad-Confiabilidad, el 20,4% se muestra de acuerdo, y el 42,9% totalmente de acuerdo con este indicador.

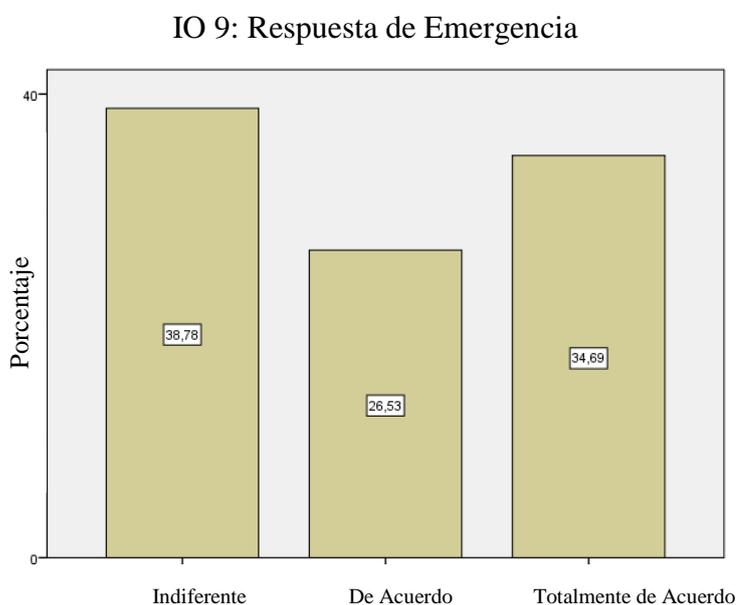
Tabla 4. 36 *Indicador de Respuesta de Emergencia*

IO 9: Respuesta de Emergencia

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Indiferente	19	38,8	38,8	38,8
	De Acuerdo	13	26,5	26,5	65,3
	Totalmente de Acuerdo	17	34,7	34,7	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 4. 36** *Gráfica Estadística Indicador de Respuesta de Emergencia*

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

Como podemos observar, al 38,8% le es indiferente la Respuesta de Emergencia, el 26,5% se muestra de acuerdo, y el 34,7% totalmente de acuerdo con este indicador.

Tabla 4. 37 *Indicador de Rescate Seguro*

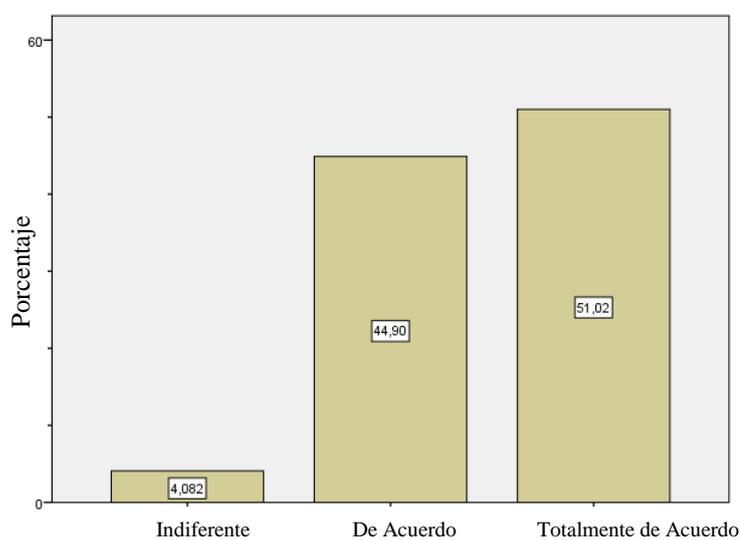
O 10: Rescate seguro

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Indiferente	2	4,1	4,1	4,1
	De Acuerdo	22	44,9	44,9	49,0
	Totalmente de Acuerdo	25	51,0	51,0	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

O 10: Rescate seguro

**Figura 4. 37** *Gráfica Estadística Indicador de Rescate Seguro*

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

Como podemos observar, al 4,1% le es indiferente el Rescate Seguro, el 44,9% se muestra de acuerdo, y el 51,0% totalmente de acuerdo con este indicador.

4.1.7 Resultados de Variables mediante Análisis Estadístico

Tabla 4. 38 Variable - Implementación de Jaula de Rescate

VI 1: Implementación de la Jaula de Rescate

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Indiferente	18	36,7	36,7	36,7
	De Acuerdo	9	18,4	18,4	55,1
	Totalmente de Acuerdo	22	44,9	44,9	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

VI 1: Implementación de la Jaula de Rescate

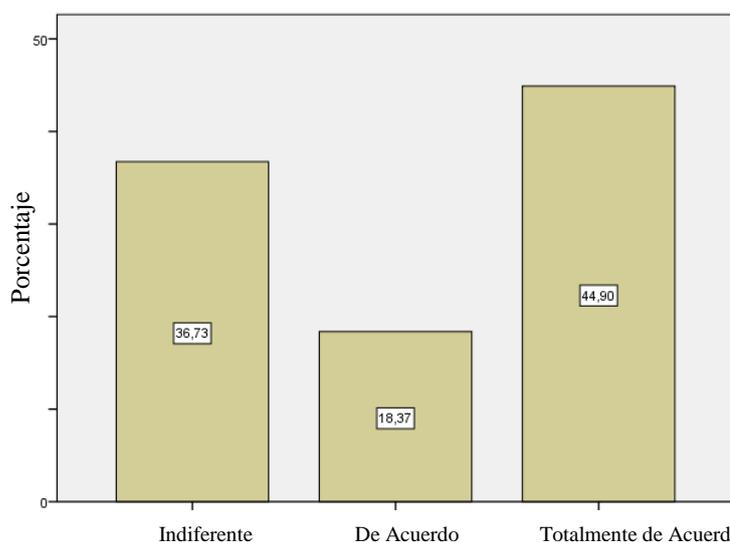


Figura 4. 38 Gráfica Estadística de Variable - Implementación de Jaula de Rescate

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

Interpretación: Como podemos apreciar en la presente tabla, el 36,7% se muestran indiferentes con respecto de la variable “Implementación de la Jaula de Rescate”, mostrándose de acuerdo con esta variable el 18,4%, y estando totalmente de acuerdo el 44,9%.

Tabla 4. 39 Variable – Entrenamiento del Personal

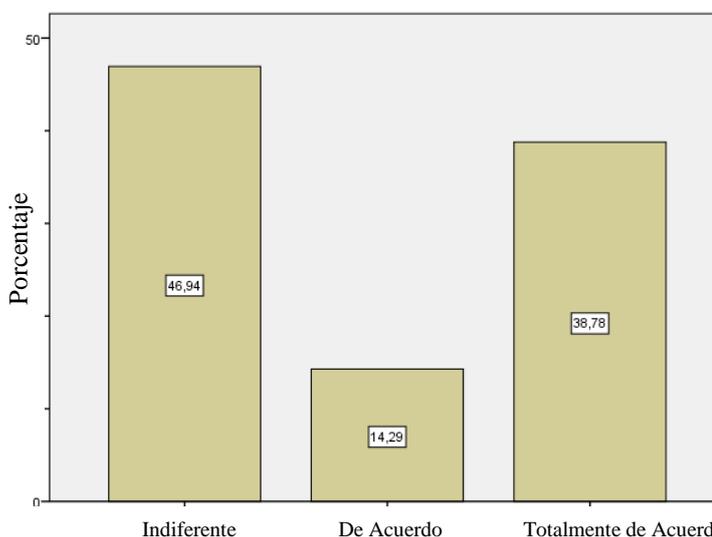
VI 2: Entrenamiento del Personal

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Indiferente	23	46,9	46,9	46,9
	De Acuerdo	7	14,3	14,3	61,2
	Totalmente de Acuerdo	19	38,8	38,8	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

VI 2: Entrenamiento del Personal

**Figura 4. 39** Gráfica Estadística de Variable – Entrenamiento del Personal

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

Como podemos apreciar en la presente tabla, el 46,9% se muestran indiferentes con respecto de la variable “Entrenamiento del Personal”, mostrándose de acuerdo con esta variable el 14,3%, y estando totalmente de acuerdo el 38,8%.

Tabla 4. 40 Variable – Utilización de Jaula de Rescate

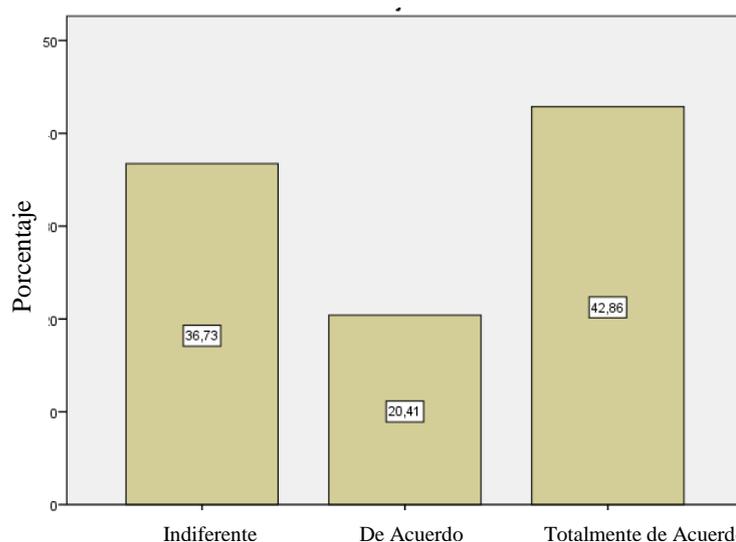
VI 3: Utilización de Jaula de Rescate

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Indiferente	18	36,7	36,7	36,7
	De Acuerdo	10	20,4	20,4	57,1
	Totalmente de Acuerdo	21	42,9	42,9	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

VI 3: Utilización de Jaula de Rescate

**Figura 4. 40** Gráfica Estadística de Variable - Utilización de Jaula de Rescate

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

Como podemos apreciar en la presente tabla, el 36,7% se muestran indiferentes con respecto de la variable “Utilización de la Jaula de Rescate”, mostrándose de acuerdo con esta variable el 20,4%, y estando totalmente de acuerdo el 42,8%.

Tabla 4. 41 Variable – Protocolo de Emergencia

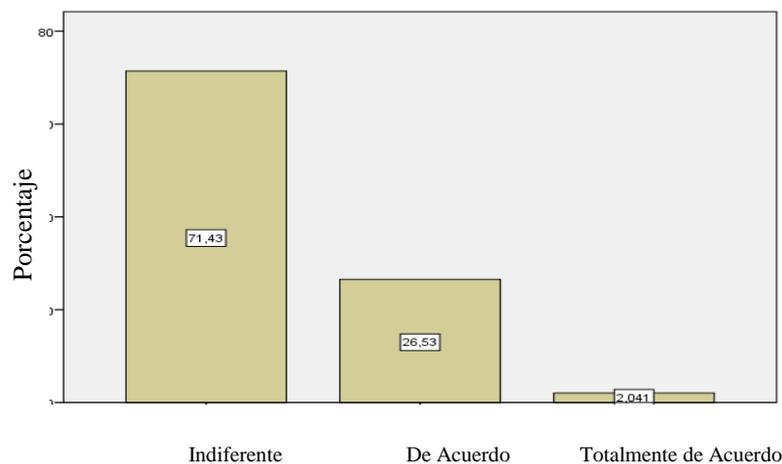
VD 1: Protocolo de Emergencia

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Indiferente	35	71,4	71,4	71,4
	De Acuerdo	13	26,5	26,5	98,0
	Totalmente de Acuerdo	1	2,0	2,0	100,0
	Total	49	100,0	100,0	

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

VD 1: Protocolo de Emergencia

**Figura 4. 41** Gráfica Estadística de Variable – Protocolo de Emergencia

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

El 71,4% se muestran indiferentes con respecto de la variable “Protocolo de Emergencia”, mostrándose de acuerdo con esta variable el 26,5%, y estando totalmente de acuerdo el 2,0%.

4.1.8 Resultados de Correlación de Hipótesis mediante Análisis Estadístico

4.1.8.1. Hipótesis General

Tabla 4. 42 Correlación de Variable Dependiente N°1 con Variable Independiente N° 1

			VD1: Protocolo de Emergencia	VII: Implementación de la Jaula de Rescate
Rho de Spearman	VD 1: Protocolo de Emergencia	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral) N	1,000 49	,472** ,001 49
	VII: Implementación de la Jaula de Rescate	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral) N	,472** ,001 49	1,000 49

**La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral)

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: El valor de 0.472 indica una correlación positiva moderada, y con el valor de significancia de 0.001 que se encuentra por debajo de 0.05. Tenemos razones suficientes para decir que existe una relación entre el Protocolo de Emergencia y la Implementación de la Jaula de Rescate.

4.1.8.2. Hipótesis Específicas

Tabla 4. 43 Correlación de Variable Dependiente N°1 con Variable Independiente N° 2

			VD1: Protocolo de Emergencia	VI2: Entrenamiento del personal
Rho de Spearman	VD 1: Protocolo de Emergencia	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral) N	1,000 49	,519** ,000 49
	VI2: Entrenamiento del personal	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral) N	,519** ,000 49	1,000 49

**La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral)

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: El valor de 0.519 indica una correlación positiva moderada, y con el valor de significancia de 0.000 que se encuentra por debajo de 0.05. Tenemos razones suficientes para decir que existe una relación entre el Protocolo de Emergencia y el Entrenamiento del Personal.

Tabla 4. 44 *Correlación de Variable Dependiente N°1 con Variable Independiente N° 3*

			VD1: Protocolo de Emergencia	VI3: Utilización de jaula de rescate
Rho de Spearman	VD 1: Protocolo de Emergencia	Coefficiente de correlación Sig. (bilateral) N	1,000 49	,439** ,002 49
	VI3: Utilización de la jaula de rescate	Coefficiente de correlación Sig. (bilateral) N	,439** ,002 49	1,000 49

**La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral)

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

El valor de 0.439 indica una correlación positiva moderada, y con el valor de significancia de 0.002 que se encuentra por debajo de 0.05. Tenemos razones suficientes para decir que existe una relación entre el Protocolo de Emergencia y la Utilización de la Jaula de Rescate.

4.2 Discusión de Resultados:

En referencia a la disponibilidad de un Protocolo de Emergencia en uso de los equipos Raise Climber de manera descendente, así como la implementación de un winche de izaje y jaula de rescate según detalla el presente trabajo de investigación hay una similitud con los trabajos mecanizados que se realizaron en el Pique para Central Hidroeléctrica Quitaracsa en Ancash-Perú, según Chinchercoma, (2018), en su tesis titulada, “*Construcción de pique de caída a un diámetro de 12.20 m mediante*

ejecución de chimenea piloto usando plataforma y jaula de seguridad en Central Hidroeléctrica Quitaracsa i - Ancash.”, en dicho proyecto se utilizó el equipo Raise Climber para la profundización de un Pique de diámetro de 12.20 m y una profundidad de 40 m., sin embargo, no se contempló ningún protocolo de rescate durante la ejecución de estos trabajos por la simplicidad del Proyecto, así mismo no se realizó un análisis de riesgo.

Según los datos obtenidos de las encuestas de nivel de aceptabilidad (encima de 85%) respecto la implementación y actualización de un protocolo de emergencia específico para trabajos con Raise Climber se puede identificar una similitud de ideas con la tesis de Vivar, (2017), tesis titulada, *“Identificación, análisis y evaluación de los riesgos ocupacionales, y propuesta para la implementación de un plan de emergencia para la empresa Farmasol Ep”*, ya que dicho proyecto de investigación se enfoca en la identificación riesgos en la empresa Farmasol Ep para poder realizar la actualización del Plan de emergencia y Contingencia general elaborado anteriormente por una consultora , ambos proyectos de investigación coinciden y concuerdan que es importante tener un plan de emergencia que concuerde con las condiciones actuales de ambas empresa y con el personal adecuado para hacerle frente a diferentes situaciones de emergencia.

En referencia al factor de seguridad calculado por la implementación y uso de la jaula de rescate mediante el engranaje de una transmisión simple con los carriles de avance e izado con un winche eléctrico, en donde el factor obtenido está por encima de lo establecido por la norma ASME/ANSI B30.23, haciéndolo seguro para las maniobras de rescate bajo la metodología Alimak se ha podido identificar una similitud de criterios con los resultados obtenidos en la tesis de Vílchez W. & Vílchez L., (2015),

titulada, “Estudio comparativo de construcción de chimeneas, por método convencional Ch. 340 SW y mecanizado con plataforma trepadora Alimak Ch. 480 SW, en la Zona Torre de Cristal de la Compañía Minera Raura S.A.”, tesis de la Universidad Nacional del Centro del Perú – Perú, donde coinciden que el método de construcción de chimeneas mecanizado con plataforma trepadora Alimak es el más adecuado para su aplicación en la Compañía Minera Raura S.A., el sistema mecanizado Alimak puede construir chimeneas de gran longitud en un tiempo relativamente corto así mismo proporcionan mayor seguridad que el sistema convencional, en ambos casos el uso de equipos trepadores Raise Climber Alimak minimizan los riesgos en comparación con los sistemas convencionales.

4.3. Contraste de Hipótesis

4.3.1. Confiabilidad del instrumento

El nivel de confiabilidad del cuestionario se pudo contar con la evaluación del Alfa de Cronbach, donde Tuapanta, Duque y Mena (2017) manifiestan que, el alfa de Cronbach es un coeficiente que determina el nivel de fiabilidad del instrumento, estimando un valor entre 0 hasta el 1 (p.39).

Tabla 4. 45 Alfa de Cronbach

Resumen del procesamiento de los casos

		N	%
Casos	Válidos	49	100,0
	Excluidos ^a	0	0
	Total	49	100,0

^a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4. 46 Estadística de Confiabilidad

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,957	21

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Se verificó la tabla N° 4.44 que el alfa de Cronbach se tuvo un grado de fiabilidad alta con el valor de 0.957, nuestro instrumento es fiable, el instrumento es excelente para la investigación.

4.3.2. Prueba de Hipótesis

4.3.2.1 Hipótesis General

La implementación de la jaula de rescate influye en el mejoramiento del protocolo de emergencia en chimeneas Raise en minería subterránea.

4.3.2.1.1 Hipótesis Nula (H₀)

La implementación de la jaula de rescate no influye significativamente en el mejoramiento del protocolo de emergencia en chimeneas Raise en minería subterránea

4.3.2.1.2 Hipótesis Alternativa (H_a)

La implementación de la jaula de rescate influye significativamente en el mejoramiento del protocolo de emergencia en chimeneas Raise en minería subterránea

Tabla 4. 47 Prueba de correlación de las variables de la Hipótesis General

Correlaciones				
			VD1: Protocolo de Emergencia	VII: Implementación de la Jaula de Rescate
Rho de Spearman	VD 1: Protocolo de Emergencia	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral) N	1,000 49	,472** ,001 49
	VII: Implementación de la jaula de Rescate	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral) N	,472** ,001 49	1,000 49

**La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral)

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

Según los datos reflejados en la tabla N° 4.45, las variables presentan un grado de significancia de $0.001 < 0.05$, por lo que se acepta la hipótesis alternativa de la investigación donde se confirma que “La implementación de la jaula de rescate influye significativamente en el mejoramiento del protocolo de emergencia en chimeneas Raise en minería subterránea”, observamos también que el coeficiente de correlación es de 0.472, significa que es una correlación positiva media o moderada.

4.3.2.2 Hipótesis Específica 1

El entrenamiento in situ de los trabajadores influye en el mejoramiento del protocolo de emergencia en chimeneas Raise en minería subterránea.

4.3.2.2.1 Hipótesis Nula (H_0)

El entrenamiento in situ de los trabajadores no influye significativamente en el mejoramiento del protocolo de emergencia en chimeneas Raise en minería subterránea

4.3.2.2.2 Hipótesis Alternativa (H_a)

El entrenamiento in situ de los trabajadores influye significativamente en el mejoramiento del protocolo de emergencia en chimeneas Raise en minería subterránea

Tabla 4. 48 Prueba de correlación de las variables de la Hipótesis Específica 1

		Correlaciones		
			VD1: Protocolo de Emergencia	VI2: Entrenamiento del personal
Rho de Spearman	VD 1: Protocolo de Emergencia	Coefficiente de correlación Sig. (bilateral) N	1,000 49	,519** 49
	VI2: Entrenamiento del personal	Coefficiente de correlación Sig. (bilateral) N	,519** 49	1,000 49

**La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral)

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Según los datos reflejados en la tabla N° 4.46, las variables presentan un grado de significancia de $0.000 < 0.05$, por lo que se acepta la hipótesis alternativa de la investigación donde se confirma que “El entrenamiento in situ de los trabajadores influye significativamente en el mejoramiento del protocolo de emergencia en chimeneas Raise en minería subterránea”, observamos también que el coeficiente de correlación es de 0.519 significa que es una correlación positiva considerable.

4.3.2.3 Hipótesis Específica 2

La utilización de la Jaula de rescate influye en el mejoramiento del protocolo de emergencia en chimeneas Raise en minería subterránea.

4.3.2.3.1 Hipótesis Nula (H_0)

La utilización de la Jaula de rescate no influye significativamente en el mejoramiento del protocolo de emergencia en chimeneas Raise en minería subterránea.

4.3.2.3.2 Hipótesis Alternativa (H_a)

La utilización de la Jaula de rescate influye significativamente en el mejoramiento del protocolo de emergencia en chimeneas Raise en minería subterránea

Tabla 4. 49 Prueba de correlación de las variables de la Hipótesis Específica 2

			VD1: Protocolo de Emergencia	VI3: Utilización de jaula de rescate
Rho de Spearman	VD 1: Protocolo de Emergencia	Coefficiente de correlación Sig. (bilateral) N	1,000 49	,439** ,002 49
	VI3: Utilización de jaula de rescate	Coefficiente de correlación Sig. (bilateral) N	,439** ,002 49	1,000 49

**La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral)

Datos obtenidos con Programa Estadístico SPSS Statistics v.21

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Según los datos reflejados en la tabla N° 4.47, las variables presentan un grado de significancia de $0.000 < 0.05$, por lo que se acepta la hipótesis alternativa de la investigación donde se confirma que “La utilización de la Jaula de rescate influye significativamente en el mejoramiento del protocolo de emergencia en chimeneas Raise en minería subterránea”, observamos también que el coeficiente de correlación es de 0.439 significa que es una correlación positiva media .

Tabla 4. 50 Cuadro de rango relación de valores no paramétricos

<i>RANGO</i>	<i>RELACIÓN</i>
<i>-0.91 a -1.00</i>	<i>Correlación negativa perfecta</i>
<i>-0.91 a -1.00</i>	<i>Correlación negativa muy fuerte</i>
<i>-0.91 a -1.00</i>	<i>Correlación negativa considerable</i>
<i>-0.91 a -1.00</i>	<i>Correlación negativa media</i>
<i>-0.91 a -1.00</i>	<i>Correlación negativa débil</i>
<i>0.00</i>	<i>No existe correlación</i>
<i>+0.01 a +0.10</i>	<i>Correlación positiva débil</i>
<i>+0.11 a +0.50</i>	<i>Correlación positiva media</i>
<i>+0.51 a +0.75</i>	<i>Correlación positiva considerable</i>
<i>+0.76 a +0.90</i>	<i>Correlación positiva muy fuerte</i>
<i>+0.91 a +1.00</i>	<i>Correlación positiva perfecta</i>

Fuente: Hernández y Mendoza (2018), elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Se concluye que con la implementación de la jaula de rescate se logra establecer y mejorar el protocolo de emergencia para los trabajos con Raise Climber, dado que el Factor de Seguridad alcanzado por la Jaula de Rescate es superior en 6.68 al Factor de Seguridad alcanzado mediante el rescate con cuerdas, así mismo este factor supera al estipulado en la norma ASME/ANSI B30.23 cuyo factor mínimo debe ser 7, además existe una diferencia de \$ 9740.00 entre la implementación del sistema de rescate con jaula y el rescate con cuerdas, bajo estos resultados podemos decir también que la implementación de la jaula de rescate genera seguridad rentabilidad en su implementación.
2. Se concluye que la capacitación in situ influye en el mejoramiento de protocolo de emergencia utilizando la jaula de rescate en base a los resultados obtenidos en el incremento del índice de efectividad de aprendizaje dando un valor de 54%, así mismo el costo de entrenamiento del sistema de rescate con jaula auxiliar varía en \$/. 8368.00 en referencia al costo de entrenamiento de rescate con cuerdas, haciéndolo más efectivo y económico a la vez.
3. Se concluye que con la utilización de la jaula de rescate se logra mejorar el protocolo de emergencia para los trabajos con Raise Climber, dado que el tiempo de rescate mediante jaula auxiliar Alimak fue de 61 min (1 hora) como promedio y el tiempo estimado de rescate con cuerdas bajo las mismas condiciones de trabajo en mina se ha estimado en 470 minutos (7 horas) bajo estos resultados podemos decir que la utilización de la jaula de rescate genera

seguridad, rapidez y confiabilidad.

4. Se concluye que la implementación de a jaula de rescate, el entrenamiento in situ de los trabajadores y utilización influyen positivamente en el mejoramiento del protocolo de emergencia para trabajos en chimeneas donde se utilice el equipo Raise Climber descendente dado que las correlaciones con la variable dependiente han sido positivas respectivamente para cada variable independiente (Jaula de rescate 0.472, Entrenamiento In Situ 0.519 y Utilización de la jaula 0.439) luego del contraste de las hipótesis con los resultados obtenidos en el análisis estadístico y cuadro de valores no paramétricos.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar inspecciones periódicas al sistema de rescate a fin de garantizar que su operatividad durante la ejecución de los proyectos con equipo Raise Climber Descendente.
2. Se recomienda realizar capacitaciones permanentes a los colaboradores antiguos e ingresantes a fin de mantener contar con personal capacitado en los trabajos en chimeneas Raise Climber.
3. Se recomienda incrementar la frecuencia de entrenamientos y simulacros para mejorar el adiestramiento y entrenamiento del personal así mismo optimizar los tiempos de rescate.
4. Se recomienda que las empresas del rubro minero que realicen trabajos similares con el equipo Raise Climber Descendente, evalúen implementar el sistema de rescate a fin de contar con un protocolo de emergencia que permita salvaguardar la integridad de los trabajadores cuando se suscite una emergencia de este tipo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Arkbro Industries.** (s.f). *Raise Climber,ABI-5E/EE, Parts Manual.* Ontario. Canada. <https://www.arkbro.com/index.php/products/raise-climber/abi-5a>
2. **Arkbro.** (2004). *Installation and driving of raises Alimak Raise Climber STH – 5,* Canada. <https://es.scribd.com/document/57504999/Alimak-Raise-Mining>
3. **Baena, G.** (2017).*Metodología de la Investigación.*(3a-ed).Mexico.Patria.(pp. 34 – 41)
https://www.academia.edu/40075208/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n_Grupo_Editorial_Patria
4. **Bestratén M.** (2011), *Seguridad en el Trabajo.* España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (pp. 409)
<https://www.insst.es/documents/94886/599872/Seguridad+en+el+trabajo/e34d1558-fed9-4830-a8e3-b0678c433bb1>
5. **Chinchercoma, J.** (2018). *Construcción de un Pique de caída a un diámetro de 12.20 m mediante ejecución de chimenea piloto usando plataforma y jaula de seguridad en central hidroeléctrica Quitarcasa –Ancash.* Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de San Agustín.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5059>
6. **Fidias, A.** (2019). *El Proyecto de Investigación.*(6a-ed).Venezuela.Episteme (pp. 26-34)
https://www.researchgate.net/publication/301894369_EL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_6a_EDICION
7. **Gobierno del Perú,** (2012). *Ley 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.* Lima. Perú. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-el-plan-nacional-de-seguridad-y-decreto-supremo-n-005-2017-tr-1509246-3/#:~:text=En%20el%20Per%C3%BA%2C%20se%20ha,control%20del%20Estado%20y%20la>
8. **Gobierno del Perú,** (2016). DS 024-2016-EM *Reglamento de Seguridad y Salud en Minería y modificatoria D.S. 023-2017-EM.* Lima. Perú.
http://minem.gob.pe/_legislacionM.php?idSector=1&idLegislacion=10221
9. **Hernández, R.** (2014). *Metodología de la Investigación* (6a-ed).Mexico.Interamericana. <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
10. **Linden Alimak.** (s.f).*Manual de Alimak.* Vancouver. Canada
<https://es.scribd.com/document/512816582/Manual-de-Mantenimiento-y-Reparacion-Ascensor-ALIMAK>
11. **Linden Alimak.** (s.f).*Raise Climber,Technical description.* Vancouver. Canada
<http://nvp-pgf.org/en/equipment/specific/verticaldevelopment/raise/390>
12. **Meneses, J.** (2020). *Plan de preparación y respuesta a emergencias para minimizar los riesgos a la seguridad, salud y medio ambiente en las minas del Perú.* Tesis de Post Grado . Universidad Nacional del Centro del Perú.
https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6691/T010_20050692_D.pdf?sequence=1.
13. **Muñoz, C.** (2015). *Metodología de la Investigación.* .(1a-ed).Mexico.(pp. 89)

- <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2019/08/56-Metodologia-de-la-investigacion-Carlos-I.-Munoz-Rocha.pdf>
14. **Tito, R. & Curasma, J.** (2014). *Optimizacion de operaciones en la construccion de chimeneas con el metodo Raise Climber utilizando equipo Alimak STH – 5E en mina Marsa 2012*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Huancavelica. <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/600>
 15. **Vanegas, L.** (2018). *Diseño de Elementos de Máquinas*. Ecuador. Universidad Tecnológica de Pereira. <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/8889>
 16. **Vilchez, L & Vilchez, W.** (2015). *Estudio comparativo de construccion de chimeneas por metodo convencional y mecanizado con plataforma trepadora alimak en la zona de torre de cristal de la compañía minera Raura*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional del Centro del Perú. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3859>
 17. **Vivar, M.** (2017). *Identificación, analisis y evaluación de los riesgos ocupacionales y propuestas para la implementación de un plan de emergencia para la empresa FARMASOL EP*. Tesis de Licenciatura. Universidad Politecnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14705>
 18. **Yepes, V.** (2014). *Maquinaria para sondeos y perforaciones*. Apuntes de la Universidad Politécnica de Valencia, Ref. 209. Valencia. <https://victoryepes.blogs.upv.es/docencia/apuntes-docentes/>
 19. **Yucás, H.** (2015). *Analisis Geomecanico del macizo rocoso para construccion de chimenea glory hole mediante el sistema alimak*. Tesis de Licenciatura. Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6783>
 20. **Zerga, E.** (2019). *Elaboración de un Plan de Seguridad y Salud Ocupacional para mina El Dorado*. Tesis de Licenciatura. Universidad Andres Bello-Chile. <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/20672>
 21. **Zuni, J.** (2015). *Construccion de Chimenea de Equilibrio con Plataforma Elevadora Alimak en las obras subterranas del proyecto hidroelectrico de Miscuni - Bolivia* Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de San Agustín. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/209>

Páginas Web

1. **Arkbros industries** (2019), raise mining applications. Recuperado de <https://www.arkbro.com/index.php/products/raise-climber/raise-mining-applications>.
2. **Arkbros**. *Raise Boring Vertical*, APLES. Recuperado de <http://www.aples.net/sistemas-de-perforacion/raise-boring-vertical>.
3. **ASME**. (2016). *Personnel Lifting Systems*. Recuperado de <https://www.asme.org/codes-standards/find-codes-standards/b30-23-personnel-lifting-systems?productKey=J1421T:J1421T>.
4. **BBC NEWS**. (11 de abril de 2012). *Rescatan a los nueve mineros atrapados por un derrumbe en Perú*. Recuperado de

- https://www.bbc.com/mundo/ultimas_noticias/2012/04/120410_ultnot_peru_rescate_mineros_en
5. **BBC NEWS**. (15 de octubre de 2010). Chile: buscan amortizar el millonario costo del rescate. Recuperado de https://www.bbc.com/mundo/noticias/2010/10/101015_chile_mineros_costo_rescate_jrg
 6. **Botero, C.** (2 de febrero de 2021). Izaje de personas aplicando la ASME B30.23. Recuperado de <https://ingeiza.com/2021/02/02/izaje-de-personas-aplicando-la-asme-b30-23/#:~:text=El%20est%C3%A1ndar%20B30.,en%20el%20izaje%20de%20personas>.
 7. **Del Campo**, (s.f.). Autorescate en trabajos verticales: 5 maniobras de autorescate. Granvertical. Recuperado de <http://www.granvertical.com/2016/03/28/autorrescate-en-trabajos-verticales/>
 8. **Gobierno Regional de Ica**. (11 de abril de 2012). Gobierno Regional de Ica felicita el rescate de los 9 mineros atrapados en la Mina Cabeza de Negro. Recuperado de https://www.regionica.gob.pe/web/index.php?option=com_content&view=article&id=1774:gobierno-regional-de-ica-felicita-el-rescate-de-los-9-mineros-atrapados-en-la-mina-cabeza-de-negro&catid=10&Itemid=35
 9. **Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo**. (2018). Seguridad en trabajos verticales (III): equipos del sistema de acceso mediante cuerdas. Recuperado de <https://www.insst.es/documents/94886/382595/ntp-1110w.pdf/9fdad742-4629-4472-8328-3954904cec30>
 10. **PETZL**. (s.f.). Vector-12-5-mm-CUSTOM. Recuperado de <https://www.petzl.com/INT/es/Profesional/Cuerdas/VECTOR-12-5-mm-CUSTOM>
 11. **Red del Gruero**. (2014). Izamiento de Personal. Recuperado de <https://reddelgruero.cl/izamiento-de-personal/>
 12. **Rescate Vertical**. Recuperado de http://www.syslaboral.com/web/files/manual_rescate_vertical.pdf
 13. **Slideshare.net**. (2015) *Ejecución de chimeneas mediante sistema alimak y raise bore*. Chile, 2015. Recuperado de <https://es.slideshare.net/fvilches1/ejecucin-de-chimeneas-mediante-sistema-alimak-y-raise-boring>.

ANEXO N° 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: “MEJORAMIENTO DE PROTOCOLO DE EMERGENCIA EN CHIMENEAS RAISE CLIMBER, CON ENTRENAMIENTO IN SITU Y USO DE JAULA DE RESCATE, EN MINERÍA SUBTERRÁNEA”					
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION
<p>Problema General</p> <p>PG : ¿Cómo influye la implementación de la jaula de rescate en el mejoramiento del protocolo de emergencia de las chimeneas Raise Climber, en minería subterránea?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>OG : Mejorar el protocolo de emergencia en chimeneas Raise Climber con la implementación de la jaula de rescate en minería subterránea.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>HG: La implementación de la jaula de rescate influye en el mejoramiento del protocolo de emergencia en chimeneas Raise Climber en minería subterránea.</p>	<p>Variable independiente: X</p> <p>X: Implementación de la jaula de rescate</p> <p>X1: Entrenamiento in situ</p> <p>X2: Utilización de Jaula de rescate</p>	<p>Factor de Seguridad en la Implementación de Jaula de Rescate</p> <p>Costo de Inversión por Implementación de Protocolo de Emergencia.</p> <p>Índice de Aprendizaje Efectivo.</p> <p>Nivel de confiabilidad respecto al uso de la jaula..</p>	<p>Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de Investigación: Explicativo.</p> <p>Diseño de investigación: Experimental, de tipo Cuasi experimental</p> <p>Población: Trabajadores que laboran en chimeneas Raise Climber descendente en minería subterránea = 49</p>
<p>Problema específico</p> <p>PE1 :¿Cómo influye el entrenamiento in situ de los trabajadores en</p>	<p>Objetivo específico</p> <p>OE1 : Mejorar el protocolo de emergencia en</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>HE1 . El entrenamiento in situ de los trabajadores influye en</p>	<p>Variable dependiente: Y</p> <p>Y1: Protocolo de emergencia en</p>	<p>Nivel de Aceptabilidad de Protocolo de Emergencia</p>	<p>Muestra: trabajadores que realizan trabajos con trepador Raise Climber, en una minería subterránea</p>

<p>el mejoramiento de protocolo de emergencia de las chimeneas Raise Climber, en minería subterránea?</p> <p>PE2: ¿Cómo influye la utilización de jaula de rescate en el mejoramiento del protocolo de emergencia de las chimeneas Raise Climber, en minería subterránea?</p>	<p>chimeneas Raise Climber con el entrenamiento in situ de los trabajadores, en minería subterránea.</p> <p>OE2 : Mejorar el protocolo de emergencia en chimeneas Raise Climber con la utilización de jaula de rescate, en minería subterránea.</p>	<p>el mejoramiento del protocolo de emergencia en chimeneas Raise Climber en minería subterránea.</p> <p>HE2 :La utilización de la Jaula de rescate influye en el mejoramiento del protocolo de emergencia en chimeneas Raise Climber en minería subterránea.</p>	<p>chimeneas Raise Climber.</p>		<p>Muestra = 49</p> <p>Población= Muestra=49.</p> <p>Técnicas de recolección:</p> <p>Encuestas</p> <p>Análisis Documental</p> <p>Guía de Observación</p> <p>Instrumentos de Recolección de datos:</p> <p>Cuestionario</p> <p>Guía de análisis documental</p> <p>Guía de Observación.</p>
---	---	---	---------------------------------	--	--

ANEXO N° 2



Ley N° 30035
Respositorio Nacional Digital



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
INGENIERIA**

**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA EN EL PORTAL DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL
DE LA UNI**

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y nombres: FUENTES PAREDES, RAFAEL HORACIO

D.N.I: 44735036

Teléfono casa: 054 435066 celular: 980 777 210

Correos electrónicos: rafael Fuentes2410@gmail.com

2. DATOS ACADÉMICOS

Grado académico: B a c h i l l e r

Mención: Ingeniería de Minas

3. DATOS DE LA TESIS

Título:

“Mejoramiento de Protocolo de Emergencia en Chimeneas Raise Climber, con Entrenamiento In Situ y uso de Jaula de Rescate, en Minería Subterránea”.

Año de publicación: 2022

A través del presente, autorizo a la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Ingeniería, la publicación electrónica a texto completo en el Repositorio Institucional, el citado título.

Firma:

Fecha de recepción: 31/05/2022

ANEXO N° 3 CURRICULUM VITAE

RAFAEL HORACIO FUENTES PAREDES

rafaelfuentes2410@gmail.com / Celular: +51 980777210



Ingeniero de Minas con más de 10 años de experiencia en supervisión y ejecución de proyectos mineros, supervisión en Seguridad y Salud Ocupacional (minería mecanizada (trackles) y convencional), supervisión en labores de alto riesgo como chimeneas semi mecanizadas con equipos trepadores Raise Climber, (construcción ascendente y descendente), prevencionista de Riesgos Laborales durante la ejecución de los diferentes proyectos mineros. (labores de preparación, desarrollo, exploración y explotación, en mina mecanizada y convencional).

EXPERIENCIA PROFESIONAL:

- Cía. De Minas Buenaventura U.E.A – TAMBOMAYO (Febrero 2020 – Octubre 2021), Jefe de SSOMA , INCIMMET S.A.
- Cía. De Minas Buenaventura U.E.A - ORCOPAMPA. (Enero 2018 – Diciembre 2019), Jefe de SSOMA, E.E. MONTALI S.A
- Cía. De Minas Buenaventura U.E.A – ORCOPAMPA (Mayo 2017 – Diciembre 2017): Supervisor de SSOMA, E.E. IESA S.A.
- MAPSA MILPO ANDINA PERU, UNIDAD EL PORVENIR (Mayo 2016 – abril 2017). Ingeniero de Seguridad y Medio Ambiente , E.E. OPERACIONES SEPROCAL S.A.
- CONSORCIO MINERO HORIZONTE, UNIDAD PARCOY (Enero 2015 – Marzo 2016). Jefe de Seguridad y Medio Ambiente, E.E. OPERACIONES SEPROCAL S.A.
- COMPAÑÍA MINERA CONDESTABLE (Enero 2014 - Diciembre 2014). Jefe de Seguridad y Salud Ocupacional E.E. OPERACIONES SEPROCAL S.A.
- OPERACIONES SEPROCAL S.A. (Mayo 2013- Enero 2014). Coordinador de Seguridad.
- CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A (Noviembre 2011- Marzo 2013), Jefe de Seguridad, OPERACIONES SEPROCAL S.A
- COMPAÑÍA MINERA ARES, GRUPO HOCHSCHILD MINING, (Noviembre 2011 – Marzo 2013), Jefe de Guardia, IESA S.A.

CURRICULUM VITAE

RAFAEL HORACIO FUENTES PAREDES

rafaelfuentes2410@gmail.com / Cell phone: +51 980777210



Mining Engineer with more than 10 years of experience in supervision and execution of mining projects, supervision in Occupational Health and Safety (mechanized mining (trackles) and conventional), supervision in high-risk tasks such as semi-mechanized chimneys with Raise Climber climbing equipment, (ascending and descending construction), Occupational Risk Preventionist during the execution of the different mining projects. (preparation, development, exploration and exploitation work, in mechanized and conventional mine).

WORK EXPERIENCE:

- Company of Mine Buenaventura U.E.A - TAMBOMAYO (February 2020 - October 2021), Boss of SSOMA, INCIMMET S.A.
- Company of Mine Buenaventura U.E.A - ORCOPAMPA. (January 2018 - December 2019), Boss of SSOMA, E.E. MONTALI S.A
- Company of Mine Buenaventura U.E.A - ORCOPAMPA (May 2017 - December 2017): Supervisor of SSOMA, E.E. IESA S.A.
- MAPSA MILPO ANDINA PERU, EL PORVENIR UNIT (May 2016 - April 2017). Safety and Environmental Engineer, E.E. OPERACIONES SEPROCAL S.A.
- CONSORCIO MINERO HORIZONTE, PARCOY UNIT (January 2015 - March 2016). Boss of Safety and Environment, E.E. OPERACIONES SEPROCAL S.A.
- COMPAÑÍA MINERA CONDESTABLE (January 2014 - December 2014). Head of Occupational Safety and Health E.E. OPERACIONES SEPROCAL S.A.
- OPERACIONES SEPROCAL S.A. (May 2013- January 2014). Security coordinator.
- CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A (November 2011- March 2013), J Boss of de Security, OPERACIONES SEPROCAL S.A
- COMPAÑÍA MINERA ARES, HOCHSCHILD MINING GROUP, (November 2011 - March 2013), Boss of Guardia, IESA S.A.

EDUCATION:

- University National de Engineering (UNI, 2021). Master in Occupational Safety and Health.
- University ESAN, (2021- present) ,Specialization program in innovation applied to occupational safety.
- College of Engineers of the Perú (2012). CIP 137476
- University National de San Agustín (UNSA, 2006-2010). Mining Engineering.