



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA DE MINAS**

“MEJORAMIENTO DE VENTILACIÓN DEL NIVEL 2050 MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CHIMENEA CON EQUIPO RAISE CLIMBER EN LA MINA CONSUELO”

Tesis para optar al título profesional de:

**INGENIERO DE MINAS**

**Autores:**

Loyer Roberto Rosas Caballero

Luis David Ruiz Haro

**Asesor:**

Mg. Sc. Ronald Smith Mayta Rodas

<https://orcid.org/0000-0001-8826-8463>

Trujillo - Perú

**2023**

**JURADO EVALUADOR**

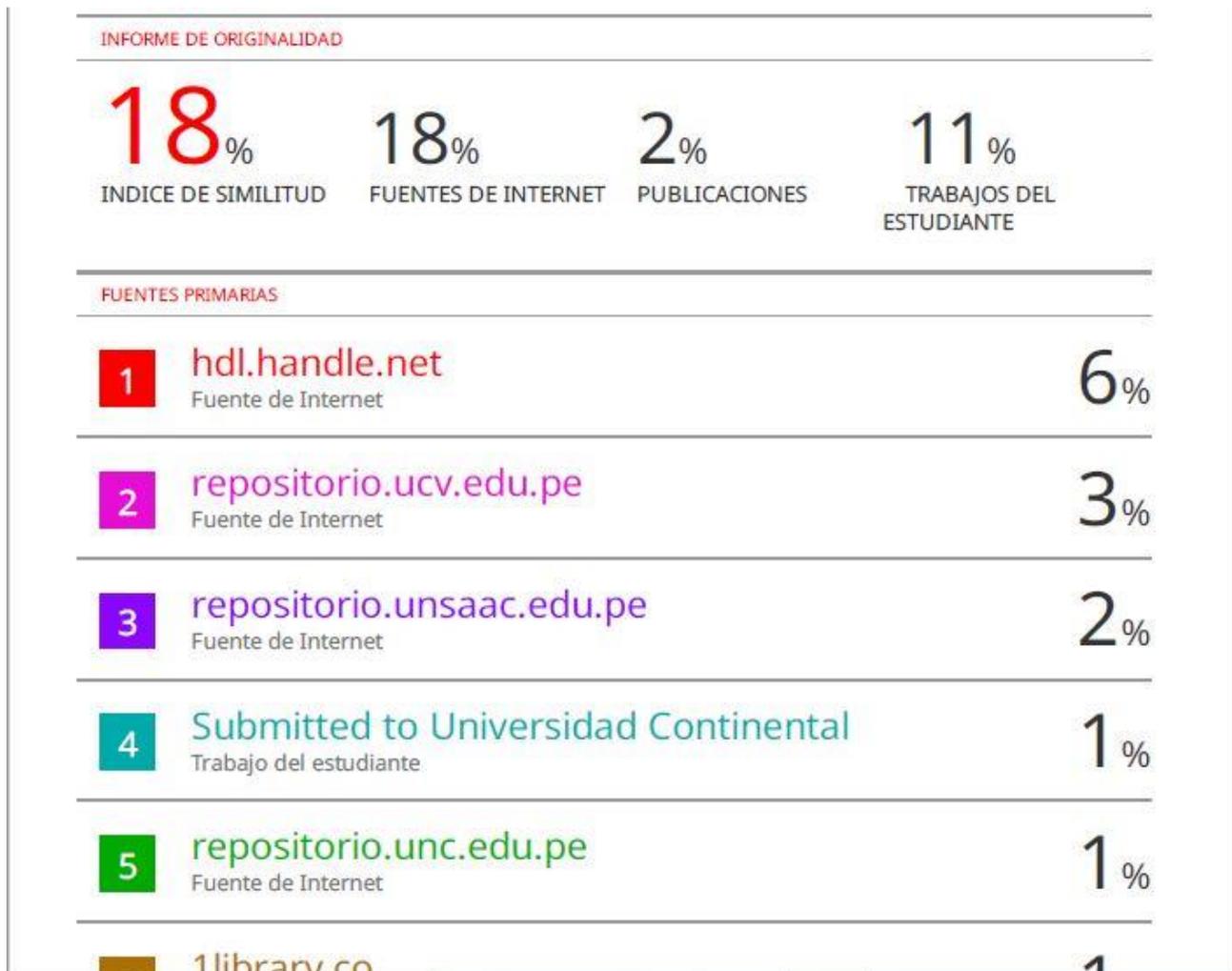
Jurado 1 Presidente(a)	<b>Mg. Ing. Eduardo Manuel Noriega Vidal</b>	<b>43236142</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Mg. Ing. Jorge Omar Gonzales Torres</b>	<b>43703713</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Mg. Ing. Ronald Antonio Alvarado Obeso</b>	<b>44562630</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

### INFORME DE SIMILITUD

(Copie y pegue como imagen la hoja del reporte global)



## **DEDICATORIA**

*La presente investigación está dedicada en especial a Dios por darme la oportunidad de tener un día más de vida, para poder hacer realidad mis sueños que poco a poco lo lograré. A mis padres, que estuvieron día a día conmigo, siendo mi mayor motivación. Mis hermanas, por hacer mi infancia, una infancia feliz que nunca lo olvidaré. A mis Abuelos, por sus palabras, oraciones, consejos y brindarme su tiempo que siempre fue importante para mí, por lo cual; fueron la base de mi formación profesional. A mis amigos, compañeros y conocidos, que me apoyaron incondicionalmente.*

***Ruiz Haro, Luis David***

*Este presente trabajo va dirigido principalmente a Dios por darme sabiduría, salud y bienestar; asimismo a mis padres por darme la oportunidad de poder estudiar una carrera universitaria y por todo el apoyo incondicional que me brindan; a mis amigos que me brindan su apoyo cuando los necesito, el aliento de ánimo que me dan para esforzarme cada vez más y lograr mis objetivos.*

***Rosas Caballero, Loyer Roberto***

## AGRADECIMIENTO

*Agradecemos primeramente a Dios sobre todas las cosas, sobre todo por el bienestar de nuestras familias, ya que ellos son el motor que nos impulsan a seguir adelante. A nuestros padres por el apoyo incondicional en cada paso que damos en nuestras vidas diarias, por estar presentes en los momentos difíciles cuando más los necesitamos y a nuestros docentes por las enseñanzas compartidas día a día, porque al pasar de los años se convirtieron en un gran ejemplo para nosotros.*

## Tabla de contenido

Jurado calificador .....	2
Informe de similitud.....	3
Dedicatoria .....	4
Agradecimiento .....	5
Tabla de contenido .....	6
Índice de tablas .....	7
Índice de figuras .....	8
Resumen .....	9
Capítulo I: Introducción .....	10
Capítulo II: Metodología.....	11
Capítulo III: Resultados.....	17
Capítulo IV: Discusión y Conclusiones .....	49
Referencias .....	53
Anexos.....	53

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Caudal de requerimiento de aire según el N° de trabajadores.....	29
<b>Tabla 2:</b> Caudal de requerimiento de aire – Temperatura .....	30
<b>Tabla 3:</b> Caudal de requerimiento de aire – Equipos .....	31
<b>Tabla 4:</b> Caudal de requerimiento de aire - Explosivos .....	32
<b>Tabla 5:</b> Requerimiento de caudal de aire total .....	33
<b>Tabla 6:</b> Caudal de aire antes de la chimenea.....	33
<b>Tabla 7:</b> Caudal de aire después de la chimenea .....	33
<b>Tabla 8:</b> 01 monitoreo de gases en el nivel 2050 antes de la chimenea .....	34
<b>Tabla 9:</b> 02 monitoreo de gases en el nivel 2050 después de la chimenea.....	35
<b>Tabla 10:</b> Datos Chimenea 2.4 x 2.4 Roca III .....	46
<b>Tabla 11:</b> Precio Unitario Ch. 2.5 x 2.4 Roca III.....	46

## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Anemómetro Extech AN100 .....	18
<b>Figura 2:</b> Detector de Gases ALTAIR 4X.....	18
<b>Figura 3:</b> Formato de cuestionario de entrevista .....	19
<b>Figura 4:</b> Instrumento 01 - Ficha de medición de caudal de aire .....	20
<b>Figura 5:</b> Instrumento 02 - Ficha de medición de gases.....	20
<b>Figura 6:</b> Ficha de validación de instrumentos N° 01 .....	22
<b>Figura 7:</b> Ficha de validación de instrumentos N° 02 .....	23
<b>Figura 8:</b> Ficha de validación de instrumentos N° 03 .....	24
<b>Figura 9:</b> Detalle de las excavaciones subterráneas del nivel inferior.....	25
<b>Figura 10:</b> Porcentaje de oxígeno en el nivel 2050 .....	36
<b>Figura 11:</b> PPM de Monóxido de Carbono en el nivel 2050.....	36
<b>Figura 12:</b> PPM de Dióxido de Nitrógeno en el nivel 2050.....	37
<b>Figura 13:</b> Porcentaje de Gas Explosivo en el nivel 2050.....	37
<b>Figura 14:</b> Proyecto CH RC-54 del Nv. 2050 al Nv. 2150 .....	39
<b>Figura 15:</b> Detalle nivel inferior de GL NW y ES CM 2050 Nv. 2050.....	40
<b>Figura 16:</b> Clasificación del macizo rocoso UEA La poderosa de Trujillo .....	40
<b>Figura 17:</b> Modelamiento tenso Deformacional – CH – RC 54 – Autosoporte y Perno Helicoidal .....	42
<b>Figura 18:</b> Modelamiento tenso Deformacional – CH – RC 54 – Reforzamiento con cimbras metálicas .....	43

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo, mejorar el sistema de ventilación en el Nivel 2050 mediante la construcción de una chimenea con equipo de Raise Climber en la Mina Consuelo de La Libertad, teniendo las siguientes variables: requerimiento de aire para la mina, caudal del aire, cantidad de personas, y número de equipos diésel; buscando mejorar el circuito de ventilación de dicho nivel para así optimizar las condiciones del entorno de trabajo. La metodología utilizada es básica porque implica la propuesta de construcción de una chimenea, teniendo como resultado el análisis de los factores que influyen en la deficiente ventilación, costes de avance, adquisición de madera y equipos para la perforación y voladura. El trabajo ejecutado contempla las mejoras en la eficiencia, velocidad, sostenimiento, en tiempos de ejecución, tiempos de evacuación ya sea mineral o desmonte, mayor eficiencia en las condiciones de seguridad y diseño en la construcción de chimeneas con el equipo Raise Climber.

Concluyendo que, en base a lo estipulado en la normativa en el DS-023-2017-EM, se tuvo una cobertura de 103.3 % antes de la construcción de la chimenea. Posterior a la construcción de la misma la cobertura de aire fue de un 113.0% con un incremento del 9.7 %.

**PALABRAS CLAVES:** Sistema de ventilación, temperatura, humedad, perforación y voladura.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1 Realidad problemática

La realidad problemática del presente informe de tesis radicó en el área de ventilación del Nv. 2050 de la unidad minera Consuelo, ya que presenta una deficiente circulación de aire debido a diferentes factores presentes en el área de estudio. Lo cual, dificulta el rendimiento de los trabajadores ya que no cuentan con un ambiente favorable de trabajo, producto de la inadecuada ventilación de las labores mineras, que, al no tener una salida para los gases nocivos provocados por la voladura de rocas y equipos en movimiento, provoca que la ventilación no sea fluida entre las diferentes labores (cortadas, galerías, niveles y subniveles), generando finalmente un ambiente de insalubridad para los trabajadores que realicen sus faenas mineras a diario.

Otro factor de la realidad problemática es el bajo rendimiento que tienen los trabajadores al no estar laborando en un ambiente con las condiciones adecuadas de salubridad. Una de dichas condiciones, es la temperatura ideal que se requiere para que el personal labore de manera óptima y segura, una segunda condición, son los gases nocivos (CO<sub>2</sub>), que el personal puede estar inhalando, sumando a esto el humo generado por los equipos en movimiento, en consecuencia, tendremos una baja productividad, colaboradores agotados, mayor probabilidad de accidentes, equipos averiados, en suma, productividad de la mina decreciente.

Por lo tanto, teniendo en claro cuáles son las consecuencias del problema planteado, se propuso la construcción de una chimenea en el NV.2050 en la mina Consuelo mediante el método de construcción de chimeneas Raise Climber.

La mina Consuelo pertenece a Poderosa, una de las empresas más grandes productoras de oro, operando en el distrito y provincia de Pataz a casi 320 Km de la ciudad de Trujillo en el Departamento de La Libertad, a una altura que va entre los 1250 y 3000 msnm, clasificada como mediana minería aurífera que se encuentra en su etapa de explotación. El continuo avance de sus labores hace que la minera requiera mayor cantidad de aire, para ello se proyecta construir una chimenea en el NV.2050 que comunicará a superficie.

Por trabajos anteriores de exploración se ha determinado que la zona tiene 32.5 m de terreno cuaternario morrénico, del cual; se encuentran litológicamente constituidos por fragmentos de rocas volcánicas principalmente; son fragmentos de forma angulosa a subangulosa, algunos de ellos muestran estrías y están distribuidos en un material limoarenoso. Esto reduce las opciones de realizar con diferentes métodos de construcción de chimenea, quedando como única alternativa la construcción con el equipo de Raise Climber.

Desde sus inicios a la fecha, la ventilación de minas tenía como objetivo central, el suministro de aire fresco para la respiración de las personas, dilución y extracción de polvo y gases producto de las operaciones subterráneas de tronadura-extracción-carguío y transporte ; en estos últimos treinta años, han aumentado fuertemente los requerimientos de sistema de ventilación de una mina ya que es un componente importante de un sistema minero subterráneo que debe proporcionar una cantidad suficiente de aire a las minas subterráneas, diluir el metano y otros contaminantes, mantener un ambiente de trabajo adecuado y prevenir accidentes. Muy a menudo, la ventilación es un factor limitante para la producción (Mantilla, 2010).

Para mostrar la importancia de la ventilación en la explotación de minas, existe la costumbre de comparar el peso del aire circulante en los trabajos mineros con el de los minerales extraídos; se comprueba así que el peso del aire es generalmente muy superior.

El peso del aire, en el conjunto de las carboneras francesas, era en 1960, igual 7,5 veces el tonelaje extraído.

A las concentraciones de gases de mina emitidos por las formaciones rocosas, se suman también en muchas ocasiones altas concentraciones de gases tóxicos producidas por la operación de equipos diésel, lo que implica un fuerte aumento de los caudales de aire de ventilación requeridos para diluir y extraer dichos contaminantes (Herrera, 2019).

En la investigación de Ramírez y Rico (2021), indican que el requerimiento universal es que todas las personas deben ser capaces de trabajar en un ambiente sano y confortable, es por eso que debemos tener en cuenta que esta afirmación se pueden dar varias interpretaciones. Entre ellas tenemos la localización geográfica, la altitud de la mina y los antecedentes de salud del trabajador.

Los gases que se pueden encontrar son: asfixiantes, tóxicos y/o explosivos, es por ello que es necesario diluirlos por debajo de los límites legales del D.S. 024-2016-EM modificado por D.S. N° 023-2017-EM. Además, a medida que se aumenta la profundidad de la mina también lo haría la temperatura de acuerdo al grado térmico.

Sin embargo, es de gran importancia evaluar los controles de ventilación ya que esto definirá las áreas con deficiencias dentro del laboreo de la mina y por ende proporcionar una mejor propuesta. Mediante un análisis correcto de la ventilación, es que se puede determinar la presencia de gases nocivos (García, 2016).

Según Navarro (2020), sostiene que el sistema Raise Climber es factible, ya que, al realizar los estudios, se observó que se pudo avanzar 51.87 % extra, esto hace que la eficiencia mejore y con la reducción de costos de construcción se puede decir que es uno de los mejores métodos para construcción de chimeneas para las labores mineras.

El método para la construcción de la Chimenea se llevará a cabo mediante el equipo Raise Climber, la cual se ejecutará sin mayores percances o inconvenientes, debido a su funcionamiento mecánico, sumado a esto que no requiere explosivos, asimismo no se expone a ningún peligro. En el interior de la Chimenea se instalará anillos de acero corrugado en toda su longitud como sostenimiento de su pared interior y permitir el paso de aire fluidamente y finalmente se inyectará lechada de cemento en el espacio anular que deja la pared de la chimenea con el anillo de acero.

Además, Mamani (2019), en su trabajo de investigación "Estudio y diseño del sistema de ventilación de las zonas Yurika y Pablo, Hochschild Mining - Unidad Operativa Pallancata", su objetivo principal fue evaluar el deficiente Sistema de Ventilación de la U.O. Pallancata y realizar el estudio y diseño del Sistema de Ventilación para determinar el caudal de aire que se requiere para una ventilación óptima. Concluyendo que el sistema de ventilación inicial es deficiente debido a que se requiere 421,208 cfm y se tiene un abastecimiento de caudal con 230,407 teniendo obteniendo una cobertura del caudal de aire requerido de solo 56%.

Así mismo, Durán (2018) en su tesis denominada "Mejoramiento de la ventilación en la mina subterránea - Mina Colquijirca CIA. de minas Buenaventura S.A.A.", se tiene como objetivo principal obtener buena performance del trabajador y de los equipos mineros subterráneos, asimismo en la productividad con un buen sistema de ventilación en la mina

de Colquijirca. Concluyendo que la mina tiene una cobertura de 66.43 % de aire, que significa que falta incrementar 6,617.54 m<sup>3</sup>/min (233,695.78 pies<sup>3</sup>/min) de aire fresco a la mina, para tener una cobertura de 100 % para no tener problemas de ventilación.

Según lo antes mencionado la formulación del problema se enfocará mediante la siguiente pregunta de investigación ¿De qué manera la construcción de la chimenea mejorará la ventilación del NV. 2050 de la Unidad Minera Consuelo?, de acuerdo a la investigación y el análisis, podemos determinar que, el objetivo general de este trabajo que es mejorar la ventilación del Nv. 2050, mediante la construcción de una chimenea utilizando el equipo Raise Climber en la Mina Consuelo. Los objetivos específicos planteados son analizar la problemática de la ventilación del Nv. 2050, luego de ello, realizar un estudio geomecánico del área para la construcción de la chimenea en el Nv. 2050 VETA - LOLA 1, finalmente, realizar un análisis económico general de los insumos y materiales empleados en la construcción de la chimenea con el equipo Raise Climber.

Este trabajo de investigación tiene como hipótesis general que, al construir la chimenea utilizando el equipo Raise Climber, mejorará las condiciones de ventilación del Nv. 2050 de la Mina Consuelo, y, por consiguiente, mejorará la salubridad del ambiente donde los trabajadores desarrollaran sus labores dentro de la mina.

Las hipótesis específicas señalan que, al analizar la problemática de la ventilación del Nv. 2050, se determinará el beneficio de salubridad del ambiente donde los trabajadores desarrollaran sus labores dentro de la mina, al realizar un estudio geomecánico del área para la construcción de la chimenea en el Nv. 2050 VETA - LOLA 1, se determinará las características del macizo rocoso y condiciones geotécnicas de la roca y con el análisis

económico general de los insumos y materiales empleados se identificará el costo total en función del avance que genera el equipo Raise Climber.

El presente informe de investigación es de carácter teórico, porque la investigación propuso diferentes teorías sobre el funcionamiento de la chimenea con el fin de garantizar la salud y seguridad de los trabajadores tal como aumentar la producción, porque respecto a los objetivos previstos, el resultado fue positivo frente al problema planteado, ya que; siempre existió un alto índice de costos en construir una chimenea.

La investigación se justifica por la importancia que tienen los sistemas de ventilación en una operación subterránea, al implementar una chimenea se mejora el flujo de aire y se optimiza costos ya que reemplazaría la compra de un ventilador para el nivel en estudio.

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

La investigación es aplicada, porque busca fines de aplicación inmediatos y directos. De tal manera, busca una realidad circunstancial antes que el desarrollo de varias teorías y la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo, se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto (Lozada, 2014). El diseño es cuasi-experimental, ya que, consiste en someter a un objeto o grupo de individuos en determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (Arias, 2015).

Presenta un enfoque cuantitativo porque considera que el conocimiento debe ser objetivo, y que este se genera a partir de un proceso deductivo en el que, a través de la medicación numérica y el análisis estadístico inferencial, se prueban hipótesis previamente formuladas (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Con diseño cuasi experimental, basado en la identificación de los factores que pueden intervenir en la validez interna y externa del mismo e identifican un grupo de comparación lo más parecido posible al grupo de tratamiento en cuanto a las características del estudio de base (previas a la intervención) (White y Sabarwal, 2014).

El estudio se realizará en la Unidad Minera Consuelo (Poderosa S.A.). Distrito: Patáz, Provincia: Patáz y Región: La Libertad. Para el desarrollo de esta investigación se asumió como población todo el sistema de ventilación en la Unidad Minera Consuelo, en la provincia de Pataz. Según Condori (2020), la población son los elementos accesibles o unidad de análisis que pertenece al ámbito especial donde se desarrolla el estudio.

La muestra se seleccionó basándonos en el muestreo no probabilístico crítico con base en el propósito de estudio. La muestra asumida en el trabajo de investigación es el sistema de ventilación en el nivel 2050 de la Mina Consuelo, el criterio para la selección dicha muestra ha sido la garantía de calidad, ya que se pretende mejorar la ventilación y con ello evitar enfermedades ocupacionales a los trabajadores.

Según Condori (2020), la muestra es parte representativa de la población, con las mismas características generales de la población. La principal propiedad de la muestra es poseer las principales características de la población, que hace posible al investigador, que generalice sus resultados a la población (Oseda, 2008).

Las técnicas e instrumentos de recolección, son medios empleados para recoger información, entre estas están la observación, entrevistas y encuestas. La recolección de información es considerada como la medición es una precondition para obtener el conocimiento científico y el instrumento de recolección de datos está orientado a crear las condiciones para la medición (Hernández y Duana, 2020). Mediante la observación directa se pudo presenciar las actividades en las labores, de tal manera que durante el reconocimiento en campo permitió obtener datos e información del proceso de la construcción de la chimenea, donde se empleó el equipo Raise Climber. Posteriormente se recopiló información de proyectos ejecutados anteriormente, lo cual sirvió como línea base en la investigación desarrollada. Así mismo, se recabó todos los datos relacionados con el sistema de ventilación en el nivel 2050 antes de ejecutar la construcción de la chimenea.

Para la medición del caudal de aire antes y después de la implementación de la chimenea en el Nivel 2050 se hizo uso de un anemómetro.

## Figura 1

*Anemómetro Extech AN100*



Nota: Instrumento de medición del flujo de aire.

De igual manera se realizó la detección de concentración de gases: oxígeno (O<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y gas combustible, ya sea en reposo o en movimiento para lo cual se hizo uso del detector de gases múltiples o medidor de gases Altair 4x, el cual detecta y mide 4 gases: Gas Combustible (LEL), O<sub>2</sub>, CO y H<sub>2</sub>S, este puede registrar y almacenar hasta 500 eventos.

## Figura 2

*Detector de Gases ALTAIR 4X*



Nota: Medición de gases en el nivel 2050.

Finalmente se realizó entrevistas al equipo especializado, las cuales abarcaron preguntas relacionadas con los factores que influyeron y afectaron la construcción de la chimenea, así como alcances importantes del proceso.

### Figura 3

#### Formato de cuestionario de entrevista

<b>MINA CONSUELO</b>		
Apellidos y Nombres:		
Cargo:		
Fecha:		
<b>Marque con una (x) la respuesta que usted considere la correcta.</b>		
1. ¿Será buena la ventilación sin la construcción de una chimenea en el Nv.2050?	SI	NO
2. ¿Ayudará con la circulación de oxígeno si se construye la chimenea en el Nv.2050?		
3. ¿Dificultará el rendimiento de trabajadores sin una buena circulación de oxígeno?		
4. ¿Un ambiente insalubre será bueno en el sector minero - trabajadores?		
5. ¿Afectarían los gases dormidos si no hay una buena circulación de Oxígeno?		
6. ¿Disminuirá el esfuerzo del trabajador si las temperaturas se encuentran elevadas?		
7. Sin chimeneas, ¿Los trabajadores podrán rendir sus labores en mina?		
8. ¿Raice Climber es un buen método para la construcción de chimeneas?		
9. ¿Existe una tasa de mortalidad sin una buena ventilación en la mina Consuelo?		
10. ¿Existe probabilidad de accidentes, equipos averiados, por condiciones de ventilación?		

Nota: El cuestionario consta de 10 preguntas relacionadas con las condiciones de trabajo.

Los instrumentos de recolección de datos que se utilizaron en la investigación, fueron los siguientes:

**Figura 4**

*Instrumento 01 - Ficha de medición de caudal de aire*

Parámetros Caudal de aire		m3/ min	CFM
Q Tr:	Personas (trabajadores / g día)		
Q Eq:	Equipos Diesel		
Q Te:	Temperatura (20° C)		
Q Ma:	Madera		
Q Fu:	Fugas		
Q Ex:	Dilución Explosivos		
<b>Q Total: Q Tr + Q Eq + Q Te + Q Ma + Q Fu + Q Ex</b>			

Nota: El formato fue elaborado en función de lo dispuesto en el DS 023-2017 EM.

**Figura 5**

*Instrumento 02 - Ficha de medición de gases*

DÍAS	% Oxígeno O2	PPM Monóxido de Carbono CO	PPM Dióxido de nitrógeno NO2	% Gas Explosivo COMB/EX
<b>DÍA 01</b>				
<b>DÍA 02</b>				
<b>DÍA 03</b>				
<b>DÍA 04</b>				
<b>DÍA 05</b>				
<b>DÍA 06</b>				
<b>DÍA 07</b>				

Nota: La ficha se construyó en base a los 04 gases que se monitorean regularmente.

Los instrumentos empleados para la medición se detallan a continuación:

**a) Flexómetro**

Es un instrumento utilizado para hacer mediciones precisas en distancias sumamente cortas.



#### **b) Ficha de Observación**

Es una herramienta de gestión que ayuda a monitorear todo lo ocurrido en la guardia D/N, donde se tomaron datos que sirvieron para el desarrollo de la investigación.

#### **c) Reportes de Trabajo**

Son documentos en los que se recogen los resultados de la actividad (perforación y voladura).

#### **d) Mapeos Geomecánicos y geológicos**

El mapeo geomecánico y geológico servirá para identificar las zonas críticas al hacer la chimenea.

#### **e) Programas y/o Software**

El programa Excel para procesar los cálculos de Costo de Avance por guardia, digitalizar información de campo, realizar tablas y gráficos comparativos para presentación de resultados.

## Figura 6

### Ficha de validación de instrumentos N° 01

#### FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

##### 1. DATOS GENERALES:

###### 1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

"Mejoramiento de Ventilación del Nivel 2050 mediante la construcción de una chimenea con equipo Raise Climber en la mina Consuelo"

1.2 Investigador (a) (es): Ruiz Haro, Luis David / Rosas Caballero, Loyer Roberto.

##### 2. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Gary Aarón Choncen Sandoval DNI: 70402552

Grado académico: Ing. Minas

Centro de Trabajo: New Horus S.A.C.

Dirección: Ca. Trujillo #177 – La Arena - Piura

e-mail: gary9\_299@hotmail.com

Teléfono: 951563972

##### 3. ASPECTOS A VALIDAR:

N°	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿Sera buena la ventilación sin la construcción de una chimenea en el Nv.2050?			X	
02	¿Ayudará con la circulación de oxígeno si se construye la chimenea en el Nv.2050?				X
03	¿Dificultará el rendimiento de trabajadores sin una buena circulación de oxígeno?		X		
04	¿Un ambiente insalubre será bueno en el sector minero - trabajadores?		X		
05	¿Afectarían los gases dormidos si no hay una buena circulación de oxígeno ?			X	
06	¿Disminuirá el esfuerzo del trabajador si las temperaturas se encuentran elevadas?		X		
07	Sin chimeneas. ¿Los trabajadores podrán rendir sus labores en mina?		X		
08	¿Raise Climber es un buen método para la construcción de chimeneas?				X
09	¿Existe una tasa de mortalidad sin una buena ventilación en la mina Consuelo?			X	
10	¿Existe probabilidad de accidentes, equipos averiados, por condiciones de ventilación?			X	

4. OPINION DE APLICABILIDAD: Correcto

5. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

BUENA



DNI N°: 70402552  
CIP: 280679  
Fecha: 11/09/2023

Nota: Validación del experto.

## Figura 7

### Ficha de validación de instrumentos N° 02

#### FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

##### 1. DATOS GENERALES:

###### 1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

"Mejoramiento de Ventilación del Nivel 2050 mediante la construcción de una chimenea con equipo Raise Climber en la mina Consuelo"

1.2 Investigador (a) (es): Ruiz Haro, Luis David / Rosas Caballero, Loyer Roberto.

##### 2. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Rubén Darío Yana Esquivias

DNI: 42242192

Grado académico: Ing. De Minas

Centro de Trabajo: URQU SAC – Mina Lincuna

Dirección: Av. Miguel Grau # 309 - Arequipa

e-mail: datamine88@gmail.com

Teléfono: 973147318

##### 3. ASPECTOS A VALIDAR:

N°	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿Será buena la ventilación sin la construcción de una chimenea en el Nv.2050?		X		
02	¿Ayudará con la circulación de oxígeno si se construye la chimenea en el Nv.2050?				X
03	¿Dificultará el rendimiento de trabajadores sin una buena circulación de oxígeno?		X		
04	¿Un ambiente insalubre será bueno en el sector minero - trabajadores?		X		
05	¿Afectarían los gases dormidos si no hay una buena circulación de oxígeno ?			X	
06	¿Disminuirá el esfuerzo del trabajador si las temperaturas se encuentran elevadas?		X		
07	Sin chimeneas. ¿Los trabajadores podrán rendir sus labores en mina?		X		
08	¿Raise Climber es un buen método para la construcción de chimeneas?				X
09	¿Existe una tasa de mortalidad sin una buena ventilación en la mina Consuelo?			X	
10	¿Existe probabilidad de accidentes, equipos averiados, por condiciones de ventilación?			X	

4. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Correcto

5. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

**BUENA**



DNI N°: 42242192  
CIP: 185087  
Fecha: 11/09/2023

Nota: Validación del experto.

### Figura 8

#### Ficha de validación de instrumentos N° 03

#### FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

##### 1. DATOS GENERALES:

###### 1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

"Mejoramiento de Ventilación del Nivel 2050 mediante la construcción de una chimenea con equipo Raise Climber en la mina Consuelo"

1.2 Investigador (a) (es): Ruiz Haro, Luis David / Rosas Caballero, Loyer Roberto.

##### 2 Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Fredy Zapata Casaverde

DNI: 28315258

Grado académico: Ing. Minas

Centro de Trabajo: New Horus S.A.C.

Dirección: Av. 9 de diciembre #744 – San Juan Bautista – Ayacucho.

e-mail: zapatacasaverdef@gmail.com

Teléfono: 966501841

##### 3 ASPECTOS A VALIDAR:

N°	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿Sera buena la ventilación sin la construcción de una chimenea en el Nv.2050?			X	
02	¿Ayudará con la circulación de oxígeno si se construye la chimenea en el Nv.2050?			X	
03	¿Dificultará el rendimiento de trabajadores sin una buena circulación de oxígeno?			X	
04	¿Un ambiente insalubre será bueno en el sector minero - trabajadores?		X		
05	¿Afectarían los gases dormidos si no hay una buena circulación de oxígeno ?			X	
06	¿Disminuirá el esfuerzo del trabajador si las temperaturas se encuentran elevadas?		X		
07	Sin chimeneas. ¿Los trabajadores podrán rendir sus labores en mina?		X		
08	¿Raise Climber es un buen método para la construcción de chimeneas?			X	
09	¿Existe una tasa de mortalidad sin una buena ventilación en la mina Consuelo?			X	
10	¿Existe probabilidad de accidentes, equipos averiados, por condiciones de ventilación?			X	

4 OPINION DE APLICABILIDAD: Correcto

5 PROMEDIO DE VALORACIÓN:

BUENA



DNI N°: 28315258  
CIP: 149085  
Fecha: 11/09/2023

Nota: Validación del experto.

El procedimiento de análisis de datos del trabajo de investigación consto de 03 etapas, I etapa de Pre - campo, en la cual se recopiló información consistente del sistema de ventilación del nivel 2050 y el funcionamiento de los equipos Raise Climber en campo.

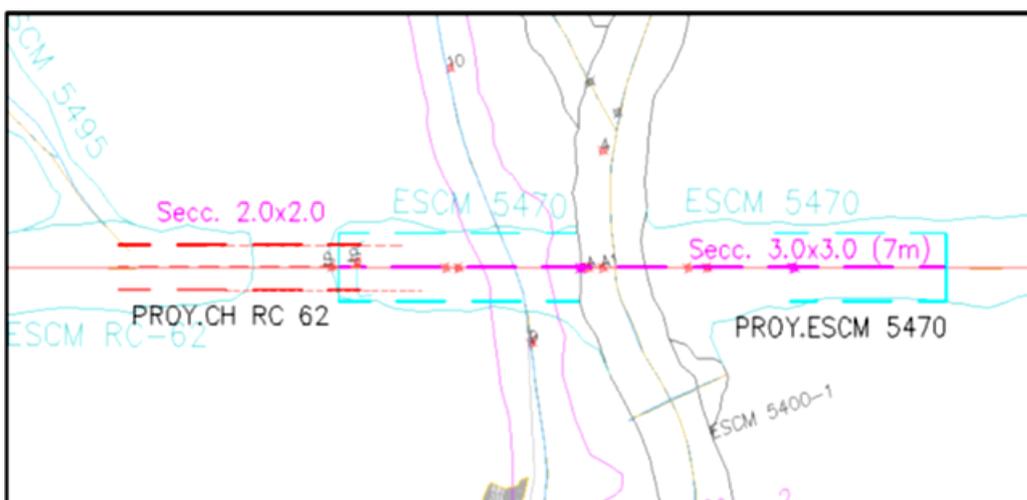
Este equipo permite la apertura de toda clase de chimeneas, verticales o inclinados, rectos o curvados, de sección cuadrado, rectangular o redondo. Mediante carriles guía curvados (radio mín. 2,3 m), la plataforma trepadora puede conducirse fácilmente a una posición segura.

La curva de carril guía proporciona una comunicación rápida entre la sala de la galería y el frente de arranque de la chimenea mediante un ascensor de servicio especial, el Alitralley o el Alicob, que en todo momento está dispuesto por su funcionamiento sobre el carril guía.

Todo el trabajo se efectúa desde la robusta plataforma, que puede colocarse fácilmente a la altura y al ángulo deseados.

### **Figura 9**

*Detalle de las excavaciones subterráneas del nivel inferior*



Nota: Vista en planta de las labores en el nivel inferior.

La etapa II de campo, en la cual se hizo el seguimiento del paso a paso para la construcción de la chimenea en el nivel 2050, lo cual constó de los procedimientos que se describen a continuación:

- Se caracterizó a la masa rocosa del yacimiento, en base a la revisión y análisis de la información que se tuvo disponible y en base al mapeo Geomecánico de la masa rocosa de las labores subterráneas de la Mina Cedro en la zona de Consuelo. Para ello, se han utilizado las normas sugeridas por la ISRM (International Society for Rock Mechanics).
- Se evaluaron las propiedades físico-mecánicas de la roca intacta, de las discontinuidades y de la masa rocosa, utilizando para ello procedimientos alternativos, según normas del ISRM.
- Se determinó la calidad de la masa rocosa involucrada en el área de evaluación, mediante la aplicación de criterios de clasificación geomecánica, como los de Bieniawski (1989), Barton (1974) y Hoek & Marinos (2000).
- Para el análisis de esfuerzos (magnitud y orientación) se ha realizado mediante el método de fallas conjugadas y diedros rectos empleando para el análisis el software Geomecánico Dips 7.0
- Método Numérico, análisis tenso deformacional, cálculo del factor de reducción de esfuerzo (SRF), zona plástica, se ha empleado el software Geomecánico de elementos finitos RS2.
- Para el diseño de sostenimiento en labores consideradas como infraestructura minera, se considera realizar mediante el análisis de estabilidad estructuralmente controlada.

- Por tanto, la estabilidad de las excavaciones rocosas estará condicionada por la presencia de estas cuñas o bloques, a esto es lo que se llama “estabilidad estructuralmente controlada”.
- A fin de evaluar la influencia del arreglo estructural de la masa rocosa de los principales niveles y/o zonas sobre las condiciones de estabilidad de las excavaciones que estarán asociadas a la infraestructura minera, se ha realizado un análisis de estabilidad estructuralmente controlada, utilizando el software Geomecánico de equilibrio limite RS2 (Rocscience, 2021). Para ello se ha considerado la información recopilada y/o levantada en campo de la distribución de discontinuidades y resistencia de las discontinuidades.
- Al margen de esto, se ha considerado evaluar la estabilidad de la masa rocosa en el sector donde se tiene proyectado ejecutarse las cámaras de ventilación, considerando su propio arreglo estructural.

Finalmente, la etapa III de gabinete, con la información obtenida en campo se procedió a realizar el análisis y el procesamiento de resultados, se analizó la información de cada punto de control en interior mina, específicamente en el Nivel 2050 para determinar el caudal de aire y la concentración de gases (porcentajes y PPM). Para lo cual se hizo uso del programa Excel que permitió digitalizar la información de campo empleando tablas y gráficos para una mejor interpretación de los resultados.

Para el desarrollo de la tesis se tomó en cuenta las políticas de derechos de autor que establece la Universidad Privada del Norte, así como la estructura establecida para la presentación de los trabajos de investigación, además se empleó la normativa APA séptima edición para realizar las citas, referencias, imágenes y tablas.

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

### 3.1. Resultados del objetivo específico 01: Problemática de la ventilación del Nv. 2050

#### 3.1.1. Medición de Caudal

Cuando en la operación se utilice equipos con motor petrolero, la demanda de aire al interior de la mina debe ser calculada de acuerdo al literal d) del artículo 252 del reglamento, considerando la fórmula siguiente:

**Ecuación 1:** *Requerimiento de aire en el Nv. 2050*

$$Q_{to} = Q_{tl} + Q_{fu}$$

Donde:

**Q<sub>to</sub>** = Caudal total para la operación.

**Q<sub>tl</sub>** = Sumatoria de caudal requerido por:

- A) Número de trabajadores (**Q<sub>tr</sub>**),
- B) Consumo de madera (**Q<sub>ma</sub>**),
- C) Temperatura en labores de trabajo (**Q<sub>te</sub>**) y
- D) Equipos con motor petrolero (**Q<sub>eq</sub>**)

**Q<sub>fu</sub>** = 15% del **Q<sub>tl</sub>**

**Ecuación 2:** *Caudal requerido por el número de trabajadores - (**Q<sub>tr</sub>**)*

$$Q_{tr} = F \times N$$

Donde:

**Q<sub>tr</sub>** = Caudal total para "n" trabajadores (m<sup>3</sup>/min);

**F** = Caudal mínimo por persona de acuerdo a escala establecida en el artículo 247 del reglamento;

N = Número de trabajadores de la guardia más numerosa.

**A. Art. 247 del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional DS 023-2017 EM.**

\* Menor a 1,500 metros; será igual a 3 m<sup>3</sup>/min.

\* De 1,500 a 3,000 metros aumentará en 40%; será igual a 4 m<sup>3</sup>/min.

\* De 3,000 a 4,000 metros aumentará en 70%; será igual a 5 m<sup>3</sup>/min.

\* Sobre los 4,000 metros aumentará en 100%; será igual a 6 m<sup>3</sup>/min.

**Tabla 1**

*Caudal de requerimiento de aire según el N° de trabajadores*

N°	Descripción	N° Personal	Altitud m <sup>3</sup> /min.	m3/min.	CFM
1	03 labores Servicio (cuneta, cosen	9	4	36	1271.3
2	manga rota, cortan la malla sobre salida, etc.)	2	4	8	282.5
<b>TOTAL (Qtr)</b>				<b>44</b>	<b>1553.8</b>

Nota: Datos en base al número de trabajadores en el nivel 2050.

**Ecuación 3:** *Caudal requerido por consumo de madera*

$$Q_{ma} = T \times u \text{ (m}^3\text{/min)}$$

Donde:

Q<sub>Ma</sub> = Caudal requerido por toneladas de producción (m<sup>3</sup>/min)

u = Factor de producción, de acuerdo a escala establecida en el segundo párrafo del literal d) del artículo 252 del reglamento;

T = Producción en toneladas métricas húmedas por guardia.

**Ecuación 4: Caudal requerido por temperatura**

$$Q_{te} = V_m \times A \times N \text{ (m}^3\text{/min)}$$

Donde:

$Q_{te}$  = Caudal por temperatura (m<sup>3</sup>/min);

$V_m$  = Velocidad mínima;

$A$  = Área de la labor promedio;

$N$  = Número de niveles con temperatura mayor a 23° C, de acuerdo a escala establecida en el tercer párrafo del literal d) del artículo 252 del reglamento.

Artículo 252 DS 023-2017 EM. - d) Para mantener la temperatura de confort en el lugar de trabajo, se debe considerar en el cálculo del requerimiento de aire una velocidad mínima de 30 m/min, cuando la temperatura se encuentre en el rango de 24° C hasta 29° C como máximo.

**Tabla 2**
*Caudal de requerimiento de aire – Temperatura*

Parámetros	Valores	m <sup>3</sup> /min.	CFM
Área de Sección	12.25		
Temperatura >24°	30	367.5	12978.14
Velocidad Mínima	1		
<b>Q Te:</b>			12978.14

Nota: Se ha considerado como velocidad mínima 30 m/min.

**Ecuación 5: Caudal Requerido por Equipo con Motor Petrolero**

$$Q_{Eq} = 3 \times HP \times D_m \times F_u$$

Donde:

$Q_{Eq}$  = Volumen de aire necesario para la ventilación ( $m^3/min$ );

HP = Capacidad efectiva de potencia (HPs);

$D_m$  = Disponibilidad mecánica promedio de los equipos (%);

$F_u$  = Factor de utilización promedio de los equipos (%).

\* En caso de emplearse equipo diésel, la cantidad de aire circulante no será menos de 03 metros cúbicos por minuto por cada HP que desarrollen los equipos

**Tabla 3**

*Caudal de requerimiento de aire – Equipos*

Equipos	Nº de Equipos	$m^3/min.$ x HP	HP x Equipo	Disp. - Factor Utilización Eq	$m^3/min.$ x Equipo	CFM x Equipo
DUMPER Marca: Komatsu Modelo: HX - 16 Motor Cummins 6.7	4	3	230	0.85	586.5	82848.207
JUMBO Marca: Joy Modelo: VR-II Motor cummins 4.5	1	3	130	0.85	331.5	11706.812



**Tabla 5**

*Requerimiento de caudal de aire total*

<b>Parámetros</b>	<b>Caudal de aire</b>	<b>m<sup>3</sup>/ min</b>	<b>CFM</b>
Q Tr:	Personas (trabajadores / guardia)	44	1554
Q Eq:	Equipos Diésel	1466	113916
Q Te:	Temperatura (20° C)	368	12978
Q Ma:	Madera	0	0
Q Fu:	Fugas	282	9947
Q Ex:	Dilución Explosivos	919	32445
<b>Q Total: Q Tr + Q Eq + Q Te + Q Ma + Q Fu + Q Ex</b>		<b>3078</b>	<b>170840</b>

Nota: Sumatoria total de requerimiento de aire en el nivel 2050.

**Tabla 6**

*Caudal de aire antes de la chimenea*

<b>Caudal de Aire</b>	<b>m<sup>3</sup>/min</b>	<b>CFM</b>
Total de aire requerido	3078	170840
Ingreso de aire a mina	3178	112221
Salida de aire	3168	111868
<b>COBERTURA %</b>	<b>103.30%</b>	

Nota: La cobertura de aire antes de la chimenea fue de 103.30 %.

**Tabla 7**

*Caudal de aire después de la chimenea*

<b>Caudal de Aire</b>	<b>m<sup>3</sup>/min</b>	<b>CFM</b>
Total, de aire requerido	3078	170840

Ingreso de aire a mina	3478	122814
Salida de aire	3458	122108
<b>COBERTURA %</b>	<b>113.00%</b>	

Nota: La cobertura de aire después de la chimenea fue de 113.00 %.

### 3.1.2. Monitoreo de gases tóxicos

Muchas operaciones mineras son muy peligrosas para los trabajadores, hay áreas en minas subterráneas que no han sido exploradas debido a la presencia desconocida de gases nocivos; estos sitios pueden contener minerales que pueden ser parte del desarrollo. Uno de los factores que genera la liberación de gas tóxico se debe a la explosión de la roca, acompañada del proceso de descomposición de la masa rocosa, los mineros realizan voladura a diario y pueden estar propensos a intoxicaciones trayendo complicaciones de por vida para su salud. Es por ello que en las operaciones de mina Consuelo al ingresar a las labores se realiza un monitoreo de gases tóxicos, considerando también los LMP señalados por el Ministerio de Energía y Minas, a continuación, se presenta los resultados del monitoreo de gases en el nivel 2050 antes de la construcción de la chimenea.

**Tabla 8**

*01 monitoreo de gases en el nivel 2050 antes de la chimenea*

<b>DÍAS</b>	<b>% Oxígeno O2</b>	<b>PPM Monóxido de Carbono CO</b>	<b>PPM Dióxido de nitrógeno NO2</b>	<b>% Gas Explosivo COMB/EX</b>
<b>DÍA 01</b>	20.8	293	0	0.00%
<b>DÍA 02</b>	20.3	170	0	4.00%
<b>DÍA 03</b>	20.8	292	0	0.00%
<b>DÍA 04</b>	20.4	171	0	4.00%
<b>DÍA 05</b>	20.8	289	0	0.00%
<b>DÍA 06</b>	20.8	299	0	0.00%
<b>DÍA 07</b>	20.8	233	7	0.00%

Nota: Datos extraídos del monitoreo de gases en interior del Nv 2050.

Los gases evaluados por el detector de gases son Oxígeno, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y gas explosivo (metano), en donde se pudo notar que el CO excede considerablemente los LMP que según normativa señala solo 25 PPM, y el NO2 también excede el LMP de 03 PPM.

Posterior a la construcción de la chimenea Raise Climber se realizó el mismo procedimiento monitoreando los gases tóxicos durante el mismo periodo de 07 días.

**Tabla 9**

*02 monitoreo de gases en el nivel 2050 después de la chimenea*

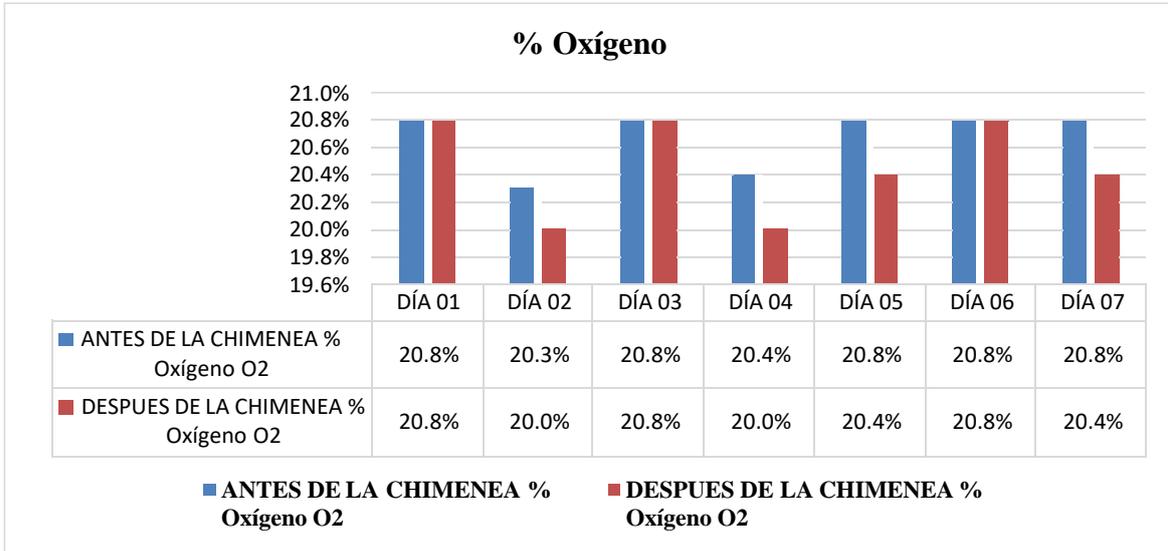
<b>DÍAS</b>	<b>% Oxígeno O2</b>	<b>PPM Monóxido de Carbono CO</b>	<b>PPM Dióxido de nitrógeno NO2</b>	<b>% Gas Explosivo COMB/EX</b>
<b>DÍA 01</b>	20.8	0	0	0.00%
<b>DÍA 02</b>	20.0	37	1.3	0.00%
<b>DÍA 03</b>	20.8	0	0	0.00%
<b>DÍA 04</b>	20.0	37	1.2	0.00%
<b>DÍA 05</b>	20.4	25	0	0.00%
<b>DÍA 06</b>	20.8	0	0	0.00%
<b>DÍA 07</b>	20.4	25	0	0.00%

Nota: Datos extraídos del monitoreo de gases en interior del Nv 2050.

Se realizó la comparación de los parámetros evaluados en el monitoreo de gases antes y después de la construcción de la chimenea Raise Climber en el nivel 2050.

**Figura 10**

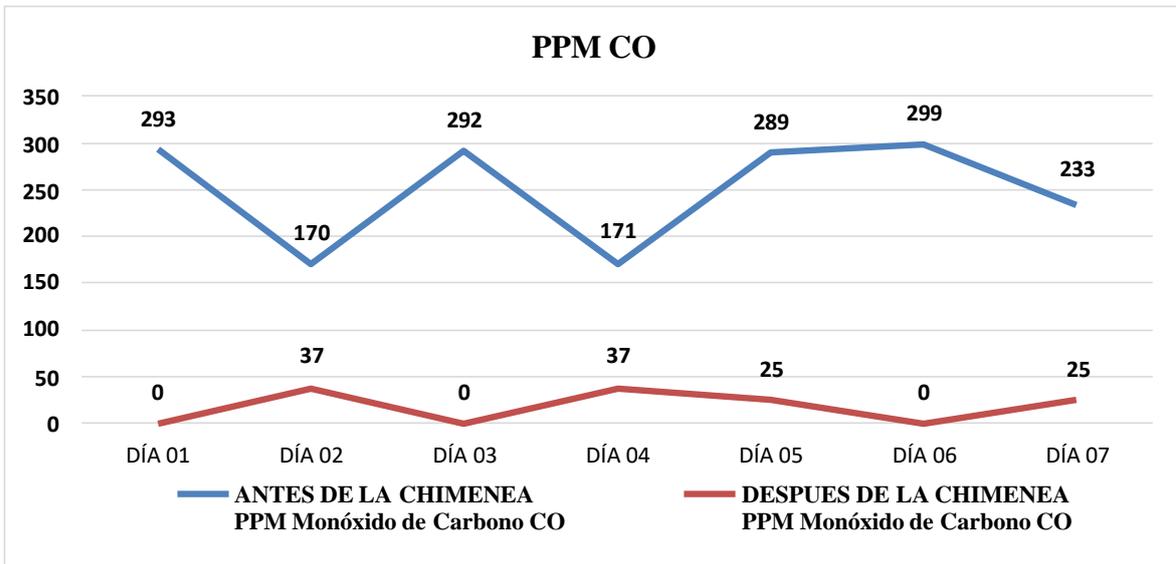
*Porcentaje de oxígeno en el nivel 2050*



Nota: Comparación del % de oxígeno.

**Figura 11**

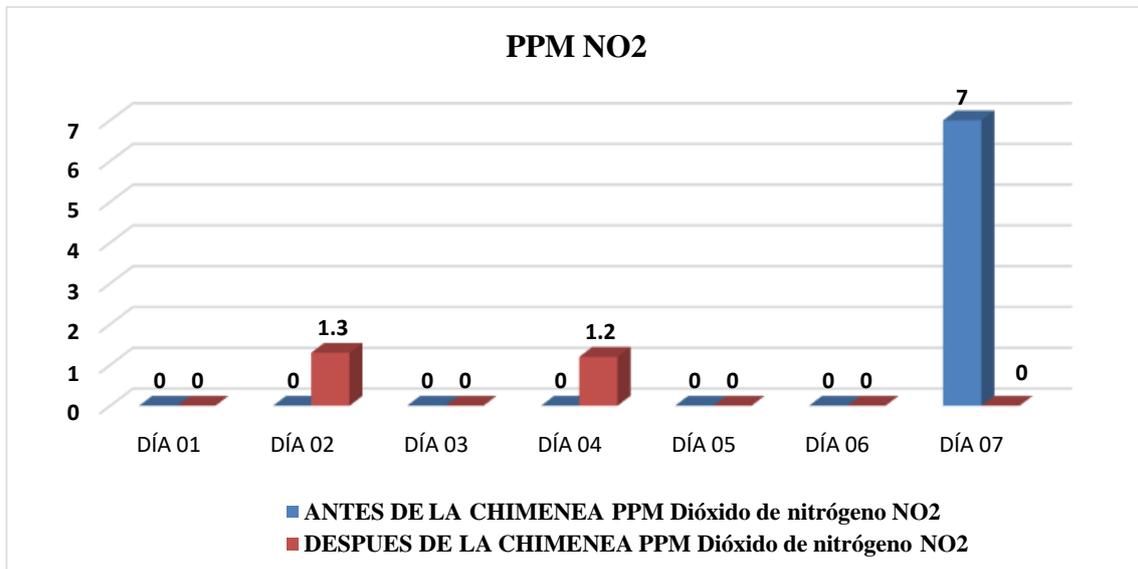
*PPM de Monóxido de Carbono en el nivel 2050*



Nota: Comparación de los PPM de CO.

**Figura 12**

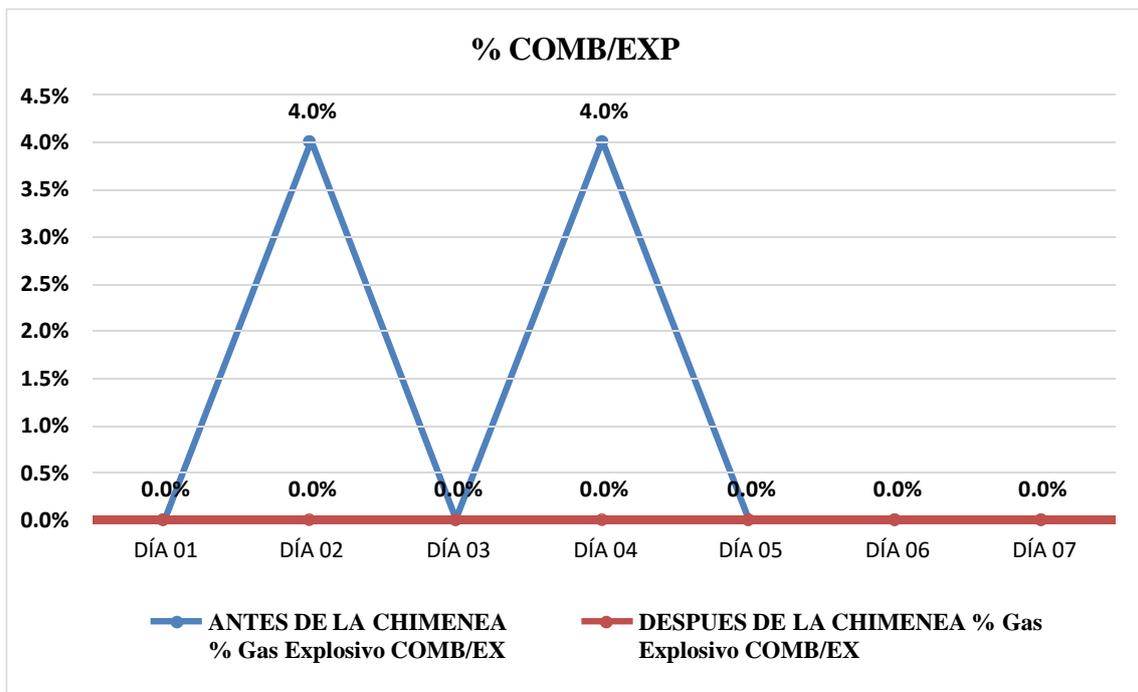
*PPM de Dióxido de Nitrógeno en el nivel 2050*



Nota: Comparación de los PPM de NO<sub>2</sub>.

**Figura 13**

*Porcentaje de Gas Explosivo en el nivel 2050*



Nota: Comparación del % de Gas combustible.

Según los resultados presentados la problemática que perjudicaba la ventilación en el nivel 2050 ha mejorado considerablemente, disminuyendo la concentración de gases tóxicos en las labores del nivel antes mencionado.

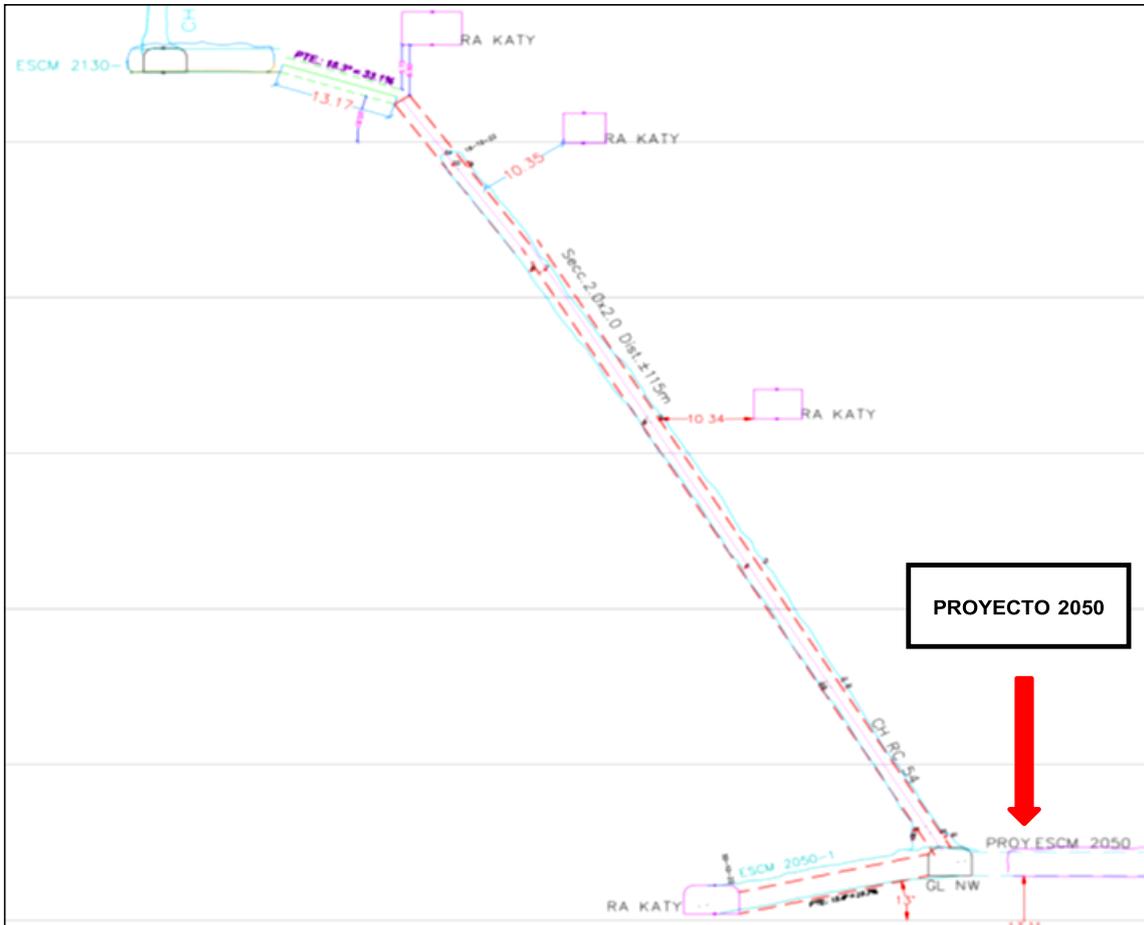
### **3.2. Resultados del objetivo específico 02: Estudio geomecánico del área para la construcción de la chimenea en el Nv. 2050 VETA - LOLA 1**

Se determinó la calidad de la masa rocosa involucrada en el área de evaluación, mediante la aplicación de criterios de clasificación geomecánica, como los de Bieniawski (1989), Barton (1974) y Hoek & Marinos (2000).

El proyecto de la CH RC-54 tiene una longitud de 115 m donde iniciará en el nivel 2050 desde la GL NW con una inclinación de 60° y llegará a la cota 2150 al ES CM 2130-1 (proyecto), mediante una labor horizontal.

**Figura 39**

*Proyecto CH RC-54 del Nv. 2050 al Nv. 2150*



Nota: Vista Seccional del Perfil de la chimenea.

**Figura 15**

*Detalle nivel inferior de GL NW y ES CM 2050 Nv. 2050*



Nota: Vista en planta de las principales labores en el nivel 2050.

GL: Galería

La clasificación del macizo rocoso presente en la mina se ha realizado siguiendo la metodología que exigen las clasificaciones geomecánicas: GSI, RMR y Q.

**Figura 16**

*Clasificación del macizo rocoso*

TIPO DE ROCA	CALIDAD DE ROCA(GSI)	RMR	Q
MUY BUENA TIPO I	A	81-100	61.01 - 503.82
BUENA TIPO II	B	61-80	6.61 - 54.60
REGULAR TIPO IIIA	C	51-60	2.18 - 5.92
REGULAR TIPO IIIB	D	41-50	0.72 - 1.95
MALA TIPO IVA/TIPO IV B	E	21-40	0.077 - 0.21
MUY MALA TIPO V	F	<20	< 0.07

Nota: Relación de la caracterización de Bieniawski y Barton.

Los índices geomecánicos en la zona de estudio presenta macizo rocoso de tipo IIIB y IVA con un RMR de 35 - 45 y un GSI de MF/R-P (Muy Fracturado / Regular a Pobre)

Para el diseño empírico de sostenimiento, se tiene en cuenta el método empírico, propuesto por Grimstad y Barton, en 1993.

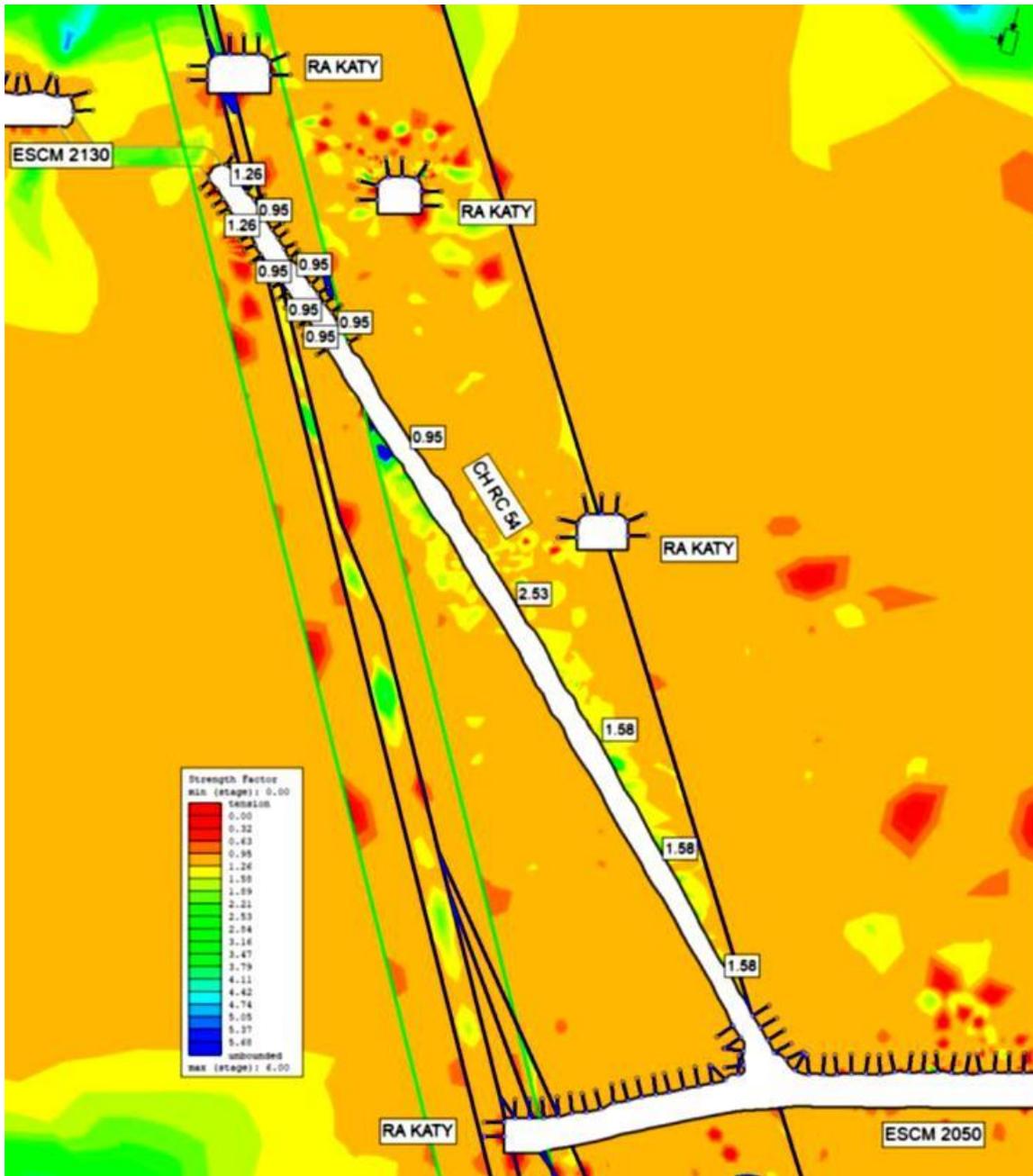
Para el diseño de sostenimiento en labores consideradas como infraestructura minera, se considera realizar mediante el análisis de estabilidad estructuralmente controlada. Por tanto, la estabilidad de las excavaciones rocosas estará condicionada por la presencia de estas cuñas o bloques, a esto es lo que se llama "estabilidad estructuralmente controlada". A fin de evaluar la influencia del arreglo estructural de la masa rocosa de los principales niveles y/o zonas en CMPSA sobre las condiciones de estabilidad de las excavaciones que estarán asociadas a la infraestructura minera, se ha realizado un análisis de estabilidad estructuralmente controlada, utilizando el software Geomecánico de equilibrio limite RS2 (Rocscience, 2021).

Para ello se ha considerado la información recopilada y/o levantada en campo de la distribución de discontinuidades y resistencia de las discontinuidades. Al margen de esto, se ha considerado evaluar la estabilidad de la masa rocosa en el sector donde se tiene proyectado ejecutarse las cámaras de ventilación, considerando su propio arreglo estructural.

Para el diseño de sostenimiento en el ESCM 2050 del nivel 2050 y de la columna de la CH-RC 54, se realizó mediante el análisis de estabilidad en el contorno de la excavación, con el uso del software de elemento finitos RS2. Analizando como resultado el factor de reducción de esfuerzos (SRF) y la zona plástica generado en el contorno de la excavación.

**Figura 42**

*Modelamiento tenso Deformacional – CH – RC 54 – Autosoporte y Perno Helicoidal*

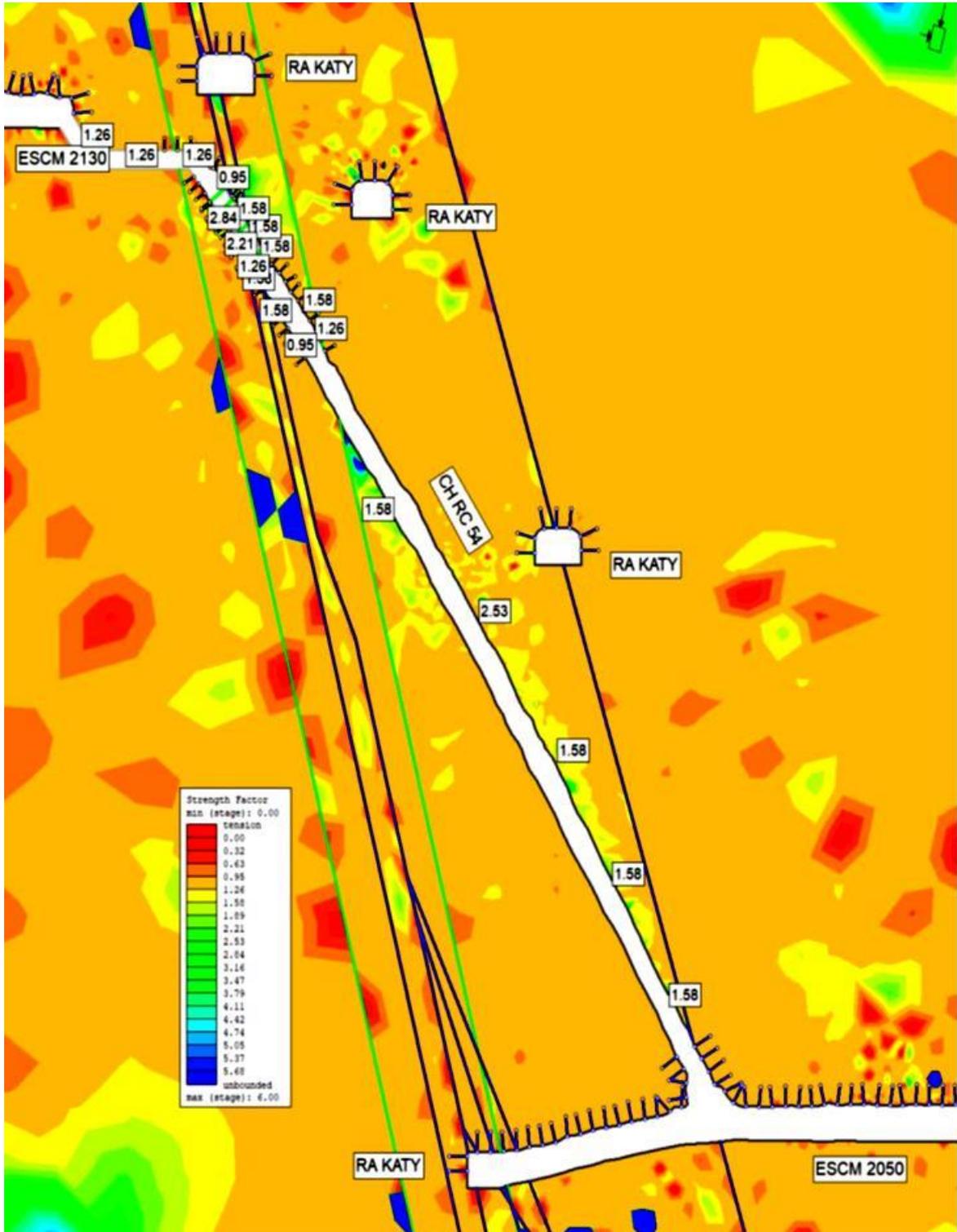


Nota: Análisis del Factor de Seguridad en la chimenea.

Modelamiento tenso deformacional, en la columna de la CH-RC considerando un escenario de autosoporte en el tramo que se atraviesa la falla San Judas se observa un F.S. 0.95, lo que nos indica inestabilidad en este tramo de la CH.

**Figura 18**

*Modelamiento tenso Deformacional – CH – RC 54 – Reforzamiento con cimbras metálicas*



Nota: Análisis del Factor de Seguridad en la chimenea.

Modelamiento tenso deformacional, considerando cimbras metálicas en la zona de la falla San Judas, se obtiene un F.S. 1.58 a 2.84 y un F.S. 1.58 en promedio a lo largo de la columna de la CH RC.

La zona del proyecto CH RC 54, litológicamente está emplazada por rocas ígneas granodioritas y monzogranito. Se presentan sistemas de discontinuidades y fallas que van a cortar a lo largo de la CH RC. Según el análisis por el método analítico (equilibrio limite) y método numérico (análisis de elementos finitos), realizadas en la CH RC 54 en la zona donde se intercepta la falla San Judas considerando un escenario de autosoporte los valores de F.S. son de 0.95 indicando inestabilidad.

Al realizar el análisis reforzando con cimbras metálicas la zona de intersección de la falla San Judas los valores de F.S. son de 1.58 a 2.84 a lo largo de la columna los valores del F.S. son mayores a 1.50. El radio plástico del entorno de la corona de las excavaciones de las Cámaras debe llegar hasta 1.2m, por lo que el tipo de perno en cuanto a la longitud indicada en el sostenimiento cumple con la estabilización. El análisis de estabilidad se ha realizado considerando su propio arreglo estructural y calidad del macizo rocoso predominante en la zona aledaña a la infraestructura, Roca regular tipo III-B (ESCM 2050 Nv 2050 al 2130 Nv 2150), y un tramo por donde se atraviesa la falla San Judas (roca tipo IV A).

Al realizar los primeros disparos en la boca de la chimenea RC 54, en la intersección, es posible la formación de cuñas en la corona por lo que se debe eliminar con el desatado de rocas sobre carga por lo que su sostenimiento final debe ser de pernos helicoidales de 7 pies con malla electrosoldada de 4"x4".

En roca tipo III-A se llevará con autosoporte. En roca tipo III-B se llevará instalando P.H. 4 + Malla 4"x4" sistemático o pernos puntuales donde se requiera, considerando un espaciamiento entre pernos de 1.5 m para los pernos sistemáticos. En roca tipo IV-A se llevará instalando cimbra metálica cuadrada con planchas acanaladas, considerando un espaciamiento de 1.50 m entre cimbras, topeados con bolsacrete (dosificación de 3 carretillas de arena gruesa y 1 bolsa de cemento), las cimbras metálicas serán ancladas en los hastiales con pernos de 4 pies de longitud. Se deberá instalar guardacabeza por disparo al tope en la chimenea RC 54, con perno split set de 5 pies y malla de 4"x4".

### 3.3. Resultados del objetivo específico 03: Análisis económico general de insumos y materiales empleados en la construcción de la chimenea con equipo Raise Climber

El metro de avance de chimenea RC considera la instalación de pernos y malla, que sirve como guarda cabeza y seguridad del personal.

**Tabla 10**

*Datos Chimenea 2.4 x 2.4 Roca III*

<b>PARTIDA:</b>	<b>Chimenea con Equipo Alimak</b>	<b>Rendimiento (m):</b>	<b>2.0</b>	<b>6.55</b>	<b>m:pie</b>
DIMENSIONES (m):	<b>2.4 x 2.4</b>	Longitud barra:	2.44	8.0	m:pie
INCLINACIÓN:	<b>45° a 60°</b>	Longitud efectiva:	2.22	7.3	m:pie
LONGITUD DE CHIMENEA:	<b>0 - 100 m.</b>	Eficiencia voladura:	90%	%	
TIPO DE ROCA:	<b>III</b>	No. De taladros Perforados:	49.0		Tal / frente
EQUIPOS CTTA:	<b>ALIMAK ELÉCTRICO STH - 5E PERFORADORAS NEUMÁTICAS</b>	No. De taladros disparados:	44.0		Tal / frente
	<b>Incluye pernos + malla guardacabeza</b>	Horas por guardia:	10.00		Hr / guardia

Nota: Parámetros del equipo de perforación.

**Tabla 11**

*Precio Unitario Ch. 2.5 x 2.4 Roca III*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Incid.</b>	<b>P.U (US\$)</b>	<b>P. Parcial</b>	<b>Sub Total</b>	<b>Total (US\$) / m</b>
<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>							
Perforista Líder	1	Hh	1	76.49	76.49	38.3	
Perforista	1	Hh	1	73	73	36.5	
Operador Alimak	1	Hh	1	75.2	75.2	37.6	
							<b>112.43</b>
<b>PERFORACIÓN</b>							

<b>ACEROS DE PERFORACIÓN</b>							
Barra Conica de 2'	356.7	Pp	28%	0.05	4.68	2.34	
Barra Conica de 4'	356.7	Pp	28%	0.05	4.8	2.4	
Barra Conica de 6'	356.7	Pp	28%	0.07	6.59	3.3	
Barra Conica de 8'	356.7	Pp	16%	0.08	4.62	2.31	
Broca de 38 mm.	356.7	Pp	50%	0.08	13.68	6.85	
Broca de 40 mm.	356.7	Pp	50%	0.08	13.68	6.85	<b>24.05</b>
<b>MANGUERAS Y ACOPLÉS</b>							
Manguera 1"	10	ml		0.06	0.62	0.31	
Manguera 1/2"	10	ml		0.03	0.29	0.15	
Acoples Rápidos para Mangueras	10	Unid		0.12	1.19	0.59	<b>1.05</b>
<b>Materiales de Sostenimiento</b>							
Split Set 5' (tuerca + placa)	6	Pzas.		5.07	30.41	12.5	
Malla Electrosoldada 4x4	4	m2		1.8	7.18	2.95	<b>15.42</b>
<b>HERRAMIENTAS</b>							
Herramientas Varios	4.00%	Global			172.81	6.91	<b>6.91</b>
<b>IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD</b>							
Implementos de Seguridad Perforistas	2		1	5.05	10.11	5.06	
Implementos de Seguridad Ayudantes	1		1	4.43	4.43	2.22	<b>7.27</b>
<b>EQUIPOS Y MAQUINARIAS</b>							
Equipo Alimak	8.1	Hm		37.04	298.84	150	
Perforadora Stoper	356.7	Pp		0.13	46.37	23.2	
Lámpara Minera	3	Hh		0.04	0.13	0.07	<b>172.81</b>
<b>VOLADURA</b>							
Emulsión Emulnor 3000 x 1"x8"x100%	168	Cart.		0.31	51.28	25.7	
Emulsión Emulnor 5000 x 1"x8"x105%	152	Cart.		0.33	50.46	25.3	
Detonador no eléctrico 2 Fanel	44	Cart.		0.97	42.7	21.4	
Cordón Detonante Pentacord 3P	15	m		0.27	4.04	2.02	
Fulminante Eléctrico	2	Pza		3.78	7.56	3.78	

						<b>78.09</b>
<b>ACCESORIOS ALIMAK</b>						
Ángulos	1	Unid	30	30	15	
Espaciadores	2	Unid	57.8	115.54	57.8	
Pernos de 3/4 x 2; x3.5; x5	10	ml	2.4	24.44	12.2	
Pernos de Expansión	2	Pzas	33	66	33	<b>29.52</b>
<b>COSTO DIRECTO</b>						<b>447.56</b>
<b>GASTOS GENERALES</b>						<b>663.61</b>
<b>UTILIDAD</b>						<b>44.76</b>
<b>PRECIO UNITARIO SIN EXPLOSIVO US\$/ML</b>						<b>1155.92</b>

Nota: Análisis de costos en la perforación con Raise Climber.

El uso del equipo Raise Climber no requiere un costo elevado en comparación con otros métodos ya que no implica una mano de obra muy especializada, así mismo permite mejorar considerablemente el avance en la construcción de chimeneas.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Según la normativa vigente en el DS-023-2017-EM, se estimó un requerimiento de caudal de aire de 3 078 m<sup>3</sup>/min (170 840 CFM) para el nivel 2050, teniendo una cobertura de 103.3 % antes de la construcción de la chimenea. Posterior a la construcción de la misma la cobertura de aire fue de un 113.0% con un incremento del 9.7 %. Estos resultados permiten establecer un comparativo con los hallazgos presentados por **Mamani (2019)**, en su trabajo de investigación "Estudio y diseño del sistema de ventilación de las zonas Yurikay Pablo, Hochschild Mining - Unidad Operativa Pallancata". Concluyendo que el sistema de ventilación inicial es deficiente debido a que se requiere 421,208 CFM y se tiene un abastecimiento de caudal con 230,407 teniendo obteniendo una cobertura del caudal de aire requerido de solo 56%.

También se puede establecer un comparativo con los valores encontrados por **Durán (2018)** en su tesis denominada "Mejoramiento de la ventilación en la mina subterránea - Mina Colquijirca CIA. de minas Buenaventura S.A.A.". Concluyendo que la mina tiene una cobertura de 66.43 % de aire, que significa que falta incrementar 6,617.54 m<sup>3</sup>/min (233,695.78 pies<sup>3</sup>/min) de aire fresco a la mina, para tener una cobertura de 100 % para no tener problemas de ventilación.

Los gases evaluados por el detector de gases fueron Oxígeno, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y gas explosivo (metano), en donde se pudo notar que el CO excede considerablemente los LMP que según normativa señala solo 25 ppm, y el NO<sub>2</sub> también excede el LMP de 03 ppm disminuyendo la concentración de gases tóxicos en las labores del nivel antes mencionado y manteniendo el % de oxígeno por encima del mínimo requerido, estos hallazgos con permiten apoyar lo señalado por García (2016), quién indica

que es de gran importancia evaluar los controles de ventilación ya que esto definirá las áreas con deficiencias dentro del laboreo de la mina y por ende proporcionar una mejor propuesta. Mediante un análisis correcto de la ventilación, es que se puede determinar la presencia de gases nocivos.

Los resultados del análisis por el método analítico (equilibrio limite) y método numérico (análisis de elementos finitos), realizadas en la CH RC 54 en la zona donde se intercepta la falla San Judas considerando un escenario de autosoporte los valores de F.S. son de 0.95 indicando inestabilidad. El análisis reforzando con cimbras metálicas la zona de intersección de la falla San Judas los valores de F.S. son de 1.58 a 2.84 a lo largo de la columna los valores del F.S. son mayores a 1.50. El radio plástico del entorno de la corona de las excavaciones de las Cámaras debe llegar hasta 1.2m, por lo que el tipo de perno en cuanto a la longitud indicada en el sostenimiento cumple con la estabilización.

El tipo de Roca es regular tipo III-B (ESCM 2050 Nv 2050 al 2130 Nv 2150), y un tramo por donde se atraviesa la falla San Judas (roca tipo IV A). En la roca tipo III los costos directos con el equipo Raise Climber suman un total de 447.56 US\$/m, considerando mano de obra, perforación, insumos, materiales, herramientas, Epp, accesorios del equipo y explosivos. El uso del equipo Raise Climber no requiere un costo elevado en comparación con otros métodos ya que no implica una mano de obra muy especializada, así mismo permite mejorar considerablemente el avance en la construcción de chimeneas. Estos resultados nos permiten apoyar lo señalado por **Navarro (2020)** quién indica que el sistema Raise Climber es factible, ya que, al realizar los estudios, se observó que se pudo avanzar 51.87 % extra, esto hace que la eficiencia mejore y con la reducción de costos de construcción se puede decir que es uno de los mejores métodos para construcción de chimeneas para las labores mineras.

Las limitaciones que presento el trabajo de investigación se relacionan con el proceso de obtención de los documentos relacionados a los costos ya que son de carácter privado y se tiene acceso restringido según política de la empresa, finalmente se logró obtener esta información para dar el respaldo a los hallazgos de la tesis.

### **Conclusiones**

Se analizó la problemática de la ventilación del Nv. 2050, se estimó un requerimiento de caudal de aire de 3 078 m<sup>3</sup>/min (170 840 CFM) para el nivel 2050 en base a lo estipulado en la normativa en el DS-023-2017-EM, teniendo una cobertura de 103.3 % antes de la construcción de la chimenea. Posterior a la construcción de la misma la cobertura de aire fue de un 113.0% con un incremento del 9.7 %. Así mismo, los gases evaluados por el detector de gases fueron Oxígeno, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y gas explosivo (metano), en donde se pudo notar que el CO excede considerablemente los LMP que según normativa señala solo 25 ppm, y el NO<sub>2</sub> también excede el LMP de 03 ppm disminuyendo la concentración de gases tóxicos en las labores del nivel antes mencionado y manteniendo el % de oxígeno por encima del mínimo requerido.

Se realizó un estudio geomecánico del área para la construcción de la chimenea en el Nv. 2050 VETA - LOLA 1, el tipo de Roca es regular tipo III-B (ESCM 2050 Nv 2050 al 2130 Nv 2150), y un tramo por donde se atraviesa la falla San Judas (roca tipo IV A), la CH RC 54 en la zona donde se intercepta la falla San Judas considerando un escenario de autosuporte los valores de F.S. son de 0.95 indicando inestabilidad. El análisis reforzando con cimbras metálicas la zona de intersección de la falla San Judas los valores de F.S. son de 1.58 a 2.84 a lo largo de la columna los valores del F.S. son mayores a 1.50. El radio plástico del entorno de la corona de las excavaciones de las Cámaras debe llegar hasta 1.2m,

por lo que el tipo de perno en cuanto a la longitud indicada en el sostenimiento cumple con la estabilización.

Finalmente se realizó un análisis económico general de los insumos y materiales empleados en la construcción de la chimenea con el equipo Raise Climber. en la roca tipo III los costos directos con el equipo Raise Climber suman un total de 447.56 US\$/m, considerando mano de obra, perforación, insumos, materiales, herramientas, EPP, accesorios del equipo y explosivos.

## Referencias

- Cataldo, P. (2011). *"Metodología de la investigación científica [tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio institucional"*.  
<https://sbecdb035178db168.jimcontent.com/download/version/1408468203/module/10120234760/name/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n%20Cient%C3%ADfica.pdf>.
- Curasma, J. y Tito, E. (2014). *"Optimización de operaciones en las construcciones de chimeneas con el método raise climber utilizando equipo Alimak STH - 5E en mina Marsa – 2012"*. (tesis pre grado). Universidad Nacional de Huancavelica.
- Condori, P. (2020). *"Universo, población y muestra"*. Curso Taller, recuperado de:  
<https://www.academica.org/cporfirio/18>
- Durán, J. (2018). *"Mejoramiento de la ventilación en la mina subterránea - Mina Colquijirca CIA. de minas Buenaventura S.A.A."*. (Tesis pre grado). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Herrera, J. (2019). *"Introducción a la ventilación minera"*. Universidad Politécnica de Madrid.

Mamani, R. (2019). *“Estudio y diseño del sistema de ventilación de las zonas Yurika y Pablo, Hochschild Mining - Unidad Operativa Pallancata”*. (Tesis pre grado). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Navarro, J. (2020). *“Aplicación del sistema Raise Climber ascendente para optimizar el avance de construcción de chimeneas en U. M. Orcopampa-Buenaventura 2020”*. (tesis pre grado). Universidad Continental. Huancayo Perú.

Ramírez, T.; Rico, M. (2021). *“Proyecto de diseño de chimeneas para mejorar la ventilación en la Unidad Minera Pallasca”*. (tesis pre grado). Universidad César Vallejo. Chiclayo, Perú.

Rigan, R. (2019). *“Empleo del sistema de plataforma escalera metálica para optimizar la construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C – 2017”*. (tesis pre grado). Universidad Alas Peruanas. Pasco, Perú.

Tecsi, H. (2019). *“Profundización del pique manuelita utilizando equipo Alimak y plataforma Blasting Set en la CIA. Minera Morococha – Junín.”* (tesis pre grado). Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

Vilca, O. (2016). *"Optimización de voladura mediante la aplicación de detonadores no eléctricos y emulsión explosiva en mina San Juan de Chorunga"*. (tesis pre grado).

Universidad Nacional "Jorge Basadre Grohmann". Tacna.

## ANEXOS

### ANEXO N° 01: *Operacionalización de variables*

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES DE INDICADORES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p><b>Problema general</b></p> <p>¿De qué manera la construcción de la chimenea mejorará la ventilación del NV. 2050 de la Unidad Minera Consuelo?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Mejorar la ventilación del Nv. 2050, mediante la construcción de una chimenea utilizando el equipo Raise Climber en la Mina Consuelo.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <p>Analizar la problemática de la ventilación del Nv. 2050, luego de ello, realizar un estudio geomecánico del área para la construcción de la chimenea en el</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>Al construir la chimenea utilizando el equipo Raise Climber, mejorará las condiciones de ventilación del Nv. 2050 de la Mina Consuelo, y, por consiguiente, mejorará la salubridad del ambiente donde los trabajadores desarrollaran sus labores dentro de la mina.</p>	<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>Construcción de la chimenea en el Nivel 2050.</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <p>Tamaño de barrenos. Tamaño de brocas. Tamaño de mangueras. Longitud. Sección. Tipo de roca.</p> <p><b>Variable Dependiente:</b></p> <p>Mejoramiento de la ventilación.</p>	<p><b>Tipo de Investigación:</b></p> <p>Aplicada Experimental</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b></p> <p>Cuasi experimental.</p>	<p><b>de Población:</b></p> <p>Para el desarrollo de esta investigación se asumió como población todo el sistema de ventilación en la Unidad Minera Consuelo.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>La muestra asumida en el trabajo de investigación es el sistema de ventilación en el nivel 2050 de la Unidad Minera Consuelo.</p>

Nivel 2050 de la Veta Lola 1.

Realizar un análisis económico general de los insumos y materiales empleados en la construcción de la chimenea con el equipo Raise Climber.

**Hipótesis Específicas:**

La construcción de la chimenea con el equipo Alimak mediante el método de Raise Climber reducirá el tiempo de ejecución de la chimenea.

Mediante el equipo alimak con el método de Raise Climber establecerá condiciones económicas en la construcción de la chimenea en el Nv. 2050.

**Indicadores:**

Flujo de aire.

**Técnicas:**

Observación directa.  
Recolección de información.  
Recolección de datos de campo.

**Instrumentos:**

Reportes de mapeos geomecánicos.  
Fichas de observación.  
Software.

Nota: Aspectos metodológicos.

## ANEXO N° 02: Datos técnicos de la plataforma trepadora Alimak

### CARACTERISTICAS:

Número máx. de personas admitidas en la jaula .....	3
Carga máx. estimada de material y personal .....	420 kg
Peso y carga máx. estimada de dos perforadoras .....	400 kg
Peso máx. de la manguera o cable a carga máxima y carga de la perforadora ..	690 kg
Medidas de la plataforma normalizada	1,6×1,6 m
Peso total, incluidas la cubierta protectora y la barandilla .....	1050 kg

### PESOS

Bastidor con juego de rodillos y para-caídas .....	125 kg
Equipo de accionamiento, con motores de aire comprimido, válvula de maniobra y viga de sostenimiento .....	450 kg
Plataforma de 1,6×1,6 m .....	230 kg
Juego de rodillos suplementario (para plataformas prolongadas) .....	90 kg
2 patas de apoyo para plataforma, cada una .....	13 kg
2 soportes para barrenas, con patas de apoyo telescópicas, cada uno .....	18 kg
Cubierta protectora normal .....	90 kg
Cubierta protectora tipo Kiruna .....	230 kg
Barandilla protectora .....	20 kg
Manguera de aire 1 1/2" .....	1,8 kg/m
Manguera de aire 1 1/4" .....	1,45 kg/m
Cable eléctrico 3×10 mm <sup>2</sup> + 3×1,5 mm <sup>2</sup> .....	1,1 kg/m
Motor de aire comprimido K-14 .....	34 kg
Motor eléctrico .....	aprox. 80 kg
Jaula (tipo grande) .....	aprox. 250 kg
Carga máx. incl. la sobrecarga dinámica a n = 6	1600 kg/piñón
Carga estática máx. =	1230 kg/piñón

### Cargas de acuerdo con KAS núm. 56

Personas 2×86 kg .....	170 kg
Perforadoras 2×50 kg .....	100 kg
Esfuerzo de tracción de las perforadoras 2×150 kg .....	300 kg
Barrenas, herramientas, etc. ....	150 kg

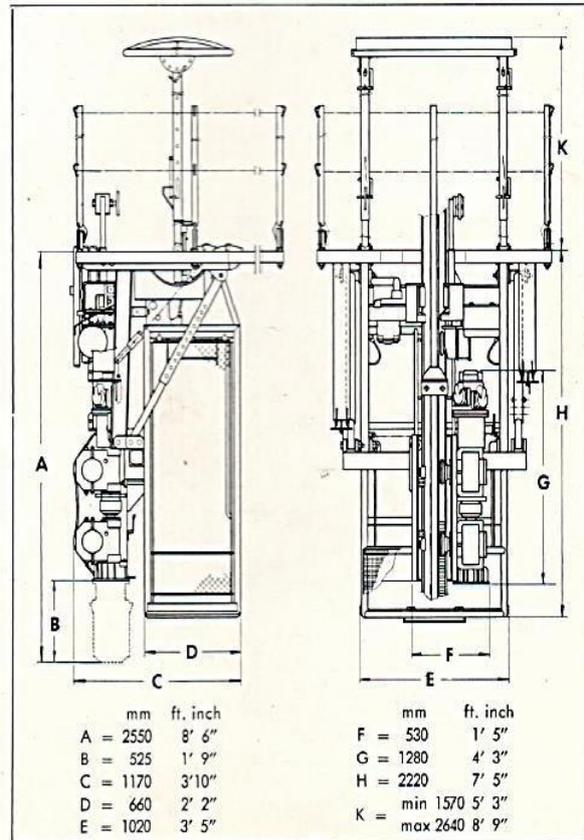
### STH-5LL

Velocidad de elevación y descenso ..	9-18 m/min
Velocidad de descenso (por gravedad) .....	< 30 m/min
2 motores .....	Alimak K-14
Consumo aprox. de aire comprimido	7 m <sup>3</sup> /min/motor
Mandos .....	válvula de maniobra Alimak M1S-1"

### STH-5E

Velocidad de elevación .....	18 m/min
Velocidad de descenso (por gravedad) .....	< 30 m/min <sup>1)</sup>
Motor .....	10 CV, 1450 r/m, trifásico, de inducido en cortocircuito
Mandos .....	conmutador inversor con dispositivo de hombre muerto

<sup>1)</sup> Según la inclinación y la carga, pero está limitada a < 30 m/min por el freno automático.



## ANEXO N° 03: PETS - OPERACIÓN DE ASCENSO Y DESCENSO DEL EQUIPO RAISE CLIMBER

	<b>PETS: OPERACIÓN DE ASCENSO Y DESCENSO DEL EQUIPO RAISE CLIMBER</b>		<b>UP. MARAÑÓN CMPSA</b>
	Área: Operaciones	Versión: 00	
	Código: MIN-PETS-57	Página: 1 de 2	

### 1. PERSONAL

- Perforista Mina A.
- Perforista Mina B.
- Ayudante Mina.
- Mecánico / Eléctrico
- Supervisor de Línea.

### 2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

• Casco con barbiquejo	• Línea de anclaje doble gancho
• Lentes de seguridad	• Uniforme con cinta reflectiva
• Respirador contra polvo y gases	• Ropa de jebe (saco y pantalón)
• Protector auditivo con orejeras	• Botas de jebe con punta de acero
• Guantes de cuero y/o jebe	• Correa porta lámpara
• Arnés de seguridad línea de anclaje	• Lámpara a batería

### 3. EQUIPO/HERRAMIENTAS/MATERIALES

Equipos	Herramientas	Materiales
Equipo Raise Climber principal.	02 juego de barras cónicas (2, 4, 6, 8 pies)	Carril de avance 2 m.
Equipo Raise Climber auxiliar.	08 brocas de 36 mm. 02 brocas de 32 mm.	Espaciadores y Brackets (ángulos).
02 radio de comunicación	01 juego de barretillas de 4' y 6'.	02 pernos de anclaje de ¼" x 3', ¼ x 4'.
02 Máquina perforadora Stoper	02 llaves mixtas de 1 1/8".	Pernos de grado para carriles de ¼"x 5-½, ¼"x 3½" y ¼"x 2 ½".
	01 llaves francesas de 12".	Orrines (anillo obturador).
	01 llave stillson de 12".	Malla electrosoldada 4 m2
	Comba de 8 lbs, cizalla, arco de sierra, sacabroca	Pernos Split Set
	Atacadores de Madera	

### 4. PROCEDIMIENTO

- 4.1 Verificar que la válvula de aire del múltiple este abierta, ventilando el tope de la chimenea.
- 4.2 Realizar el monitoreo de gases en la cámara y pie de la chimenea, registrando los valores
- 4.3 El Personal inspeccionará la labor y realizarán el llenado OBLIGATORIO de todas las herramientas de gestión, Contar con el permiso de trabajo de Alto Riesgo (PETAR Altura, Espacio Confinado), firmado por los responsables y los trabajadores.
- 4.4 El personal debe tener el EPP completo en buenas condiciones y usarlo obligatoriamente.
- 4.5 Preparar el equipo con los materiales necesarios para los trabajos programados a realizar en la chimenea.
- 4.6 Verificar las condiciones óptimas de la curva, que este libre de detritus y fragmentos de rocas.

	<b>PETS: OPERACIÓN DE ASCENSO Y DESCENSO DEL EQUIPO RAISE CLIMBER</b>		<b>UP. MARAÑÓN CMPSA</b>
	Área: Operaciones	Versión: 00	
	Código: MIN-PETS-57	Página: 2 de 2	

- 4.7 El Perforista verifica sus instalaciones eléctricas en el tablero de arranque de la Jaula, realizara una prueba de ascenso y descenso en la cámara, verificando con el selector de mando:
- Uno (1) Subir (arriba)
  - Cero (0) Neutro (Parada)
  - Dos (2) Bajar (Abajo)
- 4.8 El perforista A y perforista B ya instalados y anclados en el interior de la jaula del equipo principal Raise Climber, solicitaran energizar para proceder con el ascenso al tope de la chimenea, durante el ascenso verificaran:
- El estado y condiciones de los carriles anclados.
  - Realizaran en monitoreo de gases, verificando que se encuentran por debajo de los LMP.
- 4.9 El perforista del equipo Raise Climber estacionara el equipo en el último carril instalado en la chimenea.
- 4.10 El Perforista comunica al personal en la cámara cortar la energía eléctrica desde el tablero principal; así mismo confirmara por la radio desde la cámara al perforista de la chimenea.
- 4.11 Para el descenso del equipo Raise Climber, el operador se asegurará de no tener conexiones de servicios Agua y aire con las perforadoras, los equipos y herramientas estén asegurados en la plataforma.
- 4.12 El Operador solicita por radio al personal ubicado en la cámara, energizar el equipo Raise Climber para proceder al descenso con el equipo.
- 4.13 En la cámara el Ayudante procederá a recoger el cable eléctrico de manera gradual. conforme descende el equipo Raise Climber.
- 4.14 El Operador del equipo Raise Climber durante el descenso al llegar a la curva bajara la velocidad con el freno de pie y estacionarse en la cámara
- 4.15 Para el Ascenso del Equipo Axiliar Raise Climber, se realizará a partir de los 15 metros de avance excavados y con carriles anclados.

**5. RESTRICCIONES**

- 5.1 Lo perforistas deberán tener su autorización de trabajos en Altura obligatorio.
- 5.2 Para trabajos en altura el uso de Arnés y Línea de anclaje con doble gancho es Obligatorio.
- 5.3 Tener radio de comunicación operativas.
- 5.4 No ascender si el equipo Raise Climber se encuentra inoperativo.
- 5.5 Durante el ascenso, si los gases sobrepasan los LMP proceder con el descenso.

Elaborado por:	Revisado por:	Revisado por:	Aprobado por:
			
Luis García Terán	César García Moncada	Eddy Honorio Torres	Rony Huarcaya Martinez
Asistente Ing. Residente	Asistente Ing. Residente	Jefe de Seguridad	Gerente de Operaciones
Fecha: 28-01-2022			Fecha: 31-01-2022



	<b>PETS: ANCLAJE DE CARRIL GUIA EN CHIMENEA RAISE CLIMBER</b>		<b>UP. MARAÑÓN CMPSA</b>
	Área: Operaciones	Versión: 00	
	Código: MIN-PETS-59	Página: 1 de 2	

### 1. PERSONAL

- Perforista Mina A.
- Perforista Mina B.
- Ayudante Mina.
- Mecánico / Eléctrico
- Supervisor de Línea.

### 2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

• Casco con barbiquejo	• Línea de anclaje doble gancho
• Lentes de seguridad	• Uniforme con cinta reflectiva
• Respirador contra polvo y gases	• Ropa de jebe (saco y pantalón)
• Protector auditivo con orejeras	• Botas de jebe con punta de acero
• Guantes de cuero y/o jebe	• Correa porta lámpara
• Arnés de seguridad línea de anclaje	• Lámpara a batería

### 3. EQUIPO/HERRAMIENTAS/MATERIALES

Equipos	Herramientas	Materiales
Equipo Raise Climber principal.	02 juego de barras cónicas (2, 4, 6, 8 pies)	Carril de avance 2 m.
Equipo Raise Climber auxiliar.	08 brocas de 36 mm. 02 brocas de 32 mm.	Espaciadores y Brackets (ángulos).
02 radio de comunicación	01 juego de barretillas de 4' y 6'.	02 pernos de anclaje de ¼" x 3', ¼" x 4'.
02 Máquina perforadora Stoper	02 llaves mixtas de 1 1/8".	Pernos de grado para carriles de ¼" x 5-½, ¼" x 3½" y ¼" x 2 ½".
Equipo Detector de gas	01 llaves francesas de 12".	Orrines (anillo obturador).
Bomba de agua Alta Presión	01 llave stillson de 12".	Malla electrosoldada 4 m2
	Comba de 8 lbs, cizalla, arco de sierra, sacabroca	Pernos Split Set
	Atacadores de Madera	

### 4. PROCEDIMIENTO

- 4.1 Verificar que la válvula de aire del múltiple este abierta, ventilando el tope de la chimenea.
- 4.2 Realizar el monitoreo de gases en la cámara y pie de la chimenea, registrando los valores
- 4.3 El Personal inspeccionará la labor y realizarán el llenado OBLIGATORIO de todas las herramientas de gestión, Contar con el permiso de trabajo de Alto Riesgo (PETAR Altura, Espacio Confinado), firmado por los responsables y los trabajadores.
- 4.4 El personal debe tener el EPP completo en buenas condiciones y usarlo obligatoriamente.
- 4.5 Preparar el equipo y cargar a la plataforma los equipos, materiales y herramienta necesarios para los trabajos programados a realizar en la chimenea y ascender hacia el frente (tope de la chimenea).



	<b>PETS: ANCLAJE DE CARRIL GUIA EN CHIMENEA RAISE CLIMBER</b>		UP. MARAÑON CMPSA
	Área: Operaciones	Versión: 00	
	Código: MIN-PETS-59	Página: 2 de 2	

- 4.6 Con el guardacabeza instalado se retira el cabezal de disparo del último carril colocado por el turo anterior.
- 4.7 Retirar y eliminar el ultimo tramo de cable de disparo expuesto a la voladura y solicitar por radio al ayudante ubicado en la cámara soltar el cable de disparo 3 metros.
- 4.8 Colocar los orrines en los canales del ultimo carril anclado y proceder a pasar el cable de disparo por el carril de 2 metros a anclarse.
- 4.9 Instalar el carril de 2 metros manteniendo la dirección e inclinación de la Chimenea y asegurar la unión al carril anclado con pernos de  $\frac{3}{4} \times 5-\frac{1}{2}$  y asegurar con llave mixta de 1 1/8.
- 4.10 En el carril presentado colocar los espaciadores con pernos de  $\frac{3}{4} \times 2$  y el bracket  $\frac{3}{4} \times 3-1/2$ , ajustando los pernos con llave mixta de 1 1/8.
- 4.11 colocará el cabezal de perforación en el ultimo carril y se solicitará por la radio al Ayudante ubicado en la cámara abastecer agua y aire.
- 4.12 Perforar dos taladros de 4 pies con brocas de 32 mm y colocar los pernos de anclaje para asegurar el carril. La inclinación y dirección se controlará con el clinómetro y nivel de mano.
- 4.13 Terminada la perforación comunicarse por radio con el Ayudante mina en la cámara y solicitar cerrar las válvulas de aire y agua para desinstalar las mangueras de las perforadoras.
- 4.14 Asegurar los equipos y herramientas sobre la plataforma y proceder al descenso del equipo.

**5. RESTRICCIONES**

- 5.1 Lo perforistas deberán tener su autorización de trabajos en Altura obligatorio.
- 5.2 Para trabajos en altura el uso de Arnés y Línea de anclaje con doble gancho es Obligatorio.
- 5.3 Tener radio de comunicación operativas.
- 5.4 No ascender si el equipo Raise Climber se encuentra inoperativo.
- 5.5 Durante el ascenso, si los gases sobrepasan los LMP proceder con el descenso.

Elaborado por:	Revisado por:	Revisado por:	Aprobado por:
			
Luis García Terán	César García Moncada	Eddy Honorio Torres	Rony Huarcaya Martínez
Asistente Ing. Residente	Asistente Ing. Residente	Jefe de Seguridad	Gerente de Operaciones
Fecha: 28-01-2022			Fecha: 31-01-2022

	<b>PETS: MONTAJE DE EQUIPO RAISE CLIMBER</b>		<b>UP. MARAÑON CMPSA</b>
	Área: Operaciones	Versión: 00	
	Código: MIN-PETS-60	Página: 1 de 2	

### 1. PERSONAL

- Perforista Mina A.
- Perforista Mina B.
- Ayudante Mina.
- Mecánico / Eléctrico
- Supervisor de Línea.

### 2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

• Casco con barbiquejo	• Línea de anclaje doble gancho
• Lentes de seguridad	• Uniforme con cinta reflectiva
• Respirador contra polvo y gases	• Ropa de jebe (saco y pantalón)
• Protector auditivo con orejas	• Botas de jebe con punta de acero
• Guantes de cuero y/o jebe	• Correa porta lámpara
• Arnés de seguridad línea de anclaje	• Lámpara a batería

### 3. EQUIPO/HERRAMIENTAS/MATERIALES

Equipos	Herramientas	Materiales
01 Máquina perforadora Jackleg	Juego de barras cónicas (2, 4, 6, 8 pies)	Componentes del Equipo Raise Climber principal y auxiliar
01 Máquina perforadora Stoper.	Brocas descartables de 36, 32 mm.	Tamboras del equipo Raise Climber principal y auxiliar.
	01 juego de barretillas de 4' y 6'.	Carriles curvos de 25°, 8°, 7°, 3°
	02 llaves mixtas de 1 1/8".	Carril de servicio y carriles de 2 m.
	02 llaves francesas de 10" y 12".	Espaciadores y Brackets (ángulos).
	01 llave stillson de 10" y 12".	Pernos de anclaje de 3/4" x 3', 1/2" x 4'.
	Lampa, pico, comba de 8 lbs, cizalla, arco de sierra.	Pernos de grado para carriles de 3/4" x 5-1/2", 3/4" x 3 1/2" y 3/4" x 2 1/2".
	Engrasador, sacabroca, navaja.	Orrines (anillo obturador).
	02 Tecles de 1 ton.	01 múltiple de distribución central.

### 4. PROCEDIMIENTO

- 4.1 Antes de iniciar las operaciones el Personal inspeccionarán y realizarán el llenado OBLIGATORIO de todas las herramientas de gestión, Contar con el permiso de trabajo de Alto Riesgo (PETAR), en un lugar visible firmado por los responsables y los trabajadores.
- 4.2 El personal debe tener el EPP completo y en buenas condiciones y usarlo obligatoriamente.
- 4.3 Verificar la ventilación en la cámara y chimenea piloto donde se realizar la instalación del equipo Raise Climber.
- 4.4 La Chimenea piloto debe tener un avance mínimo de 4 metros de longitud, con sostenimiento al tope malla electrosoldada y Split set.

	<b>PETS: MONTAJE DE EQUIPO RAISE CLIMBER</b>		UP. MARAÑON CMPSA
	Área: Operaciones	Versión: 00	
	Código: MIN-PETS-60	Página: 2 de 2	

- 4.5 Topografía marcará el punto centro en frente de labor, eje central en techo de chimenea piloto, eje central en techo de la cámara para anclar los carriles.
- 4.6 Perforar un taladro en eje central en chimenea piloto, luego instalar pernos de anclaje de 4 pies. Luego perforar otro taladro en techo de cámara a dos metros de inicio de la chimenea.
- 4.7 Instalar el teclé de 1 ton en el perno de anclaje de 4 pies de a Chimenea piloto y otro teclé de 1 ton. En perno de anclaje de cámara para levantar la curva.
- 4.8 Izaje de carriles curvos hacia la chimenea piloto con los dos teclés, los carriles curvos deben estar bien pegado al hastial techo de chimenea y cámara.
- 4.9 Se verifica el ángulo de inclinación del proyecto en el último carril de salida y luego se procede con el anclaje de carriles con pernos de 4 pies.
- 4.10 Izaje e instalación de transmisiones principal con teclé de 1ton. Hacia la continuación de los carriles curvos, unir los carriles de transmisión a los carriles curvos con pernos de ¼ por 5".
- 4.11 Instalar la plataforma metálica de trabajo con apoyo de teclé de 1 ton. A las vigas "H" de la transmisión.
- 4.12 Instalar las tamboras en la cámara, respectivamente con su cable eléctrico auto soportado.
- 4.13 Mecánico / Eléctrico realizara las instalaciones eléctricas, de tablero de jaula, tablero principal.
- 4.14 Realizar las pruebas de ascenso y descenso del equipo Raise Climber.

#### 5. RESTRICCIONES

- 5.1 No ingresar a la labor si hay presencia de gas.

Elaborado por:	Revisado por:	Revisado por:	Aprobado por:
			
Luis García Terán Asistente Ing. Residente	César García Moncada Asistente Ing. Residente	Eddy Honorio Torres Jefe de Seguridad	Rony Huarcaya Martínez Gerente de Operaciones
Fecha: 28-01-2022			Fecha: 31-01-2022

	<b>PETS: PERFORACION CON MAQUINA STOPER EN CHIMENEA RAISE CLIMBER</b>		<b>UP. MARAÑON CMPSA</b>
	Área: Operaciones	Versión: 00	
	Código: MIN-PETS-61	Página: 1 de 2	

### 1. PERSONAL

- Perforista Mina A.
- Perforista Mina B.
- Ayudante Mina.
- Mecánico / Eléctrico
- Supervisor de Línea.

### 2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

• Casco con barbiquejo	• Línea de anclaje doble gancho
• Lentes de seguridad	• Uniforme con cinta reflectiva
• Respirador contra polvo y gases	• Ropa de jebe (saco y pantalón)
• Protector auditivo con orejeras	• Botas de jebe con punta de acero
• Guantes de cuero y/o jebe	• Correa porta lámpara
• Arnés de seguridad línea de anclaje	• Lámpara a batería

### 3. EQUIPO/HERRAMIENTAS/MATERIALES

Equipos	Herramientas	Materiales
Equipo Raise Climber principal.	02 juego de barras cónicas (2, 4, 6, 8 pies)	Carril de avance 2 m.
Equipo Raise Climber auxiliar.	08 brocas de 36 mm. 02 brocas de 32 mm.	Espaciadores y Brackets (ángulos).
02 radio de comunicación	01 juego de barretillas de 4' y 6'.	02 pernos de anclaje de ¼" x 3', ¼" x 4'.
02 Máquina perforadora Stoper	02 llaves mixtas de 1 1/8".	Pernos de grado para carriles de ¼" x 5-½, ¼" x 3½" y ¼" x 2 ½".
Equipo Detector de gas	01 llaves francesas de 12".	Orrines (anillo obturador).
Bomba de agua Alta Presión	01 llave stillson de 12".	Malla electrosoldada 4 m2
	Comba de 8 lbs, cizalla, arco de sierra, sacabroca	Pernos Split Set
	Atacadores de Madera	

### 4. PROCEDIMIENTO

- 4.1 Verificar que la válvula de aire del múltiple este abierta, ventilando el tope de la chimenea.
- 4.2 Realizar el monitoreo de gases en la cámara y pie de la chimenea, registrando los valores
- 4.3 El Personal inspeccionará la labor y realizarán el llenado OBLIGATORIO de todas las herramientas de gestión, Contar con el permiso de trabajo de Alto Riesgo (PETAR Altura, Espacio Confinado), firmado por los responsables y los trabajadores.
- 4.4 El personal debe tener el EPP completo en buenas condiciones y usarlo obligatoriamente.
- 4.5 Preparar el equipo y cargar a la plataforma los equipos, materiales y herramienta necesarios para los trabajos programados a realizar en la chimenea y ascender hacia el frente (tope de la chimenea).

	<b>PETS: PERFORACION CON MAQUINA STOPER EN CHIMENEA RAISE CLIMBER</b>		<b>UP. MARAÑON CMPSA</b>
	Área: Operaciones	Versión: 00	
	Código: MIN-PETS-61	Página: 2 de 2	

- 4.6 Los perforistas ingresarán y se instalan a la jaula del equipo, con arnés y línea de anclaje doble gancho anclados en la jaula, para subir a la plataforma de trabajo lo harán siempre en **enganchados** o anclados.
- 4.7 Se colocará el cabezal de perforación en el último carril, asegurando con perno de  $\frac{1}{4} \times 5-\frac{1}{2}$  e instalar las perforadoras Stoper asegurando las mangueras.
- 4.8 El perforista se comunicará por radio con el ayudante ubicado en la cámara para solicitar abrir las válvulas de agua y aire.
- 4.9 El perforista procederá a regar el frente, hastiales, para verificar tiros cortados, rocas sueltas, fracturas, fallas, y realizar el desatado de rocas en el frente.
- 4.10 Se colocará el sostenimiento al tope de la chimenea con malla electrosoldada y pernos Split set.
- 4.11 Iniciar la perforación del frente con los barrenos de 2pies, luego pasar con los barrenos de 4, 6 y 8 pies, durante la perforación de los taladros mantener la dirección e inclinación de la chimenea
- 4.12 Durante la perforación del frente revisar el desatado de rocas sueltas y continuar hasta concluir la perforación
- 4.13 Terminada la perforación comunicar por radio al ayudante ubicado en la cámara cerrar las válvulas de agua y aire para proceder a desinstalar las mangueras de las perforadoras.
- 4.14 Retirar el cabezal de perforación y reemplazar por el cabezal de disparo
- 4.15 Asegurar los equipos y herramientas sobre la plataforma y proceder a descender con el equipo a la cámara.

#### 5. **RESTRICCIONES**

- 5.1 Lo perforistas deberán tener su autorización de trabajos en Altura obligatorio.
- 5.2 Para trabajos en altura el uso de Arnés y Línea de anclaje con doble gancho es Obligatorio.
- 5.3 Tener radio de comunicación operativas.
- 5.4 No ascender si el equipo Raise Climber se encuentra inoperativo.
- 5.5 Durante el ascenso, si los gases sobrepasan los LMP proceder con el descenso.

Elaborado por:	Revisado por:	Revisado por:	Aprobado por:
			
Luis García Terán	César García Moncada	Eddy Honorio Torres	Rony Huarcaya Martinez
Asistente Ing. Residente	Asistente Ing. Residente	Jefe de Seguridad	Gerente de Operaciones
Fecha: 28-01-2022			Fecha: 31-01-2022

	<b>PETS: TRABAJOS EN ALTURA</b>		<b>UP. MARAÑÓN CMPSA</b>
	Área: Seguridad	Versión: 01	
	Código: SEG-PETS-03	Página: 1 de 5	

### 1. PERSONAL

El procedimiento aplica a todo trabajador que realiza trabajos en altura en superficie como en interior mina

### 2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

#### Cabeza y rostro:

- a) Barbiquejo.
- b) Casco tipo Jockey y/o sombrero.
- c) Lámpara minera (si requiere).
- d) Lentes de seguridad.
- e) Respirador con filtro contra polvo.
- f) Tapones de oído u orejeras.

#### Cuerpo:

- a) Arnés de seguridad y línea de anclaje.
- b) Correa portalámparas.
- c) Ropa de trabajo con cintas reflectivas.
- d) Saco y pantalón (uso en presencia de agua).
- e) Auto rescatador (si requiere).

#### Extremidades:

- a) Botas de jebe y/o zapatos con punta de acero.
- b) Guantes de cuero o neoprene.

### 3. EQUIPO/HERRAMIENTAS/MATERIALES

#### Herramientas:

- a) Escalera tipo Tijera.
- b) Escaleta Telescópica.
- c) Escalera Portátiles.
- d) Andamios tubulares.

#### Materiales:

- a) Sogas de nylon.
- b) Perno de anclaje (rabo de coche).

### 4. PROCEDIMIENTO

#### 4.1 Para Trabajos en altura en superficie:

- 4.1.1 Verificar las condiciones de su Equipo de Protección Personal “EPP” antes de realizar los trabajos.
- 4.1.2 Inspeccionar el área de Trabajo y registrarlo en el formato IPERC continuo.
- 4.1.3 Todo trabajo en altura, deberá contar con el Permiso Escrito para Trabajos de Alto Riesgo (PETAR) autorizado y firmado para cada turno, por el supervisor y jefe de área donde se realiza el trabajo.
- 4.1.4 Inspeccionar el equipo de protección y detención contra caídas antes de cada uso de acuerdo al Check List (Anexo 1).

	<b>PETS: TRABAJOS EN ALTURA</b>		UP. MARAÑÓN CMPSA
	Área: Seguridad	Versión: 01	
	Código: SEG-PETS-03	Página: 2 de 5	

- 4.1.5 El trabajador deberá asegurarse que la línea de anclaje esté instalada y asegurada sobre su cabeza y a una extensión máxima hasta donde pueda llegar la mano. No anclar la línea de anclaje en los anillos de posicionamiento (costados de cadera) porque la caída puede tener el efecto pendular.
- 4.1.6 Cuando se realiza trabajos en taludes o pendientes, debe de asegurarse de un punto de anclaje rígido y el gancho de la línea de anclaje debe de estar asegurada en el anillo dorsal del arnés.
- 4.1.7 Al realizar trabajos con andamios verificar que sus componentes, se encuentre en buen estado y que su instalación sea de una manera segura, sin utilizar materiales improvisados en sus bases para apoyo del andamio, deberá utilizarse el Check-List. (Anexo 2).
- 4.1.8 Al realizar trabajos con escaleras manuales el trabajador debe de sujetarla a un punto fijo, para evitar el deslizamiento, preferentemente en la parte superior de la escalera y deberá de sobrepasar 1 m del lugar donde se quiere llegar.
- 4.1.9 El trabajador deberá posicionar la escalera formando un ángulo no mayo de 80° con la horizontal, manteniendo la relación de 1:4 entre el piso y el punto de apoyo.
- 4.2 Para Trabajos en altura en Mina:
- 4.2.1 Cumplir con los 4 primeros pasos que se menciona en trabajos en altura en superficie (4.1.1, 4.1.2, 4.1.3 y 4.1.4).
- 4.2.2 Realizar el monitoreo de gases antes de ingresar a una chimenea.
- 4.2.3 Al realizar trabajos en chimenea verificar que los puntales de avance estén bien topeados y la plataforma donde se ubicara el maestro y ayudante, estén cubierta con tablas como mínimo de 2 pulgadas de grosor.
- 4.2.4 En chimeneas el personal anclara la línea de anclaje en el perno de anclaje instalado previamente para cada trabajador en el avance de la chimenea.
- 4.2.5 Cuando se realiza trabajos en chimenea con equipo Alimak, el personal estará anclado en todo momento en los puntos de anclaje de la estructura del equipo.
- 4.2.6 Al concluir con los trabajos el personal dejara el arnés en un lugar seco y acondicionado para el almacenamiento.
- 4.3 Concluidos trabajos en altura:
- 4.3.1 Al finalizar se retira las herramientas y se mantiene el orden y limpieza estándares COLPA.

**NORMAS GENERALES PARA TRABAJOS EN ALTURA:**

- 4.4 Para realizar trabajos en altura o en distintos niveles se realizará a partir de 1.80m usando un sistema de prevención y detención de caídas.
- 4.5 Al realizar el traslado de los andamios tener cuidado de no hacer chocar los parantes contra los hastiales, techo de la sección, línea cauville u otras estructuras y líneas de tensión en superficie.
- 4.6 Verificar que el lugar donde se instalará el andamio sea seguro y que no exista la posibilidad de contacto con cables eléctricos.
- 4.7 Instale el andamio en un lugar firme que no permita el desplazamiento de los parantes o arriostres. La altura de la baranda en las plataformas debe de ser de 1 m y los rodapiés de 0.10 m.

	<b>PETS: TRABAJOS EN ALTURA</b>		UP. MARAÑÓN CMPSA
	Área: Seguridad	Versión: 01	
	Código: SEG-PETS-03	Página: 3 de 5	

- 4.8 Instale el andamio de manera que la escalera quede ubicada en un lugar que permita un acceso rápido y seguro.
- 4.9 Al desplazarle por la escalera del andamio utilice tres puntos de apoyo (02 pies y una mano), y no traslade objetos en la mano.
- 4.10 Posiciónese de manera firme sobre la plataforma del andamio para realizar el trabajo programado.
- 4.11 No dejar herramientas manuales en las plataformas de los andamios ni en los peldaños de las escaleras
- 4.12 Para los trabajos de instalación y desinstalación de torres se hará siempre con doble línea de anclaje.

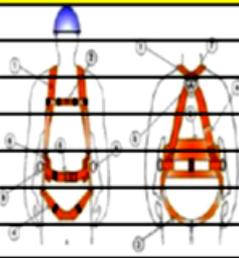
#### 5. RESTRICCIONES

- 5.1 No realizar trabajos en altura si el personal no cuenta con autorización vigente y capacitada (con certificado de suficiencia médica anual aprobado) para realizar trabajos en altura.
- 5.2 No realizar trabajos en altura si el arnés de seguridad y otros dispositivos se encuentran en mal estado.
- 5.3 No realizar trabajos en altura si las condiciones climatológicas no ayudan en el caso de lluvias, tormentas eléctricas.
- 5.4 No realizar trabajos en altura si los andamios y/o escaleras se encuentran cerca de conductores eléctricos (energizados) o en otras áreas peligrosas donde la producción de chispas pueda ocasionar fuego o explosión.

	<b>PETS: TRABAJOS EN ALTURA</b>		<b>UP. MARAÑON CMPSA</b>
	Área: Seguridad	Versión: 01	
	Código: SEG-PETS-03	Página: 4 de 5	

**ANEXO N° 1**

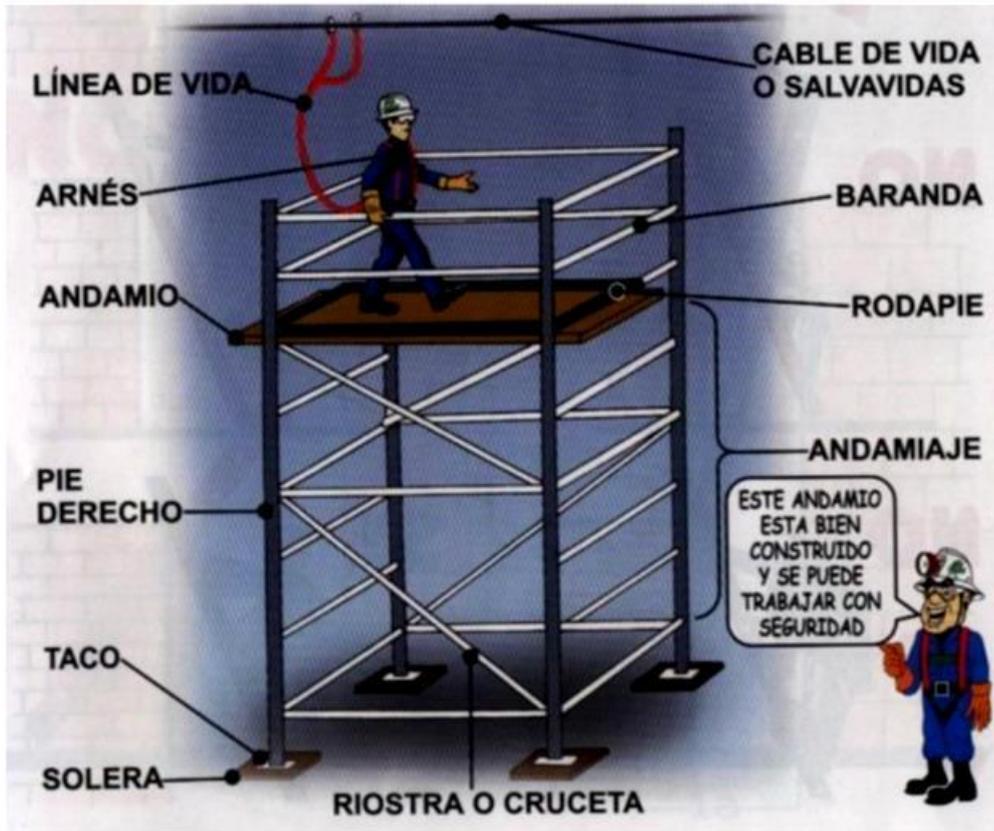
**CHECK LIST DE ARNES DE SEGURIDAD**

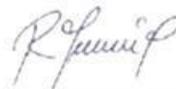
	<b>SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</b>		Código: SSM C-PROC-03 R-25					
	<b>REGISTRO</b>		Versión: 04					
	<b>CHECK LIST: ARNÉS</b>		Fecha: 7-02-2020					
EMPRESA : _____		ÁREA : _____		Página: de _____				
FECHA : _____		CÓDIGO : _____						
REALIZADO POR : _____		FRECUENCIA : Diaria						
ARNÉS DE SEGURIDAD		PUNTOS A SER INSPECCIONADOS	ESTADO	PLAN DE ACCIÓN DEL RESPONSABLE (SIHAY OBSERVACIONES)				
				QUIÉN	CUÁNDO	VERIFICACIÓN		
		<b>1</b>	<b>ARNÉS</b>					
		11	Certificación (visible)					
		12	Estado de las hebillas y elementos metálicos (sin roturas ni oxidado)					
		13	Estado de los elementos de enganche de sujeción y argollas "D" (sin roturas ni oxidado)					
		14	Condición de las costuras					
		15	Estado de tirantes, bandas, y apoyos (sin cortes)					
		<b>PARTES DEL ARNÉS</b> 		<b>2</b>	<b>LÍNEA DE ANCLAJE</b>			
				2.1	Estado de los ganchos de anclaje (sin roturas ni oxidado)			
				2.2	Estado de la línea de anclaje (sin cortes)			
			2.3	Estado de absorbedor de impacto (sin roturas)				
				<b>3</b>	<b>ALMACENAMIENTO</b>			
				3.1	El ambiente de almacenaje es seco, sin contaminantes químicos ni corrosivos			
				3.2	Identificación (visible)			
				3.3	Limpieza del arnés y línea de anclaje			
		CÓDIGO DEL ESTADO: E-EXCELENTE / B-BUENO / M-MALO						
NOTA: SI ALGUNO DE LOS ÍTEM S DEL LISTADO NO ESTA CONFORM E, NO USAR EL EQUIPO/ ELEMENTO								
						Responsable de Inspección		

	<b>PETS: TRABAJOS EN ALTURA</b>		<b>UP. MARAÑÓN CMPSA</b>
	Área: Seguridad	Versión: 01	
	Código: SEG-PETS-03	Página: 5 de 5	

**ANEXO N° 2**

**PARTES DE UNA PLATAFORMA**



Elaborado por:	Revisado por:	Revisado por:	Aprobado por:
			
Eddy Honorio Torres Jefe de Seguridad	Brandt Neyra Neyra Ingeniero Residente	Eddy Honorio Torres Jefe de Seguridad	Rony Huarcaya Martinez Gerente de Operaciones
Fecha: 18-10-2021			Fecha: 20-10-2021



	<b>PETS: TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS</b>		<b>UP. MARAÑÓN CMPSA</b>
	Área: Seguridad	Versión: 01	
	Código: SEG-PETS-04	Página: 1 de 2	

**1. PERSONAL**

El procedimiento es de aplicación de todos los trabajadores, supervisores y jefes de turno que están involucrados en actividades de espacios confinados en superficie como en interior mina.

**2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL**

**Cabeza y rostro:**

- a) Barbiquejo.
- b) Casco tipo minero y/o Jockey.
- c) Lámpara minera (si requiere).
- d) Lentes de seguridad.
- e) Respirador contra polvo y/o gases.
- f) Filtro para respirador.
- g) Tapones de auditivos.

**Cuerpo:**

- a) Correa portalámparas.
- b) Ropa de trabajo con cintas reflectivas.
- c) Equipo Auto rescatador (si requiere).

**Extremidades:**

- a) Botas de jebe con punta de acero.
- b) Zapatos de seguridad con punta de acero.
- c) Guantes de cuero.

**3. EQUIPO/HERRAMIENTAS/MATERIALES**

**Equipos:**

- a) Equipo Multigases, para mina
- b) Equipo detector de gas Cianhídrico (HCN), para Planta.

**4. PROCEDIMIENTO**

- 4.1 Inspeccionar el área de trabajo, y registrar en el formato de IPERC Continuo.
- 4.2 Antes de realizar trabajo en espacios confinados se deberá desarrollar obligatoriamente el permiso escrito de trabajo de alto riesgo (PETAR).
- 4.3 El personal asignado a realizar trabajos en espacios confinados deberá estar capacitado sobre los peligros y riesgos existentes, medida de seguridad que se deben adoptar y equipos de protección personal a usar.
- 4.4 Para equipos en movimiento, como es el caso de Planta, todas las fuentes de energía deberán ser bloqueadas y aisladas con lock out y tag out, previo al ingreso de cualquier trabajador.
- 4.5 Antes de ingresar a un espacio confinado, se debe de realizar mediciones de gases, y los valores obtenidos deberán ser registrado en el formato PETAR por el supervisor de turno.
- 4.6 La concentración de gases dentro del espacio confinado por ningún motivo será mayor a los siguientes valores:

GASES	LMP
OXIGENO	Min: 19.5%
	Max: 22.5%

	<b>PETS: TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS</b>		UP. MARAÑÓN CMPSA
	Área: Seguridad	Versión: 01	
	Código: SEG-PETS-04	Página: 2 de 2	

CO	25 ppm
CO2	5000 ppm
NO2	5 ppm
HCN	4.7 ppm

- 4.7 Mantener la concentración de los gases explosivos o sustancias inflamables menos del 10% de su límite de explosión más bajo (LEL) y así mismo asegurarse que el oxígeno no esté enriquecido.
- 4.8 Antes que el personal ingrese a un espacio confinado deberá utilizarse ventilación mecánica para remover o eliminar todos los contaminantes y deberá mantenerse hasta que todo el personal haya abandonado el mismo.
- 4.9 El personal de mina, ingresara a las labores mineras, en especial labores ciegas programadas como son chimeneas y piques, con su equipo Autorescatador.
- 4.10 Cada vez que se requiera ingresar a un espacio confinado, deberán ingresar como mínimo dos personas; en casos donde el espacio sea reducido ingresará una sola persona.
- 4.11 Para el caso de trabajos en espacios confinados en superficie, estará bajo la supervisión permanente de un ingeniero o técnico.
- 4.12 Se deberá dejar una persona en la entrada del espacio confinado. Su responsabilidad es estar atento al personal que se encuentre en el interior, manteniendo una comunicación constante.
- 4.13 Cuando se realicen trabajos en caliente dentro de los espacios confinados, la supervisión del área deberá asegurarse que todos los gases inflamables, líquidos y vapores sean removidos antes de inicio de cualquier trabajo en caliente.
- 4.14 En caso de cualquier emergencia se deberá activar el plan de respuesta a emergencias.
- 5. RESTRICCIONES**
- 5.1 En caso de que el equipo detector de gases, detecte la presencia de uno de los gases sobre el LMP, no se ingresará a la labor.
- 5.2 No se realizarán trabajos de soldadura en tanques, depósitos, espacios confinados, si no se cuenta con el Permiso Escrito Para Trabajos de Alto Riesgo (PETAR).
- 5.3 Si dentro del espacio confinado, las concentraciones de los gases tóxicos o inflamables se elevan sobre el límite máximo permisible (LMP) durante los trabajos de soldadura, se debe salir inmediatamente del área de trabajo y ventilar.

Elaborado por:	Revisado por:	Revisado por:	Aprobado por:
			
Eddy Honorio Torres	Brandt Neyra Neyra	Eddy Honorio Torres	Rony Huarcaya Martinez
Jefe de Seguridad	Ingeniero Residente	Jefe de Seguridad	Gerente de Operaciones
Fecha: 18-10-2021			Fecha: 20-10-2021

	<b>PETS: MANEJO MANUAL DE CARGAS</b>		<b>UP. MARAÑON CMPSA</b>
	Área: Seguridad	Versión: 01	
	Código: SEG-PETS-05	Página: 1 de 3	

**1. PERSONAL**

Todos los trabajadores.

**2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL**

EPP completo establecido para cada puesto de trabajo.

**3. EQUIPO/HERRAMIENTAS/MATERIALES**

Los indicados y estandarizados para cada tipo de tarea.

**4. PROCEDIMIENTO**

- 4.1 Inspeccionar la carga, para asegurarse que esté sin grasa, aceite, ni tenga ángulos filudos que representen peligros.
- 4.2 En general, el trabajador manipula cargas de hasta 25 kg por persona, con esto se consigue la protección de 85% de la población que levanta cargas.
- 4.3 Las tareas que involucren levantamiento de 40 kg, son aceptables sólo para trabajadores entrenados y/o en situaciones eventuales.
- 4.4 Cuando la carga a levantar sea inestable, debido a que la localización del centro de masa varía significativamente durante el levantamiento, levantar entre dos personas y/o minimizar los movimientos del plano horizontal. Tener presente los envases que contienen líquidos o materiales sueltos.
- 4.5 Planificar la ruta por donde se transportará la carga, asegurándose que esté libre de obstáculos, considerando el lugar y la forma en que se descargará la carga.
- 4.6 El trabajador antes de iniciar el levantamiento o descarga tendrá en cuenta:
  - Mantener la carga siempre cerca al cuerpo.
  - Doblar las piernas en vez de la espalda. Mantener la espalda recta, colocándose en cuclillas para utilizar las piernas en el levantamiento.
  - Evitar levantar la carga por encima de los hombros y la cabeza.
  - Voltear el cuerpo íntegramente hacia el lugar de la descarga. Evite la torsión del tronco.
- 4.7 Nivelar los pesos que carga en cada mano.
- 4.8 Asegurarse teniendo un buen apoyo en los pies. La posición correcta de los pies es manteniéndolos separados y ligeramente adelantado uno respecto al otro.
- 4.9 Durante el traslado de una carga, no entorpecer la visibilidad. El material a transportar no debe dificultar el campo de la visión.
- 4.10 Al manipular cargas mayores a las establecidas en los puntos 4.2 y 4.3, utilizar medios mecánicos a su alcance o pida la colaboración de un compañero, teniendo en cuenta la coordinación al levantar y descargas la carga.
- 4.11 Los levantamientos de cargas deben hacerse evitando la rapidez excesiva y la brusquedad.

**5. RESTRICCIONES**

- 5.1 No deben levantar o manipular cargas los trabajadores con hernia del núcleo pulposo.
- 5.2 No deben levantar o manipular cargas los post-operados de la columna.



	<b>PETS: MANEJO MANUAL DE CARGAS</b>		UP. MARAÑÓN CMPSA
	Área: Seguridad	Versión: 01	
	Código: SEG-PETS-05	Página: 2 de 3	

ANEXO N° 1

# Manipulación de cargas

## Atención a la columna

¡Ojo!  
Una mala postura  
puede ocasionar  
lesiones en  
la columna.



Únicamente con  
una correcta  
posición de su  
columna podrá  
levantar  
adecuadamente  
una carga.

	<b>PETS: MANEJO MANUAL DE CARGAS</b>		<b>UP. MARAÑON CMPSA</b>
	Área: Seguridad	Versión: 01	
	Código: SEG-PETS-05	Página: 3 de 3	



Elaborado por:	Revisado por:	Revisado por:	Aprobado por:
			
Eddy Honorio Torres	Brandt Neyra Neyra	Eddy Honorio Torres	Rony Huarcaya Martinez
Jefe de Seguridad	Ingeniero Residente	Jefe de Seguridad	Gerente de Operaciones
Fecha: 18-10-2021			Fecha: 18-10-2021

ANEXO N° 04: GALERIA DE FOTOS



Foto 01: Cámara de un equipo Raice Climber



Foto 02: Tamboras e instalación del cable electro para el equipo Alimak y Alicab



Foto 03: Equipo Alimak con todos sus componentes ya instalado (motor, frenos, tablero eléctrico)



Foto 04: Equipo Alimak en la que los trabajadores suben a la chimenea

Este equipo a diferencia del Alicab tiene una plataforma en la que sirve para llevar las máquinas de perforación ( stoper) y materiales y herramientas necesarias para la perforación. Además, que este equipo tiene 5 frenos ( freno centrífugo superior, inferior, freno de mano, freno de pie y el gear 5).



Foto 05: Válvula múltiple

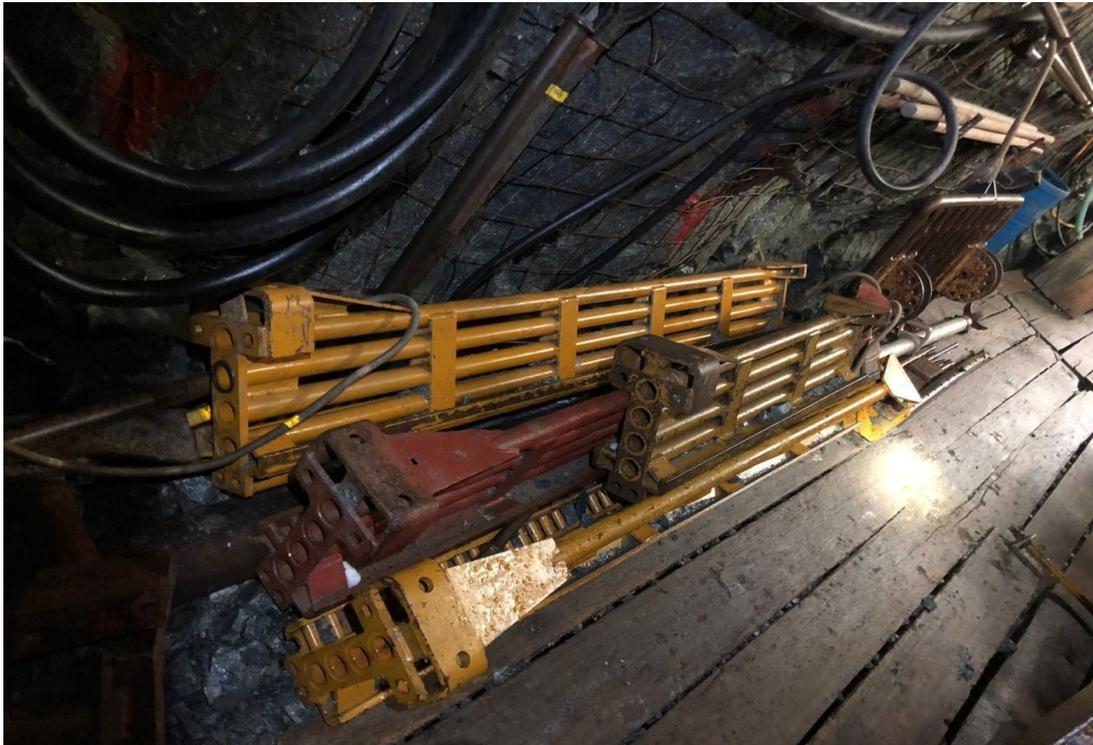


Foto 06: Carriles de avance de dos metros que se utilizan en la chimenea



Foto 07: Tablero eléctrico del equipo Alimak