

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(CREADA POR LEY N° 25265)

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS CIVIL AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



TESIS:

**“INFLUENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA CHIMENEA 081 CON
ALIMAK PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN
DE LAS LABORES DEL NIVEL 4230 COMPAÑÍA MINERA KOLPA S.A. –
HUACHOCOLPA HUANCAMELICA 2018”**

LINEA DE INVESTIGACION

MINERIA

PRESENTADO POR:

Bach. AGUIRRE TICSE, Wilson Isaias.

Bach. MALLQUI DE LA CRUZ, Ángel Jesús

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

LIRCAY - HUANCAMELICA

2019

ACTA DE SUSTENTACION



ACTA DE SUSTENTACION DE LA TESIS FINAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS

EN LA CIUDAD DE LIRCAY, EN EL PARANINFO DE LA FIMCA - UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA, A LOS 05 DIAS DEL MES DE SETIEMBRE DEL AÑO 2019 A HORAS 6:00 PM. SE REUNIERON LOS MIEMBROS DEL JURADO CALIFICADOR, CONFORMADO DE LA SIGUIENTE MANERA:

PRESIDENTE: MSc. GUZMAN IBAÑEZ CESAR SALVADOR

SECRETARIO: MSc. PAUL PERCY CANTA CARLOS

VOCAL: MSc. JORGE WASHINGTON RODRIGUEZ DEZA.

DESIGNACIÓN DE MIEMBROS DE JURADO CON RESOLUCION DE CONSEJO DE FACULTAD N°280-2019-FIMCA-UNH, PARA SUSTENTAR LA TESIS TITULADO "INFLUENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA CHIMENEA 081 CON ALIMAK PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN DE LAS LABORES DEL NIVEL 4230 COMPAÑÍA MINERA KOLPA S.A. - HUACHOCOLPA HUANCAMELICA 2018"

CUYO AUTORES ES (EL) (LOS) GRADUADOS (S):

BACHILLER (S): AGUIRRE TICSE WILSON ISAIAS

MALLQUI DE LA CRUZ ANGEL JESUS

A FIN DE PROCEDER CON LA SUSTENTACION DE LA TESIS FINAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA.

ACTO SEGUIDO SE INVITA A LOS SUSTENTANTES Y PÚBLICO EN GENERAL ABANDONAR EL AUDITORIO POR UNOS MINUTOS PARA LA DELIBERACIÓN DE LOS RESULTADOS; LUEGO SE INVITAR A PASAR NUEVAMENTE AL AUDITORIO A LOS SUSTENTANTES Y PÚBLICO EN GENERAL, EN LA QUE SE DA LA LECTURA DEL ACTA DE SUSTENTACIÓN, SIENDO EL RESULTADO APROBADO POR MAYORIA CULMINANDO A LAS. 7:30 PM. DE LA NOCHE, Y SE DA POR CONCLUIDO EL ACTO DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.

BACHILLER: AGUIRRE TICSE WILSON ISAIAS

MIEMBROS:	RESULTADO FINAL:
PRESIDENTE	APROBADO POR MAYORIA
SECRETARIO	
VOCAL	

BACHILLER: MALLQUI DE LA CRUZ ANGEL JESUS

MIEMBROS:	RESULTADO FINAL:
PRESIDENTE	APROBADO POR MAYORIA
SECRETARIO	
VOCAL	

EN CONFORMIDAD A LO ACTUADO FIRMAMOS AL PIE DEL PRESENTE.

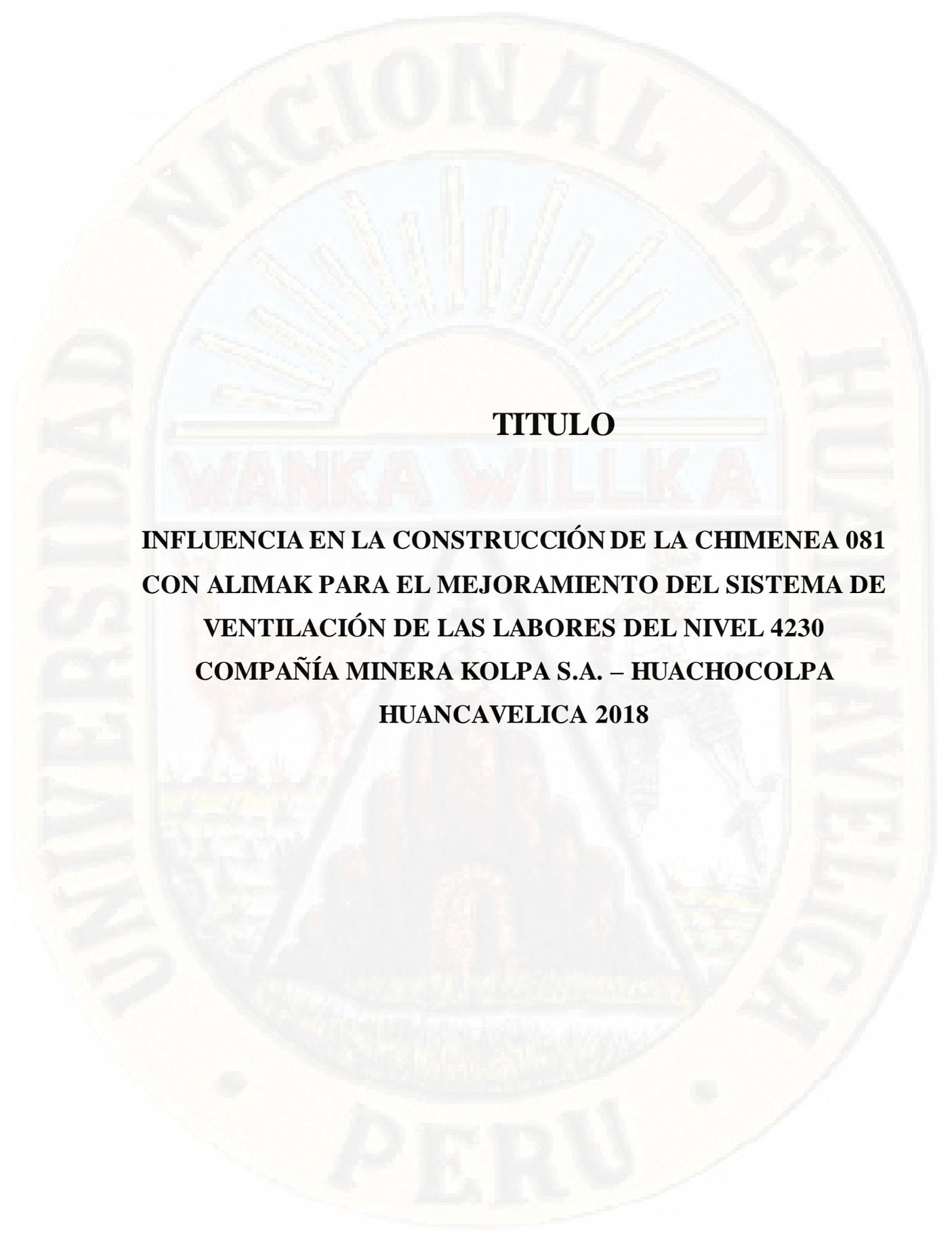

Presidente
MSc. GUZMAN IBAÑEZ CESAR SALVADOR


Secretario
MSc. PAUL PERCY CANTA CARLOS


Vocal
MSc. JORGE WASHINGTON RODRIGUEZ DEZA

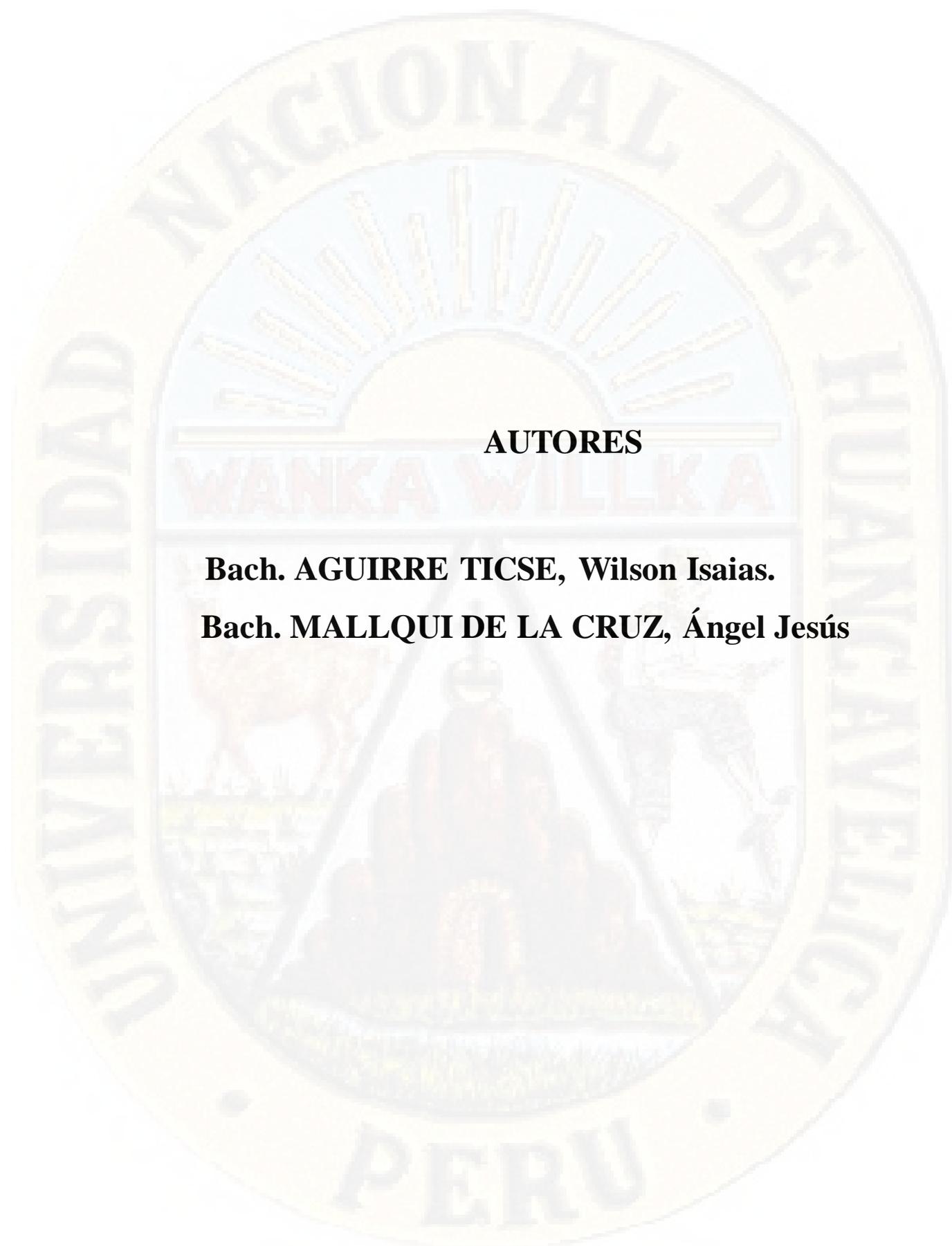

Sutentante
AGUIRRE TICSE WILSON ISAIAS


Sutentante
MALLQUI DE LA CRUZ ANGEL JESUS



TITULO

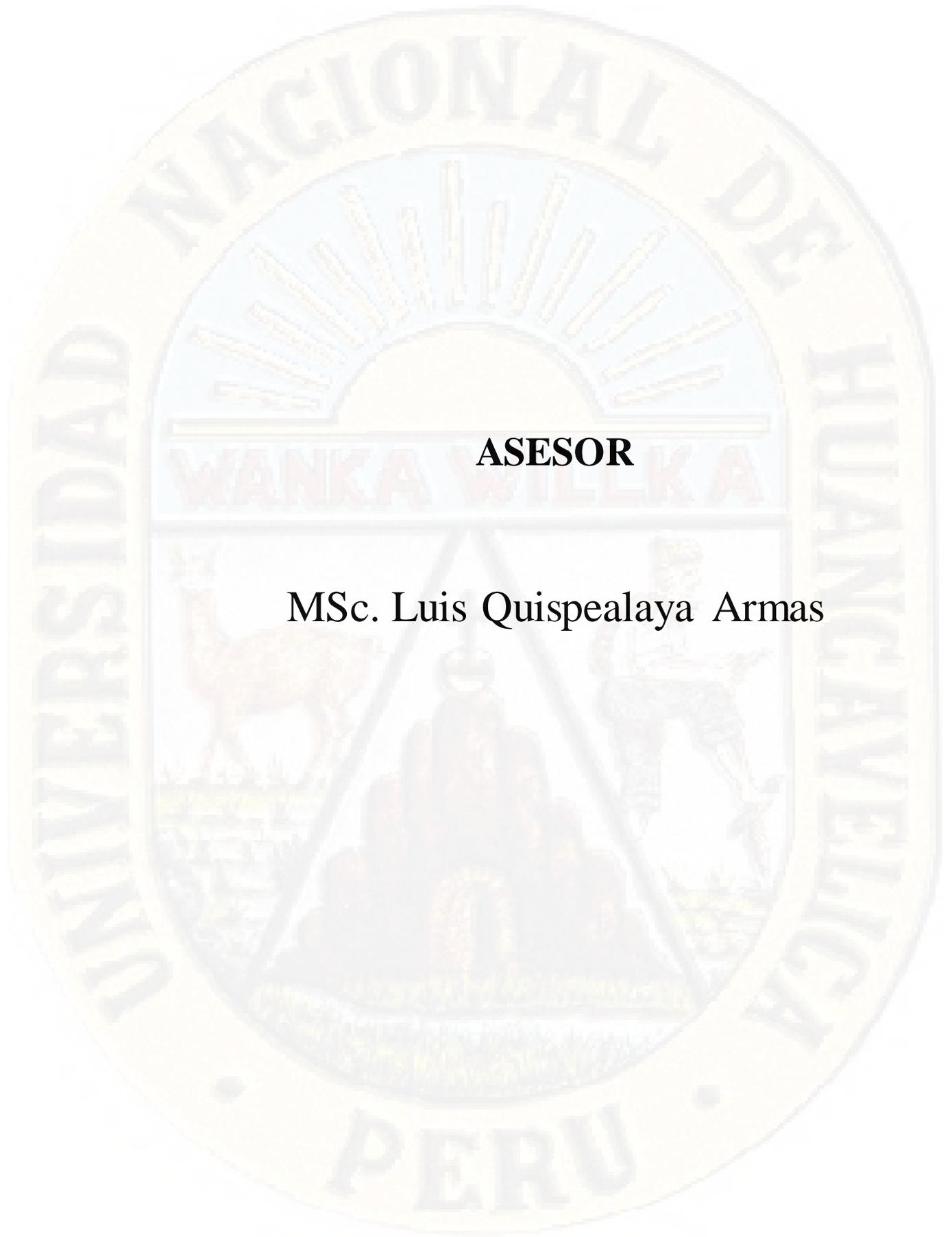
**INFLUENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA CHIMENEA 081
CON ALIMAK PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE
VENTILACIÓN DE LAS LABORES DEL NIVEL 4230
COMPAÑÍA MINERA KOLPA S.A. – HUACHOCOLPA
HUANCAVELICA 2018**



AUTORES

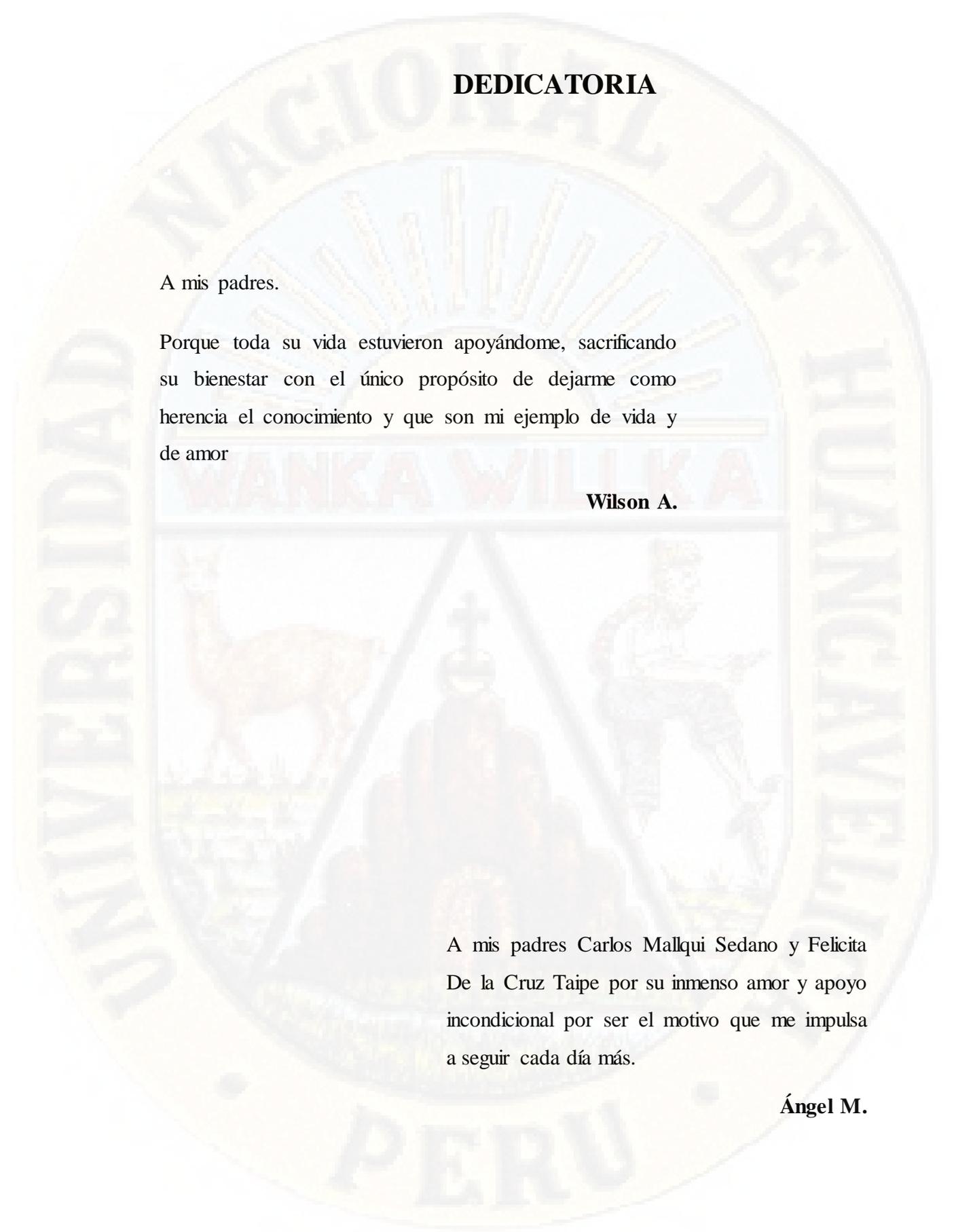
Bach. AGUIRRE TICSE, Wilson Isaias.

Bach. MALLQUI DE LA CRUZ, Ángel Jesús



ASESOR

MSc. Luis Quispealaya Armas



DEDICATORIA

A mis padres.

Porque toda su vida estuvieron apoyándome, sacrificando su bienestar con el único propósito de dejarme como herencia el conocimiento y que son mi ejemplo de vida y de amor

Wilson A.

A mis padres Carlos Mallqui Sedano y Felicita De la Cruz Taipe por su inmenso amor y apoyo incondicional por ser el motivo que me impulsa a seguir cada día más.

Ángel M.

AGRADECIMIENTO

A nuestros tutores que de forma generosa ha compartido su conocimiento con nosotros, permitiéndonos mejorar en la competencia siendo unas personas más útiles para la sociedad.

Gracias a la empresa Compañía Minera Kolpa S.A – Huachocolpa por brindarnos las experiencias formativas teórico - práctico con lo cual hemos podido fundamentar la presente tesis.

A todas las personas que de una u otra forma intervinieron en este trabajo de tesis y que han sido clave para la construcción del conocimiento y la demostración de las teorías que aquí se pretenden exponer.

INDICE

PORTA	ii
ACTA DE SUSTENTACION	ii
TITULO	iii
AUTORES	iv
ASESOR	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
INDICE	viii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCION	xvi

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.	Descripción del Problema	18
1.2.	Formulación del problema.	19
1.3.	Objetivos	20
1.3.1.	Objetivos general	20
1.3.1.	Objetivos específicos	20
1.4.	Justificación	21
1.5.	Limitaciones	22

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes	23
2.2.	Bases Teóricas sobre el tema de investigacion	26
2.3.	Bases Conceptuales	56

2.4.	Definición de términos	69
2.5.	Hipótesis	70
2.6.	Variables	71
2.7.	Operacionalización de variables	72

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	Ámbito temporal y espacial	73
3.2.	Tipo de investigación:	79
3.3.	Nivel de investigación:	79
3.4.	Población, muestra y muestreo	79
3.5.	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos:	80
3.6.	Técnica y procedimiento de análisis de datos	81

CAPÍTULO IV

PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1.	Análisis de información	82
4.2.	Prueba de hipótesis	92
4.3.	Discusión de resultados	95
	CONCLUSIONES	96
	RECOMENDACIONES	97
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
	APENDICE	100

INDICE DE TABLA

Tabla 1 Ventiladores auxiliares instalados en Kolpa	28
Tabla 2 Propiedades de macizo rocoso en función a su valoración RMR.	34
Tabla 3 Resumen de influencia de los principales dominios estructurales con el efecto de la orientación de las discontinuidades mapeadas y proyectadas a la construcción de CH RC 081.....	36
Tabla 4 RMR Macizo rocoso	46
Tabla 5 Calidad de Q del macizo rocoso.....	47
Tabla 6 Cartilla geomecánica GS.....	48
Tabla 7 Resumen de precios unitarios (excavación - sostenimiento) chimeneas 3.0 x 3.0 m. con equipo alimak (u.s.\$).....	83
Tabla 8 Costos de propiedad – operación	84
Tabla 9 Estadística de seguridad mes/acumulado	85
Tabla 10 Medición de velocidad de aire -850	88
Tabla 11 Registro de labores	89
Tabla 12 Análisis de precio unitario chimenea alimak	90
Tabla 13 Análisis de precio unitario chimenea Alimak	91
Tabla 14 Datos para la prueba de hipótesis	92
Tabla 15 Monitoreo de gases de mina ZONA SE.....	111

INDICE DE FIGURA

Figura 1 Análisis cinemático de estructuras principales en el CX 077N	35
Figura 2 Ploteo de Contornos.....	37
Figura 3 Diagrama de Rosas	37
Figura 4 CH RC 08, se puede observar la formación de cuñas con factores de seguridad mayor a 1.4, esta se presenta en la cuña 6 en el tope de la chimenea, en la intersección de la chimenea con el crucero presenta cuñas con factor de seguridad superior a 1.4 que son reforzados con pernos Split set.	38
Figura 5 CX 077N simulación de influencia de sistemas de discontinuidades que intersectados generan la formación de cuñas en corona y hastiales del CX 077N, los factores de seguridad mayores a 1.3, siendo la cuña 06 la de mayor volumen con un factor de seguridad 1.4 y un peso promedio de 16 tn para lo cual se recomienda desate minucioso y reforzar corona con pernos helicoidales de 8 pies.	39
Figura 6 Muestran los resultados de la evaluación estadística del parámetro de la Rugosidad. El mayor porcentaje correspondiente al rango “Levemente rugoso” y posteriormente “rugoso”, es un factor positivo en la estabilidad de las cuñas y/o bloques de roca.	39
Figura 7 Zoneamiento geomecánico-estructural de la CX 077N y la CH RC 077N.	40
Figura 8 Zoneamiento geomecánico-estructural de la CH RC 077N.....	41
Figura 9 Muestra el pilar intermedio entre el CX 077N y el CX y/o VT de limpieza, el pilar presenta un factor de seguridad por encima de 1.4 considerado estable.	42
Figura 10 Análisis realizado en roca de calidad Regular IIIA, RMR 51 – 60, En 10a se observa que la zona máxima plastificada llega 0.8m., 10b muestra la sección de la chimenea con refuerzo de pernos Split set con un factor de seguridad 1.26 el cual se encuentra por encima del punto de equilibrio 1.	42
Figura 11 Muestra los resultados del análisis en roca tipo Regular IIIB, RMR 41 – 50, a se observa que la zona plástica máxima aumenta a 0.9m en las paredes de la	

columna de la chimenea, b muestra el refuerzo aplicado con pernos Split set combinado con cintras Straps, con factor de seguridad 1.26 considerado estable.	43
Figura 12 Análisis realizado en tipo de roca Mala IVA, 12a muestra un radio plástico superior a 1.6m con un factor de seguridad 0.6 que nos indica zona inestable, 12b para el refuezo y soporte para esta zona inestable se colocaran arcos metálicos, forradas con planchas metálicas.	43
Figura 13 Jaula trepadora raise climber	49
Figura 14 Jaula personal (cap. 3 personas).	50
Figura 15 Guarda cabeza del sistema Alimak.	51
Figura 16 Ángulo de soporte.	51
Figura 17 Espaciador.	52
Figura 18 Conexiones de aire comprimido y agua.	52
Figura 19 Bomba centrífuga eléctrica.	53
Figura 20 Central múltiple de servicios.	53
Figura 21 Tablero de comandos eléctrico.	54
Figura 22 Tambora para cables eléctricos.	54
Figura 23 Carriles.	55
Figura 24 Carril guía.	55
Figura 25 Carriles de seguridad.	56
Figura 26 Ventilación de la labor	57
Figura 27 Procedimiento de desatado.	58
Figura 28 Empernado de los carriles.	59
Figura 29 Shotcreteado de la zona.	59
Figura 30 Atacado del explosivo.	60
Figura 31 Voladura.	60

Figura 32 Ciclo de trabajo con equipo Alimak	61
Figura 33 Foto satelital de ubicación la Mina Kolpa S.A.	74
Figura 34 Plano de ubicación de la Compañía Minera Kolpa S.A	76
Figura 35 Punto de monitoreo en la Chimenea 081	105
Figura 36 Instalación del Equipo Alimak	106
Figura 37 Equipos de seguridad para la Construcción de la chimenea 081 con Alimak	107
Figura 38 Zona de conexión proyectada	108
Figura 39 Diseño conceptual del camino metálico	109
Figura 40 Explosivos utilizados en cada disparo para 8 ft.....	110

RESUMEN

El presente proyecto de tesis denominado “Influencia en la construcción de la Chimenea 081 con Alimak para el mejoramiento del sistema de ventilación de las labores del Nivel 4230 Compañía Minera Kolpa S.A – Huachocolpa Huancavelica”, tiene por finalidad determinar la influencia de la construcción de la chimenea 081 con equipos Alimak para la mejora del sistema de ventilación de las labores del Nivel 4230 Veta Bienaventurada en la Compañía Minera Kolpa S.A.-Huancavelica.

El tipo de investigación fue aplicado y su nivel descriptivo explicativo. Siendo así se utilizó el método científico con un diseño no experimental (descriptivo – correlacional), asimismo la investigación contó con la muestra de estudio del Macizo rocoso de la Chimenea 081. Veta Bienaventurada, pudiendo llegar así a los siguientes resultados:

Siendo así con la tabla mostrada, el valor del coeficiente de correlación de Pearson es $r = 0,67$. Entonces el grado de correlación positiva media, por lo que podemos afirmar que existe correlación entre las variables costos de operaciones unitarias en la construcción de la chimenea con Alimak (\$/m), ventilación de las labores del nivel 4230 Compañía Minera Kolpa (m^3 /min aire) y Índice de seguridad.

Llegando a la conclusión la construcción de la chimenea con Alimak influye significativamente en el mejoramiento del sistema de ventilación en las labores ya que antes de la construcción de la chimenea se tenía una cobertura inicial del 71% y se empleaban 15 ventiladores, después de ejecutada la chimenea Alimak 081, se obtiene una cobertura de 121%, cobertura aceptable dentro de la normativa vigente, además se reduce a 10 el número de ventiladores.

Palabras claves: Satisfacción laboral y Productividad

ABSTRACT

This thesis project called “Influence on the construction of Chimney 081 with Alimak for the improvement of the ventilation system of the work of Level 4230 Compañía Minera Kolpa SA - Huachocolpa Huancavelica”, aims to determine the influence of the construction of the chimney 081 with Alimak equipment for the improvement of the ventilation system of the work of Level 4230 Blessed Vein in the Compañía Minera Kolpa SA-Huancavelica.

The type of research was applied and its explanatory descriptive level. The scientific method was used with a non-experimental design (descriptive - correlational), the research also included the study sample of the rock massif of Chimney 081. Blessed Vein, thus being able to reach the following results:

According to the table shown, the value of Pearson's correlation coefficient is $r = 0.67$. Then the average positive correlation degree, so we can state that there is a correlation between the variables of unit operations in the construction of the chimney with Alimak ($\$/m$), ventilation of the work of the 4230 level Kolpa Mining Company ($m^3 / \text{min air}$) and Safety Index

In conclusion, the construction of the chimney with Alimak significantly influences the improvement of the ventilation system in the work since before the construction of the chimney there was an initial coverage of 71% and 15 fans were used, after executing the chimney Alimak 081, you get a coverage of 121%, acceptable coverage within current regulations, also reduces the number of fans to 10.

Keywords: chimney, Alimak, ventilation system

INTRODUCCION

En este mundo globalizado las empresas mineras buscan mejorar todos sus procesos, y para ello requieren la aplicación de un desarrollo tecnológico, económico y profesional para obtener mayores beneficios.

Por la cual la Compañía Minera Kolpa S.A.; es una empresa dedicada a la exploración, explotación y beneficio de minerales polimetálicos con contenidos de plata, plomo, zinc y cobre, la misma que opera con una capacidad instalada de 960 TMSD con proyección a 1,200 TMSD, cuyos resultados por su valor en mena son: 1'997,391 TMS, con leyes de 3.34 oz Ag, 3.65% Pb, 3.80% Zn y 0.34% Cu. El avance programado para la extracción de éstas reservas es en promedio 19,905 metros, de los cuales 3,363 m en exploración, 9,937 m en preparación y 6,805 m en desarrollo.

El presente trabajo de tesis, se ha desarrollado con el objetivo de determinar la influencia de la construcción de la chimenea 081 con equipos Alimak para la mejora del sistema de ventilación de las labores del Nivel 4230 Veta Bienaventurada en la Compañía Minera Kolpa S.A.-Huancavelica para cuyo efecto el trabajo de investigación se desarrolló en cuatro capítulos:

El primer capítulo: comprende el planteamiento del problema y en ello se considera Planteamiento del problema, formulación del problema, objetivos de la investigación y justificación.

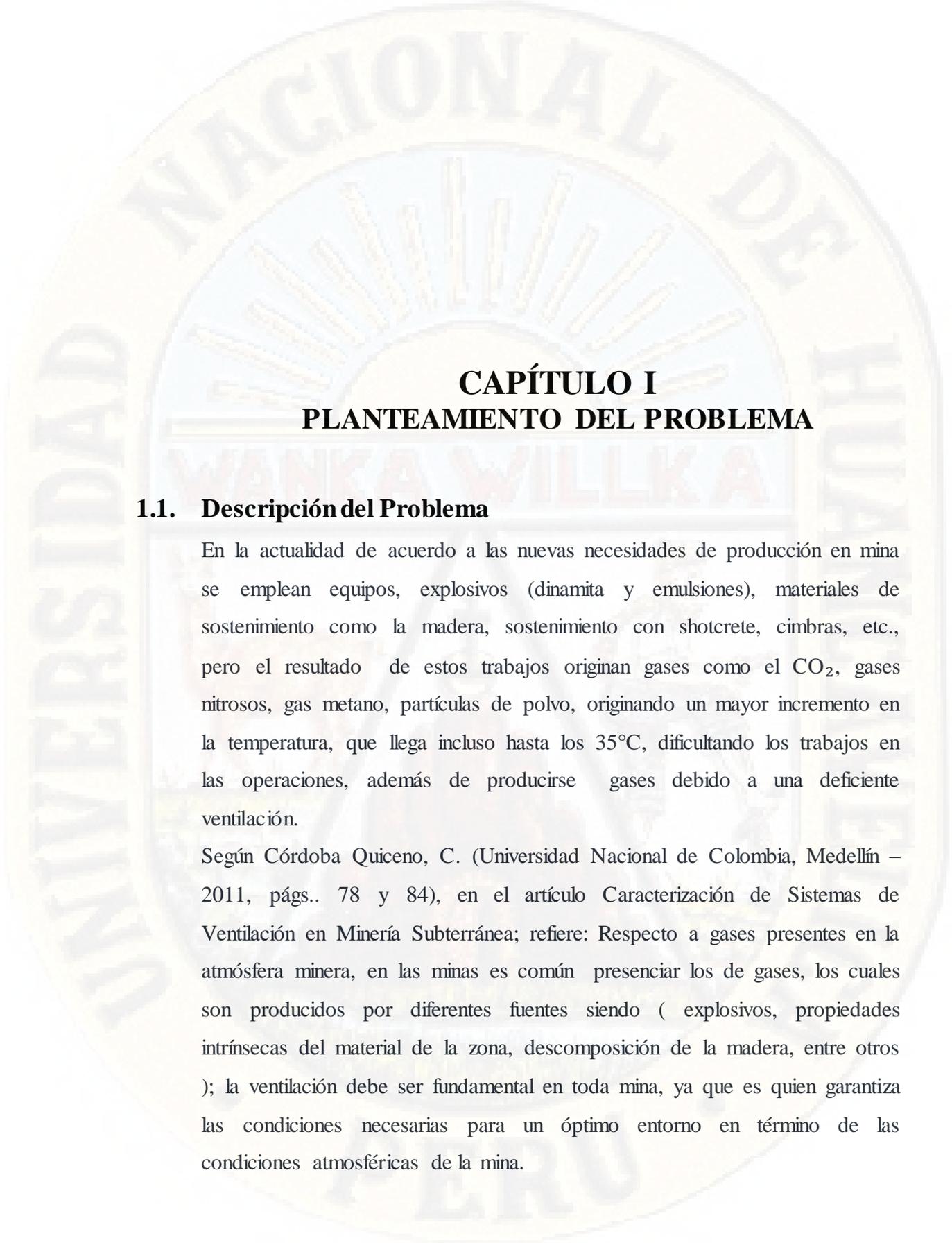
Segundo capítulo es el marco el marco teórico, que describe: Antecedentes de la investigación, bases teóricas, hipótesis, definición de términos, identificación de Variables y definición Operativa de Variables e indicadores.

Capítulo tres, está la metodología de investigación y en ello, ámbito de estudio, tipo de investigación, nivel de Investigación, método, diseño, población, muestra y

muestreo, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procedimiento de recolección de datos, técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Cuarto capítulo está, los resultados dentro de ellos la presentación de resultados y análisis de datos, Finalizando, las referencias bibliográficas, anexos, matriz de consistencia y la estructura tentativa de la tesis.

Los autores.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema

En la actualidad de acuerdo a las nuevas necesidades de producción en mina se emplean equipos, explosivos (dinamita y emulsiones), materiales de sostenimiento como la madera, sostenimiento con shotcrete, cimbras, etc., pero el resultado de estos trabajos originan gases como el CO₂, gases nitrosos, gas metano, partículas de polvo, originando un mayor incremento en la temperatura, que llega incluso hasta los 35°C, dificultando los trabajos en las operaciones, además de producirse gases debido a una deficiente ventilación.

Según Córdoba Quiceno, C. (Universidad Nacional de Colombia, Medellín – 2011, págs.. 78 y 84), en el artículo Caracterización de Sistemas de Ventilación en Minería Subterránea; refiere: Respecto a gases presentes en la atmósfera minera, en las minas es común presenciar los de gases, los cuales son producidos por diferentes fuentes siendo (explosivos, propiedades intrínsecas del material de la zona, descomposición de la madera, entre otros); la ventilación debe ser fundamental en toda mina, ya que es quien garantiza las condiciones necesarias para un óptimo entorno en término de las condiciones atmosféricas de la mina.

Una mina subterránea, es el conjunto de labores excavadas para explotar un yacimiento, tal como galerías, tajos subniveles, piques, chimeneas y otros; en particular, una chimenea como labor de acceso vertical o inclinado facilita realizar servicios diversos entre interior mina y superficie, permitiendo el desarrollo de las actividades mineras.

[https://es.wikipedia.org/wiki/Chimenea_\(minería\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Chimenea_(minería)), refiere que los métodos de ejecución de chimeneas son típicamente dos: Excavación manual que se realiza en sentido ascendente por medio de andamios o estructuras que permitan excavar a los mineros hasta alcanzar o conectar las dos galerías y/o a superficie, y la otra, son con técnicas mecanizadas de perforación, conocidas como Raise Climber con equipo Alimak STH-5E, en el que se ubica un equipo de perforación en la galería inferior y realizar la perforación.

En Mina Kolpa, donde las operaciones subterráneas son mecanizadas, se cuenta con chimeneas convencionales que presentan limitaciones por sus reducidas secciones, trayendo consigo incremento de accidentes y en general declinando la productividad. El crecimiento de operaciones en interior mina genera consigo más gases tóxicos producidos por las voladuras con explosivos, concentración nociva de polvo en suspensión, elevación de temperaturas, humos por el aumento de equipos diésel, entre otros malestares; lo que es incompatible con la existencia de pequeños ductos de chimeneas; por lo tanto es necesario construir chimeneas de mayores dimensiones, pero el problema es con qué tecnología, si se decide construir aplicando tecnología convencional o bien tecnología mecanizado; tal inconveniente amerita realizar la presente investigación.

1.2. Formulación del problema.

1.2.1. Problema general:

¿Cuál es la influencia en la construcción de la chimenea 081 con Alimak para el mejoramiento del sistema de ventilación de las labores del Nivel 4230 Compañía Minera Kolpa S.A.- Huachocolpa Huancavelica 2018?

1.2.2. Problemas específicos:

- a) ¿Cuál será el caudal de evacuación del aire viciado en m^3/s para el mejoramiento del sistema de ventilación de las labores del Nivel 4230 mediante la construcción de la chimenea 081 con Alimak Compañía Minera Kolpa S.A.- Huachocolpa Huancavelica 2018?
- b) ¿Cuál será el costo óptimo en la construcción por metro lineal de la Chimenea 081 con Alimak para el mejoramiento del sistema de ventilación de las labores del Nivel 4230 Compañía Minera Kolpa S.A.- Huachocolpa Huancavelica 2018?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general.

Determinar la influencia en la construcción de la chimenea 081 con Alimak para el mejoramiento del sistema de ventilación de las labores del Nivel 4230 Compañía Minera Kolpa S.A.- Huachocolpa Huancavelica 2018.

1.3.2. Objetivos específicos.

- a) Determinar el caudal de evacuación del aire viciado en m^3/s para el mejoramiento del sistema de ventilación de las labores del Nivel 4230 mediante la construcción de la chimenea 081 con Alimak Compañía Minera Kolpa S.A.- Huachocolpa Huancavelica 2018.
- b) Determinar el costo óptimo en la construcción por metro lineal de la Chimenea 081 con Alimak para el mejoramiento del sistema de ventilación de las labores del Nivel 4230 Compañía Minera Kolpa S.A.- Huachocolpa Huancavelica 2018.

1.4. Justificación

Del punto de vista técnico:

La investigación, se justifica por contribuir estrategias tecnológicas que pretenden buscar alternativas de solución, como la carencia de ductos adecuados de ventilación en minas polimetálicas subterráneas mecanizadas, en donde la industria extractiva minera para el laboreo minero requiere condiciones adecuadas de circulación de aire fresco y consigo la evacuación de gases contaminados que permitan a los elementos humanos, equipos e infraestructura subterránea en general llevar con éxito las diversas operaciones.

Del punto de vista académico:

Se justifica la investigación, por la búsqueda de saberes teóricos y prácticos, estrategias académicas, es decir teorías y conocimientos sobre las que se basa una investigación, las cuales estarán relacionadas y limitadas al problema en particular para quién se busca mediante un desafío buscar una opción de salida de la inconveniencia; en este caso en un escenario técnico minero, de qué manera construir una chimenea en un macizo rocoso subterráneo mediante una alternativa técnicamente saludable.

Importancia del proyecto:

Es importante porque es un medio que nos permitirá a través de una serie de bases técnicas, estudios y análisis, la obtención de nuevas creatividades, innovar o simplemente pensar de distinta manera a la agregación de conocimientos, en bien de la empresa minera que requiere que todo su sistema de operaciones funcione adecuadamente, dando seguridad, bienestar a sus trabajadores y para la sociedad involucrada a la minería sumar experiencias adhiriendo saberes.

1.5. Limitaciones

Las limitaciones para nuestra investigación han sido la carencia de investigaciones científicas realizadas en el campo de la minería; además siendo las empresas mineras muy celosas con las informaciones y resultados de operaciones, este estudio tuvo ciertas restricciones en cuanto a recopilación de información, en caso de existir ciertas limitaciones, ellas fueron superadas con nuestras experiencias y conocimientos o los asesoramientos de excelentes profesionales de la rama minera.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes a Nivel Internacional:

- **Según Jiménez Rojas, Franklin Estalin (Ecuador – 2016)**, en el estudio “Construcción de la Chimenea de Equilibrio en el Proyecto Hidroeléctrico Quijos mediante el Método Alimak”, menciona que, la calificación del macizo rocoso por RMR de la clasificación de Bieniawski aplicado a la chimenea de equilibrio evidenció que las excavaciones serán en rocas tipo II, III, IV y V. El tipo de roca II, III corresponden a macizos rocosos con diferente grado de fracturación y será en un porcentaje de excavación de 20 % del total de la chimenea, el tipo de roca (IV) se refiere a un macizo muy alterado y labores parcialmente cementados, que muestran un comportamiento geotécnico al límite entre rocas débiles, con un porcentaje de excavación del 70% y por último el tipo fuera de la clasificación RMR que se denominó tipo V, que consiste de suelos sueltos, que son materiales granulares (arena de paleocauce) con baja o sin cohesión, en un 10 % de todo el tramo excavado; en resumen la calidad del macizo para la chimenea en un 70% será mala a muy mala, por lo cual se debe tener niveles de seguridad elevados, por la estabilidad de las paredes del pozo.

- **Sánchez Domínguez, Cesar. (Chile, 2010).** En su tesis para optar el título de Ingeniero en Energía de la Universidad nacional del Santa, concluye lo siguiente: El consumo diario de energía por ventilación asciende a 23,600 KWh lo que significa un costo diario de 2,836 US\$, para la optimización técnico-económica del consumo energético del sistema de ventilación; se aplicaron dos técnicas; la primera consistió en el reemplazo de cinco motores eléctricos estándar por motores eléctricos de alta eficiencia, la segunda técnica aplicada fue la optimización del tiempo efectivo de operación de 18 ventiladores, el reemplazo de motores estándar por motores de alta eficiencia significó una inversión de 38,412 US\$, con un periodo de recuperación de 1.66 años; se estima un ahorro energético anual de 192,369 KWh equivalente a 23,084 US\$ al año, en la optimización del tiempo de operación de los ventiladores, se realizó una inversión de 6,030 US\$, cuyo periodo de recuperación fue de un mes; el ahorro en consumo de energía al año será 650,458 KWh igual a 78,055 US\$.

2.1.2. Antecedentes a Nivel Nacional:

- **Huamaní Huaylla, Kiusa (UNSCH – 2012),** en la tesis denominada “Construcción de Chimeneas por Método Convencional y Plataforma Alimak en la Mina Raul, 2011 perteneciente a la Empresa Minera Condestable SAC”, menciona que en la elección de la plataforma Alimak un empleado en la construcción de chimeneas, debe tener en cuenta las siguientes consideraciones: Caracterización del macizo rocoso, para lo cual el macizo debe tener una RMR de 50, RQD de 60 y una Q de 6 que corresponden a una calidad de macizo rocoso de regular a buena, también la chimenea debe construirse en rocas de caja y ser específico que en este caso es una chimenea para pasar mineral, además la sección mínima para este tipo de chimenea será de 2.40 x 2.40 m., asimismo la longitud mínima de la chimenea debe ser

de 50 m. y la inclinación recomendable de la chimenea, puede ser de 60° a 90°.

- **Giron Castillo (Universidad Nacional de Piura – 2015)**, dice en la tesis “Implementación del Sistema Alimak en la Unidad Minera Final del Arco Iris”, dice, ya no es necesario el uso de madera para puntales y tolvas como en la minería convencional por lo tanto el avance es mayor ya que se dispone de mayor tiempo de perforación. Además, concluye que, con el sistema convencional se puede construir chimenea de sección pequeña como de 4pies por 4 pies conocida como chimenea simple y hasta una chimenea de sección 8 pies por 4 pies o el doble; para secciones mayores su uso no es práctico.
- **Choque Catare, Carlos A. (UNJBG, Tacna – 2011)**, en la tesis “Análisis Comparativo de Métodos Mecanizados para la Construcción de Chimeneas en la Unidad Minera Retamas· Parcoy”, describe, que el método de perforación de chimenea utilizando Raise Boring y el método de perforación de chimenea utilizando Alimak, ofrecen una factibilidad de ejecución, aceptable. También concluye que, determina. Que el método Raise Boring con inyecciones es más económico, presenta un tiempo de ejecución menor, y ofrece menor riesgo para el personal, en comparación con el método Alimak.

2.1.3. Antecedentes a Nivel Regional:

- **Curasma Quispe, Jorge V.(UNH -2014)**, en la Tesis referida: Optimización de Operaciones en las Construcciones de Chimeneas con el método Raise Climber utilizando equipo Alimak STH-5E en Mina Marsa 2012; refiere que, el método Raise Climber utilizando equipo Alimak STH-5E, comprende las actividades de perforar, cargar, la voladura, ventilación y desatado de rocas, por

otro lado el trepador o jaula como parte del equipo Alimak sirve como plataforma de trabajo, desde donde se realiza la instalación de los elementos de sostenimiento según sea requerido y como medio de transporte de personal, dicho sistema funciona en un carril guía anclado a la pared que cuelga, a través de las tuberías que se tienen en los carriles guía, se llevan los servicios de agua, aire, cable eléctrico (voladura eléctrica) y línea de aire auxiliar para la ventilación.

Llegando a las siguiente conclusión en el área de seguridad se identificó los peligros y riesgos para un mejor control de operación en ejecución de chimeneas la cual no hubo accidentes fatales por ser un sistema seguro versátil y de menor costo, influyendo en ello la capacitación del personal.

2.2. Bases Teóricas sobre el tema de investigación

2.2.1. Reglamento DE Seguridad Y Salud Ocupacional en Minería Decreto Supremo N° 024 - 2016, Modificado A D.S. N° 023- 2017

Se refieren algunos alcances del Reglamento para consideraciones a tener en cuenta para el presente estudio:

“**Artículo 246.-** El titular de actividad minera debe velar por el suministro de aire limpio a las labores de trabajo de acuerdo a las necesidades del trabajador, de los equipos y para evacuar los gases, humos y polvo suspendido que pudieran afectar la salud del trabajador, así como para mantener condiciones termo-ambientales confortables. Todo sistema de ventilación en la actividad minera, en cuanto se refiere a la calidad del aire, debe mantenerse dentro de los límites de exposición ocupacional para agentes químicos y lo establecido en el Reglamento sobre Valores Límite Permisibles para Agentes Químicos en el Ambiente de Trabajo, aprobado por Decreto Supremo N° 015-2005-SA o la norma que lo modifique o sustituya.

En la preparación de chimeneas con maquinarias especiales deberá cumplirse los aspectos técnicos establecidos en los respectivos manuales de operación; considerando los dos tipos de construcción de chimeneas de gran dimensión: una con piloto descendente y rimado ascendente y la otra de construcción ascendente usando plataforma y jaula de seguridad; se tendrá especial cuidado en el control de riesgos de los siguientes puntos:

2.2.2. Límites máximos permisibles

Según (AB, 2003), el Límite Máximo Permissible (LMP) es la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente.

2.2.3. Sistemas generales de ventilación

La mina cuenta con un Sistema de Ventilación Mecanizado, los flujos por tiro natural están bien definidos, debido a que la diferencia de altura entre los ingresos y las salidas del aire está muy marcada, es decir hay mucha diferencia de altitudes, debido a las características del yacimiento, Los ventiladores principales que están ubicados en el interior de la mina, succionando aire usado de los niveles inferiores y luego expulsando el aire a través de chimeneas comunicadas a diferentes niveles y superficie.

2.2.3.1. Ventiladores

- **Ventiladores Principales**

Actualmente no se disponen de ventiladores principales en funcionamiento dentro de la unidad minera HUCHOCOLPA.

- **Ventiladores Secundarios**

Se encontró los siguientes 04 ventiladores secundarios en operación:

- En la Chimenea 805 del Nv. 4180, ventilador de 100,000 cfm, que extrae aire viciado del Nv 4180-4130 a superficie toda la Rp 01.
- En la Chimenea 071 del Nv. 4480, ventilador de 60,000 cfm, que extrae aire viciado del Nv 4480 a superficie toda la Rp 02.
- En la Chimenea 315 del Nv. 4180, ventilador de 60,000 cfm instalado succionando aire de la rampa negativa que extrae aire viciado Nv. 4180 Bp 327-400.
- En la Galería 990 Este, ventilador de 60,000 cfm, succionando aire de las siguientes labores: TJ 990, TJ 991, GL 113, RP 990.

2.2.3.2. Ventiladores Auxiliares.

Se han encontrado 27 ventiladores auxiliares que están alimentando aire a los diferentes tajeos y a los frentes de trabajo, provistos de mangas de ventilación de 24” y 32” de diámetro. Los ventiladores auxiliares que se han instalado en serie, en diferentes puntos para lograr una buena ventilación en interior mina como sigue:

Tabla 1 Ventiladores auxiliares instalados en Kolpa

ITEM	NIVEL	UBICACIÓN	LABOR QUE SE VENTILA	CAPACIDAD (CFM)	TIPO
1	4380	GL 684	GL 684	22,000	Extractor
2	4230	BP 179	CX 875(GL 179)	30,000	Extractor
3	4330	CH 456	RP 990-SN 120	30,000	Inyector
4	4230	VN 678	RP 060 /SN 060 - 3	30,000	Inyector
5	4230	RP 426	RP 427(-)	30,000	Inyector
6	4230	SN 310	SN 310	30,000	Inyector
7	4180	RP 063	RP 063	30,000	Inyector
8	4330	RP 064	SN 025	20,000	Inyector
9	4130	RP 063	BP 327	20,000	Inyector
10	4180	CH 116 RC	TAJO 064	20,000	Inyector
11	4180	BP 400	TJ 400	20,000	Inyector

12	4230	RP 392	RP 392	20,000	Inyector
13	4465	SUPERFICIE	POLVORIN PRINCIPAL	20,000	Inyector
14	4230	RP 179	SN 179-3	20,000	Inyector
15	4230	RP 179	SN 179-4	20,000	Inyector
16	4380	SN 853	SN 853	20,000	Inyector
17	4180	CH 064(-)	SN 064	20,000	Inyector
18	4330	BP 801	BP 801	20,000	Inyector
19	4180	BP 902	TJ 692	20,000	Inyector
20	4180	BP 327	BP 327(ENSERiado)	20,000	Inyector
21	4230	RP 179	Rp 179 (TJ 802)	10, 000	Inyector
22	4330	RP 990	TJ 992	10, 000	Inyector
23	4230	CX 179	SN 179-3 (ENSERiado)	10, 000	Inyector
24	4330	RP 426	SN 290	10, 000	Inyector
25	4380	SN 852	SN 852	10, 000	Inyector
26	4280	VT 750	POLVORIN AUXILIAR	5, 000	Inyector
27	4280	CX 738	POLVORIN AUXILIAR	2, 000	Inyector

Fuente: Area de ventilación Kolpa

2.2.4. Calidad de aire

El aire que circula por los diferentes labores de acceso a la mina como galerías, rampas, cruceros es de buena calidad, encontramos valores de oxígeno de 20.80 %.

Los problemas de ventilación mayormente se presentan en la zona de profundización donde usan ventiladores auxiliares que no están cumpliendo con la normativa vigente sobre todo cuando ingresan los equipos diésel, donde se observa acumulación de humo que difícilmente se ventila, Debido a las velocidades del aire son muy bajas, en otros caso los ventiladores están mal instalados, o las mangas de ventilación están deterioradas.

2.2.5. Circuito de Ventilación

Este circuito de aire descrito solo contempla la distribución del aire fresco en las diferentes labores de la mina. El ingreso de aire fresco a la mina es a través de las siguientes labores:

- Boca mina Rampa N° 1, Ingresando 2,995 m³/min (105,785cfm) (PMI-23), todo este aire se encauza por la rampa negativa, a las diferentes labores, al llegar a la altura de la rampa 670, el aire se distribuye, una parte sigue bajando por la rampa N° 1 y otra parte se encauza por la rampa 670, cuyo flujo es de 340.0 m³/min (12,007 CFM), el aire que baja por la rampa N° 1 antes de llegar al Nv. 4230, el aire se distribuye por los 2 ramales que se separa la rampa N°1.
- Boca mina rampa N° 2, por este lugar está ingresando 3,747 m³/min (132,336 CFM), al llegar a la intersección con el Cx 355 SE, el aire se distribuye, una parte sigue bajando por la rampa N° 2) y otra parte del aire de 2,144.8 m³/min (75,741.9 m³/min), se encauza por el Cx 355 SE. El aire que baja por la rampa N° 2, al llegar a la intersección con el Nv 4430, se mezcla con el aire usado que está saliendo por la rampa 033, todo este aire sigue bajando por la rampa N° 2; al llegar nuevamente a la intersección con el By pass 801, el aire se distribuye, de la siguiente manera: una parte del aire ingresa al By pass 801, este aire sube por la rampa 772 hacia labores en trabajo. Otra cantidad de aire sigue bajando por la rampa N° 2 hacia el Nv4230, cuyo flujo es de 293.2 m³/min (10,353.7 CFM).
- Rampa 582, esta ingresando 429 m³/min (15,142 CFM), este aire al llegar al CX 355, se mezcla con el aire fresco que esta ingresando por este crucero, todo este aire se encauza por el CX 355 , al llegar hasta la intersección con la rampa 092, el aire se distribuye, de la siguiente manera ; una parte del aire se encauza por la rampa 095, este aire va hacia las labores en trabajo de la parte superior. Otra parte del aire sigue por el CX 355 hasta llegar al circuito de salida (chimenea Allimack 071).
- Chimenea Allimack 081, esta ingresando 1,906 m³/min (67,301 CFM), este aire llega directamente al NV 4230 desde superficie, al

llegar al Nv 4230, se encauza por el CX 077, al llegar al By pass 767 W el aire se distribuye por este By pass una parte se va hacia el W y otra parte al E. El aire que se encauza por el By pass 767 W va hacia labores actualmente en trabajo, luego se integra al circuito de salida de aire. El aire que se encauza por el CX 767 E, se va distribuyendo por las diferentes rampas en donde están ubicados los tajeos en trabajo, para luego integrarse al circuito de salida de aire.

- El aire que está circulando en el Nv. 4230 (By pas 767 W, By pass 767 E, By pass 156 E, By pass 179, gal 176 E, es el aire proveniente de la chimenea 081m y parte del aire de la rampa N° 1, el aire que baja por la rampa N° 2, no llega hasta este nivel.

2.2.6. Ventilación en los tajeos y frentes en trabajo

Los tajeos en explotación son ventilados a través del uso de ventiladores

auxiliares provistos de mangas de ventilación de 32” de diámetro. Los ventiladores auxiliares son de una capacidad de 2,000 a 30,000 CFM y en algunos casos se han instalado en serie para alimentar aire a los diferentes tajeos y frentes ciegos.

Los problemas de ventilación que presentan algunos tajeos se debe a que los ventiladores están instalados muy alejados de los tajeos, lo que ocasiona que el aire no llegue con una presión suficiente como para poder evacuar el aire contaminado, en otros casos los ventiladores de 2,000 CFM no son suficientes como para alimentar el aire requerido cuando se trabaja con equipos diésel. Por ejemplo en un frente, donde trabajan un scooptran y un volquete, la cantidad de aire que debe circular en ese tajeo, es el siguiente:

1 scooptran de 2.2 ydas³ = 98 HP

1 Volquete volvo IVECO = 440 HP

Total = 538 HP

Para 538 HP, se necesita: $538 \text{ HP} \times 3.00 \text{ m}^3/\text{min}/\text{HP} = 1,614 \text{ m}^3/\text{min} = 56,997.8 \text{ (cfm)}$, si estamos utilizando ventiladores cuya capacidad varía entre 2,000 cfm y 30,000 cfm, no se va a poder cumplir con la normativa vigente.

Lo mismo sucede en los tajeos de trabajo, donde trabaja un scooptram de 2.2 yd³ con 98 HP de potencia, será necesario un volumen de 294 m³/min (10,382.5 CFM) sin embargo se ha comprobado que en algunos tajeos no se está cumpliendo con estos parámetros establecidos por la normativa vigente como sucede en:

ESTACION	LABOR	ESCENARIO ACTUAL	REQUERIDO	DIFERENCIA	CONDICION
		m ³ /min	m ³ /min	m ³ /min	
E-6	TJ-663	142.3	294	-151.7	DEFICIT
E-23	TJ-940-W	872.9	294	578.9	COBERTURADO
E-24	TJ-156-E	95.2	294	-198.8	DEFICIT
E-25	TJ-156-W	106.8	294	-187.2	DEFICIT
E-27	TJ-882-W	532.9	294	238.9	COBERTURADO
E-31	TJ-140	170.4	294	-123.6	DEFICIT
E-34	TJ-749	90.2	294	-203.8	DEFICIT
E-35	TJ-749	444.3	294	150.3	COBERTURADO
E-39	TJ-767	91.6	294	-202.4	DEFICIT

Fuente: Area de ventilación Kolpa

2.2.7. ventilación en minería subterránea

La ventilación en mina subterránea es el proceso mediante el cual se hace circular por el interior de la misma el aire necesario para asegurar una atmósfera respirable y segura para el desarrollo de los trabajos, la ventilación se realiza estableciendo un circuito para la circulación del aire a través de todas las labores, para ello es indispensable que la mina tenga dos labores de acceso independientes: dos pozos, dos

socavones, un pozo y un socavón, etc., en las labores que sólo tienen un acceso (por ejemplo, una galería en avance) es necesario ventilar con ayuda de una tubería, la tubería se coloca entre la entrada a la labor y el final de la labor.

2.2.8. Aire

Se define como una mezcla homogénea de gases que constituye la atmósfera terrestre, que permanecen alrededor del planeta Tierra por acción de la fuerza de gravedad, el aire es esencial para la vida en el planeta y transparente en distancias cortas y medias.

2.2.9. Evaluación geomecánica de las condiciones de estabilidad en el proyecto CH RC 081- NV. 4230

La CH – RC 081 tiene como labor base el CX 077N en el NV 4230, labor que durante su proceso de ejecución ha presentado un comportamiento geo estructural muy favorable, ya que cuenta con un RMR promedio de 56, con un macizo rocoso de composición andesítica, con un sistema de fracturamiento en corona, estas fracturas son subtransversales a la excavación, no tiene persistencia mayor a tres metros , este comportamiento continuara prolongándose a lo largo de la CH RC 081 lo cual será un factor predominante para que la excavación de la chimenea presente condiciones de estabilidad favorable, al llegar a la superficie la calidad del macizo rocoso se degradara a roca Mala IV por presencia de agua producto de los humedales cercanos al proyecto y meteorización supergena.

Para desarrollar un modelo geomecánico se evalúan las propiedades mecánicas de la roca intacta, de las discontinuidades y del macizo rocoso como tal, las propiedades mecánicas de los macizos rocosos deben incluir el estudio de los parámetros de deformabilidad y de resistencia, a fin de estudiar el comportamiento del macizo rocoso frente al procesos de desestabilización por efecto de la proximidad a otras excavaciones ya existentes o en proceso de desarrollo.

2.9.1. Parámetros de análisis

Se tiene ya rangos pre determinados (Estudio Geomecanico) de propiedades físicas de los tipos de rocas existentes en las operaciones desarrolladas de Cia. Minera Kolpa.

Tabla 2 Propiedades de macizo rocoso en función a su valoración RMR.

	RMR ₈₉ 71-80	RMR ₈₉ 61-70	RMR ₈₉ 51-60	RMR ₈₉ 41 - 50	RMR ₈₉ 31 - 40	RMR ₈₉ 21 - 30
UCS(Mpa)	150	100	80	60	40	20
GSI	75	60	50	40	30	20
C(Mpa)	4.824	2.647	1.995	1.478	1.017	0.584
∅(°)	56.12	48.43	42.90	36.55	29.25	20.51
ρ (MN/m3)	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
E (Mpa)	31627.24	13337.10	6708.20	3266.91	1500.00	596.45
v	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
a	0.510	0.503	0.506	0.511	0.522	0.544
s	0.0357	0.0048	0.0013	0.0003	0.0001	0.000023
mb	7.602	3.721	2.312	1.436	0.892	0.554
σ _t (Mpa)	0.704	0.130	0.044	0.014	0.004	0.001
σ _{MR} (Mpa)	58.617	25.960	16.009	9.180	4.551	1.588
UCSr (Mpa)	28.245	6.844	2.747	1.003	0.305	0.061

Fuente: Area de Geomecanica Kolpa

Para nuestro análisis de estabilidad en la CH. RC 081 consideraremos los parámetros físicos de la roca comprendidos entre valoración de 50 a 60 de RMR en el inicio, 41- 50 en tramo intermedio y 31 – 40 en los tramos finales, así mismo se toman en consideración el comportamiento estructural, humedad y la perturbación por voladura.

2.9.2. Análisis estructural

Para establecer las características de la distribución de discontinuidades tanto mayores como menores, el procesamiento de los datos de campo, se realizó mediante

técnicas de proyección estereográfica, utilizando la versión avanzada del programa de computo DIPS (versión 5.0) elaborado por M.S. Diederichs y E. Hoek del Grupo de Ingeniería de Rocas del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Toronto (Canadá).

El análisis estructural se ha realizado en forma estratégica y pertenece a la labor que han permitido la accesibilidad a los Niveles: 4230, CX 077N según el proyecto.

De acuerdo a las evaluaciones y los resultados de las características de distribución de los sistemas de discontinuidades estructurales en ambos casos fueron los siguientes:

2.9.3. Evaluación de patrones estructurales

La ocurrencia de patrones estructurales preferentes in-situ ha sido evaluada en el CX077N, NV 4230, para analizar el comportamiento estructural que se podrían generar y su implicancia en la construcción de la chimenea CH RC 081 y de CX 077N.

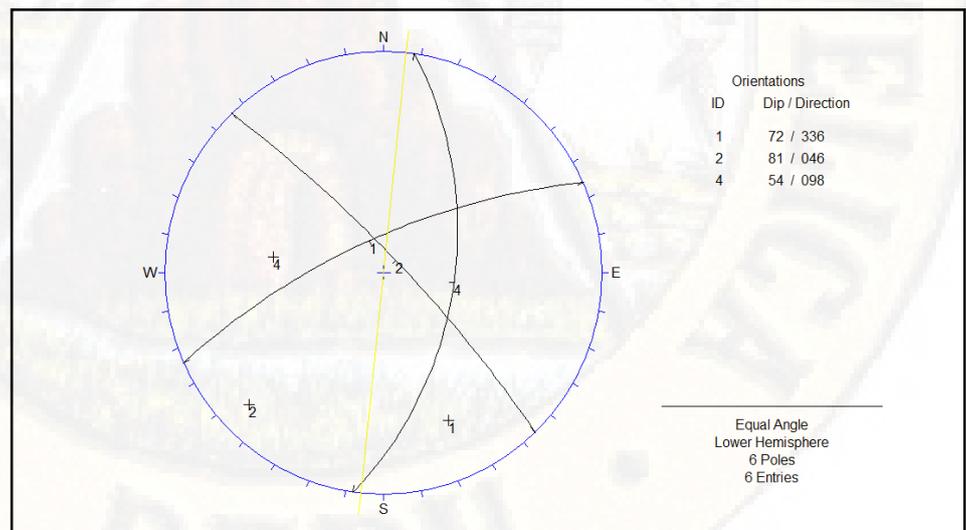


Figura 1 Análisis cinemático de estructuras principales en el CX 077N

En la figura 01, según la dirección de excavación de la CH RC 081 – CX 077N se observan un sistema de discontinuidad subparalela (F4) al eje de CH RC 081 y al CX 077N que cortan en forma desfavorable a la excavación y otras dos (F1 y F2) con buzamientos contrarios que cortan en forma favorable a la excavación.

Tabla 3 Resumen de influencia de los principales dominios estructurales con el efecto de la orientación de las discontinuidades mapeadas y proyectadas a la construcción de CH RC 081.

<i>Sistema de discontinuidades</i>	<i>Angulo de Buzamiento (DIP)°</i>	<i>Buzamiento (DIP DIRECTION)°</i>
<i>Sistema 1</i>	72	336
<i>Sistema 2</i>	81	46
<i>Sistema 3</i>	54	98

2.9.4. Evaluación de cuñas estructurales

Se analiza el debilitamiento estructuralmente controlado mediante el programa Unwedge (Versión 3.0) también de la Universidad de Toronto, Canadá. Con esta evaluación se adquiere una idea del debilitamiento estructuralmente controlado y la verificación de la estabilidad de cuñas aisladas en la excavación de la CH RC 081 y CX 077N.

2.9.5. Análisis estructural en el Nv. 4230

Las figuras siguientes pertenecen al patrón estructural del Nivel 4230, donde existen labores cercanas al eje del proyecto.

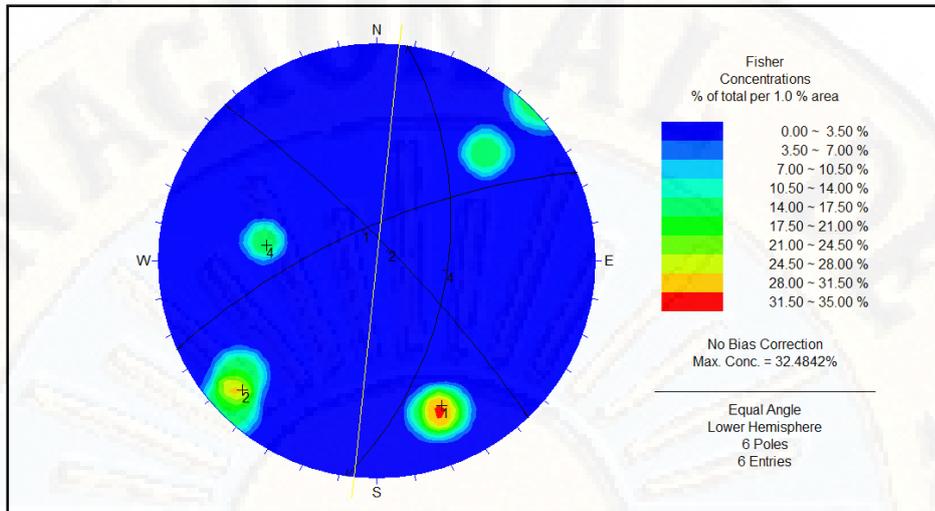


Figura 2 Ploteo de Contornos

En la fig. 02, observamos la mayor concentración de polos en dirección SE, con buzamientos sub verticales al SE, luego observamos un segunda familia con dirección SE con buzamiento al NE, por ultimo una tercera familia con SW con buzamiento al SE respectivamente.

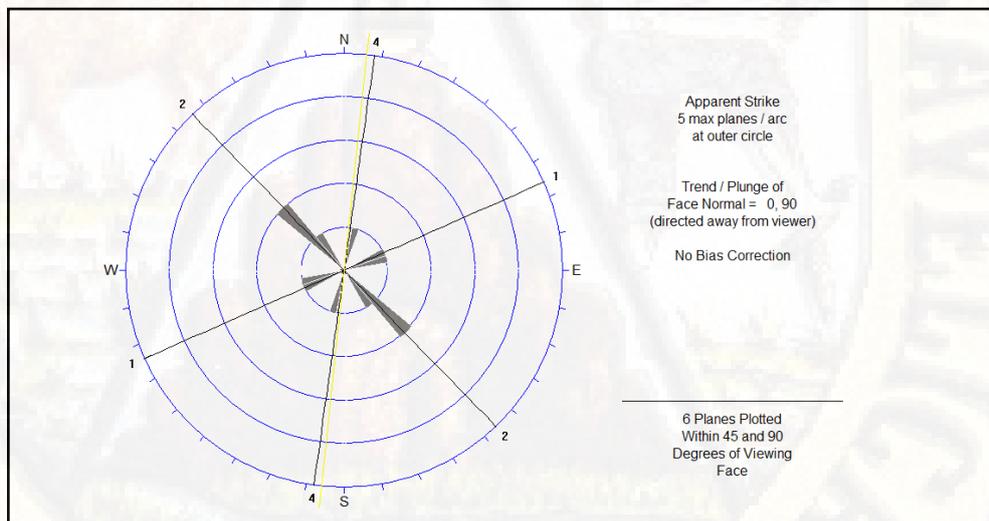


Figura 3 Diagrama de Rosas

En la fig. 03, se puede observar sistemas de fracturamiento predominante en dirección NW-SE, y otras en dirección NE-SW.

2.9.6. Análisis de Cuñas

De acuerdo al análisis estructural realizado en base al DIPS, se realiza el análisis de posibles cuñas que puedan comprometer la estabilidad en la excavación de la CH RC 081 y CX 077N.

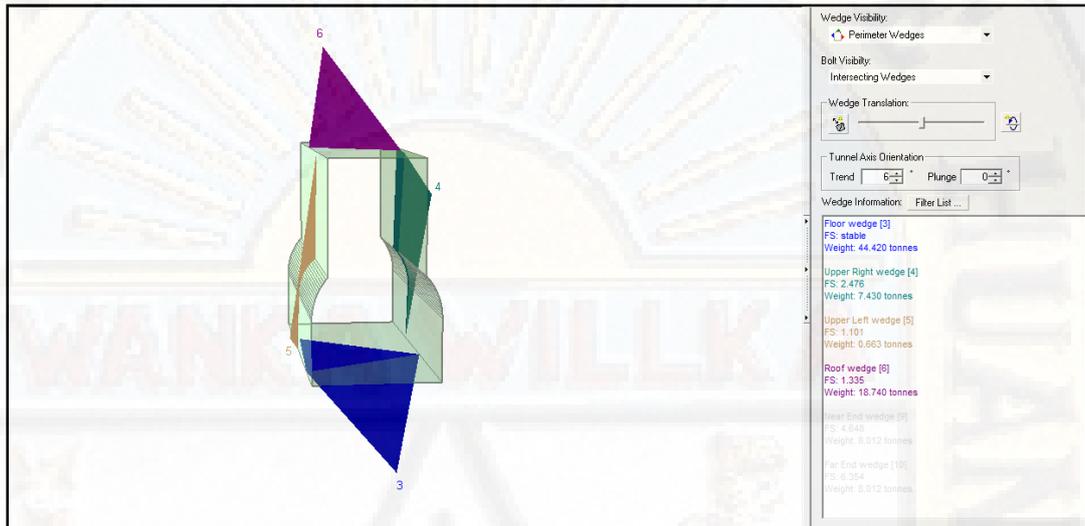


Figura 4 CH RC 08, se puede observar la formación de cuñas con factores de seguridad mayor a 1.4, esta se presenta en la cuña 6 en el tope de la chimenea, en la intersección de la chimenea con el crucero presenta cuñas con factor de seguridad superior a 1.4 que son reforzados con pernos Split set.

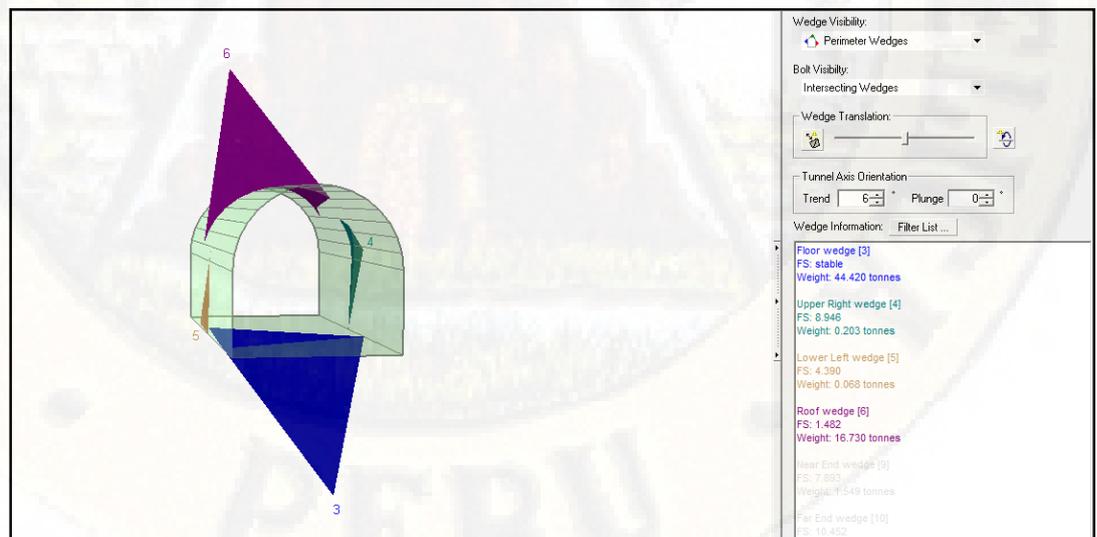


Figura 5 CX 077N simulación de influencia de sistemas de discontinuidades que intersectados generan la formación de cuñas en corona y hastiales del CX 077N, los factores de seguridad mayores a 1.3, siendo la cuña 06 la de mayor volumen con un factor de seguridad 1.4 y un peso promedio de 16 tn para lo cual se recomienda desate minucioso y reforzar corona con pernos helicoidales de 8 pies.

La rugosidad es un parámetro que se ha evaluado para la estabilidad de bloques de cuñas estructurales.

5.30%	71.60%	23.10%	100.00%
Liso	L. Rugoso	Rugoso	TOTAL

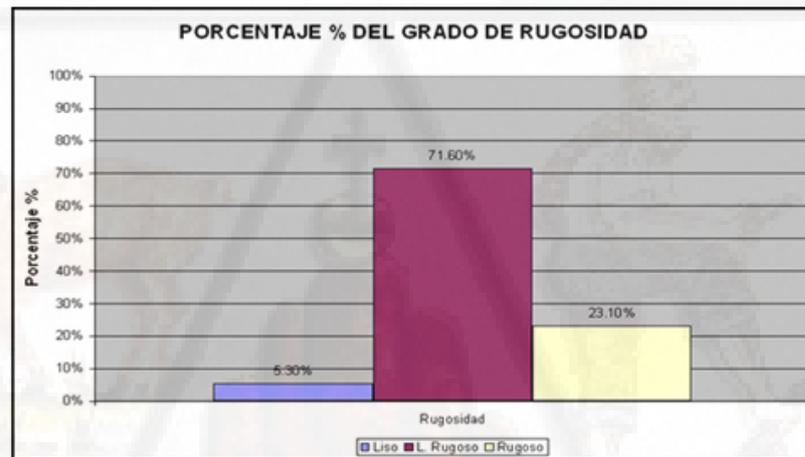


Figura 6 Muestran los resultados de la evaluación estadística del parámetro de la Rugosidad. El mayor porcentaje correspondiente al rango “Levemente rugoso” y posteriormente “rugoso”, es un factor positivo en la estabilidad de las cuñas y/o bloques de roca.

2.9.7. Modelamiento numerico conceptual

El Modelo de elementos finitos permite obtener una solución numérica aproximada considerando un medio continuo, discretizado en elementos que componen la malla sobre la que está definido el modelo constitutivo propio del macizo rocoso.

Típicamente el análisis se programa computacionalmente para calcular el campo de tensiones y posteriormente desplazamientos, a través de relaciones cinemáticas y constitutivas cuando se trata de un problema de mecánica de sólidos deformables o más generalmente un problema de mecánica de medios continuos.

El software empleado es el Phase2 versión 7.0 de la familia Rocscience. Se realizan secciones longitudinales para este análisis de estabilidad.

Para el análisis por elementos finitos se han efectuado cortes en el tramo del accidente, vistas longitudinales y transversales.

Para el análisis por elementos finitos se ha efectuado un corte en sección transversal a la CHRC =81 y CX077N.

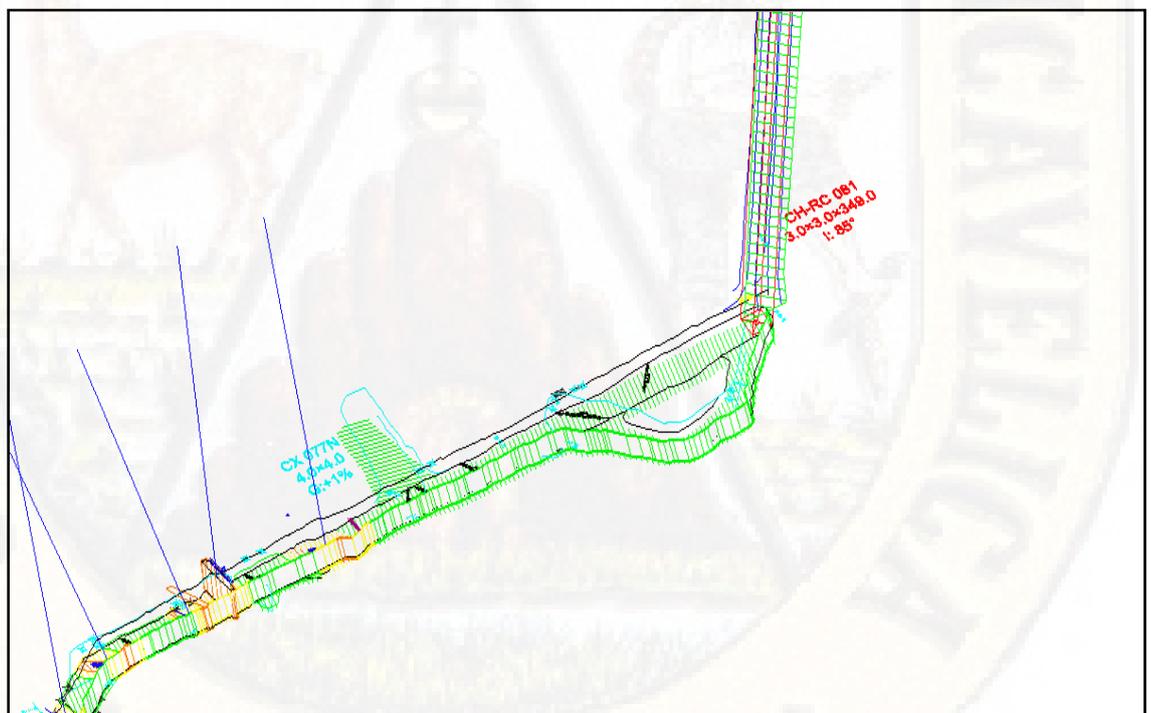


Figura 7 Zonamiento geomecánico-estructural de la CX 077N y la CHRC 077N

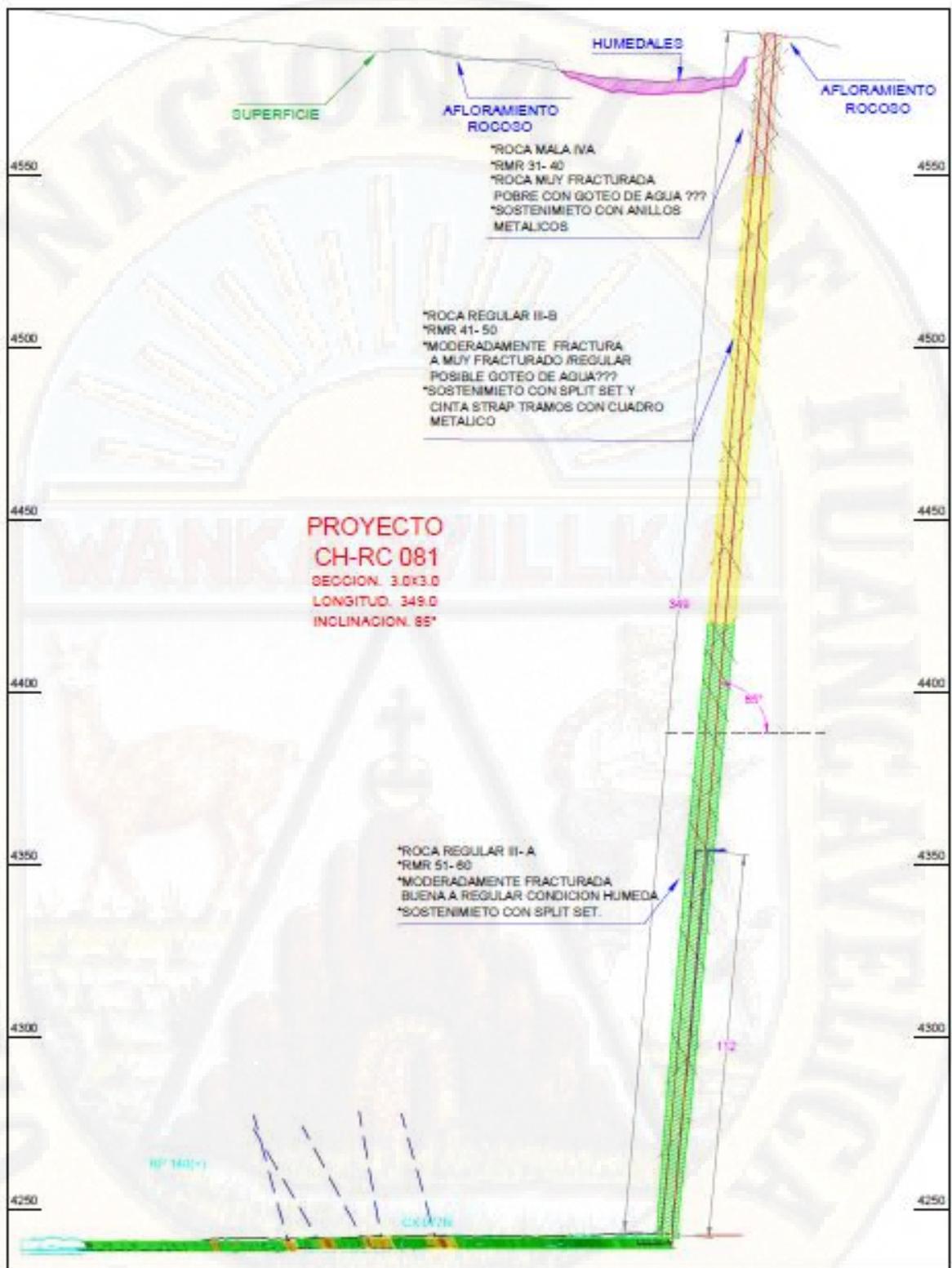


Figura 8 Zoneamiento geomecánico-estructural de la CH RC 077N

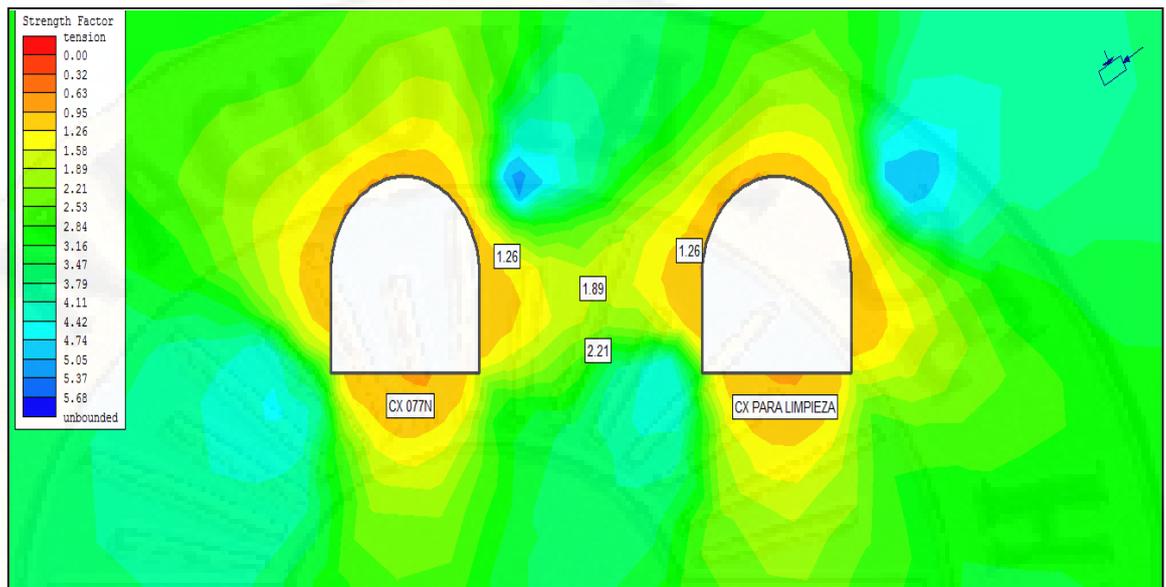


Figura 9 Muestra el pilar intermedio entre el CX 077N y el CX y/o VT de limpieza, el pilar presenta un factor de seguridad por encima de 1.4 considerado estable.

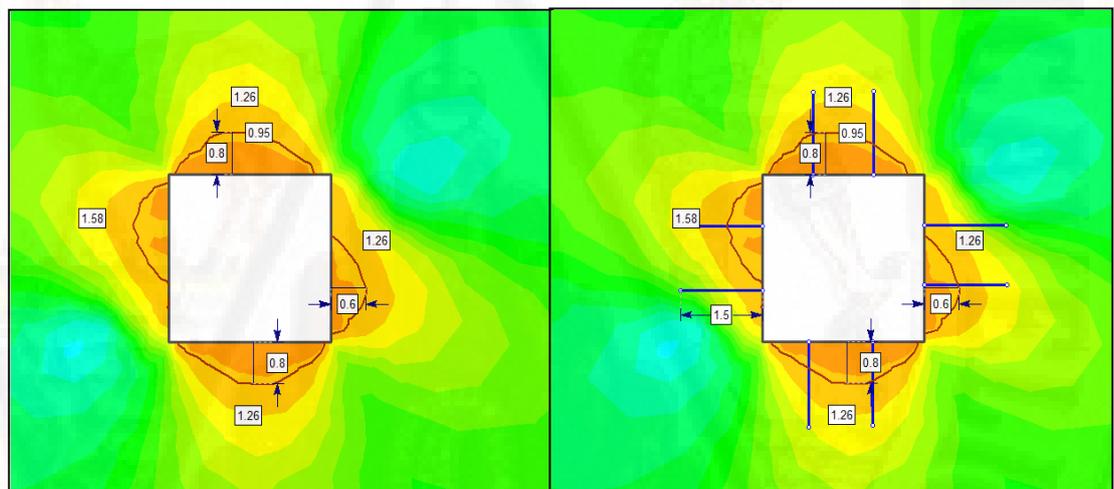


Figura 10 Análisis realizado en roca de calidad Regular IIIA, RMR 51 – 60, En 10a se observa que la zona máxima plastificada llega 0.8m., 10b muestra la sección de la chimenea con refuerzo de pernos Split set con un factor de seguridad 1.26 el cual se encuentra por encima del punto de equilibrio 1.

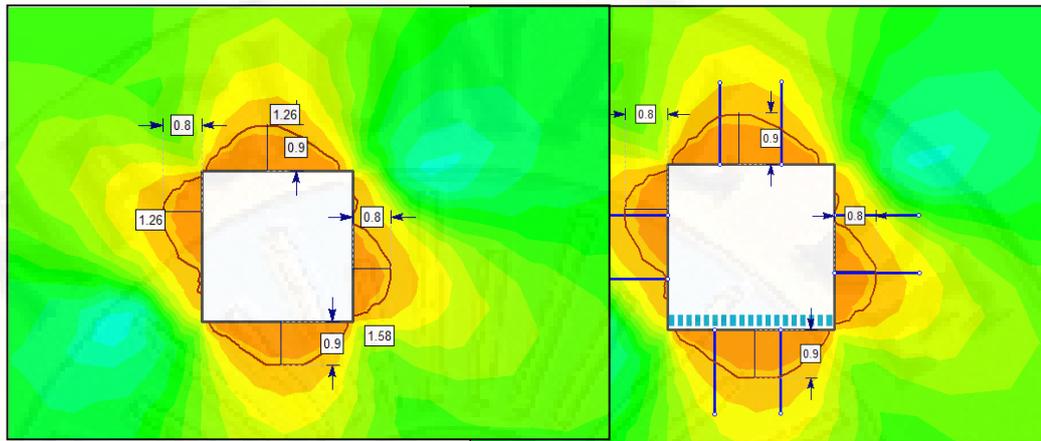


Figura 11 Muestra los resultados del análisis en roca tipo Regular IIIB, RMR 41 – 50, a se observa que la zona plástica máxima aumenta a 0.9m en las paredes de la columna de la chimenea, b muestra el refuerzo aplicado con pernos Split set combinado con cintras Straps, con factor de seguridad 1.26 considerado estable.

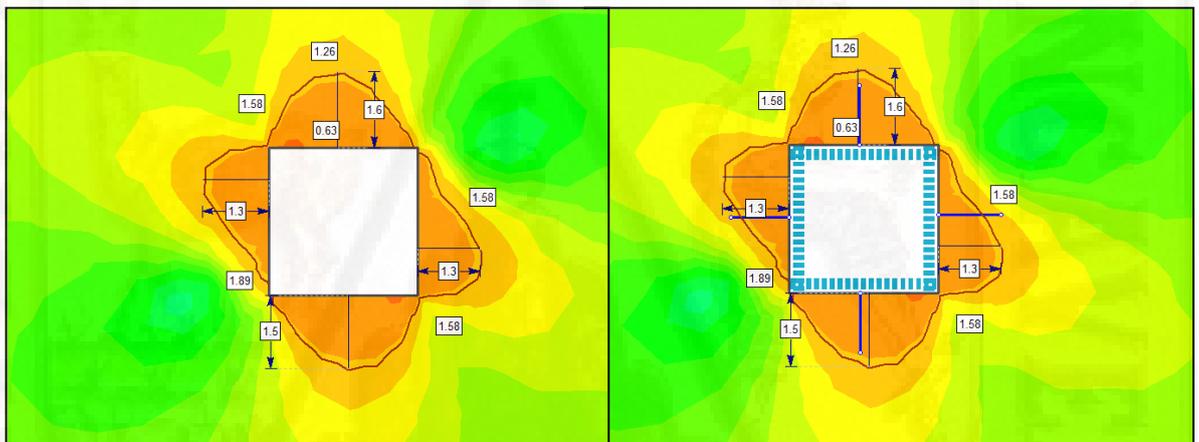


Figura 12 Análisis realizado en tipo de roca Mala IVA, 12a muestra un radio plástico superior a 1.6m con un factor de seguridad 0.6 que nos indica zona inestable, 12b para el refuerzo y soporte para esta zona inestable se colocaran arcos metálicos, forradas con planchas metálicas.

2.2.10. Caracterización Geomecánica de Macizos Rocosos

La caracterización geomecánica del macizo rocoso constituye la fase inicial en todo estudio geológico - geomecánico e implica la descripción de las características particulares que intervienen en el comportamiento geomecánico frente a procesos de minado (parámetros de la roca intacta, parámetros de las discontinuidades, estructurales, la hidrogeología).

La caracterización de macizos rocosos se basa en las observaciones y descripciones tomadas en afloramientos y sondajes diamantinos.

➤ **Clasificaciones Geomecánicas:**

Las clasificaciones geomecánicas determinan la sistemática del diseño empírico en ingeniería de rocas y relacionan la experiencia práctica obtenida en distintos proyectos con las condiciones particulares de cada lugar.

El propósito de las clasificaciones geomecánicas es proporcionar un índice numérico que nos indica la calidad del macizo rocoso.

➤ **Caracterización y geomecánica del macizo rocoso:**

Tienen por objeto evaluar sus características para determinar de forma cuantitativa su calidad

➤ **Índice de Designación de la Calidad de Roca (RQD)**

El índice RQD (Rock Quality Designation) se define como el porcentaje de recuperación de testigos de más de 10 cm de longitud en su eje, sin tener en cuenta las roturas frescas del proceso de perforación respecto de la longitud total del sondeo, para determinar el RQD en el campo existen procedimientos de cálculo, a partir del mapeo de celdas geotécnicas:

Se hace el cálculo del RQD en función del número de fisuras por metro cúbico (J_v) determinadas al realizar el levantamiento

litológico - estructural en el área o zona predeterminada. Esto se usa para voladura y queda establecida de acuerdo a la relación entre RQD y Jv. (Ramírez Oyanguren & Alejono Monge, 2007)

➤ **Sistema de clasificación RMR (Bieniawski)**

El uso del índice RMR permite calificar la calidad geotécnica de los macizos rocosos en una escala que varía desde 0 a 100, y considera 5 clases:

- Macizos de calidad MUY MALA (Clase V, $0 \leq \text{RMR} \leq 20$).
- Macizos de calidad MALA (Clase IV, $20 < \text{RMR} \leq 40$).
- Macizos de calidad REGULAR (Clase III, $40 < \text{RMR} \leq 60$).
- Macizos de calidad BUENA (Clase II, $60 < \text{RMR} \leq 80$).
- Macizos de calidad MUY BUENA (Clase I, $80 < \text{RMR} \leq 100$).

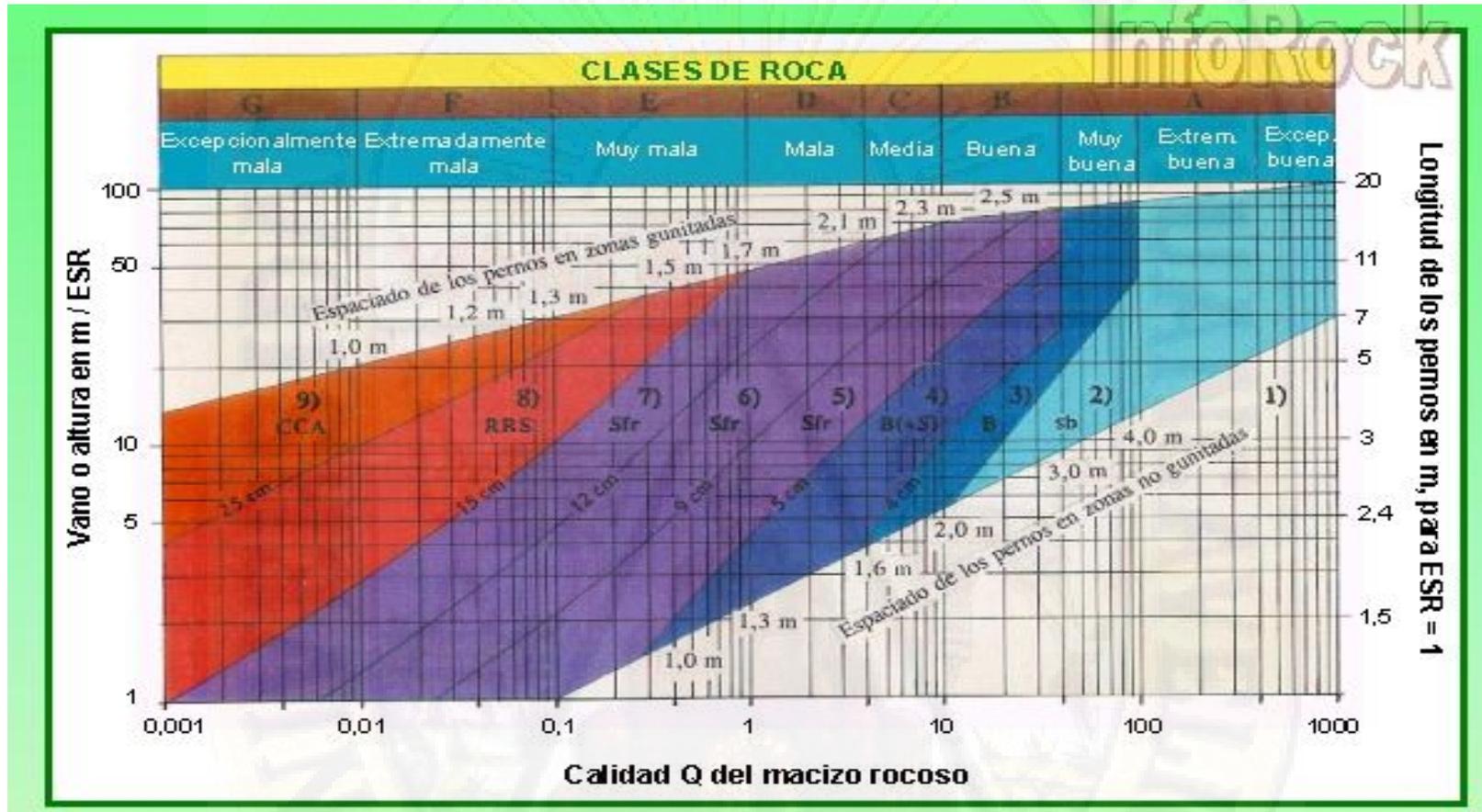
Tabla 4 RMR Macizo rocoso

RMR (Rock Mass Rating) Bienawski

Clase Macizo Rocoso	Descripción	RMR
I	Macizo rocoso de excelente calidad	81-100
II	Macizo rocoso de buena calidad	61-80
III	Macizo rocoso de calidad regular	41-60
IV	Macizo rocoso de mala calidad	21-40
V	Macizo rocoso de muy mala calidad	0-21

Fuente: Clasificación de Macizos Rocosos según Bieniawski

Tabla 5 Calidad de Q del macizo rocoso



Fuente: Nuevo ábaco de la clasificación de Barton (1993)

Tabla 6 Cartilla geomecánica GS

 CARTILLA GEOMECANICA GSI SOSTENIMIENTO DE LABORES PERMANENTES ABERTURAS DE 3.5 a 4.0 m., 4x4 A1 Pernos Helicoidales en forma esporádico. Autoaporte = 2 años. B1 Pernos Helicoidales en forma esporádico. En zonas de riesgo de caída de roca. Autoaporte = 8 meses aprox. C1 Shotcrete 2° Diseño 210, con fibra mas Pernos Helicoidales 7°, sistematico, espaciado a 1.8 m Autoaporte = 2 meses aprox. D1 Shotcrete 3° Diseño 210 con fibra o malla electrosol. mas Pernos Helicoidales Sistem. esp. 1.5 m Autoaporte = 1 semana aprox. E1 Shotcrete 4° Diseño 280 mas Malla Electrosoldada mas Pernos helicoidales, esp. 1.5 m Autoaporte = 1 semana aprox. F1 Cimbras Viga H-8 sep. 1.5a1.2m con muro de concreto Previamente aplicar Shotcrete 2° Diseño 210, sin fibra Autoaporte = 8 horas aprox.					
SOSTENIMIENTO DE LABORES TEMPORALES ABERTURAS DE 3.5 a 4.0 m., 4x4 A2 No requiere sostenimiento. Autoaporte = 2 años. B2 Split Set 7' en zonas de riesgo de caída de roca Autoaporte = 8 meses aprox. C2 Shotcrete 2° Diseño 210 con fibra. Autoaporte = 2 meses aprox. D2 Shot 3° Diseño 210 con fibra o Malla Electros. mas Pernos Hydrabolt de 7°, sistemat. esp. a 1.2m Autoaporte = 1 semana aprox. E2 Shotcrete 4° Diseño 280 mas Malla Electrosoldada mas Pernos Hydrabolt de 7°, sistemat. espaciada a 1.2m Autoaporte = 1 dia aprox. F1 Cimbras H-8 sep. 1.5 m.a 1.2 m. sin muro de concreto Previamente aplicar shotcrete 2° sin fibra Diseño 210. Autoaporte = 8 Horas aprox.		CONDICION SUPERFICIAL			
ESTRUCTURA		BUENA (MUY RESISTENTE, FRESCA) PLANOS DE FRACTURA MUY RUGOSAS E INALTERADAS Y CERRADAS (RCU 100 A 250 MPa) (SE ROMPE CON VARIOS GOLPES DE PICOTA)		REGULAR (RESISTENTE, LEVEMENTE ALTERADA) PLANOS DE FRACTURA RUGOSAS, LEVEMENTE ALTERADA, MANCHAS DE OXIDACION, LIGERAMENTE ABIERTA (menor de 0.1mm) (SE ROMPE CON UNO O DOS GOLPES DE PICOTA) RCU 50 A 100 MPa	
		POBRE (MODERADAMENTE RESISTENTE, LEVE A MODERADAMENTE ALTERADA) PLANOS DE FRACTURA LISAS, MODERADAMENTE ALTERADA, MODERADAMENTE ABIERTA (0.1-1.0mm) (RCU 25 A 50 MPa) (SE INDENTA SUPERFICIALMENTE CON GOLPE DE PICOTA)		MUY POBRE (BLANDA, MUY ALTERADA) ROCA MUY ALTRERADA, BLANDA, DESLEÑABLE, ZONA DE FALLA RCU 5 A 25 MPa (SE INDENTA MAS DE 5 mm.)	
 <p>FRACTURADA. MUY BIEN TRABADA, NO DISTURBADA, BLOQUES CUBICOS FORMADOS POR TRES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES ORTOGONALES. (RQD 50 - 75) (6 A 12 FRACT. POR METRO)</p>	<p>A1</p> <p>FB</p> <p>A2</p>	<p>B1</p> <p>FR</p> <p>B2</p>	<p>C1</p> <p>FP</p> <p>C2</p>	<p>D1</p> <p>F/MP</p> <p>D2</p>	
 <p>MUY FRACTURADA. MODERADAMENTE TRABADA, PARCIALMENTE DISTURBADA, BLOQUES ANGULOSOS FORMADOS POR CUATRO O MAS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES. (RQD 25 - 50) (12 A 20 FRACT. POR METRO)</p>	<p>B1</p> <p>MF/B</p> <p>B2</p>	<p>C1</p> <p>MF/R</p> <p>C2</p>	<p>D1</p> <p>MF/P</p> <p>D2</p>	<p>E1</p> <p>MF/MP</p> <p>E2</p>	
 <p>INTENSAMENTE FRACTURADA. PLEGAMIENTO Y FALLAMIENTO, CON MUCHAS DISCONTINUIDADES INTERCEPTADAS FORMANDO BLOQUES ANGULOSOS O IRREGULARES. (RQD 0 - 25) (MAS DE 20 FRACT. POR METRO)</p>		<p>D1</p> <p>IF/R</p> <p>D2</p>	<p>E1</p> <p>IF/P</p> <p>E2</p>	<p>F1</p> <p>IF/MP</p> <p>F2</p>	

Fuente: Clasificación GSI (Hoek y Brown, 1980)

2.2.11. Jaula trepadora raise climber

La jaula trepadora (Raise climber) es una plataforma de trabajo diseñada para seguir chimeneas verticales o inclinadas en las operaciones subterráneas.

Este equipo cuenta con cinco frenos y todos deben estar operativos por seguridad del personal y del equipo.

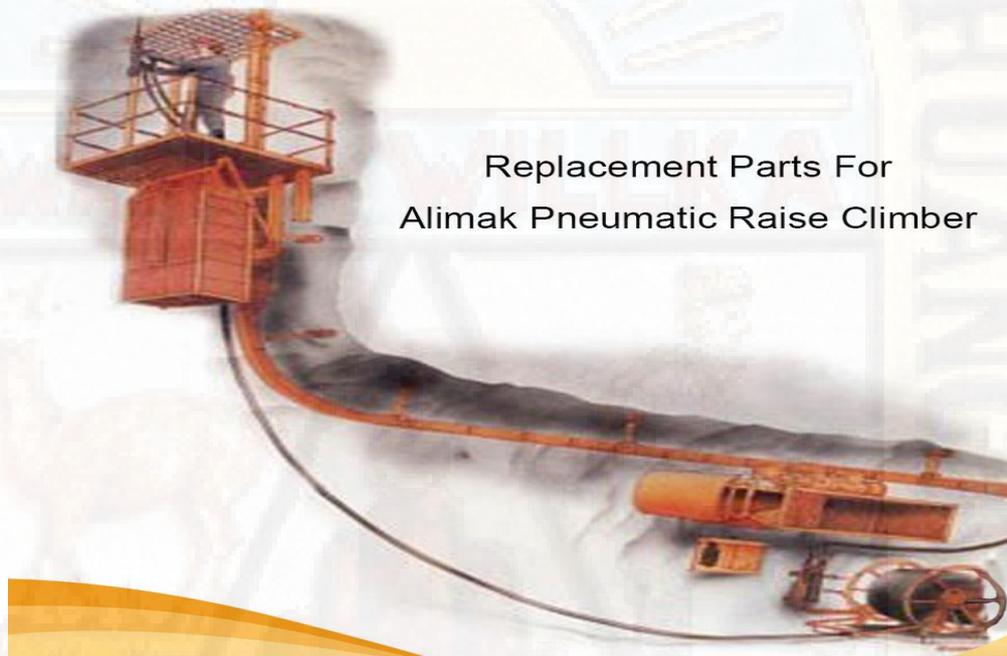


Figura 13 Jaula trepadora raise climber

Fuente: Catálogo de Alimak

2.2.12. Partes de la Máquina Alimak:

- **Unidad Propulsora:** Son piñones engranados a la cremallera de linterna del carril guía la propulsión de accionamiento eléctrico, un elemento importante es el freno centrífugo que limita la velocidad de la plataforma trepadora en descenso por gravedad.

- **Armazón:** Conformado por conjuntos de rodillos y dispositivos de seguridad que automáticamente frena a la trepadora si la velocidad de descenso excede al límite predeterminado de seguridad.
- **Plataforma de Trabajo:** Permite a los trabajadores realizar el armado del carril, perforar, cargar, emparejar.
- **Tambor de enrollamiento:** Es automática de manguera o cable que funciona cuando la trepadora asciende o desciende.
- **Válvula múltiple:** Comprende al agua y aire que suministra estos servicios para las perforadoras.

2.2.13. Accesorios del equipo Alimak

- **Jaula:** Es un componente importante del sistema Alimak la cual sirve como medio de transporte del personal, durante el ascenso y descenso del Equipo Alimak, con capacidad para 3 personas.



Figura 14 Jaula personal (cap. 3 personas).

Fuente: Catálogo de Alimak

- **Guarda cabeza:** es un componente importante del sistema de seguridad ya que evita las caídas de roca que pueda dañar al personal.



Figura 15 Guarda cabeza del sistema Alimak.

Fuente: Catálogo de Alimak

- **Ángulo de soporte:** Es un elemento sustancial que se utiliza para servir para anclar los carriles a la roca mediante los pernos de expansión.

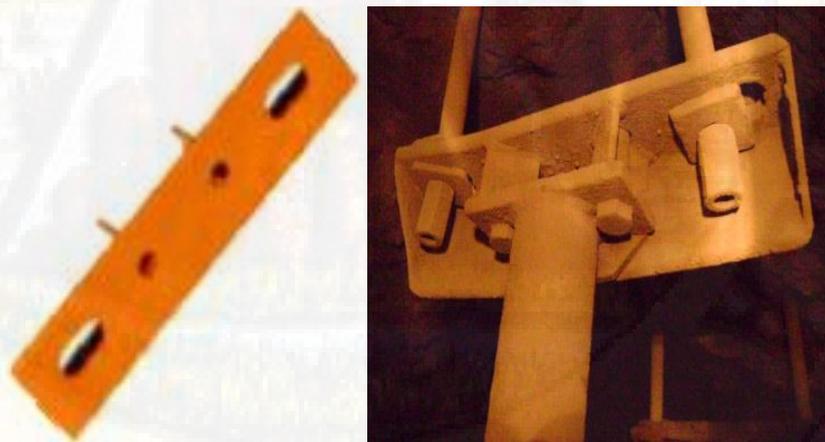


Figura 16 Ángulo de soporte.

Fuente: Catálogo de Alimak

- **Espaciador:** Es un elemento complementario a los ángulos de soporte ya que sirve como regulador de distancia entre carril guía y roca; estos espaciadores tienen dimensiones variables: (10, 20, 30, 40 y 50) cm.



Figura 17 Espaciador.

Fuente: Catálogo de Alimak

- **Cabezal de perforación o lubricación:** Accesorio importante para la perforación, que se monta en el último carril, que sirve como medio de suministro de los servicios básicos para la perforación; con capacidad para dos Máquinas perforadoras.



Figura 18 Conexiones de aire comprimido y agua.

Fuente: Catálogo de Alimak

- **Bomba de agua:** Velocidad: 400 – 700 rpm, Succión: 76 – 133 Lit / min, Presión: 50 – 20 Kg. / cm², potencia: 15 Hp.



Figura 19 Bomba centrífuga eléctrica.

Fuente: Catálogo de Alimak

- **Central múltiple:** Este accesorio sirve como control de los servicios básicos como agua y aire.



Figura 20 Central múltiple de servicios.

Fuente: Catálogo de Alimak

- **Tablero eléctrico:** Accesorio principal que permite el control eléctrico del sistema Alimak.



Figura 21 Tablero de comandos eléctrico.

Fuente: Catálogo de Alimak

- **Tambora:** Accesorio que contiene el cable de energía eléctrica y funciona mediante la ayuda de un motor neumático para su enrollamiento y desenrollamiento, durante el descenso y ascenso respectivamente (AB, 2003).



Figura 22 Tambora para cables eléctricos.

Fuente: Catálogo de Alimak

- **Carriles:** Sirve como elemento guía para el ascenso y descenso de la jaula trepadora



Figura 23 Carriles.

Fuente: Catálogo de Alimak

- **Carril guía:** Estos carriles son de 2 metros y son los más utilizados en un proyecto.



Figura 24 Carril guía.

Fuente: Catálogo de Alimak

- **Carril de seguridad:** Estos carriles se utilizan como medida de seguridad, pues se anclan con dos pernos más en comparación de los carriles guía, se anclan cada 25 metros de avance.



Figura 25 Carriles de seguridad.

Fuente: Catálogo de Alimak

2.3. Bases Conceptuales

2.3.1. Chimenea

Excavación o galería vertical o sub vertical de secciones variables, Según el artículo 335° no se deberá construir chimeneas que desemboquen en medio de la sección de un túnel o galería, por lo que su descarga tendrá que ser por un costado de dicha excavación. Según el artículo 339° las chimeneas construidas manualmente no podrán superar los 50 metros de longitud.

2.3.2. Ciclo de trabajo

El ciclo de trabajo del sistema de Alimak se fundamenta en cinco pasos principales:

2.3.2.1. Ventilación de la chimenea.

Ventilación auxiliar de la labor con aire comprimido 01 compartimiento del carril, los gases y el polvos producidos por

la voladura son despejados rociando una mezcla de agua y de aire a través de las pipas en el carril guía, mediante el cabezal de disparo; el tiempo de ventilación debe ser como mínimo 20 minutos, a alturas mayores cuando la presión de agua es baja se debe de usar la bomba de alta presión.

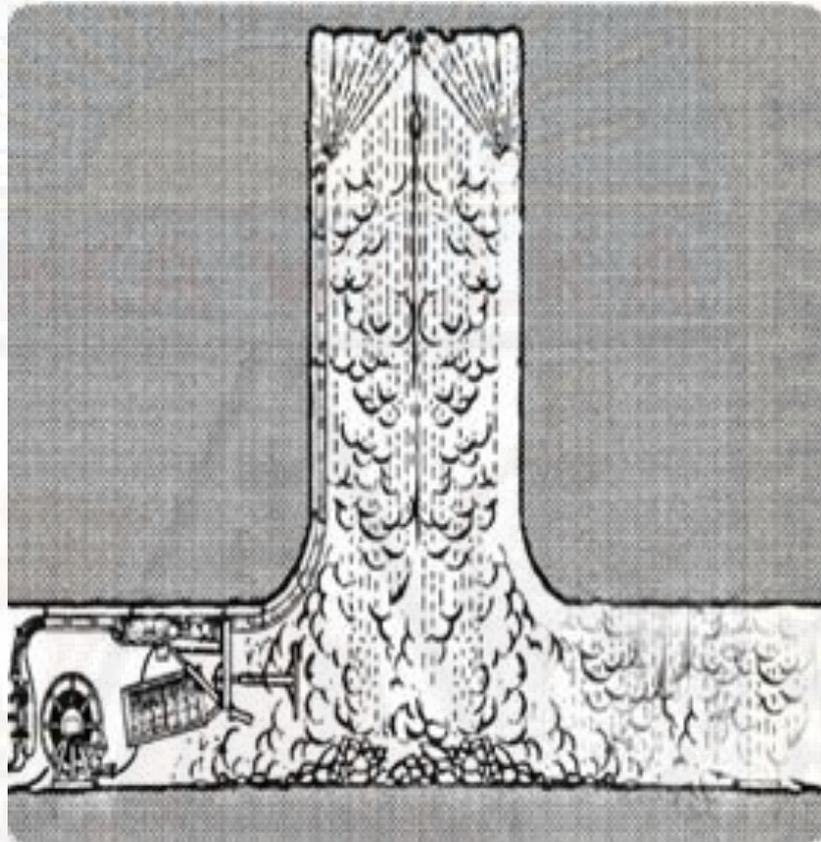


Figura 26 Ventilación de la labor

Fuente: Libro de diseño de explotaciones e infraestructura subterránea

2.3.2.2. Desatado de roca suelta.

Para esto se utiliza un juego de barretillas para el desatado que son: de 4, 6 y 8 pies de longitud. (Madrid, 2007)

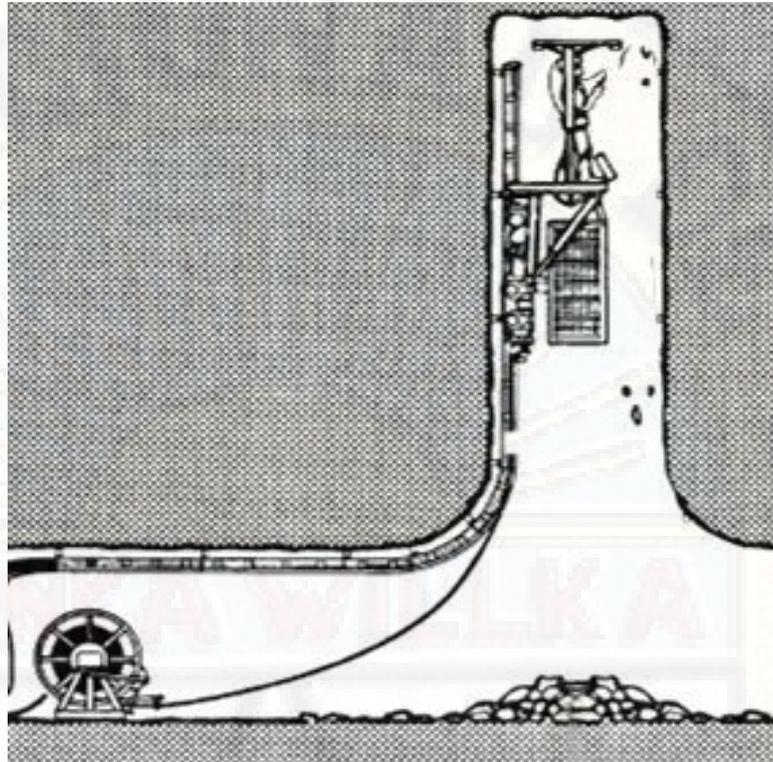


Figura 27 Procedimiento de desatado.

Fuente: Libro de diseño de explotaciones e infraestructura subterránea

2.3.2.3. Perforación.

En minería subterránea, la perforación se utiliza en los avances de los frentes de perforación, así como en la construcción de chimeneas y piques. Esta operación se realiza en un área húmeda para mantener la calidad del aire, minimizando el riesgo de enfermedades profesionales. La adición de agua, permite además el barrido del mineral molido, la refrigeración de las barras y el sellado de las paredes del tiro en terrenos fracturados, evitando el atascamiento de las barras.

2.3.2.4. Anclaje de carriles.

- Empernado de los carriles, control de la Inclinación y dirección de la Chimenea, perforación de Taladros de 32 mm. Anclaje con pernos de expansión de 4 pies.
- Ángulos y Espaciadores apropiados.



Figura 28 Empernado de los carriles.

Fuente: Elaboración Propia

2.3.2.5. Sostenimiento.

El sostenimiento en minería subterránea es muy importante, ya que por la naturaleza del trabajo toda labor que se hace en interior mina se realiza en espacios vacíos, inestabilizados producto de la rotura de la roca o mineral extraído, para lograr que se mantenga nuevamente estable la zona y en condiciones favorables la zona debe de redistribuir sus fuerzas para ello es necesario apoyar inmediatamente con el esfuerzo o el sostenimiento adecuado.



Figura 29 Shotcreteado de la zona.

Fuente: Elaboración Propia

2.3.2.6. Carguío.

Consiste en la carga del mineral extraído del yacimiento para conducirlo a los posibles destinos, ya sea chancado o botaderos de esteril

Fig
ura
30
Ata
cad
o
del
exp
losi



VO.

Fuente: Elaboración Propia

2.3.2.7. Voladura.

Es la acción de fracturar la roca con el uso de una llave termo magnético /explosor, cable eléctrico blindado línea cortocircuitados.



Figura 31 Voladura

Fuente: Elaboración Propia

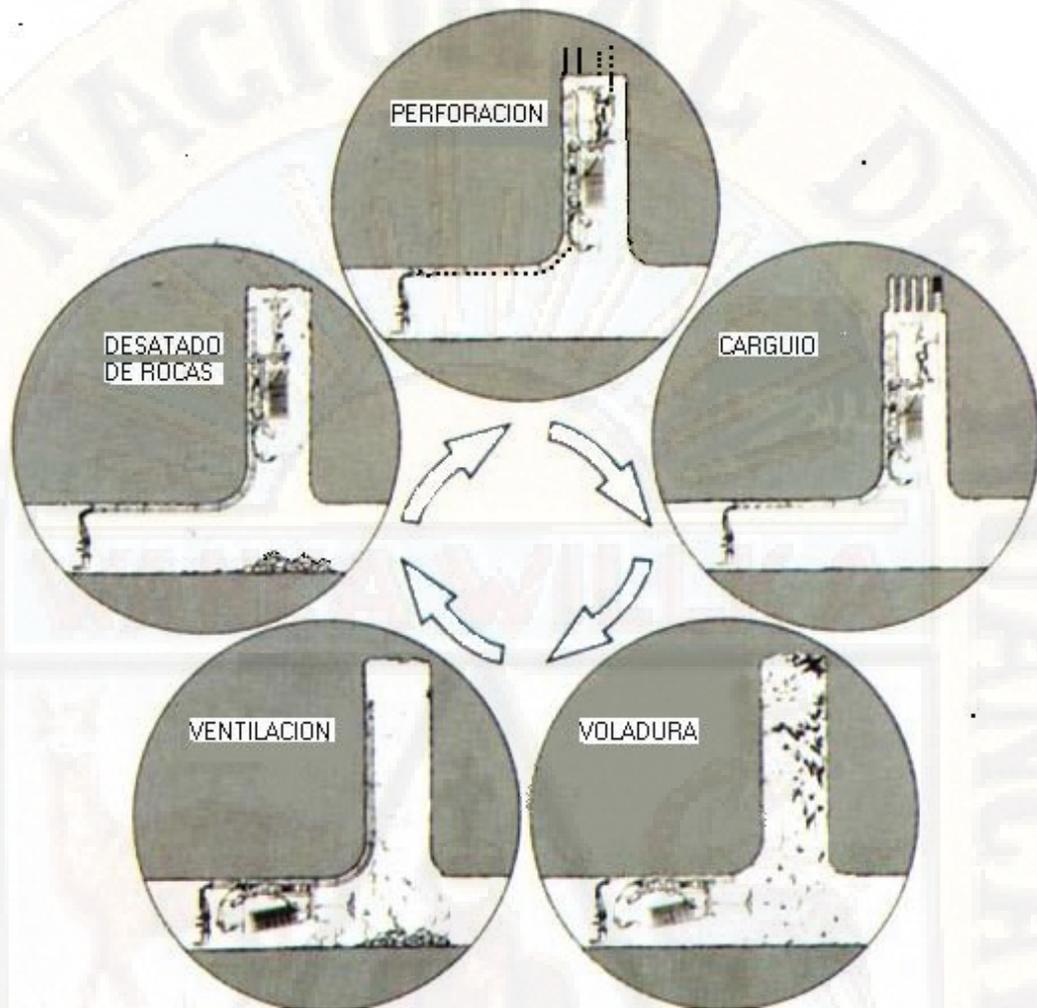


Figura 32 Ciclo de trabajo con equipo Alimak

Fuente: catálogo de Alimak

2.3.3. Sistema de Seguridad

Según Pérez, L. (2007), Un sistema para la Gestión de la Prevención es un conjunto de parámetros que están ordenadamente dispuestos entre sí para evitar los accidentes laborales. Sin embargo, a diferencia de los otros sistemas empresariales, su necesidad no es evidente para algunos empresarios pues éstos piensan que los accidentes son "inevitables". El diseñar e implantar un

sistema debe ser política de la empresa y debe estar determinada en la Misión y Visión de la Empresa.

2.3.4. Geología de la Mina Kolpa S.A.

➤ Geología Local

En el Sector de Bienaventurada son predominantes las andesitas de color gris-marrón amarillentas con alteración argílica supérgena débil a moderada.

Se puede distinguir dos posibles unidades litológicas, una al noroeste de la veta Bienaventurada, donde los volcánicos andesíticos se presentan con bandeamientos de flujo, de rumbo promedio N 65° W y buzamiento 66°- 70° NE y hacia el área de la Veta Sur con rumbo N 50°-60° E y 50°NW de buzamiento.

➤ Geología Estructural.

Las secuencias volcánicas que se presentan en la Unidad de Producción Huachocolpa, corresponden a una parte de una estructura dómica dentro de la formación Domos de Lava. Estas capas en el área de la mina se encuentran suavemente plegadas con rumbo N 30° - 40° W y 10° SW - 15° NE de buzamiento, cortadas por fallas transversales en su mayoría mineralizados.

Como consecuencia de los esfuerzos de compresión a nivel regional se han originado una serie de fracturas de cizalla y tensión de rumbo N 60° E a N 60° W que es característica tectónica general del distrito y sirvieron para el emplazamiento de los fluidos mineralizantes. Las estructuras principales de la Unidad de Producción Huachocolpa están formadas por dos sistemas principales.

- a) Fracturas de tensión y cizalla de rumbo N 45° - 85° E; que son los que tienen mayor longitud, con buzamientos entre 42°-85° SE, con inflexiones, cimoides, ramales en diferentes tramos en toda su extensión. A este sistema pertenece las vetas Caudalosa1, Caudalosa2, Viviana, Silvia ramall, Lucia, Bienaventurada, Bienaventurada Sur-1, Bienaventurada Sur 2, Jessica, Elizabeth, Rublo, Peseta, Galena, Katerine.

➤ **Geología de la Veta Bienaventurada y su Entorno.**

En el sector de Bienaventurada predominantemente son andesitas de color gris-marrón amarillentas con alteración argílica supérgena débil a moderada, se puede distinguir dos posibles unidades litológicas, una al noroeste de la veta Bienaventurada, donde los volcánicos andesíticos se presentan con bandeamientos de flujo, de rumbo promedio N 65° W y buzamiento 66°- 70° NE y hacia el área de la Veta Sur con rumbo N 50°-60° E y 50°NW de buzamiento, las andesitas presentan alteración supérgena con una coloración pardo amarillenta, en interior mina las andesitas son porfíricas de color gris y gris blanquecinas cuando están fuertemente alteradas..

➤ **Geología económica**

La Unidad de Producción Huachocolpa Uno; trabaja un depósito de tipo filoniano, o relleno de fracturas por soluciones hidrotermales; las fracturas han servido de canal y receptáculo para el emplazamiento de mineral mena y ganga.

Las vetas sub paralelas se presentan en forma casi continua por longitudes mayores a 1,000 m. La mineralización económica en la mayoría de las vetas se ubica en clavos irregulares en longitud, profundidad y potencia, separados entre sí por zonas de adelgazamiento y/o empobrecimiento.

La veta Bienaventurada, al lado Este en profundidad, tiene clavos mineralizados que pasa los 1,500 metros, con tendencia de ampliarse en los niveles inferiores, con pequeños anticlavos en la parte central y sur oeste; este mismo comportamiento no ocurre con la Veta Jessica y Elizabeth que son estructuras más falladas, irregulares e inestables que en la actualidad se encuentran dentro del programa de exploraciones, desarrollos y posterior explotación.

➤ **Cuadro de recursos y reservas**

Al 30 de Setiembre del 2018, las reservas actualizadas son:

Cuadro 1 Resumen de Reservas Minerales de la U.E.A. Huachocolpa Uno

RESUMEN GENERAL DE RESERVA DE MINERAL AL 30 DE SETIEMBRE DEL 2018						
A) POR SU VALOR	T.M.S.	A.M.	OzAg	Pb%	Zn%	Cu%
MENA	1,380,816	1.82	3.89	4.27	4.36	0.39
MARGINAL	616,574	1.57	2.12	2.26	2.53	0.22
TOTAL	1,997,391	1.74	3.34	3.65	3.80	0.34
B) POR SU CERTEZA						
PROBADO	1,465,880	1.71	3.33	3.67	3.94	0.35
PROBABLE	531,510	1.83	3.39	3.61	3.41	0.30
TOTAL	1,997,391	1.74	3.34	3.65	3.80	0.34
C) POR SU ACCESIBILIDAD						
ACCESIBLE	1,434,854	1.69	3.55	3.49	3.82	0.31
EV. ACCESIBLE	562,537	1.88	2.82	4.06	3.74	0.39
TOTAL	1,997,391	1.74	3.34	3.65	3.80	0.34

Fuente: Área de Geología Cía. Minera Kolpa S.A.

Al 31 de Julio del 2018, los Recursos Minerales son:

Cuadro 2 Resumen de Recursos Minerales de la U.E.A. Huachocolpa Uno

MINA	T.M.S.	A.M.	Ag Oz/ton	% Pb	% Zn	% Cu
RUBLO	85,350	1.11	2.94	4.13	4.61	0.35
CHONTA	70,070	1.55	1.02	2.49	4.04	0.18
BIENAVENTURADA	2,779,637	1.25	4.24	3.51	4.28	0.35
CAUDALOSA CHICA	37,640	0.89	2.94	3.67	4.69	0.12
GALENA	21,055	0.92	3.16	4.61	7.04	0.24
TOTAL	2,993,752	1.25	4.11	3.52	4.31	0.34

Fuente: Área de Geología Cía. Minera Kolpa S.A.

➤ **Estudio geomecánico**

El presente estudio geomecánico está orientado a conocer las condiciones Geomecánicas de la masa rocosa de la Unidad de Producción Huachocolpa Uno, para la determinación del método de explotación y el sistema de sostenimiento de la mina. Estos estudios fueron realizados en la unidad Minera por el área de Geomecánica de la CIA y por DCR Ingenieros S.R.Ltda. La misma que en este documento se pone a consideración los alcances y condiciones de los estudios.

Para poder determinar la valoración de la masa rocosa nos permitimos utilizar la clasificaciones geomecánicas internacionales tales como: Clasificación de Bieniawski (RMR89) y el Índice de Resistencia Geológica (GSI), apoyándonos con el uso de un software geomecánico para interpretar la orientación de las discontinuidades, análisis de estabilidad estructuralmente controlada, mantener la estabilidad mediante un F.S. y determinar los esfuerzos actuantes alrededor de una excavación.

La zona de estudio está emplazada en una secuencia alterna de rocas volcánicas andesíticas con intrusiones menores, estas presentan gran heterogeneidad en cuanto a propiedades geológico ingenieriles. Forman parte de las investigaciones básicas los trabajos de caracterización y clasificación de la masa rocosa desde el punto de vista de su estructura y calidad, en base a mapeos geomecánicos de las labores mineras subterráneas y logeos geotécnicos de sondajes diamantinos.

El objetivo del estudio geomecánico de la Unidad de Producción Huachocolpa Uno es la evaluación geomecánica de la masa rocosa asociada a la Veta Bienaventurada con el fin de buscar las mejores alternativas de minado y dimensionar los componentes estructurales, buscando mantener la estabilidad de toda excavación subterránea a desarrollarse.

Los alcances relacionados con el objetivo planteado son:

- Evaluar las condiciones naturales del yacimiento o ambiente geomecánico
- Caracterizar geomecánicamente la masa rocosa
- Determinar las propiedades de comportamiento del terreno

➤ **Método de minado y parámetros de trabajo**

- **Selección del método de minado**

Para definir el método de minado se toma en cuenta lo siguiente:

- ✓ Geometría del yacimiento y distribución de leyes.
- ✓ Características y evaluación geomecánica.
- ✓ Costos de minado.
- ✓ Alta recuperación y baja dilución.

Cuadro 3 Resumen de Selección del Método de Explotación

CARACTERÍSTICAS GEOMETRICAS	FORMA	POTENCIA	BUZAMIENTO	DISTR.LEYES	CARACTERIS GEOMECHANICAS MINERAL			CARACTERIS GEOMECAJA TECHO			CARACTERIS GEOMECHANICAS CAJA PISO		
					R MATRIZ ROCS	ESPAC FRAC	R APRX DISC	R MATRIZ ROCS	ESPAC FRAC	R APRX DISC	R MATRIZ ROCS	ESPAC FRAC	R APRX DISC
PARAMETRO	TABULAR	ESTRECHA	INCLINADO	GRADUAL	M	MODERADA	PEQUEÑO	MODERADA	GRANDE	MODERADA	MODERADA	GRANDE	MODERADA
METODO DE MINADO													
CIELO ABIERTO	2	2	4	3	4	3	3	4	4	3	4	4	3
HUNDIMIENTO POR BLOQUES	2	-49	4	2	1	4	3	2	3	2	3	3	3
TAJEOS POR SUBNIVELES	2	1	4	3	3	0	2	3	1	2	2	2	1
HUNDIMIENTO POR SUBNIVELES	4	-49	4	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2
TAJEOS LARGOS	0	4	-49	2	1	4	3	2	3	2	3	4	3
CAMARAS Y PILARES	4	4	0	3	3	1	2	3	2	2	2	3	3
ALMACENAMIENTO PROVISIONAL	2	1	4	2	3	1	2	2	3	2	3	3	2
CORTE Y RELLENO	4	4	4	3	2	3	3	2	2	3	2	2	4
CUADROS DE MADERA	2	4	3	3	1	4	3	2	2	3	2	2	4

SUMA PARC GEOMETRIA	PESO	DISTRIBUC LEYES	SUMA A	C.GEOMC MINERAL	PESO	C.GEOMEC CAJ TECHO	PESO	C.GEOMEC CAJ PISO	PESO	SUMA B	TOTAL SUM A + B	METODO DE MINADO
8	1	3	11	10	1	11	0.8	11	0.5	24.3	35.3	CIELO ABIE
-43	1	2	-41	8	1	7	0.8	9	0.5	18.1	-22.9	HUND BLOQ
7	1	3	10	5	1	6	0.8	5	0.5	12.3	22.3	TAJ SUBNV
-41	1	2	-39	7	1	7	0.8	7	0.5	16.1	-22.9	HUND SUBN
-45	1	2	-43	8	1	7	0.8	10	0.5	18.6	-24.4	TAJ LARGOS
8	1	3	11	6	1	7	0.8	8	0.5	15.6	26.6	CAMR Y PIL
7	1	2	9	6	1	7	0.8	8	0.5	15.6	24.6	ALMC PROV
12	1	3	15	8	1	7	0.8	8	0.5	17.6	32.6	CORT Y REL
9	1	3	12	8	1	7	0.8	8	0.5	17.6	29.6	CUADR MAD

POR LO TANTO LOS METODOS DE EXPLOTACION POR SUBTERRANEO TECNICAMENTE MAS VIABLES SON:

MINADO POR CORTE Y RELLENO
 MINADO POR CAMARAS Y PILARES
 MINADO POR ALMACENAMIENTO PROVISIONAL
 MINADO POR TAJEOS POR SUBNIVELES

Fuente: Área de Geología Cía. Minera Kolpa S.A.

2.4. Definición de términos

- **Chimenea:** según SERNA (2012), es una abertura vertical o inclinada construida por el sistema convencional y/o por el mecanizado.
- **Gases:** RAMIREZ, J. (2006), menciona que son fluidos sin forma emitidos por los equipos diesel, explosivos y fuentes naturales, que ocupan cualquier espacio que esté disponible para ellos.
- **Reglamento:** CARTAYA, M. (2001), es el conjunto de disposiciones que establecen la autorización de uso y la aplicación de una norma a través de los procedimientos, prácticas y/o disposiciones detallados, a las que la autoridad minera ha conferido el uso obligatorio.
- **Gases.** Según PALMSTROM, A. (2002), son fluidos sin forma emitidos por los equipos diesel, explosivos y fuentes naturales, que ocupan cualquier espacio que esté disponible para ellos.
- **Mina:** para SERNA (2012), es un yacimiento mineral que se encuentra en proceso de explotación.
- **Minería.** En cuanto CARTAYA, M. (2001), dice que es una actividad desarrollada por el hombre para la extracción de productos minerales que se encuentran en la corteza terrestre y que tienen algún valor económico.
- **Sistema Alimak Raise Mining:** según PALMSTROM, A. (2002), consiste en la extracción de mineral/ roca, mediante la excavación vertical de la veta/macizo y posterior tronadura usando el sistema Alimak.
- **Raise Climber:** PALMSTROM, A. (2002), es una plataforma de trabajo diseñada para seguir chimeneas verticales o inclinadas en las operaciones subterráneas.

- **Costo:** según MALDONADO L. (2015), el término costo hace referencia al importe o cifra que representa un producto o servicio de acuerdo a la inversión tanto de material, de mano de obra, de capacitación y de tiempo que se haya necesitado para desarrollarlo.
- **Construcción de chimeneas:** PALMSTROM, A. (2002), se construyen en veta o en la caja piso, pudiendo ser vertical o inclinado, al realizar el disparo toda la carga va al piso de la chimenea o a los buzones preparados para luego ser extraídas hasta los echaderos de mineral o desmante.
- **Método de explotación:** MALDONADO L. (2015), corte y Relleno Ascendente (Over Cut and Fill). El minado es en forma de tajeos horizontales comenzando del tajeo hacia arriba, el mineral derribado es extraído del tajo completamente y luego relleno con material detrítico o relleno hidráulico (RH).
- **Cantidad Necesaria de Aire.** - De acuerdo a los Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional, indica que se debe suministrar 3 m³/ minuto de aire por persona (106 pies³/ minuto) en las labores del subsuelo próximo al nivel del mar; para alturas mayores del flujo es aumentado de acuerdo a la siguiente escala:
 - De 1500 m. a 3000 m.: 40%
 - De 3000 m. a 4000 m.: 70%
 - Más de 4000 m.: 100%.

2.5. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La construcción de la chimenea 081 con Alimak influye significativamente para el mejoramiento del sistema de ventilación de las labores del Nivel 4230 Compañía Minera Kolpa S.A.- Huachocolpa Huancavelica 2018.

2.4.2. Hipótesis específicas:

- a) La cantidad de evacuación del aire viciado en m^3/s genera resultados significativos para el mejoramiento del sistema de ventilación de las labores del Nivel 4230 mediante la construcción de la chimenea 081 con Alimak Compañía Minera Kolpa S.A.- Huachocolpa Huancavelica 2018.
- b) El costo óptimo en la construcción por metro lineal de la Chimenea 081 con Alimak influye significativamente en el mejoramiento del sistema de ventilación de las labores del Nivel 4230 Compañía Minera Kolpa S.A.- Huachocolpa Huancavelica 2018.

2.6. Variables

- **Variable Independiente:**

X: construcción de la Chimenea 081 con Alimak

- **Variable Dependiente:**

Y: Sistema de Ventilación de labores.

2.7. Operacionalización de variables

VARIABLES	CRITERIO CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INSTRUMENTOS
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE: construcción de la Chimenea 081 con Alimak</p>	<p>Según MALDONADO L. (2015), es el proceso de preparar o armar un ducto o abertura de forma rectangular o circular, dicha excavación se construye en forma ascendente, vertical o inclinada y que enlazan dos galerías, niveles o bien hacia superficie; pueden ser de distintas dimensiones y aplicando tecnologías variadas y en función a las necesidades de la industria minera.</p>	<p>-Costo. -Seguridad.</p>	<p>-S. / Metro lineal. -Estadística de accidentes por caída de roca u otros en construcción de chimenea.</p>
<p>VARIABLE DEPENDIENTE: Sistema de Ventilación de labores.</p>	<p>Según PALMSTROM, A. (2002), la ventilación de labores mineras subterráneas, es el proceso mediante el cual se hace circular por el interior de la misma el aire necesario para asegurar una atmósfera respirable y segura para el desarrollo de los trabajos.</p>	<p>-Eficiencia: Entrada y salida de aire</p>	<p>-Anemómetro digital en m³/segundo.</p>

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

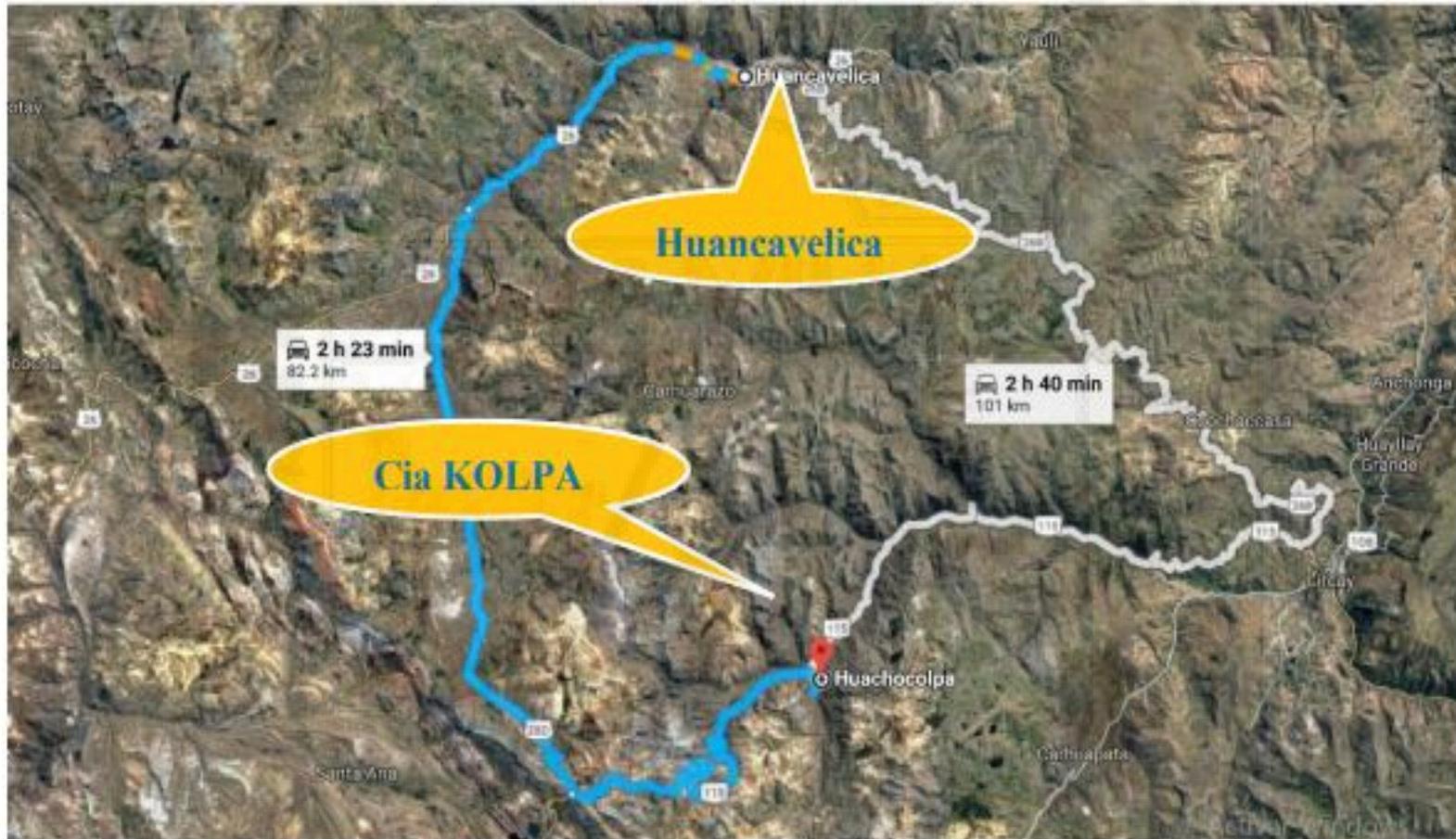
3.1. **Ámbito temporal y espacial**

3.1.1. **Ubicación**

La Unidad Huachocolpa Uno de la Compañía Minera Kolpa S.A., geográficamente se ubica en el flanco este de la Cordillera Occidental de los Andes Centrales, en el distrito de Huachocolpa, provincia y región de Huancavelica, a una altitud promedio de 4480 msnm.

COORDENADAS	
Sus coordenadas geográficas son:	Sus coordenadas U.T.M. son:
Longitud Oeste : 74° 53' 43"	Este : 502 230.55
Latitud Sur : 13° 03' 52"	Norte : 8 555 752.86

Figura 33 Foto satelital de ubicación la Mina Kolpa S.A.



Fuente: Google Maps





Figura 34 Plano de ubicación de la Compañía Minera Kolpa S.A

Fuente: Área de Geología Cía. Minera Kolpa S.A.

3.1.2. Vías de Acceso

El acceso a la Unidad se da por las siguientes rutas: Ruta	Distancia	Tiempo	Tipo de Vía
Lima – Pisco – Huaytará – Rumichaca – Paso de Chonta – Mina	445 km	09 hrs	Asfaltada y Afirmada
Lima – Pisco – Castrovirreyna – Paso de Chonta – Mina	462 km	10 hrs	Asfaltada y Afirmada
Lima – Huancayo – Huancavelica – Paso de Chonta – Mina	565 km	12 hrs	Asfaltada y Afirmada



3.1.3 Componentes de la U.E.A Huachocolpa uno

Las coordenadas UTM (WGS 84) de los principales componentes de la Unidad Minera se detallan en el cuadro mostrado líneas abajo. Además, se encontrarán los planos de los componentes mineros en el Anexo 01 del presente informe.

Cuadro 4 Principales Componentes de la U.E.A. Huachocolpa Uno

Componente	Coordenadas UTM (Datum: WGS 84 Zona 18 Sur)	
	Este	Norte
Campamento de Caudalosa	501827	8555398
	502041	8555433
	502133	8554651
	501888	8554620
Campamento de Comihuasa	500952	8556118
	501141	8556118
	501147	8555793
	500978	8555792
Bocamina Rampa 1	501881.81	8554439.52
Bocamina Rampa 2	502134.48	8554970.81
Taller Maestranza Planta	501079	8555951
Taller Maestranza Mina	501079	8555376
Generador Eléctrico Caudalosa	501983	8555391
Relavera C	501259	8555953
	501414	8555962
	501413	8555686
	501258	8555683
Poza de Sedimentación	501099	8555892
	501123	8555895

Fuente: Área de Geología Cía. Minera Kolpa S.A.

3.2. Tipo de investigación:

El estudio se enmarca dentro del tipo de investigación aplicada en la medida en que se pretende determinar la influencia de la construcción de la chimenea con Alimak en el sistema de ventilación; pues como señala Sierra (2002, pág. 42) “en éstos estudios se deben determinar y definir previamente las variables, luego se formulan hipótesis, los mismos que deben probarse por métodos estadísticos, y llegando al final a conclusiones”.

3.3. Nivel de investigación:

Según su profundidad, se clasifica en descriptiva y explicativo.

3.4. Población, muestra y muestreo

- **Población:** Según Oseda, Dulio (2008:120) “La población es el conjunto de individuos que comparten por lo menos una característica, sea una ciudadanía común, la calidad de ser miembros de una asociación voluntaria o de una raza, la matrícula en una misma universidad, o similares”.

En el caso de nuestra investigación, la población estará conformada el Macizo rocoso del Nivel 4230 Veta Bienaventurada

- **Muestra:** El mismo Oseda, Dulio (2008:122) menciona que “la muestra es una parte pequeña de la población o un subconjunto de esta”, que sin embargo posee las principales características de aquella. Esta es principal propiedad de la muestra (poseer las principales características de la población) la que hace posible que el investigador, que trabaja con la muestra, generalice sus resultados a la población”.

Por lo tanto, la muestra estará conformada por el Macizo rocoso de la Chimenea 081. Veta Bienaventurada

- **Muestreo:** Criterios geomecánicos, interpretación de los valores de RMR Bieniawski, 1989 (Roca muy Buena I, Roca Buena II, Roca Regular III, Roca Mala IV y Roca muy Mala V).

3.5. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos:

3.7.1. Técnicas de recolección de datos:

3.7.1.1. Observación directa:

Es un método de recolección de datos que consiste básicamente en observar el objeto de estudio dentro de una situación particular, la cual en la investigación realizada se realizó un monitoreo de las principales chimeneas para lograr detectar el flujo de aire

3.7.1.2. Entrevistas no estructuradas:

Se realizaron una serie de diálogos no estructurados con personal especializado, con el fin de obtener información detallada sobre la ventilación de las chimeneas y el proceso en sí mismo.

3.7.2. Revisión documentaria referencial

Estuvo orientada a la obtención de información general de la empresa. Además, se realizó el estudio de la bibliografía y los informes documentados a fin de aplicar lo más acertadamente a los requerimientos de ventilación

3.7.3. Instrumentos de recolección de datos:

- Software de Microsoft Office, donde se utilizaron los programas Word, Excel y AutoCAD, para la elaboración del informe y el procesamiento de los datos.
- Acceso a Internet, para la búsqueda de información referencial.

- Recursos de oficina, como lápices, lapiceros y papel para el registro de la información durante las entrevistas y el proceso de observación directa. Además, un computador para la elaboración del informe.

3.6. Técnica y procedimiento de análisis de datos

3.8.1 Trabajo de campo

Consistente en recoger la información y registro de datos geomecánicos, información técnica de mina.

3.8.2 Trabajo de gabinete

Consistente en el análisis y evaluación de datos, elaboración de planos y redacción del informe final de la tesis.

CAPÍTULO IV

PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1. Análisis de información

4.1.1. Análisis de tiempos y costos unitarios.

El sistema de plataformas metálicas, al prescindir del personal de enmaderadores, como material de conjunto de puntales y tablas, fletes, almacenaje, carpintería y transporte subterráneo, reduce su costo unitario, aún más, cuando las plataformas, escaleras y anclajes metálicos son recuperables para el uso de otros proyectos. Clemente Ignacio & Clemente Lazo, (2009).

El acabado de chimeneas, por el sistema de plataformas y estructuras metálicas, guarda relación similar a las desarrolladas, con el conocido sistema de plataformas trepadoras (Alimak), sin embargo, los precios unitarios, difieren significativamente. Salinas Seminario, (2001).

En los siguientes cuadros se muestran el análisis de costos:

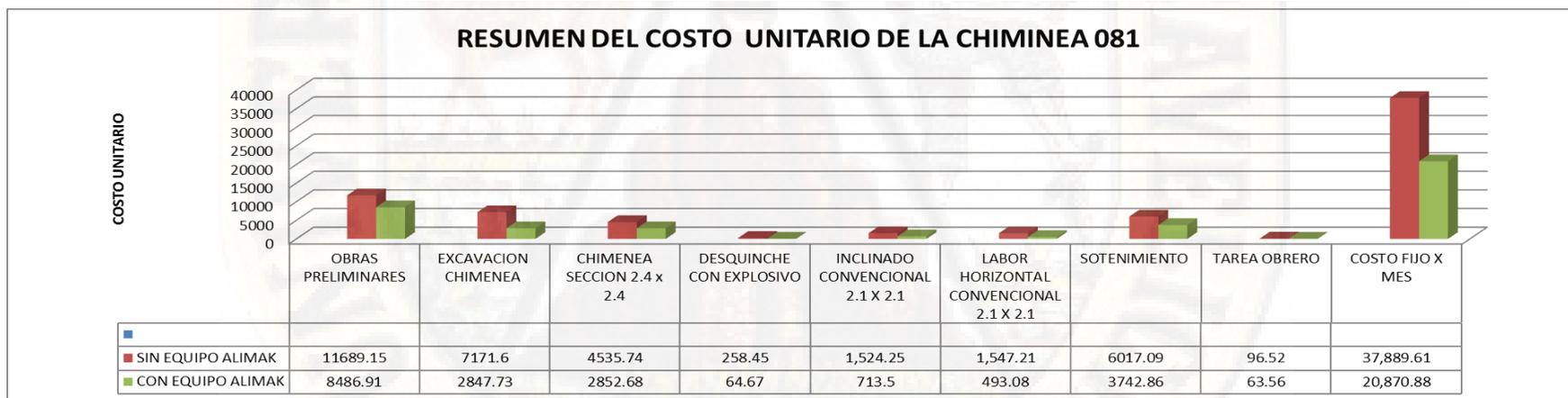
Tabla 7 Resumen de precios unitarios (excavación - sostenimiento) chimeneas 3.0 x 3.0 m. con equipo alimak (u.s.\$)

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U. U.S.\$	TOTAL U.S.\$	OBSERVACIONES
					TC=	3.51
1.0	OBRAS PRELIMINARES					
1.1	Movilización de Personal (Empleado y obrero) (Lima - Mina)	Gbl.	17.0	37.0	629.63	Cuenta CIA. Cuenta CIA. Proceso = 05 Días Descarga de Equipo Alimak, Campamento y Taller Carguío de Equipo Alimak.
1.2	Movilización de Equipos y Máquinarias (Lima - Mina)	Gbl.				
1.3	Desmovilización de Personal (Empleado y obrero) (Mina - Lima)	Gbl.	17.0	37.0	629.63	
1.4	Desmovilización de Equipos y Máquinarias (Mina - Lima)	Gbl.				
1.5	Afiliación, Inducción Personal e Instalación de Obra	Días	6.0	1,275.0	7,650.00	
1.6	Instalación de Obra	Gbl.	1.0	1,500.0	1,500.00	
1.7	Desinstalación de Obra	Gbl.	1.0	2,000.0	2,000.00	
2.0	TRASLADO, MONTAJE, DESMONTAJE DE CARRILES - EQUIPO ALIMAK DOBLE DRIVE					
2.1	Traslado de Alimak a la Cámara de Estación	Gbl.	1.0		1,294.99	
2.2	Montaje de Equipo Alimak	Gbl.	1.0		2,355.99	
2.3	Desmontaje de Equipo Alimak y Carriles	Gbl.	1.0		3,533.98	
3.0	EXCAVACION CHIMENEA CON EQUIPO ALIMAK DOBLE DRIVE STH - 5EE					
3.4	CHIMENEA SECCION 3.0 x 3.0					
	Tipo de Roca II					
	Chimenea 3.0 x 3.0 m. Long. (0 - 100)m.	m	1.0		859.39	
	Chimenea 3.0 x 3.0 m. Long. (101 - 200)m.	m	1.0		969.65	
	Chimenea 3.0 x 3.0 m. Long. (201 - 338)m.	m	1.0		1,066.84	
	Tipo de Roca III					
	Chimenea 3.0 x 3.0 m. Long. (0 - 100)m.	m	1.0		886.25	
	Chimenea 3.0 x 3.0 m. Long. (101 - 200)m.	m	1.0		1,088.79	
	Chimenea 3.0 x 3.0 m. Long. (201 - 338)m.	m	1.0		1,211.76	
	Desquinche con Explosivo	m3	1.0		82.70	
5.0	SOTENIMIENTO CON EQUIPO ALIMAK					
	Instalación de Cuadro Metálico 3.0 x 3.0 m. (0 a 150)m.	Pza	1.0		858.70	Elementos de Sostenimiento a Cuenta de Compañía Minera Kolpa S.A.
	Instalación de Cuadro Metálico 3.0 x 3.0 m. (151 a 300)m.	Pza	1.0		1,147.16	
	Instalación de Bolsa Cret	M3	1.0		155.05	Elementos de Sostenimiento a Cuenta de TENCOMIN SAC. Arena a cuenta de Compañía Minera Kolpa S.A.
	Instalación de Concreto (175 Kg / Cm2)	M3	1.0		279.28	
	Instalación Malla Electro soldada 4 x 4	M2	1.0		16.47	
	Instalación de Split Set 5'	Pza	1.0		33.69	
	Instalación de Perno Helicoidal de 6'	Pza	1.0		37.65	
	Instalación de Pernos Hidrabolt de 5'	Pza	1.0		43.56	
6.0	INSTALACIÓN DE SET METÁLICOS (Tarifas referenciales)					
	Instalación de Set Metálicos (Incluye Izajes, cortes, soldaduras, b	Pza	1.0		720.21	Set Metálicos, Escaleras, Barandas, Soldadura, Oxígeno y Acetilino a Cuenta de Compañía Minera Kolpa S.A.
	Instalación cable de alta tensión	m	1.0		50.28	
	Bearing Set con Concreto (A cada 50.0m.)	Unid.	1.0		1,500.67	
7.0	ADICIONALES VARIOS					
	Tarea Obrero	Tarea	1.0		55.06	
	Costo Fijo x Mes - Equipo Alimak Doble Drive	Mes	1.0		29,485.65	
	Planilla Adicional - Equipo Alimak Doble Drive	Gdia.	1.0		1,314.43	

Fuente: Área de costos Kolpa

Tabla 8 Costos de propiedad – operación **Error! Vínculo no válido.** Fuente: Área de costos Kolpa

RESUMEN DEL COSTO UNITARIO DE LA CHIMINEA 081	SIN EQUIPO ALIMAK	CON EQUIPO ALIMAK
OBRAS PRELIMINARES	11689.15	8486.91
EXCAVACION CHIMENEA	7171.6	2847.73
CHIMENEA SECCION 2.4 x 2.4	4535.74	2852.68
DESQUINCHE CON EXPLOSIVO	258.45	64.67
INCLINADO CONVENCIONAL 2.1 X 2.1	1,524.25	713.5
LABOR HORIZONTAL CONVENCIONAL 2.1 X 2.1	1,547.21	493.08
SOTENIMIENTO	6017.09	3742.86
TAREA OBRERO	96.52	63.56
COSTO FIJO X MES	37,889.61	20,870.88



4.1.2. Índice de accidentes

Tabla 9 Estadística de seguridad mes/acumulado

CUADRO ESTADISTICO DE SEGURIDAD – ENERO A DICIEMBRE DE 2018													
DESCRIPCIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ACUM.
Trabajadores	1459	1503	1520	1513	1498	1472	1481	1496	1388	1349	1258	1219	17156
RAS	1691	1745	1443	1480	1522	1349	1299	1062	1041	871	1098	853	15454
Incidente Ambiental	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
Incidentes	1	1	0	0	1	2	2	2	1	0	0	3	13
Incidentes Peligrosos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Accidentes con daño a la Propiedad	0	1	0	1	2	0	4	2	0	0	0	3	13
Accidentes Leves	2	2	1	0	2	4	1	1	2	0	2	0	17
Accidentes Incapacitantes	0	1	1	3	2	2	1	1	1	1	0	0	13
Accidentes Mortales	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Días Perdidos	0	19	49	12101	145	133	94	3	28	57	30	0	12659
Horas Hombres Trabajadas (HHT)	298,459	294918	319804	330133.82	302424.9	305278.9	308499	299170	274331	270425	251533	242277	3,497,255
Índices de Frecuencia (IF)	0.00	3.39	3.13	15.15	6.61	6.55	3.24	3.34	3.65	3.70	0.00	0.00	4.29
Índices de Severidad (IS)	0.00	64.42	153.22	36654.83	479.46	435.67	304.70	10.03	102.07	210.78	119.27	0.00	3619.70
Índices de Accidentabilidad (IA)	0.00	0.22	0.48	555.15	3.17	2.85	0.99	0.03	0.37	0.78	0.00	0.00	15.53

Cuadro N°1 : Estadísticas de seguridad mes / acumulado

Fuente: Área de costos Kolpa

4.1.3. Caudal de evacuación del aire viciado en m³/s

Para la construcción de infraestructura acorde a la magnitud de las operaciones; parte de esa infraestructura es la ejecución de la CH-RC 081, la misma que permitirá mejorar el circuito de ventilación, además de mejorar las condiciones operacionales y ambientales.

Balance General del aire de la mina actual:

El balance del aire de la mina Kolpa, muestra un ingreso de aire de: 10,015 m³/min

MIN	INGRESO DE AIRE m ³ /min	CFM
MINA	10,015	353,680

Para una necesidad de:

MINA	INGRESO DE AIRE (m ³ /min)	NECESIDAD DE AIRE	COBERTURA %
MINA	10,015	7,159	122 %
	CFM	CFM	
	353,680	287,770	105 %

De los cuadros anteriores no se evidencia déficit de cobertura en aire de ingreso a mina con respecto a la necesidad de aire dentro de mina.

La mina está funcionando actualmente con un ingreso de aire de 10,015 m³/min (353,680 cfm), para una producción actual de 960 Tn/día; de acuerdo al D.S. 023 - E.M. la mina debería tener una cobertura igual o mayor al 100 %, que equivale a un ingreso de 7,159 m³/min (287,770 cfm); comparando datos de ingreso y requerimiento de aire, se tiene una cobertura de 121 % de aire, cobertura aceptable dentro de la normativa vigente.

- Antes de la construcción de la Chimenea 081

- En la ejecución de la chimenea 081 no se tuvo ingreso de aire natural, en donde se tomó ventilación forzada con un ventilador de 30 000 CFM para el avance del proyecto chimenea 081.
- Se capta el aire fresco en el Bay Pass 767 oeste para ensuflar aire fresco para el avance del proyecto chimenea 081, y el retorno de aire contaminado se evacua por el mismo bay pass 767 Este, hacia la chimenea 327 que llega hasta superficie.

➤ Después de la construcción de la chimenea 081

Estac.	UBICACIÓN		FECHA	HORA	CAUDAL	
	Nivel	Labor			m3/min	cfm
PMI-23	4465	RP-0081	28/01/2018	11:21:00 a.m.	2995.48	105785.26
PMI-50	4230	CX-081	28/01/2018	02:12:00 p.m.	1905.74	67301.37
PMI-02	4480	RP-081	28/01/2018	11:37:00 a.m.	3747.29	132335.60
PMI-01	4480	RP-081	28/01/2018	09:57:00 a.m.	428.78	15142.27
PMI-24	4480	CX-081	28/01/2018	09:12:00 a.m.	937.71	33115.24
TOTAL INGRESO					10,015.00	353,679.73

Estac.	UBICACIÓN		FECHA	HORA	CAUDAL	
	Nivel	Labor			m3/min	cfm
PMS-29	4518	CX-081	28/01/2019	10:23:00 a.m.	212	7,471
PMS-28	4530	CX-081	28/01/2019	10:42:00 a.m.	136	4,801
PMS-25	4555	CX-081	28/01/2019	10:53:00 a.m.	754	26,623
PMS-27	4518	CX-081	28/01/2019	10:59:00 a.m.	550	19,434
PMS-36	4330	CH-781	28/01/2019	10:15:00 a.m.	3,641	128,576
PMS-18	4480- 4518	CH-081	28/01/2019	10:39:00 a.m.	4,856	171,477
TOTAL SALIDA					10,148	358,381

BALANCE	INGRESO	353,679.73 CFM
	SALIDA	358,381.00 CFM

Tabla 10 Medición de velocidad de aire -850



MEDICION DE VELOCIDAD DE AIRE - 850

FECHA : FEBRERO
MARCA /
MODELO : TESTA

ITEM	LABOR	NIVEL	V1 (m/s)	V2 (m/s)	V3 (m/s)	V4 (m/s)	V5 (m/s)	V6 (m/s)	V7 (m/s)	V8 (m/s)	V9 (m/s)	PROMEDI O (m/s)	PROMEDI O (m/min)	SECCION				
														ANCH O (m)	ALT O (m)	T°	m3/ min	AREA
1	BP 801-1	4380	0.72	0.68	0.69	0.59	0.66	0.67	0.68	0.76	0.73	0.69	41.20	4.90	4.50	21.6	908.46	22.05
2	BP 801-2	4380	0.42	0.45	0.39	0.43	0.44	0.37	0.36	0.39	0.42	0.41	24.47	4.80	4.20	26.0	493.25	20.16
3	BP 801-3	4380	0.30	0.35	0.36	0.32	0.29	0.38	0.36	0.39	0.27	0.34	20.13	4.70	4.10	23.0	387.97	19.27
4	RP 850	4380	0.82	0.72	0.75	0.81	0.69	0.71	0.71	0.73	0.69	0.74	44.20	3.30	2.80	23.2	408.41	9.24
5	BP 830 W	4380	0.38	0.41	0.44	0.39	0.45	0.42	0.38	0.40	0.47	0.42	24.93	3.30	2.50	26.0	205.70	8.25
6	BP 902 E	4380	0.28	0.31	0.29	0.32	0.29	0.33	0.36	0.35	0.29	0.31	18.80	3.20	2.90	26.7	174.46	9.28
7	SN 853	4380	0.58	0.56	0.52	0.48	0.53	0.47	0.59	0.54	0.53	0.53	32.00	3.40	3.70	28.0	402.56	12.58

Fuente: Área de ventilacion Kolpa

REGISTRO DE LABORES CON TEMPERATURA MAYOR A 24°C - U.M HUACHOCOLPA UNO - MARZO - 2019

	HOJA DE LEVANTAMIENTO DE VENTILACIÓN LABORES			
	RESPONSABLE	Ing. Alvaro Alvarez Naves	NIVEL	4130, 4180, 4230,4330, 4380
	PERS. ASISTENTE	Angel Mallqui de la Cruz	UNIDAD	HUACHOCOLPA UNO
	FECHA	mar-19	PLANO N°	

UBICACIÓN			VELOCIDAD (m/s)									FECHA	HORA	Condiciones Ambientales		SECCIÓN		ÁREA m2	VELOCIDAD		CAUDAL	
Nivel	Labor	Fase	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9			T. Amb. °C	HR%	a (m)	h (m)		m/s	m/min	m3/min	CFM
4130	RP 063	INVERSIÓN	0.41	0.41	0.35	0.45	0.39	0.42	0.38	0.41	0.42	20/02/2019	09:10:00 a.m.	25.1	88.0	4.20	4.45	17.76	0.40	24	431	15,216
4130	SN 064_2 W	PREPARACIÓN	0.41	0.42	0.4	0.42	0.4	0.4	0.45	0.35	0.48	20/02/2019	10:10:00 a.m.	23	81	3.00	3.2	9.60	0.41	25	239	8,430
4130	SN 064_2 E	PREPARACIÓN	0.42	0.45	0.40	0.43	0.41	0.34	0.34	0.35	0.47	20/02/2019	10:40:00 a.m.	23.7	90.0	3.00	3.50	10.50	0.40	24	253	8,924
4180	SN_024 W	PREPARACIÓN	0.45	0.34	0.42	0.34	0.45	0.38	0.39	0.40	0.42	22/02/2019	11:15:00 a.m.	23.0	92.0	3.20	3.50	11.20	0.40	24	268	9,466
4180	SN_025 E	PREPARACIÓN	0.32	0.50	0.49	0.37	0.39	0.39	0.40	0.45	0.51	22/02/2019	11:50:00 a.m.	23.5	80.0	3.10	3.80	11.78	0.42	25	300	10,594
4180	SN_025 W	PREPARACIÓN	0.55	0.33	0.47	0.45	0.40	0.50	0.33	0.31	0.32	22/02/2019	02:40:00 p.m.	25.0	88.0	3.00	3.50	9.98	0.41	24	243	8,595
4230	SN 179_3 W	EXPLORACIÓN	0.40	0.50	0.40	0.51	0.46	0.34	0.40	0.40	0.45	26/02/2019	10:30:00 p.m.	21.0	81.0	3.20	3.80	12.16	0.43	26	313	11,051
4230	SN 179_4 W	DESARROLLO	0.42	0.49	0.35	0.34	0.34	0.42	0.42	0.49	0.47	26/02/2019	10:50:00 p.m.	24.3	90.0	3.30	3.80	11.91	0.42	25	297	10,480
4330	CH 848	DESARROLLO	0.32	0.34	0.45	0.5	0.5	0.48	0.31	0.52	0.41	26/02/2019	11:00:00 p.m.	25.0	91.0	1.85	1.85	3.25	0.43	26	83	2,932
4230	SN 940 E	EXPLORACIÓN	0.39	0.34	0.5	0.39	0.5	0.35	0.4	0.42	0.41	26/02/2019	11:20:00 p.m.	24.0	88.0	3.10	3.80	11.19	0.41	25	276	9,749
4230	SN 290 E	EXPLORACIÓN	0.35	0.41	0.41	0.45	0.51	0.51	0.42	0.31	0.39	26/02/2019	11:40:00 p.m.	26.0	82.0	3.10	3.90	11.49	0.42	25	288	10,167
4230	SN 310 E	EXPLORACIÓN	0.41	0.35	0.25	0.55	0.50	0.41	0.51	0.50	0.40	28/02/2019	08:40:00 a.m.	26.0	92.0	3.20	3.55	10.79	0.43	26	279	9,858
4230	RP 427	DESARROLLO	0.51	0.41	0.41	0.42	0.40	0.38	0.41	0.41	0.52	28/02/2019	08:55:00 a.m.	24.1	89.0	3.00	3.10	8.84	0.43	26	228	8,050
4230	CM 421	PREPARACIÓN	0.39	0.40	0.53	0.41	0.45	0.52	0.42	0.50	0.34	28/02/2019	09:30:00 a.m.	23.5	91.0	3.10	3.20	9.42	0.44	26	249	8,786
4230	SN 156 E	PREPARACIÓN	0.39	0.40	0.45	0.34	0.39	0.38	0.38	0.49	0.31	28/02/2019	09:50:00 a.m.	22.0	88.0	3.10	3.40	10.01	0.39	24	236	8,322
4330	BP 801	DESARROLLO	0.37	0.41	0.45	0.38	0.40	0.30	0.40	0.32	0.45	28/02/2019	11:50:00 a.m.	23.0	88.0	4.10	4.30	17.63	0.39	23	409	14,444
4380	SN 122 E	PREPARACIÓN	0.43	0.51	0.41	0.41	0.42	0.42	0.56	0.30	0.35	03/03/2019	09:10:00 a.m.	23.0	85.0	3.10	3.80	11.78	0.42	25	299	10,567
4380	SN 122 W	PREPARACIÓN	0.57	0.30	0.32	0.60	0.40	0.41	0.35	0.41	0.35	03/03/2019	10:30:00 a.m.	24.5	81.0	3.20	3.90	12.48	0.41	25	309	10,901
4380	BP 121 E	PREPARACIÓN	0.45	0.40	0.41	0.44	0.34	0.50	0.45	0.39	0.37	03/03/2019	10:20:00 a.m.	24.3	86.0	3.10	3.20	9.42	0.42	25	236	8,320
4380	BP 121 W	PREPARACIÓN	0.35	0.50	0.40	0.45	0.43	0.35	0.38	0.41	0.41	03/03/2019	10:40:00 a.m.	23.0	89.0	3.00	3.10	9.30	0.41	25	228	8,057
4380	SN 121 W	PREPARACIÓN	0.39	0.4	0.33	0.41	0.30	0.43	0.50	0.51	0.51	03/03/2019	11:00:00 a.m.	25.0	88.0	3.20	3.40	10.34	0.42	25	260	9,198
4380	BP 830	DESARROLLO	0.51	0.31	0.50	0.48	0.41	0.32	0.32	0.34	0.43	03/03/2019	10:30:00 a.m.	23.0	75.0	3.10	3.30	10.23	0.40	24	247	8,719
4380	SN 853 E	PREPARACIÓN	0.40	0.43	0.40	0.41	0.38	0.41	0.39	0.45	0.45	03/03/2019	10:47:00 a.m.	23.5	80.0	3.20	3.80	11.41	0.41	25	283	9,990

Fuente: Área de ventilación KolpaTabla 11 Registro de labores

Análisis de datos

Tabla 12 Análisis de precio unitario chimenea alimak

PARTIDA:	Chimenea con Equipo Alimak	Rendimiento (m):	1.8	5.85 m/pie
DIMENSIONES (m):	3.0 x 3.0	Longitud barra:	2.13	7.0 m/pie
INCLINACION:	75° a 90°	Longitud efectiva:	1.98	6.5 m/pie
LONGITUD DE CHIMENEA:	0 - 100 m.	Eficiencia voladura:	90%	%
ELABORADO POR:	TEINCOMIN	No. De taladros Perforados:	53.0	Tal / frente
TIPO DE ROCA:	III	No. De taladros disparados:	45.0	Tal / frente
EQUIPOS CTTA:	ALIMAK ELECTRICO STH - 5E PERFORADORAS NEUMATICAS	Horas por guardia:	12.0	Hr / guardia
FECHA DE ELABORACION:	feb-16			

ITEM	DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Incid.	P.U (US\$)	P. Parcial	Sub Total	TOTAL (US\$) / m
1.0	MANO DE OBRA DIRECTA							
	Perforista Líder	8.0	Hh	1.50	5.99	71.92	40.31	
	Perforista	16.0	Hh	1.50	5.64	135.39	75.88	
	Operador Alimak	8.0	Hh	1.50	5.29	63.46	35.57	
	Mecánico Especialista	8.0	Hh	1.50	5.99	71.92	40.31	
	Chofer	8.0	Hh	1.50	5.29	63.46	35.57	227.64
2.0	PERFORACION							
	ACEROS DE PERFORACION							
	Barra Conica de 2'	371.0	Pp	25%	0.10	9.41	5.28	
	Barra Conica de 4'	371.0	Pp	25%	0.11	10.54	5.90	
	Barra Conica de 6'	371.0	Pp	25%	0.16	14.39	8.06	
	Barra Conica de 8'	371.0	Pp	25%	0.17	16.11	9.03	
	Broca de 38 mm.	371.0	Pp	50%	0.15	27.69	15.52	
	Broca de 40 mm.	371.0	Pp	50%	0.15	27.69	15.52	59.31
	MANGUERAS Y ACOPLÉS							
	Manguera 1"	10.0	ml		0.07	0.68	0.38	
	Manguera 1/2"	10.0	ml		0.03	0.33	0.19	
	Acoples Rápidos para Mangueras	10.0	Unid		0.12	1.19	0.67	1.23
	LUBRICANTES							
	Aceite de perforación	1.00	Gal		14.40	14.40	8.07	
	Grasas	0.25	Kg.		1.25	0.31	0.18	8.25
3.0	HERRAMIENTAS							
	Herramientas Varios	4.0%	Global			244.52	9.78	9.78
4.0	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD							
	Implementos de Seguridad Perforistas	4.0		1.50	7.68	30.72	25.83	
	Implementos de Seguridad Ayudantes	2.0		1.50	5.53	11.06	9.30	
5.0	EQUIPOS Y MAQUINARIAS							
	Equipo Alimak	7.0	Hm		54.20	379.37	212.62	
	Perforadora Stoper	371.0	Pp		0.15	56.91	31.90	
	Lámpara Minera	0.0	Hh		0.11	0.00	0.00	244.52
6.0	VOLADURA							
	EMULSION 65% 1 1/4 x 12	175.0	Cart.		0.63	110.29	61.81	
	EMULSION 65% 1 1/4 x 8	180.0	Cart.		0.42	75.63	42.38	
	DETONADOR NO ELECTRICO 3.2 MTS	45.0	Cart.		1.45	65.25	36.57	
	CORDON DETONANTE	50.0	m		0.26	13.00	7.29	
	FULMINANTE ELECTRICO INSTANTANEO DE 4m	2.0	Pza		1.45	2.90	1.63	
	CINTA AISLANTE DE 3/4" x 20 mts.	1.0	Unid.		1.47	1.47	0.82	
	CINTA VULCANIZANTE No. 23, DE 3/4" x 3 mts.	0.5	Unid.		13.28	6.64	3.72	
	TUBO PVC 1/2" x 6mts P/LUZ	4.0	Unid.		2.45	9.80	5.49	
	Cable Eléctrico	3.0	m		1.20	3.60	2.02	161.73
7.0	ACCESORIOS ALIMAK							
	Ángulos	1.0	Unid		30.0	30.00	16.81	
	Espaciadores	2.0	Unid		25.0	50.00	28.02	
	Pernos de 3/4 x 2; x3.5; x5	10.0	ml		3.0	30.00	16.81	
	Pernos de Expansión	2.0	Pzas		25.0	50.00	28.02	22.42
COSTO DIRECTO								734.87
GASTOS GENERALES								10.6%
								77.90
UTILIDAD								10.0%
								73.49
PRECIO UNITARIO CON EXPLOSIVO								US\$ / ML
								886.25

Tabla 13 Análisis de precio unitario chimenea Alimak

PARTIDA:	Chimenea con Equipo Alimak	Rendimiento (m):	1.7	5.53 m/pie
DIMENSIONES (m):	3.0 x 3.0	Longitud barra:	2.13	7.0 m/pie
INCLINACION:	75° a 90°	Longitud efectiva:	1.98	6.5 m/pie
LONGITUD DE CHIMENEA:	101 - 200 m.	Eficiencia voladura:	85%	%
ELABORADO POR:	TEINCOMIN	No. De taladros Perforados:	53.0	Tal / frente
TIPO DE ROCA:	III	No. De taladros disparados:	45.0	Tal / frente
EQUIPOS CTTA:	ALIMAK ELECTRICO STH - 5E PERFORADORAS NEUMATICAS	Horas por guardia:	12.0	Hr / guardia
FECHA DE ELABORACION:	feb-16			

ITEM	DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Incid.	P.U (US\$)	P. Parcial	Sub Total	TOTAL (US\$) / m
1.0	MANO DE OBRA DIRECTA							
	Perforista Líder	8.0	Hh	1.50	5.99	71.92	42.68	
	Perforista	16.0	Hh	1.50	5.64	135.39	80.34	
	Operador Alimak	8.0	Hh	1.50	5.29	63.46	37.66	
	Mecánico Especialista	8.0	Hh	1.50	5.99	71.92	42.68	
	Chofer	8.0	Hh	1.50	5.29	63.46	37.66	241.03
2.0	PERFORACION							
	ACEROS DE PERFORACION							
	Barra Conica de 2'	371.0	Pp	25%	0.10	9.41	5.59	
	Barra Conica de 4'	371.0	Pp	25%	0.11	10.54	6.25	
	Barra Conica de 6'	371.0	Pp	25%	0.16	14.39	8.54	
	Barra Conica de 8'	371.0	Pp	25%	0.17	16.11	9.56	
	Broca de 38 mm.	371.0	Pp	50%	0.15	27.69	16.43	
	Broca de 40 mm.	371.0	Pp	50%	0.15	27.69	16.43	62.80
	MANGUERAS Y ACOPLS							
	Manguera 1"	10.0	ml		0.07	0.68	0.40	
	Manguera 1/2"	10.0	ml		0.03	0.33	0.20	
	Acoples Rapidos para Mangueras	10.0	Unid		0.12	1.19	0.70	1.30
	LUBRICANTES							
	Aceite de perforación	1.00	Gal		14.40	14.40	8.55	
	Grasas	0.25	Kg.		1.25	0.31	0.19	8.73
3.0	HERRAMIENTAS							
	Herramientas Varios	4.0%	Global			343.06	13.72	13.72
4.0	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD							
	Implementos de Seguridad Perforistas	4.0	1.50		7.68	30.72	27.35	
	Implementos de Seguridad Ayudantes	2.0	1.50		5.53	11.06	9.84	37.19
5.0	EQUIPOS Y MAQUINARIAS							
	Equipo Alimak	7.0	Hm		74.45	521.18	309.28	
	Perforadora Stoper	371.0	Pp		0.15	56.91	33.77	
	Lámpara Minera	0.0	Hh		0.11	0.00	0.00	343.06
6.0	VOLADURA							
	EMULSION 65% 1 1/4 x 12	175.0	Cart.		0.63	110.29	65.45	
	EMULSION 65% 1 1/4 x 8	180.0	Cart.		0.42	75.63	44.88	
	DETONADOR NO ELECTRICO 3.2 MTS	45.0	Cart.		1.45	65.25	38.72	
	CORDON DETONANTE	50.0	m		0.26	13.00	7.71	
	FULMINANTE ELECTRICO INSTANTANEO DE 4m	2.0	Pza		1.45	2.90	1.72	
	CINTA AISLANTE DE 3/4 x 20 mts.	1.0	Unid.		1.47	1.47	0.87	
	CINTA VULCANIZANTE No. 23, DE 3/4 x 3 mts.	0.5	Unid.		13.28	6.64	3.94	
	TUBO PVC 1/2" x 6mts P/LUZ	4.0	Unid.		2.45	9.80	5.82	
	Cable Eléctrico	3.0	m		1.20	3.60	2.14	171.24
7.0	ACCESORIOS ALIMAK							
	Ángulos	1.0	Unid		30.0	30.00	17.80	
	Espaciadores	2.0	Unid		25.0	50.00	29.67	
	Pernos de 3/4 x 2; x3.5; x6	10.0	ml		3.0	30.00	17.80	
	Pernos de Expansión	2.0	Pzas		25.0	50.00	29.67	23.74
COSTO DIRECTO								902.81
GASTOS GENERALES								95.70
UTILIDAD								90.28
PRECIO UNITARIO CON EXPLOSIVO								1,088.79

Fuente: Área de costos Kolpa

4.2. Prueba de hipótesis

Se trata de demostrar que si la construcción de la chimenea influye significativamente para el mejoramiento del sistema de ventilación de las labores del Nivel 4230 Compañía Minera Kolpa Tomando una muestra de 2 datos de análisis de costos de la construcción de se tiene la siguiente información:

Fase 1: Formulación de la hipótesis

H1: La construcción de la chimenea 081 con Alimak influye significativamente para el mejoramiento del sistema de ventilación de las labores del Nivel 4230 Compañía Minera Kolpa S.A.- Huachocolpa.

HO: La construcción de la chimenea 081 con Alimak no influye significativamente para el mejoramiento del sistema de ventilación de las labores del Nivel 4230 Compañía Minera Kolpa S.A.- Huachocolpa.

costos de operaciones unitarias en la construcción de la chimenea con Alimak (\$/metro lineal)	ventilación de las labores del nivel 4230 Compañía Minera Kolpa (m ³ /min aire)	Índice de accidentes
886.25	10,015 INGRESO	3619.70 (Índices de Severidad (IS))
1088.79	10,148 SALIDA	15.53 (Índices de Accidentabilidad (IA))

Tabla 14 Datos para la prueba de hipótesis

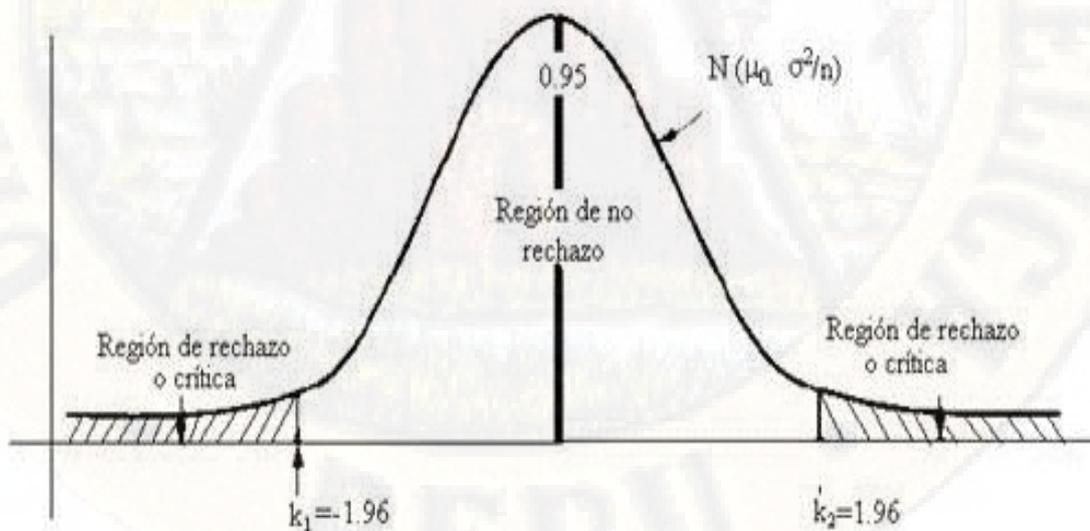
Fase 2: Nivel de significancia

Se utilizó el estadígrafo “r” de Pearson, ya que es un método de correlación para variables medidas por intervalos o razón y para relaciones lineales.

Siendo así calculamos teniendo las de las puntuaciones obtenidas en una muestra en dos variables.

Siempre que se ofrezcan índices de correlación deberá indicarse su significatividad estadística, el N con el que han sido obtenidos y la cuantía de los mismos. La interpretación de los valores de los índices de correlación se determinó según la escala propuesta por Hernández, et al. (2010 p. 312).

Cociente	Tipo de correlación
-1,00	Correlación negativa perfecta
-0,90	Correlación negativa muy fuerte
-0,75	Correlación negativa considerable
-0,50	Correlación negativa media
-0,25	Correlación negativa débil
0,00	No existe correlación alguna entre las
+0,25	Correlación positiva débil
+0,50	Correlación positiva media
+0,75	Correlación positiva considerable
+0,90	Correlación positiva muy fuerte
+1,00	Correlación positiva perfecta



De acuerdo con la tabla mostrada, el valor del coeficiente de correlación de Pearson es $r = 0,67$. Entonces el grado de correlación

Correlaciones

		costos de operaciones unitarias en la construcción de la chimenea con Alimak (\$/m)	ventilación de las labores del nivel 4230 Compañía Minera Kolpa (m ³ /min aire)	Índice de seguridad
costos de operaciones unitarias en la construcción de la chimenea con Alimak (\$/m)	Correlación de Pearson	1		0,067
	Sig. (bilateral)		,0006.	.
	N	2	2	2
ventilación de las labores del nivel 4230 Compañía Minera Kolpa (m ³ /min aire)	Correlación de Pearson	0,067	1	1
	Sig. (bilateral)	,036		,0004.
	N	2	2	2
Índice de seguridad	Correlación de Pearson	,0004	,0036	1
	Sig. (bilateral)	.	.	.
	N	2	2	2

** . La correlación es significativa en el nivel 0,67 (2 colas).

positiva media, por lo que podemos afirmar que existe correlación entre las variables costos de operaciones unitarias en la construcción de la chimenea con Alimak (\$/m), ventilación de las labores del nivel 4230 Compañía Minera Kolpa (m³ /min aire) y Índice de seguridad

De tal manera el nivel de significancia es (0,67, 0,006, 0,36) son menores y mayores del valor 0,05, entonces se dice que el coeficiente es significativo en el nivel de 0,05 (95 %) de confianza en que la correlación sea verdadera y 5 % de probabilidad de error; y se rechaza la hipótesis nula.

4.3. Discusión de resultados

- Para la construcción de infraestructura acorde a la magnitud de las operaciones; parte de esa infraestructura es la ejecución de la CH-RC 081, la misma que permitirá mejorar el circuito de ventilación, además de mejorar las condiciones operacionales y ambientales.
- De los cuadros anteriores no se evidencia déficit de cobertura en aire de ingreso a mina con respecto a la necesidad de aire dentro de mina.
- La mina está funcionando actualmente con un ingreso de aire de 10,015 m³/min (353,680 cfm), para una producción actual de 960 Tn/día; de acuerdo al D.S. 023 - E.M. la mina debería tener una cobertura igual o mayor al 100 %, que equivale a un ingreso de 7,159 m³/min (287,770 cfm); comparando datos de ingreso y requerimiento de aire, se tiene una cobertura de 121 % de aire, cobertura aceptable dentro de la normativa vigente.
- En la ejecución de la chimenea 081 no se tuvo ingreso de aire natural, en donde se tomó ventilación forzada con un ventilador de 30 000 CFM para el avance del proyecto chimenea 081.
- Se capta el aire fresco en el Bay Pass 767 oeste para ensuflar aire fresco para el avance del proyecto chimenea 081, y el retorno de aire contaminado se evacua por el mismo bay pass 767 Este, hacia la chimenea 327 que llega hasta superficie. positiva media, por lo que podemos afirmar que existe correlación entre las variables costos de operaciones unitarias en la construcción de la chimenea con Alimak (\$/m), ventilación de las labores del nivel 4230 Compañía Minera Kolpa (m³ /min aire) y Índice de seguridad.

CONCLUSIONES

1. La construcción de la chimenea con Alimak influye significativamente en el mejoramiento del sistema de ventilación en las labores ya que antes de la construcción de la chimenea se tenía una cobertura inicial del 71% y se empleaban 15 ventiladores, después de ejecutada la chimenea Alimak 081, se obtiene una cobertura de 121%, cobertura aceptable dentro de la normativa vigente, además se reduce a 10 el número de ventiladores.
2. En la compañía minera Kolpa, en las labores del nivel 4230, el ingreso de aire fresco es de 10,015 m³/min (353,680 cfm), y la salida de aire es 10,148 m³/min (358,381cfm) mediante la construcción de la chimenea 081 la evacuación de aire viciado es significativo donde hay un superávit de 21 %.
3. Los costos de operaciones unitarias en la construcción de la chimenea (\$/m) con Alimak son óptimos ya que se refleja en un ahorro de 30,307.07 \$/mes. El costo del proyecto asciende a US \$ 901,468.17 y el tiempo de ejecución es de 6 meses.

RECOMENDACIONES

1. Realizar construcciones de chimeneas con Alimak por que la preparación del trabajo es muy reducido y no necesita un nivel de acceso superior para su ejecución
2. Realizar en forma continua los siguientes trabajos: efectuar la evaluación de los circuitos de ventilación, conocer el balance de los flujos, determinar las caídas de presión, determinar las condiciones termo-ambientales y proyectas las mejoras del caso en todas las minas polimetálicas del Perú y del mundo.
3. Los costos por el sistema convencional se reducen, siendo un costo mayor con equipos Alimak, se recomienda trabajar con estos equipos ya que el tiempo es más corto y muy eficiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB, A. (2003). Alimak Raise Cimbler. Suecia: SE-931 27 Skelleftea.
- Caterpillar “Manual de Rendimiento de equipos Alimak” Ed. 27 Ed. Caterpillar INC. Illinois – 1996.
- Córdova Rojas D. “Curso de Mecánica de Rocas en Minería y Obras Civiles II”, UNI – Lima Perú 2001.
- Cuadro, L Curso de Laboreo de Minas Editorial Fundación Gómez Pardo Madrid. 1984.
- Hernández R., Fernández C., Baptista M. (2010). “Metodología de la investigación” Quinta edición. Editorial Mc Graw Hill
- Hernández Sampieri, Roberto, “Metodología de la investigación” cuarta edición Mc Graw Hill Abril México 2006.
- Konya, C., & Albarran N., E. (2017). Diseño de voladuras. Estados Unidos.
- Lopez, C. (1998) “ Manual de Ingeniería De Túneles”, Instituto Técnico superior de ingenieros de minas. Madrid.
- López G. C. et. al. “Manual de túneles y obras subterráneas”, ed. Entorno gráfico, S.L. Madrid – 1997.
- Machitecno. (2002). Importación y comercialización de máquinas y equipos para la minería y metalmecánica. Portugal. Qual Albatroz.
- Madrid, U. P. (2007). Libro de diseño de explotaciones e infraestructura subterránea. Madrid.
- Maldonado L. (2015). “Estudio geomecánico de la mina Parcoy. Superintendencia de Geomecánica”, Consorcio Minero Horizonte S.A.
- OAMMERT A., LIRA F., and MOLLINELLI A. (2007) "Panorama de la Minería en el Perú- OSINERGMIN".

Palmstrom, A. (2002), "Caracterización de Macizos Rocosos mediante el RMR y sus aplicaciones en mecánica de Rocas". Madrid.

Pablo J. (2011) "Ventilación de minas subterráneas y túneles" Lima, septiembre.

PÉREZ M. (2008), "Manual de geomecánica en minería subterránea".

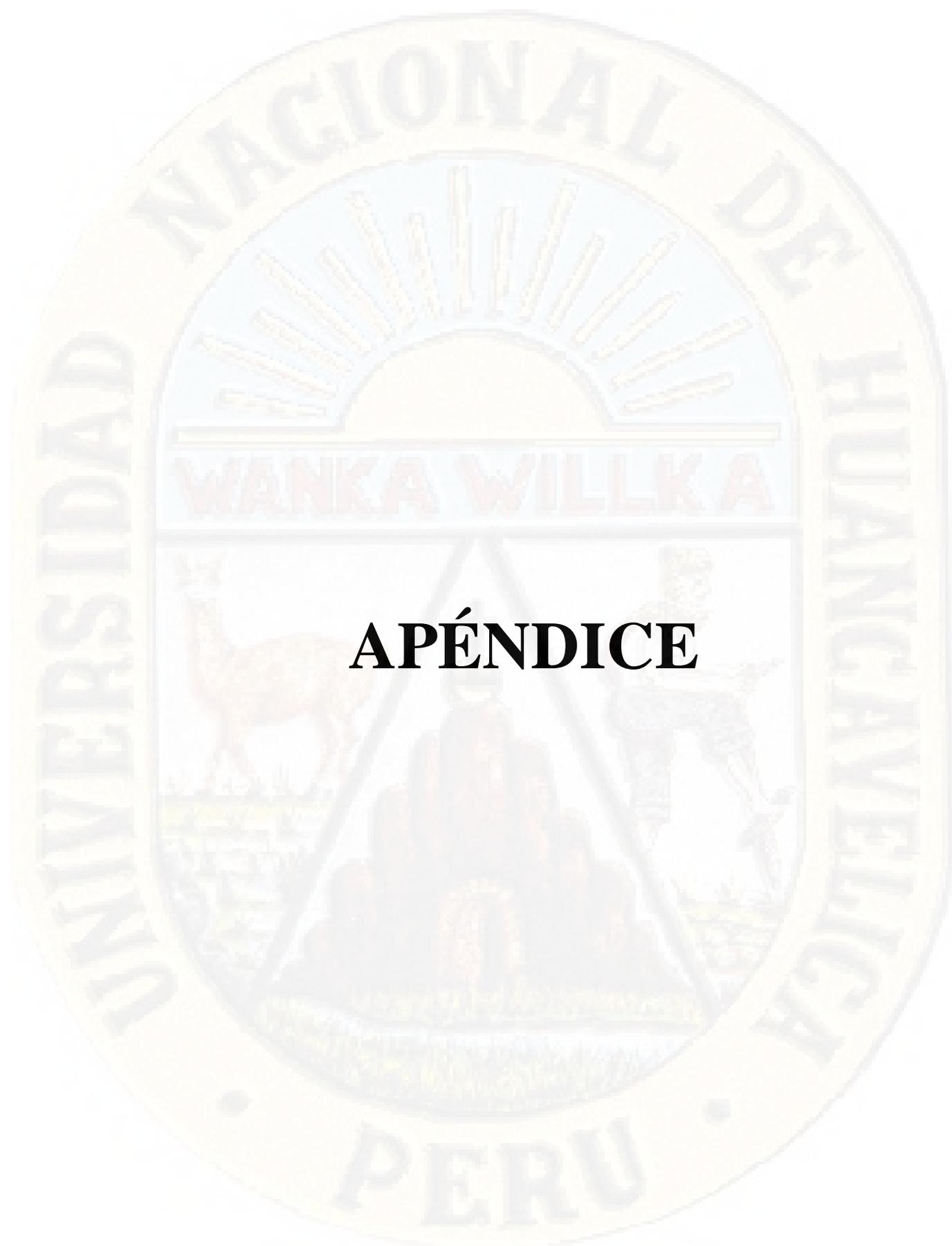
Serna T. (2012). Guía metodológica de seguridad para proyectos de ventilación de minas. Chile.

Servicio nacional de geología y minería (2008) "Guía metodológica de seguridad para proyectos de ventilación de". Chile. consulta: 14 de setiembre deL 2014.

Ramírez, J. (2006) Parámetros geomecánicas para sostenimiento en minería subterránea. Trabajo técnico presentado por el departamento de planeamiento de minera Catalina Huanta.

Ramírez Huiman J. "Sostenimiento2, Chaparra setiembre – 2005.

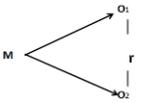
Tapia Gómez, Ana Edición UPC. Topografía subterránea para minería y obras - 2003.



APÉNDICE

MATRIZ DE CONCISTENCIA

INFLUENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA CHIMENEA 081 CON ALIMAK PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN DE LAS LABORES DEL NIVEL 4230 COMPAÑÍA MINERA KOLPA S.A. – HUACHOCOLPA HUANCVELICA 2018

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL: ¿Cuál es la influencia en la construcción de la chimenea 081 con Alimak para el mejoramiento del sistema de ventilación de las labores del Nivel 4230 Compañía Minera Kolpa S.A.- Huachocolpa Huancavelica 2018?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS: a). ¿Cuál será el caudal de evacuación del aire viciado en m³/s para el mejoramiento del sistema de ventilación de las labores del Nivel 4230 mediante la construcción de la chimenea 081 con Alimak Compañía Minera</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Determinar la influencia en la construcción de la chimenea 081 con Alimak para el mejoramiento del sistema de ventilación de las labores del Nivel 4230 Compañía Minera Kolpa S.A.- Huachocolpa Huancavelica 2018</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS. a). Determinar el caudal de evacuación del aire viciado en m³/s para el mejoramiento del sistema de ventilación de las labores del Nivel 4230 mediante la construcción de la chimenea 081 con Alimak Compañía Minera Kolpa S.A.- Huachocolpa</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL: La construcción de la chimenea 081 con Alimak influye significativamente para el mejoramiento del sistema de ventilación de las labores del Nivel 4230 Compañía Minera Kolpa S.A.- Huachocolpa Huancavelica 2018</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS: a). La cantidad de evacuación del aire viciado en m³/s genera resultados significativos para el mejoramiento del sistema de ventilación de las labores del Nivel 4230 mediante la</p>	<p>Independiente construcción de la Chimenea 081 con Alimak</p> <p>Dependiente Sistema de Ventilación de labores.</p>	<p>Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de Investigación: Descriptivo y explicativo.</p> <p>Método: Científico</p> <p>Diseño:</p> <div style="text-align: right;">  <pre> graph TD M --> r1 M --> r2 r1 --> O1 r2 --> O2 </pre> </div> <p>Donde: M: Muestra</p> <p>O1: Análisis técnico para la construcción de la chimenea</p> <p>O2: Sistema de Ventilación de labores.</p> <p>r: Relación</p> <p>Población: Macizo rocoso de la mina Kolpa.</p>

<p>Kolpa S.A.- Huachocolpa Huancavelica 2018?</p> <p>b). ¿Cuál será el costo óptimo en la construcción por metro lineal de la Chimenea 081 con Alimak para el mejoramiento del sistema de ventilación de las labores del Nivel 4230 Compañía Minera Kolpa S.A.- Huachocolpa Huancavelica 2018?</p>	<p>Huancavelica 2018.</p> <p>b). Determinar el costo óptimo en la construcción por metro lineal de la Chimenea 081 con Alimak para el mejoramiento del sistema de ventilación de las labores del Nivel 4230 Compañía Minera Kolpa S.A.- Huachocolpa Huancavelica 2018.</p>	<p>construcción de la chimenea 081 con Alimak Compañía Minera Kolpa S.A.- Huachocolpa Huancavelica 2018.</p> <p>b). El costo óptimo en la construcción por metro lineal de la Chimenea 081 con Alimak influye significativamente en el mejoramiento del sistema de ventilación de las labores del Nivel 4230 Compañía Minera Kolpa S.A.- Huachocolpa Huancavelica 2018.</p>	<p>Muestra:</p> <p>Macizo rocoso para la construcción de la chimenea 081 con equipos Alimak Nivel 4230 Veta Bienaventurada.</p> <p>Muestreo:</p> <p>Criterios geomecánicos, Análisis técnico.</p> <p>Interpretación de los valores de RMR Bieniawski, 1989(Roca muy Buena I, Roca Buena II, Roca Regular III, Roca Mala IV y Roca muy Mala V).</p>
--	--	---	--

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	2018												2019				
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	
1. Elaboración del plan de tesis.	X	X	X														
2. Elaboración y validación de instrumentos				X	X												
3. Toma de datos						X	X										
4. Tratamiento de datos								X	X								
5. Análisis de datos										X	X						
6. Resultados, contrastación de hipótesis y formulación de conclusiones											X	X	X				
7. Revisión general.												X	X				
8. Elaboración de informe final														X	X	X	

PRESUPUESTO

➤ Potencial humano:

02 tesis	S/. 3 200
----------	-----------

➤ Recursos materiales:

- Bienes

(Bibliografía, computadora, calculadora, software y útiles de escritorio)	S/. 1 000
---	-----------

- Servicios

(Copias fotostáticas, útiles de escritorio, impresiones, internet, pasajes y refrigerios).	S/. 1 600
--	-----------

➤ Total presupuesto:

S/. 5 800

PANEL FOTOGRAFICO



Figura 35 Punto de monitoreo en la Chimenea 081

Fuente: Elaboración propio



Figura 36 Instalación del Equipo Alimak

Fuente: Elaboración propio



Figura 37 Equipos de seguridad para la Construcción de la chimenea 081 con Alimak

Fuente: Elaboración propio



Figura 38 Zona de conexión proyectada

Fuente: Elaboración propio

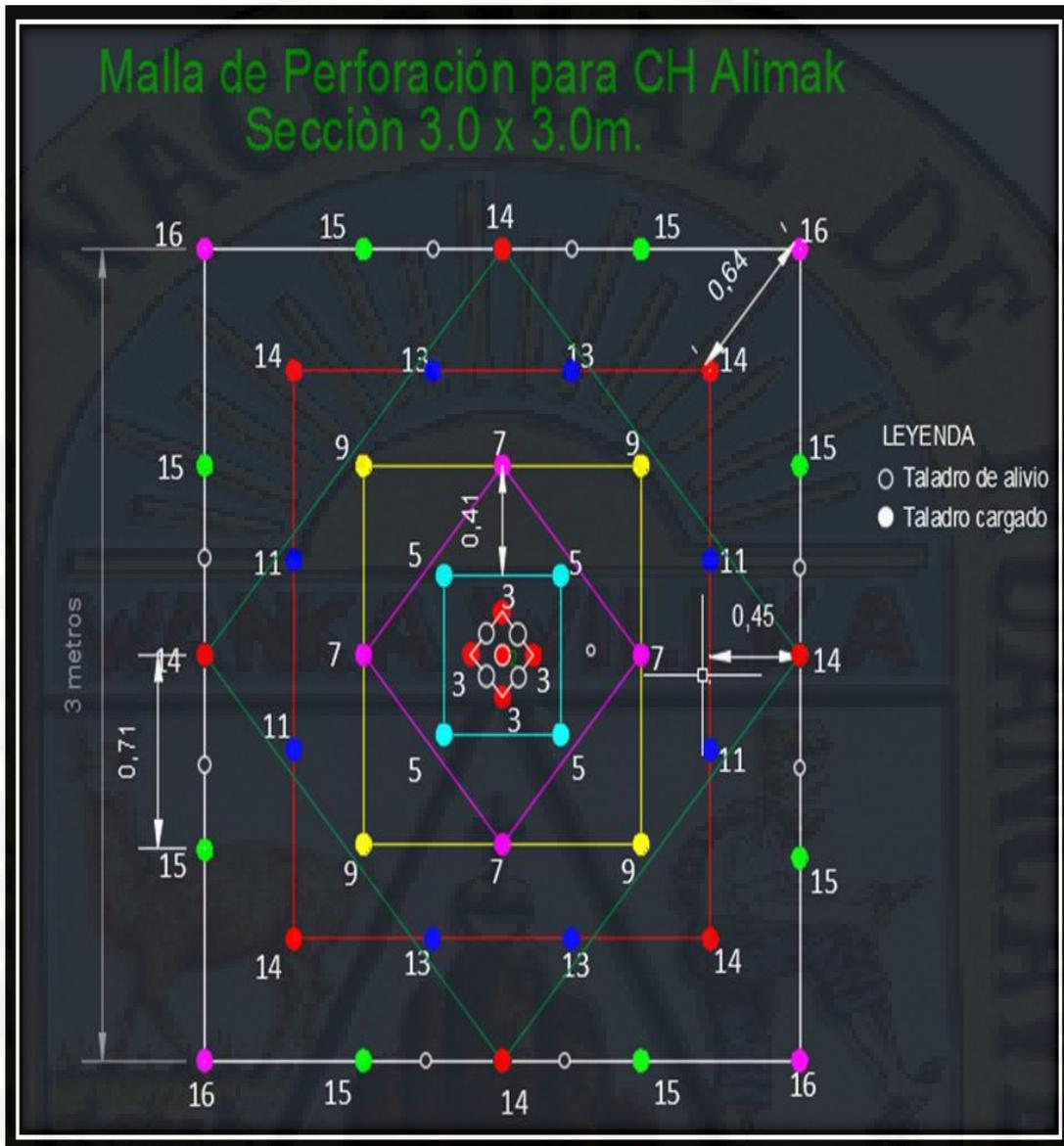


Figura 39 Diseño conceptual del camino metálico

Fuente: Elaboración propio

TALADROS Ø36 mm	N° DE TALADROS	DIMENSIÓN DE EMULSION 3000	CARTUCHOS POR TALADRO	TOTAL CARTUCHOS 1 1/4" X 12"	KILOS DE EXPLOSIVO
ARRANQUE	1	1 1/4" X 12"	7	7	1.86
ARRANQUE	4	1 1/4" X 12"	7	28	7.45
1º AYUDAS	4	1 1/4" X 12"	7	28	7.45
2º AYUDAS	4	1 1/4" X 12"	7	28	7.45
3º AYUDAS	4	1 1/4" X 12"	7	28	7.45
AYUDAS DE CONTORNO 1	4	1 1/4" X 12"	7	28	7.45
AYUDAS DE CONTRONO 2	4	1 1/4" X 12"	7	28	7.45
CONT. MEDIOS-HOMBROS	8	1 1/4" X 8"	7	56	14.9
CONTORNO	8	1 1/4" X 8"	7	56	14.9
ESQUINAS	4	1 1/4" X 8"	7	28	7.45
TOTALES	45			315	83.81
ALIVIOS DE ARRANQUE	08				

Figura 40 Explosivos utilizados en cada disparo para 8 ft

Fuente: Elaboración propio

Tabla 15 Monitoreo de gases de mina ZONA SE

FECHA	HORA	NIVEL	LABOR	GASES				
				O2 %	CO ppm	H2S ppm	NO ppm	CO2 %
16-nov	11:10	SUPERFICIE	RP-2	20.8	10	0	0	0
	11:56	4555	BP-570-E	20.8	11	0	0.6	0.1
	12:01	4555	TJ-663	20.8	12	0	0.6	0.12
	12:30	4480	BP-092	20.8	9	0	0.7	0
	2:51	4480	CH-071	20.8	12	0	0.6	0.09
	3:40	4430	CX-158-NW	20.8	13	0	0.4	0.12
17-nov	10:20	4380	GL-505-E	20.8	12	0	0	0.08
	10:30		RP-141	20.8	22	0.6	0.7	0.13
	10:40	4330	BP-890-E	20.8	27	0	0.5	0.11
	11:00	4330	GL-148-E	20.8	20	0	0.4	0.1
	11:10	4330	CX-480-N	20.8	18	0	0.7	0.09
	11:15	4330	CX-417	20.8	16	0	0	0.07
	11:40		RP-224	20.8	12	0	0.6	0.05
	11:57	4330	BP-801	20.8	7	0	0.7	0.03
	12:05	4230	BP-179-W	20.8	4.7	0	0.5	0.13
	2:00		RP-952	20.8	7	0	0.5	0.05