

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



T E S I S

**Construcción de chimenea e implementación de ventiladores para
optimizar el sistema de ventilación del nivel 1360 en la mina
Chalhuane**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero de Minas**

Autor:

Bach. Jhoseb Ronaldo TORRES ORTEGA

Asesor:

Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA

Cerro de Pasco - Perú - 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



T E S I S

**Construcción de chimenea e implementación de ventiladores para
optimizar el sistema de ventilación del nivel 1360 en la mina
Chalhuane**

Sustentada y aprobada antes los miembros del jurado:

Ing. Toribio GARCIA CONTRERAS
PRESIDENTE

Mg. Silvestre Fabián BENAVIDES CHAGUA
MIEMBRO

Mg. Luis Alfonso UGARTE GUILLERMO
MIEMBRO



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

Facultad de Ingeniería de Minas

Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas

"Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana"



Firmado digitalmente por CONDORE SURICHACQUE Santa Silvia FAU
20190605048 soft
No soy el autor del documento
07.07.2025 19:22:08 -05:00



INFORME DE ORIGINALIDAD N° 018-2025

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el Software Turnitin Originality, que a continuación se detalla:

Presentado por:

Bach. Jhoseb Ronaldo TORRES ORTEGA

Escuela de Formación Profesional
Ingeniería de Minas

Tipo de trabajo:

Tesis

Título del trabajo

"Construcción de Chimenea e Implementación de Ventiladores para Optimizar el Sistema de Ventilación del Nivel 1360 en la Mina Chalhuane"

Asesor:

Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA

Índice de Similitud: **28 %**

Calificativo

APROBADO

Se adjunta al presente el informe y el reporte de evaluación del software similitud.

Cerro de Pasco, 7 de julio de 2025,

Sello y Firma del responsable
de la Unidad de Investigación

DEDICATORIA

Al Divino Hacedor, por iluminar mi camino y logros que siempre me permite; en memoria de mi padre, a mi madre por sus orientaciones en mi formación profesional y a mis hermanas, ellas siempre me estimularon mis debilidades.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a todos los docentes del Programa de Formación Profesional de ingeniería de Minas, por los conocimientos, aportes y experiencias compartidas durante mi formación profesional.

A los profesionales de la mina Chalhuane, por su colaboración e informes compartidos que mediante ello pude concluir el presente trabajo, finalmente a mis colegas por las informaciones vertidas que hizo que se plasme la investigación.

RESUMEN

El trabajo de investigación “Construcción de Chimenea e Implementación de Ventiladores para Optimizar el Sistema de Ventilación del Nivel 1360 en la Mina Chalhuane”.

La investigación se ha desarrollado con el objetivo de optimizar el sistema de ventilación del nivel 1360 de la mina Chalhuane mediante la ejecución de una chimenea y la implementación de ventiladores; para lograr el objetivo primeramente se ha tomado información de los parámetros de la ventilación inicial, luego se realizó los cálculos de requerimiento del caudal del aire para determinar la capacidad de los ventiladores; una vez concluida la chimenea e instalada los ventiladores axiales de 38 000 CFM de inyección y otra de 17 000 CFM de extracción en el nivel 1410 y 1360 respectivamente. Se ha tomado información de los nuevos valores de los parámetros para relacionar y comparar los resultados. La investigación propone aplicar un nuevo diseño de sistema de ventilación para generar una mejor calidad de aire, dispersión de gases en menor tiempo, incrementar la cantidad de oxígeno en el aire, mejorar la velocidad del aire con la finalidad de mejorar el sistema de ventilación inicial.

Optimizado el sistema de ventilación se vio reflejado en los resultados del incremento de la velocidad del aire 11.68 m/min. a 31.21 m/min., la temperatura ambiente se minimizo de 30.0 °C a 18.45 °C, la presencia del oxígeno en el aire se mejoró de 18.4 % a 21.8 %, la presencia del dióxido de carbono se minimizo de 10 470 ppm. a 1430 ppm. Considerando estadísticamente la velocidad del aire se incrementó en 167 %, la temperatura se menoró en un 61.50 %, la presencia del oxígeno en el aire se incrementó en un 3.4 %, la presencia del dióxido de carbono se tiene una disminución de más del 500 %. Todos estos valores alcanzados son bastante significativos por lo que podemos

concluir que la construcción de una chimenea y la implementación de ventiladores a optimizado el sistema de ventilación del nivel 1360 en la mina Chalhuane.

Palabras clave: Ventilación, Chimenea, Ventiladores.

ABSTRACT

The research work “Construction of Chimney and Implementation of Fans to Optimize the Ventilation System of Level 1360 in the Chalhuane Mine”.

The research has been developed with the objective of optimizing the ventilation system at level 1360 of the Chalhuane mine by building a chimney and implementing fans; To achieve the objective, information was first taken on the parameters of the initial ventilation, then the air flow requirement calculations were carried out to determine the capacity of the fans; once the chimney is completed and the 38,000 CFM injection axial fans and another 17,000 CFM extraction fan are installed at level 1410 and 1360 respectively. Information has been taken from the new parameter values to relate and compare the results. The research proposes to apply a new ventilation system design to generate better air quality, disperse gases in less time, increase the amount of oxygen in the air, improve air velocity with the aim of improving the initial ventilation system.

Optimized the ventilation system was reflected in the results of the increase in air speed of 11.68 m/min. at 31.21 m/min., the ambient temperature was minimized from 30.0 °C to 18.45 °C, the presence of oxygen in the air was improved from 18.4% to 21.8%, the presence of carbon dioxide was minimized from 10,470 ppm. at 1430 ppm. Statistically considering the speed of the air increased by 167%, the temperature decreased by 61.50%, the presence of oxygen in the air increased by 3.4%, the presence of carbon dioxide decreased by more than 500%. . All these values achieved are quite significant so we can conclude that the construction of a chimney and the implementation of fans has optimized the ventilation system of level 1360 in the Chalhuane mine.

Keywords: Ventilation, Chimney, Fans.

INTRODUCCIÓN

La finalidad del proyecto de investigación: “Construcción de Chimenea e Implementación de Ventiladores para Optimizar el Sistema de Ventilación del Nivel 1360 en la Mina Chalhuane”, es de mejorar el sistema de ventilación de uno de los niveles de la mina Chualhuane, también concluir que con la construcción de una chimenea para la ventilación y la implementación de ventiladores se logra alcanzar los objetivos previstos.

En todo el desarrollo del proyecto se considera en el capítulo primero se puede leer como se identifica y determina el problema, se describe como es la delimitación, seguidamente se propone la formulación del problema, los objetivos, finalmente se considera la justificación y limitación de la investigación.

En el capítulo segundo se puede encontrar los antecedentes del estudio, los fundamentos teóricos, la proposición de las hipótesis, la identificación de las variables y finalmente la operacionalización de las variables, la primera parte nos permite profundizar el conocimiento para el desarrollo de la investigación. En el capítulo tercero, se aclara las técnicas de investigación, Tipo, nivel, métodos y diseño.

En el capítulo cuarto se expone todo el trabajo de campo para luego analizarlo teniendo como información previa los parámetros y características de la ventilación; consecuentemente con los resultados obtenidos se demuestra las hipótesis planteadas; finalmente se realiza la discusión de resultados, relacionando los rendimientos e indicadores de acuerdo con las muestras de campo.

ÍNDICE

Página.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación	2
1.3.	Formulación del problema.....	13
1.3.1.	Problema general	13
1.3.2.	Problemas específicos	13
1.4.	Formulación de Objetivos	13
1.4.1.	Objetivo General	13
1.4.2.	Objetivos específicos.....	14
1.5.	Justificación de la investigación.....	14
1.6.	Limitaciones de la investigación	15

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	16
2.2.	Bases teóricas científicas.....	19
2.3.	Definición de términos básicos	37
2.4.	Formulación de Hipótesis.....	39
2.4.1.	Hipótesis general	39
2.4.2.	Hipótesis específicas	39
2.5.	Identificación de variables.....	39
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	40

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACION

3.1.	Tipo de investigación	41
3.2.	Nivel de investigación	41
3.3.	Métodos de investigación.....	41
3.4.	Diseño de investigación.....	42
3.5.	Población y muestra	42
3.6.	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	42
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	43
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	44
3.9.	Tratamiento Estadístico	44
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica.	44

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo	45
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	72
4.3.	Prueba de hipótesis.....	81
4.4.	Discusión de resultados	82

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INDICE DE FIGURAS

	Página.
Figura 1. Ubicación de la minera Chalhuanne	4
Figura 2. Plano de Geología Regional.....	7
Figura 3. Plano de Geología Local	8
Figura 4. Método de corte y relleno ascendente	10
Figura 5. Duración de horas capacitadas al personal	50
Figura 6. Malla de perforación - Chimenea 4x8.....	52
Figura 7. Circuito de ventilación	67
Figura 8. Velocidad del aire inicial	73
Figura 9. Temperatura inicial	73
Figura 10. Porcentaje de oxígeno	74
Figura 11. Dióxido de carbono.....	74
Figura 12. Velocidad del aire optimizada.....	75
Figura 13. Temperatura optimizada	76
Figura 14. Porcentaje de oxígeno optimizado	76
Figura 15. Dióxido de carbono optimizado.....	77
Figura 16. Relación de la velocidad de aire	78
Figura 17. Relación de la temperatura.....	79
Figura 18. Relación del oxígeno.....	80
Figura 19. Relación de ventilación en dióxido de carbono	80

INDICE DE TABLAS

	Página.
Tabla 1. Acceso a la mina.....	4
Tabla 2. Equipos de Operación	11
Tabla 3. Composición del aire seco.....	21
Tabla 4. Clasificación de gases	22
Tabla 5. Efectos del monóxido de carbono	22
Tabla 6. Efectos del sulfuro de hidrogeno.....	23
Tabla 7. Efectos del dióxido de nitrógeno.....	24
Tabla 8. Efectos del Anhídrido sulfuroso.....	24
Tabla 9. Efectos del dióxido de carbono	25
Tabla 10. Operacionalización de variables.....	40
Tabla 11. Programa de tareas para realizar el proyecto.....	47
Tabla 12. Implementación del EPP para progreso del proyecto	48
Tabla 13. Equipos utilizados para progreso del proyecto.....	48
Tabla 14. Materiales utilizados para mejorar el proyecto	49
Tabla 15. Entrenamiento para la edificación de la chimenea.....	50
Tabla 16. Parámetros de perforación.....	51
Tabla 17. Parámetros de perforación.....	52
Tabla 18. Eficiencia de perforación.....	53
Tabla 19. Descripción de los explosivos y sus accesorios	53
Tabla 20. Tarjeta técnica Emulnor	53
Tabla 21. Ficha técnica de Carmex	54
Tabla 22. Tarjeta técnica de la Mecha Rápida Z-18.....	54
Tabla 23. Operaciones de la Chimenea 386	55
Tabla 24. Caudal de aire por persona	64
Tabla 25. Caudal de aire por maquinaria.....	65
Tabla 26. Límites para agentes químicos	65
Tabla 27. Base de datos del monitoreo inicial.....	72
Tabla 28. Base de datos del monitoreo optimizado.....	75
Tabla 29. Relación de Resultados del sistema de ventilación	82

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

La ventilación en la minería subterránea se refiere al procedimiento de emisión de un flujo de aire significativo y requerido para generar condiciones laborales ideales que permitan a los empleados mantener un ambiente confortable, limpio y libre de gases. La ventilación se lleva a cabo para garantizar un flujo de aire para todas las actividades, por lo que es esencial que la mina cuente con dos puestos de acceso distintos.

En las tareas a las que solo pueden acceder, por ejemplo, la habilitación de una labor ciega que solo tiene un acceso por lo que es necesario ventilar con ayuda de un ventilador con manga de ventilación, el ventilador se coloca en la entrada de la labor y la manga de ventilación debe llegar al final de la labor, esta ventilación se conoce como secundaria, que es muy diferente a la que sería la ventilación natural.

Debido a los problemas que se presentan cuando se habilita el inicio de una nueva labor en un nivel que no tiene una ventilación óptima para realizar los procesos mineros, se observan problemas muy amplios que provocan molestias y reclamos de los trabajadores, en la situación en la que se encuentra el nivel 1360, el cual presenta problemas para el personal con la falta de oxígeno, el aumento de temperatura, la acumulación de gases y polvo, esto nos lleva a planificar un proyecto de ventilación para mejorar los problemas que se presentan en la labor y es necesario implementar un ventilador que disminuya los problemas cuando el personal se encuentre trabajando en la construcción de la chimenea que haga conexión con el nivel 1400 y así tener un flujo de aire considerable para que el oxígeno ingrese y permita que el personal de trabajo que se encuentra en el nivel 1360 pueda respirar sin preocupaciones, dispersar los gases de manera más rápida para no tener pérdidas por el tiempo ya que los gases son tóxicos y asfixiantes, deben de estar por debajo de los valores límites que nos indican las normas legales establecidas en el país y así poder seguir realizando y habilitar más labores de trabajo, también evitaremos provocar problemas futuros en la salud del personal.

1.2. Delimitación de la investigación

Minera Chalhuane

La mina Chalhuane cuenta con un depósito que se encuentra ubicada en la franja mineralizada de auríferos denominada Nazca – Ocoña, que cuenta con un conjunto de minas y proyectos auríferos de vetas estrechas con elevado valor aurífero.

En las unidades rocosas de batolito costeras, que en ocasiones están encajonadas por unidades metamórficas precámbricas y paleozoicas, los

depósitos poseen una naturaleza mesotermal y la mineralización alcanza una profundidad que supera el kilómetro en profundidad.

A pesar de que estos depósitos exhiben una producción limitada, algunos como San Juan de Chorunga ya han producido más de un millón de onzas, mientras que otros Torrecillas poseen un potencial similar a más de un millón de onzas.

Chalhuane exhibe un pasado complicado de actividad ígnea, hidrotermal y tectónica. Rocas ígneas como granodiorita, diorita y monzonitas han sido intruidas por diques aplíticos y lamprófidos. Se nota que en Chalhuane se presenta una marcada modificación hidrotermal en las rocas encajonantes, particularmente en el pórfido diurético, que presenta áreas con una elevada argillitización y una solidificación por tramo. El sistema hidrotermal en este sitio es significativo y merece consideración.

La compañía minera de Chalhuane explota utilizando el método de corte y relleno ascendente, un procedimiento que permite obtener bloques de mineral mediante cortes sucesivos de minería, cubriendo cada corte sucesivo con relleno detrítico.

A. Ubicación y Acceso

La empresa minera Chalhuane se ubica en el sector medio de la quebrada Chalhuane, en el distrito de Andaray, a un espacio de 12 kilómetros. al este de San Juan de Chorunga, ubicado en el departamento de Arequipa y en la región de Arequipa.

Su localización es: longitud Este 72°55'41.07", latitud Sur 15°54'40.72" y una altura que oscila entre 1300 y 2000 metros de altitud.

Las coordenadas UTM de la Mina son:

- N:8238100
- E:723800

como indica en la figura 1y la tabla 1.

Figura 1. Ubicación de la minera Chaluane



Fuente: departamento de geología

Tabla 1. Acceso a la mina

Ruta		Distancia	Tiempo
Lima – Ica – Nazca – Chala – Cerro de Arena – Ocoña – San Juan de Chorunga – Mina Chaluane	Ruta 1	852 Km	13.35 h

Fuente: Área de Geología Mina

Las vías de acceso al proyecto se realizan por la ruta: Lima - Ica – Nazca Chala - Cerro de arena – Ocoña – San Juan de Chorunga – Mina Chalhuane, Recorriendo una distancia de 852 kilómetros durante trece y media horas, siendo este trayecto por vía asfáltica y trocha carrózales como indica en la tabla 1

B. Reseña histórica

La empresa Minera Chalhuane es una nueva actividad clasificada como pequeño producto minero de oro mineral peruano, ubicada en el Departamento de Arequipa, en el distrito de Andaray. La obtención del mineral oxidado se realiza mediante el método de corte y relleno ascendente (Hustrulid y Bullock, 2001) en vetas estrechas en óxidos, y a menudo se observan altas leyes debido a la concentración y formación de numerosos sulfuros secundarios. La media de la ley minera es de 18-19 gr Au/t, con una producción mensual de 2.100 toneladas. La extracción del mineral se realiza en volquetes a la planta de beneficio de la UP Alpacay perteneciente a la Minera Yanaquihua SAC, a una distancia de 12 km.

En la actualidad, la energía se produce a través de generadores y compresores que utilizan combustible diésel (petróleo), le agua de la vertiente en valle alto y un lecho de río. Los recursos que se usan alcanzan a penas para las operaciones de las labores y las del campamento.

Para el crecimiento a mediano y largo plazo de la mina, es necesario explorar y descubrir nuevos recursos, expandir la infraestructura subterránea y abrir nuevos caminos de extracción.

El progreso de la región se beneficiará debido a que cerca del área de Chalhuane se encuentra un depósito porfíritico de cobre, cuya exploración y estudio incrementarán la necesidad para optimizar la infraestructura regional.

C. Geología regional

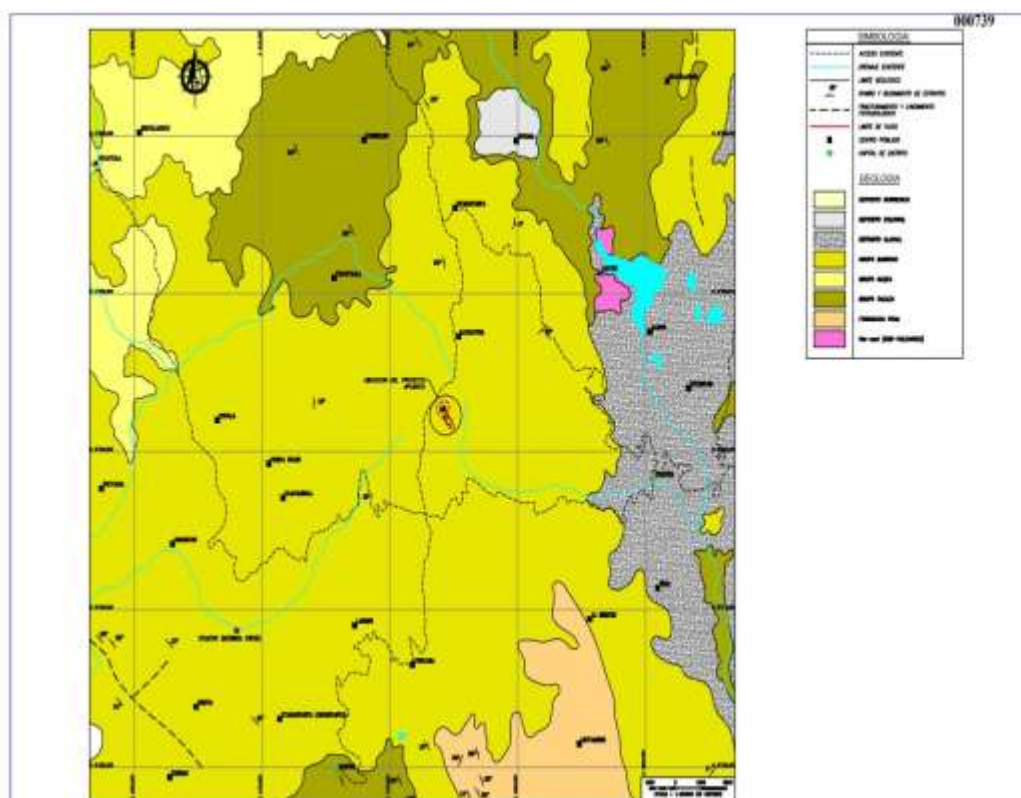
Se pueden identificar estructuras de deformación de naturaleza extensional y compresiva que se manifiestan como fallas, pliegues que regulan las unidades morfológicas fundamentales. Las principales fallas regionales que regulan la forma del territorio son:

- Falla Alto Condoroma-Caylloma
- Falla Cincha Lluta, Incapuquio
- Falla Islay
- Falla Ilo

Por lo general, las fallas y lineamientos mantienen una orientación andina, sin embargo, hay algunas que siguen una dirección Este-Oeste y NE-SO. El área del proyecto se ubica geográficamente en la cordillera occidental, concretamente en las cadenas volcánicas del sur de Perú. La estratigrafía regional abarca una secuencia de roca del grupo barroso y del grupo Tacaza, formada por rocas volcánicas principalmente formadas por lavas andesíticas y material aluvial y coluvial.

El valor del asunto geológico reside principalmente en su impacto en las condiciones hidrogeológicas que proporciona al proyecto, considerando que el entendimiento de la geología regional y local facilita la evaluación de la naturaleza de las formaciones rocosas. Además, estas formaciones geológicas pueden o no permitir el flujo del agua subterránea, según su litología y disposición física, tal como se muestra en la figura 2.

Figura 2. Plano de Geología Regional



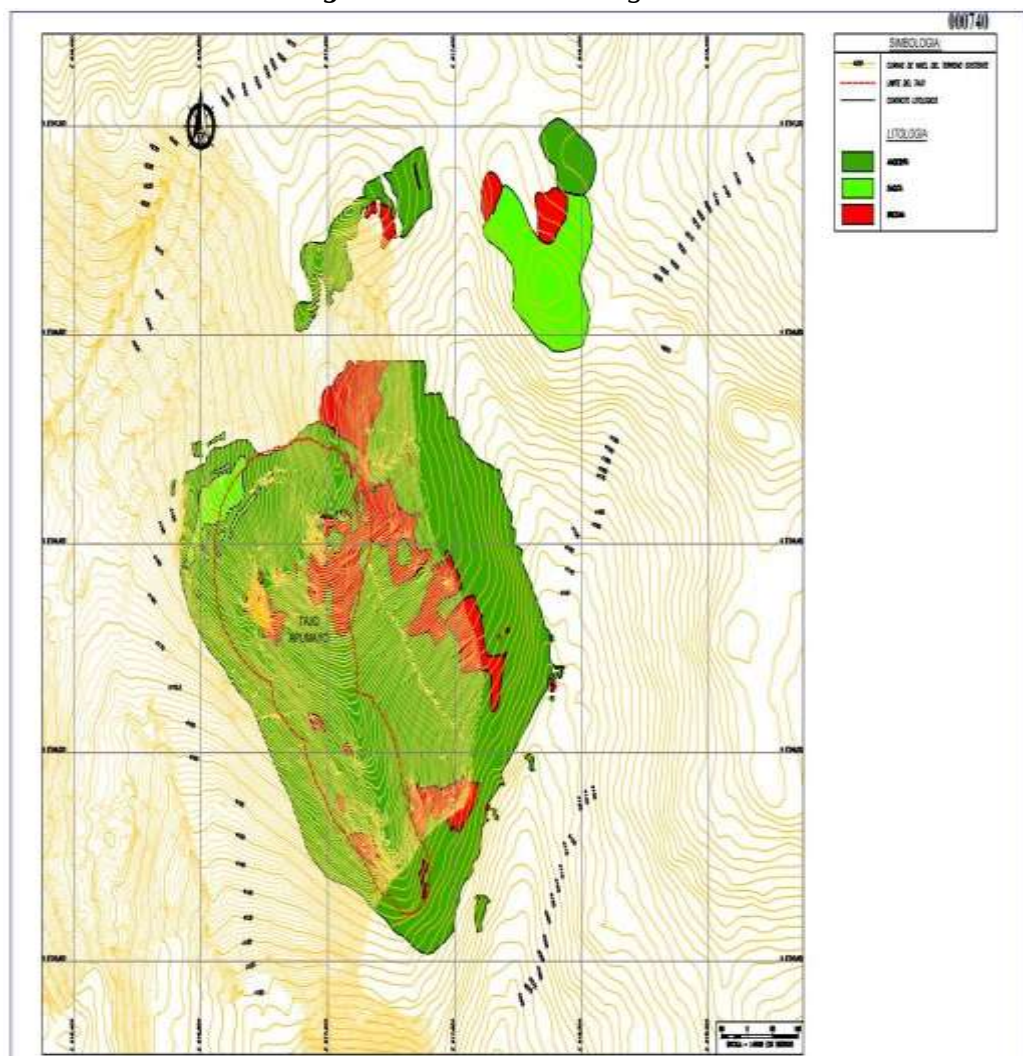
Fuente: Área de Geología Mina

D. Geología local

La mina Chalhuané está situada en una serie de rocas del grupo Barroso formada por andesita lávica y tufo fino, mientras que las brechas surgen en los cerros Huamanloma y Auqueato en forma de conos volcánicos piroclásticos ubicados en los granitoides del batolito costero de composición intermedia a ácida, tales como granodiorítica, dioríticas y metadioríticas, y con textura fanerítica y subhedral. Las vetas son portadoras de Au, con una dirección predominante NO - SE, con desplazamientos hacia el SW y flexiones hacia el NE; las fallas son de tipo normal - dextral e inverso - sinistral. Hasta 4 episodios de actividad tectónica pueden registrarse. Las vetas, con una potencia promedio de 0.30 metros, son de tipo rosario, siendo más notoria la estructura de tipo "echelon". La mineralización se compone

de al menos dos pulsos de cuarzo blanco - hialino, saturado con pirita diseminada I, junto con oro; otro pulso de cuarzo I - hialino, con pirita I, +/- calcopirita; luego con cuarzo II - hialino, pirita diseminada II con matizes de verde, calcopirita, +/- pirotita, oro; y finalmente con cuarzo II - hialino, pirita diseminada II con matizes de verde. Estas etapas se relacionan con Veta Sangre de Toro, Santa Rosa y El Viento en su respectivo orden. El oro está genéticamente vinculado a las fases intermedias y finales de la súper unidad Incahuasi. Es notable en las vetas Sangre de Toro, Santa Rosa, las modificaciones hidrotermales de tipo argílico, fílico y clorílico, tal como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Plano de Geología Local



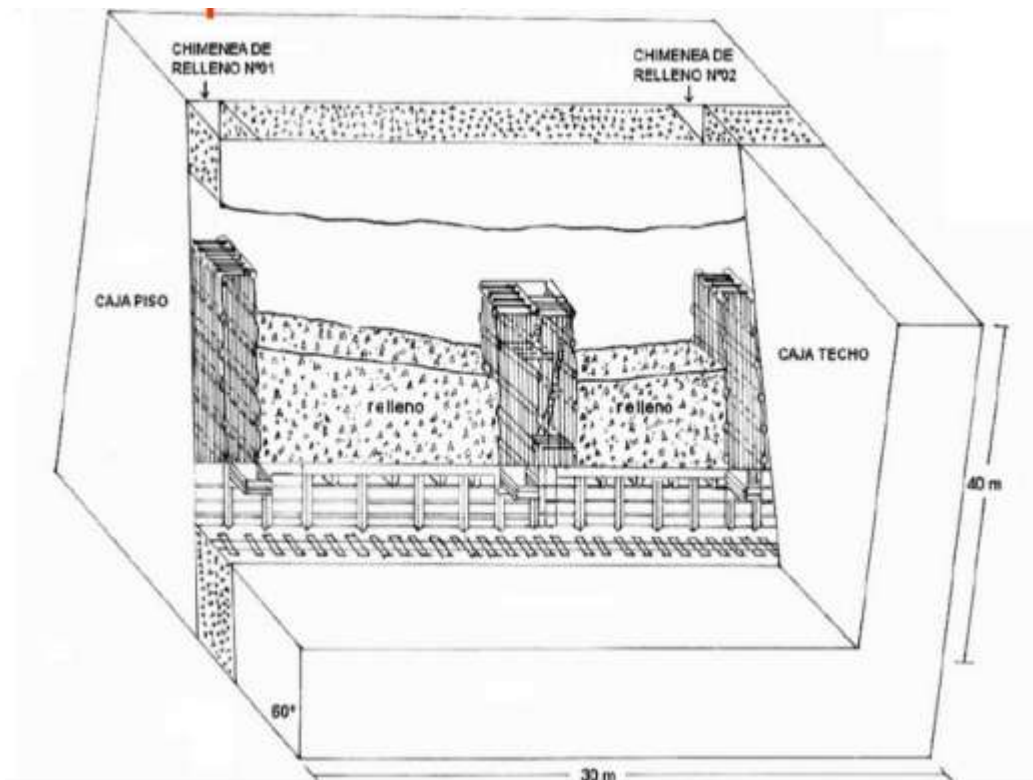
E. Método de explotación

La compañía minera de Chahuane explota utilizando el método de corte y relleno ascendente, un procedimiento que permite obtener bloques de mineral mediante cortes sucesivos de minería, cubriendo cada corte sucesivo con relleno detrítico.

La mano de obra se lleva a cabo manualmente, utilizando máquinas perforadoras jackleg (RNP) y las YT29, los trabajos se llevan a cabo mediante carretillas a pulso en dirección a los echaderos. Las tolvas de extracción se ubican en el nivel inferior. También se emplean carros U35 y locomotoras a batería que llevan a cabo la extracción a la superficie hasta la tolva de gruesos. La mina posee los siguientes equipos de trabajo para mantener su operación:

- Máquinas perforadoras jackleg y YT29
- Palas neumáticas cavo
- Carretillas
- Carros Mineros U35
- Locomotora a Batería
- Compresoras
- Grupos electrógenos •
- Ventiladores así como indica en la figura 4.

Figura 4. Método de corte y relleno ascendente



Fuente: Proporcionado por el área de Operaciones Mina

F. Perforación

En la minera Chalhuan, la perforación se realiza con 02 perforadoras jackleg YT29, el diámetro de perforación es de 39 mm. y longitud de barra de 8 pies, la perforación se realiza mediante el aire comprimido a 70 bares y agua; El barrido de detritus se lleva a cabo a través del uso de aire comprimido y agua, la malla utilizada se determina por la densidad de la roca, la densidad explosiva y la formación del macizo rocoso. El diseño de la malla de perforación es un elemento de gran relevancia, el resultado positivo de la voladura es la señal de una buena marcación de la malla y su adecuada perforación, durante la etapa de perforación se controla los rendimientos y las disponibilidades y la utilización de los equipos, también el tiempo de vida útil de los accesorios, las mallas a utilizar están en función de parámetros técnicos.

G. Voladura

- Para la iniciación de la carga explosiva se utiliza 01 cebo, 01 línea de detonadores no eléctricos, con tiempos medidos en retardos, posteriormente se carga con el anfo y para el amarre troncal se utiliza cordón detonante.
- El carguío del anfo en los taladros son manuales, se utiliza pistoletas a aire comprimido, el cebo constituye una dinamita de 80% u otra densidad, según las consideraciones del material a fragmentar.
- Luego se cierran los taladros con tacos de 0,4 m, y el chispeo se efectúa de manera tradicional empleando mechas lentas de seguridad de 8 pies con fulminante de N° 6.

H. Carguío y transporte

La actividad de carguío se realiza mediante palas eimco y el transporte se realiza con locomotoras a batería sobre rieles con la capacidad de 1.5 m3, respectivamente se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Equipos de Operación

UND	Equipos	Capacidad
01	Pala Neumática Eimco	1 m3
01	Carro minero	1,5 m3

Fuente: Área de Operaciones Mina

Perfil de la empresa

La misión de la Minera Chalhuane es la siguiente: "Somos una compañía que investiga y extrae mineral aurífero de forma segura, ecológica y socialmente responsable, utilizando normas y procesos que nos habilitan para ser productivos y lucrativos, impulsando el crecimiento socioeconómico sostenible de nuestros grupos de interés".

La visión de la Minera Chalhuane es la siguiente: "Obtener reconocimiento nacional e internacional como una compañía minera de oro responsable, eficaz y sostenible que respeta los estándares actuales en seguridad, salud laboral, medio ambiente y en sus obligaciones con la comunidad".

Los objetivos planteados por la minera Chalhuane son los siguientes:

- Cambiar la matriz energética de la mina a energía renovable.
- Implementación de una planta de procesamiento.
- Reducir los costos de operación para rentabilizar la operación.
- Implementar un plan de gestión ambiental que prevenga, mitigue y restaure de manera gradual el entorno modificado por las actividades, que comprende supervisar el agua, el aire y el sonido con el objetivo de evitar y atenuar posibles efectos.
- Comunicación del plan de contingencia para prevenir eventuales incidentes con individuos, entorno y con las comunidades adyacentes.
- Llevar a cabo instrumentos de administración social para la implementación y monitorización de los efectos producidos por las acciones del proyecto, que incluyen a las comunidades beneficiadas.

Sus valores que comprende la empresa son los siguientes:

1. Honestidad: actuar con honestidad y dedicación hacia la seguridad, el medio ambiente, la seguridad y las comunidades.
2. Integridad al aplicar las reglas, políticas y procedimientos establecidos.
3. Respeto: ser considerados y atentos con nosotros mismos y con nuestros compañeros.
4. Responsabilidad: realizando las cosas correctas para nuestros grupos de interés.
5. Empeño: esforzarnos para conseguir nuestras metas y objetivos.
6. Precaución: actuar proactivamente para evitar o prevenir accidentes.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Sera posible optimizar el sistema de ventilación del nivel 1360 con la construcción de una chimenea y la implementación de ventiladores en la mina Chalhuane?

1.3.2. Problemas específicos

- a.) ¿Con la construcción de una chimenea será posible optimizar el sistema de ventilación del nivel 1360 en la mina Chalhuane?
- b.) ¿Con la implementación de ventiladores será posible optimizar el sistema de ventilación del nivel 1360 en la mina Chalhuane?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Optimizar el sistema de ventilación del nivel 1360 con la construcción de una chimenea y la implementación de ventiladores en la mina Chalhuane.

1.4.2. Objetivos específicos

Con la construcción de una chimenea optimizar el sistema de ventilación del nivel 1360 en la mina Chalhuan.

Con la implementación de ventiladores optimizar el sistema de ventilación del nivel 1360 en la mina Chalhuan.

1.5. Justificación de la investigación

La construcción de nuevas labores mineras como parte de los procesos mineros y la implementación de ciertos equipos para mejorar las condiciones de trabajo dentro de una labor minera, lleva a las empresas mineras a programar o desarrollar proyectos en forma permanente para disponer en las labores condiciones de trabajo cumpliendo los estándares y normas legales que exigen para el desarrollo de una operación minera, para cumplir las normas y estándares muchas veces se requiere construir labores de servicio y también implementar equipos para optimizar los servicios de ventilación artificial de las labores mineras en términos de mayor control para las condiciones de trabajo, como también el incremento del oxígeno que se requiere para la operación de los equipos y del personal de una labor minera. Esto es posible desarrollando un estudio y análisis de cantidad de oxígeno, temperatura ambiente, presencia de gases y polvo en una determinada labor los resultados permitirán definir que labores construir y que equipos implementar para la optimización de la ventilación artificial tal que garantice una mayor condición de trabajo para los equipos y el personal.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar técnicamente la optimización de la ventilación del nivel 1360 al nivel 1400 de la minera Chalhuan. Así se pueda tener en la labor el oxígeno necesario, una

temperatura de ambiente, presencia de gases y la presencia mínima de polvo; ya que en la actualidad se tiene una deficiente ventilación en las labores mencionadas a falta de labores que creen el flujo de aire y ventiladores de mayor capacidad. De igual forma, este trabajo actúa como referencia y fuente de datos para el estudio de otras compañías mineras, así como para otras investigaciones similares.

1.6. Limitaciones de la investigación

Una de las posibles limitaciones de la investigación, es que la empresa posee poca información por tener labores recién en profundización y no se cuenta con proyectos similares por otra parte no se tiene ninguna limitación ya que la empresa facilita la investigación actual con el apoyo de personal técnico y los jefes del área.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Antecedentes nacionales

Portilla, R. (2015). De la Pontificia Universidad Católica del Perú, desarrolla su tesis “Propuesta técnica de mejora del sistema de ventilación principal de una operación minera subterránea polimetálica”. Para la optimización, analiza dos opciones de mejora; comienza con la edificación de dos chimeneas principales de gran diámetro y longitud que garantizan la necesidad de aire en la profundización del nivel principal, un trabajo de largo alcance y a largo plazo, luego mediante la eficiencia del trabajo de los ventiladores principales que cubra la demanda de aire de acuerdo con el requerimiento total de mina con fines de extracción, que obtienen una capacidad de extracción de 300 000 CFM. Estas mejoras consiguen disminuir el gasto operativo en más del 60% y reducen la cantidad de agentes químicos en el aire en un 30%.

- **Ramos, R. (2018).** De la Universidad Continental - Perú, presenta su tesis “Diseño del circuito de ventilación para evacuar los gases, humo y polvo en suspensión en las labores de la galería principal en la mina artesanal Aurex - Acopalca, Pasco”. Su hipótesis: El diseño del sistema de ventilación se basa en el volumen de gases, humo y polvo suspendidos que se deben evacuar durante las actividades de la galería principal. El estudio se lleva a cabo utilizando un método científico aplicado, de nivel descriptivo correlacional y de diseño cuasiexperimental. Para la población de estudio, toma en cuenta tareas de la mina artesanal Aurex y su muestra se compone de la galería principal. En conclusión, tiene dos opciones para evacuar los gases, la primera es incorporar las tareas a través de chimeneas y la segunda es que cada tarea requiere un ventilador de 6000 CFM, lo que implica un costo medio de los cuatro niveles de 1.967 \$/h. en promedio.

Antecedentes internacionales.

- **Rivera, G. (2016).** De la Universidad de Concepción de Chile sustenta su tesis “Análisis del Circuito de Ventilación Mediante Simulación con Ventsim de Una Mina Subterránea de Carbón Artesanal en la Provincia de Arauco, Región del Biobío” primero recopila antecedentes y datos para el estudio, en las labores subterráneas, para que pueda realizar una correcta implementación de la ventilación de la mina mediante el software de simulación, asimismo definir correctamente el circuito de ventilación existente, muy a pesar de las dificultades y limitaciones que conlleva la recopilación de datos en minería artesanal. La información recolectada posibilita la aplicación de un modelo tridimensional del caso de estudio. El

modelo logra con una desviación del 4.4% en comparación con las mediciones efectuadas en el lugar.

Concluye que el modelo elaborado fue suficiente para tratar el comportamiento del circuito de ventilación en el progreso de las tareas y el efecto en los flujos del sistema al finalizar una nueva conexión a superficie. El modelo de simulación determina que el sistema de ventilación satisface los flujos totales necesarios conforme a la legislación en vigor, tanto para las circunstancias presentes como para la situación futura, con un superávit del 20% sobre el caudal total necesario.

- **Valarezo, M. (2015).** De la Universidad de Azuay del Ecuador presenta su tesis “Diseño del sistema de ventilación en la concesión minera Cebral y diseño del sistema de desagüe en la concesión minera Zaruma – el Oro”, sustenta la definición de un sistema de ventilación apropiado, acorde a las demandas de la concesión minera Cebral, así como de un sistema de drenaje eficaz para la concesión minera R-Nivel, situadas en el distrito minero Zaruma - Portovelo. El diseño del sistema de ventilación considera varios parámetros técnicos y requisitos del personal para su diseño. Para ello, determina longitudes reales, caudal necesario y análisis de pérdidas, a través de cálculos matemáticos y su evaluación económica que considera crucial para el adecuado diseño de ventilación. A través de un sistema innovador que sugiere la utilización de una turbina para aumentar la energía al ventilador principal, propone un nuevo sistema que sugiere la utilización de una turbina para aumentar la energía al ventilador principal. Además, el sistema de drenaje también reconoce diversas necesidades técnicas como la capacidad del pozo, la demanda de diámetros y flujos para mejorar el bombeo del agua

subterránea. Finalmente, concluye que para el diseño de ventilación es necesario un mayor desplazamiento del flujo del aire, teniendo en cuenta futuras investigaciones, y para el sistema de drenaje es necesario identificar una bomba de capacidad adecuada para garantizar una eficiencia superior acorde a las demandas de la mina.

2.2. Bases teóricas científicas

Ventilación

Un sistema de ventilación en la minería tiene como objetivo mantener la calidad del aire en condiciones normales, manteniéndose dentro de los límites de exposición laboral a agentes químicos y lo estipulado en las regulaciones legales sobre Valores Límite Permisibles de Agentes Químicos en el Ambiente Laboral. Para ello, debe cumplir con lo siguiente:

- a) Antes de ingresar a labores mineras, en especial labores ciegas, se deben efectuar revisiones del nitrógeno, oxígeno y otros, de acuerdo con la naturaleza de la mina, calidad de los explosivos y el uso de equipos diésel. Es necesario registrar y notificar a los empleados que deben participar en dicho trabajo.
- b) En cualquier trabajo subterráneo, es necesario tener en cuenta la circulación de aire limpio y fresco en cantidades y calidad adecuadas, bajo la supervisión del número de trabajadores y el total de Hp de los equipos con motores diésel. así como para disminuir los gases que posibilitan un mínimo de 19,5% de oxígeno en el entorno laboral.
- c) Una tarea que implica entrada y salida de aire debe ser completamente autónoma. El sistema general de ventilación debe ser segmentado en ramales

internos para que todas las actividades laborales obtengan una porción proporcional de aire fresco, con el fin de prevenir la recirculación de aire.

- d) Si la ventilación natural no cumple los artículos precedentes, debe instalarse una ventilación mecánica con ventiladores principales, secundarios o auxiliares, según las necesidades del caso.
- e) El ventilador principal, secundario y auxiliar debe ser instalados estratégicamente tal que evite una posible recirculación del aire. Es ilegal que los frentes durante la construcción de chimeneas y otras tareas sean ventilados con aire empleado.
- f) En trabajos que solo tengan una vía de acceso y un avance superior a 60 m, es necesario utilizar ventiladores auxiliares. En trabajos con longitudes inferiores a 60 m, también es necesario contar con ventiladores auxiliares cuando las condiciones ambientales lo requieran. En tareas de formación y preparación con frentes ciegos, es necesario colocar mangas de ventilación a no más de 15 metros de altura del frente.
- g) Cuando existan señales de estar próximo a una cámara subterránea de gas o a un desprendimiento rápido de gas, es necesario efectuar taladros paralelos y/o oblicuos al eje de trabajo con una longitud mínima de 10 m.

Gases presentes en mina

a) Aire de mina

El aire atmosférico, al fluir a través de la mina, recoge los contaminantes derivados de las actividades mineras, tales como gases y vapores, polvo suspendido y el calor generado por las máquinas en funcionamiento. Además, la presencia de personal, maquinaria y materiales que se oxidan,

provoca que el aire pierda una proporción de su oxígeno, lo que se conoce como aire viciado.

b) Composición del aire seco

En la tabla, se puede apreciar la composición del aire seco

***Tabla 3.** Composición del aire seco*

	% Volumen	% Peso
Nitrógeno	78.09	75.53
Oxígeno	20.95	23.14
Anhidrido carbónico	0.03	0.046
Argón y otros gases	0.93	1.284

Fuente: Área de ventilación mina

Oxígeno

El oxígeno es un gas que, en su condición normal, es el catalizador de la combustión y también el responsable de preservar la vida. Es blanco, sin color e insípido. Es un componente esencial del aire que el ser humano respira para preservar su vida.

Deficiencia de oxígeno

Una persona puede respirar con mayor facilidad y desempeñar un mejor trabajo cuando la cantidad de oxígeno se mantiene cercana al 21%. Cuando la cantidad de oxígeno se reduce al 15%, los efectos de la respiración se alteran, se experimenta una aceleración de los latidos cardíacos, un zumbido en los oídos y finalmente el desvanecimiento. Se produce la pérdida de conocimiento cuando el contenido de oxígeno disminuye en un 12%.

Clasificación de gases

En la siguiente tabla se puede apreciar la clasificación de gases

Tabla 4. Clasificación de gases

Irritantes/Asfixiantes	sofocantes	explosivos/inflamables
Monóxido de carbono	nitrógeno	metano
Hidrógeno sulfurado	anhidrido carbónico	monóxido de carbono
Dióxido de hidrogeno (humos nitrosos)	metano	hidrógeno sulfurado
Anhidrido sulfuroso		

Fuente: Área de ventilación mina

Monóxido de carbono

El monóxido de carbono surge de la combustión parcial de elementos orgánicos o carbonáceos. Resulta de la emisión de los motores de combustión. Además, se produce mediante la utilización de ciertos tipos de explosivos y presenta las siguientes propiedades: Fórmula: CO

- Peso específico: 0.967
- Limite explosivo: 12.5 a 74.2%
- Límite máximo permisible: 25 ppm
- Gas incoloro e inodoro

Efectos en el organismo:

Tabla 5. Efectos del monóxido de carbono

Ppm	Efectos en el organismo
50	Ningún efecto
100 a 300	Dolor de cabeza en 2 a 3 horas
500	Dolor de cabeza, vómitos, colapso (debilidad total en 45 minutos)
1000	Dolor de cabeza, dificultad para caminar
3000	Gran intoxicación, inmediatamente
10000	Síntomas anteriores en 3 minutos
20000	Muerte inmediata

Fuente: Área de ventilación mina

Hidrógeno sulfurado

También conocido como azufre de hidrógeno: se genera mediante la degradación de la pirita, la desintegración de elementos orgánicos y la realización de voladuras en minerales que contienen azufre.

Sus particularidades son:

- Fórmula: H_2S
- Peso específico: 1.19
- Limite explosivo: 4.3 a 45 %
- Límites permisibles: 10 ppm
- Gas incoloro, inflamable, olor a huevos podridos.

Sus efectos en el organismo son:

Tabla 6. Efectos del sulfuro de hidrogeno

Ppm	Efectos en el Organismo
10	Concentración máxima permisible para 8 horas de exposición
500	Envenenamiento en 30 minutos
1000	Muerte inmediata

Fuente: Área de Ventilación de minas

Dióxido de nitrógeno

También conocido como humos nitrosos, oleada de la voladura de explosivos, también proviene del escape de aparatos que funcionan con gasolina y diésel, o se generan durante los trabajos de soldadura al arco y con gas. Sus características son las siguientes:

- Fórmula: NO_2 o N_2O_4
- Peso específico: 1.54
- Límites permisibles: 3 ppm

Es un gas de tonalidad pardo rojiza con temperaturas superiores a los $23^{\circ}C$, con un sabor picante y un poco dulce. Generalmente no implica un peligro de fuego, pero puede ser inflamable si se le añade oxígeno puro.

Efectos en el organismo:

Tabla 7. Efectos del dióxido de nitrógeno

Ppm	Efectos en el Organismo
1 a 5	Ningún efecto
62	Inmediata irritación a la garganta y ojos
100	Cantidad mínima que causa tos inmediatamente
100 a 150	Peligro en 30 a 60 minutos
200 – 700	Fatal inmediatamente o en corta duración

Fuente: Ventilación de minas

Anhídrido sulfuroso

Resulta de la combustión del azufre (pirita), provocada por la combustión del carbono rico en azufre, y también se produce al efectuar voladuras en minerales con gran contenido de azufre, los cuales también emiten H₂S y CO.

Sus características son:

- Fórmula: SO₂
- Peso específico: 2.2
- Límites permisibles: 2 ppm
- Gas incoloro, picante, irritante, sabor ácido y acentuado olor a azufre quemado.

Efectos en el organismo:

Tabla 8. Efectos del Anhídrido sulfuroso

Ppm	Efectos en el organismo
2	Concentración máxima permisible para 8 horas de exposición
10	Ataca a las mucosas
5000	Peligro de muerte inmediata

Fuente: Ventilación de minas

Nitrógeno

Su presencia está en el aire en forma de amoníaco, son generados por realizar voladuras se debe por la ausencia del oxígeno en el aire. En las zonas en con ventilación defectuoso se produce una mínima falta de oxígeno.

- Fórmula: N
- Peso específico: 0.071

- Gas incoloro, inodoro, físicamente inerte.

Las repercusiones en el cuerpo, siendo fisiológicamente un gas inerte a la presión atmosférica normal, pueden generar efectos perjudiciales en el cuerpo al disminuir la presión parcial de oxígeno en los pulmones. Fomenta la asfixia y provoca la muerte debido a la escasez de oxígeno. Una concentración del 84% en el aire indica la falta de oxígeno en un 16% y representa un alto riesgo para la vida.

Dióxido de carbono

También conocido como dióxido de carbono: se produce a través de la respiración humana y animal en espacios confinados. Ocurre debido a la quema de elementos carbonados con la existencia de un exceso de aire u oxígeno. Asimismo, se produce por el producto de las voladuras y por la operación de motores diésel que se utiliza en el interior mina. Sus, características son:

- Fórmula: CO₂
- Peso específico: 1.529
- Límites permisibles: 5000 ppm
- Gas incoloro, inodoro, sabor ligeramente ácido Forma parte del aire en una proporción de 0.03 a 0.06%.

Efectos en el organismo:

Tabla 9. Efectos del dióxido de carbono

Ppm	Efectos en el organismo
5000	Concentración máxima permisible para 8 horas de exposición
30000	Aumento de la cantidad de aire aspirado, fatiga, narcótico suave, disminución auditiva, aumento de presión arterial, irritante del sistema respiratorio y ojos.
50000	Asfixia en 30 minutos de exposición.
70000 a 100000	Inconciencia en pocos minutos. Paralización de la respiración, grave peligro de muerte

Fuente: Ventilación de minas

Metano

Se produce a través de las grietas en las cubiertas de carbón. Ocurre debido a la degradación de la madera en el agua y a la desintegración de materia orgánica. Sus características son:

- Fórmula: CH₄
- Peso específico: 0.555
- Límite de explosividad: 5 al 15% en el aire
- Gas incoloro, inodoro e insípido

Efectos en el cuerpo: es un simple asfixiante que funciona al mover el oxígeno del aire. Cuando el aire posee un 25% de metano, se genera asfixia debido a la falta de oxígeno.

Levantamiento de ventilación

Para llevar a cabo el levantamiento de una ventilación, primero se realiza un análisis de todos los circuitos mineros, los cuales están íntimamente vinculados con el plan de la mina. Todo el sistema de ventilación toma en cuenta las medidas de velocidad del aire, temperaturas, tamaño de los conductos en ubicaciones estratégicas y la variación de presiones.

El análisis ofrece información necesaria para determinar los flujos de aire, la diferencia de presión, la densidad del aire y la resistencia de los conductos. Estos son datos indispensables para las estimaciones numéricas.

1. Determinación del procedimiento de ventilación
2. Determinación del volumen de aire requerido para cubrir las demandas de ventilación de la mina.
3. El reparto del aire en las diferentes secciones de la mina.

4. Estimación de la depresión de ventilación natural que pueda interactuar de manera positiva con la ventilación mecánica.
5. Cálculo del costo de ventilación.

Al comenzar la configuración del sistema de ventilación, el trabajo de campo es el primer paso. El trabajo de campo se lleva a cabo conforme al plan de ventilación, también conocido como mapeo de ventilación, y el procedimiento a implementar es el siguiente:

- 1) Reconocimiento de la mina
- 2) Factores de ventilación
- 3) Mapeo del levantamiento de ventilación

Es crucial para entender la mina, efectuar un recorrido por los distintos conductos de aire, marcando los sitios que requieren ventilación, examinando el sentido del flujo, considerando las barreras que el aire debe superar en su trayecto, las áreas donde se encuentran concentraciones de gases y polvos de trabajo.

Los elementos que se toman en cuenta para la ventilación son:

- La dirección del flujo de aire
- La celeridad del aire
- Área y perímetro de la sección
- Rugosidad de las paredes y los obstáculos que se presenten dentro del flujo
- Densidad del aire al nivel de la mina
- Temperatura
- Forma geométrica de las curvas, calidad de la roca, duración de las labores, distancia de transporte del mineral, cantidad de cortadas sin aire, cantidad de trabajadores, cantidad de equipos, número de hombres trabajando.

El mapa de ventilación consiste en un levantamiento presiométrico a lo largo de toda la mina. Cada estación considerada para llevar a cabo el mapa debe contar al menos con tres trabajadores. Al finalizar, se realiza un saldo de aire tomando en cuenta un aumento del 25% como elemento de seguridad y para las actividades de expansión de la mina.

Es necesario comparar el volumen de aire que entra con el que requiere la mina y para finalizar, se mide el costo de ventilación para cubrir las necesidades presentes.

Trabajos de ventilación en interior mina

- La provisión de un volumen adecuado de aire limpio.
- La disminución por aire y la reducción de gases tóxicos y explosivos derivados de actividades mineras.
- La disminución de la concentración y la expulsión del polvo suspendido en el aire deben tenerse en cuenta los límites permisibles.
- Vigilar la temperatura del aire en tareas profundas y húmedas, así como en áreas calientes de las tareas.

La determinación del flujo de aire depende de:

- 1) La concentración de gases desprendidas por la voladura
- 2) La generación cotidiana de toneladas de mineral en los tajos es la producción diaria de minerales.
- 3) La cantidad de individuos que participan al mismo tiempo en las tareas subterráneas.
- 4) La utilización de explosivos en los frentes.
- 5) La presencia del polvo

El volumen de aire estimado según la normativa por individuo suele ser inferior al volumen de aire que se determina por la concentración de gases y polvo. La ventilación se refiere a proporcionar aire puro a todas las actividades en el interior de la mina, acorde a las necesidades de cada trabajo, maquinaria y a neutralizar gases, humos y polvos suspendidos que perjudican la salud del empleado. En cualquier sistema de ventilación, la calidad del aire debe mantenerse en los márgenes máximos permitidos.

Finalidad de la ventilación

La ventilación es una disciplina de la ingeniería cuyo propósito principal es asegurar una calidad de aire ideal para los empleados y equipos en tareas mineras. En una actividad minera, la ventilación subterránea es crucial para regular los compuestos químicos y físicos presentes, disminuyendo las concentraciones acordes a los límites máximos permitidos, respetando las regulaciones legales de minería. En tareas mineras, el monitoreo de la atmósfera es un elemento crucial de la operación, dado que impacta en la salud de los empleados y consecuentemente en su productividad, al preservar condiciones atmosféricas adecuadas para el trabajo del personal. Por lo tanto, con un buen sistema ventilación se suministrará aire fresco y regulado a las labores de la mina, asimismo considerar:

- a) Ofrecer aire fresco a los empleados en las actividades mineras conforme a los estándares y regulaciones de las normas.
- b) Mantener y diluir los gases, humos y polvos suspendidos hacia la superficie para preservar un entorno dentro de los límites permitidos por el trabajo.
- c) Minimizar las elevadas temperaturas durante las actividades de profundización en la mina.

- d) Regular la cantidad de aire para los dispositivos diésel.

Servicio de ventilación mina

El deber fundamental del área de ventilación es proporcionar a las tareas un flujo de aire acorde a las demandas de la producción y al reglamento de seguridad y salud en el trabajo.

- 1) Control continuo de la condición de la ventilación de suministro de todos los espacios de trabajo con la cantidad de aire requerida.
- 2) Ajuste y mantenimiento actualizado de los planos 3D y proyectos de ventilación.
- 3) Sostenimiento de un registro de ventilación
- 4) Edificación de las instalaciones de ventilación (puertas, tabiques, cortinas tapones, etc.), su control y reparación
- 5) Cuidado constante de los ventiladores
- 6) Inspección sistemático en las pérdidas de aire
- 7) La provisión oportuna de materiales y equipos de ventilación para la mina es, vital.

Planos de ventilación

Los esquemas de ventilación se crean basándose en los planos topográficos de las actividades mineras en escalas de 1/500, 1/1000 y 1/2000 para cada nivel distinto.

Los planos de ventilación señalan los flujos y la dirección del movimiento del aire, la ubicación de todas las estructuras de ventilación (puertas, tabiques, etc.), la ubicación de los ventiladores principales y auxiliares con sus respectivas características, la ubicación de las cámaras de refugio, y la corriente entrante y saliente se señala con los colores azul y rojo, respectivamente.

El esquema de ventilación se renueva cada vez que se requiera o cuando se produzcan modificaciones.

Cualquier variación en el flujo y la orientación de la corriente de aire se registra instantáneamente en el plano de ventilación al abandonar la mina.

Registros de ventilación

El sector de ventilación se encarga de los registros de ventilación siguientes:

- a) Registro de ventilación, en el que se registran los hallazgos de las mediciones y evaluaciones del aire.
- b) Registro de supervisión diaria en los tableros acrílicos situados en el acceso a los espacios de trabajo.

Presión de ventilación

Es imprescindible una presión específica para provocar el paso de aire de dos puntos en un circuito de aire dentro de una mina. El propósito del ventilador es generar presión mecánica en un punto específico del circuito, y la presión atmosférica o barométrica influye en la circulación del aire dentro de la mina. La presión de ventilación de la mina se determina por la adición algebraica de la presión mecánica y la presión atmosférica normal. Si la presión del tubo o mina es menor a la atmosférica u otra presión básica, el sistema se considera negativo o extractivo, mientras que, si sucede lo contrario, el sistema se considera positivo o impelente.

Ventilación en mina subterránea

La ventilación en una mina subterránea es el procedimiento que permite el movimiento del aire dentro de la mina, que variará en función del número de

trabajadores, la extensión y sección de las tareas, el tipo de maquinaria de combustión interna y la liberación de gases naturales de la mina.

Cada mina subterránea necesita contar con sistemas de ventilación, ya sean naturales o mecánicos, para garantizar un abastecimiento constante de aire fresco y la remisión del aire contaminado.

Tipos de ventilación

Se divide en ventilación natural y mecánica:

Ventilación natural

Es el movimiento natural de aire que penetra en un trabajo sin requerir de alguna fuerza mecánica externa. Para que ocurra este desplazamiento, debe haber una variación en la altura entre las bocaminas de entrada y de salida. En realidad, el intercambio termodinámico entre la superficie y el interior es más relevante que la profundidad de la mina. La energía térmica añadida al sistema se convierte en energía de presión, capaz de generar un movimiento de aire.

Así pues, la ventilación natural se origina por la variación en el peso específico del aire que entra y sale. Esto se origina mayormente por la variación de temperatura, en menor medida por la variación de presión, y aún tiene un impacto más reducido la variación de humedad y su composición. En las minas profundas, la orientación y el desplazamiento del flujo de aire se generan a causa de la variación en las presiones entre el ingreso y el escape. Variación de las temperaturas en las estaciones. El calentamiento gradual del aire provoca que este fluya por las actividades subterráneas. El fenómeno es similar al que ocurre en una chimenea, en la que el aire caliente se desplaza hacia el aire frío que está por encima.

El flujo del aire: se refiere al volumen de aire que ingresa a la mina y que se utiliza para ventilar tareas, cuya condición debe ser que el aire circule de forma constante y sin interrupciones. El desplazamiento del aire ocurre cuando se produce un desequilibrio: variación en las presiones entre la entrada y salida de un conducto, ya sea debido a factores naturales (gradiente térmico) o provocado por elementos mecánicos.

Ventilación mecánica

La ventilación mecánica o forzada son sistemas que, utilizando ductos y ventiladores auxiliares, ventilan zonas limitadas de las minas subterráneas, utilizando para ello los circuitos de suministro de aire fresco y de expulsión del aire contaminado que suministre el sistema de ventilación general. La ventilación mecánica o forzada se refiere a la ventilación donde las variaciones de presiones son generadas por aparatos mecánicos impulsados por energía eléctrica, aire comprimido, máquinas de combustión interna, entre otros. En la minería, cuando la ventilación natural no puede satisfacer las demandas de caudal y velocidad adecuadas, se recurre a la ventilación mecánica, ya sea mediante ventiladores principales, secundarios o auxiliares.

Ventiladores en mina subterránea

Un ventilador es un dispositivo rotativo que expulsa aire de manera ininterrumpida. Los componentes fundamentales de un ventilador y que influyen en sus características aerodinámicas son:

Hélice: La inclinación de las hélices es el componente más relevante en el diseño.

Impulsor: que es la sección del ventilador que al movimiento proporciona energía cinética al aire, y este es el diámetro del mismo.

Carcaza: que es fijo y dirige el aire hacia y desde el generador. conversando energía cinética en energía estática, convirtiendo la energía cinética en energía estática.

Clasificación de ventiladores

Se clasifica en ventiladores centrífugos y ventiladores axiales.

Ventiladores centrífugos

Características: el aire ingresa a través de un canal de aspiración concéntrico con un eje que gira a gran velocidad llamado rotor, que cuenta con álabes que se encuentran solidarios con él. La fuerza centrífuga impulsa el fluido desde los álabes hacia el exterior, dejando el rotor con una velocidad superior a la entrada y girando 90° para ser expulsado por un difusor.

El fluido se recolecta en una carcasa en espiral conocida como voluta y se expulsa del ventilador mediante una conducción tangencial a dicha voluta. La eficiencia de estos ventiladores está restringida por la rotación de dirección en 90°, sin importar el sentido de giro del rotor; este cambio causa pérdidas energéticas a causa del choque y los remolinos que se generan.

Estos ventiladores producen mayores corrientes de aire y también presiones superiores a las de otros tipos, razón por la cual también se les denomina turbopropulsores. Los ventiladores centrífugos pueden operar con tres clases de álabes (paletas perfiladas):

- Curvados hacia delante
- Radiales
- Curvados hacia atrás

Hay álabes de curvatura doble para grandes potencias (superiores a 100 Hp).

A velocidades y revoluciones por minuto equivalentes, las ruedas con álabes flexionadas hacia adelante generan una mayor presión en el flujo de aire. Las ruedas con álabes que se curvan hacia atrás son más eficientes y por esta razón se emplean principalmente en minas "estrechas". Las paletas radiales poseen el beneficio de no verse afectado por el sentido de rotación. Hay ventiladores que cuentan con una o más ruedas de paletas (varias etapas).

Componentes: Incluye una rueda de álabes (rotor o impulsor) que gira alrededor de su eje impulsado por un motor y absorbe el aire del canal de aspiración situado a lo largo de su eje en un giro de 90° , todos estos elementos están situados en una caja o carcasa. Este aire se expulsa a través del difusor (que disminuye la alta velocidad del aire expulsado, reduciendo las pérdidas de presión por choque).

Ventiladores axiales

Características: En estos ventiladores axiales, el aire entra y se dirige al eje del rotor para después ser expulsado en dirección axial (a través del eje). El rotor cuenta con dos o más álabes ubicados en posición angosta hacia el eje. En este tipo de respiradores, la dirección del flujo de aire se cambia al cambiar el sentido de rotación de los álabes.

La energía rotacional transmitida al aire por la rueda de álabes debe transformarse en energía axial a través de las paletas directrices, ya sea en el ingreso o en el escape del ventilador.

El volumen del aire se determina por el ángulo de incidencia de las paletas; por lo tanto, la mayoría de los ventiladores axiales cuentan con álabes de giro gradual para satisfacer diversas necesidades de volumen y presión con un solo modelo.

Su instalación es fácil, ya sea en la superficie sobre una base de hormigón, o en altura mediante taladros, hilo o cable de acero y cuñas. Hay diversos tipos, como el axial de hélice (hélice) o aspas que se utilizan con descarga libre, usualmente en oficinas; de aspas industriales, con descarga libre, particularmente empleadas en plantas concentradoras como extractores; y el axial tubular, que es adecuado para vincular conductos con restricciones de espacio y se utiliza principalmente en la minería.

Componentes: presentan un tubo de forma cilíndrica (carcasa), un eje central (rueda) en el que se encuentran las hélices, alabes o paletas; Además, posee una corona directriz con aletas orientativas y un difusor. Para reducir la resistencia al paso del aire, necesita un casco o una carena. Pérdidas: las pérdidas ocurren en los ventiladores axiales:

- 1) En la rueda, debido a la resistencia de las formas de las paletas, y en el espacio anulado
- 2) A la salida de la rueda debido a la desviación de la rueda
- 3) En el difusor, a través de la conversión de energía.
- 4) Por pérdidas mecánicas

Regulación del sistema de funcionamiento de ventiladores axiales: la regulación puede llevarse a cabo a través de la siguiente técnica:

- 1) Giro de las paletas de la rueda
- 2) Vuelta de las paletas de la corona directriz
- 3) Variación de RPM
- 4) Variación de número de paletas de la rueda
- 5) Variación de número de ruedas

Tipos de ventiladores

Los ventiladores pueden funcionar como aspiradores o como ventiladores debido a su uso, los ventiladores se clasifican en:

- a) Ventiladores principales: que ingresan o sacan el aire que fluye dentro de la mina; son de alta capacidad y potencia, operando las 24 horas del día. Están ubicados en los conductos principales (uno o varios) y son alimentados por una corriente eléctrica.
- b) Ventiladores secundarios: Esos que fortalecen el funcionamiento de los ventiladores principales al circular el aire completo en el circuito. Son ventiladores de potencia y capacidad media, operan de manera constante, colocados en la base de hormigón o suspendidos en el techo, y con conductos acoplados. Estos ventiladores mejoran la presión del sistema principal, disminuyendo la resistencia de ciertos ramales esenciales; se refiere al aspirante/impelente.
- c) Ventiladores auxiliares: son los encargados de capturar el aire de la red de ventilación principal, llevándolo a las actividades que cuentan con un solo canal de acceso. Son de capacidad limitada y diámetro reducido, de fácil instalación, operan a través de aire comprimido o electricidad, y requieren la utilización de conductos de lona conjugados, entre otros. Recircula el aire si no se coloca correctamente.

2.3. Definición de términos básicos

Chimenea

Labor minera, que se trabaja en forma ascendente (de abajo hacia arriba)

Enfermedad Profesional

Se genera como resultado de las condiciones laborales, originada mayormente por la exposición laboral a elementos de riesgo físico, biológico y químico.

Diámetro de Manga

Es el diámetro de la manga de ventilación y que tiene forma de cilindro alargado.

Socavón

Trabajo subterráneo con gradiente suave que cuenta con una sola entrada.

Sondeo

Identificación, análisis, cartografía, perforación con sonda y otros trabajos requeridos en la exploración de minerales o para llevar a cabo la comunicación de nivel a nivel.

Sistema de Ventilación

Sistema que asegura el flujo suficiente de aire para proteger a los empleados y mantenerlos en una atmósfera limpia y exenta de gases dañinos.

Ventilador

Es un dispositivo que se emplea para transformar la energía mecánica en energía de presión necesaria para mover el volumen de aire necesario para el flujo de aire en la mina.

Caudal del Aire

Es el elemento clave en la característica de un sistema de ventilación, pues determina las condiciones del entorno minero, como la temperatura, la humedad y la dispersión de gases y polvo.

Manga de Ventilación

Es un aparato neumático diseñado con una membrana de PVC reforzada que facilita el flujo de aire para tareas que requieren ventilación y que conllevan acumulación de gases y altas temperaturas.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La construcción de una chimenea e implementación de ventiladores permite optimizar el sistema de ventilación del nivel 1360 de la mina Chahuane.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) La construcción de una chimenea permite optimizar el sistema de ventilación del nivel 1360 de la mina Chahuane.
- b) La implementación de ventiladores permite optimizar el sistema de ventilación del nivel 1360 de la mina Chahuane.

2.5. Identificación de variables

Variable Independiente

X: Construcción de una chimenea e implementación de ventiladores en el nivel 1360 de la mina Chahuane.

Variables Dependientes

Y: Optimizar el sistema de ventilación en el nivel 1360 de la mina Chahuane

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 10. Operacionalización de variables

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	
VARIABLE INDEPENDIENTE	X: Construcción de una chimenea e implementación de ventiladores en el nivel 1360 de la mina Chalhuané	La construcción de una chimenea y la implementación de ventiladores va a permitir optimizar el sistema de ventilación del nivel 1365 en la mina Chalhuané. Con un análisis de campo de las necesidades de caudal de aire que se requiere define la sección de la chimenea, la capacidad de los ventiladores y el diámetro de las mangas que se requieren para lograr el objetivo	Chimenea	Tipo de roca	RMR
				Longitud	m
				Sección	m ² .
				Tiempo	Días
			Ventiladores	Función	Principal Secundario Auxiliar
				Capacidad	CFM
				Clase	Axial centrifugo
VARIABLE DEPENDIENTE	Y: Optimizar el sistema de ventilación en el nivel 1360 de la mina Chalhuané	Cuando se construyen labores que ayuden a generar el flujo de aire para mejorar la ventilación, asimismo se instalan ventiladores con sus respectivas mangas para eliminar gases, el polvo suspendido, la temperatura ambiente con adecuado volumen de aire y un porcentaje de oxígeno se logra optimizar un sistema de ventilación.	Manga de ventilación	Diámetro	Pg.
			Gases Dispersión del polvo Temperatura	Concentración	ppm
				Tiempo	Hora
				Grados	°C
			Oxígeno	Porcentaje	%
					%

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación

En la investigación se describe todos los resultados obtenidos después de los análisis realizados; por lo que el tipo de investigación por este proceso del trabajo es aplicada cuantitativa.

3.2. Nivel de investigación

Por la presentación de los datos de campo, luego el análisis, la deducción, la síntesis y finalmente las conclusiones, el nivel de investigación por este procesamiento se considera un nivel de investigación correlativa y explicativa, También se determina todos los hallazgos a través de la observación que establece el objeto de investigación.

3.3. Métodos de investigación

El enfoque adoptado para el manejo de la investigación es deductivo y descriptivo, a través de la exposición de los datos de campo, el análisis, la

deducción, la síntesis y las conclusiones. Además, se establecerán resultados a través de la observación que incidente en el objeto de estudio.

3.4. Diseño de investigación

En el estudio se utiliza una base de datos en un solo instante específico que detalla los resultados obtenidos al instalar la chimenea y los ventiladores. Se observan los fenómenos en un entorno natural para posteriormente llevar a cabo un estudio de comparación entre el diseño reciente y el suceso presente. Así pues, el diseño del estudio se asemeja al no experimental, de tipo transversal.

3.5. Población y muestra

Población

La población de estudio se compone de los niveles más relevantes que se encuentran en la explotación de la minera Chalhuane.

Muestra

La muestra está conformada por el nivel 1360 que es la zona de expansión de la minera Chalhuane.

3.6. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

- **Técnicas empleadas,** Compilación de información

Se categorizaron datos previos de proyectos de diseño de sistemas de ventilación para optimizar la calidad del aire y el entorno laboral.

Observación de campo

Se tuvo observaciones insitu en forma directa en los resultados del diseño del sistema de ventilación y resultados de los eventos anteriores es decir en ambos casos.

Información bibliográfica

En investigaciones previas, se emplearon las bibliotecas para el método de lectura de textos con el fin de obtener un mayor entendimiento sobre los diseños de sistemas de ventilación y mejorar las condiciones de trabajo.

- **Instrumentos de recolección de datos**

Materiales

Plan anual de la minera Chalhuane

Proceso de control de calidad de la ventilación

Programa de ventilación mensual

Registro de datos del diseño del sistema de ventilación anual

Registro de datos del diseño del sistema de ventilación actual

✓ Equipos

Laptop

Detector de gases

Anemómetro

Psicrómetro

Oxímetro

Cámara fotográfica

Equipo de medición.

✓ Software

✓ Excel

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

La base de datos de campo utilizada para registrar y elaborar la tesis tomó en cuenta los informes recogidos en el lugar durante el proceso de recolección de pruebas. Los datos de los parámetros de ventilación se corroboran mediante los

informes del diseño reciente del sistema de ventilación exhibidos en la minera Chalhuane, estos resultados fueron coordinados con el área correspondiente.

Se asegura la autenticidad de la información, ya que la recopilación de datos tuvo lugar en el área de funcionamiento y en tiempo real. Todo resultado y conclusión de la tesis fue coordinado con el área de ventilación.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El procedimiento de datos comienza con la organización, estructuración y transcripción de la información de campo; comienza el estudio de la información de campo utilizando la aplicación de Excel, con el objetivo de establecer una base de datos y llevar a cabo su análisis, reuniendo las variables y resultados en cuadros y gráficos dinámicos.

3.9. Tratamiento Estadístico

El campo estadístico está representado por histogramas y otros gráficos estadísticos en Microsoft Excel y el software de SPSS.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica.

La investigación se llevará a cabo bajo los fundamentos de la ética profesional, el trabajo es de creación propia y original, considerando los valores y principios de una investigación. Es importante destacar que la investigación surge de las experiencias y tareas realizadas a cabo en la mina Chalhuane.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

Para el proceso de la investigación se realizó mediante una programación con varias etapas, de las cuales se consideró las siguientes fases:

Planificación y cronograma

Se realiza el plan de programación y ejecución de la investigación “Optimización del sistema de ventilación del nivel 1360, con la construcción de una chimenea y la implementación de ventiladores en la mina Chalhuane”, se consideró lo siguiente:

Reunión para mejorar la ventilación del nivel 1360

Se programó una reunión con el ingeniero a cargo de la ventilación y el gerente de operaciones de la minera Chalhuane, donde se evaluó las condiciones de ventilación que presenta el nivel 1360, la condición de tener una temperatura bastante alta; donde el personal desarrolla sus labores en condiciones sub estándares, un pésimo ambiente laboral, los mismos que sugieren y es muy

necesario la construcción de una chimenea y la implementación de ventiladores, donde se coordina con el gerente de operaciones se apruebe los informes lo más antes posible, para optimizar la ventilación del nivel 1360 con la construcción de una chimenea y la implementación de ventiladores para mejorar el área donde operan el personal que ejecutan sus tareas determinadas. Se determinó la siguiente programación, se presenta en la tabla 11.

Tabla 11. Programa de tareas para realizar el proyecto

PLANIFICACION DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO DE LA CONSTRUCCION DE LA CHIMENEA EN LA MINA CHALHUANE				
PLAN		Inicio del proyecto 06/01/23		
ZONA	TAREAS PARA DESARROLLAR EL PROYECTO	Tarea	Fecha inicio	Fecha final
Nivel 1360	Monitoreo de gases del área de trabajo después de las voladuras nivel 1360	Planificar	06/01/2023	13/03/2023
Nivel 1360	Control del oxígeno del nivel 1360	Planificar	06/01/2023	13/03/2023
Nivel 1360	Control de temperatura nivel 1360	Planificar	06/01/2023	13/03/2023
Zona de reunión Sala de Capacitación	Informe al personal del proyecto programado	Planificar	14/01/2023	14/03/2023
	Capacitación a operadores para ejecutar la construcción de la chimenea	Planificar	15/01/2023	15/03/2023
	Reconocimiento del área de trabajo con el personal, turno día y turno noche	Planificar	15/01/2023	15/03/2023
Oficina de G.O.	Solicitud del Ventilador con mayor capacidad y manga de ventilación diseñadas	Hacer	01/05/2023	01/05/2023
Nivel 1410	Instalación de la ventiladora	Hacer	12/05/2023	12/05/2023
Nivel 1360	Implementación de las herramientas de trabajo	Hacer	13/05/2023	15/05/2023
Nivel 1360	Inicio y ejecución de la construcción de la chimenea - Nivel 1360	Hacer	16/03/2023	Diario
Nivel 1410	Comunicación del Nivel 1360 al 1410, termino de la construcción de la chimenea 50m.	Hacer	29/03/2023	29/04/2023
Nivel 1360	Instalación sostenimiento de malla, pernos Split set y reubicación de ventilador N-1360	Hacer	30/03/2023	03/05/2023
Nivel 1410	Instalación de la manga de ventilación de 12".	Hacer	14/04/2023	05/05/2023
Nivel 1360 - 1410	Control de monitoreo de la temperatura, gases y polvo	Verificar	15/04/2023	20/05/2023

Fuente: Área de planeamiento

Equipo de seguridad

Para el proceso de la investigación se implementó al personal el equipo de protección personal en la siguiente tabla 12 podemos visualizar.

Tabla 12. Implementación del EPP para progreso del proyecto

EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL (EPP)					
Descripción ITEM	Unidad	UM	Precio costo S/	Precio total S/	
Botas de jebe	1	Par	S/ 62.00	S/ 31.00	
Lentes de Seguridad	1	Und	S/ 18.90	S/ 9.45	
Casco de Seguridad	1	Und	S/ 37.00	S/ 18.50	
Tafilete	1	Und	S/ 11.55	S/ 5.78	
Barbiquejo	1	Und	S/ 3.55	S/ 1.77	
Respirador 3M	1	Und	S/ 122.09	S/ 61.05	
Filtro 3M	1	Und	S/ 31.64	S/ 15.82	
Guante de Cuero	1	Par	S/ 9.63	S/ 4.82	
Correa porta lámpara	1	Und	S/ 8.00	S/ 4.00	
Tapón de oídos	1	Und	S/ 1.20	S/ 0.60	
Arnés	1	Und	S/ 320.00	S/ 160.00	
Lampa minera	1	Und	S/ 247.62	S/ 123.81	
SUBTOTAL			S/ 873.18		
TOTAL:	12	MESES	2	S/ 436.59	

Fuente: Elaboración propia

Equipos utilizados en el proyecto

En la siguiente tabla13 se puede visualizar los equipos que se utilizaron para el proceso de la investigación.

Tabla 13. Equipos utilizados para progreso del proyecto

EQUIPOS QUE SE USAN PARA MEJORAR EL PROYECTO					
Descripción ITEM	Cant	Costo/ U	Costo Total	Incidencia %	Costo
Detector de gases MSA-Altair 4XR	1	8,500.00	8,500.00	70	
Psicómetro	1	4,550.00	4,550.00	70	S/ 63.25
Oxímetro	1	3,200.00	3,200.00	70	S/ 45.71
Anemómetro	1	2,950.00	2,950.00	70	S/ 42.14
Distanciómetro laser Hueapar LM100A	1	320.00	320.00	70	S/ 4.57
TOTAL:	S/	14,970.00	S/ 14,970.00	70	S/ 213.86

Fuente: Elaboración propia

Materiales que se utilizaron

En la siguiente tabla 14 se puede visualizar los equipos que se utilizaron para el proceso de la investigación.

Tabla 14. Materiales utilizados para mejorar el proyecto

MATERIAS QUE SE USAN PARA MEJORAR EL PROYECTO								
Descripción ITEM	Cant	Costo/ U		Costo Total		Incidencia %	Costo	
Laptop	3	S/	5.00	S/	15.00	60	S/	0.25
Libreta	3	S/	2.50	S/	7.50	60	S/	0.13
Lapicero	3	S/	1.20	S/	3.60	60	S/	0.06
Plumón	3	S/	3.50	S/	10.50	60	S/	0.18
Pizarra	1	S/	15.50	S/	15.50	60	S/	0.26
TOTAL:	13	S/	27.70	S/	52.10	60	S/	0.87

Fuente: Elaboración propia

Datos del sistema de ventilación del nivel 1360

en la entrada del nivel correspondiente se encuentra funcionando un ventilador con

una capacidad de 480 m³/min., potencia nominal de 9 Kw., una velocidad de rotación 3600 rpm., un diámetro de 600 mm. y complementada con manga de 20". Se toman muestras de la velocidad de aire, presencia de gases, la temperatura ambiente y la presencia del polvo en dispersión. Asimismo:

Se lleva a cabo el reconocimiento del nivel 1360 para determinar la condición de la tarea en la última voladura que tuvo, llevando a cabo el seguimiento de gases y oxígeno, y el control de temperatura.

La charla se lleva a cabo al personal, detallando la situación actual de la laboral y las acciones a implementar para llevar a cabo la edificación de la chimenea de una sección de 4x8, prevista para un día.

Se realizará el reconocimiento con el personal que participará en la edificación de la chimenea y se formará al personal en los procedimientos de edificación de la chimenea, incluyendo aspectos de seguridad, normas y procedimientos. Se exponen los temas y posteriormente se expondrán en la Tabla 15 y la Figura 5:

Trabajo en altura, ambiente restringido • PETS (Forma escrito de trabajo seguro)

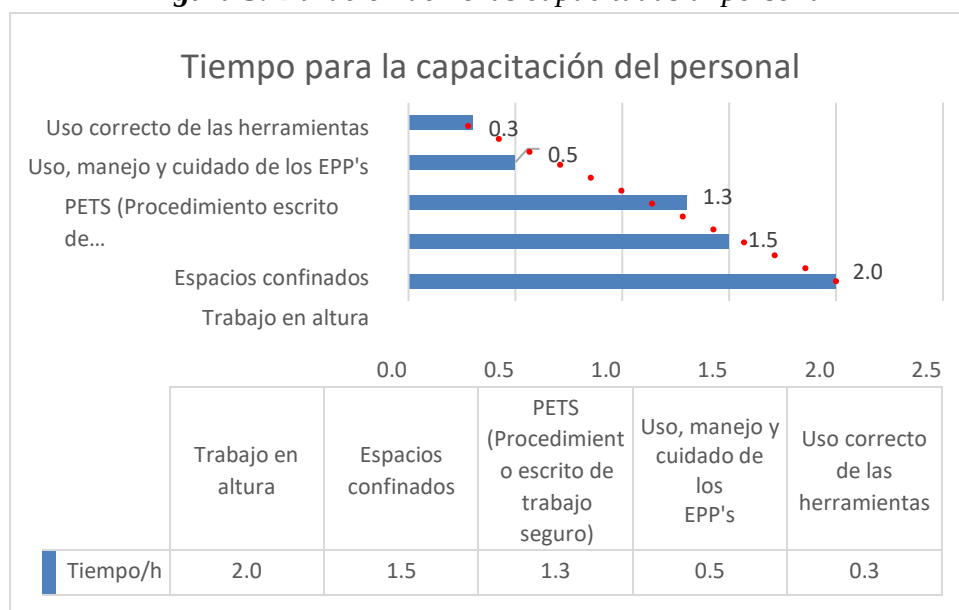
Uso, manejo y cuidado de los EPP.

Tabla 15. Entrenamiento para la edificación de la chimenea

TEMAS DE CAPACITACION		
Descripción	Cant/pers	Tiempo/h
Trabajo en altura	14	2.0
Espacios confinados	14	1.5
PETS (Procedimiento escrito de trabajo seguro)	14	1.3
Uso, manejo y cuidado de los EPP's	14	0.5
Uso correcto de las herramientas	14	0.3
TOTAL/HORAS:		5.6

Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Duración de horas capacitadas al personal



Fuente: Elaboración propia

Se llevó a cabo un día para formar al personal en relación a los equipos, herramientas, materiales y EPP, necesarios para la edificación de la chimenea. - El personal recibe una presentación de la malla de perforación, los parámetros técnicos y el explosivo con sus complementos que se empleará en la edificación de la chimenea.

- La edificación de la chimenea comienza y se pide al director de operaciones que utilice la compresora de tornillo (Compresora tornillo 375 CAT EXP. SULLAIR) para la perforación.
- entrega al Gerente de Operaciones un reporte de comunicación de la chimenea 1360 al nivel 1410.

Por lo tanto, se reveló la malla de perforación requerida para la edificación de la chimenea de 4x8. Se detallarán los parámetros, la cantidad de taladros, la eficiencia de la perforación y la matriz de informe de la chimenea.

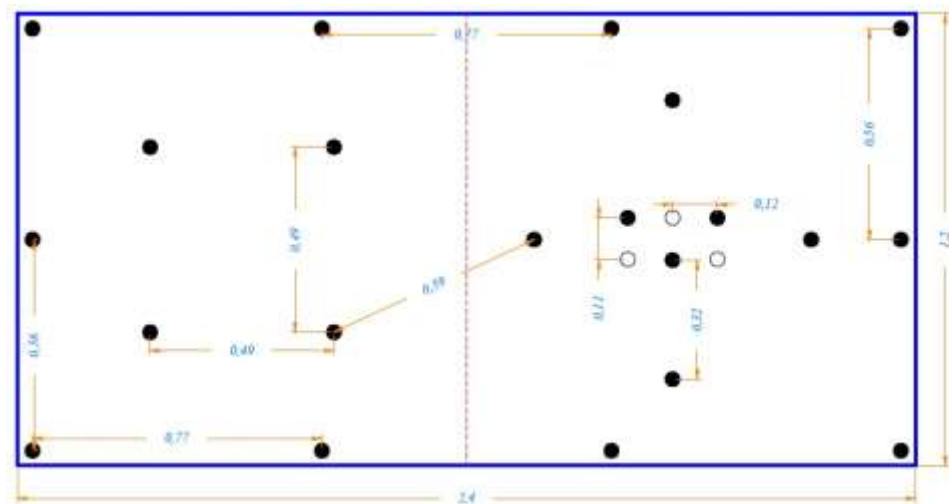
- La Tabla 16 muestra la malla de perforación y los parámetros necesarios para llevar a cabo la edificación de la chimenea de 4x8.

Tabla 16. *Parámetros de perforación*

PARAMETROS TECNICOS		
Ancho	1.2	mts
Alto	2.4	mts
Tipo de roca	MEDIA	
Tipo de material	Desmonte	
Densidad	2.66	TM/m3
Diámetro de taladro	38	Mm

Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Malla de perforación - Chimenea 4x8



Fuente: Elaboración propia

En la figura 6 Se mostró la malla de perforación, donde los taladros cargados representan los círculos negros, mientras que los taladros aliviados son los círculos blancos; También se puede apreciar la separación entre los taladros.

Se muestra en la Tabla 17 el número de taladros y la longitud de barrenos que se van a realizar para la chimenea 4x8.

Tabla 17. Parámetros de perforación

PERFORACION – CHIMENEA 4X8		
N° Taladros cargados	21	tal
N° Taladros alivio	3	tal
N° total de taladros	24	tal
Long. Barreno (4 pies)	1.22	mts
Long. Barreno (2 pies)	0.61	mts

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 18 presenta la eficiencia de la perforación, el rendimiento de la perforación, el tipo de voladura, el volumen, el tonelaje adquirido por cada voladura y el factor de carga correspondiente.

Tabla 18. Eficiencia de perforación

EFICIENCIA DE PERFORACION		
Rendimiento en perforación	92	%
Rendimiento en voladura	91	%
Volumen	2.94	m3
Tonelaje	7.82	TM
Factor de carga	0.89	Kg/m3

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 19 muestra las propiedades del explosivo empleado en la edificación de la chimenea.

Tabla 19. Descripción de los explosivos y sus accesorios

CARACTERISTICAS DEL EXPLOSIVO		
Descripción	Cart/caja	Kg/cart
Emulnor 1000 UND	146	0.171
Carmex	250	und
Mecha rápida Z - 18	150	mts

Fuente: Famesa 2023

Las características técnicas de los explosivos y sus accesorios se detallan en las tablas 20, 21 y 22.

Tabla 20. Tarjeta técnica Emulnor

FICHA TECNICA EMULNOR 1000 UND		
Descripción		medida
Densidad relativa	1.13	g/cm3
Velocidad de detonación (confinado)	5800	m/s
Presión de detonación	95	Kbar
Energía	785	kcal/kg

Fuente: Famesa 2023

Tabla 21. Ficha técnica de Carmex

FICHA TECNICA CARMEX		
Descripción		medida
Tiempo de combustión	150 - 165	s/m
Longitud de la chispa	50	mm
Diámetro externo	5.2	mm
Resistencia a la tensión 3min	30	kg

Fuente: Famesa 2023

Tabla 22. Tarjeta técnica de la Mecha Rápida Z-18

FICHA TECNICA MECHA RAPIDA Z - 18		
Descripción		medida
Tiempo de combustión	35	s/m
Diámetro externo	1.8	mm

Fuente: Famesa 2023

Se comprobó las condiciones en las que se están llevando a cabo las labores en la chimenea para alcanzar las metas del proyecto de circulación del aire, basadas en la Tabla 26 que refleja el progreso y la edificación de la Chimenea:

Tabla 23. Operaciones de la Chimenea 386

MES	FECHA	TURNO	MANO DE OBRA	LABOR	NIVEL	TIPO MAT. (M/D)	SECCIÓN	LONG. PERF. (Pie)	NRO. TAL. PERF (und.)	NRO. TAL. CARG. (und.)	AVANCE (m)	EF. DISP. %	EMULNOR 1000 UND	CARMEX (UND)	Mecha Rap.(m)	KG. EXPLOSIVOS	N° DISP/ AVANCE	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO	Fc (Kg/m3)	Fa (Kg/m)
ENERO	18/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.07	91%	41	19	17	6.85	1	PERFORACION Y VOLADURA	0.77	6.40
ENERO	18/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE + PUNTAL DE LINEA		
ENERO	19/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE		
ENERO	19/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA NESMONTE		
ENERO	20/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	SE PARALIZA POR DEFICIENCIA DE VENTILACION		
ENERO	20/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	SE PARALIZA POR DEFICIENCIA DE VENTILACION		
ENERO	21/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	SE PARALIZA POR DEFICIENCIA DE VENTILACION		
ENERO	21/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	SE PARALIZA POR DEFICIENCIA DE VENTILACION		
ENERO	22/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	SE PARALIZA POR DEFICIENCIA DE VENTILACION		
ENERO	22/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	SE PARALIZA POR DEFICIENCIA DE VENTILACION		
ENERO	23/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	SE PARALIZA POR DEFICIENCIA DE VENTILACION		
ENERO	23/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	SE PARALIZA POR DEFICIENCIA DE VENTILACION		
ENERO	24/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	SE PARALIZA POR DEFICIENCIA DE VENTILACION		
ENERO	24/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	SE PARALIZA POR DEFICIENCIA DE VENTILACION		
ENERO	25/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	SE PARALIZA POR DEFICIENCIA DE VENTILACION		

ENERO	25/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	SE PARALIZA POR DEFICIENCIA DE VENTILACION		
ENERO	26/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.05	91%	41	19	18	6.85	1	PERFORACION Y VOLADURA + LIMPIEZA DESMONTES	0.79	6.52
ENERO	26/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE + PICADO DE PATILLA + PLACAS		
ENERO	27/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	INSTALACION DE VENTILADOR NIVEL 1365		
ENERO	27/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.11	91%	41	19	18	6.85	1	PERFORACION Y VOLADURA	0.74	6.17
ENERO	28/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE		
ENERO	28/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE		
ENERO	29/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	18	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE + ACUM. TALADROS		
ENERO	29/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.12	91%	41	19	16	6.85	1	PERFORACION Y VOLADURA	0.74	6.11
ENERO	30/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE		
ENERO	30/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE		
ENERO	31/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	15	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE + ACUM. TALADROS		
ENERO	31/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.09	91%	40	17	16	6.68	1	PERFORACION Y VOLADURA	0.74	6.13
FEBRERO	1/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	2	2	0	0.00	0%	2	2	5	0.33	0	LIMPIEZA DESMONTE + DESQUINCHES		
FEBRERO	1/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE + PUNTAL DE LINEA		
FEBRERO	2/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	17	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE + ACUM. TALADROS		

FEBRERO	2/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.07	91%	40	19	18	6.68	1	PERFORACION Y VOLADURA	0.75	6.24
FEBRERO	3/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE + PUNTAL DE AVANCE		
FEBRERO	3/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE		
FEBRERO	4/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	PICADO DE PATILLA + PUNTAL DE LINEA (3)		
FEBRERO	4/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.06	91%	39	18	18	6.51	1	PERFORACION Y VOLADURA + LIMPIEZA DESM	0.74	6.14
FEBRERO	5/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	INSTALACION DE TOLVA METALICA		
FEBRERO	5/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.04	91%	41	19	17	6.85	1	PERFORACION Y VOLADURA	0.80	6.58
FEBRERO	6/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	PICADO DE PATILLA + PUNTAL AVANCE, LINEA		

MES	FECHA	TURNO	MANO DE OBRA	LABOR	NIVEL	TIPO MAT. (M/D)	SECCIÓN	LONG. PERF. (Pie)	NRO. TAL. PERF (und.)	NRO. TAL. CARG. (und.)	AVANCE (m)	EF. DISP. %	EMULNOR 1000 UND	CARMEX (UND)	Mecha Rap.(m)	KG. EXPLOSIVOS	N° DISP/ AVANCE	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO	Fc (Kg/m3)	Fa (Kg/m)
FEBRERO	6/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.10	91%	40	17	16	6.68	1	PERFORACION Y VOLADURA	0.73	6.07
FEBRERO	7/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	INSTALACION DE ESCALERAS		
FEBRERO	7/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.08	91%	40	18	18	6.68	1	PERFORACION Y VOLADURA	0.75	6.19
FEBRERO	8/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.09	91%	41	19	17	6.85	1	PERFORACION Y VOLADURA	0.76	6.28
FEBRERO	8/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.01	91%	38	18	17	6.35	1	PERFORACION Y VOLADURA	0.76	6.28
FEBRERO	9/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.12	91%	41	18	16	6.85	1	PERFORACION Y VOLADURA	0.74	6.11
FEBRERO	9/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE + PICADO PATILLA		
FEBRERO	10/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	PUNTAL DE AVANCE (2) + PUNTA LINEA (3)		
FEBRERO	10/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	TRABAJOS DE MADERA		
FEBRERO	11/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE		
FEBRERO	11/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.00	91%	41	18	17	6.85	1	PERFORACION Y VOLADURA + LIMPIEZA DESM	0.83	6.85
FEBRERO	12/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	2	2	2	0.00	91%	2	2	6	0.33	0	DESQUINCHES + PICADO DE PATILLA		
FEBRERO	12/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	TRABAJOS DE MADERA + PUNTAL DE LINEA		
FEBRERO	13/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	PICADO DE PATILLA + TRABAJOS DE MADERA		
FEBRERO	13/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.10	91%	41	18	16	6.85	1	PERFORACION Y VOLADURA + PUNTAL DE AVAN	0.75	6.22
FEBRERO	14/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA LABOR + LIMPIEZA DESMONTE		
FEBRERO	14/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	18	0	0.00	91%	0	0	0	0.00	0	ACUM TALADROS + LIMPIEZA DE LABOR		
FEBRERO	15/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.00	91%	40	19	17	6.68	1	PERFORACION Y VOLADURA + LIMPIEZA LABOR	0.81	6.68
FEBRERO	15/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	TRABAJOS DE MADERA - SOSTENIMIENTO		
FEBRERO	16/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	22	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	TRABAJOS DE MADERA - SOSTENIMIENTO		
FEBRERO	16/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.08	91%	41	18	16	6.85	1	PERFORACION Y VOLADURA + LIMPIEZA LABOR	0.77	6.34

FEBRERO	17/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	12	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	ACUM TALADROS + PUNTA DE LINEA + PICADO P		
FEBRERO	17/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	ACUM TALADROS + PICADO PATILLA + PUN AVA		
FEBRERO	18/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE		
FEBRERO	18/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE		
FEBRERO	19/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.03	91%	40	18	16	6.68	1	PERFORACION Y VOLADURA + LIMPIEZA LABOR	0.78	6.49
FEBRERO	19/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	TRABAJOS DE MADERA - SOSTENIMIENTO		
FEBRERO	20/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	18	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	PICADO DE PATILLA + PUNTAL DE LINEA		
FEBRERO	20/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	PICADO DE PATILLA + PUNTA DE AVANCE		
FEBRERO	21/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	INSTALACION DE ESCALERAS		
FEBRERO	21/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.00	91%	37	16	15	6.18	1	PERFORACION Y VOLADURA + LIMPIEZA LABOR	0.75	6.18
FEBRERO	22/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	INSTALACION DE ESCALERAS		
FEBRERO	22/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	PUNTAL DE AVANCE + PUNTA LINEA		
FEBRERO	23/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	PICADO DE PATILLA + TRABAJOS DE MADERA		
FEBRERO	23/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	5	23	20	1.00	91%	36	17	16	6.01	1	PERFORACION Y VOLADURA + LIMPIEZA LABOR	0.58	6.01
FEBRERO	24/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA LABOR + LIMPIEZA DESMONTE		
FEBRERO	24/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE + PICADO PATILLA		
FEBRERO	25/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	2	2	2	0.00	0%	2	2	5	0.33	0	DESQUINCHES + TRABAJO MAD + PICADO PATILLA		
FEBRERO	25/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.12	91%	42	19	10	7.01	1	PERF VOLAD + ARMADO DE RAMFLAS + LIMPIEZA	0.76	6.25
FEBRERO	26/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	22	19	1.07	91%	36	18	9	6.01	1	PICADO PATILLAS + PUNTAL AVANCE + PERF VO	0.71	5.62
MES	FECHA	TURNO	MANO DE OBRA	LABOR	NIVEL	TIPO MAT. (M/D)	SECCIÓN	LONG. PERF. (Pie)	NRO. TAL. PERF (und.)	NRO. TAL. CARG. (und.)	AVANCE (m)	EF. DISP. %	EMULNOR 1000 UND	CARMEX (UND)	Mecha Rap.(m)	KG. EXPLOSIVOS	N° DISP/ AVANCE	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO	Fc (Kg/m3)	Fa (Kg/m)

FEBRERO	26/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.11	91%	36	18	9	6.01	1	PUNTAL DE AVANCE + PERFORACION Y VOLAD	0.65	5.42
FEBRERO	27/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	18	1.10	91%	36	18	9	6.01	1	LIMPIEZA LABOR + PICADO DE PATILLAS + P/V	0.66	5.47
FEBRERO	27/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	18	1.10	91%	36	0	9	6.01	1	PICADO PATILLAS + PUNTAL DE AVANCE + P/V F	0.66	5.47
FEBRERO	28/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	PICADO PATILLAS + PUNTAL DE LINEA (3)		
FEBRERO	28/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	PIC PATILLA + PUNT DE LIN (3) + ENTAB 1 PAÑO		
MARZO	1/03/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	ENTAB COMP, DESCANSO, ESCALERA, PIC PAT+		
MARZO	1/03/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.10	91%	40	18	10	6.68	1	VENTILACION, REDESATE, PICADO PATILLAS CO	0.73	6.07
MARZO	2/03/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	18	1.08	91%	39	19	10	6.51	1	PERFORACION Y VOLADURA	0.73	6.03
MARZO	2/03/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	18	1.05	91%	37	15	10	6.18	1	LIMPIEZA DESMONTE + PERFORACION Y VOLAD	0.71	5.88
MARZO	3/03/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	17	1.06	91%	36	17	10	6.01	1	TOLVA DE MIN, PIC PATILLA, PUNTAL AV + P/V	0.68	5.67
MARZO	3/03/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	18	1.07	91%	37	17	7	6.18	1	PUNTAL DE AVANCE + PERFORACION Y VOLAD	0.70	5.77
MARZO	4/03/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	16	1.08	91%	36	18	10	6.01	1	PIC PATILLAS PUNT AVANCE, TAPO ESPACIOS HA	0.67	5.57
MARZO	4/03/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.11	91%	38	15	10	6.35	1	PUNTAL DE AVANCE + PERFORACION Y VOLAD	0.69	5.72
MARZO	5/03/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	15	1.02	91%	28	14	10	4.68	1	PICADO DE PATILLAS, PERF Y VOLAD + LIMP MIN	0.55	4.58
MARZO	5/03/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	16	1.04	91%	45	16	10	7.52	1	PUNTAL DE AVANCE + PERFORACION Y VOLAD	0.87	7.23
MARZO	6/03/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.08	91%	35	15	14	5.85	1	PUNTAL DE AVANCE + PERFORACION Y VOLAD	0.65	5.41
MARZO	6/03/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	18	1.07	91%	40	16	10	6.68	1	PUNTAL DE AVANCE + PERFORACION Y VOLAD	0.75	6.24
MARZO	7/03/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	17	1.05	91%	45	15	15	7.52	1	PUNTAL DE AVANCE + PERFORACION Y VOLAD	0.86	7.16
MARZO	7/03/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.12	91%	40	16	7	6.68	1	PUNTAL DE AVANCE + PERFORACION Y VOLAD	0.72	5.96
MARZO	8/03/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.11	91%	45	15	14	7.52	1	PUNTAL DE AVANCE + PERFORACION Y VOLAD	0.82	6.77
MARZO	8/03/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	19	1.07	91%	40	16	7	6.68	1	PUNTAL DE AVANCE + PERFORACION Y VOLAD	0.75	6.24
MARZO	9/03/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.08	91%	45	15	17	7.52	1	PUNTAL DE AVANCE + PERF Y VOL + SONDEO	0.84	6.96
MARZO	9/03/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	19	1.07	91%	40	15	10	6.68	1	PUNTAL DE AVANCE + PERFORACION Y VOLAD	0.75	6.24
MARZO	10/03/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	17	1.04	91%	45	15	15	7.52	1	PUNT AV + PERF Y VOLAD(COMUN SONDEO 6ft)	0.87	7.23
MARZO	10/03/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	4	4	0.00	0%	9	4	3	1.50	0	PUNTAL DE AVANCE + PERFORACION Y VOLAD		
MARZO	11/03/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	PICADO DE PATILLAS + PUNTAL DE BOCA		
MARZO	11/03/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	INST MALLA ELECTROSOLDADA, PERN SPLIT SE		
MARZO	12/03/2023	D	3	CH 386	1365 - 1410	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	REUBUCACION VENTILADOR, COLOC COPUER T		

Fuente: Elaboración propia

Toma de muestras de la ventilación inicial

Monitoreo 1

- Nivel 1360
- Voladura guardia día 18 – 01 - 2023 Ventilador de 480 m³/min.
- Manga de ventilación diámetro 20"
- Ingreso a la labor después de 4 horas
- Temperatura de la labor 29 °C
- Oxígeno 18.2 %
- Dióxido de carbono CO₂ 10000 PPM Velocidad del aire 11.3 m/min.

Monitoreo 2

- Nivel 1360
- Voladura guardia día 20 – 01 - 2023 Ventilador de 480 m³/min.
- Manga de ventilación diámetro 20"
- Ingreso a la labor después de 4 horas
- Temperatura de la labor 28 °C
- Oxígeno 18.0 %
- Dióxido de carbono CO₂ 10500 PPM
- Velocidad del aire 12.6 m/min.

Monitoreo 3

- Nivel 1360
- Voladura guardia día 21 – 01 - 2023
- Ventilador de 480 m³/min.
- Manga de ventilación diámetro 20"
- Ingreso a la labor después de 4 horas
- Temperatura de la labor 27 °C

- Oxígeno 18.8 % Dióxido de carbono CO2 9300 PPM
- Velocidad del aire 12.9 m/min.

Monitoreo 4

- Nivel 1360
- Voladura guardia día 22 – 01 - 2023 Ventilador de 480 m3/min.
- Manga de ventilación diámetro 20"
- Ingreso a la labor después de 4 horas
- Temperatura de la labor 32 °C
- Oxígeno 18.4 % Dióxido de carbono CO2 9800 PPM
- Velocidad del aire 11.5 m/min.

Monitoreo 5

- Nivel 1360
- Voladura guardia noche 23 – 01 - 2023 Ventilador de 480 m3/min.
- Manga de ventilación diámetro 20"
- Ingreso a la labor después de 4 horas
- Temperatura de la labor 31 °C
- Oxígeno 18.3 %
- Dióxido de carbono CO2 11000 PPM
- Velocidad del aire 10.1 m/min.

Monitoreo 6

- Nivel 1360
- Voladura guardia día 24 – 01 - 2023 Ventilador de 480 m3/min.
- Manga de ventilación diámetro 20"
- Ingreso a la labor después de 4 horas
- Temperatura de la labor 33 °C

- Oxígeno 18.5 %
- Dióxido de carbono CO2 10300 PPM
- Velocidad del aire 11.9 m/min.

Monitoreo 7

- Nivel 1360
- Voladura guardia día 25 – 01 - 2023 Ventilador de 480 m3/min.
- Manga de ventilación diámetro 20"
- Ingreso a la labor después de 4 horas
- Temperatura de la labor 30 °C
- Oxígeno 18.6 %
- Dióxido de carbono CO2 12600 PPM
- Velocidad del aire 12.3 m/min.

Monitoreo 8

- Nivel 1360
- Voladura guardia día 26 – 01 - 2023 Ventilador de 480 m3/min.
- Manga de ventilación diámetro 20"
- Ingreso a la labor después de 4 horas
- Temperatura de la labor 31 °C
- Oxígeno 18.2 % Dióxido de carbono CO2 9400 PPM
- Velocidad del aire 11.2 m/min.

Monitoreo 9

- Nivel 1360
- Voladura guardia día 27 – 01 - 2023 Ventilador de 480 m3/min.
- Manga de ventilación diámetro 20"
- Ingreso a la labor después de 4 horas

- Temperatura de la labor 30 °C
- Oxígeno 18.7 %
- Dióxido de carbono CO₂ 10800 PPM
- Velocidad del aire 10.9 m/min.

Monitoreo 10

- Nivel 1360
- Voladura guardia día 28 – 01 - 2023
- Ventilador de 480 m³/min.
- Manga de ventilación diámetro 20"
- Ingreso a la labor después de 4 horas
- Temperatura de la labor 29 °C
- Oxígeno 18.3 %
- Dióxido de carbono CO₂ 11000 PPM
- Velocidad del aire 12.1 m/min.

Requerimientos de aire para la ventilación

La necesidad de aire fresco para la minería interior se determina conforme a lo estipulado en el artículo 252 del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional DS-024-2016-MEM y su reglamento DS-023-2017-EM. La tabla 24 y 25 muestra los requisitos requeridos.

Tabla 24. Caudal de aire por persona

Tipo	Altitud (msnm)	Caudal (m ³ /min)
Persona	[0-1500]	3
Persona	[1500-3000]	4
Persona	[3000-4000]	5
Persona	más de 4000	6
Equipos Diésel	Cualquier altitud	>=3

Fuente: DS-024-2016-MEM.

Tabla 25. Caudal de aire por maquinaria

EQUIPO	CANTIDAD	HP c/u	HP Total	Factor Simul.	m3/min
Scoop de 6 yd3 (EE)	6	240	1440,00	0,75	3240,00
Scoop de 6 yd3 (CIA)	4	240	960,00	0,75	2160,00
Desatadores - Scaler	3	81.5	244,50	0,40	293,40
Camiones Servicio (CIA)	2	260	520,00	0,35	546,00
Camiones Servicio (EE)	4	160	640,00	0,45	864,00
Volquetes (Multi)	17	350	5950,00	0,70	12 495,00
Volquetes (IESA)	4	350	1400,00	0,50	2100,00
Jumbo Electrohidráulico (CIA)	5	75	375,00	0,30	337,50
Jumbo Electrohidráulico (EE)	6	75	450,00	0,30	405,00
Jumbo Empermador (CIA)	2	75	150,00	0,30	135,00
Jumbo Empermador (EE)	3	75	225,00	0,30	202,50
Equipo shotcrete - Hurones	7	120	840,00	0,60	1512,00
Equipo shotcrete - Robot	3	80	240,00	0,50	360,00
Total			13 434,50		24 650,40

Fuente: DS-024-2016-MEM.

Calidad de aire

En la siguiente tabla 26 se muestra los valores máximos permisibles de los agentes químicos de acuerdo con las normas legales vigentes.

Tabla 26. Límites para agentes químicos

Agente químico	Límite máximo
Oxígeno O2	>19.5 %
Monóxido de carbono CO	25 ppm
Ácido sulfhídrico H2S	10 ppm
Agente químico	Límite máximo
Dióxido de nitrógeno NO2	3 ppm
Dióxido de carbono CO2	5000 ppm

Fuente: DS-024-2016-MEM.

Cálculos para optimizar el sistema de ventilación

Caudal de aire para el personal

- $Q_{NP} = N_p \times Fr$
- Q_{NP} = Caudal de aire por la cantidad de trabajadores (m3/min)
- N_p = Número de trabajadores en el nivel (48)
- Fr = Caudal mínimo por trabajador de acuerdo con la escala establecida en el artículo, 247 del reglamento.

- La mina se encuentra a 2000 msnm. Por lo que el trabajador requiere 4 m³/minuto.
- QNP = 192 m³/minuto.

Caudal de aire para equipos diésel

La mina no cuenta con equipos diésel por lo tanto el caudal requerido es cero

Caudal de aire por temperatura

- $Q_{Te} = V_m \times A \times N$
- Q_{Te} = Caudal de aire requerido por temperatura (m³/minuto)
- V_m = Velocidad mínima de acuerdo con el reglamento (30 m./ minuto)
- A = Área de la sección transversal de la labor (2.5 m. x 2.5 m. = 6.25 m².)
- N = Numero de niveles con temperatura superior a 23 °C, conforme con la escala definida en el tercer párrafo del literal d) del artículo 252 del reglamento (2 niveles).
- $Q_{Te} = 375$ m³/minuto.

Caudal de aire requerido por consumo de madera

- $Q_{ma} = F_p \times T_n$.
- Q_{ma} = Caudal de aire requerido (m³/minuto)
- F_p = Factor de producción de acuerdo con la escala establecida en el segundo párrafo del literal d) del artículo 252 del reglamento (40% = 0.60 m³/minuto).
- T_n = Producción en toneladas métricas por guardia (40 Ton. /guardia)
- $Q_{ma} = 24$ m³/guardia.

Caudal total requerido

- $Q_{To} = Q_{ma} + Q_{Te} + Q_{ma}$

- $Q_{To} = 591 \text{ m}^3/\text{minuto}$

Factor de seguridad por fugas

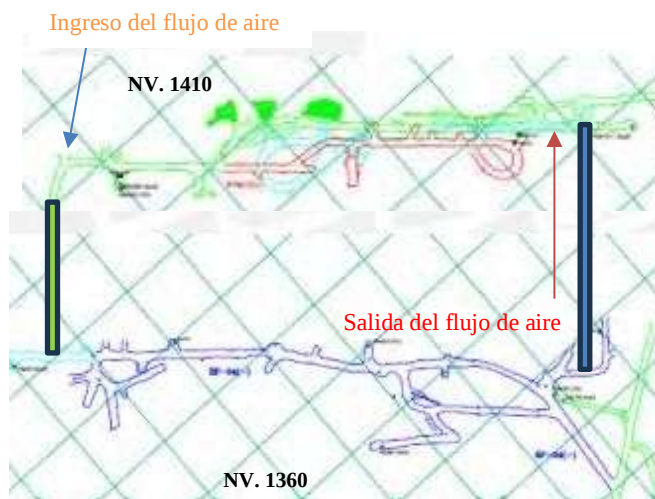
- $Q_{Fu} = F_s \times Q_{To}$
- Q_{Fu} = Caudal requerido por fugas
- F_s = Factor de seguridad (15%)
- Q_{To} = Caudal total requerido (591 M3/minuto)
- $Q_{TT} = 88.65 + 591 = 679.65 \text{ m}^3/\text{minuto}.$
- $Q_{TT} = 680 \text{ m}^3/\text{minuto} \times 35.3147 \text{ pies}^3/\text{m}^3 = 24\,014 \text{ CFM}$

El caudal de operación necesario para el sistema de ventilación los fabricantes recomiendan que para la selección de un ventilador se determine un caudal de 1.5 a veces al caudal requerido.

- $Q_{To} = 24\,014 \text{ CFM} \times 1.5 = 36\,021 \text{ CFM}.$

En la figura 7 se presenta el circuito de ventilación.

Figura 7. Circuito de ventilación



Fuente: Elaboración propia

En la figura 7 se puede apreciar la instalación de una ventiladora soplante axial FANTR, tipo FRP-HT090, de 38,000 CFM, potencia nominal de 18 Kw., y con una velocidad de rotación de 1,800 rpm.; en la bocamina del nivel 1410 y en

el nivel 1360 se instala la ventiladora aspirante axial de 17,000 CFM., que estuvo instalada anteriormente en el nivel 1410. Luego se realiza el monitoreo respectivo.

Monitoreo de la ventilación optimizada

Monitoreo 1

- Nivel 1360
- Voladura guardia día 05 – 03 - 2023
- Ventilador de 38 000 CFM y 17 000 CFM
- Manga de ventilación diámetro 30” y 20”
- Ingreso a la labor después de 2 horas
- Temperatura de la labor 19.5 °C
- Oxígeno 22.0 %
- Dióxido de carbono CO₂ 1000 PPM
- Velocidad del aire 32.1 m/min.

Monitoreo 2

- Nivel 1360
- Voladura guardia día 06 – 03 - 2023
- Ventilador de 38 000 CFM y 17 000 CFM
- Manga de ventilación diámetro 30” y 20”
- Ingreso a la labor después de 2 horas
- Temperatura de la labor 18.5 °C
- Oxígeno 21.5 %
- Dióxido de carbono CO₂ 1900 PPM
- Velocidad del aire 30.1 m/min.

Monitoreo 3

- Nivel 1360
- Voladura guardia día 07 – 03 - 2023
- Ventilador de 38 000 CFM y 17 000 CFM
- Manga de ventilación diámetro 30” y 20”
- Ingreso a la labor después de 2 horas
- Temperatura de la labor 19 °C
- Oxígeno 20.5 %
- Dióxido de carbono CO₂ 1850 PPM
- Velocidad del aire 29.8 m/min.

Monitoreo 4

- Nivel 1360
- Voladura guardia día 08 – 03 - 2023
- Ventilador de 38 000 CFM y 17 000 CFM
- Manga de ventilación diámetro 30” y 20”
- Ingreso a la labor después de 2 horas
- Temperatura de la labor 19.5 °C
- Oxígeno 22.5 %
- Dióxido de carbono CO₂ 1950 PPM
- Velocidad del aire 31.2 m/min.

Monitoreo 5

- Nivel 1360
- Voladura guardia día 09 – 03 - 2023
- Ventilador de 38 000 CFM y 17 000 CFM
- Manga de ventilación diámetro 30” y 20”

- Ingreso a la labor después de 2 horas
- Temperatura de la labor 17.5 °C
- Oxígeno 23.5 %
- Dióxido de carbono CO₂ 1000 PPM
- Velocidad del aire 32.3 m/min.

Monitoreo 6

- Nivel 1360
- Voladura guardia día 11 – 03 - 2023
- Ventilador de 38 000 CFM y 17 000 CFM
- Manga de ventilación diámetro 30” y 20”
- Ingreso a la labor después de 2 horas
- Temperatura de la labor 18.0 °C
- Oxígeno 21.5 %
- Dióxido de carbono CO₂ 1450 PPM
- Velocidad del aire 30.6 m/min.

Monitoreo 7

- Nivel 1360
- Voladura guardia día 13 – 03 - 2023
- Ventilador de 38 000 CFM y 17 000 CFM
- Manga de ventilación diámetro 30” y 20”
- Ingreso a la labor después de 2 horas
- Temperatura de la labor 19.5 °C
- Oxígeno 22.0 %
- Dióxido de carbono CO₂ 1050 PPM
- Velocidad del aire 32.2 m/min.

Monitoreo 8

- Nivel 1360
- Voladura guardia día 14 – 03 - 2023
- Ventilador de 38 000 CFM y 17 000 CFM
- Manga de ventilación diámetro 30” y 20”
- Ingreso a la labor después de 2 horas
- Temperatura de la labor 17.0 °C
- Oxígeno 22.5 %
- Dióxido de carbono CO₂ 1100 PPM.
- Velocidad del aire 31.5 m/min.

Monitoreo 9

- Nivel 1360
- Voladura guardia día 16 – 03 - 2023
- Ventilador de 38 000 CFM y 17 000 CFM
- Manga de ventilación diámetro 30” y 20”
- Ingreso a la labor después de 2 horas
- Temperatura de la labor 18.5 °C
- Oxígeno 21.5 %
- Dióxido de carbono CO₂ 1300 PPM
- Velocidad del aire 31.9 m/min.

Monitoreo 10

- Nivel 1360
- Voladura guardia día 18 – 03 - 2023
- Ventilador de 38 000 CFM y 17 000 CFM
- Manga de ventilación diámetro 30” y 20”

- Ingreso a la labor después de 2 horas

Temperatura de la labor 17.5 °C

- Oxígeno 20.5 %
- Dióxido de carbono CO₂ 1700 PPM
- Velocidad del aire 30.4 m/min.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Presentación de data de ventilación inicial

Tabla 27. Base de datos del monitoreo inicial

Monitoreo	Nivel	Velocidad A. m/min.	Temperatura °C	Oxígeno %	CO ₂ PPM
1	1360	11.3	29	18.2	10000
2	1360	12.6	28	18.0	10500
3	1360	12.9	27	18.8	9300
4	1360	11.5	32	18.4	9800
5	1360	10.1	31	18.3	11000
6	1360	11.9	33	18.5	10300
7	1360	12.3	30	18.6	12600
8	1360	11.2	31	18.2	9400
9	1360	10.9	30	18.7	10800
10	1360	12.1	29	18.3	11000
Promedio	1360	11.68	30.0	18.4	10470

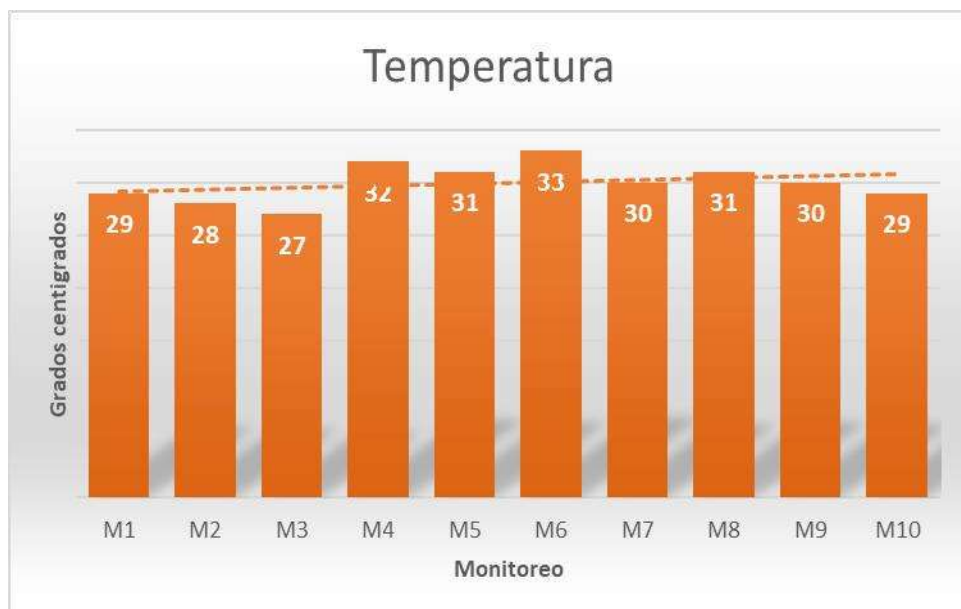
Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Velocidad del aire inicial



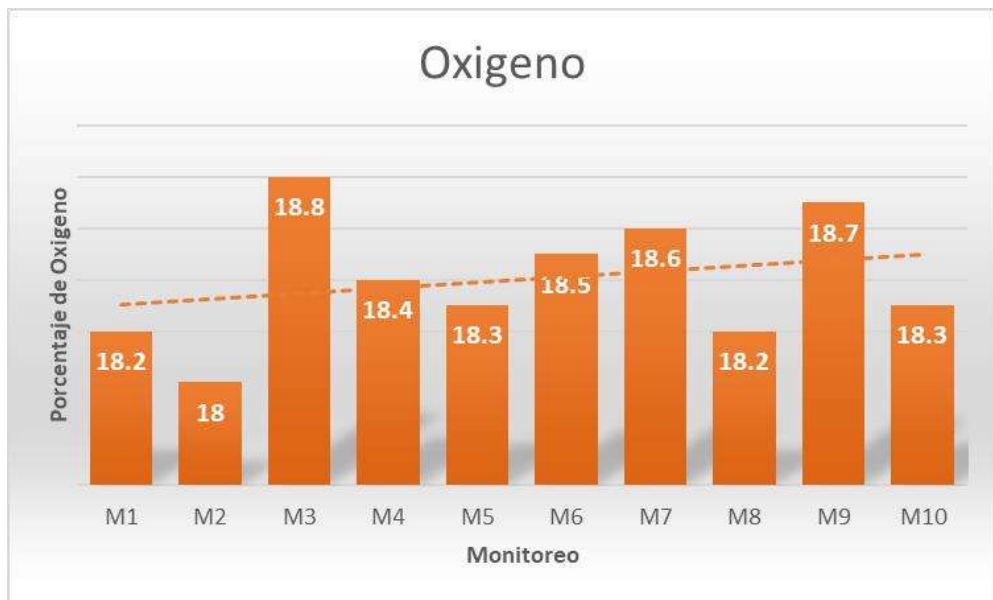
Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Temperatura inicial



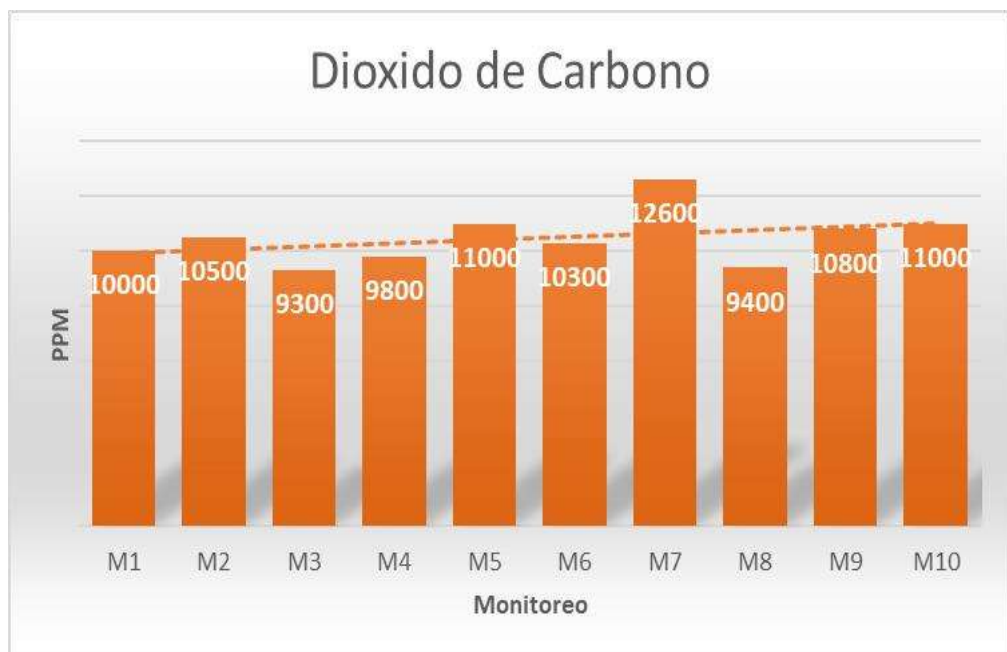
Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Porcentaje de oxígeno



Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Dióxido de carbono



Fuente: Elaboración propia

Presentación de data ventilación optimizada

Tabla 28. Base de datos del monitoreo optimizado

Monitoreo	Nivel	Velocidad A. m/min.	Temperatura °C	Oxigeno %	CO2 PPM
1	1360	32.1	19.5	22	1000
2	1360	30.1	18.5	21.5	1900
3	1360	29.8	19.0	20.5	1850
4	1360	31.2	19.5	22.5	1950
5	1360	32.3	17.5	23.5	1000
6	1360	30.6	18.0	21.5	1450
7	1360	32.2	19.5	22.0	1050
8	1360	31.5	17.0	22.5	1100
9	1360	31.9	18.5	21.5	1300
10	1360	30.4	17.5	20.5	1700
Promedio	1360	31.21	18.45	21.8	1430

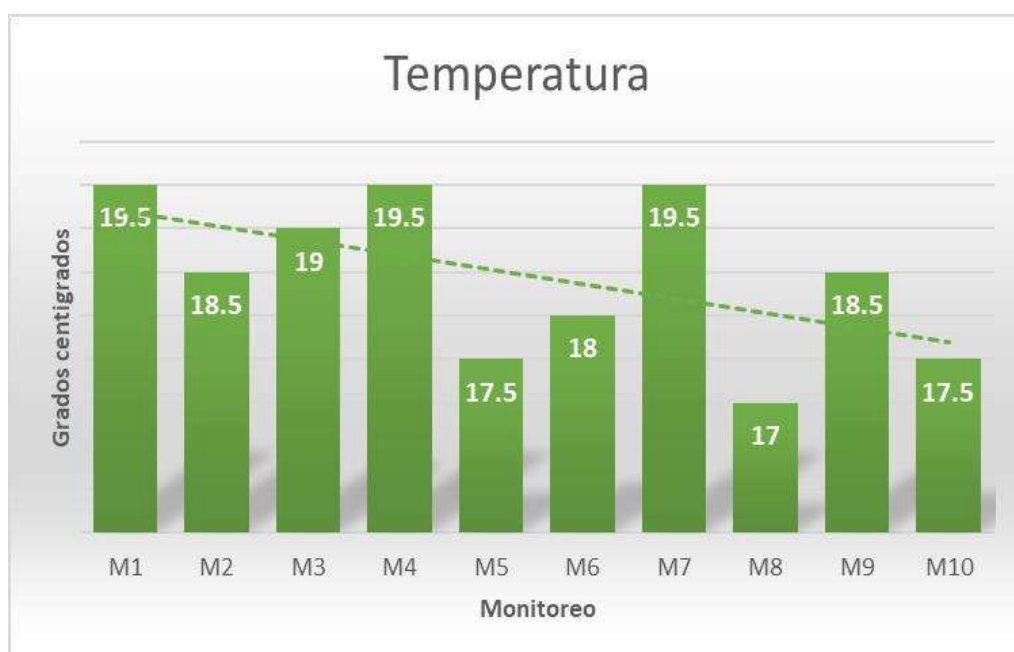
Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Velocidad del aire optimizada



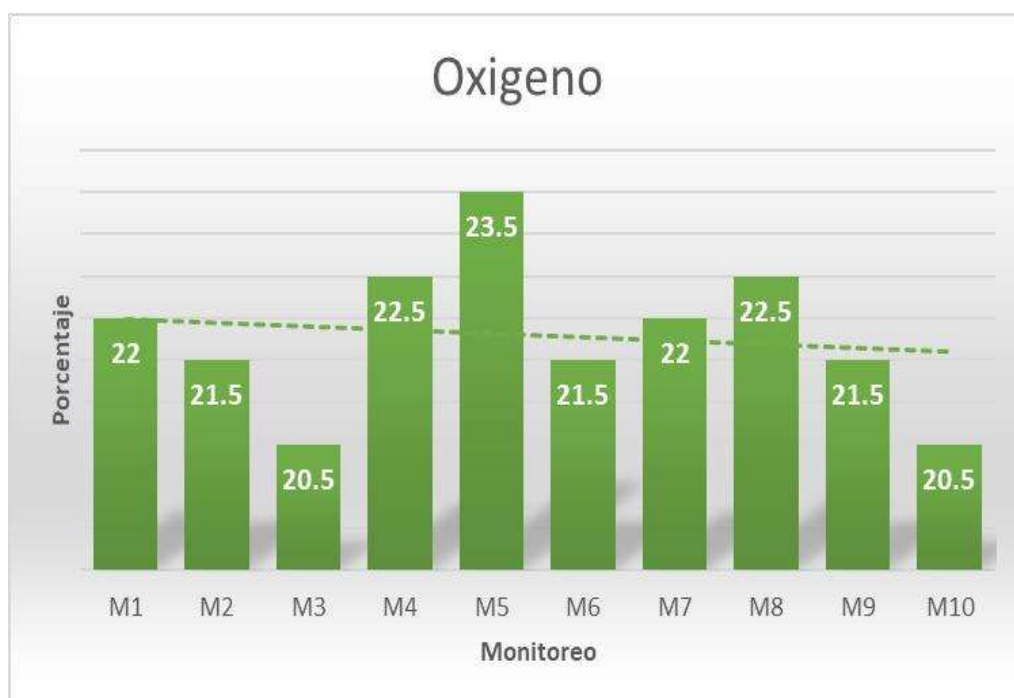
Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Temperatura optimizada



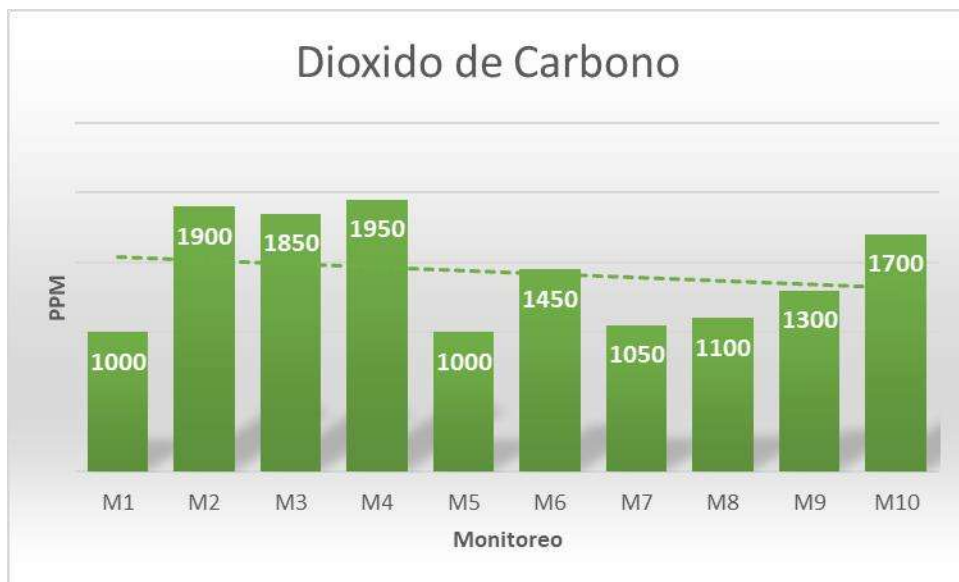
Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Porcentaje de oxígeno optimizado



Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Dióxido de carbono optimizado



Fuente: Elaboración propia

Análisis de los resultados

En el análisis de los resultados los promedios del sistema de ventilación inicial de acuerdo con los monitoreos realizados se tienen:

- En el nivel 1360 la velocidad de aire de la ventilación inicial se tiene un promedio de 11.68 m/min.
- En el nivel 1360 la temperatura de la ventilación inicial se tiene un promedio de 30.0 grados centígrados.
- El promedio de la presencia de oxígeno es de 18.4 % en el nivel 1360.
- En el nivel 1360 la ventilación inicial lo que respecta a la presencia del dióxido de carbono, se tiene un promedio de 10 470 PPM.

En el análisis de los promedios del nuevo diseño del sistema de ventilación del nivel 1360, con la implementación de la ventiladora de 38 000 CFM. y una manga de 30” en el nivel 1410 como soplante, se obtuvo los siguientes resultados:

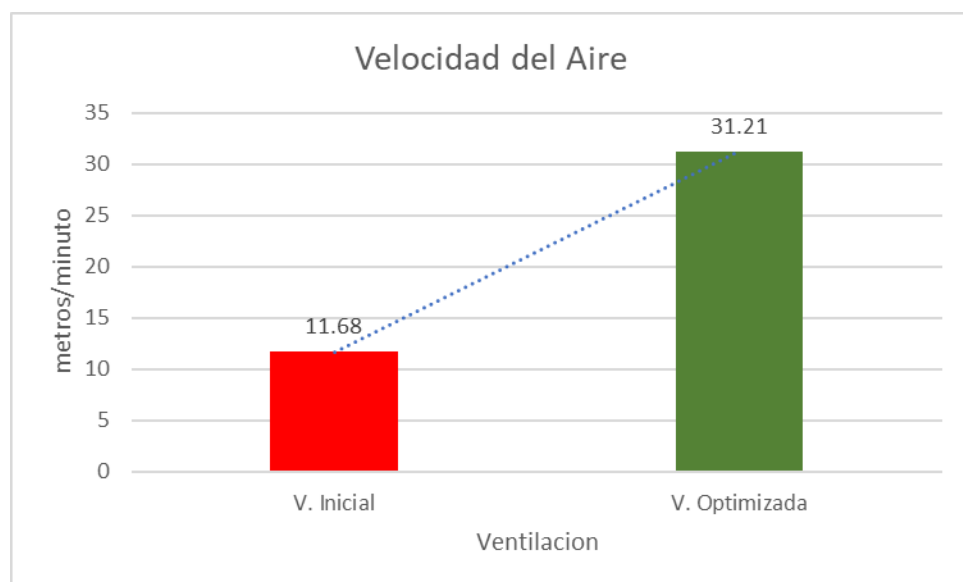
- La velocidad de aire de la ventilación optimizada se tiene un promedio de 31.21 m/min.
- En el nivel 1360 la temperatura de la ventilación optimizada se tiene un promedio de 18.45 grados centígrados.
- El promedio de la presencia de oxígeno con la ventilación optimizada es de 21.8

% en el nivel 1360. ○ En el nivel 1360 en la ventilación optimizada lo que respecta a la presencia del dióxido de carbono, se tiene un promedio de 1430 PPM.

Interpretación de resultados del sistema de ventilación.

En la siguiente figura 16, se puede observar que la velocidad del aire en el sistema de ventilación inicial del nivel 1360 es menor en relación con la velocidad de aire del diseño de ventilación optimizada, de 11.68 m/minuto en el primer caso y de 31.21 m/minuto para el segundo caso, por lo que deducimos que con la optimización de la ventilación se obtiene un incremento de 19.53 m/minuto en la velocidad del aire, un incremento muy significativo de 167 %.

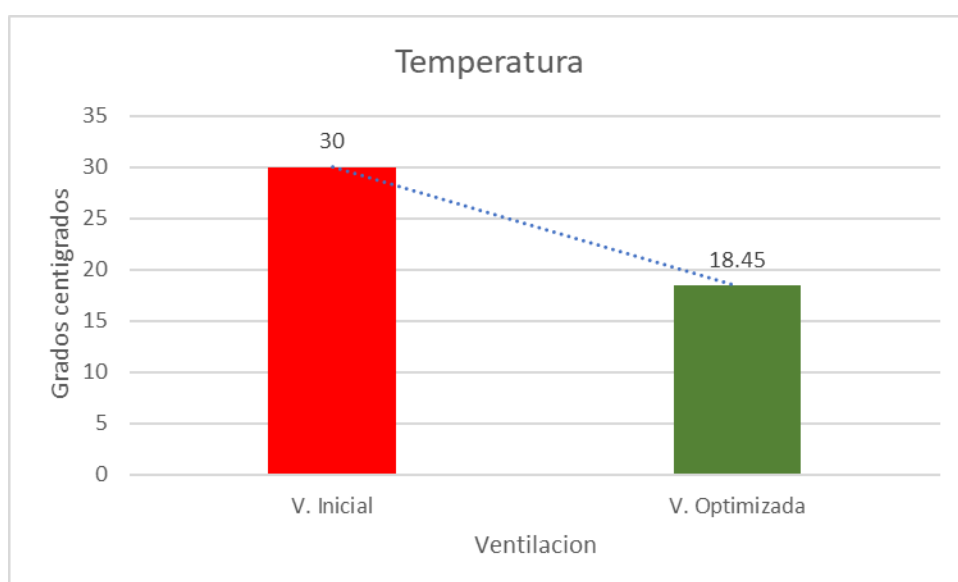
Figura 16. Relación de la velocidad de aire



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura 17 se puede observar que la temperatura del diseño de ventilación inicial es mayor en relación con la ventilación optimizada se mejora la temperatura, de 30.0 grados centígrados en el primer caso y de 18.45 grados centígrados para el segundo caso, por lo que deducimos que con la optimización de la ventilación se obtiene 11.55 grados centígrados menos. Se minimiza significativamente la temperatura ambiente en un 61.5 % %.

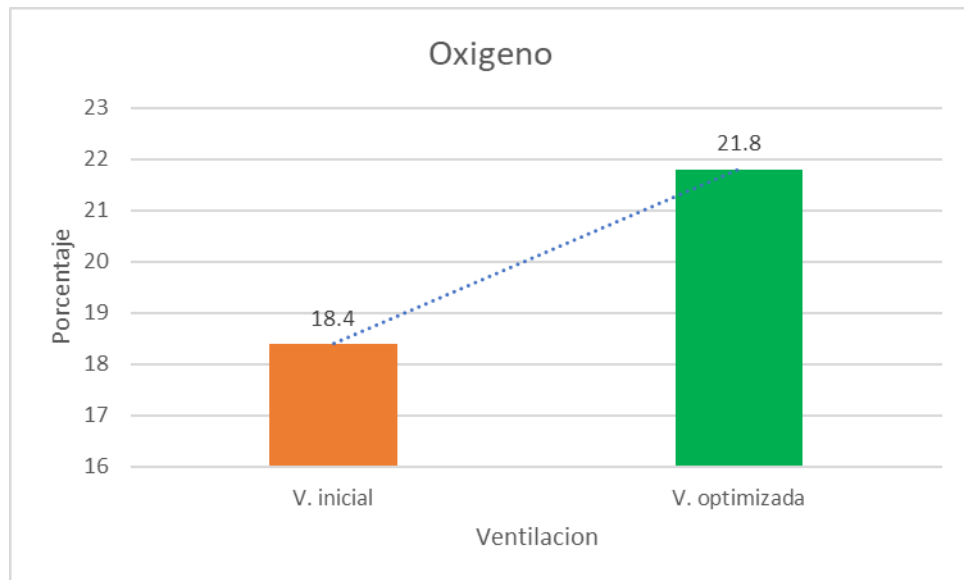
Figura 17. Relación de la temperatura



Fuente: Elaboración propia

En la figura 18, se puede observar que el porcentaje de oxígeno presente en el aire de la labor es menor en relación con la ventilación del diseño optimizado obteniendo el valor promedio de 18.4 % en el primer caso y de 21.8 % para el segundo caso, por lo que deducimos que se obtiene una diferencia del oxígeno de en 3.4 % más, representando un porcentaje mayor bastante significativo.

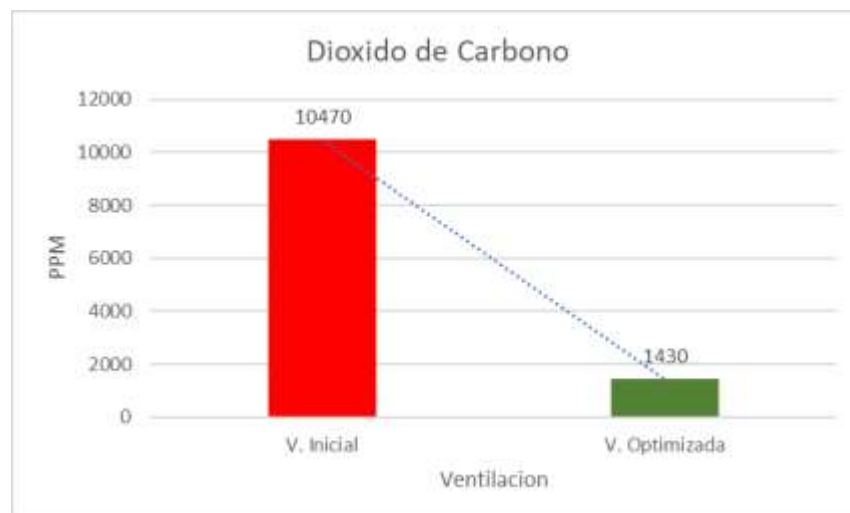
Figura 18. Relación del oxígeno



Fuente: Elaboración propia

En la figura 19 se puede observar que la presencia del dióxido de carbono en el diseño de la ventilación inicial, relacionando con la presencia de dióxido de carbono del diseño de la ventilación optimizada; se obtiene un promedio de 10470 ppm y de 1 430 ppm respectivamente. Lo que se puede deducir que la presencia de este gas es mucho menor con el nuevo diseño de ventilación, el cual representa un cambio muy significativo.

Figura 19. Relación de ventilación en dióxido de carbono



Fuente: Elaboración propia

4.3. Prueba de hipótesis

Hipótesis general

Se planteo la siguiente hipótesis “La construcción de una chimenea e implementación de ventiladores permite optimizar el sistema de ventilación del nivel 1360 de la mina Chalhuane.”. Tal como se muestra en los cálculos de los promedios realizados se nota un cambio muy significativo en el sistema de ventilación inicial y luego de haber optimizado este sistema; obteniendo una mejora muy notable en los parámetros de velocidad del aire, calidad de aire, tiempo de ventilación, cantidad de oxígeno, como se ilustran en las figuras 16, 17, 18 y 19 en orden. Esto quedó evidenciado con la hipótesis propuesta

Hipótesis específicas

Prueba de la primera hipótesis específica

La primera hipótesis específica propone , “La construcción de una chimenea permite optimizar el sistema de ventilación del nivel 1360 de la mina Chalhuane.”. De acuerdo con las muestras tomadas en línea base de la ventilación del nivel 1360 y luego con el diseño de la construcción de una chimenea, seguidamente se efectuó el proceso y análisis correspondiente se demuestra que, con la ejecución de una chimenea se tiene una optimización muy significativa en relación con la ventilación inicial, se mejora la cantidad de oxígeno de 18.4 % a 21.8 % por lo que concluimos que se tiene una mejora en cuanto a la cantidad de oxígeno.

Prueba de la segunda hipótesis específica

La segunda hipótesis específica plantea: “La implementación de ventiladores permite optimizar el sistema de ventilación del nivel 1360 de la mina

Chalhuane.”. De acuerdo con las muestras tomadas en la ventilación inicial, se calculó los promedios de los parámetros y luego de la implementación de ventiladores, seguidamente se realizó el análisis e interpretación correspondiente se concluye que se mejora todos los parámetros de ventilación, quedando demostrada la hipótesis.

4.4. Discusión de resultados

En relación con el título de la investigación “Construcción de Chimenea e Implementación de Ventiladores para Optimizar el Sistema de Ventilación del Nivel 1360 en la Mina Chalhuane” existen resultados bastante significativos, desde el punto de vista al mejorar todos los parámetros de ventilación, estos resultados se pueden observar claramente en la tabla 29.

Tabla 29. *Relación de Resultados del sistema de ventilación*

Parámetro	Ventilación inicial	Ventilación optimizada
Velocidad del aire	11.68 m/minuto	31.21 m/minuto
Temperatura	30.0 °C	18.45 °C
Oxígeno	18.4 %	21.8 %
Dióxido de carbono	10 470 ppm	1430 ppm

Fuente: Elaboración propia

Basándonos en los hallazgos logrados en el estudio, de la tabla podemos deducir la siguiente conclusión:

- Con la ejecución de una chimenea e implementación de ventiladores en el nivel 1360 de la mina Chalhuane; en cuanto a la velocidad del aire en el nivel inicialmente se tiene un promedio de 11.68 m/minuto se optimiza a 31.21 m/minuto. El cual se cumple con lo especificado en el artículo 252 del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional DS-024-2016-MEM y su reglamento DS-023-

2017-EM.

- Con la ejecución de una chimenea e implementación de ventiladores en el nivel 1360 de la mina Chalhuane; con lo que respecta a la temperatura ambiente se optimiza de 30 grados centígrados a 18.45 grados centígrados. Cumpliendo con lo especificado en el artículo 252 del Reglamento de Seguridad y Salud

Ocupacional DS-024-2016-MEM y su reglamento DS-023-2017-EM.

- Con la ejecución de una chimenea e implementación de ventiladores en el nivel 1360 de la mina Chalhuane; con lo que respecta a la presencia de oxígeno en el aire se optimiza de 18.4% a 21.8%. Encontrándose este valor dentro de lo especificado en el artículo 252 del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional DS-024-2016-MEM y su reglamento DS-023-2017-EM.
- Con la ejecución de una chimenea e implementación de ventiladores en el nivel 1360 de la mina Chalhuane; se puede deducir que la presencia del dióxido de carbono se optimiza de 10 470 ppm. a 1 430 ppm. Encontrándose dentro de lo especificado en el artículo 252 del Reglamento de Seguridad y Salud

Ocupacional DS-024-2016-MEM y su reglamento DS-023-2017-EM.

CONCLUSIONES

1. Con la ejecución de una chimenea e implementación de ventiladores en el nivel 1360 de la mina Chalhuan; se logra mejorar significativamente el sistema de ventilación en lo que respecta a la velocidad del aire de 11.68 m/min. se mejora a 31.21 m/ min. Se concluye que se optimiza en un 167 %.
2. Al construir una chimenea e implementar un ventilador axial de 38 000 CFM en la bocamina del nivel 1410; se logra mejorar significativamente la temperatura ambiente de la labor, se concluye que con esta optimización la temperatura inicial de 30.0 grados centígrados se pasa a una temperatura de 18.45 grados centígrados.
3. Al ejecutar una chimenea e implementar un ventilador axial soplante de 38 000 CFM y un ventilador axial de extracción de 17 000 CFM; se mejora significativamente la presencia de oxígeno en el aire, se concluye que inicialmente se tenía 18.4 % y se pasa a 21.8 %.
4. Al implementar dos ventiladores de inyección y extracción en el nivel 1410 y nivel 1360 respectivamente; se logra mejorar significativamente el control de la presencia del dióxido de carbono en la labor, inicialmente se tenía 10 470 ppm. con la optimización se logra obtener 1 430 ppm., se concluye que con la optimización se mejora muy notablemente este parámetro.
5. Al optimizar el sistema de ventilación en el nivel 1360; se logra mejorar significativamente las horas de operación del personal, ya que inicialmente se lograba un ambiente de alto riesgo en cuatro horas, en relación con los valores de la optimización se logra en 2 horas un ambiente favorable conforme a lo estipulado en el artículo 252 del Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo DS-0242016-MEM y su reglamento DS-023-2017-EM.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda considerar un nuevo proyecto en cuanto al sistema de ventilación, a cada vez que se va aperturando labores y profundizando la mina se requiere un nuevo sistema de ventilación. Con el objetivo de no tener problemas futuros en cuanto a este sistema.
2. Se recomienda considerar un programa de mantenimiento de los ventiladores de esta manera no tener paradas de operación en la producción a falta de ventilación en la labor.
3. Se recomienda considerar el estudio de un proyecto para el cambio del equipo de ventilación, simulando mayor cantidad de labores.
4. Se recomienda capacitar al personal en cuanto a la difusión de gases tóxicos, valores de oxígeno, temperatura ambiente, con el objetivo de que el personal tenga conocimiento y evitar accidentes.
5. Se recomienda realizar una investigación de cálculos de beneficios y costos al aplicar un nuevo diseño del sistema de ventilación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arapa, R. (2018). “Planificación de ventilación a corto plazo en minería subterránea – Unidad minera San Rafael – MinSur S.A.” Tesis de grado. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú <http://bit.ly/2WAbZqe>
- Bieniawski, Z. (1989). “*Engineering Rock Mass Classifications*”. Wiley, New York. <http://bit.ly/2DUDIKH>
- Ccoto, A. (2018). “*Factores representativos del sistema de ventilación en la unidad minera San Rafael*”. Tesis de grado. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. <http://bit.ly/2HgwIsO>
- González, L., Muñoz, L. (1987). “*Aplicación de las clasificaciones de ventilación en excavaciones subterráneas*”. Universidad Complutense. <http://bit.ly/2HaD1zh>
- Gutiérrez L (2011). “*Proyecto de circuito de ventilación en el tajo 420380 en Mina Chipmo U.E.A. Orcopampa*”. Pontifica Universidad Católica del Perú. Lima-Perú.
- Hernández, R., Fernández, R., y Baptista, P. (2014). “*Metodología de la Investigación*”. 6.^a ed. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores S.A.
- Mallcco, F. & De la Cruz, P. (2014). “*Diseño de ventilación en vetas angostas, para reducir costos de operación en la zona esperanza- CIA Minera Casapalca S.A.*”. Tesis. Universidad Nacional de Huancavelica.
- MINAM. (2016). Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería. Sonami, A. (2016). “*Ventilación de minas*”. Recuperado de: <http://bit.ly/2Nb9eeF>
- Villalta, R. (2018). “*Aplicación de un sistema de ventilación en veta Virginia de la unidad San Cristóbal de la compañía minera Volcan S.A.A.*”. Tesis de grado. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. <http://bit.ly/2Jbch3S>

ANEXOS

INSTRUMENTOS DE RECOLECCION

PLAN ANUAL MINERA CHALHUANE

	MES	DESMONTE (Kt)			MINERAL (Kt)			LEY Au(g/t)			S.R		
		Plan	Real	%Cumpl	Plan	Real	%Cumpl	Plan	Real	%Cumpl	Plan	Real	%Cumpl
2014	Acum 2014	0	1,414		0	28							
2015	Acum 2015	11,416	10,564	92.5%	5,230	2,865	54.8%	0.429	0.428	99.6%	2.18	3.69	168.9%
2016	Acum 2016	6,707	7,530	112%	3,650	3,754	103%	0.38	0.31	82.4%	1.84	2.01	109%
2017	Acum 2017	4,679	2,765	59%	3,678	3,309	90%	0.32	0.34	106.9%	1.27	0.84	66%
2018	Acum 2018	1,424	1,224	86%	849	671	79%	0.34	0.29	85.4%	1.68	1.83	109%
	Ene-19	475	374	79%	263	230	88%	0.40	0.30	76%	1.81	1.63	90%
	Feb-19	619	480	78%	384	337	88%	0.37	0.30	82%	1.61	1.42	88%
	Mar-19	560	450	80%	364	313	86%	0.46	0.40	86%	1.54	1.44	94%
	Abr-19	625	630	101%	403	430	107%	0.45	0.40	89%	1.55	1.47	95%
	May-19	605	620	103%	390	410	105%	0.47	0.50	107%	1.55	1.51	98%
	Jun-19	630	650	103%	419	420	100%	0.43	0.60	139%	0.85	1.55	182%
	Jul-19	150	160	107%	405	430	106%	0.41	0.63	153%	0.37	0.37	100%
	Ago-19	78	100	129%	419	440	105%	0.37	0.55	151%	0.19	0.23	123%
	Set-19	62	70	113%	403	420	104%	0.38	0.48	128%	0.15	0.17	108%
	Oct-19	45	50	111%	390	430	110%	0.32	0.44	136%	0.12	0.12	101%
	Nov-19	47	40	86%	372	405	109%	0.32	0.55	170%	0.13	0.10	79%
	Dic-19	54	40	74%	360	450	125%	0.31	0.55	175%	0.15	0.09	59%
	Acum 2019	3,948	3,664	93%	4,571	4,715	103%	0.39	0.49	124.7%	0.86	0.78	90%
	Gran total	28,174	27,161	96%	17,978	15,342	85%	0.38	0.35	92%	1.57	1.77	113%

REPORTE DE OPERACIONES DE LA CHIMENEA 386

MES	FECHA	TURNO	MANO DE OBRA	LABOR	NIVEL	TIPO MAT. (M/D)	SECCIÓN	LONG. PERF. (Pie)	NRO. TAL. PERF (und.)	NRO. TAL. CARG. (und.)	AVANCE (m)	EF. DISP. %	EMULNOR 1000 UND	CARMEX (UND)	Mecha Rap.(m)	KG. EXPLOSIVOS	N° DISP/ AVANCE	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO	Fc (Kg/m3)	Fa (Kg/m)
ENERO	18/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.07	91%	41	19	17	6.85	1	PERFORACION Y VOLADURA	0.77	6.40
ENERO	18/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE + PUNTAL DE LINEA		
ENERO	19/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE		
ENERO	19/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA NESMONTE		
ENERO	20/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	SE PARALIZA POR DEFICIENCIA DE VENTILACION		
ENERO	20/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	SE PARALIZA POR DEFICIENCIA DE VENTILACION		
ENERO	21/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	SE PARALIZA POR DEFICIENCIA DE VENTILACION		
ENERO	21/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	SE PARALIZA POR DEFICIENCIA DE VENTILACION		
ENERO	22/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	SE PARALIZA POR DEFICIENCIA DE VENTILACION		
ENERO	22/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	SE PARALIZA POR DEFICIENCIA DE VENTILACION		
ENERO	23/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	SE PARALIZA POR DEFICIENCIA DE VENTILACION		
ENERO	23/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	SE PARALIZA POR DEFICIENCIA DE VENTILACION		
ENERO	24/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	SE PARALIZA POR DEFICIENCIA DE VENTILACION		
ENERO	24/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	SE PARALIZA POR DEFICIENCIA DE VENTILACION		
ENERO	25/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	SE PARALIZA POR DEFICIENCIA DE VENTILACION		

ENERO	25/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	SE PARALIZA POR DEFICIENCIA DE VENTILACION		
ENERO	26/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.05	91%	41	19	18	6.85	1	PERFORACION Y VOLADURA + LIMPIEZA DESMONTES	0.79	6.52
ENERO	26/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE + PICADO DE PATILLA + PLANCHAS		
ENERO	27/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	INSTALACION DE VENTILADOR NIVEL 1365		
ENERO	27/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.11	91%	41	19	18	6.85	1	PERFORACION Y VOLADURA	0.74	6.17
ENERO	28/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE		
ENERO	28/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE		
ENERO	29/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	18	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE + ACUM. TALADROS		
ENERO	29/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.12	91%	41	19	16	6.85	1	PERFORACION Y VOLADURA	0.74	6.11
ENERO	30/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE		
ENERO	30/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE		
ENERO	31/01/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	15	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE + ACUM. TALADROS		
ENERO	31/01/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.09	91%	40	17	16	6.68	1	PERFORACION Y VOLADURA	0.74	6.13
FEBRERO	1/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	2	2	0	0.00	0%	2	2	5	0.33	0	LIMPIEZA DESMONTE + DESQUINCHES		
FEBRERO	1/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE + PUNTAL DE LINEA		
FEBRERO	2/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	4	17	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE + ACUM. TALADROS		
FEBRERO	2/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.07	91%	40	19	18	6.68	1	PERFORACION Y VOLADURA	0.75	6.24
FEBRERO	3/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE + PUNTAL DE AVANCE		

FEBRERO	3/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	LIMPIEZA DESMONTE		
FEBRERO	4/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	PICADO DE PATILLA + PUNTAL DE LINEA (3)		
FEBRERO	4/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.06	91%	39	18	18	6.51	1	PERFORACION Y VOLADURA + LIMPIEZA DESM	0.74	6.14
FEBRERO	5/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	INSTALACION DE TOLVA METALICA		
FEBRERO	5/02/2023	N	3	CH 386	1365	M	4X8	4	23	20	1.04	91%	41	19	17	6.85	1	PERFORACION Y VOLADURA	0.80	6.58
FEBRERO	6/02/2023	D	3	CH 386	1365	M	4X8	0	0	0	0.00	0%	0	0	0	0.00	0	PICADO DE PATILLA + PUNTAL AVANCE, LINEA		

Observación y regulación de gases, oxígeno y temperatura del nivel 1360

CONTROL DE GASES, OXIGENO Y TEMPERATURA								
MES	FECHA	TURNO	LABOR	NIVEL	DIOXIDO DE CARBONO CO2 (PPM)		OXIGENO H2O (%)	TEMPERATURA (° C)
ENERO	27/01/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
ENERO	28/01/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
ENERO	28/01/2023	N	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
ENERO	29/01/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
ENERO	29/01/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
ENERO	30/01/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
ENERO	30/01/2023	N	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
ENERO	31/01/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
ENERO	31/01/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
FEBRERO	1/02/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	1/02/2023	N	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	2/02/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	2/02/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
FEBRERO	3/02/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	3/02/2023	N	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	4/02/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	4/02/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
FEBRERO	5/02/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	5/02/2023	N	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	6/02/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	6/02/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
FEBRERO	7/02/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	7/02/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
FEBRERO	8/02/2023	D	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
FEBRERO	8/02/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
FEBRERO	9/02/2023	D	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00

FEBRERO	9/02/2023	N	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	10/02/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	10/02/2023	N	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	11/02/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	11/02/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
FEBRERO	12/02/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	12/02/2023	N	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	13/02/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	13/02/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
FEBRERO	14/02/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	14/02/2023	N	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	15/02/2023	D	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
FEBRERO	15/02/2023	N	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	16/02/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	16/02/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
FEBRERO	17/02/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	17/02/2023	N	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	18/02/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	18/02/2023	N	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	19/02/2023	D	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
FEBRERO	19/02/2023	N	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	20/02/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	20/02/2023	N	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	21/02/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	21/02/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
FEBRERO	22/02/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	22/02/2023	N	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	23/02/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	23/02/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
FEBRERO	24/02/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	24/02/2023	N	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	25/02/2023	D	CH 386	1365	300	0	21.5	30.00

FEBRERO	25/02/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
FEBRERO	26/02/2023	D	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
FEBRERO	26/02/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
FEBRERO	27/02/2023	D	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
FEBRERO	27/02/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
FEBRERO	28/02/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
FEBRERO	28/02/2023	N	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
MARZO	1/03/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
MARZO	1/03/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
MARZO	2/03/2023	D	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
MARZO	2/03/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
MARZO	3/03/2023	D	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
MARZO	3/03/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
MARZO	4/03/2023	D	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
MARZO	4/03/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
MARZO	5/03/2023	D	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
MARZO	5/03/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
MARZO	6/03/2023	D	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
MARZO	6/03/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
MARZO	7/03/2023	D	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
MARZO	7/03/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
MARZO	8/03/2023	D	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
MARZO	8/03/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
MARZO	9/03/2023	D	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
MARZO	9/03/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
MARZO	10/03/2023	D	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
MARZO	10/03/2023	N	CH 386	1365	10000	3000	21.5	30.00
MARZO	11/03/2023	D	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00
MARZO	11/03/2023	N	CH 386	1365	0	0	21.5	30.00

REGISTRO DE DATOS DE LA VENTILACION INICIAL

Monitoreo	Nivel	Fecha	Temperatura °C	Oxigeno %	CO2 PPM
1	1360	18-01-23			
2	1360	20-01-23			
3	1360	21-01-23			
4	1360	22-01-23			
5	1360	23-01-23			
6	1360	24-01-23			
7	1360	25-01-23			
8	1360	26-01-23			
9	1360	27-01-23			
10	1360	28-01-23			
Promedio	1360				

REGISTRO DE DATOS DE LA VENTILACION OPTIMIZADA

Monitoreo	Nivel	Fecha	Temperatura °C	Oxigeno %	CO2 PPM
1	1360	05-03-2023			
2	1360	06-03-2023			
3	1360	07-03-2023			
4	1360	08-03-2023			
5	1360	09-03-2023			
6	1360	11-03-2023			
7	1360	13-03-2023			
8	1360	14-03-2023			
9	1360	16-03-2023			
10	1360	18-03-2023			
Promedio	1360				

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“Construcción de Chimenea e Implementación de Ventiladores para Optimizar el Sistema de Ventilación del Nivel 1360 en la Mina Chahuane”

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Método	Población y muestra
General ¿Sera posible optimizar el sistema de ventilación del nivel 1360 con la construcción de una chimenea y la implementación de ventiladores en la mina Chahuane? Problemas específicos a) ¿Con la construcción de una chimenea será posible optimizar el sistema de ventilación del nivel 1360 en la mina Chahuane? b) ¿Con la implementación de ventiladores será posible optimizar el sistema de ventilación del nivel 1360 en la mina Chahuane?	General Optimizar el sistema de ventilación del nivel 1360 con la construcción de una chimenea y la implementación de ventiladores en la mina Chahuane. Objetivos específicos a) Con la construcción de una chimenea optimizar el sistema de ventilación del nivel 1360 en la mina Chahuane. b) Con la implementación de ventiladores optimizar el sistema de ventilación del nivel 1360 en la mina Chahuane.	Hipótesis general La construcción de una chimenea e implementación de ventiladores permite optimizar el sistema de ventilación del nivel 1360 de la mina Chahuane. Hipótesis específicas a) La construcción de una chimenea permite optimizar el sistema de ventilación del nivel 1360 de la mina Chahuane. b) La implementación de ventiladores permite optimizar el sistema de ventilación del nivel 1360 de la mina Chahuane.	Variable independiente X: Construcción de una chimenea e implementación de ventiladores en el nivel 1360 de la mina Chahuane. •Variables Dependiente Y: Optimizar el sistema de ventilación en el nivel 1360 de la mina Chahuane	Tipo de Investigación El estudio que considerando los objetivos es un tipo de investigación de carácter experimentalaplicativo, esta investigación se zonifica en el nivel descriptivo, correlacional. Métodos de Investigación El estudio se encuentra dentro del método de investigación lógico donde se procesa el análisis, la deducción y la síntesis, como también de la información que se maneja se obtiene resultados	Población La población del estudio está conformada por los niveles principales que se encuentran en explotación de la minera Chahuane Muestra La muestra está conformada por el nivel 1360 que es la zona de expansión de la minera Chahuane.