

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



T E S I S

**Evaluación del sistema de ventilación a corto plazo en relación al
reglamento de seguridad y salud ocupacional en compañía minera**

Volcan – Unidad Carahuacra

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Juan Royer PEÑA TRINIDAD

Asesor:

Mg. Edwin Elias SANCHEZ ESPINOZA

Cerro de Pasco - Perú - 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



T E S I S

**Evaluación del sistema de ventilación a corto plazo en relación al
reglamento de seguridad y salud ocupacional en compañía minera
Volcan – Unidad Carahuacra**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Silvestre Fabian BENAVIDES CHAGUA
PRESIDENTE

Dr. Raúl FERNANDEZ MALLQUI
MIEMBRO

Mg. Manuel Mayer CARHUARICRA RIVERA
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 CONDOR SURICHACUI Santa Silvia FAU 20154605046 soft M. Yo Soy el autor del documento 18.12.2025 20:27:04 -05:00



INFORME DE ORIGINALIDAD N° 067-2025

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. PEÑA TRINIDAD Juan Royer

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería de Minas

Tipo de trabajo:

Tesis

Título del trabajo

"EVALUACION DEL SISTEMA DE VENTILACION A CORTO PLAZO EN RELACION AL REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN COMPAÑÍA MINERA VOLCAN – UNIDAD CARAHUACRA".

Asesor:

Mg. Edwin Elias SANCHEZ ESPINOZA

Índice de Similitud: **14 %**

Calificativo

APROBADO

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

Cerro de Pasco, 18 de diciembre de 2025.

Sello y Firma del responsable
de la Unidad de Investigación

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada etapa de este camino, por brindarme sabiduría, paciencia y perseverancia para superar los desafíos y culminar satisfactoriamente esta investigación. A mi madre, por su amor incondicional, sus sacrificios, sus consejos y su apoyo constante.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más profundo agradecimiento a Dios, por bendecirme con salud, sabiduría y fortaleza para afrontar cada reto y permitirme culminar satisfactoriamente esta etapa tan importante de mi vida profesional. A mi madre, por su amor incondicional, su apoyo constante, sus sacrificios y sus palabras de aliento, que fueron mi principal motivación para no rendirme y seguir adelante hasta alcanzar esta meta. A mi familia, por su comprensión, confianza y respaldo permanente en cada paso de mi formación académica. A mi asesor de tesis y a los docentes de la facultad, por su orientación, conocimientos y valiosas recomendaciones, significativamente al desarrollo de esta investigación. que contribuyeron Asimismo, agradezco a todas las personas que, de manera directa o indirecta, brindaron su apoyo y contribuyeron a la realización y culminación de este trabajo de investigación. A todos ustedes, mi sincero agradecimiento y eterna gratitud.

RESUMEN

Mi tesis que tiene el título de El presente trabajo de investigación que tiene como título: "EVALUACION DEL SISTEMA DE VENTILACION A CORTO PLAZO EN RELACION AL REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN COMPAÑÍA MINERA VOLCAN – UNIDAD CARAHUCRA". Como objetivo establece la Evaluación del estado técnico del sistema de ventilación a corto plazo en relación con el reglamento de seguridad y salud ocupacional, La hipótesis planteada indica que el estado técnico del sistema de ventilación a corto plazo cumple con el reglamento de seguridad y salud ocupacional, Respecto a la metodología, vemos referente al tipo de investigación es aplicada, con un nivel descriptivo y de análisis, un diseño no experimental, la muestra es igual a la población constituida por todo el sistema de ventilación de la mina Carahuacra, y la técnica utilizada la guía de observación, el análisis de documentos. Como conclusiones se tiene: El estado técnico del sistema de ventilación a corto plazo cumple con el reglamento de seguridad y salud ocupacional, Las necesidades de requerimiento de aire para las labores mineras en la Unidad Carahuacra son cubiertas en demasía en la actualidad por el sistema de ventilación de la mina llegando a cubrir en un 29.73 % de más de lo requerido. En las condiciones que se viene laborando en la mina Carahuacra, el requerimiento de aire es: Ingreso de aire = 678,027.39 CFM, Salida de aire viciado = 706,875.75 CFM, Requerimiento de aire = 522,632.15 CFM, El requerimiento de aire para la mina son cubiertos sin problema alguno tanto para el personal por guardia como para los equipos Diesel, así tenemos: Para el personal/guardia (110) = 23,307.90 CFM, Equipos Diesel = 499,324.35 CFM, TOTAL, de requerimiento = 522,632.15 CFM.

Palabras claves: Ventilación, método de minado, requerimiento de aire, reglamento de Seguridad y salud en el trabajo.

ABSTRACT

My thesis has the title: "EVALUATION OF THE SHORT-TERM VENTILATION SYSTEM IN RELATION TO THE OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY REGULATIONS IN VOLCAN MINING COMPANY - CARAHUCRA UNIT". The hypothesis stated indicates that the technical status of the short-term ventilation system complies with the safety and occupational health regulations. Regarding the methodology, we see that the type of research is applied, with a descriptive level of analysis, a non-experimental design, the sample is equal to the population constituted by the entire ventilation system of the Carahuacra mine, and the technique used is the observation guide, the analysis of documents. Conclusions: The technical condition of the ventilation system in the short term complies with the safety and occupational health regulations. The air requirement needs for the mining work at the Carahuacra Unit are currently covered too much by the mine's ventilation system, covering 29.73% more than what is required. Under the conditions of the Carahuacra mine, the air requirement is: Air intake = 678,027.39 CFM, stale air exhaust = 706,875.75 CFM, Air requirement = 522,632.15 CFM, The air requirements for the mine are covered without any problem for both personnel/guard and Diesel equipment, thus we have: For personnel/guard (110) = 23,307.90 CFM, Diesel equipment = 499,324.35 CFM, TOTAL, requirement = 522,632.15 CFM.

Keywords: Ventilation, mining method, air requirement, Occupational health and safety regulations.

INTRODUCCION

En la Unidad Minera Carahuacra, la ventilación es uno de los casos más delicados que se pueda tratar ya que a medida que se profundiza o aleja del ingreso a la mina una labor, el flujo de aire disminuye.

El sistema de ventilación de la Mina Carahuacra es mecánico el cual está sujeto a la operación de ventiladores principales siendo estos extractores de aire viciado; instalados todos ellos a una cota de 4500 msnm.

El egreso de aire viciado se da mediante chimeneas que llegan hasta los niveles más profundos de la mina básicamente en las rampas 650 y 387. La dificultad es que algunos de estas labores son distantes, lo que requiere la instalación de ventiladores en serie que no son tan eficientes en ventilación cuando son para ingresar aire además de elevar el consumo de energía por el uso de varios equipos eléctricos.

Todos estos aspectos hacen que hay necesidad de evaluar el sistema de ventilación en la Unidad Carahuacra

En lo referido a la estructura del trabajo, se realizará por capítulos de la siguiente manera:

El capítulo I trata sobre la problemática del problema sobre el sistema de ventilación en la mina Carahuacra, lo cual comprende el planteamiento del problema, Problema General y específicos, Objetivo general y específicos, justificación e importancia, hipótesis y descripción de las variables. Delimitación de la investigación y limitaciones.

El Capítulo II, viene a ser el Marco Teórico, donde se revisa los antecedentes de la investigación sobre ventilación, equipos, sistemas que se aplican en las diferentes empresas mineras. También se ve la teoría sobre sistemas de ventilación tratadas por los diferentes autores.

Seguidamente, el Capítulo III, trata sobre la Metodología empleada, que contiene el método de investigación utilizado, el nivel y tipo de investigación, el diseño de la investigación, la población y muestra, las Técnicas e instrumentos de recolección de datos y el procesamiento de Datos.

En el Capítulo IV vemos sobre los resultados hallados su análisis para poder sacar las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

Por último, presentamos las conclusiones y recomendaciones

También se indica las referencias bibliográficas.

ÍNDICE

Página

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCION

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Delimitación de la investigación	3
1.2.1. Delimitación espacial	3
1.2.2. Delimitación temporal	3
1.3. Formación del problema	3
1.3.1. Problema general	3
1.3.2. Problemas específicos:.....	3
1.4. Formulación de objetivos	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Justificación de la investigación:	4
1.6. Limitación de la investigación.....	5

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	6
-----------------------------------	---

2.1.1. Antecedentes internacionales.....	6
2.2. Bases teóricas científicas.....	9
2.2.1. Concepto de ventilación de minas	9
2.2.2. Ventilación en Minas	10
2.2.3. Tipos de Ventilación	11
2.2.4. Circuitos de Ventilación	14
2.2.5. Uso de Aire Comprimido.....	16
2.2.6. Determinación del caudal del aire.....	19
2.2.7. Requerimiento legal.....	20
2.3. Definición de términos conceptuales.....	22
2.4. Enfoque filosófico – Epistemológico:.....	25

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación	27
3.2. Nivel de investigación	27
3.3. Características de la investigación.....	28
3.4. Métodos de investigación.....	28
3.5. Diseño de investigación	28
3.6. Procedimiento del muestreo	28
3.6.1. Población:.....	28
3.6.2. Muestra:	29
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	29
3.6.3. Técnicas:	29
3.6.4. Instrumentos:.....	29
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos:	29
3.9. Orientación ética.....	29

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	30
4.1.1. Generalidades de la Unidad Carahuacra:	30
4.1.2. Métodos de minado	32
4.1.3. Plan de desarrollos e infraestructura mina:	40
4.1.4. Sistema de Ventilación	45
4.1.5. Requerimiento de aire para la mina	48
4.1.6. Balance y Cobertura	51
4.2. Discusión de resultados	51
4.2.1. Modelamiento en Ventsim Visual	51
4.2.2. Comparación de caudales estimados en campo y con Ventsim:.....	58

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Ingreso de aire	47
Tabla 2. Salida de aire	47
Tabla 3. Necesidad de aire para personal	48
Tabla 4. Necesidad de aire para equipo Diesel.....	49
Tabla 5. Total de requerimiento de aire para equipo Diesel	50
Tabla 6. Requerimiento total de aire	51
Tabla 7. Balance total de aire	51
Tabla 8. Resumen de la red del sistema de ventilación con Ventsim.....	58
Tabla 9. Resumen comparativo de caudales estimados en campo y con Ventsim	58

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ventilación natural.....	11
Figura 2. Ventilación artificial.....	12
Figura 3. Circuito de ventilación en serie.....	15
Figura 4. Circuito de ventilación en paralelo.....	16
Figura 5. Ventilación auxiliar para frentes de desarrollo sistema aspirante.....	17
Figura 6. Ventilación auxiliar para frentes de desarrollo sistema impelente.....	17
Figura 7. Ventilación auxiliar para frentes de desarrollo sistema combinado.....	18
Figura 8. Uso de sopladores de aire comprimido	19
Figura 9. Ubicación de la Mina Carahuacra.....	31
Figura 10. Vista de la Mina Carahuacra	32
Figura 11. Secuencia de minado Bench and Fill.....	34
Figura 12. Método de minado SLS	35
Figura 13. Secuencia de minado OCF	36
Figura 14. Diseño Over Cut and Fill – OCF	37
Figura 15. Isométrico del minado OCF.....	37
Figura 16. Ciclo de minado avances	38
Figura 17. Longitudinal Plan de Producción	42
Figura 18. Esquema típico de un block de minado por Bench and Fill (avoca).....	44
Figura 19. Requerimiento de aire de acuerdo a las necesidades	48
Figura 20. Vista de perfil de la Ubicación BR 848.....	56
Figura 21. Vista en planta de la Ubicación BR 848.....	57
Figura 22. Plano isométrico de ventilación MINA CARAHUACRA.....	61

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Planteamiento del problema

En las operaciones mineras peruanas las labores de ventilación representan uno de los principales aspectos operativos que tiene una influencia determinante sobre los niveles de productividad. Por eso motivo se considera un factor prioritario al momento de elegir el método de explotación a ejecutar. Su objetivo central es asegurar que la corriente de aire fresco pueda ingresar sin inconvenientes al interior de la mina llenando por completo el espacio de las galerías o de las labores abiertas, para ello se puede utilizar medios naturales o mecánicos impulsados por ventiladores de gran potencia que puedan distribuir el aire limpio y de manera eficiente con el fin de asegurar las condiciones ambientales para un óptimo trabajo. Además, el aire al ingresar aparte de ingresar y acondicionar al ambiente de las exploraciones, desarrollos, preparaciones y explotaciones también debe poder ventilar cada una de estas labores barriendo todo el aire viciado hacia el exterior, usando para ello chimeneas de servicio, de esta manera limpiando la polución que se produce al ejecutar las diversas labores de producción al interior de la mina, los tajeos o diferentes instalaciones operativas.

En la Minera Carahuacra, la ventilación es uno de los aspectos operativos más importantes debido a que los avances al alejar las labores del ingreso de la

mina también reciben cada vez menos aire fresco de origen natural, debido a que disminuye su fujo.

El sistema de ventilación de la Mina Carahuacra es mecánico el cual está sujeto a la operación de ventiladores principales siendo estos extractores de aire viciado; instalados todos ellos a una cota de 4500 msnm.

El ingreso principal de aire limpio se da principalmente por:

- Boca mina túnel Victoria.
- Boca mina 300.
- Boca mina 995.
- Nivel 820.
- Rampa 387.
- Rampa 650.
- Pique Huaripampa.
- Pique de menor cuantía.

El egreso de aire viciado se da mediante chimeneas que llegan hasta los niveles más profundos de la mina básicamente en las rampas 650 y 387.

Para el cálculo de los caudales de ingreso de aire fresco se realizan mediciones en 06 puntos de monitoreo, las salidas se midieron tanto en las cabezas de las RB 823, RB 847 y RB 848 como en puntos en interior mina

Hay necesidad de evaluar el caudal del flujo de acuerdo con el volumen de aire que se necesita en cada uno de los circuitos auxiliares, además de la velocidad del aire que sea necesaria para poder realizar la evacuación del aire viciado.

Un inconveniente operativo es la distancia a la que se ubican las labores, debido a que es necesario instalar una serie de ventiladores cuya operatividad en el ingreso de aire no es eficiente además de incrementar el consumo de recursos energéticos, lo que supone un mayor coste operativo.

Todos estos aspectos hacen que hay necesidad de evaluar el sistema de ventilación en la Unidad Carahuacra

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

Este estudio se ejecutará en las operaciones mineras San Carahuacra, esta unidad se encuentra ubicada en la localidad y provincia de Yauli, pertenecientes al departamento de Junín.

En términos geográficos esta operación ocupa un flaco en el sector este de la Cordillera Occidental de los Andes en el centro del Perú, aproximadamente la distancia con la ciudad de Lima es de 110 Km.

1.2.2. Delimitación temporal

Se estima que el tiempo que se necesitar para ejecutar este estudio es de un semestre entre los meses de julio y diciembre del 2024.

1.3. Formación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el estado técnico del sistema de ventilación a corto plazo en relación con el reglamento de seguridad y salud ocupacional en Compañía Minera Volcan - Unidad Carahuacra?

1.3.2. Problemas específicos:

Problema específico a:

¿Cuál es la evaluación del circuito de ventilación en interior mina a corto plazo en relación con el reglamento de seguridad y salud ocupacional en Compañía Minera Volcan - Unidad Carahuacra?

Problema específico b:

¿Cuál es la evaluación del requerimiento de aire en interior mina a corto plazo en relación con el reglamento de seguridad y salud ocupacional en Compañía Minera Volcan - Unidad Carahuacra?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el estado técnico del sistema de ventilación a corto plazo en relación con el reglamento de seguridad y salud ocupacional en Compañía Minera Volcan - Unidad Carahuacra.

1.4.2. Objetivos específicos

Objetivo específico a:

Evaluar el circuito de ventilación en interior mina a corto plazo en relación con el reglamento de seguridad y salud ocupacional en Compañía Minera Volcan - Unidad Carahuacra.

Objetivo específico b:

Evaluar el requerimiento de aire en interior mina a corto plazo en relación con el reglamento de seguridad y salud ocupacional en Compañía Minera Volcan - Unidad Carahuacra.

1.5. Justificación de la investigación:

A continuación, presentamos las razones que justifican plantear esta investigación.

Justificación Teórica

En términos teóricos esta investigación se justifica porque permitirá obtener los conocimientos y contar con información sobre el uso el sistema de ventilación en mina subterránea los cuales pueden servir para otras investigaciones.

Justificación Practica

Es justificado llevar a cabo este trabajo debido a que nos permite realizar una evaluación específica de las calidades del aire que puede ingresar al interior de las operaciones de la Unidad Carahuacra. Esta evaluación se enfocará en las condiciones de cantidad y pureza del aire con el objetivo de plantear medidas para mejorar y ejecutar proyectos nuevos para un mejor y más eficiente sistema de ventilación en esta unidad.

Justificación Económica

Al evaluar el sistema de ventilación en la mina Carahuacra con los resultados obtenidos hará posible mejorar dicho sistema lo cual redundará en reducir los costos.

1.6. Limitación de la investigación

En cuanto a los factores limitantes que podemos encontrar nombramos los siguientes:

- La ejecución de este estudio necesita un financiamiento.
- La ejecución de este estudio necesita profesionales capacitados

Por otro lado, no se ha encontrado limitaciones por parte de empresa minera.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

Primer antecedente:

La tesis de (LOAYZA, 2021) titulado "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN A CORTO PLAZO EN LA UNIDAD OPERATIVA PALLANCATA - AYACUCHO" tiene como objetivo: con el software Ventsim Design 5.1 simular la ventilación de la mina para el año 2021, tomando como referencia la ventilación actual.

Como conclusión se tiene:

Se determinó que la cantidad de aire puro para la zona Pablo es de 421,208 cfm con una cobertura de 56 %

Para diseñar el sistema de ventilación de la mina se consideró 14 niveles de explotación de la zona Pablo, considerando 4 alternativas de ventilación con 478,055 cfm de aire limpio de ingreso, requiriéndose ventiladores de 150,000 cfm, para coberturar un 104 % y un costo de energía mensual de 109, 348 \$.

Otra alternativa es la instalación de ventiladores de 150,000 cfm para profundizar el nivel 4280 al nivel 4200

Segundo antecedente:

La tesis de (VALAREZO, 2020) cuyo título es Diseño del sistema de ventilación en la concesión minera “Cebal” y diseño del sistema de desagüe en la concesión minera “R-Nivel”, Zaruma - El Oro, el objetivo planteado fue el determinar un óptimo sistema de ventilación de acuerdo a las necesidades de minera Cebal.

Como conclusión se tubo:

La ventilación de la mina es deficiente por fugas de aires en las tuberías, caudal insuficiente, etc.

Se determino capacidad de ventiladores, diámetro de tubería, consumo de aire, equipos usados, cantidad de personal, numero de labores.

El caudal de inicio fue de 400 cfm, alimentada por la tubería ya instalada, el proyecto incorpora una ventiladora de 764.01 cfm, una segunda ventiladora de 775.84 cfm, con la que se logra mejorar el sistema de ventilación de la mina.

Tercer antecedente:

La tesis de (GAMBOA, COTRINA & GAMBOA, COTRINA, 2021) cuyo título es “EVALUACIÓN DE LA VENTILACIÓN EMPLEANDO EL SOFTWARE VENTSIM PARA EL MODELAMIENTO DEL SISTEMA EN UNA MINA SUBTERRANEA POLIMETÁLICA EN EL CERRO JESUS, HUALGAYOC 2021” cuyo objetivo es mediante el software VentSim evaluar y modelar el sistema de ventilación en Cerro Jesus de Hualgayoc.

Como conclusión se tiene:

El monitoreo de gases en los niveles 3770 y 3765 indica que la concentración de NO, no supera el Límite Máximo Permisible, en cuanto al CO, si supera el Límite máximo permisible en las estaciones 8,9,10 11, 12.

La cantidad de oxígeno del aire es deficiente en los puntos de control de la mina.

De acuerdo a la simulación realizada las condiciones de ventilación no son las adecuadas tanto en velocidad como en caudal.

La simulación de la ventilación indica que se requiere un ventilados de 8673 cfm, potencia de 2.4 kW. Mangas de 24 pulgadas

Cuarto antecedente:

La tesis de (CARPIO , 2022) que lleva por título “OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN MINERÍA SUBTERRÁNEA USANDO VENTSIM”, su objetivo plantea: mediante el software Ventsim optimizar la ventilación en la mina Morococha, teniendo en cuenta las condiciones operativas, el tipo de circuito empleado.

Como conclusión se tiene:

Con la optimización de la ventilación se logró mejorar el caudal pasando de 82 % a 105 %, se realizaron las modificaciones necesarias como la reubicación de ventiladoras, hermetización de puertas de ventilación.

Mediante los datos de condiciones operativas, la modelación de la ventilación con el software Ventsim se determinó proyecciones y parámetros para el nuevo sistema de ventilación.

Quinto antecedente:

La tesis de (RICSE, 2021) lleva por título 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 2018, su objetivo fue: contar con un diseño de ventilación que permita evacuar los gases, humo, polvo de la galería principal en la mina Aurex – Acopalca.

Como conclusión se plantea.

Se plantea dos alternativas para evacuar los gases una de ellas seria integrar las labores mediante chimeneas, la segunda instalar en cada labor un ventilador de 6000 cfm.

Se detecto gases como monóxido de carbono, gases nitrosos, polvo de voladura.

El costo de ventilación mediante ventiladores instalados en los 4 niveles es de 7863 \$/h. y si es por ventilación natural el costo estará representado por la construcción de las chimeneas lo que se pagará con la producción del mineral lo que asciende a 16,912.59 \$

Sexto antecedente:

La tesis de (TEJADA, MUCHA , 2022) tiene como título Evaluación de las condiciones de ventilación para la actualización del sistema integral de ventilación Unidad Minera Yauricocha, su objetivo es: evaluar las condiciones de la ventilación para poder actualizarlo como un sistema integrado en mina Yauricocha.

Como conclusión se tiene:

La cobertura de aire pura es solo de 60 % ya que el caudal de ingreso de aire fresco es de 290.90 cfm, la demanda es de 488,222 cfm,

La ventilación de la mina es una ventilación forzada mediante rampas, chimeneas de ventilación y extracción de aire viciado por chimeneas escalonadas generando alta resistencia al sistema.

Las cantidades de aire fresco es para personal 61,327 cfm (13%), para equipos 363,214 cfm (74%) y por fugas de aire 63,681 cfm (13%).

La concentración de CO en la zona Cachi Cachi y zona Central está por encima del LMP (25 ppm), las velocidades del aire superan los LMP (250 m/min)

2.2. Bases teóricas científicas

2.2.1. Concepto de ventilación de minas

Es el procedimiento que tiene por finalidad hacer ingresar un volumen grande de aire por medio de un flujo constante al interior de una mina. Este flujo de aire debe poder generar las condiciones necesarias para ejecutar las labores de manera óptima, creando una atmosfera limpia y adecuada sin la presencia de gases nocivos.

Para establecer un sistema de ventilación se debe diseñar un circuito por dónde pueda canalizarse el aire y que alcance a todas las labores de la mina. Con este objetivo es necesario que cada una de las labores pueda tener accesos independientes como pueden ser pozos socavones o ambos.

Necesidad de la ventilación:

Implementar un sistema de circulación al interior de operaciones subterráneas se hace necesario por los siguientes motivos:

- Es necesario garantizar un volumen mínimo de oxígeno en el aire que permita que las personas respiren adecuadamente al interior de la mina.
- Es necesario que los gases presentes en el aire al interior de la mina se diluyan y mantener sus valores inferiores al límite permitido debido a que puede encontrarse material toxico, asfixiante o explosivo.
- Es necesario climatizar el interior de la mina ventilándola de acuerdo con el avance de su profundidad, debido a que los niveles de temperatura se elevan lo que adicionalmente provoca una concentración de gases le pueden resultar perjudiciales a la salud de las personas en el interior.
- Es necesario tocar de u adecuado confort térmico, lo que permite que las personas la pobre en un medio óptimo con condiciones de seguridad y rendimiento favorables.

2.2.2. Ventilación en Minas

La mecánica de fluidos es el principio físico que se aplica a la ventilación de minas. Usando este principio, en términos básicos se conduce el aire que está presente en la atmósfera hacia el interior de la mina. En este proceso, el mecanismo de acción que permite la conducción de este volumen de aire fresco es la diferencia de presión entre del aire que ingresa y sale del interior. Esta diferencia Facilita que el aire ingrese al interior de la mina. Si bien es cierto esta es una diferencia de presiones menor, normalmente se puede calcular en 2 a 3% en comparación con el sistema en general, Viene a ser determinante para que el mecanismo funcione. Este

mecanismo puede tener un origen natural o artificial, que a su vez ser primario, secundario o axial.

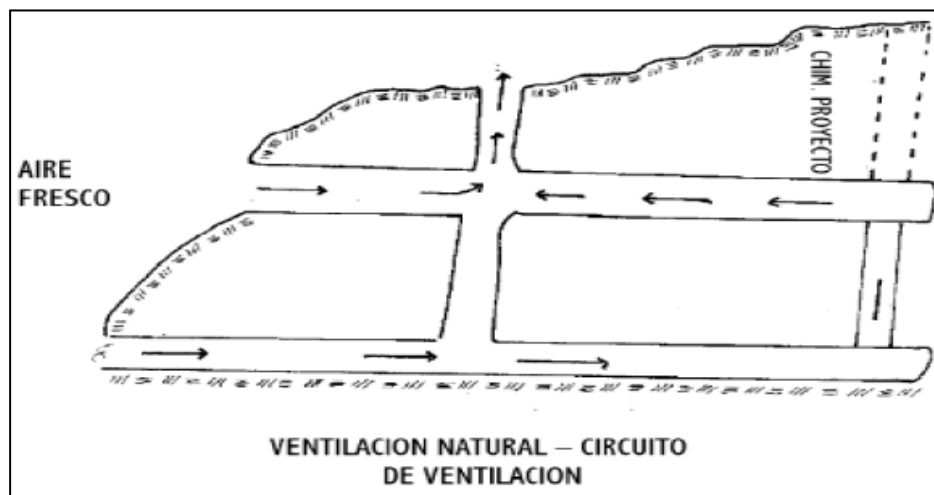
2.2.3. Tipos de Ventilación

a. Ventilación natural:

Este tipo de ventilación consiste en que el funcionamiento del flujo de aire no es accionado por sistema mecánico que imprima presión y velocidad en el aire que ingresa a la mina. Se caracteriza por tener un funcionamiento irregular, lo que no ofrece un nivel de confianza adecuado, lo que supone realizar distintas mediciones durante la jornada de trabajo, en consecutivos días para monitorear con exactitud la cantidad y velocidad de aire que ingresa.

Al ser un mecanismo de origen natural está condicionado por distintos factores como: temperatura, estación del año, clima, altitud, entre otros.

Figura 1. Ventilación natural

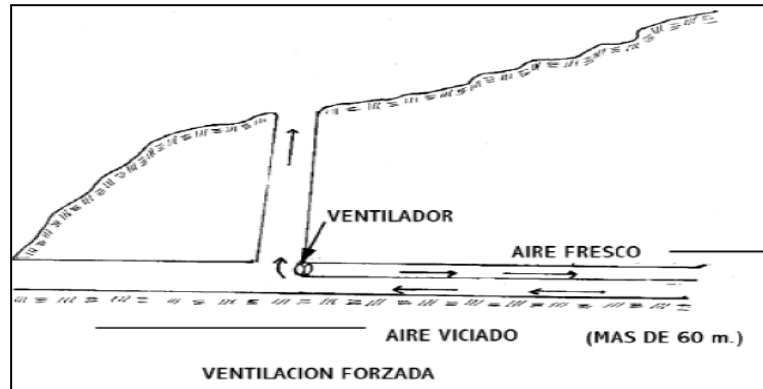


b. Ventilación Artificial:

Este tipo de ventilación consiste en que el funcionamiento del flujo de aire es accionado por sistema mecánico basado en ventiladores que conducen el aire fresco a través por medio de mangas. En este tipo de

mecanismos es necesario emplear ventiladores auxiliares cuando las labores cuenten o una sola vía de acceso y que tengan solamente un avance que no exceda los 60 mt.

Figura 2. Ventilación artificial



c. Ventilación mecánica:

Este tipo de ventilación consiste en que el funcionamiento del flujo de aire no es accionado por distintos sistemas mecánicos cuya finalidad es generar una diferencia de presión entre el aire que ingresa y el que sale del interior de la mina. En este caso también se emplean ventiladores, y para la circulación del aire se debe disponer de otros mecanismos como Raise Borer, chimeneas de ventilación, entre otros. En este caso se diferencian tres subsistemas de ventilación artificial como: la primaria, secundaria y auxiliar.

c.1. Ventilación primaria:

Este subsistema es el que se encarga de recorrer los principales circuitos y secciones de la mina. En este caso el flujo de aire debe tener la suficiente fuerza para alcanzar el mayor número de ramales y labores al interior de la mina. Existen dos sistemas primarios de ventilación: el sistema Push y el Sistema Pull.

Sistema Push: Consiste en emplear un ventilador para conducir desde el exterior de la mina el aire fresco hacia el interior usando para ello las labores de la mina.

Sistema Pull: Consiste en succionar el aire viciado del interior de la mina.

c.2. Ventilación secundaria:

Este sistema consiste en acompañar al sistema principal como respaldo utilizado para alcanzar todos los circuitos interiores, normalmente se emplea cuando existen grandes longitudes que cubrir, circuitos con curvas o modificaciones en las de áreas de secciones. En términos generales se puede entender como un sistema de ventilación de respaldo que se instala en un tapón sin manga.

c.3. Ventilación auxiliar:

este sistema es indicado para cubrir circuitos de corto recorrido o que se encuentran confinado, aunque no necesariamente se emplea en sectores pequeños inhibido a que no siempre están confinados. su instalación puede darse in labores como tajos, frontones, chimeneas, entre otros.

d. Ventilación a base de aire comprimido:

Este sistema se emplea en sectores donde no es posible utilizar mecanismos de ventilación que soplen o aspiren el aire del interior de la mina. en estos casos ventilar con un sistema de aire natural c hace difícil debido a que puede tratarse de una con tope cerrado. para estos casos está especificado utilizar un sistema a base de aire comprimido. en este caso un compresor de mecanismo eléctrico normalmente portátil genera el aire que debe ser a copiado por medio de tubos plásticos de polifil.

2.2.4. Circuitos de Ventilación

Es el diseño de la orientación del flujo de ventilación para hacer ingresar de manera adecuada el volumen suficiente de aire hacia los ramales. en las operaciones mineras se distinguen tipos dos combinaciones de galerías por donde circulará el flujo de aire. Estos dos circuitos funcionan en serie al hacer circular el flujo de aire por medio de galerías en línea y paralelamente por medio de galerías con bifurcaciones hacia paralelo, para posteriormente acoplar a ambas de manera que se pueda conformar una red.

En palabras simples este diseño está formado por circuitos en disposición paralela y en serie, por lo que se hacen las necesario transforma los circuitos paralelos a circuitos en serie de manera que se pueda contar con una sola red de circuitos en serie.

Circuito en Serie:

En este caso podemos mencionar las siguientes características:

Cuando todas las secciones de todo el circuito son atravesadas por el mismo volumen general podemos expresarlo de la siguiente manera: $Q_t = Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 \dots$

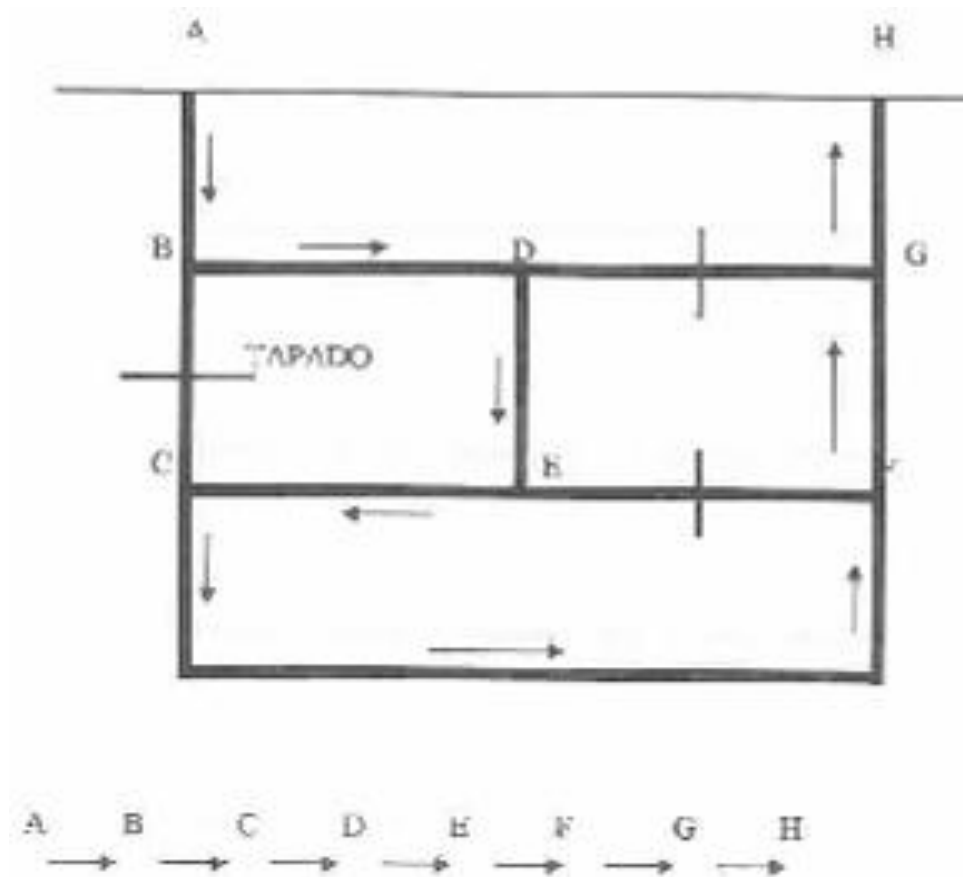
En la suma de todas las resistencias gracias s equivalente a la suma de todas las pérdidas identificadas en las galerías que atraviesa el flujo esta puede ser expresada de la siguiente manera:

$$H_t = H_{f1} + H_{f2} + H_{f3} + H_{f4} \dots$$

Sí el H_f y el Q presentan la siguiente relación: $H = RQ$, entonces podríamos establecer que: $H_t = R_T Q_T^2 = R_1 Q_1^2 + R_2 Q_2^2 + R_3 Q_3^2 + R_4 Q_4^2 \dots$, pero Al tratarse de un circuito en serie que reparte un mismo caudal a través de todas las secciones se establece la siguiente relación: $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots$

Es necesario indicar que el requerimiento de energía en circuitos en serie es mayor debido a que los HP

Figura 3. Circuito de ventilación en serie



Circuito de ventilación en paralelo:

Este tipo de circuitos presenta las siguientes características:

En este caso todo el volumen del aire será distribuido en la totalidad de las galerías. Este sistema es conocido como Splitting, en el que cada ramal del circuito en paralelo se denomina Split.

El total del volumen es equivalente a la suma de todos los otros caudales:

$$Qt = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \dots$$

En todos los ramales la resistencia es equivalente a:

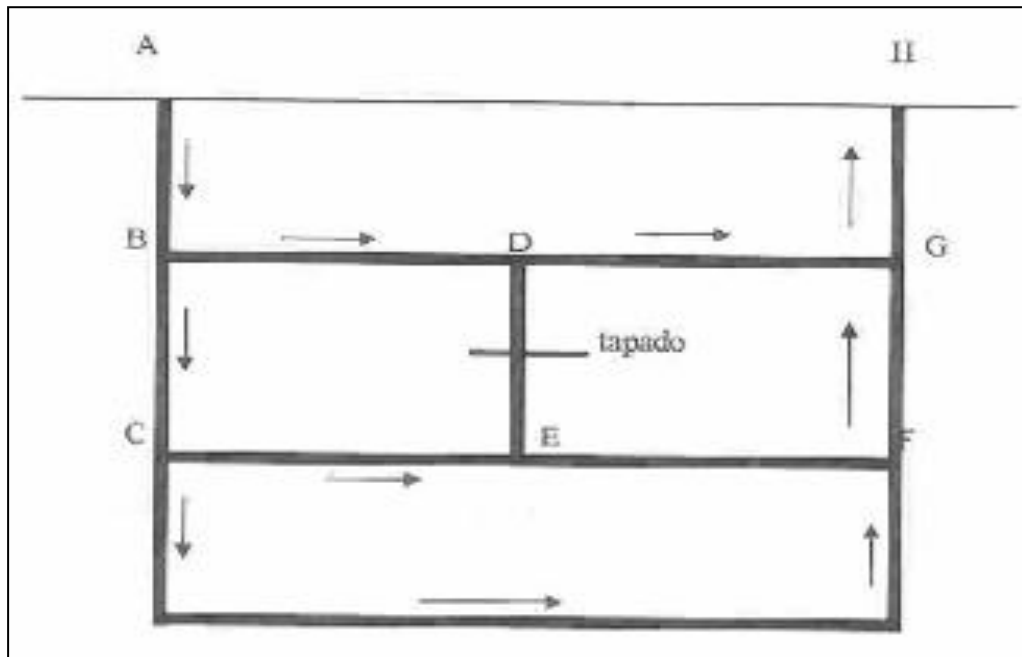
$$H_t = H_{f1} = H_{f2} = H_{f3} = H_{f4} \dots$$

Adicionalmente se sabe que es directamente proporcional la relación entre pérdidas y caudales por lo cual tendríamos:

$$\frac{1}{\sqrt{R_T}} = \frac{1}{\sqrt{R_1}} + \frac{1}{\sqrt{R_2}} + \frac{1}{\sqrt{R_3}} + \frac{1}{\sqrt{R_4}} + \dots$$

En el caso de uniones en paralelo se ramifican las labores en uno o varios circuitos que pueden unirse en otro punto:

Figura 4. Circuito de ventilación en paralelo



2.2.5. Uso de Aire Comprimido

Debido a los altos costos que representa usar este tipo de ventilación en comparación con el sistema mecanizado se debe limitar su uso únicamente para aplicarlo donde no se puede emplear otros sistemas debido a factores de practicidad, como es el caso de labores de chimenea por métodos manuales o piques inclinados desarrollados por el mismo método.

Figura 5. Ventilación auxiliar para frentes de desarrollo sistema aspirante

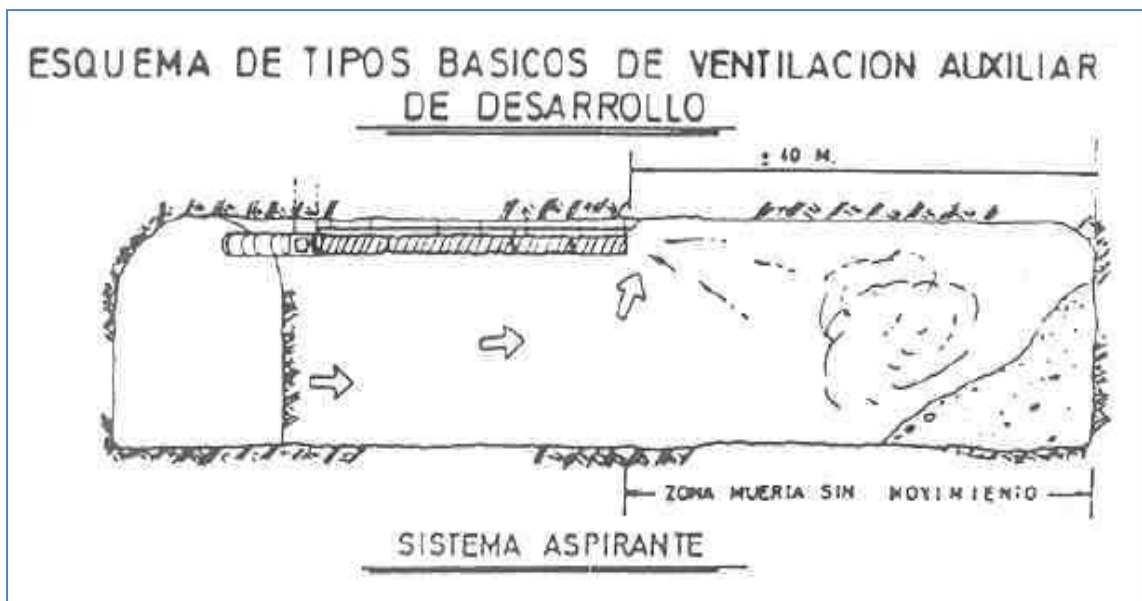


Figura 6. Ventilación auxiliar para frentes de desarrollo sistema impelente

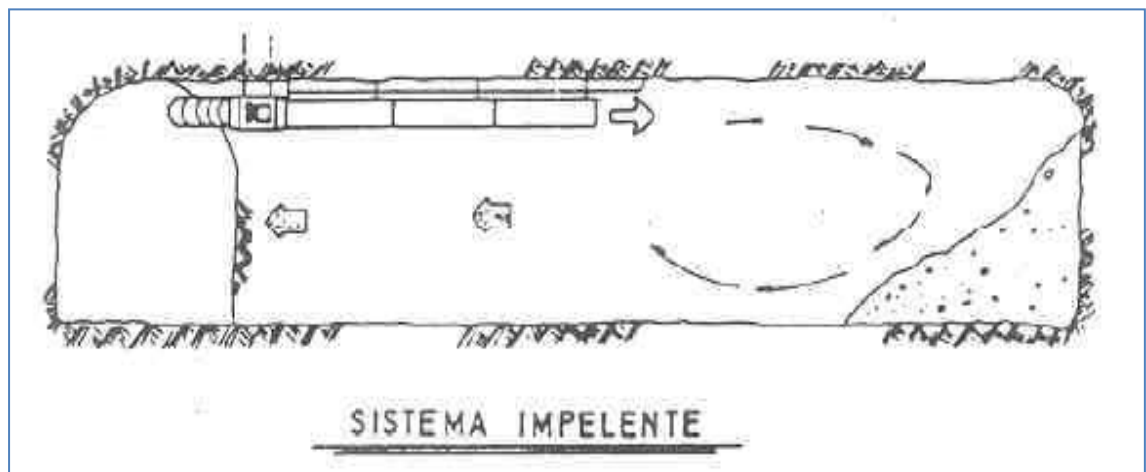
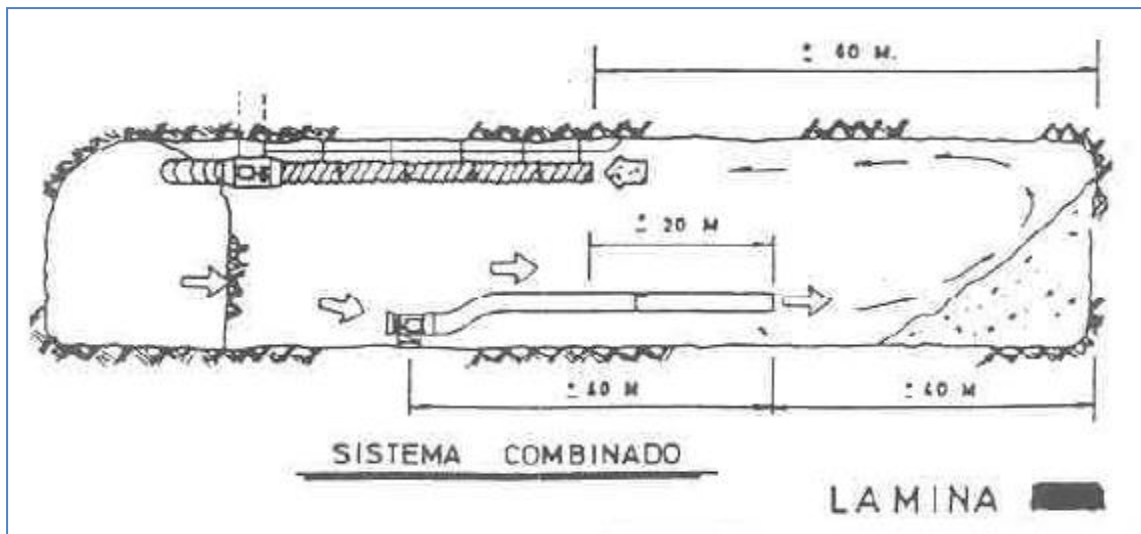
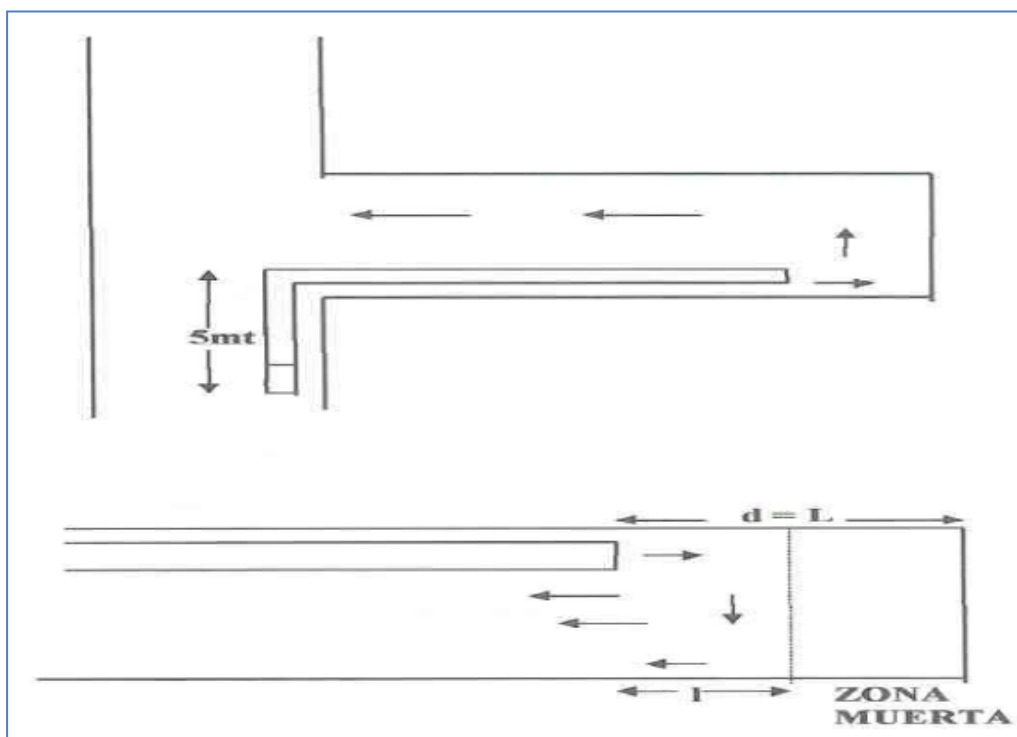


Figura 7. Ventilación auxiliar para frentes de desarrollo sistema combinado



En este caso se debe limitar usar los sopladores de aire comprimido para la ventilación de desarrollos horizontales, solo aplicándolos a pequeñas galerías con secciones que no presenten el espacio necesario para poder instalar mangas de ventilación que puedan facilitar el uso de sistemas aspirantes de gases. en este caso se debe instalar sopladores en el extremo de la cañería de aire comprimido que se encuentren cerca a los frentes en zonas muertas, Toda vez que no es posible usar ventiladores eléctricos portátiles con manga lisa que pueda impulsar el aire hacia el frente de avance. cuando se use ventilación auxiliar en el desarrollo de galerías el extremo de una tubería no debe ubicarse a más de 30 metros de la frente (ver figura 2).

Figura 8. *Uso de sopladores de aire comprimido*



2.2.6. Determinación del caudal del aire

a) Caudal según personal que trabaja:

$$Q = f \times N \text{ (m}^3\text{/min)}$$

Con los valores:

f = aire necesario por trabajador (3 m³/min)

N = Número de trabajadores

b) Caudal según desprendimiento de gas:

$$Q = 0,139 \times q \text{ (m}^3\text{/min)}$$

Con los valores:

q = volumen de gas que desprendido en 24 hr, en m³.

c) Caudal según la producción:

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

Con los valores:

$u = 1 \text{ a } 1,7 \text{ (m}^3\text{/min)}$

T = producción por día en tn

d) Caudal según consumo de explosivos:

$$Q = 16,67 \times E \text{ (m}^3\text{/min)}$$

Con los valores:

E= cantidad de explosivos para detonación (kg)

e) Caudal según equipos diésel:

$$Q = 2,83 \times HP \text{ (m}^3\text{/min)}$$

Con los valores:

HP= N° caballos de fuerza del motor

Medición del caudal:

$$Q = A \times V \text{ (m}^3\text{/min)}$$

Con los valores:

A = Área promedio de galerías (m²)

V= Velocidad promedio de flujos de aire (m/min)

2.2.7. Requerimiento legal

Las propuestas de este trabajo se enmarcan en la siguiente disposición legal: DS. N° 024-2016-EM, el que señala en su artículos 247, 248, 252 y 254 Subcapítulo VIII lo concerniente:

Artículo 247: Requerimiento de aire para el personal.

Las operaciones mineras que se ubiquen por debajo de los 1,500 metros sobre el nivel del mar deben contar con una mínima cantidad de aire necesario en los lugares de trabajo equivalente a 3 m³ por minuto por trabajador. Y las operaciones se ubican por encima de los 1500 m el volumen de aire deberá seguir la siguiente escala:

- Aumentar 40% entre los 1,500 a 3,000 metros de altura; Lo que es equivalente a 4 m³/min.
- Aumentar 70% entre los 3,000 a 4,000 metros de altura; Lo que es equivalente a 5 m³/min.

- Aumentar 100% 4,0 por encima de los 4000 metros de altura; Lo que es equivalente a 6 m³/min. De acuerdo con el DS. N° 024-2016-EM (2016)

Artículo 252: Caudal requerido por el uso de equipos diésel.

Inciso e) La cantidad de aire necesaria para el funcionamiento de motores diésel debe corresponder a la capacidad máxima de HPs, de acuerdo con DS. N° 024-2016-EM (2016)

Artículo 254: Caudal requerido por el uso de equipos diésel.

Inciso b) El aire en circulación debe tener una cantidad mayor a tres (3) m³/min por cada HP que utilicen los equipos; Además se debe garantizar e el gas emitido por los escapes de estos equipos no deberá superar las concentraciones que se indican en los literales d) y e) subsiguientes, según DS. N° 024-2016-EM (2016)

Artículo 248: Caudal requerido para dilución de explosivos.

En cualquier caso, la velocidad del aire debe ser mayor a veinte metros por minuto (20 m/min) Pero inferior a doscientos cincuenta metros por minuto (250 m/min) en las operaciones de explotación, Deben estar incluidas las operaciones de desarrollo y preparación. si se emplea ANFO u otros materiales para la voladura, El aire debe tener una velocidad por encima de veinticinco metros por minuto (25 m/min). Esta norma específica que los equipos Diesel Deben contar con un caudal de aire necesario para diluir cualquier material contaminante que estos equipos puedan emitir, de tal manera que el aire producido presente una calidad respirable por los trabajadores al interior de una mina, sin provocarles algún daño en su salud de acuerdo con DS. N° 024-2016-EM (2016)

Artículo 252: Caudal requerido para mantener temperatura confortable.

Inciso d) Las operaciones dentro de una mina deben demandar un volumen de aire necesario para cubrir y abastecer a el número más numeroso de trabajadores durante una Guardia, a todos los equipos diesel en operación, la dilución de gases que se originen como consecuencia de una voladura y el nivel más

alto de temperatura permitido que se ubica en 29 °C durante una jornada de trabajo.

De acuerdo con DS. N° 024-2016-EM (2016)

2.3. Definición de términos conceptuales

Aire:

Al interior de las operaciones mineras que el aire atmosférico presenta modificaciones en su composición. se puede identificar un aumento en el N₂ y en el CO₂, Así como un descenso en el O₂, además el vapor de agua aumenta, y se generan otros gases y polvos que deben ser considerados en la nueva composición del aire al interior de las operaciones. Este fenómeno es con efecto de distintos factores entre los que se puede mencionar a: la respiración de las personas, combustión interna de motores, incendios y voladuras por uso de material nitroso o anfo, sustancias en descomposición, materiales orgánicos y minerales, agua estancada, operaciones básicas de la explotación; uso de lámparas de carburo (C₂H₂); soldadura en talleres y otros humos de origen nitroso.

Corriente de aire o corriente de ventilación:

Es la dirección que presenta un volumen de aire al atravesar una labor en minería.

Difusión natural:

Es la manera para ventilar que se usa en un frente ciego, en este medio no se emplea algún sistema mecánico para suministrar energía a la corriente de aire.

Labores subterráneas:

Se denomina de esta manera a las operaciones de excavación realizadas bajo tierra con el objetivo de explotar, cuantificar o explorar una determinada área de operaciones mineras. También son incluidas como parte de las labores veraneas los trabajos que se realicen bajo tierra con fines de obras civiles en las que tengan participación las personas.

Nudo de ventilación:

punto en el que se bifurcan la entrada y salida de un tribunal de aire, incluso más de uno que se ha usado para la ventilación.

Plano de ventilación de nudos y vías:

Es el esquema de planificación que se usa para disponer el sistema de ventilación en una operación minera, se compone de nudos y vías que conforman la red general. es normal que estén numerados para identificarlos.

Puertas de ventilación:

Sirven para regular el acceso de aire hacia una labor subterráneo, se usan para frenar el caudal de ingreso mediante una estructura de metal o madera.

Seguridad y Salud en el Trabajo:

Rama de estudio enfocada en prevenir las lesiones y enfermedades que son consecuencia de las condiciones laborales, además también se encarga de proteger y promocionar la salud de las personas que trabajan. entre sus objetivos se encuentran buscar que las condiciones y medio ambiente laboral mejore, también las condiciones de salud en el medio laboral, para ello promoció el bienestar físico mental y psicosocial de las personas que trabajan.

Ventilación forzada:

Se denomina de esta manera a la consecuencia de un sistema mecánico de ventilación se produce una presión que es originada por un ventilador suministrar este la energía necesaria en el flujo del aire con el volumen adecuado.

Ventilación natural:

Sino denomina de esta manera a la ventilación que se origina como producto de la presión generada por medios climatológicos y naturales, normalmente en generados por una diferencia de altura que actúa sobre una labor subterránea Que debe tener al menos 2 accesos 1 de salida y otro de entrada. de esta manera se produce la entrada de un volumen de aire a presión en las labores internas.

Vía de ventilación:

es el medio por el cual se conduce el flujo de aire para las labores de ventilación. normalmente puede ser una galería transversal, un túnel, un tambor, entre otros medios. generalmente se compone por un nudo inicial y uno final entre los cuales debe circular el caudal de ventilación.

Formulación de la hipótesis:***Hipótesis General:***

El estado técnico del sistema de ventilación a corto plazo cumple con el reglamento de seguridad y salud ocupacional en Compañía Minera Volcan - Unidad Carahuacra

Hipótesis específicas:**Hipótesis específica a:**

El circuito de ventilación en interior mina a corto plazo cumple con el reglamento de seguridad y salud ocupacional en Compañía Minera Volcan - Unidad Carahuacra.

Hipótesis específica b:

El requerimiento de aire en interior mina a corto plazo cumple con el reglamento de seguridad y salud ocupacional en Compañía Minera Volcan - Unidad Carahuacra.

Identificación de variables:**Variables para la hipótesis general**

Evaluación del sistema de ventilación

Reglamento de seguridad y salud ocupacional

Variables para la hipótesis específicas**Variables para la hipótesis específica a**

Evaluación del circuito de ventilación

Reglamento de seguridad y salud ocupacional

Variables para la hipótesis específica b

Evaluación del requerimiento de aire

Reglamento de seguridad y salud ocupacional

2.4. Enfoque filosófico – Epistemológico

Al enmarcar la presente propuesta de tesis dentro de una aproximación de tipo científico desde distintos puntos de análisis es posible abordar una problemática específica del campo minero como lo puede ser EL SISTEMA DE VENTILACION EN OPERACIONES SUBTERRANEAS. Aun así, los resultados que obtengamos de esta problemática nos podrán parecer distintos si realizamos su aplicación en otras circunstancias o desde otras especialidades.

Este contraste demuestra que nuestra actitud científica puede ser enfocada desde una perspectiva distinta de la cual inicialmente la planteamos. En esas circunstancias deberemos considerar un juicio o una evaluación distinta a nuestra manera de abordar el problema inicialmente.

Esta situación argumentativa nos muestra que la labor científica puede resultar compleja si se la emprende desde un punto de vista restringido. Es por ello que en la siguiente investigación debemos ocupar el lugar del investigador científico más cercano al área del desarrollo de nuestro tema, es decir al área minera y sus necesidades específicas.

En ese sentido para abordar la problemática específica que nos presenta la actividad minera tenemos de nuestro lado, como la herramienta más eficiente a nuestros fines académicos y empresariales, al quehacer científico, aunque siempre debemos ser conscientes de que existen distintos modos para aproximarnos a una problemática y cada uno de ellos pueden ser legítimos y mostrar resultados efectivos y satisfactorios para determinados requerimientos.

A partir de esta compleja estructuración de los saberes y los puntos de vista debemos ser conscientes de que el camino científico no es el único que nos ayudará a entender los fenómenos del mundo, sin embargo, este camino nos puede ofrecer

métodos para corroborar y validar nuestras evidencias y sobre todo pensar nuestro lugar dentro de la problemática específica.

Es por ello por lo que el método científico cobra importancia vital para este tipo de investigaciones debido a que nos permite ubicarnos por encima de nuestros juicios personales e incluso sociales y culturales para poder establecer conocimientos o principios argumentativos que puedan apoyar juicios ser aceptados por su carácter neutral y abstracto que además respondan directamente a las cuestiones que una problemática específica plantea.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La investigación será de tipo APLICADA porque vamos a evaluar el sistema de ventilación de la mina Carahuacra, como dice (BAENA , 2017). “Enfoca sus esfuerzos en la posibilidad de concretar en la práctica una teoría general, además de centrar su atención en la resolución de las necesidades se presentan en la sociedad y en las personas”

3.2. Nivel de investigación

El nivel, será de un nivel descriptivo, de análisis; porque vamos a describir y analizar los aspectos de ventilación de la mina Carahuacra. Como indica “Este tipo de diseños cuya finalidad es buscar la incidencia de una o más variables directamente en una población. Específicamente, este procedimiento consiste en identificar una variable o variables y asociarlas con un determinado grupo que pueden estar compuestos por personas, otros seres vivos, objetos o distintos contextos y fenómenos entre otras opciones, con la finalidad de elaborar una descripción adecuada. en ese sentido este tipo de estudios de perfil descriptivo al proporcionar hipótesis éstas también deben ser descriptivas, cuyos resultados deben mostrarse a través de valores o cifras” (HERNANDEZ, FERNANDES, BAPTISTA, 2014)

3.3. Características de la investigación

Esta investigación de tipo aplicada, con un nivel descriptivo y de análisis que evalúa el estado técnico del sistema de ventilación a corto plazo en relación con el reglamento de seguridad y salud ocupacional en Compañía Minera Volcan - Unidad Carahuacra. Teniendo como variables de estudio la evaluación del sistema de ventilación y el reglamento de seguridad y salud ocupacional

3.4. Métodos de investigación

La investigación se realiza mediante el método científico, apoyados en los métodos específicos analítico-deductivo; basándonos en “Al ser inferencial este tipo de método se encuentra basado en la lógica, y su estudio se centra en hechos particulares, y por orientar su análisis de lo general a lo particular es de carácter deductivo, aunque también puede ser empleado de lo general a lo particular en cuyo caso su sentido sería inductivo” (BERNAL, 2010) .

3.5. Diseño de investigación

El diseño que se empleará en esta ocasión no será de carácter experimental debido a que no realizaremos ninguna modificación de las variables de la investigación solo nos avocaremos a observar y recoger datos de las operaciones mineras. Apoyado en “No haremos cambios en las variables e investigaremos en un momento dado como dice “Son los que se ejecutan en un determinado momento para llevar a cabo el análisis de un fenómeno que se lleva a cabo en el presente” (SANCHEZ, REYES, MEJIA, 2018)

3.6. Procedimiento del muestreo

3.6.1. Población

La población está constituida por todo el sistema de ventilación de la mina Carahuacra de la Empresa VOLCAN COMPAÑÍA MINERA S.A.A.

3.6.2. Muestra:

De igual manera está se encuentra constituida por todo el sistema de ventilación de la mina Carahuacra de la Empresa VOLCAN COMPAÑÍA MINERA S.A.A.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

3.6.3. Técnicas:

- Observación directa
- Análisis de documentario

3.6.4. Instrumentos:

Tenemos:

- Guía de observación
- Ficha de registro
- Documentos escritos

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos:

Terminado el recojo de datos de campo se procederá a su procesamiento mediante el análisis de la información y poder obtener los resultados de la evaluación y elaborar el informe final, mediante los instrumentos Excel, Word.

3.9. Orientación ética

En la investigación se conservó la ética profesional, teniendo en cuenta la confidencialidad de la información, la veracidad y respeto institucional y a la persona humana.

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.1.1. Generalidades de la Unidad Carahuacra

Ubicación y Acceso Mina Carahuacra:

Esta unidad se encuentra ubicada en la localidad y provincia de Yauli, pertenecientes al departamento de Junín.

En términos geográficos esta operación ocupa un flaco en el sector este de la Cordillera Occidental de los Andes en el centro del Perú, aproximadamente la distancia con la ciudad de Lima es de 110 Km.

Geográficamente sus coordenadas son:

- Longitud Oeste: 76° 05'
- Latitud Sur: 11° 43'
- Con 4,700 msnm de altura promedio

Accesibilidad:

La mina Carahuacra se puede acceder con facilidad por medio de la carretera central teniendo como referencia la localidad cercana de Pachachaca, desde ese punto se puede tomar un ramal de 20 kilómetros que nos lleva directamente a la ubicación de la mina. Por otro lado, también es accesible por

medio del ferrocarril central teniendo como referencia la estación de Yauli a una distancia de 12 kilómetros.

Figura 9. Ubicación de la Mina Carahuacra

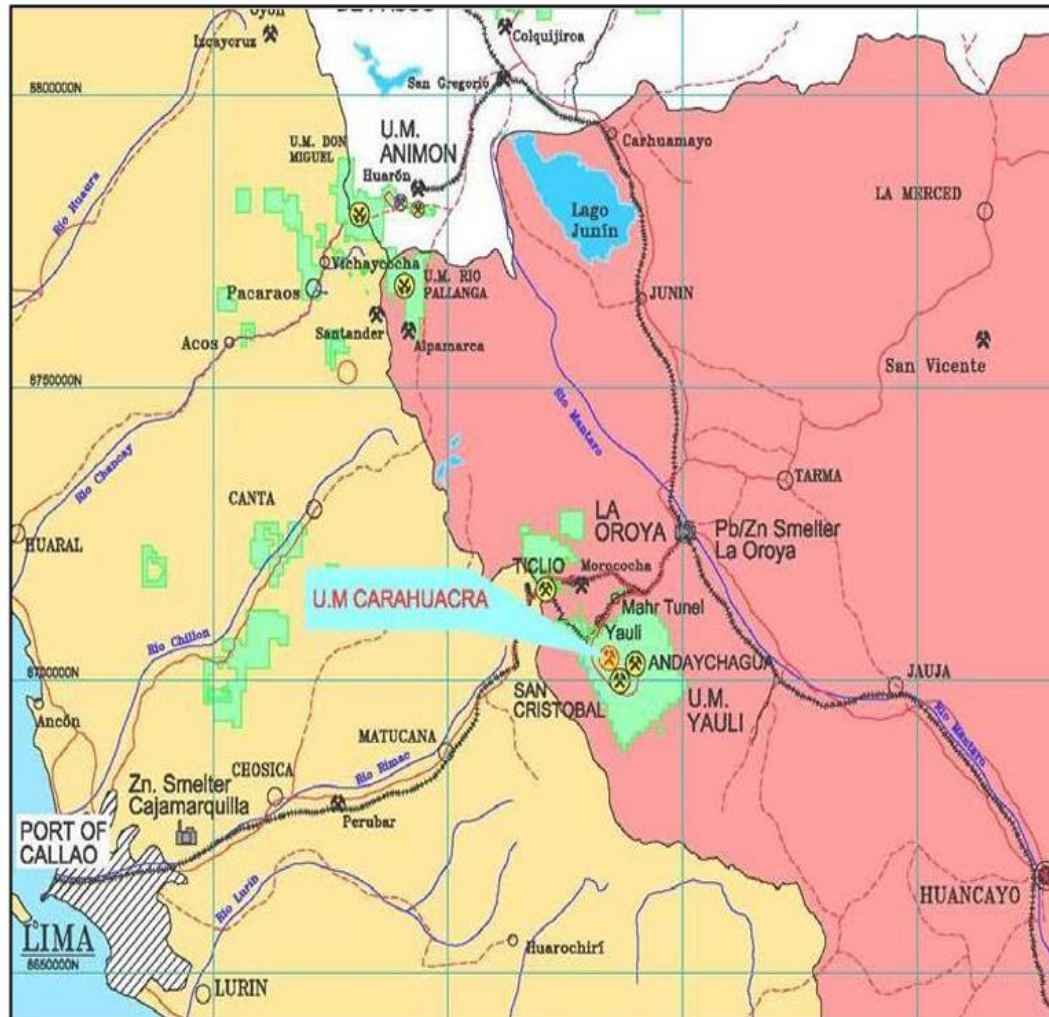


Figura 10. *Vista de la Mina Carahuacra*



4.1.2. Métodos de minado

Actualmente en Mina Carahuacra se emplean los siguientes métodos de explotación:

Sub Level Stopping (Bench and Fill)

Este método utiliza hundimientos de subniveles por medio de perforaciones de taladros largos, limpieza de material el retirar, y rellenar con material detrítico con fines de las cajas y extrayendo el mineral de los subniveles en el inferior como última etapa.

En el caso de las operaciones en Carahuacra se tuvo que adecuar por medio de la variante Avoca Back Fill, que se basa en explotación con orientación ascendente, continuando con un relleno detrítico de forma vertical, Adicionalmente se debe diseñar para la extracción una infraestructura con una orientación paralela a la estructura de mineralización de manera que se pueda mantener una distancia equidistante para los accesos de 100 metros, posteriormente usando una rampa

principal se debe ejecutar las profundizaciones orientadas a la caja piso de la estructura.

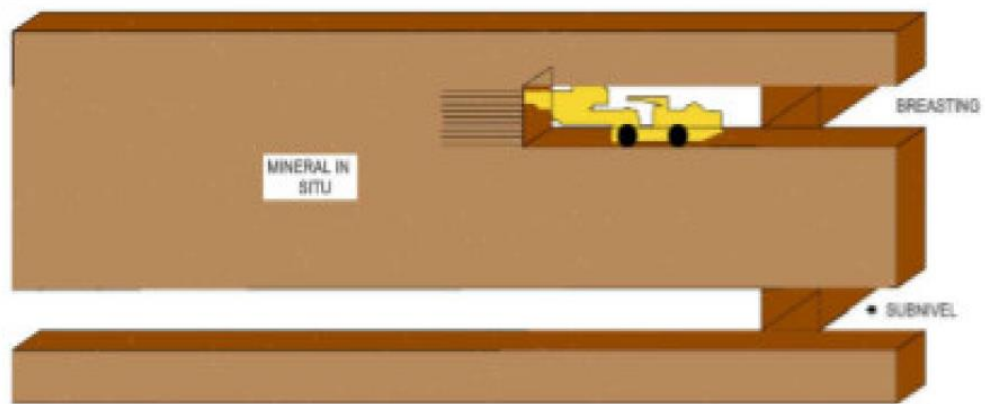
Eliminado presenta una secuencia con diseño de forma longitudinal, que divide en secciones la estructura de bloques para la explotación en 100 metros de longitud, esta Secuencia se realiza de manera ascendente por medio de 3 bancos de explotación con una altura de 15 metros, cuya separación es de 03 subniveles de perforación - extracción y 01 de nivel principal.

La extracción es realizada mediante una rotura en retirada con posterior relleno detrítico por mecanización back fill, La Ventura debe tener como máximo una longitud de 20 metros orientados de manera horizontal, lo cual depende de la clasificación del material rocoso (RMR).

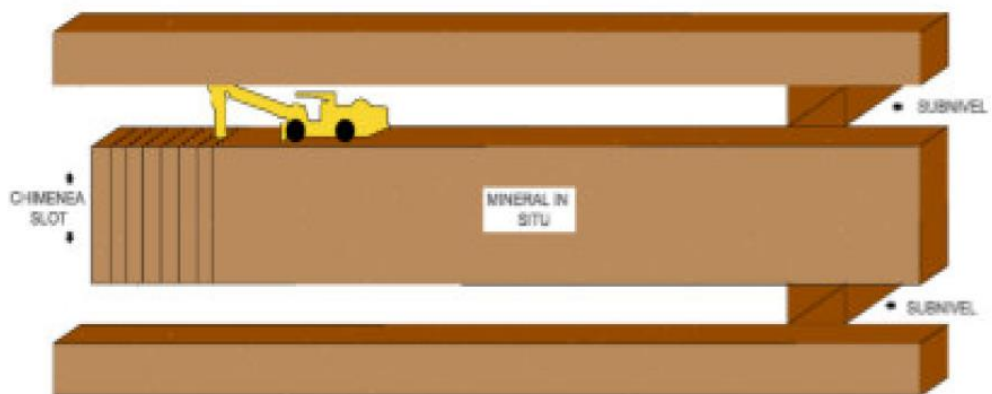
El corte básico presenta un diseño Para explotación considerando unos 67.50 metros de altura de block de mineral con una perforación intermedio de 03 subniveles, adicionalmente cuenta con para la extracción con un nivel principal con dimensiones de 3.80m x 4.0m y Pendiente: + 1% por sección. Por otra parte, la explotación se inicia en el banco N°01 partiendo del centro de la estructura, que se considera reserva, cuya retirada tiene una orientación E – W con 15 metros de bancos. Los accesos se encuentran alineados en su llegada a un eje entre piso y piso para proporcionar mayor eficiencia operativa, todo lo anterior sí ejecuta en las Veta Mary, Veta Tensional Lourdes

Figura 11. *Secuencia de minado Bench and Fill*

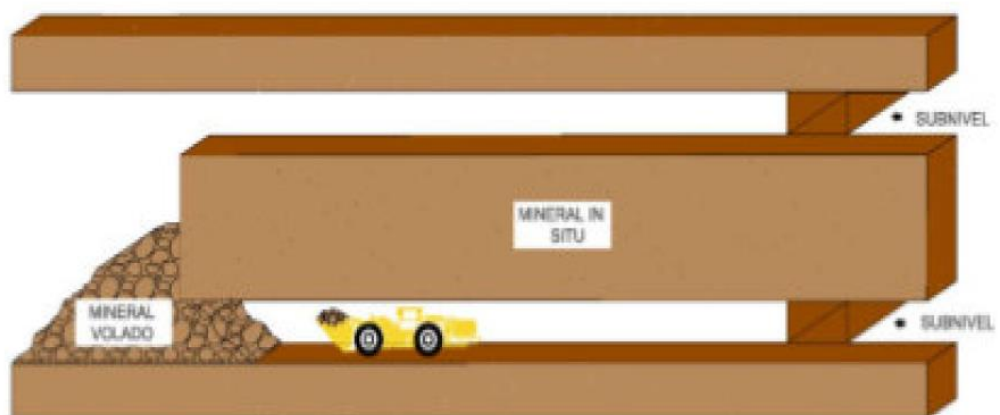
Paso 1: Preparación de los subniveles inferior y superior



Paso 2: Preparación del slot e inicio de la perforación con taladros largos



Paso 3: Disparo del mineral del banco y limpieza total del mismo



Paso 4: Minado en retirada del banco de mineral y aplicación del relleno detrítico en avanzada

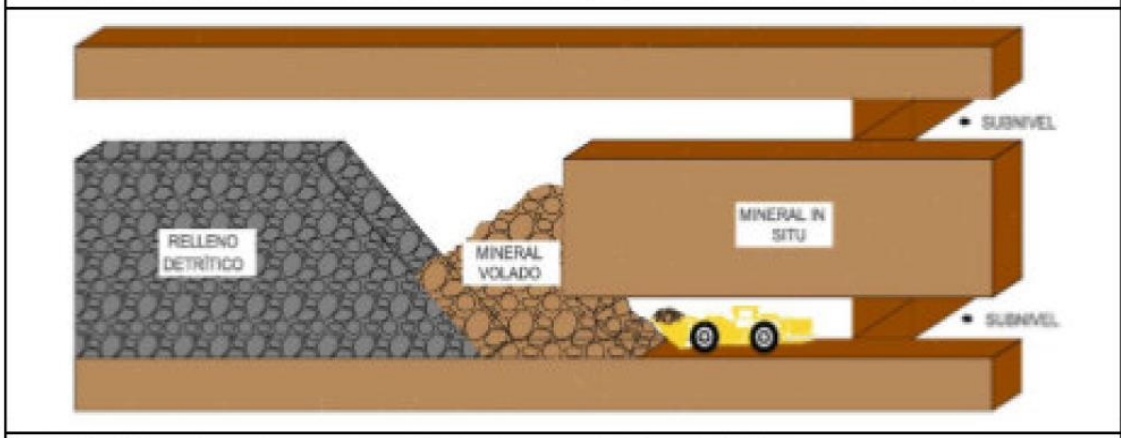
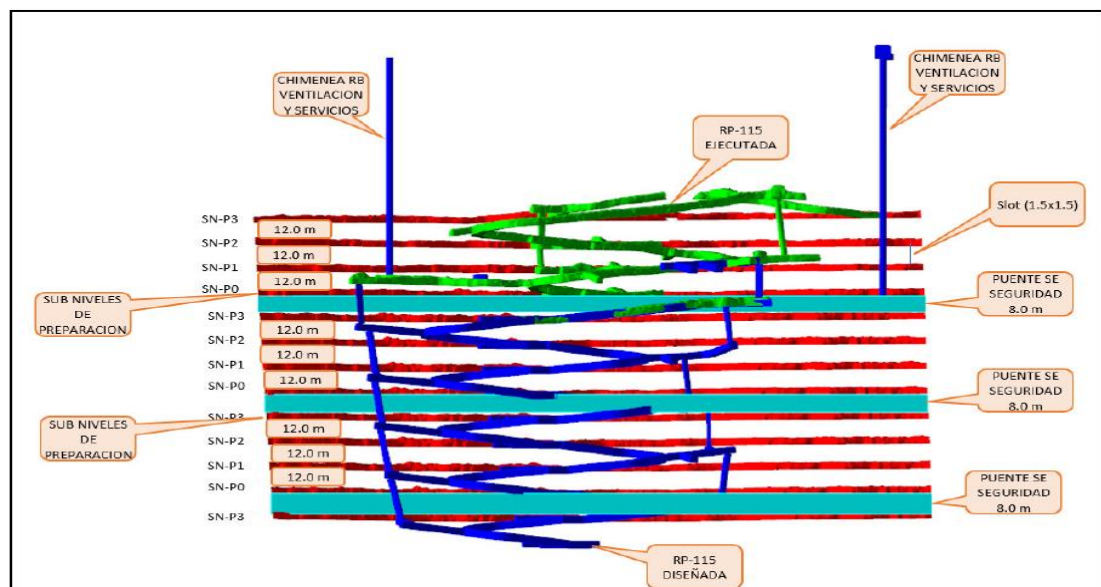
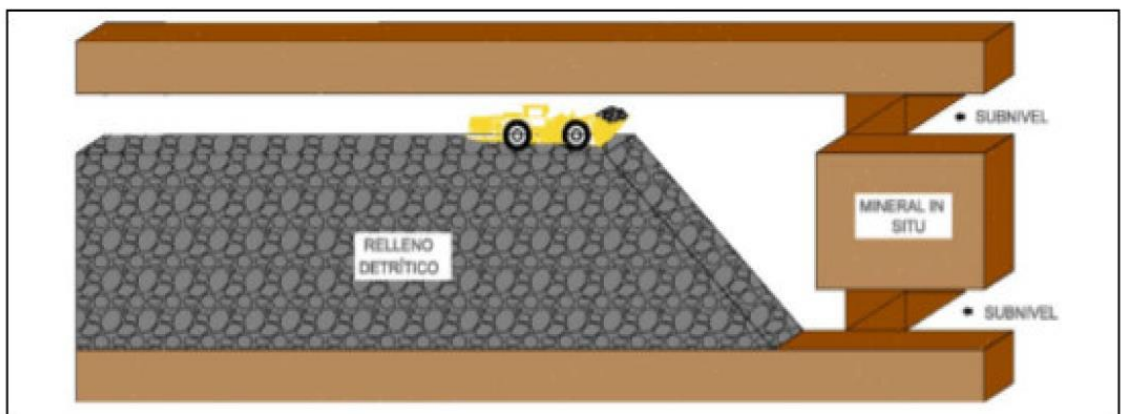


Figura 12. Método de minado SLS

Paso 5: Recuperación final del mineral y relleno completo del tajeo



Over Cut and Fill (Breasting)

Para aplicar este método se considera una norma general Usamiento inferior a 50°, de igual manera se debe contar con sectores de intermitencia de mineral – desmonte, esas condiciones necesitan una selectividad mayor.

Por medio de una rampa en espiral al piso 0 de la estructura se inicia esta preparación. Siendo de ella se pueden desarrollar accesos de -15% grados en dirección de la estructura, Cuando la estructura se haya cortado se pueden desarrollar galerías con orientación este – oeste, cuyas dimensiones pueden alcanzar en promedio los 50m (límite del tajo); Por otro lado, se lleva a cabo un breasting de manera horizontal en corona de la perforación para asegurar el control de estabilidad, se realiza un relleno mecánico con un uniformizado posterior para el cambio de piso y las cajas quedan selladas utilizando relleno hidráulico, para finalmente realizar el rebatido o desquichar la corona del acceso e volver a iniciar un nuevo corte ascendente.

Por otra parte, se realiza un corte efectivo 3.5m con 4.0 m de altura. Este método está indicado para ejecutarse en las vetas mayor potencia y y que presenten irregularidades en sus terrenos con calidades de regular a malo. En las operaciones de Carahuacra, en su mayoría se aplicó en todo el sistema principal, vetas Lucero y Jazmín.

Figura 13. *Secuencia de minado OCF*

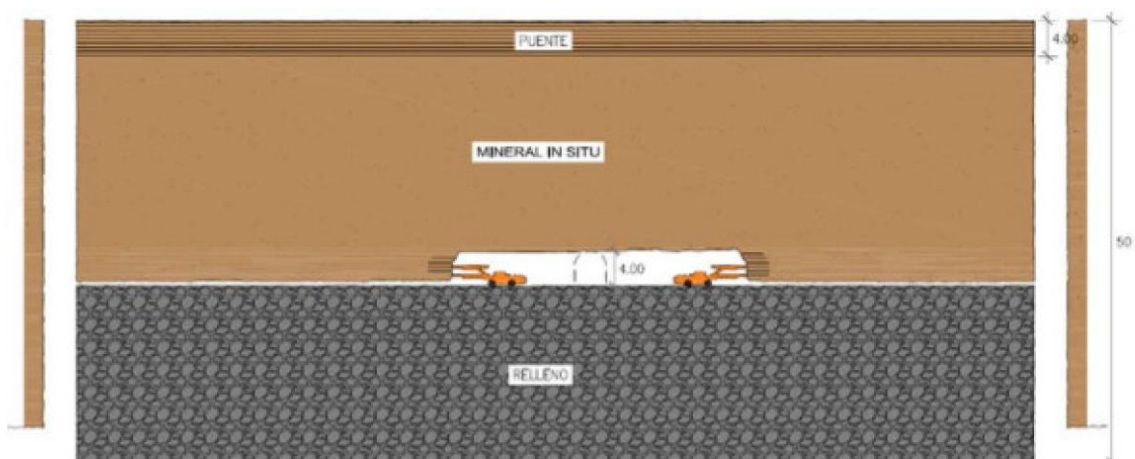


Figura 14. *Diseño Over Cut and Fill – OCF*

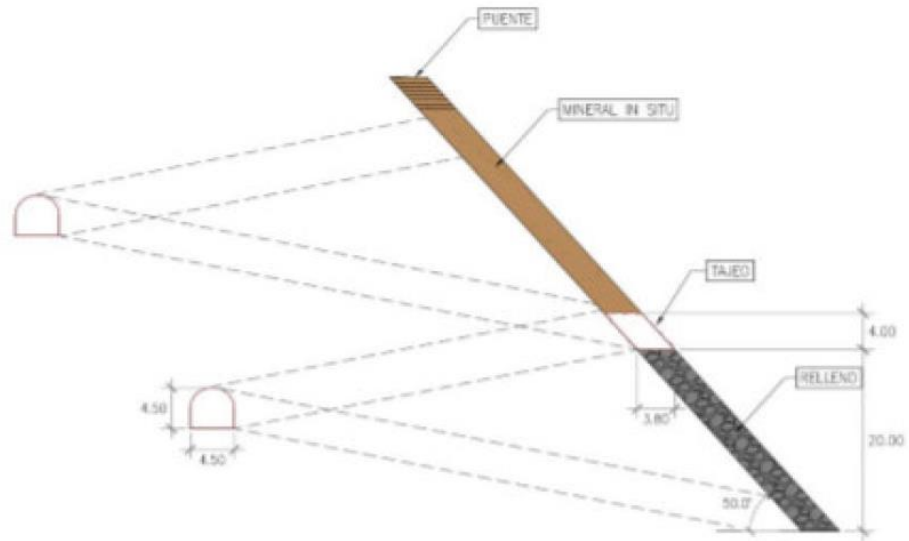
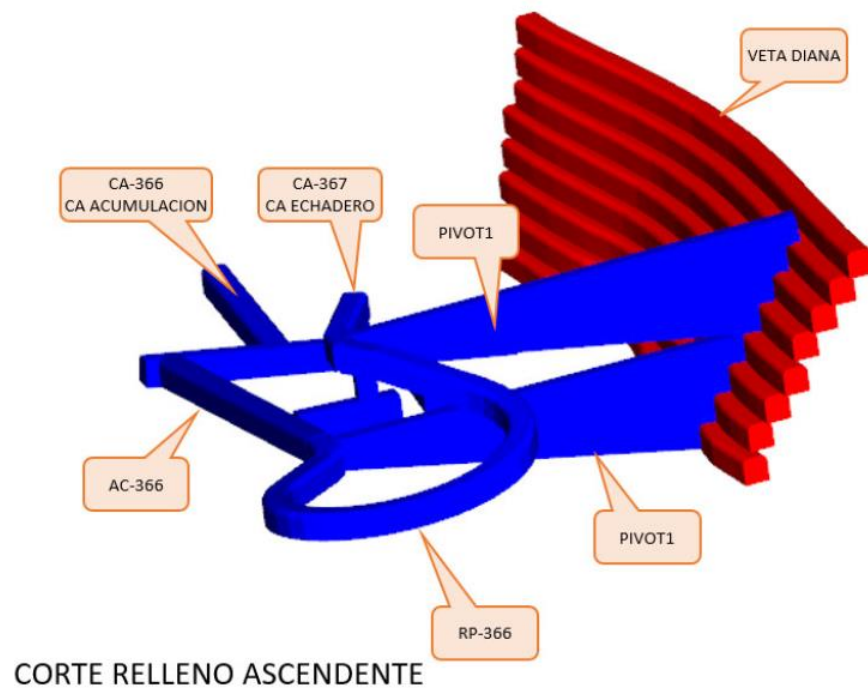


Figura 15. *Isométrico del minado OCF*



Ciclo de Minado

Con la finalidad de extraer material con calor económico en la mina Carahuacra se ejecutan continuamente operaciones unitarias los cuales en conjunto

forman parte del cíclico de minado. Existe diferencia en el ciclo de minado cuando es por explotación por taladros largos y cuando el minado es por avances.

- Minado por explotación: el ciclo es perforación, voladura, ventilación, limpieza y relleno.
- Minado por avances: el ciclo es perforación, voladura, ventilación, limpieza y sostenimiento.

Figura 16. *Ciclo de minado avances*



Perforación:

Se utilizan jumbos electrohidráulicos de uno brazo para labores de avances y equipos simbas Con impulso electrohidráulico para perforar taladros largos con 1.50 metros de profundidad y barras T38, Que ofrezcan 90 m de rendimiento en promedio por guardia.

Voladura:

En la mina Carahuacra el material explosivo que se emplea es: Emulsión encartuchada, EMULSION 1 1/4"X12" 1.14g/cm³, 1 1/2"X12" 1.14g/cm³, 1 1/8"X12" 1.14g/cm³ Accesorios: Cordón Detonante 3p, detonador no eléctrico de periodo corto y largo, mecha rápida, carmex 13 – 2.10m.

Desatado:

Antes de perforar el techo se debe realizar el desatado de rocas en la parte superior y los hastiales por algún medio mecanizado utilizando los equipos scaler.

Sostenimiento:

En estas labores el sostenimiento se realiza utilizando shotcrete por vía húmeda mecanizada, pernos y mallas electrosoldadas, cimbras, swellex o Split set, se emplean Bolters asegurar que la instalación total se realice de forma mecanizada.

Limpieza de Mineral y Desmonte:

Para estas labores en los avances y tajeos se ejecutan mediante Scooptrams de 6.0 yd³, Todo el material es acarreado directamente a las cámaras de carguío y es transportado usando volquetes 6x4 y 8x4.

Usando un cargador Caterpillar Scooptrams R1600 de bajo perfil se lleva a cabo la limpieza del mineral roto como efecto de la voladura primaria, además para la limpieza se utilizan telemandos y refugios necesarios para asegurar la integridad del operador, el rendimiento es 96.43 t/h.

Usando un par de camiones con de capacidad de 20 toneladas se traslada el desmonte hacia cámaras de acumulación para que sea empleado finalmente en los tajos explotados

Extracción de Mineral:

El mineral es transportado hasta la superficie cancha 600 desde la zona de carguío, esta labor se ejecuta usando volquetes con 15 m³ de capacidad. Se cuenta con una flota de 12 unidades de uso exclusivo para transportar mineral, posteriormente es trasladado hasta Planta Victoria, recorriendo unos 5 km de distancia.

4.1.3. Plan de desarrollos e infraestructura mina:

Plan de Desarrollo Minero:

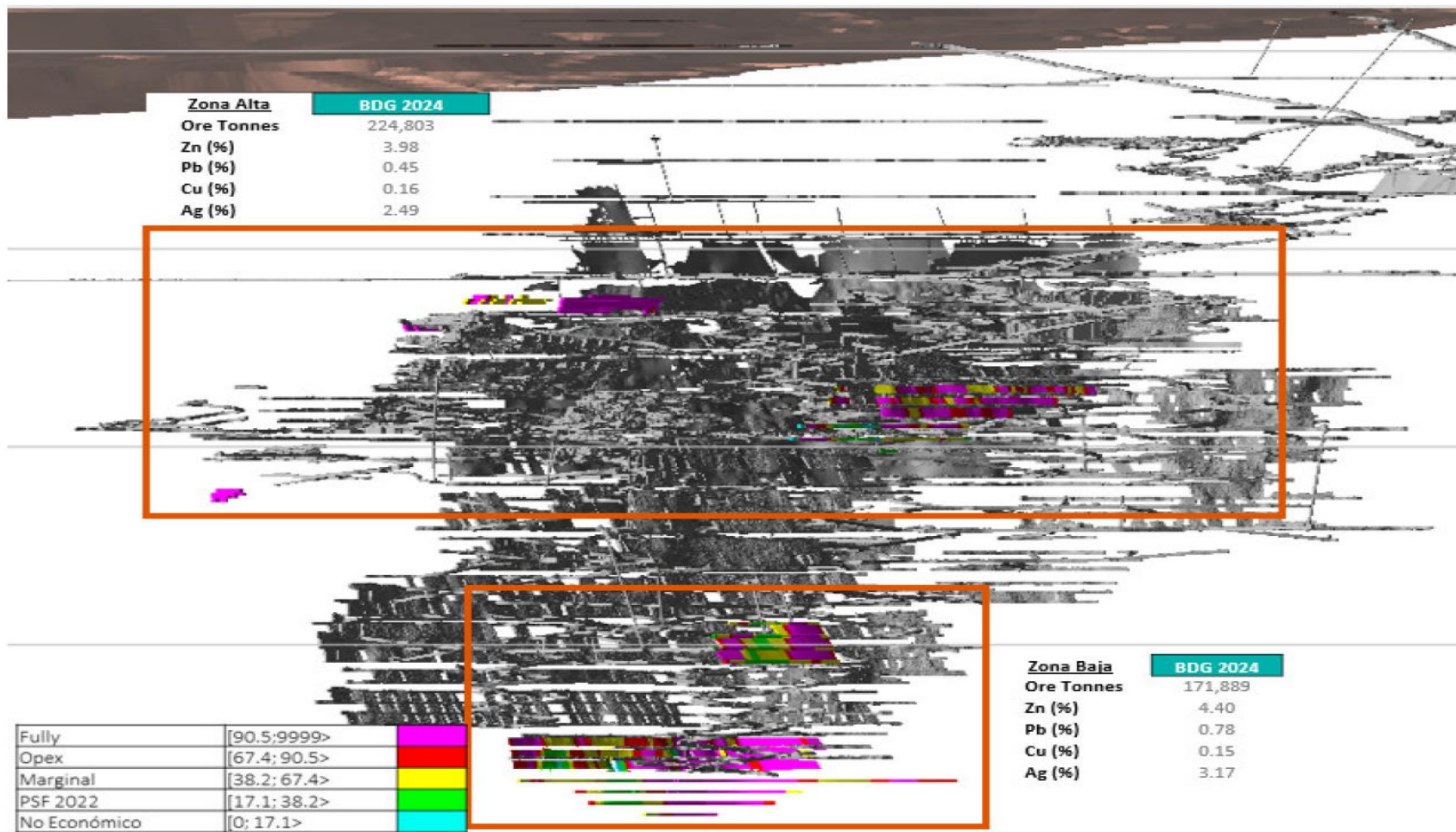
esta planificación se desarrolla con un objetivo a largo plazo para ello se presentan los lineamientos y propósitos siguientes:

- La rampa RP_115 (-) de continuar profundizándose para acceder a los niveles inferiores que se deberán desarrollar y preparar para ser explotados posteriormente la veta Mary y Fátima hasta el Nv 1460.
- El By-pass 998 (+) continuará en desarrollo para su posterior explotación del Sistema Principal en el Nv 1120.
- La rampa 134 (+) seguirá en desarrollo con el fin de minar en OCF en el nivel 870 del Sistema principal (Manto Poderosa, Mant Principal 2 y Veta Jazmín).
- Desarrollo de la RP_386 (-) y RP_388 para la preparación de las vetas Lourdes y Tensional Lourdes principalmente, hasta el Nv 1070.
- Desarrollo de la RP_123 Nv 870, para preparar la zona de breasting de la veta Teresa, principalmente.
- Cada 60m ubicar los principales niveles para obtener 3 bancos de 15 m de altura en cada nivel del tajeo.
- En las rampas de profundización RP_115, los By-Passes, cruceros y accesos los que se ubican en sectores de profundización en el Nivel 1410 se proyecta explotar las vetas Mary y Fátima por Bench and Fill.
- Desde los niveles inferiores hacia los superiores se debe comenzar la preparación y la explotación en manera ascendente para generar espacios vacíos o tajeos en los niveles inferiores cuyo relleno debe realizarse con escombros que se generen al desarrollar los niveles superiores.
- Se deben ubicar las labores para los accesos, chimeneas de ventilación, cámaras de acumulación de relleno y otros servicios de forma adecuada Con el fin de dotar de una fluidez mayor a los ciclos de minado. Además, los equipos

deben contar con su propio acceso independiente para evitar que se concentre en áreas reducidas.

- Optimizar las distancias para acarrear material de manera apropiada con el fin de lograr mayores rendimientos de los equipos LHD.

Figura 17. Longitudinal Plan de Producción



Estrategia de Desarrollo y Preparación:

Desarrollo de Mina:

El desarrollo de esta mina implica una profundización por medio de una rampa principal en la caja piso de la estructura de mineralización, con dimensiones de 4.50m x 4.50m por sección, y 12% de pendiente negativa y 70 metros de avance mensual promedio; ofreciendo 562 metros de distancia inclinada entre nivel y nivel y una distancia vertical de 60 metros en entre los principales.

Las labores previas al minado contemplan abrir un By Passes de sección 4.50m x 4.50m, antes de ejecutar un acceso con sección 3.8m x 4.0m que se origina en la rampa principal de profundización. El rumbo de esta debe ser paralelo a la estructura de mineralización como una pendiente de 1% en positivo. También se deben tener en cuenta la infraestructura para obras de para drenaje, bombeo, inicio - fin de chimeneas Raise Borer y carguío de mineral por medio de cámaras con secciones de 4.0m x 4.0m y como maximo 20 metros de longitud.

Preparación Mina:

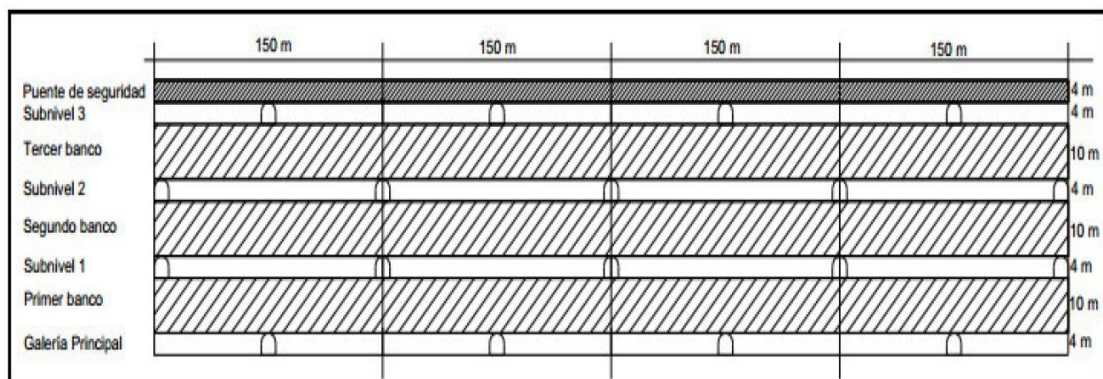
En el piso del último nivel y en las rampas de profundización se inicia la preparación de la mina.

Para su inicio se debe ingresar por cada uno de los segmentos del By – Pass principal ubicado en el último nivel, con accesos en negativo hasta que corten la veta en el encuentro con la cota piso en el tercer subnivel.

Cuando se corte la veta se debe construir el Subnivel del Piso 3 en varios frentes con la misma orientación del rumbo de la estructura de mineralización. Este subnivel contara con una sección con dimensiones mínimas de 3.8m x 4.0m de ancho y de alto respectivamente, si la veta es mayor esta sección puede ampliarse

Conforme se logra mayor profundización se podrá acceder a los pisos del segundo y primer subnivel, previamente en toda la longitud delimitada, se deberá construir en roca estéril el by pass intermedio, con una orientación paralela a las estructuras de mineralización, después partiendo de este by pass se habilitan los accesos positivos que corten la veta del segundo piso en un punto intermedio de los accesos del subnivel superior y desde de esas intersecciones se ejecuta el segundo subnivel. De igual forma partiendo del by pass intermedio se ejecutan accesos negativos orientados a cortar la veta en el primer Piso, con una orientación similar a los accesos del Segundo Subnivel y el Primer Subnivel se prepara partiendo de esas intersecciones, en todo momento siguiendo la estructura de mineralización.

Figura 18. Esquema típico de un block de minado por Bench and Fill (avoca)



Subniveles de explotación:

Estas excavaciones se realizan al interior de la estructura de mineralización que serán explotadas ejecutando el método Bench and Fill (AVOCA). normalmente se realizan para definir los bancos de explotación que se conforman puentes de altura de 15 metros entre subniveles, que parten de la Galería del Nivel principal y son completados con tres subniveles en la parte superior o pisos. Al final, se reserva un puente de seguridad con una altura de 5 m de altura entre el Tercer Subnivel y el Nivel Superior.

Si la veta presenta una potencia mayor los subniveles podrían variar. Los cuales son empleados para explotar de forma sistemática el mineral que se encuentra en cada uno de los bancos por medio de taladros verticales paralelos al buzamiento de la veta y con 4.5 a 6.0m de longitud en voladuras parciales hasta alcanzar 20m de largo, posteriormente usando relleno detrítico se debe restituir la estabilidad de los espacios abiertos.

El rendimiento que se considera por cada labor es el siguiente:

Rampa Principal 12% 50 m/mes

By – Pass 1% 60 m/mes

Acceso – Rampa 1% 50 m/mes

Acceso – Galería 1% 50 m/mes

Galería – Subniveles 1% 70 m/mes

Chimeneas Rb 80 °– 90° 100 m/mes

4.1.4. Sistema de Ventilación

En la Mina Carahuacra este sistema es mecánico, el que se encuentra sujeto a la operación de ventiladores principales siendo estos extractores de aire viciado; instalados todos ellos a una cota de 4500 msnm.

El ingreso principal de aire limpio se da principalmente por:

- Boca mina túnel Victoria.
- Boca mina 300.
- Boca mina 995.
- Nivel 820.
- Rampa 387.
- Rampa 650.
- Pique Huaripampa.
- Pique de menor cuantía.

El egreso de aire viciado se da mediante chimeneas que llegan hasta los niveles más profundos de la mina básicamente en las rampas 650 y 387.

Se cuenta con el subnivel de extracción 3850 en la parte baja de la mina y la rampa 850 en la parte alta a ambas llegan un conjunto de chimeneas las cuales convergen en las dos rampas mencionadas para luego estar conectadas a las chimeneas de extracción en los siguientes Raise Borer:

- Chimenea RB 847.
- Chimenea RB 848.
- Chimenea RB 823.

En la chimenea RB 823 se encuentran instalados 02 ventiladores principales de marca española Zitron de 150 Kcfm c/u.

En la chimenea RB 848 se encuentran instalados 02 ventiladores principales de marca peruana Airtec de 150 Kcfm c/u.

En la chimenea RB 847 se encuentra instalado 01 ventilador de 110 Kcfm de marca Airtec.

Para el cálculo de los caudales de ingreso de aire fresco se realizaron mediciones en 06 puntos de monitoreo, las salidas se midieron tanto en las cabezas de las RB 823, RB 847 y RB 848 como en puntos en interior mina.

Ingreso de aire a lamina:

Tabla 1. Ingreso de aire

INGRESO DE AIRE						
Nº ESTACIÓN	UBICACIÓN NIVEL	LABOR	OBSERVACIONES	VELOCIDAD	CAUDAL	
MONITOREO				m/min	m³/min	CFM
PV 01	920	RP 387	Arriba de RP_915, NV 920	359.13	6646.32	234,708.14
PV 02	820	Túnel Victoria PC	Tunel victoria (Pique Central x XC_1890)	246.47	1668.11	58,907.64
PV 03	820	Túnel Victoria BC (RB 590)	RB 590(Ingresando x Bocamina)	262.87	2093.41	73,926.68
PV 04	820	Túnel Victoria RP (RB 590)	RB 590 Túnel Victoria (Ingresadox RP_387)	163.73	1352.00	47,744.53
PV 05	580	Túnel Victoria XC (RB 1426)	Túnel Victoria (Ingresando a XC_1426)	194.20	1564.97	55,265.35
PV 06	870	RB 823-2 x CA 558	CA_558	437.87	5875.15	207,475.05
				19,199.96		678,027.39

Salida de aire viciado:

Usando ventiladores principales instalados en superficie Tajo Gavilán, cota 4500 se ejecuta la salida del aire viciado:

- 02 ventiladores de 150 000 CFM instalados en RB 823
- 02 ventiladores de 150 000 CFM instalados en RB 848
- 01 ventiladores de 110 000 CFM instalado en RB 847

Tabla 2. Salida de aire

SALIDA DE AIRE						
Nº ESTACIÓN	UBICACIÓN NIVEL	LABOR	OBSERVACIONES	VELOCIDAD	CAUDAL	
MONITOREO				m/min	m³/min	CFM
PV-11	1020	Polvorin Permanente de Explosivos y Accesorios	Ingreso de Polvorin	175.87	3719.65	131,355.74
PV-12	1180	BP 1180	Lado derecho de tapón	260.27	4954.24	174,954.01
PV-13	1220	AC 368	Parte trasera del taller	334.00	5023.36	177,394.94
PV-14	870	AC 917	RB_Extracción	332.00	6319.62	223,171.06
				20016.87		706875.75

4.1.5. Requerimiento de aire para la mina

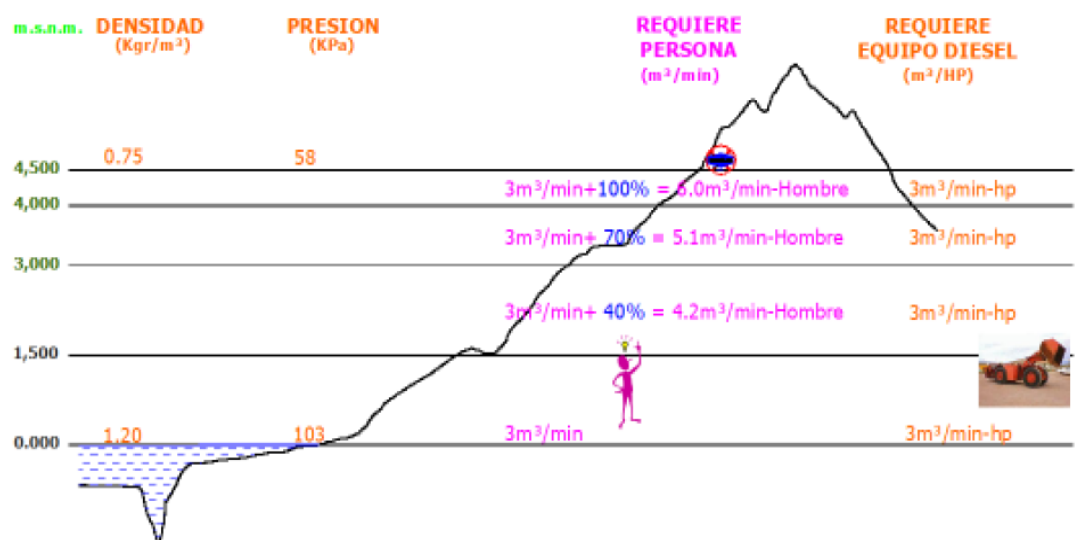
a) Necesidad de aire para el Personal:

Según el marco legal aplicable este cálculo fue efectuado teniendo en cuenta la Guardia con el mayor número de trabajadores posible, el horario de esta Guardia fue de día. En ese sentido, el resultado obtenido para la altura operativa de la mina es un flujo de aire requerido de 6 m³/min por persona.

Tabla 3. Necesidad de aire para personal

PLANILLA		Guardia A (Dia)	Guardia B (Noche)	Guardia C (Libres)	Total
Personal	Cia	30	28	29	87
	Contratista	80	80	80	240
	Otros	0	0	0	0
TOTAL		110	108	109	327
		m3/min	CFM		
CAUDAL DE AIRE		660	23.307.90		
*Considerar que la empresa tiene 2 guardias					

Figura 19. Requerimiento de aire de acuerdo a las necesidades



b) Necesidad de aire para equipos diésel:

Siguiendo lo establecido en el marco legal aplicable a este tipo de operaciones, el volumen de aire que se requiere para equipos diésel se ubica en 3 m3/min por cada HP que desarrolle cada uno de los equipos.

Tabla 4. Necesidad de aire para equipo Diesel

EQUIPO	MARCA	MODELO	CODIGO	PLACA	ESTADO	POTENCIA NOMINAL (HP)	CAPACIDAD EFECTIVA POTENCIA (HP)	DISPONIBILIDAD AD MECANICA	FACTOR DE UTILIZACION	TURBO	HP para cobertura
SCOOPTRAM	CATERPILLAR	R1600H	S-684	-	OPERATIVO	270	162	90%	55%	3	81.648
SCOOPTRAM	CATERPILLAR	R1600H	S-683	-	OPERATIVO	270	162	90%	55%	3	81.648
SCOOPTRAM	CATERPILLAR	R1600H	S-651	-	OPERATIVO	270	162	90%	55%	3	81.648
SCOOPTRAM	CATERPILLAR	R1600H	S-656	-	OPERATIVO	270	162	90%	55%	3	80.19
SCOOPTRAM	CATERPILLAR	R1600H	S-671	-	OPERATIVO	270	162	90%	55%	3	81.648
SCOOPTRAM	CATERPILLAR	R1600C	S-668	-	OPERATIVO	270	162	90%	55%	3	80.19
SCOOPTRAM	CATERPILLAR	R1300C	S-419	-	OPERATIVO	175	160	90%	55%	3	79.2
DEGRADADOR	PAUS	853 J8	V-138	-	ANTENIMIENTO	110	66	0%	0%	3	0
DEGRADADOR	PAUS	853 J8	V-144	-	OPERATIVO	110	66	77%	40%	3	20.328
CAMION DE SERVICIO 10TN	HINO	500	-	BJM-835	OPERATIVO	210	126	85%	50%	3	53.55
EQUIPO UTILITARIO	MANITOU	MTX1033ST	PLA 0012	-	OPERATIVO	120	72	90%	65%	3	42.12
EQUIPO UTILITARIO	PAU	RL-853-TSL	PLA 009	-	OPERATIVO	120	72	90%	65%	3	42.12
VOLQUETE	VOLVO	PMX 6X4 R	SAV 149	BJA-932	OPERATIVO	440	264	90%	70%	3	166.32
VOLQUETE	VOLVO	PMX 6X4 R	SAV 151	BH2-827	OPERATIVO	440	264	90%	70%	3	166.32
VOLQUETE	VOLVO	PMX 6X4 R	SAV 147	BJA-710	OPERATIVO	440	264	90%	70%	3	166.32
VOLQUETE	VOLVO	PMX 6X4 R	SAV 152	BH2-715	OPERATIVO	440	264	90%	72%	3	171.072
VOLQUETE	VOLVO	PMX 6X4 R	SAV 145	BHY-757	OPERATIVO	440	264	90%	72%	3	171.072
VOLQUETE	VOLVO	PMX 6X4 R	SAV150	BJA-914	OPERATIVO	440	264	90%	74%	3	175.824
VOLQUETE	VOLVO	PMX 6X4 R	SAV 153	BJA-740	OPERATIVO	440	264	90%	71%	3	168.696
VOLQUETE	VOLVO	PMX 6X4 R	SAV 146	BHY-811	OPERATIVO	440	264	90%	70%	3	166.32
VOLQUETE	VOLVO	PMX 6X4 R	SAV 148	BJA-933	OPERATIVO	440	264	90%	72%	3	171.072
VOLQUETE	VOLVO	PMX 6X4 R	SAV 143	BJA-915	OPERATIVO	440	264	90%	72%	3	171.072
VOLQUETE	VOLVO	PMX 6X4 R	SAV 144	BJA-739	OPERATIVO	440	264	90%	72%	3	171.072
VOLQUETE	VOLVO	PMX 6X4 R	SAV 147	BJA-710	OPERATIVO	440	264	90%	72%	3	171.072
JUMBO	SANDVIK	D0311	J-154	-	OPERATIVO	160	96	83%	58%	3	43.824
JUMBO	SANDVIK	D0311	J-153	-	OPERATIVO	160	96	87%	56%	3	46.7712
JUMBO	SANDVIK	D0311	JUM-156-YA	-	OPERATIVO	160	96	89%	58%	3	49.5552
JUMBO	SANDVIK	D0311	JUM-0155	-	OPERATIVO	160	96	89%	58%	3	49.5552
SIMBA	ATLAS COPCO	27D	J 319	-	OPERATIVO	85	51	89%	45%	3	20.4255
SIMBA	ATLAS COPCO	27C	JUM-0310-YA	-	OPERATIVO	85	51	89%	35%	3	15.8865
TALADRO LARGO	SANDVIK	D0202	JUM-0325-YA	-	OPERATIVO	85	51	89%	35%	3	15.8865
EMPERNADOR	SANDVIK	D0311	JUM-0424-YA	-	OPERATIVO	90	54	88%	47%	3	22.3344
EMPERNADOR	SANDVIK	D0311	JUM-0425-YA	-	OPERATIVO	90	54	89%	54%	3	25.9524
EMPERNADOR	SANDVIK	D0311	JUM-428	-	OPERATIVO	90	54	89%	54%	3	25.9524
CAMION DE COMBUSTIBLE	HINO	DUTRO	-	BDP-881	OPERATIVO	160	96	85%	50%	3	40.8
CAMION DE COMBUSTIBLE	HINO	DUTRO	-	BCY-949	OPERATIVO	160	96	85%	50%	3	40.8
MIXER	NORMET	TORNADO 32	MIXER 242	-	OPERATIVO	146	87.6	90%	63%	3	49.6692
MIXER	NORMET	TORNADO 32	M-243	-	OPERATIVO	146	87.6	90%	63%	3	49.6692
MIXER	PUTZMEISTER	MIXKRET 4	M-255	-	OPERATIVO	146	87.6	90%	60%	3	47.304
MIXER	PUTZMEISTER	MIXKRET 5	M-265	-	OPERATIVO	146	87.6	90%	60%	3	47.304
MIXER	PUTZMEISTER	MIXKRET 5	M-264	-	OPERATIVO	146	87.6	90%	60%	3	47.304
MIXER	TECNOMECANICA	TORNADO 32	MIXER 252	-	OPERATIVO	146	87.6	90%	63%	3	49.6692
ROBOT	NORMET	ALPHA 30	R 80	-	OPERATIVO	80	48	90%	47%	3	20.304
ROBOT	NORMET	ALPHA 30	R 87	-	OPERATIVO	80	48	90%	47%	3	20.304
ROBOT	NORMET	ALPHA 30	ROBOT 72	-	OPERATIVO	80	48	88%	49%	3	20.6976
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	-	BDR-742	OPERATIVO	138	82.8	90%	80%	3	59.616
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	-	BVB-807	OPERATIVO	138	82.8	90%	80%	3	59.616
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	-	BHU-933	OPERATIVO	138	82.8	90%	80%	3	59.616
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	-	BHX-949	OPERATIVO	138	82.8	90%	84%	3	64.0872
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	-	BHU-852	OPERATIVO	138	82.8	90%	85%	3	63.342
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	-	BHW-843	OPERATIVO	138	82.8	90%	80%	3	59.616
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	-	BHV-704	OPERATIVO	138	82.8	90%	70%	3	52.164
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	-	BHT-875	OPERATIVO	138	82.8	90%	87%	3	64.8324
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	-	BPE-744	OPERATIVO	138	82.8	85%	86%	3	60.5268
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	-	BHU-733	OPERATIVO	138	82.8	90%	84%	3	62.5968
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	-	BHV-894	OPERATIVO	138	82.8	90%	85%	3	63.342
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	-	BHU-934	OPERATIVO	138	82.8	90%	85%	3	63.342
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	-	BHV-779	OPERATIVO	138	82.8	90%	85%	3	63.342
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	-	BHU-920	OPERATIVO	138	82.8	90%	85%	3	63.342
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	-	BHU-921	OPERATIVO	138	82.8	90%	85%	3	63.342
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	-	BHY-943	OPERATIVO	138	82.8	90%	85%	3	63.342
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	-	BHW-737	OPERATIVO	138	82.8	90%	85%	3	63.342
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	-	BHW-715	OPERATIVO	138	82.8	90%	85%	3	63.342
MINIBUS	MERCEDES BENZ	OF-917/48	-	BVC-847	OPERATIVO	168	100.8	90%	33%	3	29.9376
MINIBUS	MERCEDES BENZ	OF-917/49	-	BZ1-484	OPERATIVO	168	100.8	90%	33%	3	29.9376
MINIBUS	MERCEDES BENZ	OF-917/50	-	BHU-546	OPERATIVO	168	100.8	90%	33%	3	29.9376
HP Efectivo total											4.713.05
Costo promedio (C/M3)											499.324.35

Total, de aire para los equipos Diesel:

Tabla 5. *Total de requerimiento de aire para equipo Diesel*

Total, para coberturar el 100 %		
HP total	M3/min	CFM
4731.05 HP	14,139.15	499,324.35

c) Necesidad de aire para la dilución de los gases de disparo:

El volumen de aire para una adecuada dilución de gases que se originen como consecuencia de los disparos se puede determinar siguiente manera:

$$Q = A * V * n$$

Donde:

Q: Caudal requerido

A: Sección promedio de las vías por las que circulara el aire

V: Mínima Velocidad de flujo de aire en las vías

n: Número de niveles en operación

d) Requerimiento total de aire:

Para calcular el volumen total de aire requerido en las operaciones de esta mina se debe considerar el requerimiento del personal y de los HP de equipos diésel. Por otro lado, no se considera la dilución de los gases en las voladuras debido a que se ejecutan finalizadas las guardias, momento en que los equipos no están en funcionamiento y el personal se encuentra fuera de las áreas comprometidas en el disparo. Por otro lado, el mayor volumen de aire fresco se requiere cuando los equipos diésel están en pleno funcionamiento.

Como cifra total del requerimiento de aire se determinan un total de 522,632.15 cfm.

Tabla 6. Requerimiento total de aire

Resumen	Caudal requerido		Distribución
	m3/min	CFM	%
Personal	660	23,307.90	3 %
Equipo Diesel	14,139.15	499,324.35	97 %
Total	14,799.15	522,632.15	100 %

4.1.6. Balance y Cobertura

Al comparar el volumen requerido de aire fresco para la mina y el volumen promedio de aire que ingresa a las instalaciones se puede determinar una cobertura que alcanza el 129.7 % a fines del 2023.

Tabla 7. Balance total de aire

Balance Total de Aire		
Distribución de aire	m3/min	CFM
Total, de aire requerido	14,799.15	522,632.15
Ingreso de aire	19,199	678,027
Salida de aire	20,016	706,876
COBERTURA (%)		129.7%

Para el 2024 se va a mantener el porcentaje positivo de cobertura de requerimiento de aire en interior mina, sumado a ello en el 2024 la flota de equipos no se va a incrementar sus flotas.

4.2. Discusión de resultados

4.2.1. Modelamiento en Ventsim Visual

Se trata de un software australiano desarrollado en 1994 que se usa para diseñar circuitos de ventilación en operaciones subterráneas, entre sus

ventajas se encuentran un diseño apoyado tengo una visualización óptima y mejorada. Su aplicación en el mundo alcanza a más de 1000 organizaciones entre empresas, organismos gubernamentales, instituciones educativas entre otras.

La versión de este software del año 2009 ofrece mayores ventajas a nivel gráfico y un modelamiento dinámico para los circuitos de ventilación.

Uso de Software Ventsim Visual 3D:

Este software también ofrece una opción de modelamiento basado en simulaciones de circuitos de ventilación en niveles subterráneos, con ello se puede simular corrientes de aire diseñando modelos de circuitos aéreos. entre sus ventajas se encuentra tan fácil creación de modelos, así como una manipulación e interpretación en los circuitos aéreos propuestos. su uso es de fácil ejecución para operadores principiantes, ofreciendo también opciones avanzadas para operadores expertos.

Entre sus principales características se pueden mencionar:

- Creación fácil de circuito de redes con escalas reales y en 3 dimensiones, introduciendo un dibujo de las vías aéreas.
- Ofrece la creación y visualización de circuitos de redes en 3 d y con movimiento en tiempo real.
- Ofrece una posibilidad de aprovechar en información de hojas de cálculo, o paquetes CAD y paquetes de planificación minera
- Parece realizar una fácil simulación de agentes contaminantes, así como de gases o humo a través de una galería.
- Permite crear un circuito con hasta 1500000 ramales diferenciados
- Este software se basa en el método de Hardy Cross que se usa en el análisis de circuitos cerrados de ventilación en operaciones mineras a nivel subterráneo.

Calibración

La información que se recolecta es validada en el campo Y es ajustada por el modelo Ventsim final. Tiene como objetivo establecer si la modelación ofrecida es adecuada para las circunstancias en las que se aplicará. para ello debe considerar las distintas ubicaciones y todos los detalles como: ventiladores, puertas reguladoras, sección de las labores entre otros.

Esta calibración es una garantía para simular modelos adecuados a operaciones previstas

Ajuste de los Parámetros de Simulación:

Para crear un modelamiento en Ventsim Visual es necesario introducir datos de las operaciones mineras en el software, estos pueden ser: densidad media del aire, altura operativa en msnm, costos de energía, entre otros. A continuación, se muestra un ejemplo:

Datos de entrada para el software Ventsim Visual 3D	
Altitud de la superficie en mina:	4250 msnm
Densidad del aire:	0.67 kg/m3
Presión Barométrica:	599.0 hPa. (59.90 kPa)
Flujo de aire:	compresible
Costo de energía:	0.06 US\$/Kw-Hora

Grado de Calibración del Modelo:

La mina Carahuacra con este modelo de simulación ha podido realizar ajustes en sus parámetros de simulación. Así mismo se tiene que realizar la verificación de la validez de la calibración el modelo que generó el software Ventsim Visual. posteriormente se debe comparar en resultado ofrecido por el software con la información recogida en la mina.

Para realizar esta validación se utilizará la siguiente ecuación:

$$Variación = \frac{\Sigma \text{Flujos Campo} - \Sigma \text{Flujos Simulado}}{\Sigma \text{Flujos Campo}} \times 100$$

Con ello se podrá generar un resumen en el software el que mostrará el actual estado en el que se puede diferenciar los distintos resultados en cuanto a ingresos y salidas de aire. Todo ello se encuentra en el reporte adjunto Lo que permite realizar comparaciones de los caudales estimados en el campo y en el software, los que se muestran en las tablas siguientes.

Acciones a realizar:

Definir un eje para la extracción de aire viciado y obtener un ingreso de aire fresco que ventile tanto las zonas de producción, como las labores de desarrollo.

Acciones:

- El RB-848 puede servir como vía para el aire viciado, dos ventiladores dispuestos paralelamente se ubican en este punto, cada uno con 150,000 CFM. Este Rb comienza en superficie hasta alcanzar el Nv 870, con 360 m de longitud. Y 3.66m diámetro aproximadamente.
- Coordenadas del RB:
Inicio: 383,389 E; 8 704,486 N; 4,179 Z.
Fin: 383,376 E; 8 704,484 N; 4,540 Z.
- Para dotar de aire fresco a la profundización del Nv 1020 este Rb permite convertir en un punto de ingreso de aire a la Rb 847.
- En la cabeza del Rb 848 se ubican dos ventiladores de 150,000 CFM cada uno ubicados en orientación paralela.
- Con el objetivo de no perder 75,000 CFM de caudal de aire que ingresa a la mina se debió rehabilitar el Pique Principal, ejecutando un mantenimiento en los cuadros de madera evitando que se derrumbaran.

- En la cabeza del Rb se debe hacer el cambio de ventilador secundario de 60,000 CFM 705 por uno de 100,000 CFM.

Implementando estas modificaciones es posible alcanzar una cobertura de 129.73 %, y con ello garantizar condiciones ambientales más adecuadas en la profundización.

En la ilustración siguiente se puede apreciar una vista isométrica con la ubicación del RB 848.

Figura 20. Vista de perfil de la Ubicación BR 848

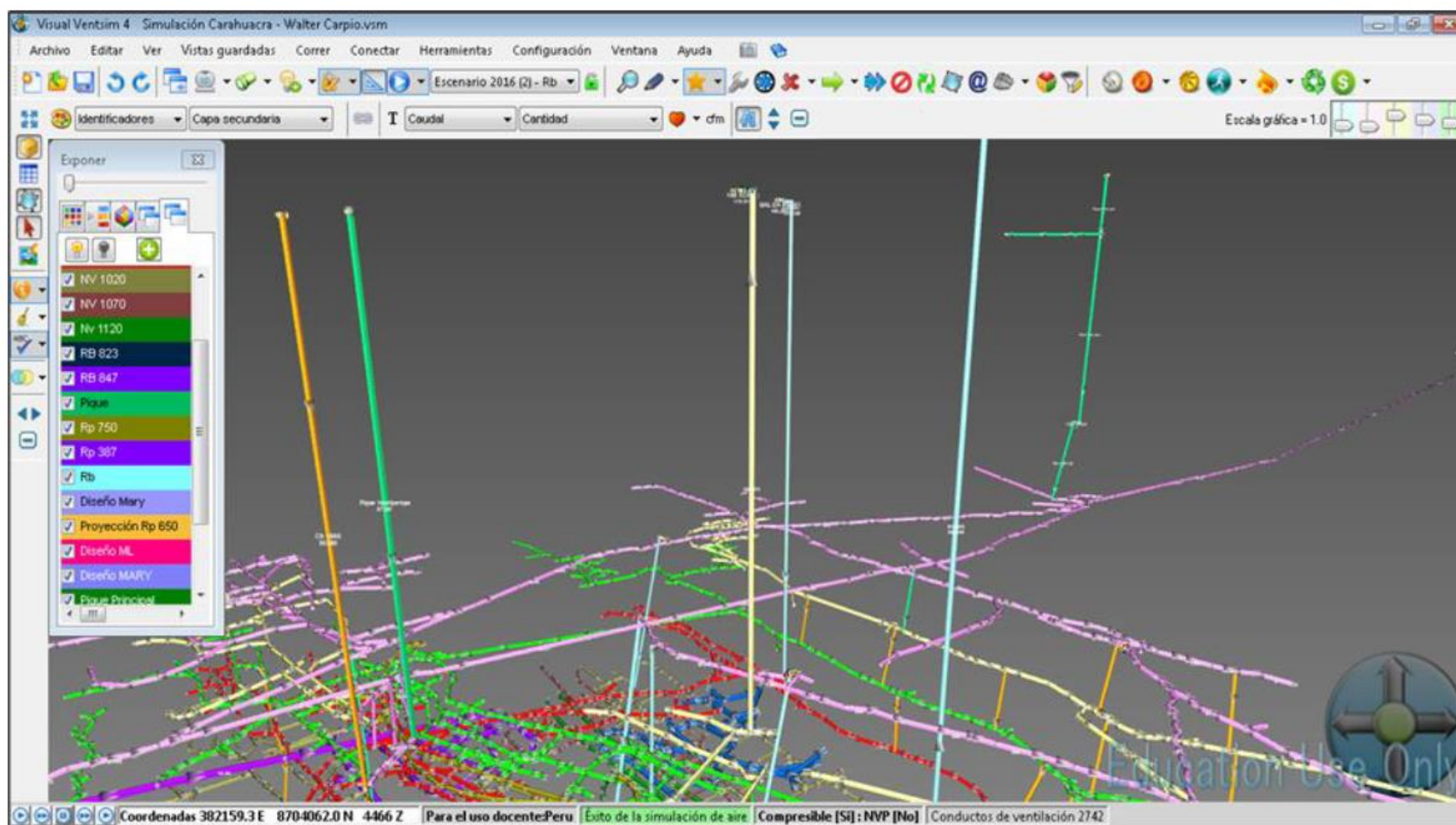
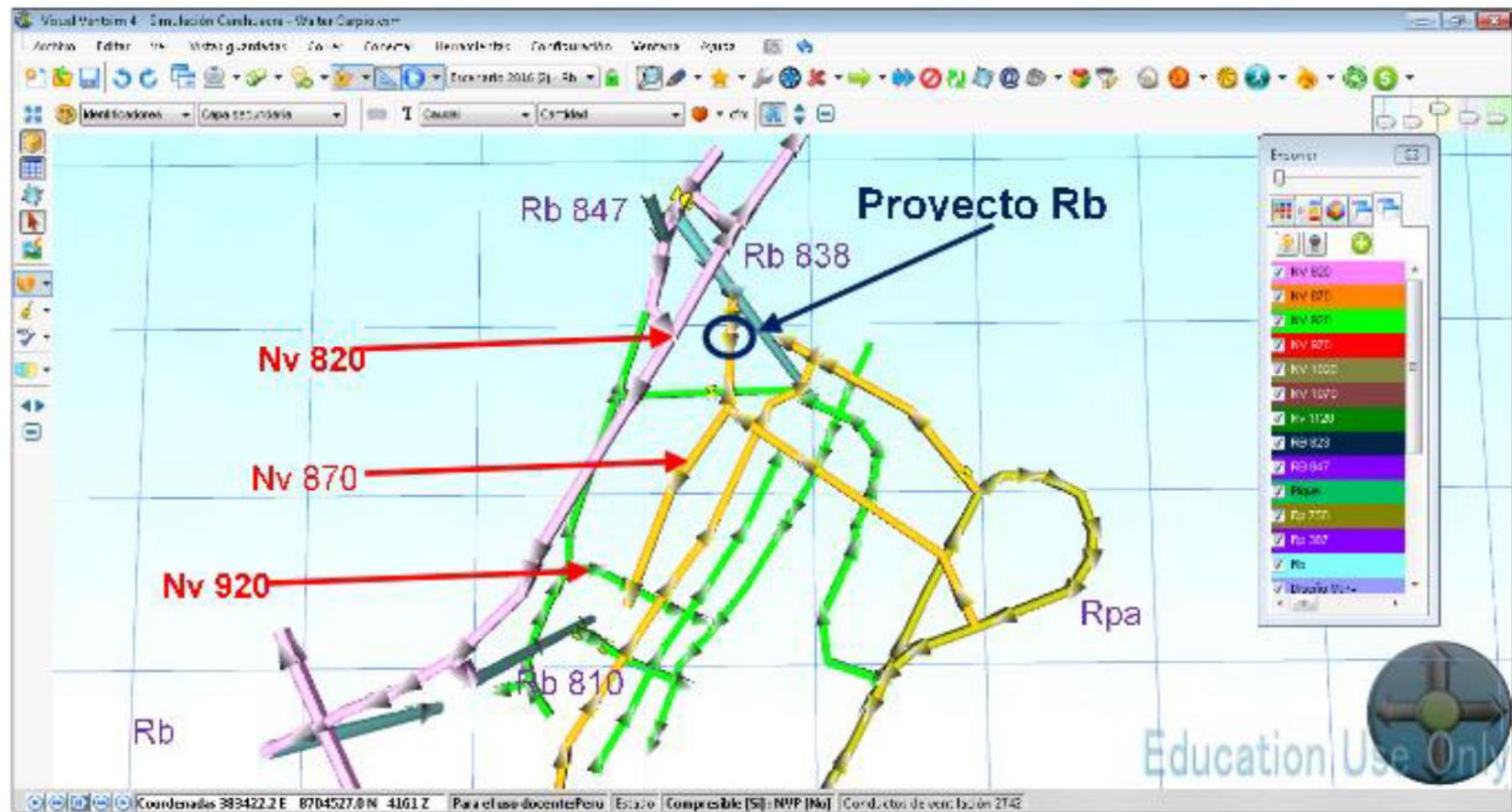
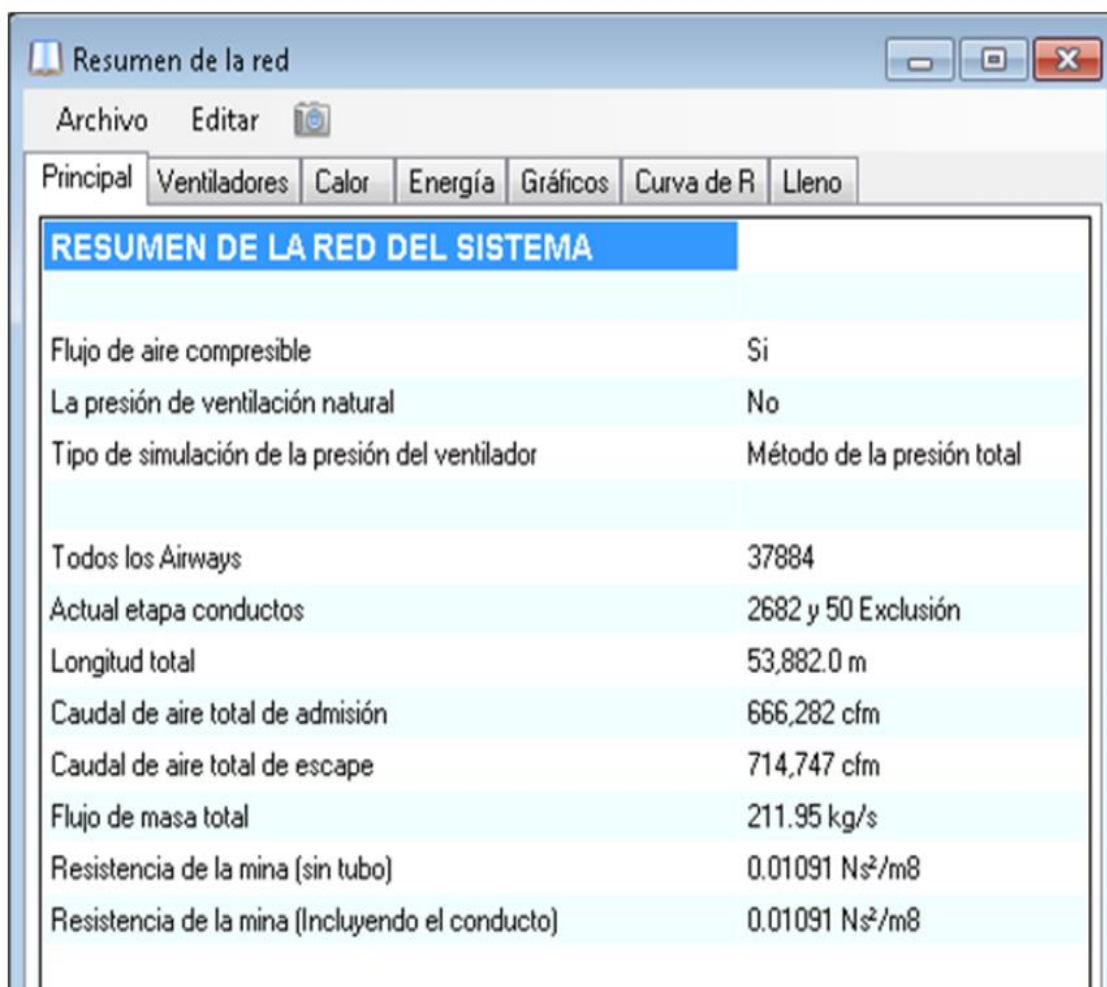


Figura 21. Vista en planta de la Ubicación BR 848



Resumen de la red del sistema de ventilación con Ventsim:

Tabla 8. Resumen de la red del sistema de ventilación con Ventsim



RESUMEN DE LA RED DEL SISTEMA	
Flujo de aire compresible	Si
La presión de ventilación natural	No
Tipo de simulación de la presión del ventilador	Método de la presión total
Todos los Airways	37884
Actual etapa conductos	2682 y 50 Exclusión
Longitud total	53,882.0 m
Caudal de aire total de admisión	666,282 cfm
Caudal de aire total de escape	714,747 cfm
Flujo de masa total	211.95 kg/s
Resistencia de la mina (sin tubo)	0.01091 Ns ² /m ⁸
Resistencia de la mina (Incluyendo el conducto)	0.01091 Ns ² /m ⁸

4.2.2. Comparación de caudales estimados en campo y con Ventsim:

Tenemos los siguientes resultados

Tabla 9. Resumen comparativo de caudales estimados en campo y con Ventsim

	Resultados de campo		Resultados con Ventsim	
Caudal	m3/min	CFM	m3/min	CFM
Ingreso de aire	19,199	678,027	18,866	666,282
Salida de aire	20,016	706,876	20,239	714,747
Aire requerido	14,799.15	522,632.15	14,799.15	522,632.15
Cobertura	129.73 %		127.49 %	

Vemos que los resultados recogidos en el campo, como los obtenidos con el software Ventsim son parecidos con una ligera variación y se ve que hay una cobertura amplia superando lo que se necesita en la actualidad, pero esta se prevé por los trabajos de profundización que se viene realizando y los equipos que se va adquirir.

Recirculación de aire en el circuito principal:

La recirculación del aire viene siendo eliminado con la instalación de tapones durante el año 2023, se continuarán con la instalación de tapones durante el año 2024 con la finalidad de evitar estas recirculaciones de aire y direccionarlos por las labores y zonas deseadas.

Breve análisis de los circuitos auxiliares:

Este tipo de circuitos están basados en una mejor distribución de aire a comparación del circuito principal debido a que pueden captar el aire de este último y redirigirlo hacia labores ciegas con ello lograr el desfogue de este lo cual posibilita diluir un gas con algunos componentes nocivos que puede ser extraído mediante el flujo de aire viciado.

Los caudales son de acuerdo con el volumen del aire requerido en cada uno de los circuitos auxiliares, La velocidad del aire es la necesaria para poder realizar la evacuación del contenido viciado.

para este fin las operaciones utilizan ventiladores con una capacidad que alcanzan los 10,000, 20 000, 30,000 y 60,000 cfm, que son usados para el ingreso o la extracción de aire.

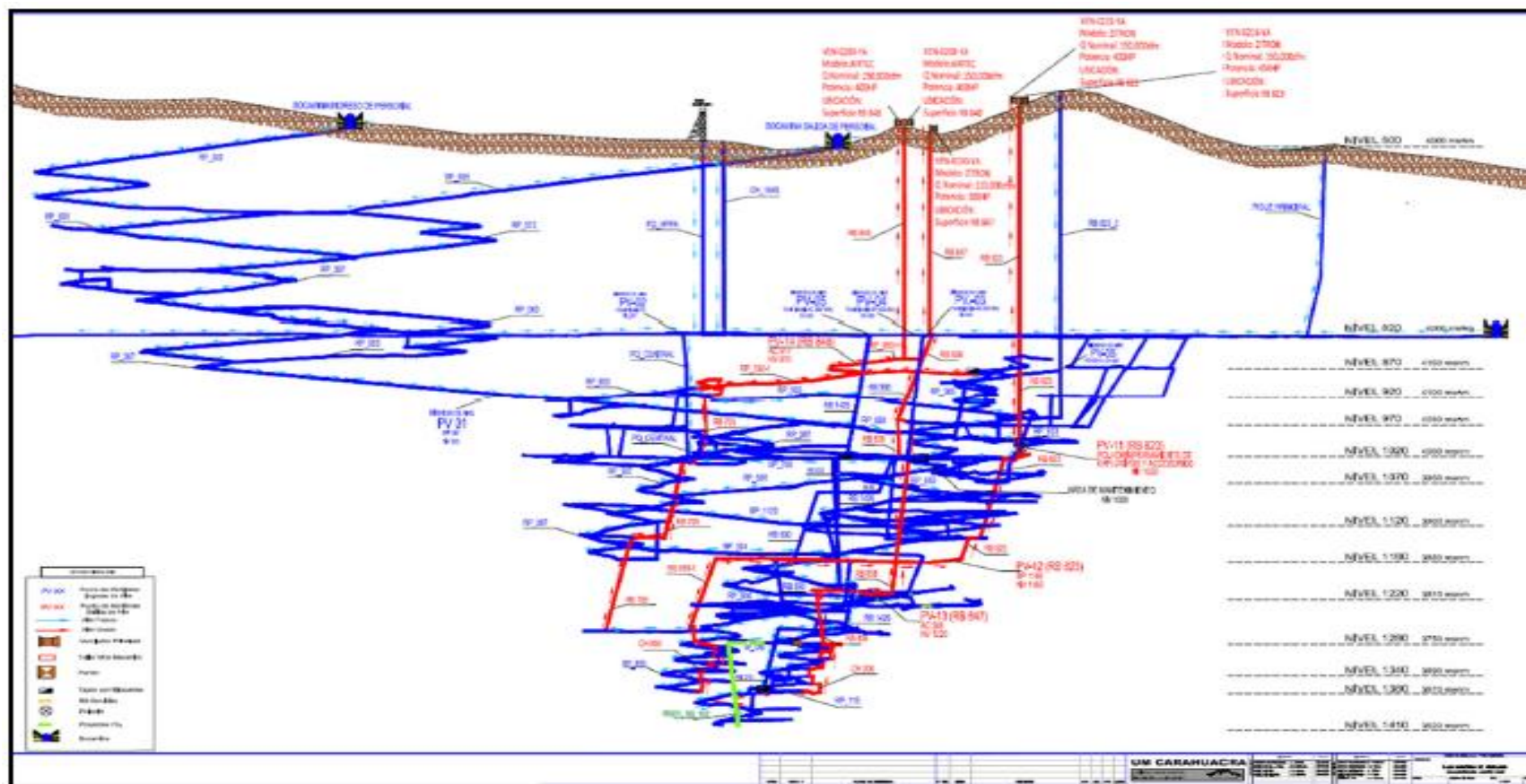
Al tratarse de labores un poco distantes se crea una dificultad, lo cual requiere instalar ventiladores en serie cuya eficiencia no es la adecuada si se trata de introducir aire, Por otro lado, estos ventiladores adicionales elevan el consumo de energía.

Para solucionar el problema mencionado se están ejecutando chimeneas auxiliares, que actualmente presentan un retraso en sus obras.

Además, el planeamiento de estas labores se están mejorando de manera que puedan permitir el uso de mangas de ventilación con 24", 32" Y 36" de diámetro, por debajo de lo cual producen una distancia menor de alcance de los ventiladores y mayor resistencia en el flujo de aire en estas vías flexibles, lo que producen un rendimiento menor de los ventiladores y del sistema en general, debido a que ofrecen un caudal menor al tope de las labores.

Plano Isometrico de Ventilacion Mina Carahuacra

Figura 22. Plano isométrico de ventilación MINA CARAHUACRA



CONCLUSIONES

1. Las necesidades de requerimiento de aire para las labores mineras en la Unidad Carahuacra son cubiertas en demasía en la actualidad por el sistema de ventilación de la mina llegando a cubrir en un 29.73 % de más de lo requerido.

2. En las condiciones que se viene laborando en la mina Carahuacra, el requerimiento de aire es:

Ingreso de aire = 678,027.39 CFM

Salida de aire viciado = 706,875.75 CFM

Requerimiento de aire = 522,632.15 CFM

3. El requerimiento de aire para la mina son cubiertos sin problema alguno tanto para el personal por guardia como para los equipos Diesel, así tenemos.

Para el personal/guardia (110) = 23,307.90 CFM

Equipos Diesel = 499,324.35 CFM

TOTAL, de requerimiento = 522,632.15 CFM.

4. La cobertura actual de aire para interior mina es de 129.73 % lo que supera a las necesidades de ventilación de la mina, este exceso de aire es teniendo en cuenta el aumento de la producción programado, incremento de equipos Diesel, profundización de la mina.

RECOMENDACIONES

1. Se debe tener un control adecuado y programado de los ventiladores y demás accesorios para evitar paralizaciones de las labores por averías de los ventiladores.
2. Se debe rehabilitar el pique central para poder usarlo en el transporte y reduje el monóxido que generan los equipos de transporte.
3. Se recomienda la ejecución de chimeneas auxiliares para evitar que tener que instalar ventiladoras en serie que no resultan eficientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baena , G. (2017). Metodologia de la investigacion. En G. E. PATRIA (Ed.).
- Bernal, C. (2010). *Metodologia de la investigacion* (Tercera edicion ed.). (P. Educacion, Ed.)
- Carabajo, C. (2015). *Diseño del Circuito de ventilación de la zona norte de la mina cabo de hornos, ubicada en el distrito Aurífero - Polimetálico Portovelo - Zaruma*. [tesis de licenciamiento Universidad Central de Ecuador] repositorio institucional Universidad Central de Ecuador.
- Carpio , D. (2022). *“Optimización Del Sistema De Ventilación En Minería Subterránea Usando Ventsim”*. [tesis de licenciamiento Universidad Nacional de Moquegua] repositorio institucional Universidad nacional de Moquegua.
- Centromin - Peru. (1970). Ventilacion de Minas . En R. RAMOS CASTRO. Cerro de Pasco - Peru.
- Gamboa, Cotrina, E., & Gamboa, Cotrina, E. (2021). *“Evaluación De La Ventilación Empleando El Software Ventsim Para El Modelamiento Del Sistema En Una Mina Subterranea Polimetálica En El Cerro Jesus, Hualgayoc 2021”*. [tesis de licenciamiento Universidad Privada del Norte.
- Hernandez, Fernandes, Baptista, R. (2014). *Metodologia de la investigacion* (sexta edicion ed.). (M. e. S.A., Ed.)
- Loayza, A. (2021). *“Optimización Del Sistema De Ventilación A Corto Plazo En La Unidad Operativa Pallancata - Ayacucho”*. [tesis de licenciamiento de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco] repositorio institucional Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Ministeri de Renergia y Minas, D.S. 024 -2016. (2016). Reglamento de seguridad y salud en el trabajo. Lima: Diario El Peruano .
- Ministerio De Energia Y Minas (MEM). (2017). Reglamento de seguridad y salud ocupacional en mineria , D.S. N° 024-2016-EM, MODIFICADO POR D.S. N° 023-2017-Em.

- P. Jimenez, Ventilación de minas subterráneas y túneles (1ra ed. ed.). Lima Peru.(2012)
- Portilla, R. (2018). *Propuesta técnica de mejora del sistema de ventilación principal de una operación minera subterránea polimetálica*. [tesis de licenciamento Pontificia Universidad Catolica del Peru] repositorio institucional Pontificia Universidad Catolica del Peru.
- Ricse, R. (2021). *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 2018*. [tesis de licenciamento Universidad Continental]repositorio institucional Universidad Continental.
- Salome, H. (2012). Aplicaciones Informáticas En Cálculos Básicos De Seguridad Minera Y Voladura De Rocas En Minería Subterránea Para Optimizar La Seguridad Y Eficiencia De Actividades Mineras. [tesis de licenciamento Universidad Nacional del Centro del Peru] repositorio institucional Universidad Nacional del Centro del Peru.
- Sanchez, Reyes, H. (2006). *Metodología y Diseños en la Investigación Científica*. (E. V. Universitaria, Ed.) Lima.
- Sanchez, Reyes, Mejia, H. (2018). *Manual de terminos de investigacion cientifica, tecnologica y humanistica*. Lima.
- Servicio Nacional De Geologia Y Minería (SERNAGEOMIN) . (2008). Guía Metodológica De Seguridad Para Proyectos De Ventilación De Minas. En S. A. Gallardo. Santiago De Chile.
- Supo, Caverro, F. (2014). *Fundamentos Teóricos Y Procedimentales De La Investigación Científica En Ciencias Sociales*. (E. Universitario, Ed.)
- Tejada, Mucha , R. (2022). *Evaluación de las condiciones de ventilación para la actualización del sistema integral de ventilación Unidad Minera Yauricocha*. [tesis de licenciamento Universidad Continental] repositorio institucional Universidad Continental.
- Universidad Politecnica de Madrid. (2019). Introduccion a la ventilacion minera. En J. H. Herbert. Madrid.

Valarezo, M. (2020). *Diseño del sistema de ventilación en la concesión minera "Cebal" y diseño del sistema de desagüe en la concesión minera "R-Nivel", Zaruma - El Oro.* [tesis de licenciamiento de la Universidad del Azuay] repositorio institucional de la Universidad del Azuay.

ANEXOS

Instrumentos de Recolección de Datos

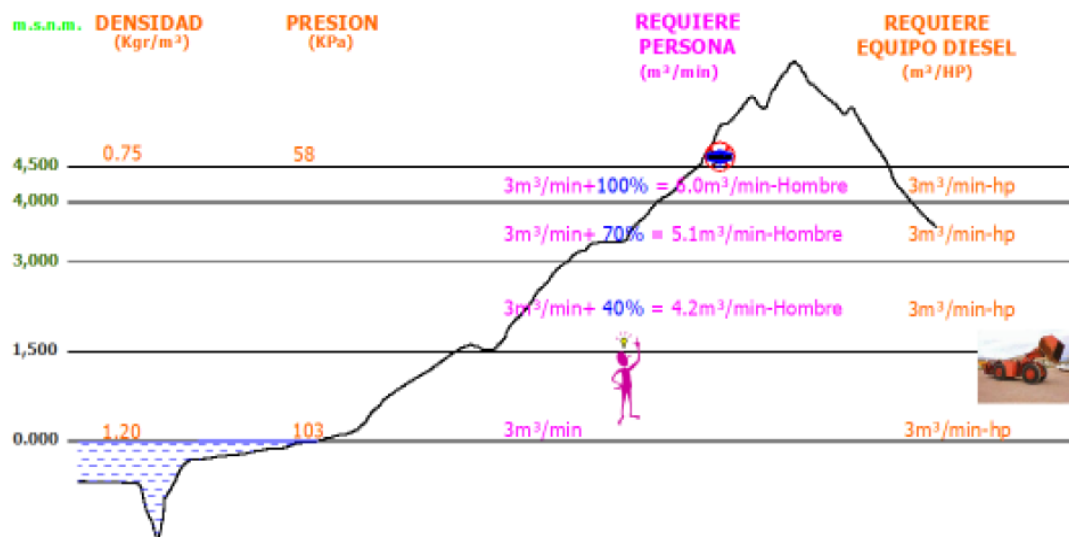
INGRESO DE AIRE						
Nº ESTACIÓN	UBICACIÓN NIVEL	LABOR	OBSERVACIONES	VELOCIDAD	CAUDAL	
MONITOREO				m/min	m³/min	CFM
PV 01	920	RP 387	Arriba de RP_915, NV 920	359.13	6646.32	234,708.14
PV 02	820	Túnel Victoria PC	Tunel victoria (Pique Central x XC_1890)	246.47	1668.11	58,907.64
PV 03	820	Túnel Victoria BC (RB 590)	RB 590(Ingresando x Bocamina)	262.87	2093.41	73,926.68
PV 04	820	Túnel Victoria RP (RB 590)	RB 590 Túnel Victoria (Ingresnadox RP_387)	163.73	1352.00	47,744.53
PV 05	580	Túnel Victoria XC (RB 1426)	Túnel Victoria (Ingresando a XC_1426)	194.20	1564.97	55,265.35
PV 06	870	RB 823-2 x CA 558	CA_558	437.87	5875.15	207,475.05
				19,199.96		678,027.39

SALIDA DE AIRE						
Nº ESTACIÓN	UBICACIÓN NIVEL	LABOR	OBSERVACIONES	VELOCIDAD	CAUDAL	
MONITOREO				m/min	m³/min	CFM
PV-11	1020	Polvorin Permanente de Explosivos y Accesorios	Ingreso de Polvorin	175.87	3719.65	131,355.74
PV-12	1180	BP 1180	Lado derecho de tapón	260.27	4954.24	174,954.01
PV-13	1220	AC 368	Parte trasera del taller	334.00	5023.36	177,394.94
PV-14	870	AC 917	RB_ Extracción	332.00	6319.62	223,171.06
				20016.87		706875.75

Necesidad de aire para personal

PLANILLA		Guardia A (Dia)	Guardia B (Noche)	Guardia C (Libres)	Total
Personal	Cia	30	28	29	87
	Contratista	80	80	80	240
	Otros	0	0	0	0
TOTAL		110	108	109	327
		m3/min	CFM		
CAUDAL DE AIRE		660	23.307.90		
*Considerar que la empresa tiene 2 guardias					

Requerimiento



Necesidad de aire para equipo Diesel

EQUIPO	MARCA	MODELO	CODIGO	PLACA	ESTADO	POTENCIA NOMINAL (HP)	CAPACIDAD EFECTIVA POTENCIA (HP)	DISPONIBILIDAD MECANICA	FACTOR DE UTILIZACION	TURBO	HP para cobertura
SCOOPTRAM	CATERPILLAR	R1600H	S-684	-	OPERATIVO	270	162	90%	55%	3	81.648
SCOOPTRAM	CATERPILLAR	R1600H	S-683	-	OPERATIVO	270	162	90%	55%	3	81.648
SCOOPTRAM	CATERPILLAR	R1600H	S-681	-	OPERATIVO	270	162	90%	55%	3	81.648
SCOOPTRAM	CATERPILLAR	R1600H	S-686	-	OPERATIVO	270	162	90%	55%	3	80.19
SCOOPTRAM	CATERPILLAR	R1600H	S-671	-	OPERATIVO	270	162	90%	55%	3	81.648
SCOOPTRAM	CATERPILLAR	R1600C	S-668	-	OPERATIVO	270	162	90%	55%	3	80.19
SCOOPTRAM	CATERPILLAR	R1300C	S-419	-	OPERATIVO	175	160	90%	55%	3	79.2
DESATADOR	PAUZ	853 38	V-138	-	ANTENIMIENTO	110	66	0%	0%	3	0
DESATADOR	PAUZ	853 38	V-144	-	OPERATIVO	110	66	77%	40%	3	20.328
CAMION DE SERVICIO IUTN	HINO	500	-	BJM-835	OPERATIVO	210	126	85%	50%	3	53.55
EQUIPO UTILITARIO	MANITOU	MTX10333T	PLA 0012	-	OPERATIVO	120	72	90%	65%	3	42.12
EQUIPO UTILITARIO	PAUZ	RL-853-TSL	PLA 009	-	OPERATIVO	120	72	90%	65%	3	42.12
VOLOQUETE	VOIVO	FMX 6X4 R	SAV 149	BJA-932	OPERATIVO	440	264	90%	70%	3	166.32
VOLOQUETE	VOIVO	FMX 6X4 R	SAV 151	BHZ-827	OPERATIVO	440	264	90%	70%	3	166.32
VOLOQUETE	VOIVO	FMX 6X4 R	SAV 147	BJA-710	OPERATIVO	440	264	90%	70%	3	166.32
VOLOQUETE	VOIVO	FMX 6X4 R	SAV 152	BHZ-715	OPERATIVO	440	264	90%	70%	3	171.072
VOLOQUETE	VOIVO	FMX 6X4 R	SAV 145	BHY-757	OPERATIVO	440	264	90%	70%	3	171.072
VOLOQUETE	VOIVO	FMX 6X4 R	SAV150	BJA-914	OPERATIVO	440	264	90%	74%	3	175.824
VOLOQUETE	VOIVO	FMX 6X4 R	SAV 153	BJA-740	OPERATIVO	440	264	90%	71%	3	168.696
VOLOQUETE	VOIVO	FMX 6X4 R	SAV 146	BHY-911	OPERATIVO	440	264	90%	70%	3	166.32
VOLOQUETE	VOIVO	FMX 6X4 R	SAV 148	BJA-933	OPERATIVO	440	264	90%	72%	3	171.072
VOLOQUETE	VOIVO	FMX 6X4 R	SAV 143	BJA-915	OPERATIVO	440	264	90%	72%	3	171.072
VOLOQUETE	VOIVO	FMX 6X4 R	SAV 144	BJA-739	OPERATIVO	440	264	90%	72%	3	171.072
VOLOQUETE	VOIVO	FMX 6X4 R	SAV 147	BJA-710	OPERATIVO	440	264	90%	72%	3	171.072
JUMBO	SANDVIK	D0311	J-154	-	OPERATIVO	160	96	83%	55%	3	43.824
JUMBO	SANDVIK	D0311	J-153	-	OPERATIVO	160	96	87%	55%	3	46.7712
JUMBO	SANDVIK	D0311	JUM-156-YA	-	OPERATIVO	160	96	89%	55%	3	49.5552
JUMBO	SANDVIK	D0311	JUM-0155	-	OPERATIVO	160	96	89%	55%	3	49.5552
SMBA	ATLAS COPCO	J7D	J 319	-	OPERATIVO	85	51	89%	45%	3	20.4255
SMBA	ATLAS COPCO	J7C	JUM-0310-YA	-	OPERATIVO	85	51	89%	35%	3	15.8865
TALADRO LARGO	SANDVIK	D0311	JUM-0325-YA	-	OPERATIVO	85	51	89%	35%	3	15.8865
EMPERNADOR	SANDVIK	D0311	JUM-0424-YA	-	OPERATIVO	90	54	88%	47%	3	22.3244
EMPERNADOR	SANDVIK	D0311	JUM-0425-YA	-	OPERATIVO	90	54	89%	54%	3	25.9524
EMPERNADOR	SANDVIK	D0311	JUM-428	-	OPERATIVO	90	54	89%	54%	3	25.9524
CAMION DE COMBUSTIBLE	HINO	DUTRO	-	BDF-881	OPERATIVO	160	96	85%	50%	3	40.8
CAMION DE COMBUSTIBLE	HINO	DUTRO	-	BCV-949	OPERATIVO	160	96	85%	50%	3	40.8
MIXER	NORMET	TORNADO 32	MIXER 247	-	OPERATIVO	146	87.6	90%	63%	3	49.6692
MIXER	NORMET	TORNADO 32	M-243	-	OPERATIVO	146	87.6	90%	63%	3	49.6692
MIXER	PUTZMEISTER	MIXERET 3	M-255	-	OPERATIVO	146	87.6	90%	60%	3	47.304
MIXER	PUTZMEISTER	MIXERET 3	M-265	-	OPERATIVO	146	87.6	90%	60%	3	47.304
MIXER	PUTZMEISTER	MIXERET 3	M-264	-	OPERATIVO	146	87.6	90%	60%	3	47.304
MIXER	TECNOMECANICA	TORNADO 32	MIXER 252	-	OPERATIVO	146	87.6	90%	63%	3	49.6692
ROBOT	NORMET	ALPHA 20	R 80	-	OPERATIVO	80	48	90%	47%	3	20.304
ROBOT	NORMET	ALPHA 20	R 87	-	OPERATIVO	80	48	90%	47%	3	20.304
ROBOT	NORMET	ALPHA 20	ROBOT 72	-	OPERATIVO	80	48	88%	49%	3	20.6976
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	BDR-742	-	OPERATIVO	138	82.8	90%	80%	3	59.616
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	BVB-807	-	OPERATIVO	138	82.8	90%	80%	3	59.616
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	BHU-933	-	OPERATIVO	138	82.8	90%	80%	3	59.616
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	BHV-949	-	OPERATIVO	138	82.8	90%	86%	3	64.0872
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	BHU-852	-	OPERATIVO	138	82.8	90%	85%	3	63.342
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	BHW-943	-	OPERATIVO	138	82.8	90%	80%	3	59.616
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	BHU-704	-	OPERATIVO	138	82.8	90%	70%	3	52.164
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	BHT-875	-	OPERATIVO	138	82.8	90%	87%	3	64.8324
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	BPE-744	-	OPERATIVO	138	82.8	85%	86%	3	60.5268
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	BHU-733	-	OPERATIVO	138	82.8	90%	84%	3	62.5968
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	BHV-894	-	OPERATIVO	138	82.8	90%	85%	3	63.342
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	BHU-934	-	OPERATIVO	138	82.8	90%	85%	3	63.342
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	BHV-779	-	OPERATIVO	138	82.8	90%	85%	3	63.342
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	BHU-920	-	OPERATIVO	138	82.8	90%	85%	3	63.342
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	BHU-921	-	OPERATIVO	138	82.8	90%	85%	3	63.342
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	BHV-943	-	OPERATIVO	138	82.8	90%	85%	3	63.342
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	BHW-737	-	OPERATIVO	138	82.8	90%	85%	3	63.342
CAMIONETA	TOYOTA	HILUX	BHW-715	-	OPERATIVO	138	82.8	90%	85%	3	63.342
MINIBUS	MERCEDES BENZ	OF-917/48	BVC-547	-	OPERATIVO	168	100.8	90%	33%	3	29.9376
MINIBUS	MERCEDES BENZ	OF-917/49	BZL-484	-	OPERATIVO	168	100.8	90%	33%	3	29.9376
MINIBUS	MERCEDES BENZ	OF-917/50	BHU-546	-	OPERATIVO	168	100.8	90%	33%	3	29.9376
										HP Efectiva total	4,713.05
										Capital requerido (CTM)	499,324.35

Matriz de Consistencia

Título “EVALUACION DEL SISTEMA DE VENTILACION A CORTO PLAZO EN RELACION AL REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN COMPAÑÍA MINERA VOLCAN – UNIDAD CARAHUACRA”.				
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
Problema general ¿Cuál es el estado técnico del sistema de ventilación a corto plazo en relación con el reglamento de seguridad y salud ocupacional en Compañía Minera Volcan - Unidad Carahuacra? Problemas específicos Problema específico a ¿Cuál es la evaluación del circuito de ventilación en interior mina a corto plazo en relación con el reglamento de seguridad y salud ocupacional en Compañía Minera Volcan - Unidad Carahuacra? Problema específico b ¿Cuál es la evaluación del requerimiento de aire en interior mina a corto plazo en relación con el reglamento de seguridad y salud ocupacional en Compañía Minera Volcan - Unidad Carahuacra?	Objetivo general Evaluar el estado técnico del sistema de ventilación a corto plazo en relación con el reglamento de seguridad y salud ocupacional en Compañía Minera Volcan - Unidad Carahuacra. Objetivos específicos Objetivo específico a Evaluar el circuito de ventilación en interior mina a corto plazo en relación con el reglamento de seguridad y salud ocupacional en Compañía Minera Volcan - Unidad Carahuacra. Objetivo específico b. Evaluar el requerimiento de aire en interior mina a corto plazo en relación con el reglamento de seguridad y salud ocupacional en Compañía Minera Volcan - Unidad Carahuacra	Hipótesis General El estado técnico del sistema de ventilación a corto plazo cumple con el reglamento de seguridad y salud ocupacional en Compañía Minera Volcan - Unidad Carahuacra Hipótesis específicas Hipótesis específica a El circuito de ventilación en interior mina a corto plazo cumple con el reglamento de seguridad y salud ocupacional en Compañía Minera Volcan - Unidad Carahuacra Hipótesis específica b El requerimiento de aire en interior mina a corto plazo cumple con el reglamento de seguridad y salud ocupacional en Compañía Minera Volcan - Unidad Carahuacra	Identificación de variables Variables para la hipótesis general Evaluación del sistema de ventilación Reglamento de seguridad y salud ocupacional Variables para la hipótesis específicas Variables para la hipótesis específica a Evaluación del circuito de ventilación Reglamento de seguridad y salud ocupacional Variables para la hipótesis específica b Evaluación del requerimiento de aire Reglamento de seguridad y salud ocupacional	-Tipo de I. aplicativo. -Nivel de I. Descriptivo, analítico Diseño de I. no experimental muestra La muestra de igual manera está constituida por todo el sistema de ventilación de la mina Carahuacra de la Empresa VOLCAN COMPAÑÍA MINERA S.A.A.