

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



**MEJORAMIENTO DE LA VENTILACIÓN EN LA MINA**  
**SUBTERRANEA - MINA COLQUIJIRCA CIA. DE**  
**MINAS BUENAVENTURA S.A.A.**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO DE MINAS**

**Presentado por:**

**Bach. DURAN JANAMPA, Jimmi Robert**

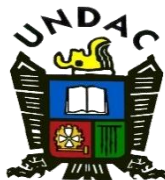
**Asesor: Mg. Silvestre Fabian, BENAVIDES CHAGUA**

**Pasco - Perú 2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE  
MINAS**



**MEJORAMIENTO DE LA VENTILACIÓN EN LA MINA  
SUBTERRANEA”- MINA COLQUIJIRCA CIA. DE MINAS  
BUENAVENTURA S.A.A.**

**Presentado por:**

**Bach. DURAN JANAMPA, Jimmi Robert**

**SUSTENTADO EL 12 DE DICIEMBRE DE 2018 Y APROBADO ANTE  
LA COMISION DE JURADOS**

---

Ing. Toribio GARCIA CONTRERAS  
PRESIDENTE

---

Mg. Joel Enrique OSCUVILCA TAPIA  
MIEMBRO

---

Ing. Julio César SANTIAGO RIVERA  
MIEMBRO

## DEDICATORIA

### **A Dios.**

*Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.*

### **A mi Madre**

*Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.*

### **A mi Padre.**

*Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.*

## **AGRADECIMIENTO**

Un profundo y sincero agradecimiento a los Ingenieros que laboran en CIA Minas Buenaventura S.A.A, por brindarme todo su apoyo y las enseñanzas que me facilitó, compartiendo sus conocimientos e inculcándome para la superación hacia mi persona.

También un gran agradecimiento para las personas que trabajan en dicha empresa, que en su debido momento me apoyaron en mucho aspectos durante la realización de mi tesis.

## ÍNDICE

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**INDICE**

**INTRODUCCIÓN**

### **CAPITULO I**

#### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	18
1.3. OBJETIVOS.	19
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.	19
1.5. IMPORTANCIA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN.	20
1.6. LIMITACIONES.	21

### **CAPITULO II**

#### **MARCO TEORICO**

2.1. ANTECEDENTES.	22
2.2. BASES TEÓRICAS- CIENTÍFICAS.	23
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.	24
2.4. SISTEMA DE HIPÓTESIS.	35
2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.	35

### **CAPITULO III**

#### **METODOLOGIA**

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.	37
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.	37
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.	38
3.4. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.	38
3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.	39
3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.	39

3.7. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE DATOS.	40
--	----

#### **CAPITULO IV**

##### **ASPECTOS GENERALES DE LA MINA**

4.1. UBICACIÓN Y ACCESO.	41
4.2. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS.	43
4.3. RESEÑA HISTÓRICA.	46
4.4. GEOLOGÍA.	50
4.5. ASPECTOS GENERALES.	57
4.6. OBJETIVOS	76

#### **CAPITULO V**

##### **RESULTADOS DE LA INVESTIGACION**

5.1. Resultados de la Ventilación.	80
5.2. Logros Alcanzados, presentación de resultados.	83
5.3. Prueba de Hipótesis.	92

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBIOGRAFIA

ANEXOS

## INTRODUCCION

La Minería inmerso en la economía global y desde un punto de vista específico, en cuanto se refiere a la explotación de sus metales establece su cotización en los mercados nacionales e internacionales casi permanentes, y por lo tanto su explotación garantiza por un cierto tiempo al futuro con pocas variaciones lo que garantiza su producción a un ritmo normal y con una selectividad deseada por las unidades productoras del Perú.

Por lo que ha interesado hacer un estudio para mejorar la selectividad de las operaciones de producción debe tomar en cuenta con la finalidad de establecer las condiciones óptimas de trabajo la ventilación de sus labores que deben estar de acuerdo a los requerimientos exigidos en cuanto se refiere a la cantidad y calidad del aire requerido que brinde satisfacción al personal y la conservación de los equipos y maquinarias utilizadas en las operaciones.

En la Mina de Colquijirca, de Unidad Brocal, es necesario establecer una circulación de aire dentro de una mina subterránea por las siguientes razones: Es necesario asegurar un contenido mínimo de oxígeno en la atmósfera de la mina para permitir la respiración de las personas que trabajan en su interior.

En el interior se desprenden diferentes tipos de gases, según el mineral a explotar y la maquinaria utilizada. Estos gases pueden ser

tóxicos, asfixiantes y/o explosivos, por lo que es necesario diluirlos por debajo de los límites legales establecidos en cada país.

Sociedad Minera El Brocal S.A.A. (SMEB), opera la Mina Marca Punta Norte, la cual es parte de la explotación y planta de procesamiento de minerales de Colquijirca de SMEB ubicado aproximadamente a 300 kilómetros al noreste de Lima, Perú, en el kilómetro 117 de la Ruta 3N (Autopista La Oroya a Huánuco) del Perú a una elevación de 4,200 m.s.n.m.

Marca Punta Norte es principalmente una mina de cobre, con un producto de oro/plata, que actualmente produce aproximadamente 7,500 toneladas diarias de mineral. La explotación continuará a este ritmo hasta que las operaciones de explotación subterránea se suspenden, tentativamente programada en aproximadamente de 18 a 24 meses.

Este proyecto ha sido desglosado en cuatro (4) etapas, donde:

**Etapas 1**, evaluará los actuales sistemas primarios y secundarios de ventilación de Marca Punta Norte y, donde sea necesario, recomendará alternativas a los sistemas existentes.

**Etapas 2**, establecerá un sistema por computador de Modelo de Ventilación del tipo Flujo de Masa en Marca Punta Norte, que reflejará las actuales condiciones de operación en la mina.

**Etapas 3**, utilizará el modelo establecido para evaluar las alternativas recomendadas al sistema de ventilación primaria (de la Etapa 1).



**Etapa 4**, es un servicio opcional, ofreciendo un proyecto de seguimiento a El Brocal para asegurar la implementación exitosa de los hallazgos y recomendaciones de las Etapas 1,2 y 3.

Etapa 1 y Etapa 2, han sido completadas, y este informe refleja los 21 días en el sitio (Del 29 de agosto al 18 de septiembre del 2017) revisando los planes de proyectos de capital de desarrollo de ventilación el modelo (Brocal 2017 Base Case.vsm) para evaluar los sistemas primarios de ventilación alternativos tal como se describe en el Informe Técnico.

## RESUMEN

Sociedad Minera El Brocal S.A.A. (SMEB), opera la Mina Marca Punta Norte, la cual es parte de la explotación y planta de procesamiento de minerales de Colquijirca de SMEB ubicado aproximadamente a 300 kilómetros al noreste de Lima, Perú, en el kilómetro 117 de la Ruta 3N (Autopista La Oroya a Huánuco) del Perú a una elevación de 4,200 m.s.n.m.

Marca Punta Norte es principalmente una mina de cobre, con un producto de oro/plata, que actualmente produce aproximadamente 7,500 toneladas diarias de mineral. La explotación continuará a este ritmo hasta que las operaciones de explotación subterránea se suspenden, tentativamente programada en aproximadamente de 18 a 24 meses.

Este proyecto ha sido desglosado en cuatro (4) etapas, donde:

- **Etapa 1**, evaluará los actuales sistemas primarios y secundarios de ventilación de Marca Punta Norte y donde sea necesario, recomendará alternativas a los sistemas existentes.
- **Etapa 2**, establecerá un sistema por computador de Modelo de Ventilación del tipo Flujo de Masa en Marca Punta Norte, que reflejará las actuales condiciones de operación en la mina.
- Etapa 3, utilizará el modelo establecido para evaluar las alternativas recomendadas al sistema de ventilación primaria (de la Etapa 1).

- **Etapa 4**, es un servicio opcional, ofreciendo un proyecto de seguimiento a El Brocal para asegurar la implementación exitosa de los hallazgos y recomendaciones de las Etapas 1,2 y 3.

Etapa 1 y Etapa 2, han sido completadas y este informe refleja los 21 días en el sitio (Del 29 de agosto al 18 de septiembre del 2017) revisando los planes de proyectos de capital de desarrollo de ventilación el modelo (Brocal 2017 Base Case.vsm) para evaluar los sistemas primarios de ventilación alternativos tal como se describe en el Informe Técnico.

Como se ha indicado previamente, este Proyecto de Ventilación se compone de cuatro (4) etapas, a saber:

- **Etapa 1** evaluó los actuales sistemas primarios y secundarios de ventilación de Marca Punta Norte y donde sea necesario, recomendará alternativas a los sistemas existentes. Evaluación y Reporte Técnico correspondiente Completo.
- **Etapa 2** estableció un modelo de ventilación de flujo de masa computarizado para el circuito primario de ventilación de Marca punta Norte. Modelo establecido y Reporte Técnico Completo.
- **Etapa 3** utilizar el modelo establecido para evaluar los sistemas alternativos de ventilación recomendados. Evaluación de Ventilación y Reporte Técnico remitido al cliente.
- **Etapa 4** es un servicio opcional ofreciendo un seguimiento del proyecto a El Brocal para asegurar la implementación exitosa de las Etapas 1, 2 y 3 conclusiones y recomendaciones.

Para llegar a la decisión correcta de las varias opciones disponibles es vital que el Cliente llegue a un acuerdo con OSINERGMIN en el factor de utilización de los equipos con motor diésel, ya que esto tendrá un impacto significativo en los costos de operación de la mina.

En la Sección 3.0 (referir a la Tabla 3.1), se muestra el impacto de usar factores de utilización en el Proyecto, se debe resaltar que:

- Cumplir con el 100% de utilización de equipos, como señala OSINERGMIN, no es posible.
- La mayoría de las compañías mineras internacionales mantienen la utilización de su flota con motor diésel a un 75%.

Nota: La Sección 4 detalla claramente las recomendaciones y comentarios de este Reporte Técnico de la Etapa 3 del Estudio.

## **ABSTRACT**

Sociedad Minera El Brocal S.A.A. (SMEB), operates the Punta Norte Brand Mine, which is part of the SMEB Colquijirca mining and mineral processing plant located approximately 300 kilometers northeast of Lima, Peru, at kilometer 117 of Route 3N (Highway La Oroya to Huánuco) of Peru at an elevation of 4,200 meters above sea level.

Marca Punta Norte is mainly a copper mine, with a gold / silver product, which currently produces approximately 7,500 tons of ore per day. Exploitation will continue at this rate until the underground mining operations are suspended, tentatively scheduled in approximately 18 to 24 months.

This project has been broken down into four (4) stages, where:

- Stage 1, will evaluate the current primary and secondary ventilation systems of Marca Punta Norte and, where necessary, recommend alternatives to existing systems.
- Stage 2, will establish a computer system of the Ventilation Model type of Mass Flow in the Punta Norte brand, which will reflect the current operating conditions in the mine.
- Stage 3, will use the established model to evaluate the recommended alternatives to the primary ventilation system (from Stage 1).
- Stage 4 is an optional service, offering a follow-up project to El Brocal to ensure the successful implementation of the findings and recommendations of Stages 1, 2 and 3.

Stage 1 and Stage 2, have been completed, and this report reflects the 21 days on the site (From August 29 to September 18, 2014) reviewing the Venture development capital project plans model (Brocal 2014 Base Case .vsm) to evaluate the alternative primary ventilation systems as described in the Technical Report - Stage 1 conducted by Allison.

As previously indicated, this Ventilation Project is composed of four (4) stages, namely:

- Stage 1 evaluated the current primary and secondary ventilation systems of Marca Punta Norte and, where necessary, recommended alternatives to existing systems. Evaluation and corresponding Technical Report Complete.
- Stage 2 established a computerized mass flow ventilation model for the North Punta Marca primary ventilation circuit. Established model and Complete Technical Report.
- Stage 3 use the model established to evaluate recommended alternative ventilation systems. Ventilation Evaluation and Technical Report sent to the client.
- Stage 4 is an optional service, offering a follow-up of the project, to El Brocal, to ensure the successful implementation of Stages 1, 2 and 3 conclusions and recommendations.

In order to arrive at the correct decision of the various options available it is vital that the Client reaches an agreement with OSINERGMIN on the utilization factor of the diesel engine equipment,

since this will have a significant impact on the operating costs of the mine.

In Section 3.0 (refer to Table 3.1), the impact of using utilization factors in the Project is shown, it should be noted that:

- Comply with 100% of equipment use, as pointed out by OSINERGMIN, it is not possible.
- The majority of international mining companies maintain the use of their fleet with a diesel engine at 75%.

Note: Section 4 clearly details the recommendations and comments of this Technical Report of Stage 3 of the Study.

## **CAPITULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.**

La Mina de Colquijirca establece sus operaciones de producción mediante el sistema de minado subterráneo empleando el método de minado “**sublevel Stoping**” (**SLS**), y el sistema de minado superficial a cielo abierto con el método de conos móviles

La Mina Colquijirca, realiza sus operaciones en las Unidades Mineras de Colquijirca y la Planta Concentradora de Huaraucaca, localizadas en el distrito de Tinyahuarco, provincia de Pasco, departamento y región de Pasco, Perú.

La Minería inmerso en la economía global y desde un punto de vista específico, en cuanto se refiere a la explotación de sus metales establece su cotización en los mercados nacionales e



internacionales casi permanentes, y por lo tanto su explotación garantiza por un cierto tiempo al futuro con pocas variaciones lo que garantiza su producción a un ritmo normal y con una selectividad deseada por las unidades productoras del Perú.

El presente trabajo radica en la preocupación de la Empresa en hacer un estudio para mejorar la selectividad de las operaciones de producción debe tomar en cuenta con la finalidad de establecer las condiciones óptimas de trabajo la ventilación de sus labores que deben estar de acuerdo a los requerimientos exigidos para cumplir con estándares establecidos vigentes en los decretos supremos 024 del 2016-EM, y sus respectivas modificaciones de la 023-2017 EM, respectivamente en cuanto se refiere a la cantidad y calidad del aire requerido que brinde satisfacción al personal y la conservación de los equipos y maquinarias utilizadas en las operaciones.

El sistema de Minado empleado exige un buen diseño de rampas de acceso y por ende un buen diseño de los accesos a los frentes mediante equipos pesados y ligeros, asimismo el de materiales explosivos de potencia que deben ser controlados mediante los parámetros de ventilación adecuados para otorgar una buena condición de trabajo y del medio ambiente laboral. Siendo la Ventilación una verdadera necesidad que obliga a todas las Empresas mineras subterráneas especialmente en la mina colquijirca.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

La ventilación de minas es una de las operaciones de primordial interés, por ello la Empresa por su envergadura de minera de gran tamaño y por el volumen de mineral que produce esta en la obligación de mantener y controlar el sistema de ventilación de sus labores y de sus operaciones unitarias dentro de los estándares establecidos y otorgar las mejores condiciones de trabajo para sus trabajadores y otros recursos mineros.

### **1.2.1. Problema General**

¿Un buen sistema de ventilación en la mina de Colquijirca brindara buena performance del trabajador y de los equipos mineros subterráneos, asimismo en la productividad?

### **1.2.2. Problema Específico**

- a). ¿En qué medida un buen levantamiento de ventilación ayudará a minimizar los riesgos de intoxicación por gases y humos en la mina de Colquijirca?
- b). ¿Cuál será la calidad y cantidad de aire que se requiera para cumplir con una adecuada ventilación?
- c). ¿Con el diseño de un buen sistema de ventilación en la Mina Colquijirca, se estará contribuyendo con brindar un buen medio ambiente de trabajo y la mejora continua?

### **1.3. OBJETIVOS.**

#### **1.3.1. Objetivo General.**

- a). Obtener buena performance del trabajador y de los equipos mineros subterráneos, asimismo en la productividad con un buen sistema de ventilación en la mina de Colquijirca.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos.**

- a). Lograr un buen levantamiento de ventilación que ayudará a minimizar los riesgos de intoxicación por gases y humos en la mina de Colquijirca.
- b). Calcular la cantidad y calidad y cantidad de aire que se requiera para cumplir con una adecuada ventilación.
- c.). Diseñar un buen sistema de ventilación en la Mina Colquijirca que estará contribuyendo con brindar un buen medio ambiente de trabajo y la mejora continua.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.**

El presente proyecto es justificado por los alcances que brindará en mantener el aire requerido y cubrir las necesidades de ventilación en las labores de operación en la mina Colquijirca.

Para ello se han planteado y replanteado los mapas de ventilación en los que se ubican los puntos críticos y adecuar el sistema general que buscará la buena performance del aire de ventilación requerida en la mina Colquijirca.

## **1.5. IMPORTANCIA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN.**

En la actualidad en que la minería viene atravesando una baja en que los precios de los metales están en descenso, las empresas se obligan a evaluar sus operaciones para mediante innovaciones tecnológicas bajar los costos, dichas innovaciones suponen la constitución de equipos de trabajo multidisciplinarios para realizar estudios que permitan sostener la competitividad en la industria.

La Minería inmerso en la economía global y desde un punto de vista específico, en cuanto se refiere a la explotación de sus metales establece su cotización en los mercados nacionales e internacionales casi permanentes, y por lo tanto su explotación garantiza por un cierto tiempo al futuro con pocas variaciones lo que garantiza su producción a un ritmo normal y con una selectividad deseada por las unidades productoras del Perú.

Por ello nos ha interesado hacer un estudio para mejorar la selectividad de las operaciones de producción debe tomar en cuenta con la finalidad de establecer las condiciones óptimas de trabajo la ventilación de sus labores que deben estar de acuerdo a los requerimientos exigidos en cuanto se refiere a la cantidad y calidad del aire requerido que brinde satisfacción al personal, la conservación de los equipos y maquinarias utilizadas en las operaciones.

## **1.6. LIMITACIONES.**

En el desarrollo del proyecto durante su evaluación y el desarrollo se han presentado algunas dificultades como son las condiciones mecánicas de los equipos que se han superado mediante capacitaciones y programando las disponibilidades de utilización de ellos.

Por otro lado, se han demostrado por todos los integrantes y el personal de la comunidad minera el interés y la colaboración respectiva al proyecto.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES.**

Hace más de una década, la industria minera ha decidido, utilizar los avances tecnológicos en las actividades de los procesos mineros y en las operaciones unitarias. La meta ha sido crear una mejora en la productividad, y en la eficiencia de sus funciones y procesamientos.

En lo que respecta a la tecnología de los explosivos, estos han permanecido relativamente sin cambios durante este último período, siendo la receta estándar para la minería de superficie.

La introducción de los Decretos Supremos vigentes con la 024-2016-EM y sus modificatorias 023-2017-EM, han preocupado a la minería en cuanto se refiere a los sistemas de ventilación y la

capacidad instalada del aire, que debe cubrir totalmente la cantidad de aire requerido dentro de los parámetros exigidos.

Para ello se han proporcionado a la industria minera una herramienta de optimización del sistema de ventilación, convirtiéndose la ventilación en prioridad número uno en la industria minera, esto, ha proporcionado a los usuarios por primera vez, refinar los resultados de la ventilación para satisfacer las necesidades humanas y operacionales específicas que deben superar restricciones en las operaciones unitarias propias buscando siempre resultados que ha tenido significantes beneficios financieros y un mayor control sobre las principales funciones primarias /secundarias de la ventilación.

Este control ha optimizado la productividad y la eficiencia de los procesos mineros tales como carguío, transporte y el medio ambiente minero.

Además del beneficio económico, minimizando los riesgos de contaminación y favoreciendo la calidad de vida dentro de las labores de todos los trabajadores y la conservación de las máquinas y herramientas.

## **2.2. BASES TEÓRICAS - CIENTÍFICAS.**

Para el desarrollo del proyecto, se ha tenido de utilizar bases teóricas en cuanto se refiere a las condiciones y características generales sobre la dinámica del aire mediante ecuaciones deducidas de uso general para el sistema de ventilación para ductos cerrados y abiertos.

Se han utilizado equipo tecnológico como son los softwares, como el Vent-Sim, para la toma de muestras y los cálculos del aire requerido para la mina Colquijirca, con la finalidad de conseguir y calibrar los equipos de ventiladores principal y secundarias que se requieran para optimizar el sistema de ventilación y satisfacer las condiciones que exigen las operaciones mineras.

Por consiguiente, se basa principalmente, en una evaluación de las reservas minerales actuales ya que será el soporte del crecimiento de la producción de la mina, para lo cual se requieren reducir los costos de accidentabilidad y un buen control de riesgos, que es el rubro más importante de la explotación minera. Dentro de los conceptos que haremos uso están considerados.

### **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.**

**Ventilación en una mina subterránea:** Es el proceso mediante el cual se hace circular por el interior de la misma el aire, analizaremos la nomenclatura relativa más familiar para nuestro proyecto.

**Aire:** Es mezcla homogénea de gases que constituye la atmósfera terrestre, que permanecen alrededor del planeta Tierra por acción de la fuerza de gravedad. El aire es esencial para la vida en el planeta y transparente a simple vista.



**Mezcla homogénea:** En química, un **sistema homogéneo** es aquel sistema material que presenta las mismas propiedades intensivas en cualquier parte de dicho sistema.<sup>1</sup> Una forma de comprobarlo es mediante su visualización. Si no se pueden distinguir las distintas partes que lo forman, este será homogéneo. Esto no es así en todos los casos, como por ejemplo un gel, que a simple vista se ve igual en todas sus partes, pero no están repartidos por igual los componentes de la sustancia, por lo tanto, esta será una sustancia heterogénea.

**Un sistema homogéneo:** Es, por ejemplo, la mezcla de sal común sobre agua. La sal se disuelve en el agua de tal forma que es imposible verla a simple vista. El sistema constará de una sola fase y será homogéneo.

**Atmósfera terrestre:** Es la parte gaseosa de la Tierra, siendo por esto la capa más externa y menos densa del planeta. Está constituida por varios gases que varían en cantidad según la presión a diversas alturas. Esta mezcla de gases que forma la atmósfera recibe genéricamente el nombre de **aire**. El 75 % de masa atmosférica se encuentra en los primeros 11 km de altura, desde la superficie del mar. Los principales gases que la componen son: el oxígeno (21 %) y el nitrógeno (78 %), seguidos del argón,

el dióxido de carbono y el vapor de agua, respirable y segura para el desarrollo de los trabajos.

**Circuito:** Es una red electrónica (fuente, interruptores y semiconductores) que contiene al menos una trayectoria cerrada.

**Circuito lineal:** Esta consta de fuentes, componentes lineales (resistencias, condensadores, inductores) y elementos de distribución lineales (líneas de transmisión o cables), tiene la propiedad de la superposición lineal. Además, son más fáciles de analizar, usando métodos en el dominio de la frecuencia, para determinar su respuesta en corriente directa, en corriente alterna y transitoria.

**Circuito resistivo:** Es un circuito que contiene solo resistencias, fuentes de voltaje y corriente. Análisis de circuitos resistivos es menos complicado que el análisis de circuitos que contienen capacitores e inductores. Si las fuentes son de corriente directa (corriente continua), se denomina circuito de corriente directa (o continua).

Componentes electrónicos se denomina circuito electrónico. Generalmente, estas redes son no lineales y requieren diseños y herramientas de análisis mucho más complejos.

**Labores Mineras:** es cualquier hueco excavado para explotar un yacimiento.

**Mina:** es el conjunto de todas esas labores, especialmente cuando es subterránea. La técnica de aprovechar un yacimiento mediante minería se conoce como *Laboreo de Minas*. La zona de la labor en que se trabaja para su excavación se denomina *frente, corte o testero*.

Las labores que sólo tienen una entrada (por ejemplo, una galería que se está avanzando) se denominan *labores en fondo de saco*. Al no tener salida es necesario forzar la ventilación mediante una tubería hasta el frente de la labor.

Para ello es indispensable que la En las labores que sólo tienen un acceso (por ejemplo, una galería en avance) es necesario ventilar con ayuda de una tubería. La tubería se coloca entre la entrada a la labor y el final de la labor. Esta ventilación se conoce como **secundaria**, en oposición a la que recorre toda la mina que se conoce como **principal**

**Sistema homogéneo:** Es aquel sistema material que presenta las mismas propiedades intensivas en cualquier parte de dicho sistema.<sup>1</sup> Una forma de comprobarlo es mediante su visualización. Si no se pueden distinguir las distintas partes que lo forman, este será homogéneo. Esto no es así en todos los casos, como por ejemplo un gel, que a simple vista se ve igual en todas sus partes, pero no

están repartidos por igual los componentes de la sustancia, por lo tanto, esta será una sustancia heterogénea.

**Necesidad de la ventilación:** Es necesario establecer una circulación de aire dentro de una mina subterránea por las siguientes razones:

Es necesario asegurar un contenido mínimo de oxígeno en la atmósfera de la mina para permitir la respiración de las personas que trabajan en su interior.

En el interior se desprenden diferentes tipos de gases, según el mineral a explotar y la maquinaria utilizada.

Estos gases pueden ser tóxicos, asfixiantes y/o explosivos, por lo que es necesario diluirlos por debajo de los límites legales establecidos en cada país.

**Ventiladores:** Los ventiladores son los responsables del movimiento del aire, tanto en la ventilación principal como en la secundaria. Generalmente los ventiladores principales se colocan en el exterior de la mina, en la superficie.

**Tipos de ventilación:** La ventilación de una mina puede ser soplante o aspirante. En el soplante el ventilador impulsa el aire al interior de la mina o de la tubería. En el caso de

aspirante el ventilador succiona el aire del interior de la mina (o la tubería) y lo expulsa al exterior.

**Oxígeno:** En la atmósfera de la mina para permitir la respiración de las personas que trabajan en su interior.

**Tóxicos:** Toxicidad es la capacidad de alguna sustancia química de producir efectos perjudiciales sobre un ser vivo, al entrar en contacto con él. Tóxico es cualquier sustancia, artificial o natural, que posea toxicidad (es decir, cualquier sustancia que produzca un efecto dañino sobre los seres vivos al entrar en contacto con ellos). El estudio de los tóxicos se conoce como toxicología.

**Asfixiantes:** El término **asfixia** se aplica a una variedad de condiciones en las cuales la interferencia en el intercambio respiratorio es el factor común, y a los cambios que se suceden durante la carencia del proceso de respiración. En los seres vivos, el oxígeno presente en el aire o en el agua es un elemento vital de la actividad celular.

Se puede producir por razones que impidan la entrada de oxígeno, por su falta total o parcial en el fluido respirado o por incapacidad de los transportadores que lo hacen llegar de los pulmones a los tejidos, a través de la sangre.

Cuando el nivel de oxígeno en el medio tisular es nulo se habla de anoxia y cuando su falta es menor se lo conoce como hipoxia.

**Temperatura:** La temperatura es una magnitud referida a las nociones comunes de calor medible mediante un termómetro. En física, se define como una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico.

**Principio cero de la termodinámica.** Más específicamente, está relacionada directamente con la parte de la energía interna conocida como «energía cinética», que es la energía asociada a los movimientos de las partículas del sistema, sea en un sentido traslacional, rotacional, o en forma de vibraciones. A medida que sea mayor la energía cinética de un sistema, se observa que este se encuentra más «caliente»; es decir, que su temperatura es mayor.

**Gradiente geotérmico:** En análisis matemático (cálculo avanzado), particularmente en análisis vectorial, el **gradiente** o también conocido como **vector gradiente**, denotado de un campo escalar es un campo vectorial. medio es de 1° cada 33 m. Adicionalmente, los equipos y máquinas presentes en el interior contribuyen a elevar la temperatura del aire. En este caso la ventilación es necesaria para la climatización de la mina.

**Tipos de Ventiladores:** La ventilación de una mina puede ser soplante o aspirante. En el soplante el ventilador impulsa el aire al interior de la mina o de la tubería. En el caso de aspirante el ventilador succiona el aire del interior de la mina (o la tubería) y lo expulsa al exterior.

En Europa lo más habitual es que la ventilación principal sea aspirante. El aire limpio entra por una (o varias) de las entradas de la mina y el aire viciado tras recorrer la mina es aspirado por el ventilador principal.

Axiales o de hélice:

Radiales o centrífugos

**La ventilación de una mina:** Esta puede ser, soplante o aspirante.

En el soplante el ventilador impulsa el aire al interior de la mina o de la tubería. En el caso de aspirante el ventilador succiona el aire del interior de la mina (o la tubería) y lo expulsa al exterior.

**Planeamiento Minero:** Planeamiento y Control de Producción en Operación del área de Minas, se aplica para lograr las metas u objetivos que se trazan en una unidad de producción de una Empresa Minera y ello va depender del tipo de organización con que cuenta la Empresa Minera.

**Conservación Minera:** Los concesionarios mineros deberán presentar las declaraciones de patentes de conservación

minera mediante el formulario 117 debiendo realizar una declaración por cada concesión.

**Selectividad de explotación:**

**Método de Minado:** Es función del nivel de selectividad a aplicar en la explotación de un yacimiento, este también dependerá del método de explotación a utilizar

**Cámaras y Pilares:** El método de explotación Room and Pillar o también cámaras y pilares, consiste como su nombre lo indica, en la explotación de caserones separados por pilares de sostenimiento del techo. La recuperación de los pilares puede ser parcial o total, en este último caso, la recuperación va acompañada del hundimiento controlado del techo que puede realizarse junto con la explotación o al final de la vida del yacimiento, lógicamente el hundimiento del techo en este caso es totalmente controlado

**Corte y Relleno ascendente:** Es un método ascendente (realce). El mineral es arrancado por franjas horizontales y/o verticales empezando por la parte inferior de un tajo y avanzando verticalmente. Cuando se ha extraído la franja completa, se rellena el volumen correspondiente con material estéril (relleno), que sirve de piso de trabajo a los obreros y al mismo tiempo permite sostener las paredes, y en algunos casos especiales el techo.



**Sistema:** Conjunto de elementos que ayudan para la aplicación de un método de explotación minera.

**Ley de Mina:** se refiere a la concentración de oro, plata, cobre, estaño, etc. presente en las rocas y en el material mineralizado de un yacimiento.

**Dilución:** Es la proporción en que disminuye el contenido metálico (ley del mineral) del mineral explotado con respecto al que se calcula a partir del muestreo.

**Caja techo:** Es la roca sobre el lado superior de una veta inclinada

**Caja Piso:** Son las rocas que se encuentran debajo de la veta

**Ley mínima Explotable:** se determina por consideraciones económicas y se denomina **ley** de corte. Frecuentemente la **ley** de cabeza es menor que la **ley** media del yacimiento debido a la dilución por la incorporación inadvertida o inevitable de rocas de caja o huésped estériles en el mineral durante su extracción.

**Ancho Mínimo de explotación:** Es la distancia mínima permisible para romper el cuerpo determinado antes de la perforación y voladura que nos permite controlar la potencia de la veta y no ser diluido el mineral más allá de lo permitido.

**Cut-Off:** Es la concentración mínima que debe tener un elemento en un yacimiento para ser económicamente explotable, es decir, la concentración que hace posible pagar los costes

de su extracción, su tratamiento y su comercialización. Es un factor que depende a su vez de otros factores, que pueden no tener nada que ver con la naturaleza.

**Veta:** Una veta es un cuerpo tabular, o en forma de lámina, compuesto por minerales que han sido introducidos en las rocas por una diaclasa o fisura, o por sistemas de diaclasas y fisuras.

**Manto:** En este caso se tiene que la principal característica que definirá nuestra explotación es el manto, ya que si se tiene un **yacimiento** con una potencia constante (aproximadamente), las condiciones de explotación quedan sujetas a la distribución de leyes y no tanto al contorno de la superficie, ya que el manto debiera aflorar en algún punto de la superficie, a menos que se encuentre truncado por alguna estructura geológica, lo cual agregaría una dificultad extra. La secuencia de explotación se definirá en función de la **distribución de leyes del yacimiento**.

**Diseminado:** Depósito formado por cristalización dispersa de valores minerales sin concentración local, Mena que contiene pequeñas partículas de minerales valiosos, diseminados en forma más o menos uniforme dentro de material estéril; diferente de la mena masiva, en la que los

minerales valiosos ocurren en forma casi sólida con muy poco material estéril incluido.

## **2.4. SISTEMA DE HIPÓTESIS.**

Se plantea de acuerdo con la necesidad de selectividad del aire de mina que relacione la explotación, el número de equipos y la cantidad del personal que labora en interior mina.

### **2.4.1. Hipótesis General.**

Si contamos con un buen sistema de ventilación en la mina de Colquijirca entonces brindaremos una buena performance del trabajador y de los equipos mineros subterráneos, asimismo en la productividad.

### **2.4.2. Hipótesis Específico.**

- Si realizamos un buen levantamiento de ventilación entonces ayudará a minimizar los riesgos de intoxicación por gases y humos en la mina de Colquijirca.
- Si contamos con la adecuada cantidad y calidad de aire que se requiera entonces cumpliremos con una mejor ventilación.
- Si contamos con un buen sistema de ventilación en la Mina Colquijirca entonces se estará contribuyendo con brindar un buen medio ambiente de trabajo y la mejora continua.

## **2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.**

### **2.5.1. Variable independiente.**

- a). Calidad y Cantidad de aire para ventilación.

### **2.5.2. Variables dependientes.**

- a). Reducción de la contaminación Ambiental.
- b). Minimizar los riesgos de accidentabilidad por gases.
- c). Reducción de costos por ventilación forzada.

### **2.5.3. Variables Intervinientes:**

- a). Topografía de las labores.
- b). Salud Ocupacional.
- c). Diseño de labores subterráneas.
- d). Método de explotación utilizado.
- e). Cantidad de recursos humanos y equipos.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.**

Enmarcado en el estudio de mejora continua en los procesos de producción en la empresa y preocupados por mejorar la calidad y cantidad del aire para ventilación seguimos un proceso metódico sensible a variaciones y modificaciones que merezcan sin desviarse de sus objetivos planteados.

#### **3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.**

El presente estudio comprendió al diseño que se usó de acuerdo a los objetivos, las hipótesis con esquema siguiente:

OG = Objetivo General

HG = Hipótesis General

CG = Conclusión General

OG = HG + CG.

### **3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.**

#### **3.3.1. Población**

La población está constituida por todas las labores en la interior mina de la Mina Colquijirca.

#### **3.3.2. Muestra**

La muestra lo constituye las condiciones y la calidad del aire existente en las labores de producción y desarrollos

### **3.4. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.**

Enmarcado en el estudio de mejora continua en los procesos de producción en la empresa y preocupados por mejorar la calidad y cantidad de producción seguimos un proceso metódico sensible a variaciones y modificaciones que merezcan sin desviarse de sus objetivos planteados.

#### **Tipo de Investigación**

- Por su Propósito: es básica y aplicada; porque definimos conceptos y principios teóricos, asimismo, es aplicada porque, usaremos experiencias técnicas de interés para nuestro estudio.
- Por los medios de obtención de datos: Usaremos algunos reportes de mina y elementos como los informes de producción de la mina.
- Por el nivel de conocimientos: Es descriptiva por alguna experiencia utilizada para su desarrollo y es descriptiva, porque,

en su proceso se debe seguir un orden sistemático de procesos de trabajo en la explotación propia de la mina.

- Es Cualitativo y Cuantitativo: porque se utilizan términos conocidos dentro del mundo de la minería que se cuantificaran con los resultados producidos del producto.

### **3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

Las principales técnicas que se utilizará en la Investigación es:

- Revisión de Información y reportes de casos.
- Monitoreo de la calidad y cantidad del aire.
- Levantamiento topográfico y del sistema de ventilación.
- Observación y medición del aire de ventilación.

#### **Instrumentos:**

Los principales instrumentos que se utilizaron para el proyecto son:

- Equipos topográficos de estación total.
- Tubos de Pitot para medir la velocidad y presión del aire.
- Computadores y programas aplicativos de cálculo. Para medir la cantidad de aire mínimo requerido.
- Barómetro y Psicrómetro manual.
- Hojas de reportes y control mediante excel.

### **3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.**

Los datos serán tabulados y controlados mediante la ayuda de la estadística con la ayuda del personal entrenado y capacitado para realizar los trabajos y cálculos respectivos, están compuestos por brigadas de personas, encabezadas por especialistas y consultores y el personal de apoyo de parte de la Empresa.

### **3.7. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE DATOS.**

Se usarán programas y aplicativos estadísticos del orden de estadística cuantitativa.

- a) Materiales: Computadoras, impresoras, materiales de escritorio, memorias USB.
- b) Presupuesto y Financiamiento: El proyecto en toda su integridad estará financiado por la Empresa Minera el Brocal, SA.



## **CAPITULO IV**

### **ASPECTOS GENERALES DE LA MINA**

#### **4.1. UBICACIÓN Y ACCESO.**

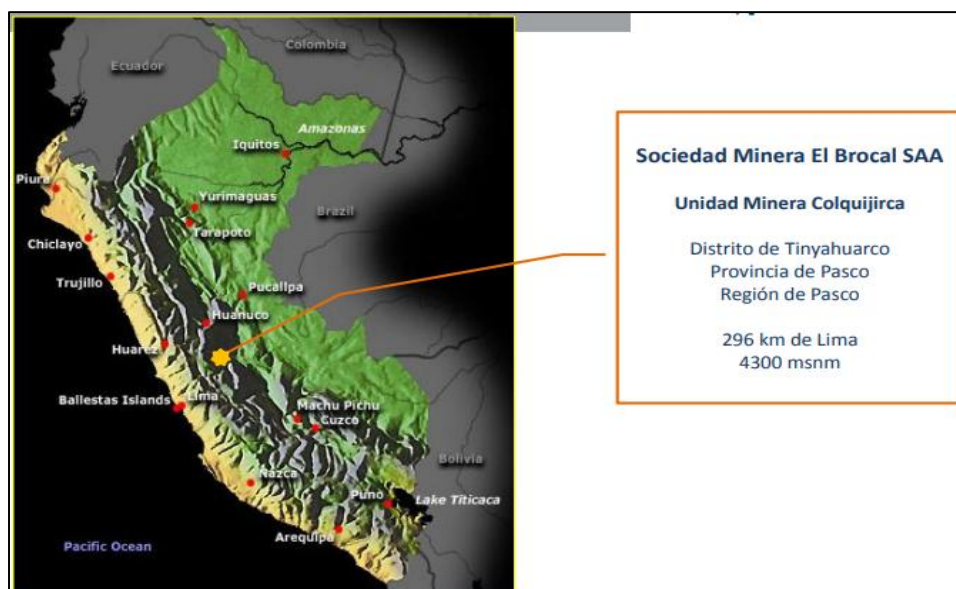
Sociedad Minera El Brocal S.A.A. en su unidad minera Colquijirca, Tinyahuarco – Cerro de Pasco, realiza sus operaciones de explotación bajo el método de tajo abierto en la mina denominada Tajo Norte y subterránea en la mina Marcapunta Norte. Asimismo, las minas Marcapunta Oeste y San Gregorio constituyen los proyectos de exploración más importantes.



**Distrito Minero de Colquijirca**

Colquijirca, Sociedad Minera El Brocal en el distrito de Tinyahuarco, Provincia de Cerro de Pasco, a 289 Km de Lima y a 10 km de Pasco, a 4.200 m.s.n.m., produce plata, plomo y zinc, es propiedad de Minas Buenaventura (de la familia Benavides, la más poderosa compañía minera de Perú).

El 7 de mayo de 1956, en la ciudad de Lima, se constituyó con plazo indeterminado de operación la Sociedad Minera El Brocal S.A. (El Brocal). En la Junta Obligatoria Anual de Accionistas, del 20 de febrero de 2003, se acordó por unanimidad adaptar la empresa al régimen de Sociedad Anónima Abierta.



### Ubicación de la Unidad Minera Colquijirca

El Brocal es una empresa minera dedicada a la extracción, concentración y comercialización de minerales polimetálicos: plata, plomo, zinc y cobre. La empresa realiza sus operaciones en las Unidades Mineras de Colquijirca y la Planta Concentradora de Huaraucaca, localizadas en el distrito de Tinyahuarco, provincia de

Pasco, departamento y región de Pasco, Perú. Sus oficinas administrativas están localizadas en el distrito de San Isidro, en la ciudad de Lima, Perú. El Brocal explota dos minas contiguas: Tajo Norte, operación a tajo abierto que produce minerales de plata, plomo y zinc; y Marcapunta-Norte, mina subterránea que produce minerales de cobre. El mineral extraído se procesa en dos plantas concentradoras, que actualmente cuentan con una capacidad instalada de tratamiento de 18,000 toneladas métricas por día. El Brocal cuenta asimismo con toda la infraestructura asociada requerida, como centrales hidroeléctricas, sub estaciones, talleres, almacenes, canchas de relaves, planta de tratamiento de aguas ácidas, viviendas y oficinas administrativas. La competitividad en la industria minera se caracteriza por la habilidad de los operadores de producir concentrados o metal a bajo costo, debido a que las empresas no tienen capacidad de influir en los precios de venta.

En ese sentido, El Brocal cuenta con ventajas competitivas significativas, como son: ser titular de importantes yacimientos mineros, tener acceso a infraestructura (energía, transporte, etc.) y contar con mano de obra calificada, entre otras.

#### **4.2. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS.**

El Distrito Minero de Colquijirca está constituido por un núcleo central (Diatrema Marcapunta): Depósito epitermal “high sulfidación” de Au-(Ag) en rocas sub volcánicas alrededor del cual, alejándonos del núcleo en dirección norte, en Smelter y Colquijirca se desarrolla

una zona de metales base asociada a un yacimiento tipo Cordillerano con un ensamble de Cu-Au, Cu-Zn-Pb-Ag-Au respectivamente, en rocas carbonatadas (Formación Calera). A escala del yacimiento, la mineralización del depósito Cordillerano es concordante con la estratificación. La sedimentación se inicia en el Triásico y revela una sucesión de eventos deposicionales, tectónicos y volcánicos controlados por una Falla regional de dirección Norte-Sur al igual que en Cerro de Pasco y localmente se completó con el acomodo gravitacional mediante bloques transversales E-W, fallas de poco desplazamiento, diaclasas y zonas de cizallamiento que cortan el Manto Mineralizado de edad post mineral, como lo evidencia las fallas Smelter, Marcapunta Norte y otros (Diatrema Marcapunta), a escala local se identifica dominios estructurales de edad pre mineral.

#### **4.2.1. TOPOGRAFÍA Y FISIOGRAFÍA.**

Morfológicamente se distingue por una topografía relativamente suave en comparación con la Cordillera Occidental y Oriental, llegando a terminar en las pampas de Junín cuyas elevaciones varían entre 3800 a 4500 m.s.n.m.

La zona queda delimitada por dos valles jóvenes casi paralelos conocidos como Ocshapampa y Andacancha en dirección E - W del Cono Volcánico Marcapunta cuya orientación es N 80° W para ambos casos. Las zonas positivas conforman las lomadas que se encuentran en los flancos de los

valles con pendientes moderadas a fuertes, otras manifestaciones están conformadas por pequeñas colinas ubicadas hacia el oeste del Tajo principal, también se encuentra grandes fallas longitudinales de dirección NO – SE a NNO – SSE, como la Falla Longitudinal de Cerro de Pasco.

El Cerro Marcapunta es un centro volcánico con una extensión de 2,6 km en la dirección N-S por 2 km en la dirección E-W, dentro del cual se encuentra muy pocos afloramientos. El importante Distrito Minero de Colquijirca, constituye un “Depósito epitermal high sulfidation de Au-Cu-Zn-Pb-Ag en rocas carbonatadas”, con un núcleo central de cobre en el Cerro Marcapunta, alrededor del cual se desarrolla una zona de metales base.

En Marcapunta Norte, en interior Mina, con los avances de las galerías de preparaciones, desarrollo y exploración se han mapeado cantidades significantes de estructuras E-W, principalmente en forma de fallas con poco desplazamiento, diaclasas y zonas de cizallamiento que cortan al Manto Mineralizado y las litologías existentes y de acuerdo a estos mapeos realizado no se han evidenciado zonas características, cavidades y/o agrietamientos. En Superficie se han analizados los sondajes diamantinos y las descripciones geológica, estructural de logeos realizados del yacimiento, demostrándonos también que no hay evidencias cársticas,

cavidades y/o agrietamientos, estos análisis hechos en interior mina y superficie nos demuestra que no existe entrampamientos y bolsonadas de gases que hubiese por la mineralización que se tiene.

#### **4.3. RESEÑA HISTÓRICA.**

Los orígenes de nuestra empresa yacen desde la época pre-incaica. Se sabe que la tribu de los Tinyahuarcos, extraían la plata de las faldas del cerro ubicado frente a Puntac-Marca, que por poseer abundancia y calidad desde aquellos tiempos era conocido como GOLGUE (plata), JIRCA (cerro), hoy Colquijirca, es decir “cerro de la plata”.

La historia nos cuenta que cuando hubo que pagar el rescate del Inca Atahualpa, se recibió la orden de enviar a Cajamarca toda la existencia almacenada de minerales preciosos que se tenían en Golguejirca. Gracias a estos importantes antecedentes nuestra evolución siempre estuvo orientada hacia el crecimiento de la empresa y se fue dando de la siguiente manera:

- **1549**, llegan los españoles a la zona y comienzan a trabajar en las minas de Golguejirca
- **1880**, la mina Colquijirca, propiedad del ciudadano español Manuel Clotet, fue cedida a su yerno, Eulogio Fernandini
- **1886**, se inician los trabajos del socavón principal de Colquijirca que posteriormente se llamó el “Socavón Fernandini”. La ejecución

de la obra de 900 metros de longitud, tomó 13 años llegando por fin con tenacidad y esfuerzo a encontrar vetas de plata, plomo y zinc

- **1889**, se tenía instalada la Fundición de Huaraucaca, para la producción de barras de plata, cuya instalación y manejo estuvo a cargo del ingeniero Antenor Rizo Patrón

- **1921**, la empresa, Negociación Minera Eulogio E. Fernandini, decidió cerrar la fundición y reemplazarla por una planta de flotación ubicada en el mismo lugar

- **1938**, se modificó el nombre de la empresa por “Negociación Fernandini Clotet Hermanos” que incluía tanto negocios mineros como agrícolas. El 7 de mayo de 1956, se registró como “Sociedad Minera El Brocal S.A.”

- **1960**, se instala el primer molino de barras e inicia su crecimiento

- **1973**, se inicia los trabajos de tajo abierto “Mercedes-Chocayoc”, mientras en la zona de Marcapunta se explotaba por método subterráneo

- **1974**, se paraliza la explotación subterránea convencional, y se intensifica el desbroce del tajo abierto, elevando la producción a 580 y posteriormente hasta las 1,000 TMD

- Entre **1980 y 1981**, se incrementan las actividades en el tajo abierto, lográndose producir 1,500 TMD de mineral

- En **1990 y 1991**, se tratan 1,750 TMD y 2,000 TMD de mineral respectivamente, proveniente de los tajos Principal y Mercedes-Chocayoc

- **1994**, se inicia un programa agresivo de exploraciones a través de perforaciones diamantinas, lo cual permitió identificar y cuantificar los Proyectos San Gregorio y Marcapunta.
- En noviembre de **1996**, la planta concentradora de Huaraucaca comienza con la flotación selectiva de zinc, plata y plomo. Al mismo tiempo, la producción llega hasta 2,200 TMD
- El **14 de abril del 2003**, la empresa se convirtió en Sociedad Anónima Abierta y su razón social se modificó a Sociedad Minera El Brocal S.A.A.
- **2007**, la capacidad instalada de la planta concentradora Huaraucaca es de 5,500TMD.
- **2009-2014**, El Programa de ampliación de operaciones aprobado en agosto del 2008 por el Directorio, consistente en incrementar la capacidad de producción de mineral a 18,000 TMD, empezó a desarrollarse en el año 2009, consolidándose en el 2014 la operación de la Planta 1 a niveles de 7,000 TMD y de la Planta 2 a 11,000 TMD, contando con una capacidad instalada de 18,000 toneladas métricas por día.
- **2017**, Buenaventura S.A, adquiere la mayoría de las acciones del Brocal, por cuanto goza de mayor participación en la administración de los proyectos futuros de la Mina. Por otro lado retrocediendo un poco, durante las dos primeras décadas del siglo XX el yacimiento de Colquijirca llegó a ser, en diferentes años, el principal productor de plata en toda América. Poco después, a partir de 1930 la mina



empezó a producir plomo, zinc y posteriormente cobre, debido al rápido agotamiento de sus ricas reservas argentíferas.

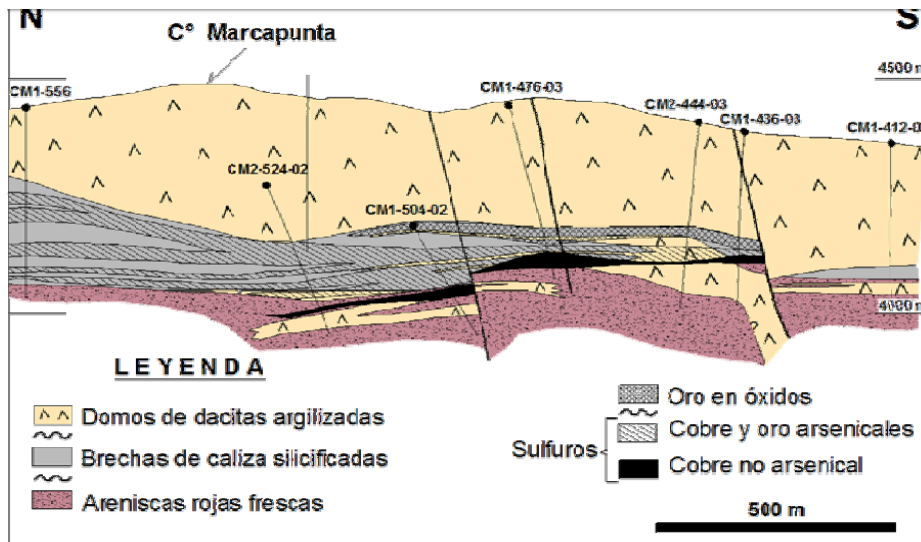
Actualmente Sociedad Minera “El Brocal” S.A.A. continúa explotando minerales polimetálicos por tajo abierto y mina subterránea a un ritmo de 10,000 TM. /día con leyes de 3.5% en Zn 1.8% Pb, 2Oz/ TM. Ag y 1.8% de Cu. Ahlfeld (1932), Lindgren (1935) y Mckinstry (1936) publicaron estudios geológicos en relación a este importante asiento minero. Estos autores concluyeron que las concentraciones metálicas en forma de mantos se habrían depositados, a partir de soluciones hidrotermales, reemplazando selectivamente ciertos horizontes sedimentarios plegados de las “Calizas Calera”, posteriormente fue reinterpretada la génesis de este depósito negando el mecanismo de reemplazamiento y postulando un proceso exhalativo sedimentario anterior al plegamiento regional, Noble (1981) ha abogado decididamente por un origen epigenético e hidrotermal de la mineralización, basándose en la presencia de fuertes alteraciones aluníticas tanto en el Cerro Marcapunta como en algunos mantos más al Norte. Aunque en menor grado, la edad de las rocas encajonantes también es materia de controversia científica, las “Calizas Calera” fueron consignadas por Mc. LcLaughlin (1924) y Jenks (1951) al Terciario; Ahlfeld (1932) y Boit (1953) asignan a la misma unidad litoestratigráfica una edad Triásico Superior. Con la notable excepción de Lindgren (1935). Todos los trabajos publicados sobre la geología económica de

Colquijirca, coinciden en señalar que la roca encajonante pertenece al Terciario Inferior. Megard (1968) concluye, en base a una correlación estratigráfica regional, que la edad mínima de las “Calizas Calera” Sería Eoceno Medio. Los últimos estudios definen en Colquijirca como un “Depósito epitermal de alta sulfuración de Au (Ag) en su núcleo central, en lavas cuarzo latitas a dacíticas, aisladamente brechas y piroclastos, y un Depósito de tipo Cordillerano en la zona distal de metales base: Cu – Zn – Pb – Ag en rocas carbonatadas”, (Bendezú Juárez Ronner, 2007).

#### **4.4. GEOLOGÍA.**

La historia geológica en el Distrito Minero de Colquijirca se inicia en el Triásico y revela una sucesión de eventos de depósitos minerales, tectónicos y volcánicos controlados por una estructura de dirección NorteSur denominada Falla Longitudinal, que es una estructura muy importante de la región (Fig. 1). De manera general los mantos mineralizados a ser explotados se encuentran localizados en las rocas de la Formación Calera, estando constituidos principalmente por calizas silicificadas. La caja techo y la caja piso de estos mantos estarán constituidos por estas calizas silicificadas. Debajo de estas calizas se presentan brechas de la Formación Pocobamba (Miembro Shuco – Secuencia Conglomerádica). Encima de las calizas se presentan margas y limoarcilitas de la Formación Calera. Hacia el Este de las zonas

mineralizadas se presentan dacitas pertenecientes al domo de diatrema.



MARCAPUNTA: SECCIÓN LONGITUDINAL 360610

#### 4.4.1. GEOLOGÍA REGIONAL.

La geología regional.- el área alrededor de la mina Colquijirca está dominada por anticlinales y sinclinales, donde las formaciones sedimentarias del grupo Pacobamba (conglomerado de shuco, capas rojas y calizas calera) del cretáceo superior y terciario inferior han sido plegadas en tres o más anticlinales paralelos, que siguen un rumbo general n-s. en esta secuencia se encuentra emplazado el stock diorítico de Marcapunta. estratigráficamente comprende al grupo Pocobamba del cretáceo superior y terciario inferior; en los alrededores, formaciones del jurasico-triasico (calizas paria) y sedimentos del grupo mitu y excélsior (paleozoico superior e inferior). como rocas ígneas se encuentran stocks y apófisis

andesíticos y dacíticos del terciario medio. con relación a las fallas dentro del área, estas son el resultado de las mismas fuerzas que dieron origen a la formación de los plegamientos, existiendo evidencias de fallas longitudinales y transversales. así tenemos la falla Huachaucaja que bordea la falda oeste del cerro Marcapunta, la falla longitudinal de Cerro de Pasco que pasa por la falda este del cerro Marcapunta y la falla transversal de Condorcayan que pasa a lo largo de la quebrada del mismo nombre, al norte de Colquijirca.

Las rocas que afloran en el sector noroeste del cuadrángulo de Cerro de Pasco van desde el Paleozoico hasta el Cuaternario reciente, las unidades estratigráficas reportadas por el INGEMMET y otros autores son:

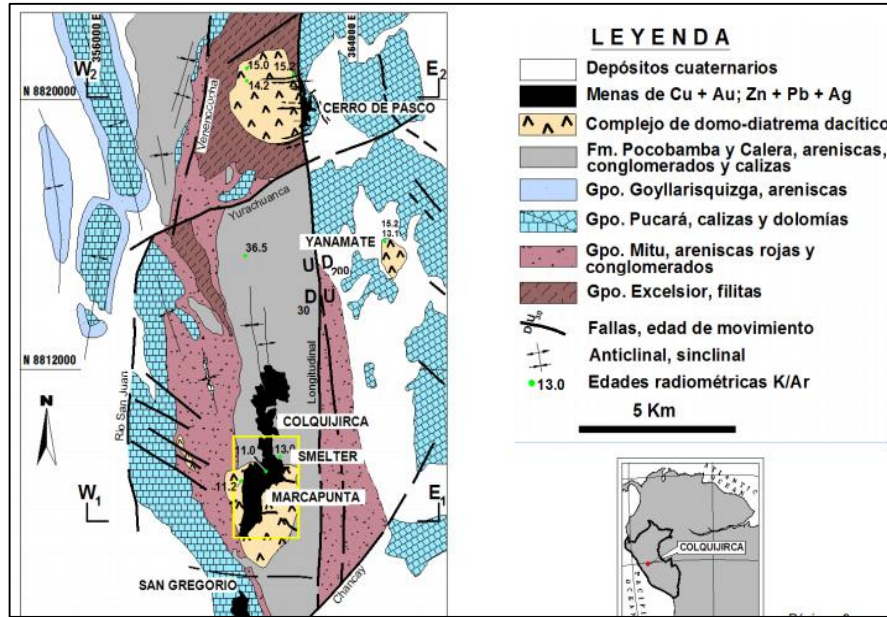
- Grupo Excelsior.
- Grupo Mitu.
- Grupo Pucara.
- Formación Condorsinga.
- Formación Jumasha.
- Formación Calera.

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
 IANIGLA

**COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERALIZADA DE SAN GREGORIO**

	SISTEMA	UNIDAD	LITOLOGIA
	<b>COLUMBIANO</b>	<b>CUMBENTA CUMBENARIA</b>	
	<b>TECLAIANO</b>	<b>SEDIMENTOS LACUSTRINOS TECLAICOS</b>	
	<b>SUPERIOR</b>	<b>BRECHA SAN JUAN</b>	
	<b>TRIASICO SUPERIOR - JURASICO INFERIOR</b>	<b>GRUPO PUCARA</b>	DOLOMITAS ARENISCOSAS  BRECHAS DOLOMITICAS  DOLOMITAS INTERMEDIAS  BRECHAS DOLOMITICAS  DOLOMITAS INTERMEDIAS  BRECHAS DOLOMITICAS DE DISOLUCION  DOLOMITAS SASALES  BRECHA BASAL
	<b>PERMIANO SUPERIOR</b>	<b>GRUPO MITU</b>	ARENISCAS-MITU

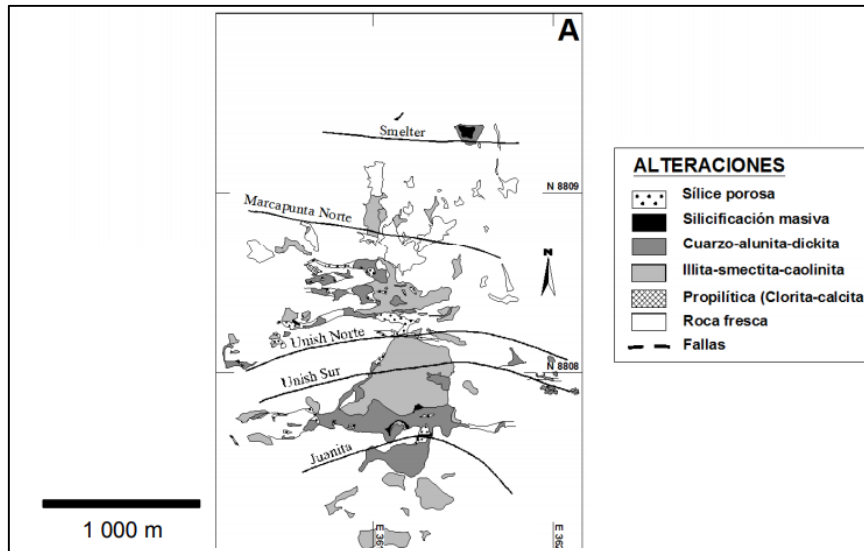
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
**SAN GREGORIO**  
**COLUMNA GENERALIZADA**  
 ESCALA: 1:500.000 (Escala de San Gregorio) | 1:500.000 (Escala de San Gregorio)



**Mapa de la Geología Regional Mina Colquijirca**

#### 4.4.2. GEOLOGÍA LOCAL.

El yacimiento de cobre Marcapunta Norte estaba siendo explotado utilizando el método convencional de cámaras y pilares, y como parte de la ampliación de sus operaciones, Sociedad Minera el Brocal S.A.A tenía planeado incrementar la producción de 1000 t/día hasta 4000 t/día, con aportes de mineral de los Blocks 9303, 9368, 9478 y 9847. Para incrementar la producción de la mina Marcapunta Norte, se diseñó y se puso en marcha el método de minado masivo tajeo por sub niveles con pilares corridos y recuperación de los pilares utilizando relleno cementado, cuya factibilidad técnica es presentada en este artículo.



### ***Alteración Hidrotermal Cerro Marcapunta***

El proyecto Marcapunta Oeste, es un yacimiento estratoligado de Cu-Au-As; constituido por mantos horizontales a sub-horizontales y por cuerpos irregulares de brechas, confinados en un horizonte prospectivo, cuyo espesor varía entre los 20 m y 100 m. Está ubicado entre los sedimentos del Grupo Mitu en la base, y las rocas volcánicas dacíticas en la parte superior. Este horizonte presenta mineralización de enargita-pirita, gradando a covelita-calcopirita-digenita-calcosita, con una ganga de alunita-cuarzo. Se inicia aproximadamente en la cota 4,082 m.s.n.m. y continúa en profundidad. Según el modelo geológico, debe llegar aproximadamente a la cota 3,900 m.s.n.m.

Hasta el año 2012 se realizaron diversas campañas de exploración, las mismas que representan un total de 3,837m., de labores subterráneas. De estas, 2,180m

corresponden a labres de acceso (rampa), 1,657 m. a galerías de exploración y 105,029.20m a perforación diamantina.

Este es el inventario de recursos minerales, revisado por AMEC (año 2,009) según el código JORC (*Australian Joint Ore Reserves Committee*) aún vigente.

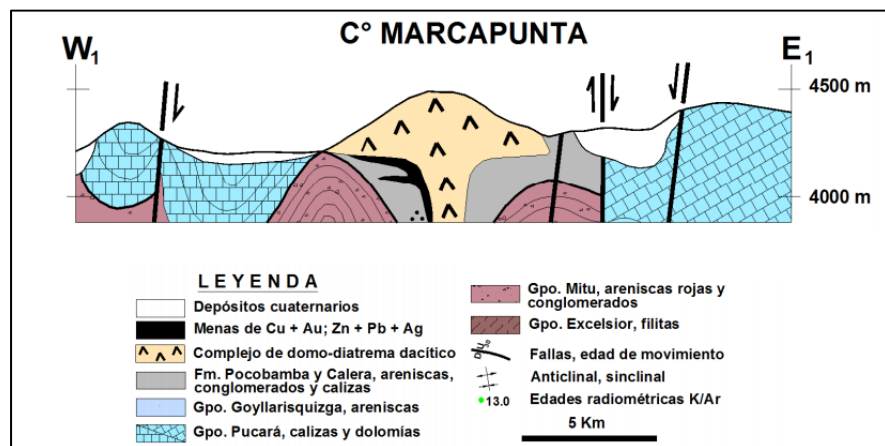
#### **4.4.3. GEOLOGÍA ECONÓMICA.**

Mineralización La diatrema de Marcapunta es el causante de la mineralización de Colquijirca produciéndose un reemplazamiento de las calizas Calera como mantos hacia el norte de la diatrema con un zonamiento de Au - Ag y Cu-As- Au- Ag y en las calizas Cu-As- Au - Ag, Zn - Pb, Pb - Ag, cuyas cajas están argilizadas, con grados de silicificación, descarbonatización y dolomitización. Al sur de la diatrema de Marcapunta Zn - Pb en calizas del Grupo Pucará conocido como la zona San Gregorio intensamente argilizada (Ver en las Figuras adjuntas). En un área de 1 km<sup>2</sup> se tiene una mineralización diseminada epitermal de alta sulfuración de Au, Ag, Cu esta. Ha sido afectada por una intensa alteración argílica avanzada (alunita caolinita, zunquita, pirofilita, diáspora) con presencia de vuggy sílica. Según (3), La mineralización tuvo la siguiente secuencia:



Silicificación y Redolomitización, en las rocas microcristalinas mediante un proceso genético de Sur a Norte.

Argilización, como resultado de un proceso de descarbonización en forma selectiva. Posteriormente sufre una modificación supergénica, resultante de la oxidación, lixiviación y enriquecimiento secundario.



**Plano de la Sección Transversal Simplificada Mina Colquijirca**

**Tipo de yacimiento del distrito minero de Colquijirca  
Sección de la Zona Mineralizada de la Mina**

RECURSOS	MINERAL (TMS)	Cu (%)	Au (gr/TM)	As (%)
Zona de calcosita	17,671,223	1.45	0.34	0.059
Zona de Enargita	31,304,129	1.24	0.74	0.379
Zona mixta	26,705,028	1.12	0.59	0.152
<b>Recursos Cobre</b>	<b>75,680,380</b>	<b>1.25</b>	<b>0.60</b>	<b>0.224</b>

*Recursos minerales (Cut off 0.5 % Cu)*

**4.5. ASPECTOS GENERALES.**

La Mina Marcapunta Norte se venía explotando por el método de minado “Cámaras y Pilares” cuadrados a un ritmo de producción de 1000 t/día, con una ley promedio de mineral de 2.7% de cobre.

El ancho de las cámaras era 9 m y de los pilares 6 m, teniendo una recuperación del orden 85 %.

La Sociedad Minera El Brocal, como parte del desarrollo de las operaciones de su mina de cobre subterránea Marcapunta Norte, ha realizado el estudio del método de minado tajeo por subniveles con pilares corridos para poder así incrementar la producción actual de 1.000 a 4.000 toneladas de mineral de cobre por día. De acuerdo al estudio geomecánico realizado se determinó implementar este método de minado conforme a las características geomecánicas del macizo rocoso del yacimiento. Como resultado de este estudio el dimensionamiento de los tajeos varía entre 7 y 10 m de ancho para las cámaras, 8 y 10 m de ancho para los pilares corridos, 19 y 30 m de altura de los tajeos y con longitudes de los mismos entre 30 y 53 m. La primera etapa del plan de minado comprende la extracción de los tajeos primarios (cámaras), la cual viene llevándose a cabo con resultados satisfactorios. La segunda etapa del plan de minado contempla la recuperación de los pilares de mineral (tajeos secundarios), para lo cual se realizó una nueva evaluación geomecánica, incluyendo el diseño de un sistema de relleno cementado. En este artículo se detallan los aspectos geomecánicos involucrados con los planes de minado mencionados.

Actualmente la mina Colquijirca del Brocal explota dos minas contiguas: tajo norte, operación a tajo abierto que produce minerales de plata, plomo y zinc; y marcapunta-norte, mina subterránea que produce minerales de cobre.

El mineral extraído se procesa en dos plantas concentradoras, que actualmente cuentan con una capacidad instalada de tratamiento de 18,000 toneladas métricas por día. El brocal cuenta asimismo con toda la infraestructura asociada requerida, como centrales hidroeléctricas, sub estaciones, talleres, almacenes, canchas de relaves, planta de tratamiento de aguas ácidas, viviendas y oficinas administrativas, que le permiten un funcionamiento operacional y administrativo adecuado y sostenido.

#### **OPERACIONES DE MINADO EN LA MINA COLQUIJIRCA**

El ingreso de una nueva Administración a Sociedad Minera "El Brocal" S.A.A. a partir del año 2000, ha logrado superar una situación de pérdidas que se generó en el año 1998 y que continuó hasta el año 2001, cuando después de sincerar una serie de partidas, optimizar el uso de los recursos y darle un nuevo enfoque a la administración, comenzó a lograr utilidades en sus resultados a partir del año 2002. (5) Sociedad Minera "El Brocal" S.A.A. (SMEBSAA), es una empresa de la mediana minería, cuyo negocio principal es la venta de concentrados de Plomo y Zinc. El producto final se obtiene luego de darle valor agregado a la materia prima, en los diferentes procesos de la producción, es decir; el mineral se

extrae desde el subsuelo (tajo abierto), se transporta hacia la planta concentradora para beneficiarlo, obteniéndose concentrados y relaves. Los concentrados son enviados por vía férrea al depósito del Callao, para su posterior comercialización en el mercado nacional e internacional.

Los relaves, que son materiales residuales, es almacenado en depósitos que son estabilizados desde el punto de vista físico y químico, para asegurar en el largo plazo, un mínimo impacto sobre el medio ambiente.

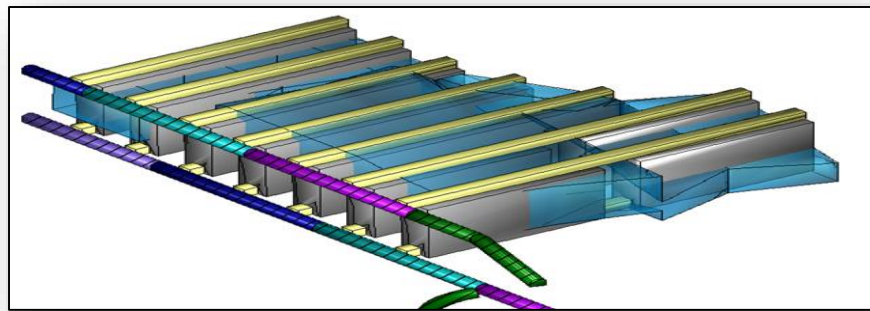
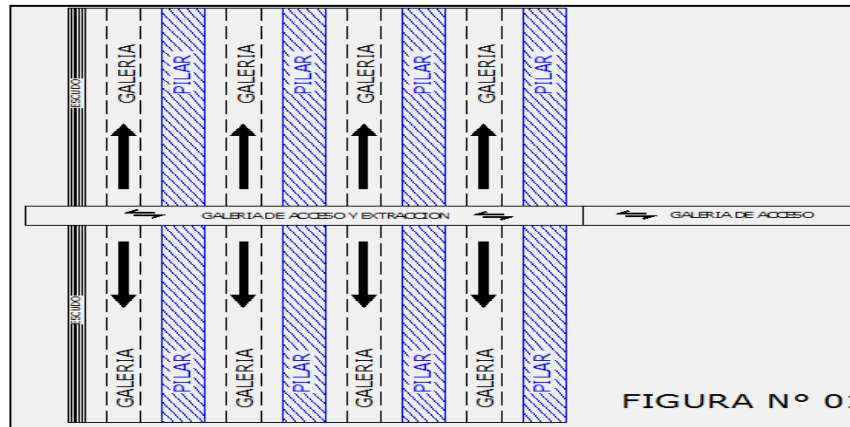
#### **4.5.1. ESTANDARES OPERACIONES DE TRABAJO DEL SUBLEVEL STOPING.**

##### **A). INTRODUCCIÓN**

SUB LEVEL STOPING es un método de explotación masiva a bajo costo, que incrementa la productividad y mejora los rendimientos operativos. Para lo cual se describe los ESTÁNDARES Y/O PROCEDIMIENTO de trabajo.

En el método de minado SUB LEVEL STOPING es necesario cumplir los estándares de entrega en los Tajeos, para así no tener demoras innecesarias en el proceso.

Para lo cual detallamos el estándar de entrega de Tajeos en las variantes de perforación.



- Subniveles 4m x 4m (+1%)
- Galerías 4m x 4m (+1%)

Esto para el drenado del agua que se acumula por el barrido de la perforación.

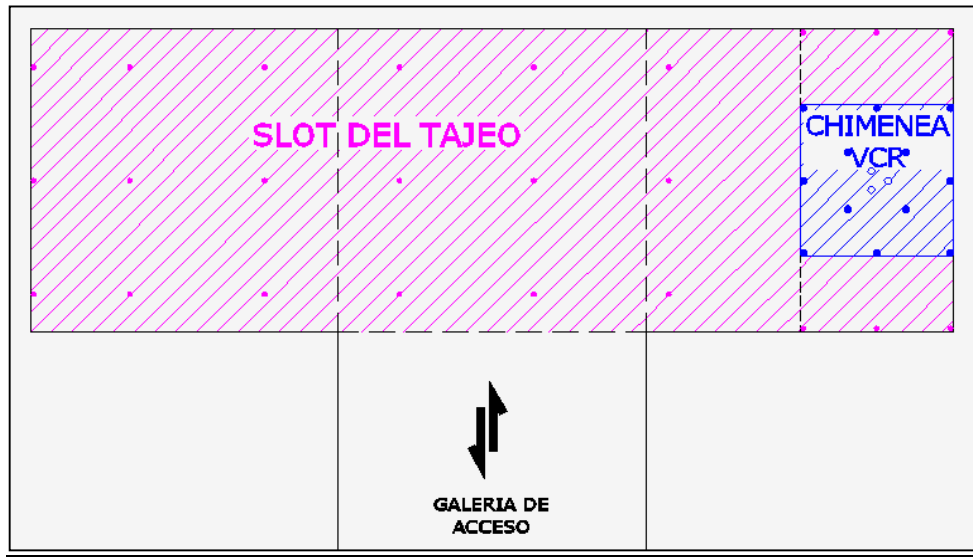
## B). MALLA TÍPICA DE PREPARACIÓN

Se debe de cumplir el diseño de la malla típica para evitar demoras operacionales y trabajar con su estándar de trabajo

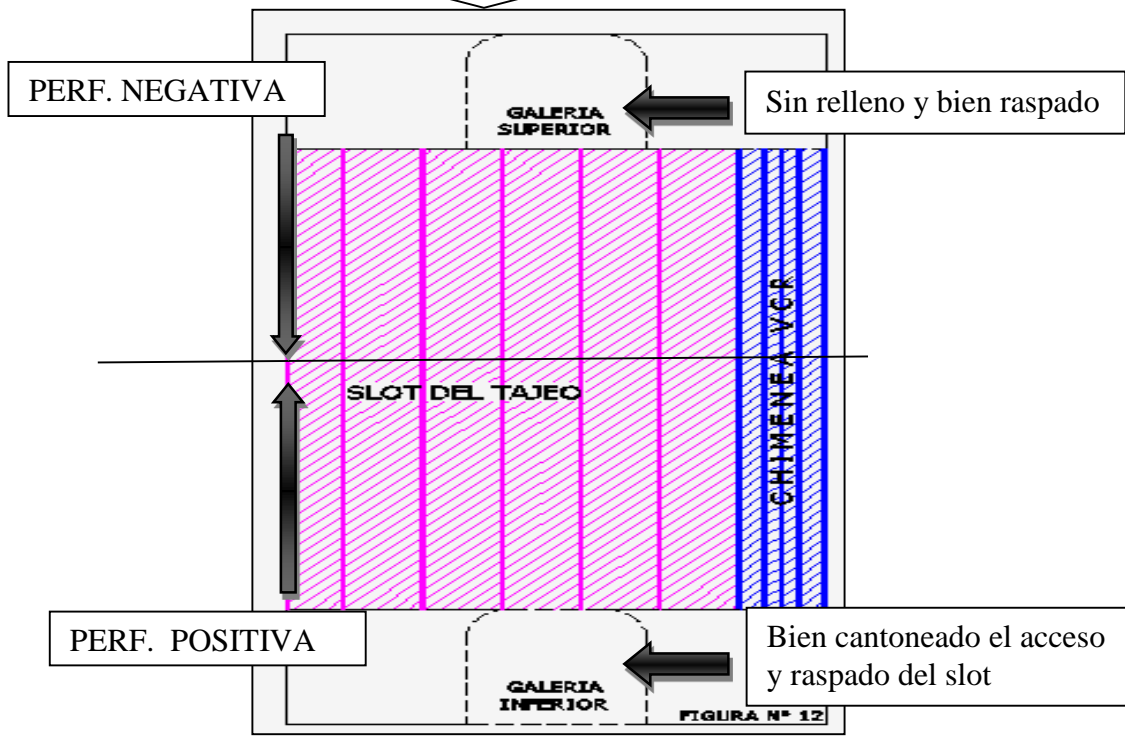
## C). PERFORACIÓN NEGATIVA DEL SLOT.

Para una buena perforación se necesita cumplir con el diseño de preparación y evitar el relleno ya que esto genera demoras en la perforación.

Debe de estar bien raspado



Cumplir el diseño para una buena perforación

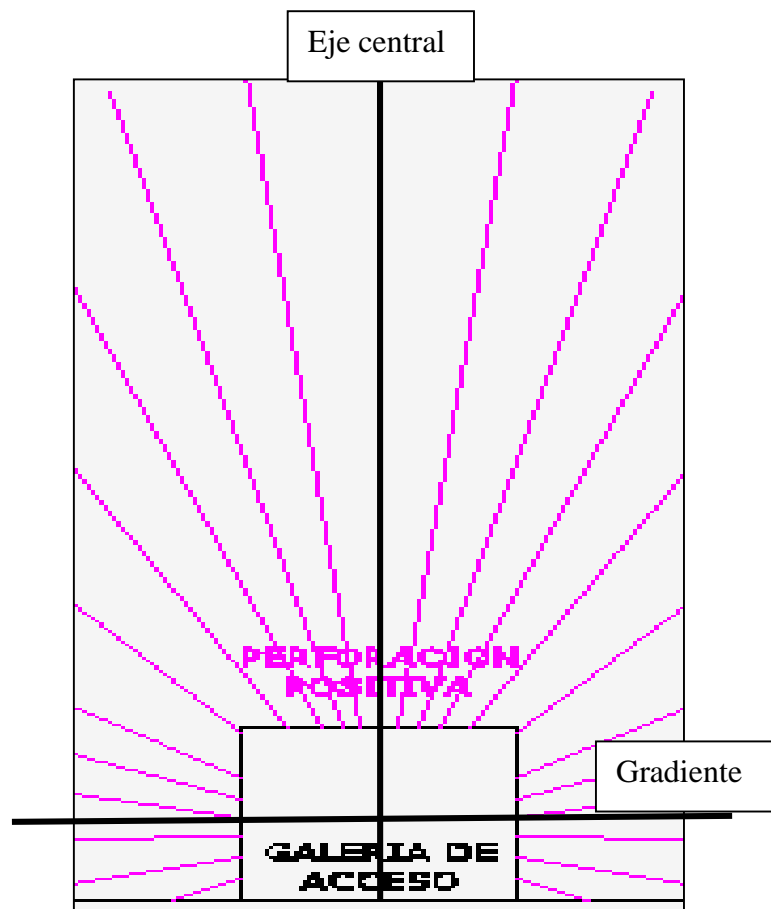


## CUMPLIR LA SECCION TIPICA

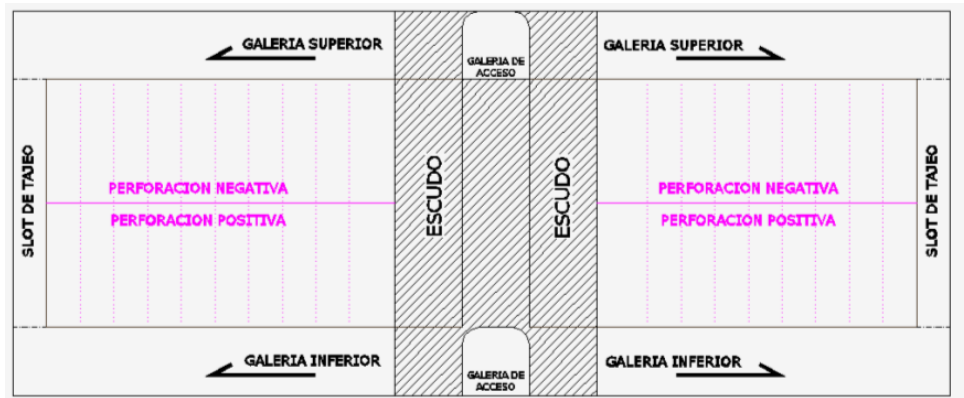
### D). PERFORACIÓN DE FILAS DE PRODUCCIÓN

Esta operación siempre debe cumplir dentro de la sección típica de la labor considerando las siguientes fases:

- El correcto pintado de malla enumerando las filas de perforación.
- Pintado de la gradiente y del eje central. Esto para poder sacar el baricentro de la labor y realizar la perforación radial y evitar la desviación los taladros
- La galería debe de contar con sus refugios respectivos cada 15 MTS. Limpios sin carga acumulada.



- Se debe de delimitar el área de perforación.
- Se debe de pintar los pilares.

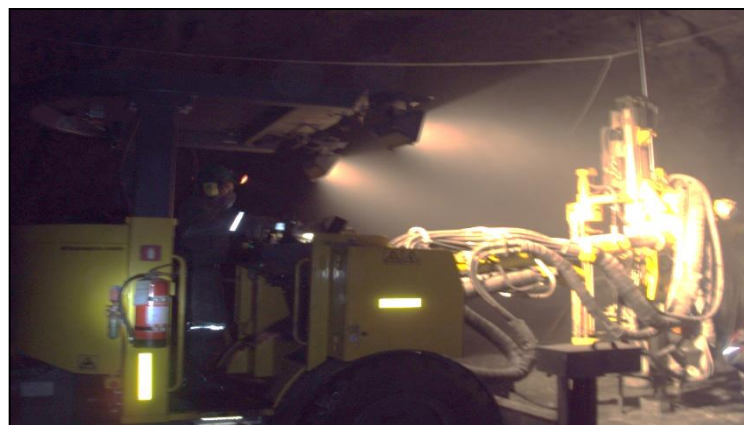


## E). OPERACIONES DE PERFORACIÓN

### OBJETIVO:

**Procedimiento:** Sistema estructurado o método que describe la manera específica de realizar una actividad, donde se identifican una secuencia de responsabilidades para desarrollar una actividad.

**Taladros Largos:** Es la perforación de taladros de 64 mm de diámetro con longitudes e inclinaciones variables que permiten realizar voladuras masivas en el método de minado Sub Level Stopping.





## **PROCEDIMIENTOS Y/O ESTÁNDARES**

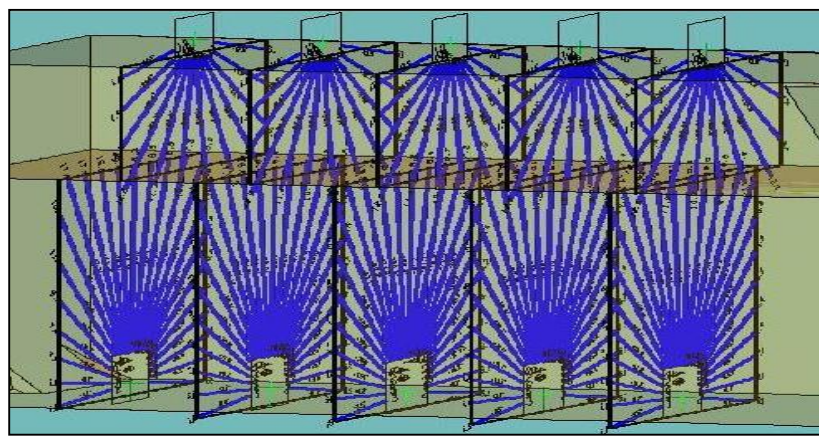
- El operador debe contar con autorización vigente por parte de compañía minera EL BROCAL.
- Recibir orden de trabajo escrita por parte del supervisor o jefe de turno del área.
- Contar con el plano de diseño de perforación y plano geomecánico en corte longitudinal y en vista planta.
- Realizar la inspección de la labor dando conformidad de: iluminación, estándares, tablero de gestión, PETS, y piso nivelado.
- Verificar la ventilación adecuada en la labor.
- Iluminar con la pantalla reflectores e instalar el tablero de control.
- Realizar la inspección de equipo y herramientas.
- Los equipos deben de contar con: probador de energía, fluxómetro, llave francesa número 12, llave stilson número 18, alicate mecánico, grasa, trapo industrial y todas las demás herramientas que sean necesarias.
- Verificar la presión de agua y tensión de trabajo (440v) de la energía eléctrica.
- Verificar si hay rocas sueltas en el área donde se realizara la perforación, el desate debe ser continuo y permanente.
- Posicionar el equipo de perforación.
- Bajar las gatas de tal manera que se consiga la horizontalidad tanto de forma longitudinal como lateral con relación al chasis manteniendo el brazo vertical a la altura marcada por topografía

- Anclar la viga con los stinger (techo y piso) para iniciar la perforación.
- Posicionar la viga perpendicular en el punto rediseño.
- Verificar los ángulos hacia la cara libre y radiar del taladro según el diseño de la malla de perforación.
- El emboquillado se efectuará con la percusión y el avance en baja.
- Hacer la corrección por emboquillado, liberando los stinger regresar el barreno moviendo las palancas de avance y percusión a su posición trasera y corrigiendo la posición de la viga al ángulo inicial de diseño con ayuda del clinómetro.
- Durante la perforación verificar constantemente el techo y panel de control de presiones (manómetros):
  - Agua mínimo 8 BAR.
  - Rotación mantener en el rango de 30 a 60 Bar.
  - Percusión. Baja: 120 a 140 Bar. Alta: 160 a 200 Bar
  - Avance Baja: 30 a 60 Bar Alta: 60 a 110 Bar
- Ubicar la porta barras a un costado del equipo de perforación para facilitar los cambios de barras y engrasado al adicionar cada barra.
- Al perforar en zonas de macizos rocosos fracturados o vacíos la perforación debe de continuar lentamente similar al emboquillado lavando el taladro constantemente para evitar atascamientos.
- En caso de producirse el atascamiento de la columna de perforación, tratar de recuperarla rotando y percutando en baja, dando marcha atrás el avance por un periodo de no mayor de cinco

minutos. Por ningún motivo forzar la perforadora es preferible perder la columna de perforación a dañar la perforadora.

- En caso de presentarse desperfectos que no permitan continuar con la perforación comunicar de inmediato al personal encargado de las reparaciones y a su supervisión.
- Al finalizar la perforación se debe desconectar el agua y bajar la palanca de energía.
- Hacer orden y limpieza
- Al final de guardia se debe de hacer el reporte correspondiente
- LAVADO DEL EQUIPO DE PERFORACION

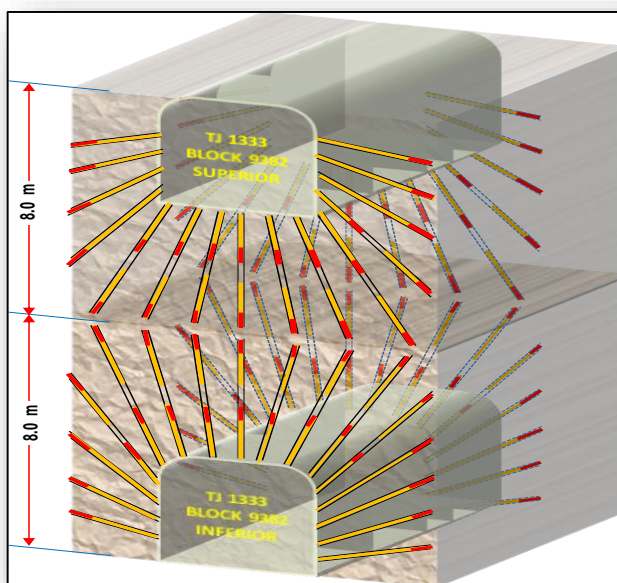
ESTANDARES EN RENDIMIENTOS DE PERFORACION			
EQUIPO	MTS X HORA	MTS X GUARDIA	MTS X DIA
SIMBA HIBRIDO 2	25 MTS X HORA	200	400
SIMBA HIBRIDO 3	25 MTS X HORA	200	400
SIMBA S7D 4	30 MTS X HORA	240	480
SIMBA S7D 5	30 MTS X HORA	240	480
SIMBA S7D 6	35 MTS X HORA	280	560
		1160	2320
SE CONSIDERA OCHO HORAS DE TRABAJO POR GUARDIA EN CONDICIONES NORMALES			



## F). OPERACIONES DE VOLADURA

### OBJETIVO:

Lograr una voladura eficiente, con la sección diseñada, evitando sobre rotura y debilitamiento del tajeo y sin la ocurrencia de incidentes, controlando la carga operante y la vibración.



### PROCEDIMIENTO:

Sistema estructurado o método que describe la manera específica de realizar una actividad, donde se identifican una secuencia de responsabilidades para desarrollar una actividad.

### DEFINICIONES

**Anfo:** Es una mezcla explosiva adecuadamente balanceada en oxígeno. Está formulado con 93.5% a 94.5% de nitrato de amonio en esferas y 6.5% a 5.5% de combustible

líquido pudiendo ser petróleo residual o la combinación de petróleo residual más aceite quemado.

**Cebo:** Es un tipo de iniciador, compuesto por un explosivo, un fulminante conectado a un tipo de mecha.

Hay varias formas de preparar los cebos, entre ellos tenemos:

- a) Cebo preparado con emulsión, fulminante y mecha.
- b) Cebo preparado con explosivo potente y fulminante no eléctricos.
- c) Cebo preparado con emulsión y cordón detonante.

**Fulminante:** Es una cápsula cilíndrica de aluminio cerrada en un extremo, en cuyo interior lleva una determinada cantidad de explosivo primario muy sensible a la chispa de seguridad y otro secundario de alto poder explosivo.

**Explosivos:** Son compuestos químicos susceptibles de descomposición muy rápida que generan instantáneamente gran volumen de gases a altas temperaturas, y presión ocasionando efectos destructivos.

**Mecha Rápida:** Es una mecha o cordón flexible que contiene dos alambres, uno de fierro y el otro de cobre, uno de los cuales está envuelto en toda su longitud por una masa pirotécnica especial, y ambos a la vez están cubiertos por un plástico impermeable.

**Conector:** Es un accesorio complementario de la mecha rápida, compuesto de un casquillo de aluminio, ranurado cerca de la base, y en su interior lleva una masa pirotécnica especial e impermeable al agua. La mecha rápida es colocada en la ranura, se presiona la base para asegurar el contacto y al encender la mecha rápida, el conector recibe la chispa, transmitiéndola a su vez a la mecha lenta o de seguridad.

**Cordón Detonante (Pentacord):** Es un cordón flexible que contiene un alma sólida de alto poder explosivo.

**Detonador:** Es todo dispositivo que contiene una carga detonante para iniciar un explosivo, normalmente se le conoce con el nombre de fulminante. Puede ser eléctricos o no, instantáneos o con retardo. El término detonador no incluye al cordón detonante.

**Vibración:** El paso de una onda sísmica por un medio rocoso produce en cada punto de este un movimiento que se conoce como vibración

**Velocidad Pico Partícula (PPV):** Es la velocidad a la cual las partículas se mueven.

La máxima velocidad es la llamada velocidad pico partícula (PPV) y se usa para determinar la posibilidad de daño.

## **PROCEDIMIENTOS Y/O ESTÁNDARES**

- Uso del EPP correspondiente
- Recibir orden de trabajo escrito por el jefe de área o supervisor, verificar la ventilación de la labor y la iluminación, el cual debe estar dentro de los límites máximos permisible.
- Se inspeccionará la corona, hastiales y tope de labor, si hay roca suelta se procederá a desatarlo cuantas veces sea necesario, haciendo uso del respectivo arnés (si el carguío es por la parte superior del banqueo).
- La labor de trabajo debe contar con una línea de aire comprimido,
- Para el traslado y manipuleo de explosivos y accesorio de voladura el personal debe estar acreditado con su carnet de la DISCAMEC.
- Para el traslado de explosivos y accesorios de voladura se cumplirá con las recomendaciones del Procedimiento de Transporte y Distribución de Explosivos en Interior Mina.
- El transporte de explosivos desde los polvorines de interior mina a los frentes de trabajo se hará en cantidades estrictamente necesarias para su utilización inmediata.
- En ningún caso se transportará explosivos y accesorios de voladura simultáneamente, respetando una distancia mínima de 10 m de trabajador y trabajador.
- Disposición de herramientas necesarias para el carguío (punzón de cobre o madera, conexiones, mangueras antiestáticas, atacadores, cargadora con válvulas y manómetros operativos etc.)

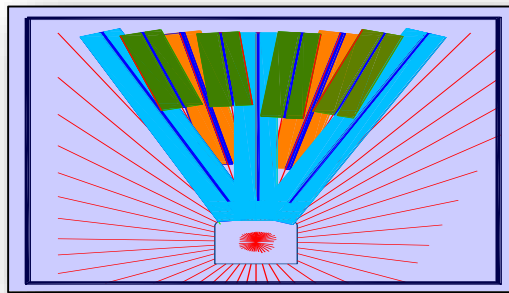
- Para iniciar el carguío se debe contar con el plano de ESQUEMA DE CARGUÍO, diseñado por el jefe de perforación y voladura de taladros largos.
- Si se realiza el Carguío en taladros negativos se utilizará el arnés de seguridad con su línea de vida.
- Realizar el cebado en lugar desatado, seco y ventilado, nunca cerca de instalaciones eléctricas, para ello se utilizará punzón de cobre, madera o polietileno.
- Verificar las condiciones de los taladros introduciendo el tubo de PVC de 1" Ø. Sopletear o limpiar el agua y posible detritus que obstruyan el ingreso del cebo.
- medir los taladros y realizar el carguío de acuerdo al diseño de carga y secuencia miento.
- Tapar los taladros que comunican al nivel inferior haciendo uso de los sacos vacíos y cabo manila. Se debe colocar un colchón con detritus, de tal manera que este alcance un metro desde la boca del taladro. Colocar una cama de Anfo de 0,50m antes de colocar el tecnel y booster.
- Se procede a llenar el taladro de acuerdo a la cantidad de explosivo calculado para cada taladro, el llenado es por gravedad si fuera necesario se inyecta con el cargador de anfo, si es necesario colocar un booster intermedio, luego de llenar se coloca un ataco de material inerte (detritus de la perforación o arena)



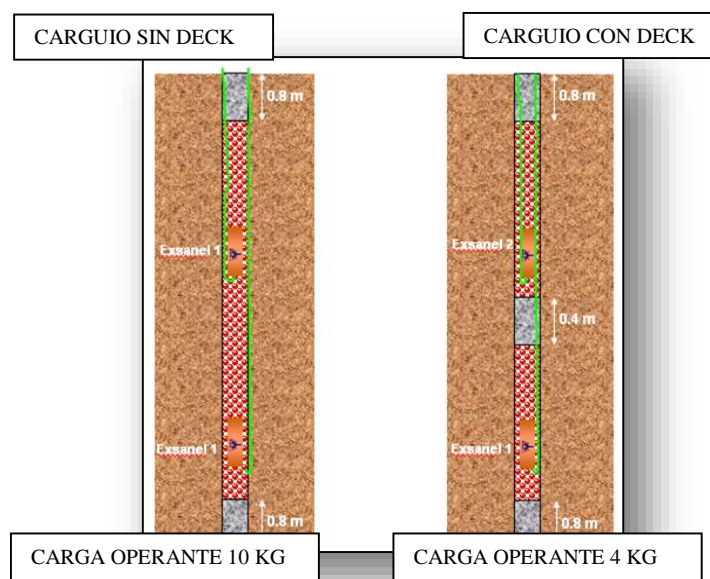
- Colocar cartucho de cebo de 1 ½" 12" Ø en el fondo del taladro con el tubo PVC.
- Verificar la ubicación de los cebos de acuerdo al orden de salida, (arranque, ayudas, taladros de producción, cuadradores, coronas y arrastre), utilizando atacadores de madera, estos cebos no se atacan, se introducen con cuidado.
- Cargar los taladros con ANFO introduciendo manguera antiestática en el fondo del taladro y sacar a medida que se llena el taladro.
- Unir todos los conectores de las mangueras del fanel con el cordón detonante en circuito cerrado y amarrar hacia el lado de la salida el cordón detonante con dos carmex de 9 pies más 2 pies de mecha rápida. Evitar que el cordón detonante roce con la roca y excedentes de la manguera del fanel.
- Apague el ventilador e inicie el chispeo, se debe retirar herramientas y materiales utilizados a fin de que la ruta de salida este libre.
- Se coordinará el chispeo con personal de labores cercanas, así mismo se colocará letreros de "Peligro Disparo" y vigías en todos los accesos a la labor.
- Una vez controlado el área de voladura, se procederá a su chispeo.
- Después del disparo encender el ventilador para eliminar gases y polvo producto de la explosión.
- Para ingresar a la labor debe transcurrir como mínimo 30 minutos después de la explosión.

- Los operarios de voladura deben llenar el reporte de la voladura de taladros largos, indicando el consumo de explosivos, longitud de cada taladro del plano de perforación, longitud medida del tajeo (real) leyes, índice de perforación: Por cada sección se coloca sus datos por separado, pero en la misma hoja. Este reporte se debe entregar en la oficina de cambio de guardia del jefe de turno.
- Los disparadores deben garantizar una eficiente voladura y realizar el reporte correspondiente.

**CONTROL DE CARGA EN TALADROS RADIALES**



**G). OPERACIONES DE CONTROL DE LA CARGA OPERANTE**

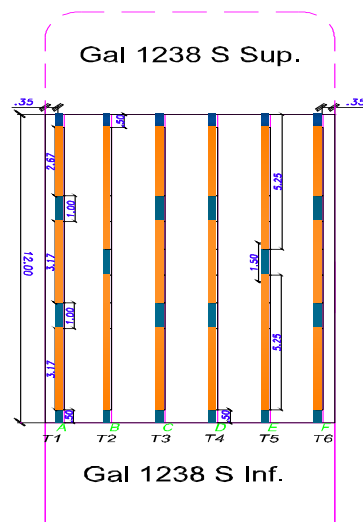
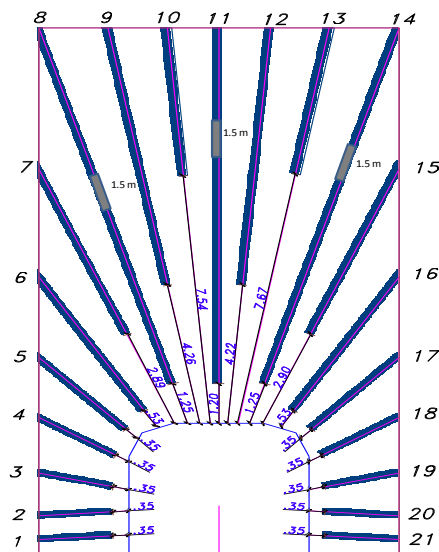


- Se debe de respetar el diseño de malla y evitar el incremento y/o repetir el número de retardos, para controlar la carga operante y por ende la vibración.

ESTANDARES EN RENDIMIENTOS DE CARGUIO			
TIPOS DE CARGUIO	POSITIVO	NEGATIVO	TIEMPO
VCR	X		5 HORAS
VCR		X	3 HORAS
RADIALES	X		1 FILA 40 MIN
RADIALES		X	1 FILA 40 MIN
PARALELOS	X		1 FILA 30 MIN
PARALELOS		X	1 FILA 30 MIN
CON UNA PRESION DE 70 PSI EN EL SUMINISTRO DE AIRE			

- Antes de ingresar a cargar se debe de tener el tajeo limpio

DESIGN OF BLAST LONG DRILLS TAJO 1238 S										
DATA AND FACTORS OF THE BLAST						EXPLOSIVES AND ACCESSORIES				
WIDE		8	m			ANFO	83	kg		
HEIGHT OF BANK		12	m			BOOSTER 1/3 LB	24	und		
BURDEN		1.5	m			KG. TOTAL	83	kg		
ESPACIAMIENTO		1.5	m			KILOGRAMO X METRO	1.53	kg/m		
PERFORATED TOTAL METERS		72	m			CARGA OPERANTE	14.3	kg/ret		
Nº OF DRILLS		19	und			CARMIX	2	und		
TOTAL VOLUMEN		144	m <sup>3</sup>			PENTACOR	16	m		
BROKEN TONS		461	tn							
TONS METER		6.40	tn/m							
FACTOR DE POTENCIA		0.58	kg/m <sup>3</sup>							
FACTOR DE CARGA		0.18	kg/tn							
Nº OF DRILL	LENGTH OF DRILL	MARK BASE	MARK AIRDECK	MARK END	LENGTH TO LOAD	ANFO OF AMOUNT	CONSTANTS	BOOSTER 1/3 LB	1º FILA EXIT SEQUENCE	2º FILA EXIT SEQUENCE
T1	12.00	0.50	2.00	0.64	8.86	13.6	K2	4	5	20
T2	12.00	0.50	1.50	0.64	9.36	14.3	K2	4	3	14
T3	12.00	0.50	2.00	0.64	8.86	13.6	K2	4	1	10
T4	12.00	0.50	2.00	0.64	8.86	13.6	K2	4	2	12
T5	12.00	0.50	1.50	0.64	9.36	14.3	K2	4	4	28
T6	12.00	0.50	2.00	0.64	8.86	13.6	K2	4	6	140 180
subtotal	72				54	83	0	24		



## G). PARAMETROS DE TRABAJO

PARAMETROS DE METODOS DE EXPLOTACION – MARCAPUNTA NORTE		
PARAMETROS DE EXPLOTACION	UND.	INDICE
Productividad en el tajeo	ton/h-g	59
Consumo de explosivo	kg/ton	0.32
Metros de taladros perforados	m/ton	0.2
Producción de labores preparatorias	%	16%
Dilución	%	15%
Recuperación de las reservas geológicas	%	61%
Mineral roto por disparo	ton	918

Para todas las operaciones de trabajo estos son los estándares y los parámetros que se debe cumplir en la Mina de Marcapunta.

### 4.6. Objetivos.

- **OBJETIVO GENERAL:** Cubrir con el requerimiento necesario para un suficiente aire de ventilación mediante la implementación de un sistema óptimo de distribución primaria y secundaria.
- **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**
  - Minimizar riesgos de intoxicaciones por gases contaminantes que afectan al personal y equipos.
  - Cumplir con los requerimientos de cantidad y calidad de aire establecido por osinergmin.

#### 4.6.1. Visión y misión.

La sociedad Minera El Brocal S.A.A. en su unidad minera Colquijirca, Tinyahuarco – Cerro de Pasco, realiza sus operaciones de explotación bajo el método de tajo abierto en la

mina denominada Tajo Norte y subterránea en la mina Marcapunta Norte.

Asimismo, las minas Marcapunta Oeste y San Gregorio constituyen los proyectos de exploración más importantes, y se enfoca en lo siguiente:

- **Visión:** El Brocal es una empresa minero metalúrgica moderna, que opera con rentabilidad en sus inversiones; cuenta con amplios recursos y reservas de mineral que garantizan su sostenibilidad y crecimiento en el mediano y largo plazo, en base a nuevas operaciones mineras que opera con responsabilidad para con su entorno.
- **Misión:** Producir concentrados minerales y metales, garantizando la creación de valor para los accionistas. Realizar actividades de exploración, asegurando la continuidad del proceso de explotación del mineral, generando oportunidades de desarrollo para nuestros colaboradores y las comunidades del entorno. Mantener el compromiso de operar y desarrollar nuestros proyectos con innovación, eficacia, seguridad, responsabilidad social y ambiental y buen gobierno corporativo.

#### **4.6.2. Política.**

Diversas acciones concretas se han tomado para enfrentar los problemas y desafíos que se presentan, nuestras Políticas Generales han sido alineadas con los Principios del Pacto

Mundial, hemos fortalecido nuestro Código de Conducta que hoy considera las mejores prácticas de gobierno y nuestros Principios de Desarrollo Sostenible Empresarial (PDSE) incorporan los principios y estándares del Pacto Mundial de la ONU, Código de Conducta de Sociedad Minera El Brocal S.A.A., Código de Conducta de la Sociedad Nacional Minería, Petróleo y Energía, BGC de las sociedades peruanas de CONASEV y BVL, Estándares de certificación: ISO 14001, OHSAS 18001 e ISO 9001, la Ley Sarbanes-Oxley de los EEUU y el Marco de Control COSO así como también la Iniciativa para la Transparencia de la Industria Extractiva (EITI).

Anualmente obtenemos certificaciones de los estándares mencionados relacionados a los temas de Calidad, Ambiente, Seguridad y Salud; así como en temas de Riesgos, Gobierno y Control.

Nuestros proyectos son llevados a cabo, solo si obtenemos los permisos correspondientes tanto de las autoridades locales y regionales, así como de la comunidad, realizando los respectivos estudios de Impacto Ambiental.

#### **4.6.3. Nuestros Valores.**

Valores: Los integrantes de El Brocal sostenemos que para la consecución de nuestra Visión y Misión viviremos y difundiremos los siguientes valores:

- > **INTEGRIDAD:** Para que nuestras acciones se desarrollen con entereza moral y probidad.
- > **RESPECTO:** Para afianzar nuestra relación con los Grupos de Interés y velar por la preservación del medio ambiente.
- > **LEALTAD:** Para afirmar nuestro compromiso con la empresa y sus integrantes.
- > **LABORIOSIDAD:** Para realizar las tareas con esmero y hacer algo más que cumplir con lo imprescindible, lo obligatorio o lo mínimo necesario.
- > **HONESTIDAD:** Para comportarnos y expresarnos con sinceridad y coherencia, respetando los valores de la justicia y la verdad.
- > **TRANSPARENCIA:** Para informar de manera objetiva y oportuna, acerca de nuestras actividades.
- > **SOLIDARIDAD:** Para coadyuvar al desarrollo sostenible del entorno.

## **CAPITULO V**

### **RESULTADOS DE LA INVESTIGACION**

#### **5.1. ESTUDIO DE LA VENTILACIÓN DE LA MINA SUBTERRÁNEA BROCAL**

##### **INTRODUCCIÓN**

Durante los días comprendidos entre el 31 de Marzo al 04 de Abril del presente año, se efectuó el Estudio de Ventilación de la mina subterránea, durante estos días se realizaron mediciones de flujos de aire de todos los niveles, de las diferentes zonas en trabajo y lugares donde las labores mineras permanecen abiertas y abandonadas, con la finalidad de verificar las condiciones de ventilación de las labores (chimeneas, cruceros, rampas, galerías, etc.), que nos puedan servir para encauzar el aire limpio o fresco a



los lugares en trabajo y expulsar o evacuar el aire usado o viciado hacia superficie.

Condiciones actuales de la mina presentan algunas labores mal ventiladas en los diferentes niveles en donde labora el personal causado por la presencia de los equipos diesel, especialmente en los tajeos en producción, porque algunas labores no cuentan con chimeneas de ventilación y los ventiladores auxiliares, que se emplean no tienen la capacidad para evacuar los contaminantes, además estos ventiladores están mal instalados ocasionando recirculación del aire, en otros casos se presenta acumulación de humo causado por la presencia de un número mayor de equipos diesel.

La metodología empleada para la ejecución de este trabajo, se planifico considerando trabajos de campo y de gabinete. El trabajo de campo nos proporcionó la siguiente información:

- Dimensionamiento de la sección de las diferentes galerías.
- Velocidad de aire en las diferentes labores de las zonas en trabajo.
- Temperatura ambiental en los diferentes puntos de medición.
- Identificación de la dirección del aire que se desplaza en las labores de la mina.
- Monitoreo de diferentes gases que circula por la mina.
- Identificación de las diferentes labores utilizadas para ventilación para ello se utilizó planos de los diferentes niveles, en donde se

ploteo, chimeneas, galerías, rampas, existentes con la finalidad de poder utilizarlas para hacer circular el aire fresco y evacuar el aire usado o contaminado adecuadamente.

Los trabajos de gabinete nos permitieron, procesar los datos de campo, para poder elaborar la siguiente información, de acuerdo con el contrato:

1. Mediciones del flujo de aire, donde se manifiesta calidad, cantidad, velocidad y dirección (deberá de figurar en plano y archivo Excel)
2. Cobertura y Balance de aire (Ingreso, Salida y Requerimiento de aire)
3. Mediciones de gases
4. Elaboración del diagrama unifilar de Ventilación, con su respectivo isométrico.
5. Plantear trabajos de mejora del circuito de ventilación para mejorar su distribución a las labores (colocar tapones, rellenar tajos, etc.)
6. Requerimiento de ventiladores y su respectiva ubicación en la mina, trabajando integralmente con los proyectos y trabajos de mejora de la ventilación.
7. Proyectos de chimeneas y cruceros para mejorar el circuito principal de acuerdo al planeamiento de minado 2014

8. Cronograma de las etapas de mejora del circuito de ventilación de todos los trabajos a realizar y proyectos a ejecutar.
9. Todos los planos serán entregados en digital y físico.
10. Simulación de la situación actual y la propuesta mediante software VENSIM (simular todas las etapas de mejora de la ventilación para ver el cambio paulatino de la cobertura de aire que vamos a tener).

Después que se haya cumplido con la ejecución de las recomendaciones, debemos obtener lo siguiente:

- a) aprovechar mejor el aire.
- b) Tener mejores condiciones ambientales en los lugares de trabajo.
- c) Utilizar mejor los ventiladores.
- d) Contar con circuitos estables de aire e independientes para cada zona de trabajo.
- e) Contar con planos de ventilación en planta de los diferentes niveles de la mina.
- f) Contar con un plano isométrico actualizado.

## **5.2. BALANCE GENERAL DEL AIRE DE LA MINA**

El Balance del aire de mina, luego de un proceso de medición y evaluación nos arroja un ingreso

De aire como se muestra:

MINA	INGRESO DE AIRE (m <sup>3</sup> /min)	Pies <sup>3</sup> /min
MINA	13,095.	462,461.28

Para una necesidad requerida de aire de:

MINA	INGRESO DE AIRE (m <sup>3</sup> /min)	NECESIDAD DE AIRE (m <sup>3</sup> /min)	COBERTURA %
MINA	13,095.47	19,713.00	66.43 %

Con un déficit encontrado de aire de:

MINA	INGRESO DE AIRE (m <sup>3</sup> /min)	NECESIDAD DE AIRE (m <sup>3</sup> /min)	DEFICIT DE AIRE (m <sup>3</sup> /min)
ZONA NORTE	13,095.47	19,713.00	6,617.53

### 5.2.1. SISTEMA GENERAL DE VENTILACIÓN

La mina cuenta con un Sistema de Ventilación Mecanizado, Los flujos por tiro natural no están bien definidos, debido a que la diferencia de altura entre los ingresos y las salidas del aire no es muy marcada, es decir no hay mucha diferencia de altitudes, debido a las características del yacimiento, sin embargo Los ventiladores principales que están ubicados en superficie succionando aire usado, permite que funcione parcialmente la ventilación por tiro natural.

La ventilación en los tajeos se presenta problemática debido al diseño de los paneles para su explotación y a la falta de chimeneas entre los niveles inferiores, intermedios y superiores, lo que ocasiona que no se pueda diseñar un

circuito de ventilación, por esta razón actualmente se están utilizando muchos ventiladores auxiliares, y sumado a su deficiente instalación, están ocasionando recirculación del aire contaminado a causa de la presencia de los equipos diesel, y que se acolchona en diferentes lugares sin que se logre evacuar eficientemente. En algunos tajeos se han obtenido concentraciones de gases que sobrepasan los Límites Máximos Permisibles que establece el Reglamento de Seguridad y Salud ocupacional en Minería (RSSOM) Por lo tanto es necesario corregir este problema.

Otro Problema que presenta la mina con respecto a la ventilación, es que en algunas chimeneas principales que extraen aire, toman aire fresco sin que este aire sea aprovechado eficientemente, este problema se produce debido a que no están bien definidos los circuitos de ventilación, por lo que es necesario corregir esta deficiencia.

Otro problema que se presenta en la mina es que gran parte del aire usado o contaminado, está recirculando, es decir nuevamente ingresa al circuito principal ocasionando que en algunos sectores o aéreas de la mina transitada por el personal y los vehículos, circule aire de mala calidad; también este problema es a causa de que en lagunas puertas de ventilación , o tapones , no se están trabajando eficientemente es necesario corregir estas deficiencias.

## **5.2.2. VENTILADORES**

### **5.2.2.1. VENTILADORES PRINCIPALES**

Durante el levantamiento de ventilación se encontró los siguientes ventiladores principales:

- Ventilador Principal ubicado en el collar de la chimenea RB 1 de 60,000 cfm.
- Ventilador principal ubicado en el collar de las chimeneas RB 2 de 60,000 cfm.
- Un ventilador principal ubicado en el collar de la chimenea RB 3, de 60,000 cfm.
- Un ventilador principal ubicado en el collar de la chimenea RB 6, de 60,000 cfm.
- Un ventilador principal, ubicado en el collar de la chimenea RB 7, de 60,000 cfm.
- Un ventilador principal ubicado en la chimenea RB 9 de 100,000 cfm.
- Un ventilador principal ubicado en la chimenea RB 10 de 100,000 cfm, que está en reparación.

### **5.2.2.2. VENTILADORES SECUNDARIOS**

Se han encontrado que 10 ventiladores que están trabajando como ventiladores secundarios, en algunos casos se han instalado 2 ventiladores en algunas chimeneas succionando aire contaminado en forma paralela, lo cual está muy bien, en otros casos en forma individual, también succionando aire contaminado.

### **5.2.2.3. VENTILADORES SECUNDARIOS**

Se han encontrado 16 ventiladores auxiliares que están alimentando aire a los diferentes tajeos y a los frentes en trabajo, provistos de mangas de ventilación de 30" de diámetro. Los ventiladores auxiliares que se han instalado en serie, en algunos tajeos, no están cumpliendo con su objetivo, debido a que están mal instalados y el aire está recirculando, ocasionando acolchonamientos del aire en las galerías.

### **5.2.3. CALIDAD DE AIRE**

El aire que circula por las diferentes rampas, de la mina es de buena calidad, encontramos valores de oxígeno más de 20%.

Los problemas de ventilación se presentan en los tajeos, donde las condiciones ambientales se tornan desfavorables debido a la acumulación de humo causado por

los equipos diesel, en algunos casos las concentraciones de gases como es el monóxido de carbono (CO) sobrepasan los límites máximos permisibles, debido a la ausencia de un buen circuito de ventilación.

#### **5.2.4. CIRCUITO DE VENTILACIÓN**

El ingreso de aire fresco a la mina es a través de la rampa principal, por donde está ingresando 3,601.72 m<sup>3</sup>/min (127,193.27 pies<sup>3</sup>/min o CFM), este aire se distribuye por las diferentes galerías de la mina, por la galería 382 N ingresa 1768.23 m<sup>3</sup>/min (27,129.88 pies<sup>3</sup>/min), y por la galería principal ingresa 2,693.23 m<sup>3</sup>/min (95,110.30 pies<sup>3</sup>/min). El aire que se va por la galería principal, se encausa por la galería sur, El aire que se encausa por la galería 382 N se mezcla con el aire usado o contaminado que sale a través de



las puertas de ventilación mal hermetizadas y va por la rampa 9844 E cuyo flujo es de 2305.84 m<sup>3</sup>/min (81,429.89 pies<sup>3</sup>/min), y por la galería 390 N cuyo flujo es de 690.36 m<sup>3</sup>/min (24,379.70 pies<sup>3</sup>/min). Otro ingreso de aire fresco hacia las labores inferiores es a través de la chimenea RB 11 cuyo flujo es de 1136.84 m<sup>3</sup>/min (40,147.05 pies<sup>3</sup>/min). Otro ingreso de aire fresco es por la chimenea RB 7 cuyo flujo es de 2,040.70 m<sup>3</sup>/min (72,066.50 pies<sup>3</sup>/min), todo este aire se encauza por la galería 9775, ventilando los diferentes tajos de esta zona.

Otro ingreso de aire fresco a la mina es través de la boca mina ubicada en la rampa 9362, cuyo flujo es de 2,953.40 m<sup>3</sup>/min (104,298.14 pies<sup>3</sup>/min), todo este aire se encauza por la rampa 1345 hacia las diferentes labores y tajeos interiores. Otro ingreso de aire a la mina es atreves de la chimenea SD 9 cuyo ingreso de aire es de 683.27 m<sup>3</sup>/min

(24,129.55 pies<sup>3</sup>/min), otro ingreso de aire es a través de la chimenea + 100 cuyo flujo es de 1,070.65 m<sup>3</sup>/min (37,809.58 pies<sup>3</sup>/min). Otro ingreso de aire a este circuito es a través de la RB 12 cuyo flujo es de 791.79 m<sup>3</sup>/min (27,961.75 pies<sup>3</sup>/min) todo este aire se encauza por la rampa.

#### **5.2.5. VENTILACIÓN EN LOS TAJEOS Y FRENTES DE OPERACIÓN**

Los tajeos en explotación son ventilados a través del uso de ventiladores auxiliares provistos de mangas de ventilación de 30" de diámetro. Los ventiladores auxiliares son de una capacidad de 30,000 CFM (pies<sup>3</sup>/min) y se han instalado en serie para alimentar aire a los diferentes tajeos.

Los problemas de ventilación que presentan en estos tajeos se deben fundamentalmente a que no cuentan con un circuito de ventilación, que se debió diseñar en la preparación de los tajeos, lo cual facilitaría la circulación del aire, y al utilizar los ventiladores auxiliares, fácilmente se podría evacuar el aire contaminado.

Actualmente la ventilación se presenta desfavorable debido a las siguientes causas:

- Los ventiladores auxiliares instalados en serie, no están bien instalados, lo cual ocasiona un recirculamiento del aire contaminado.
- La ramificación de las mangas de ventilación más de 2 tajeos ocasiona que el aire llegue con bajas presiones y no pueda evacuar el aire contaminado.
- La presencia en forma simultánea más de 2 equipos diesel ocasiona acumulación de humo que es difícil evacuar, debido a los problemas existentes descritas líneas arriba. Es necesario aclarar que un scooptram de 270 HP y un volquete de 260 HP, necesita 1570 m<sup>3</sup>/min de aire (56,150.21 pies<sup>3</sup>/min), y si estamos ventilando con un ventilador auxiliar de 30,000 pies<sup>3</sup>/min y que en la mina su eficiencia de ese ventilador es de 70% a 80% solamente estamos inyectando 24,000 pies<sup>3</sup>/min, como resultado vamos a tener deficiencia en la cantidad de aire que se necesita en ese tajeo.

En los frentes que se están trabajando que en su mayoría son la prolongación de rampas, se observa acumulación de humo, debido a que los ventiladores auxiliares enseriados están mal instalados. Además, la capacidad de los ventiladores para ventilar un frente de trabajo no es suficiente

para poder evacuar la cantidad de aire contaminado que generan los equipos diesel.

#### **5.2.6. PERSONAL DE VENTILACIÓN E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN**

Durante la evaluación de los circuitos de ventilación de la mina, se observó que la mina no cuenta con un Ing. de ventilación y el personal auxiliar de ventilación, no han recibido capacitación referente a los principios básicos de ventilación, para que realicen un trabajo eficiente, del mismo modo deben contar con algunos instrumentos básicos para realizar mediciones de las velocidades del aire y algunas presiones de los ventiladores.

#### **5.2.7. MANTENIMIENTO Y CONTROL DE VENTILADORES**

No se cuenta con la información completa de los diferentes ventiladores principales, secundarios y auxiliares, con sus características técnicas como son: Presión estática, flujo, velocidad, etc. herramienta necesaria que sirve para

poder ubicar e instalar un ventilador en un determinado lugar en forma técnica.

Todos los ventiladores deben contar con sus respectivos accesorios como son los difusores y sus mallas de protección. De igual modo deben contar con un programa de mantenimiento preventivo para evitar paradas intempestivas sobre todo de los ventiladores principales y secundarios los que pueden interrumpir el funcionamiento de los circuitos de ventilación.

#### **5.2.8. CHIMENEAS DE VENTILACIÓN EN LOS TAJEOS**

Los tajeos en explotación, no cuentan con chimeneas conectadas entre los niveles inferiores, intermedio y superior, solamente están cerca de las chimeneas principales de extracción. Se están usando muchos ventiladores auxiliares provistos de mangas de ventilación, estas mangas de ventilación se van ramificando para los diferentes tajeos,

ocasionando la pérdida de presión en los flujos de aire que no son capaces de mover o evacuar el aire contaminado, por esta razón encontramos acumulación de gases en los diferentes tajeos.

### **5.3. RESULTADOS DE LA VENTILACIÓN.**

#### **5.3.1. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL AIRE DE VENTILACIÓN PARA MINA.**

Referente al BALANCE GENERAL DE AIRE DE LA MINA, se recomienda ejecutar todas las recomendaciones que se describen en el anexo I, para incrementar un mayor ingreso de aire fresco a la mina. Además, permitirá que se vayan corrigiendo los circuitos de ventilación, sobre todo en evitar que gran parte del aire fresco sea succionado por los ventiladores extractores sin que este aire sea aprovechado en las labores en trabajo. Asimismo será necesario instalar un ventilador extractor en el collar en una de las chimeneas que comunica a superficie. También será necesario comunicar 2 chimeneas circulares desde los niveles inferiores cercanos a los tajeos en explotación hacia superficie, con la finalidad de reemplazar a las chimeneas circulares N° 1 y N° 2 que se encuentran alejadas de las labores o tajeos en trabajo.

#### **5.3.2. VENTILADORES PRINCIPALES**

Para cubrir el déficit de aire que necesita la mina tanto en la zona norte y en la zona sur, es necesario instalar un ventilador principal extrayendo aire y de debe estar ubicado en el collar de la chimenea 9847, que actualmente está ingresando aire fresco influenciado por un ventilador de 30,000 pies<sup>3</sup>/min.

El ventilador que instalar debe tener las siguientes características:

Ventilador Axial

Flujo de aire: 120,000 cfm

Presión estática: 8 a 9 pulgadas de agua a más de 4000 msnm.

Doble etapa.

### **5.3.3. VENTILADORES SECUNDARIOS**

Los ventiladores secundarios que están instalados en el crucero s/n, detrás del taller eléctrico y que están succionando aire usado de los tajeos ubicados en la prolongación de la rampa 990-1 y 990-2. Se recomienda, cambiar el sentido del flujo de aire, los 2 ventiladores que actualmente están sacando aire, tienen que meter aire fresco a estos tajeos, (los detalles se describen en el anexo 1).

### **5.3.4. VENTILADORES AUXILIARES**

Para continuar con los trabajos de los frentes cuyas longitudes sobrepasan de los 300 m, se deben instalar ventiladores en serie.

Para instalar bien un sistema en serie, se debe de colocar ductos rígidos. Generalmente hechos de cilindros viejos, aproximadamente de 1,5 metros de longitud; uno de los extremos de estos ductos debe acoplarse al ventilador, y en el otro extremo la manga de ventilación, de tal manera que debe de quedar hermético. De esta manera se evitará la recirculación del aire.

Los ventiladores auxiliares en los diferentes frentes en trabajo solo deben ser prendidos o deben permanecer prendidos hasta que se hayan evacuado los gases producido por los disparos, después deben permanecer apagados.

#### **5.3.5. CIRCUITOS DE VENTILACIÓN EN LOS TAJEOS**

Para mejorar la circulación del aire y limpiar el humo que se genera cuando trabajan los equipos diesel, se recomienda realizar cambios en la preparación del block, de tal manera que cuando entre en la fase de explotación no se presenten problemas de ventilación.

Los cambios que se deben hacer en los blocks en explotación son los siguientes:



- Cuando se corran los diferentes subniveles, estos subniveles deberán estar conectados en el fondo a través de unos pequeños cruceros, para facilitar que el aire que ingresa a través de las mangas de ventilación ya no regrese por la galería principal para encauzarse a las chimeneas principales de extracción, como sucede actualmente.
- Comunicar chimeneas cortas entre niveles (inferior, intermedio y superior), estas chimeneas deben estar ubicadas en los extremos de la galería principal, esta practica facilitara la rápida evacuación del aire contaminado, ya que se podría instalar algún ventilador secundario, mientras dura la fase de explotación del block.
- Evitar en lo posible que más de 02 equipos diesel ingresen a la galería donde están ubicados los subniveles, para evitar que se acumule humo causado por los equipos diesel.

#### **5.3.6. PERSONAL DE VENTILACIÓN**

El nuevo reglamento de Seguridad y salud ocupacional en minería, establece una mayor exigencia en el control ambiental de la mina, para ello se deberá contar con un mayor número de personas dedicados exclusivamente para este tipo de

trabajos que puedan ejecutar las recomendaciones de ventilación, como son, instalación de puertas, cortinas, tapones, ventiladores principales, ventiladores secundarios y auxiliares etc. se debe contar con una brigada debidamente capacitada y entrenada en la práctica de estos trabajos, a cargo de un encargado que conozca esta materia. El encargado en los trabajos de ventilación deberá contar con los siguientes instrumentos de medición.

- Anemómetro, para medición de velocidades del aire
- Wincha metálica
- Tubos de Humo.

### **5.3.7. CHIMENEAS DE VENTILACIÓN**

Es necesario la comunicación de 02 chimeneas de ventilación circulares principales cerca a los tajeos en explotación y que en el futuro deberán reemplazar a las chimeneas RB 1 y RB 2, que se encuentran alejadas de los

tajeos y que posteriormente se pueden utilizar estas chimeneas inyectando aire fresco.

La primera chimenea deberá estar ubicada cerca a la chimenea Rb 10 o cerca a la chimenea RB 9, en la proyección de la galería 9187 intermedia.

La segunda chimenea circular deberá estar ubicada cerca a la chimenea RB 7, en la proyección a la rampa 990-1 y 990- 2 9187.

Otras chimeneas convencionales se deben realizar en cada block de explotación, uniendo los niveles inferiores, intermedio y superior, esto facilitaría una rápida evacuación del aire usado o contaminado a causa de la circulación de los equipos diesel.

#### **5.3.8. LABORES ANTIGUAS Y ABANDONADAS**

Hacer una campaña para taponar herméticamente labores ya explotadas, de esta forma se evitará, que suceda algún accidente del personal y se evitara que el aire fresco se pierda

por estas labores, mejoraran los circuitos de ventilación, y el aire fresco se podrá utilizar mejor.

Los tapones deben realizarse con material resistente y evitar en lo posible el uso de mangas de ventilación.

#### **5.4. UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE VENTSIM**

Se ha utilizado el software Ventsim, para simular la distribución del aire por las diferentes labores de la mina, las presiones y elaborar el plano isométrico de la mina. Se muestra en el CD adjunto un simulador donde se visualiza la dirección del aire por las diferentes labores, con sus respectivos flujos y presiones del aire. La información de los ventiladores no se han procesado por cuanto no se encontró estos datos, será necesario que paulatinamente se vaya recolectando esta información de cada uno de los ventiladores principales y si no los tuvieran será necesario realizar un estudio especial para crear las curvas de cada ventilador principal.

#### **5.5. PLANO ISOMÉTRICO DE LA MINA**

Se ha actualizado el plano isométrico de la mina anotando toda la información procesada y la data que se obtuvo en la mina, este plano periódicamente deberá actualizarse cada vez que se realiza

algún avance o se comunica algún crucero, rampa o chimenea porque puede cambiar la dirección del aire.

#### **5.5.1. Logros Alcanzados, presentación de resultados.**

Como resultado de las reuniones con los Departamentos de Planeamiento de El Brocal ha determinado que las dos zonas de producción de Marca Punta Norte, Zona Norte y Zona Sur, deben ser ventiladas independientemente una de la otra. Esta situación demandara lo siguiente:

- 1.- El aire fresco ingresara a las áreas de producción de Zona Norte vía:
  - Rampa Principal
  - Rampa Lumbrera
  - Raise de entrada de aire ya existentes CH-SD9, CH-847, RB-07 y RB-08 que no necesitaran ventiladores.
  - Convertir los Raise de extracción RB-01, RB-02, RB-03, RB-04, RB-06 y RB- 10 en Raise de entrada que no necesitaran ventiladores.
- 2.- El aire viciado será extraído vía Galería 1035 por 2 caminos localizados en
  - CH1305
  - Galería 990- área 2.
- 3.- El aire viciado de la Zona Sur será extraído por una combinación de:
  - Dos nuevos raise bores de 2.4m Ø (RB-13 y RB-14) de extracción, operando en paralelo con el RB-09.

- Dos nuevos raise bores de 3.0m Ø (RB-13 y RB-14) de extracción, operando en paralelo con el RB-09.
- Utilizar el RB-12 como un raise de extracción en paralelo con RB-09 y dos nuevos raise bores de 2.4m Ø (RB-13 y RB-14)
- Utilizar el RB-12 como un raise de extracción en paralelo con RB-09 y uno de los dos nuevos raise bores de 2.4m Ø (o RB-13 o RB-14).
- Utilizar el RB-12 como un raise de extracción en paralelo con RB-09 y uno de los dos nuevos raise bores de 3.0m Ø (o RB-13 o RB-14).

Cabe hacer Notar que:

1. Solo las vías de extracción utilizaran ventiladores para inducir y distribuir el volumen de aire requerido por OSINERGMIN/DEAA a las respectivas áreas de producción.
2. La Zona Sur puede requerir entre 16,130m<sup>3</sup>/min (~570,000 cfm) y 22,770 m<sup>3</sup>/min (~805,000 cfm), dependiendo de las negociaciones entre El Brocal/OSINERGMIN. Como tal, la consideración de los nuevos raises de la Zona Sur (RB-13 y RB-14) de 3.0m Ø frente al 2.4 planeado era para reducir los costos de operación de ventilación (energía).
3. La consideración de RB-12 como un raise de extracción adicional para la Zona Sur era para reducir los costos de operación (energía) y de capital de desarrollo.

4. Si utilizamos el RB-12 como un raise de extracción en paralelo con el RB-09, cualquiera de los 2 nuevos raise de extracción (o RB-13 o RB-14) eran escenarios sugeridos por El Brocal como medio de reducir los costos de capital de desarrollo. Allison utilizaría el RB-14, por su mejor localización para distribuir los requerimientos de volumen de aire en la Zona Sur.

#### **5.5.2. Prueba de Hipótesis.**

Los parámetros que se implementaron al sistema de ventilación para lograr controlar la polución de gases producto de los equipos de perforación y transporte, las voladuras en las labores de producción se muestran en los siguientes cuadros:

##### **Parámetro de la Variable Dependiente**

**Variable Dependiente:** Controlar la polución en túneles del área de ventilación del proyecto con Definición Conceptual Dimensión Indicador La polución es la contaminación del aire causada por humos, polvos o gases tóxicos en un medio ambiente. Parámetros para controlar la polución dentro de labores de explotación y transporte, La velocidad mínima requerida para diluir y transportar aire viciado es de 0.56 m/s (110 ft/min) y el volumen de aire mínimo requerido es 9.71 m<sup>3</sup> /s.

<i>Variable Dependiente: Controlar la Polución en las labores de explotación y Transporte de la Minas subterránea – Colquijirca-Buenaventura S.A</i>		
<i>Definición Conceptual</i>	<i>Dimensión</i>	<i>Indicador</i>
La Polución es la contaminación del aire causado por humos, polvos tóxicos en el medio ambiente, en labores subterráneos.	Parámetros para controlar la polución del aire dentro de las labores de explotación y desarrollos en minería subterránea.	Decreto supremo 024, y disposiciones, Velocidad mínima para diluir aire viciado es de 0.56 m/s (110 ft/min) y el volumen de aire mínimo requerido es de 9.71 m <sup>3</sup> /sg.

### **Parámetros de la Variable Independiente**

**Variable Independiente:** Implementación del Sistema de Ventilación

**Definición Conceptual** Sistema de ventilación auxiliar de tipo impelente. Tiene como objetivo proporcionar la cantidad de aire necesario para diluir y transportar el aire contaminado hacia superficie, proporcionar aire fresco para el personal que labora dentro de una mina o

**Características de aire fresco.** A 4500 msnm: La presión es 61969.92 Pa. Densidad es 0.823 kg/m<sup>3</sup>. Temperatura es -10.74 °C. Ductos de ventilación. Velocidad del aire, 20.99 m/s. Diámetro de ducto 32" x 32", espesor de 1/20" Ventilador auxiliar, tipo axial. La tasa de volumen de aire que entrega al sistema 13.34 m<sup>3</sup> /s. Material del ventilador, mangas de polietileno. alta resistencia, antiadherente, imprimación especial. Hélice de alto rendimiento, material fundición de aluminio.



<b>Variable Independiente: Implementación del Sistema de Ventilación mina Colquijirca-Buenaventura. S.A.</b>		
<b>Definición Conceptual</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>
Sistema de Ventilación auxiliar d tipo impelente, con el objetivo de proporcionar la cantidad de aire necesario para diluir y transportar el aire contaminado a superfide, y proporcionar aire fresco a las labores para el personal dentro de la mina.	Características del aire fresco	A 4500 msnm. La presión es de 61969.92 Pa. Densidad es de 0.823 Kg/m3 Temperatura es -10.74 °C
	Ductos de Ventilación.	Velocidad del aire: 20.99 m/s Diámetro del Ducto 32" x 32" Espesor de 1/20"
	Ventilador Auxiliar tipo axial.	La tasa de volumen de aire que entrega al sistema es de 13.34 m3/sg. Material del ventilador Acero de alta resistencia, protección anticorrosiva, especial, hélice de aluminio de alta resistencia.

## CONCLUSIONES

- 1.- La mina tiene una cobertura de 66.43 % de aire, que significa que falta incrementar 6,617.54 m<sup>3</sup>/min (233,695.78 pies<sup>3</sup>/min) de aire fresco a la mina, para tener una cobertura de 100 % para no tener problemas de ventilación.
- 2.- La ventilación en los tajeos es problemática debido a que no se cuenta con un circuito definido para evacuar el aire contaminado, lo cual ocasiona acumulación de humo y concentraciones de gases que en algunos casos sobrepasan los Límites Máximos Permisibles.
- 3.- Los ventiladores auxiliares instalados en serie y que están ventilando los diferentes tajeos en explotación, están mal instalados, ocasionando recirculación del aire lo que motiva a que el humo generado por los equipos Diesel se acolchone y sea lenta su evacuación.
- 4.- Los circuitos principales de ventilación y que permiten la circulación del aire por las diferentes labores como rampas y cruceros, están trabajando bien, solamente falta hacer una buena distribución del aire fresco por cuanto en algunos casos gran parte de este aire es succionado por los ventiladores extractores.
- 5.- Es necesario comunicar chimeneas principales hacia superficie que lleguen cerca a los tajos en explotación para evitar usar muchos ventiladores secundarios. Se ejecutan estos trabajos como

medida correctiva se deben cambiar algunos circuitos de ventilación, los cuales se describen en el anexo No 1.

También es necesario comunicar chimeneas menores entre niveles, es decir unir niveles inferiores, intermedios y superiores, para facilitar la evacuación del aire usado o contaminado, y encausarlo hacia las chimeneas principales de extracción.

## **RECOMENDACIONES**

Como resultado de las evaluaciones financieras y de ventilación realizadas en la recomienda lo siguiente:

1.- El Brocal debería desarrollar la Galería 1035 de la Zona Norte de Marca Punta Norte, para ser usada como una vía de extracción hacia la operación de superficie Tajo Norte. Al hacer esto, la Galería 1035 debería ser:

- Desquinchada, desde su rampa de intercepción con la galería 990-2 hacia el Tajo Norte, de 2.4m X 2.4m, dimensión actual, hasta un mínimo de 4.9 x 4.9m de dimensión, para permitir un eficiente flujo de aire viciado desde la Zona Norte.
- Puede ser usado como un medio de transporte de mineral hacia la superficie, eliminando de esta manera los humos de los motores diésel de la toma primaria de aire de la Zona Norte.
- Utilizar un sistema de puertas presurizadas, para minimizar la recirculación de aire en la vía de extracción Galería 1035, durante la extracción del mineral hacia la superficie.

2.- El Brocal desarrolle el Escenario de Ventilación 3 en la Zona Sur de Marca Punta donde:

- El Raise bore RB-12 debe operar como un Raise de extracción.
- El RB-09 y los planeados RB-13 y RB-14 de 2.4m de diámetro deben operar en paralelo con el RB-12 como Raise de extracción.

3.- Marca Punta Norte debería operar como una mina con presión negativa, donde el sistema de ventiladores de extracción operara de la siguiente manera:

- CH-1305 Ventilador de Extracción (Zona Norte -Subterráneo).
- Galería 1035 Ventilador de Extracción (Zona Norte -Subterráneo).
- RB-09 Ventilador de Extracción (Zona Sur -Superficie).
- RB-12 Ventilador de Extracción (Zona Sur -Superficie).
- RB-13 Ventilador de Extracción (Zona Sur -Superficie).
- RB-14 Ventilador de Extracción (Zona Sur -Superficie).

4.- Se debe tener en cuenta de acuerdo a las mediciones descritas lo siguiente:

- Cuatro (4) ventiladores no tienen número de referencia.
- Uno (1), localizado en el RB-04, el ventilador no tiene placa de fabricante. Esta información del fabricante es importante para asegurar que los ventiladores cumplan sus puntos de trabajo y condiciones de operación requeridos. Con seguimiento controlado por el área de ventilación.

## **BIBIOGRAFIA**

- ÁNGELES, C. (1993) Geología, hidrogeología y alrededores. Informe privado Sociedad Minera el Brocal S.A., 39 p.

- ÁNGELES, C. (1999) Revisión de la geología de algunos sectores del distrito minero de Colquijirca. Informe privado Sociedad Minera el Brocal S.A. 15p.
- ÁNGELES, C. (1999) Los Sedimentos Cenozoicos de Cerro de Pasco: Estratigrafía, Sedimentación y Tectónica. Soc. Geol. Perú Vol Jubilar. N° 5. "75 Aniversario Sociedad Geológica del Perú". pp 103 - 117.
- ARROYO, G. (1983) Ocurrencia de Minerales Uraníferos en el yacimiento de Colquijirca. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú N° 72. pp 75-78.
- BAERTL, E. A. (1933-1935) Informe de los sondajes diamantinos 2J, 2H, 2G, X, Y y 2F de San Gregorio, Cerro de Pasco. Informe privado Sociedad Minera el Brocal S.A.
- BARBA, G. (1992) Mapeo Geológico escala 1:2000 del Cerro Marcapunta. Informe privado Sociedad Minera el Brocal S.A., 91 p.
- BENDEZÚ, R. (1997) Características geológicas, mineralógicas y geoquímicas de los yacimientos de Zn - Pb ( $\pm$ Ag) de San Gregorio y Colquijirca emplazadas en unidades sedimentarias en los bordes del sistema epitermal de alta sulfuración de Marcapunta. Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de Ingeniería., 56 p.
- SCHWADE, A. (1942) Minerales de Bismuto en San Gregorio. Informe privado Sociedad Minera el Brocal S.A. 7 p.
- VIDAL, C. (1992 a) Exploraciones por oro en el sur oeste del cerro Marcapunta, distrito minero Colquijirca y Cerro de Pasco. Informe privado Sociedad Minera el Brocal S.A., 26 p.

- VIDAL, C. (1992 b) Reconocimiento Geológico del Proyecto de San Gregorio, distrito minero de Colquijirca – Cerro de Pasco. Informe privado Sociedad Minera el Brocal S.A., 14 p.
- VIDAL, C. et al (1997) Geología y distribución hidrotermal de menas con Au, Cu, Zn, Pb y Ag en el distrito minero de Colquijirca – Pasco. IX Congreso Peruano de Geología., pp. 217 - 219.
- VIDAL, C., MAYTA, O., NOBLE, D.C. & McKEE, E.H. (1984) Sobre la evolución de las soluciones hidrotermales dentro del centro volcánico Marcapunta en Colquijirca, Pasco. Vol. Jubilar Soc. Geol. del Perú., pp. 10 - 14.
- YARINGAÑO, M. et al. (1997) Exploraciones y evaluación de los yacimientos del distrito minero de Colquijirca - Pasco. IX Congreso Peruano de Geología., pp. 231 - 236.

# **ANEXOS**

**CIRCUITOS DE VENTILACIÓN**

**RECOMENDACIONES**



## CIRCUITO PRINCIPAL

1. En la galería 9478 E colocar una puerta de ventilación o en su defecto colocar un tapón hermético siempre y cuando no se utilice estas labores, para evitar que un flujo de  $547.22 \text{ m}^3/\text{min}$  ( $19,324.78 \text{ pies}^3/\text{min}$ ) de aire fresco se pierda y no sea utilizado.
2. En la galería 9368 E pasando la rampa 9366, colocar una puerta de ventilación o un tapón hermético siempre y cuando no se utilicen estas labores, para evitar que se pierda  $292.43 \text{ m}^3/\text{min}$   $10,326.99 \text{ pis}^3/\text{min}$  de aire fresco.
3. Limpiar el acceso a la RB 1 para verificar constantemente la salida de aire usado por esta chimenea. De igual modo limpiar el acceso a la RB No 2.

## CIRCUITO RAMPA 990-1 Y -2

Para implementar este circuito, se debe seguir la secuencia de los trabajos de acuerdo al siguiente orden:

1. Los 02 ventiladores que están trabajando en paralelo succionando aire usado de las rampas 990-1 y 990- 2, y que están ubicados en la galería s/n detrás del Taller Eléctrico, Cambiar el sentido de los ventiladores, es decir estos ventiladores deben inyectar aire fresco a dichas labores. Antes de poner en funcionamiento estos ventiladores, se deben hacer los siguientes trabajos:
  - Retirar las puertas de ventilación que están ubicadas en la galería 382 N para facilitar el ingreso del aire fresco a dichas labores.
  - Retirar el ventilador auxiliar que está ubicado en la chimenea 9847 ubicada en la rampa 1090.
  - Instalar ventiladores auxiliares provistos de mangas de ventilación cerca a la chimenea por donde debe llegar el aire fresco en las rampas 990-1 y 990-2 para ventilar los tajos.
2. Instalar un ventilador en el collar (superficie) de la chimenea 9847 cuya capacidad sea mayor a 100,000 CFM, para succionar el aire usado de retorno de los tajos en las rampas 990.1 y 990-2, al igual que el aire usado que circula por el crucero 3930.

En este circuito el aire fresco que ingresa por la rampa 9426 cuyo flujo es de 2,601.25 m<sup>3</sup>/min (91862.03 pies<sup>3</sup>/min), casi en su totalidad es absorbido por la chimenea de extracción ubicada en la rampa 1406, sin ser aprovechado. Para mejorar la ventilación se deben ejecutar los siguientes trabajos:

- Comunicar un crucero entre ambos paneles, tanto en el lado Este como en el Oeste, de tal manera que este crucero este comunicado a la rampa 1406, para completar el circuito de ventilación.
- Para ventilar los tajeos con ventiladores auxiliares se debe mejorar las instalaciones de los ventiladores enseriados.
- Comunicar una chimenea al nivel intermedio.

#### CIRCUITO GAL - 9187 INTERMEDIO

En este circuito se deben realizar los siguientes trabajos:

- Comunicar una chimenea convencional al nivel superior, para captar aire fresco que está ingresando por la galería 1364.
- Retirar el ventilador instalado en la chimenea 1145 que toma aire usado y de mala calidad.
- La salida de aire usado deberá ser por la chimenea 1195.

**ANEXO 2**  
**DATOS DE TIEMPO**

**SOCIEDAD MEXICANA LOCAL S.A.A.**

ESTACION	NIVEL	HORA	LUGAR	AREA	VELOCIDAD	FLUJO	FLUJO	T.SECA	T. HUMEDA	H.R
				m <sup>2</sup>	m/min	m <sup>3</sup> /min	pies <sup>3</sup> /min	° C	° C	%
E-1		8.58	Rp-Principal	19.91	180.90	3601.72	127193.27	8.20	7.40	90.00
E-2		9.07	Rp-382N	20.99	36.60	768.23	27129.88	8.60	8.20	94.00
E-3		9.15	GI-382N	26.46	39.90	1055.75	37283.39	15.20	14.60	92.00
E-4		8.01	Tller. Mantto.	13.29	143.90	1912.43	67536.74	16.80	14.80	88.00
E-5		9.40	Rp-9844	23.87	96.60	2305.84	81429.89	13.60	12.40	89.00
E-6		9.50	Rp-9844	24.31	21.87	531.66	18775.35	13.80	13.40	94.00
E-7		9.57	Rp-9700	18.95	73.40	1390.93	49120.14	13.80	13.20	92.00
E-8		10.01	RB-6	11.05	159.55	1763.03	62260.70	14.60	14.20	94.00
E-9		10.21	Rp-9847	20.34	135.60	2758.10	97401.34	15.80	15.40	94.00
E-10		10.43	Rp-990-1	22.45	60.20	1351.49	47727.33	16.80	16.40	94.00
E-11		11.01	GI-990-1	21.62	22.03	476.29	16819.94	18.80	18.20	92.00
E-12		11.23	GI-990-2	23.70	53.73	1273.40	44969.65	16.60	16.40	92.00
E-13		11.41	Rp-990-2	21.10	10.59	223.45	7891.01	17.40	17.00	94.00
E-14		11.55	Rp-9847	16.27	41.70	678.46	23959.51	16.40	15.60	90.00
E-15		12.14	Rp-9774	23.93	93.60	2239.85	79099.34	14.40	13.60	90.00
E-16		12.23	RB-11	19.40	58.60	1136.84	40147.05	13.00	12.40	92.00
E-17		12.31	GI-390	22.32	30.93	690.36	24379.70	13.20	12.80	94.00
E-18		12.37	Rp-390N	18.84	33.09	623.42	22015.67	12.80	12.20	92.00
E-19		12.43	GI-9700E	26.80	22.63	606.48	21417.74	12.80	12.00	90.00
E-20		2.24	GI-9775 supr.	17.26	62.60	1080.48	38156.58	14.80	14.40	92.00
E-21		2.33	Rp-9774	24.87	125.50	3121.19	110223.40	12.40	11.20	89.00
E-22		2.50	Rp-9775-2	19.70	32.58	641.83	22665.97	12.40	11.60	90.00
E-23		2.55	GI-9775-2	18.29	41.43	757.75	26759.64	12.80	12.40	94.00
E-24		3.01	Rp-1195 supr.	18.77	73.80	1385.23	48918.84	11.40	10.80	92.00
E-25		3.40	GI-9775-1	19.40	21.69	420.79	14860.03	12.60	12.20	94.00
E-26		3.56	Rp-9775 infr.	23.80	28.28	673.06	23768.99	12.20	11.40	90.00
E-27		4.14	GI-9775 infr.	20.00	49.05	981.00	34643.62	12.20	11.80	94.00
E-28		4.27	GI-1364N	19.30	67.60	1304.68	46074.25	11.40	10.80	92.00
E-29		4.48	GI-1195 infr.	17.26	244.80	4225.25	149213.01	15.20	14.80	94.00
E-30		4.56	RB-10	23.41	117.00	2738.97	96725.63	15.40	15.20	98.00
E-31		5.10	Rp-1091	22.84	89.70	2048.75	72350.72	13.80	13.00	90.00
E-32		5.27	RB-12	14.69	53.90	791.79	27961.78	11.40	9.60	88.00

E-33		8.05	Rp-390	18.69	144.10	2693.23	95110.30	9.80	7.60	86.00
------	--	------	--------	-------	--------	---------	----------	------	------	-------

ESTACION	NIVEL	HORA	LUGAR	AREA	V	FLUJO	FLUJO	T.SECA	T. HUMEDA	H.R
				m <sup>2</sup>		/min	pies <sup>3</sup> /min	°	° C	%
E-1		8.58	Rp-Principal	19.91	180.50	3601.72	127193.27	8.20	7.40	90.00
E-2		9.07	Rp-382N	20.99	36.60	768.23	27129.88	8.60	8.20	94.00
E-3		9.15	GI-382N	26.46	39.90	1055.75	37283.39	15.20	14.60	92.00
E-4		8.01	Tller. Mantto.	13.29	143.90	1912.43	67536.74	16.80	14.80	88.00
E-5		9.40	Rp-9844	23.87	96.60	2305.84	81429.89	13.60	12.40	89.00
E-6		9.50	Rp-9844	24.31	21.87	531.66	18775.35	13.80	13.40	94.00
E-7		9.57	Rp-9700	18.95	73.40	1390.93	49120.14	13.80	13.20	92.00
E-8		10.01	RB-6	11.05	159.55	1763.03	62260.70	14.60	14.20	94.00
E-9		10.21	Rp-9847	20.34	135.60	2758.10	97401.34	15.80	15.40	94.00
E-10		10.43	Rp-990-1	22.45	60.20	1351.49	47727.33	16.80	16.40	94.00
E-11		11.01	GI-990-1	21.62	22.03	476.29	16819.94	18.80	18.20	92.00
E-12		11.23	GI-990-2	23.70	53.73	1273.40	44969.65	16.60	16.40	92.00
E-13		11.41	Rp-990-2	21.10	10.59	223.45	7891.01	17.40	17.00	94.00
E-14		11.55	Rp-9847	16.27	41.70	678.46	23959.51	16.40	15.60	90.00
E-15		12.14	Rp-9774	23.93	93.60	2239.85	79099.34	14.40	13.60	90.00
E-16		12.23	RB-11	19.40	58.60	1136.84	40147.05	13.00	12.40	92.00
E-17		12.31	GI-390	22.32	30.93	690.36	24379.70	13.20	12.80	94.00
E-18		12.37	Rp-390N	18.84	33.09	623.42	22015.67	12.80	12.20	92.00
E-19		12.43	GI-9700E	26.80	22.63	606.48	21417.74	12.80	12.00	90.00
E-20		2.24	GI-9775 supr.	17.26	62.60	1080.48	38156.58	14.80	14.40	92.00
E-21		2.33	Rp-9774	24.87	125.50	3121.19	110223.40	12.40	11.20	89.00
E-22		2.50	Rp-9775-2	19.70	32.58	641.83	22665.97	12.40	11.60	90.00
E-23		2.55	GI-9775-2	18.29	41.43	757.75	26759.64	12.80	12.40	94.00
E-24		3.01	Rp-1195 supr.	18.77	73.80	1385.23	48918.84	11.40	10.80	92.00
E-25		3.40	GI-9775-1	19.40	21.69	420.79	14860.03	12.60	12.20	94.00
E-26		3.56	Rp-9775 infr.	23.80	28.28	673.06	23768.99	12.20	11.40	90.00
E-27		4.14	GI-9775 infr.	20.00	49.05	981.00	34643.62	12.20	11.80	94.00
E-28		4.27	GI-1364N	19.30	67.60	1304.68	46074.25	11.40	10.80	92.00
E-29		4.48	GI-1195 infr.	17.26	244.80	4225.25	149213.01	15.20	14.80	94.00
E-30		4.56	RB-10	23.41	117.00	2738.97	96725.63	15.40	15.20	98.00
E-31		5.10	Rp-1091	22.84	89.70	2048.75	72350.72	13.80	13.00	90.00
E-32		5.27	RB-12	14.69	53.90	791.79	27961.78	11.40	9.60	88.00
E-33		8.05	Rp-390	18.69	144.10	2693.23	95110.30	9.80	7.60	86.00

**BALANCE DE AII                      A EL BROCAL**

**INGRESO**

ESTACION	LUGAR	CAUDAL(m <sup>3</sup> /min)	CAUDAL(Pies <sup>3</sup> /min)
E-1	Rp-Principal	3601.72	127193.30
E-35	Ch-SD9	683.27	24129.41
E-32	RB-12	791.79	27961.75
E-42	GI-9303 S	554.38	19577.71
E-44	Ch-1530	1560.25	55099.60
E-45	GI-9303	838.77	29620.83
((E-10)+(E-12)-(E-14))	Ch-847	1953.94	69002.61
(E-21)-(E-20)	RB-7	2040.70	72066.50
((E-37)+(E-38)-(E-36))	Ch-100	1070.65	37809.58
		<b>13095.47</b>	<b>462461.28</b>

**SALIDA**

ESTACION	LUGAR	CAUDAL(m <sup>3</sup> /min)	CAUDAL(Pies <sup>3</sup> /min)
E-3	GI-382N	1055.75	37283.39
E-8	RB-6	1763.03	62260.70
E-22	Rp-9775-2	641.83	22665.97
E-23	GI-9775-2	757.75	26759.64
E-24	Rp-1195 supr.	1385.23	48918.84
E-25	GI-9775-1	420.79	14860.03
E-30	RB-10	2738.97	96725.63
E-40	RB-1	1356.99	47921.56
E-60	Rp-1406inf.(RB-9)	<b>3377.52</b>	<b>119275.77</b>
		<b>13497.86</b>	<b>476671.53</b>

## REQUERIMIENTO DE AIRE DE MINA EN BROCAL

1.- Por el número de Homb.

$$217 \text{ H} \times 6 \text{ m}^3/\text{min}/\text{H} = 1302.00 \text{ m}^3/\text{min}$$

2.- Por Equipo Diesel:

Equipo	Cantidad	HP	Factor	HP(resultante)
Scoop	6	270	1	1620
Jumbo	5	78	1	390
Volquetes	12	260	1	3120
Simba	4	78	1	312
Camioneta	4	80	1	320
Camión	3	125	1	375
				6137

$$6137 \text{ HP} \times 3 \text{ m}^3/\text{min}/\text{HP} = 18411.00 \text{ m}^3/\text{min}$$

3.- Por Explosivo:

$$25 \text{ m}^3/\text{min} \times 4 \times 20.44 \text{ m}^2 = 2044.00 \text{ m}^3/\text{min}$$

4.- Necesidad de Aire:

$$19713.00 \text{ m}^3/\text{min}$$

5.- Cobertura:

66.43 %

6.- Déficit:

6617.53 m<sup>3</sup>/min

**PRESENCIA DE GASES DE MINA BROCAL**

FECHA	HORA	LUGAR	GASES				
			O <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub> S	NO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
2.04.14	9.4	Rp-9844	20.8	19	0	0	0.1
	9.5	Rp-9844	20.8	25	0	0	0.11
	9.57	Rp-9700	20.4	23	0	0.2	0.12
	10.21	Rp-9847	20.4	22	0	0.11	0.2
	10.43	Rp-990-1	20.2	41	0	0.3	0.17
	11.01	Gl-990-1	20	44	0	0.2	3.16
	11.23	990-2	20.3	20	0	0.2	0.08
	11.41	990-2	20.1	61	0	0.1	0.11
	11.55	Rp.9847	20.3	20	0	0.3	0.08
	12.14	Rp-9774	20.4	20	0	0.1	0.09
	12.23	RB-11(acceso)	20.8	25	0	0	0.09
	12.31	Gl-390	20.8	17	0	0	0.07
	12.37	Rp-390N	20.8	11	0	0	0.05
	12.43	Gl.9700E	20.8	8	0	0.1	0.06
	2.24	Rp-9775 supr.	20.7	20	0	0	0.08
	2.33	Rp-9774	20.8	2	0	0	0.03
	2.5	Rp-9775-2	20.8	5	0	0.1	0.6
	2.55	Gl-9775-2	20.8	12	0	0	0.08
	3.01	Rp-1195 supr.	20.8	1	0	0	0.06
	3.4	Gl-9775-1	20.8	11	0	0	0.1
	3.56	Rp-9775 infr.	20.8	2	0	0	0.06
	4.14	Gl-9775 infr.	20.8	12	0	0	0.08
	4.27	Gl-1364N	20.8	0	0	0	0.05
	4.48	Gl-1196 infr.	20.8	18	0	0.1	0.12
	4.51	RB-10	20.8	17	0	0	0.11
	5.1	Rp-1091	20.8	25	0	0	0.13
	5.27	RB-12(acceso)	20.8	0	0	0	0.1
3.04.14	8.47	Gl-9847E	20.8	15	0	0	0.12
	8.55	Gl-9369	20.8	8	0	0	0.1
	9.07	RB-1(acceso)	20.8	10	0	0.1	0.07



	10.32	GI-9060	20.8	0	0	0	0.07
	10.38	Rp-1382	20.8	0	0	0	0.04
	10.5	Rp-1345	20.3	31	0	2	27
	11.15	Rp-1384	20.8	7	0	0	0.06
	11.2	Rp-1345	20.1	66	0	0	0.27
	11.23	Rp-1406 supr.	20.8	6	0	0.1	0.07
	11.28	GI-9187 supr.	20.8	8	0	0	0.07
	11.42	GI-9187 supr.	20.8	8	0	0	0.14
	11.55	Rp-1091	20.8	32	0	0	0.14
	12.01	Rp-9103	20.4	32	0	0	0.15
	12.22	GI-1195	20.4	25	0	0	0.15
	12.41	Rp-1091	20.8	7	0	0	0.03
	3.01	Rp-9426	20.8	14	0	0	0.08
	3.05	Rp-9426	20.8	18	0	0	0.08
	3.21	Rp-9426	20.8	5	0	0	0.03

	9.21	Rp-9303S	20.8	11	0	0	0.06
	9.32	GI-9369	20.8	12	0	0.1	0.06
	9.49	Rp-1345S	20.8	0	0	0	0.03
	10.07	Ch-1530(acceso)	20.8	0	0	0	0.03
	10.25	Rp-1345	20.8	0	0	0	0.05

	3.37	Rp-1406 infr.	20.8	14	0	0	0.09
	3.41	GI-9255E	30.8	12	0	0	11
	3.58	GI-9255E	20.8	24	0	0	0.13
	4.11	Rp-9426	20.8	23	0	0	0.1

**DATOS PARA REALIZAR LA SIMULACIÓN DEL FLUJO DE AIRE EN LA MINA  
BROCAL**

INGRESO	VELOCIDAD (m/min)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	COTA (m)	TEMPERATURA	H.	TIPO DE ROCA	TIPO DE SOSTENTO.	GASES				
									O <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub> S	NO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
E-1	180.90	4.78	4.17	3980	8.80	90		Cimbra					
E-35	157.80	3.33	1.30	3990	6.40	94		Shocret					
E-32	53.90	4.77	3.08	3950	11.40	88		Shocret	20.8	0	0	0	0.1
E-42	22.39	5.27	4.61	3950	11.40	92		Shocret	20.8	12	0	0.1	0.06
E-44	88.60	4.37	4.03	3945	7.20	89		Shocret	20.8	0	0	0.1	0.09
E-45	60.30	4.28	3.25	3945	6.20	90		Shocret					
E-10	60.20	4.66	4.53	3910	16.80	94		Shocret	20.2	29	0	0.3	0.07
E-12	53.73	5.18	4.58	3910	16.60	92		Shocret	20.3	20	0	0.2	0.08
E-14	41.70	4.42	3.64	3935	16.40	90		Shocret	20.3	20	0	0.3	0.08
E-21	125.50	4.51	5.52	3920	12.40	89		Shocret	20.8	2	0	0	0.03
E-20	62.60	4.31	4.01	3930	14.80	92		Shocret	20.7	20	0	0	0.08
E-36	17.36	5.64	3.79	4000	7.40	94		Shocret					
E-37	47.49	5.24	3.59	4000	8.40	98		Shocret					
E-38	28.28	5.42	3.57	4005	9.20	98		Shocret	20.8	15	0	0	0.12
<b>SALIDA</b>													
E-3	54.00	7.02	3.77	3900	15.00	92		Shocret					
E-8	163.35	3.99	2.77	3950	14.60	94		Shocret					
E-22	43.00	4.35	4.53	3935	12.40	90		Shocret	20.8	5	0	0.1	0.6
E-23	53.57	4.63	3.95	3935	12.80	94		Shocret	20.8	12	0	0	0.08
E-24	83.40	4.32	4.34	3925	11.40	92		Shocret	20.8	1	0	0	0.06
E-25	26.78	4.43	4.38	3920	1			Shocret	20.8	11	0	0	0.1
E-30	132.00	5.10	4.60	3930	1			Shocret	20.8	17	0	0	0.11
E-40	95.40	3.71	3.73	3970	11.20	92		Shocret	20.8	10	0	0.1	0.07

## **TIEMPO MINIMO DE VENTILACIÓN EN LA MINA BROCAL**

FORMULA:

$$T = 100 \times A \times C / 0.008 \times Q$$

Donde:

A = Constante de formación de gases

A = 0.04

C = Cantidad de explosivo utilizado por guardia (Kg)

Q = Cantidad de aire que ingresa a Mina (m<sup>3</sup>/min)

T = Tiempo de ventilación mínima en minutos

Para nuestro caso:

Tenemos:

### **En Tajo**

Datos:

$$C = 766.60 \text{ Kg.}$$

$$Q = 13095.47 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$T = 100 \times 0.04 \times 766.60 / 0.008 \times 13095.47$$

$$T = 29.27$$

$$T = 30 \text{ Minutos.}$$

### **En frentes:**

Datos:

$$C = 407.38 \text{ Kg.}$$

$$Q = 13095.47 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$T = 100 \times 0.04 \times 407.38 / 0.008 / 13085.47$$

$$T = 1629.52 / 104.76376$$

$$T = 15.55$$

$$T = 16 \text{ minutos.}$$

PLAN DE GESTION ÁREA DE VENTILACION - 2016 - 2017

TIPO ACTIVO	ACTIVIDADES	DESCRIPCION ACTIVIDADES	ENCARGADO	FRECUENCIA	oct-16	nov-16	dic-16	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	TOTAL			
					# Repor. 31	# Repor. 30	# Repor. 31	# Repor. 31	# Repor. 28	# Repor. 31	# Repor. 30	# Repor. 31	# Repor. 30	# Repor. 31	# Repor. 31	# Repor. 30	# Repor. 31	# Repor. 30	# Repor. 31	# Repor. 30	# Repor. 31	# Repor. 31	Repor. 457
OPERATIVO	MONITOREOS	GASES EN LABORES	JRC (ÁREA DE SI	DIARIO																			
		GASES EN EQUIPOS	JRC (ÁREA DE SI	DIARIO	31	30	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	30	31	457	
		VELOCIDADES	JRC (ÁREA DE VIMENSUAL			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	
		TEMPERATURA	JRC (ÁREA DE VIMENSUAL			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	
		VIBRACIONES	JRC (ÁREA DE VIMENSUAL			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	
	EFICIENCIA DEL CIRCUITO PRINCIPAL DE VENTILACIÓN	RECONOCIMIENTO DE FUGAS.(CONDICIÓN DE PUERTAS Y VENTANAS REGULADORAS)	JRC (ÁREA DE VIMENSUAL			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	28	
			JRC (ÁREA DE VIMENSUAL																				
	ESTANDARIZACIÓN	CODIFICACION VENTILACION	JRC (ÁREA DE VIMENSUAL			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	
			JRC (ÁREA DE VIMENSUAL																				
	GESTION	DISEÑO Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN / BALANCE	EVALUACION INTEGRAL	JRC (ÁREA DE VIMENSUAL							1										1	2	
			EVALUACIONES LOCAL	JRC (ÁREA DE VIMENSUAL			2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	58
		PROCEDIMIENTOS (ESTANDARES Y PETS)	REVISIÓN DE PROCEDIMIENTOS	JRC (ÁREA DE VENTILACION)																			
				JRC (ÁREA DE VIMENSUAL			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
		ACTUALIZACIÓN DE PLANOS	ISOMÉTRICOS	JRC (ÁREA DE VIMENSUAL			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
			UNIFILARES	JRC (ÁREA DE VIMENSUAL			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
MANTENIMIENTO Y CALIBRACION		PROGRAMA DE CALIBRACION	JRC (ÁREA DE VIMENSUAL																				
		MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE MONITOREO	JRC (ÁREA DE VIMENSUAL			1															1	2	
SEGUIMIENTO AL MANTENIMIENTO DE VENTILADORES PRINCIPALES		SEGUIMIENTO AL PROCESO REALIZADO POR EL ÁREA DE MANTENIMIENTO EMQSA	JRC (ÁREA DE VENTILACION)			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	
			JRC (ÁREA DE VIMENSUAL																				
CAPACITACIÓN / INDUCCIÓN	PROGRAMA DE CAPACITACIÓN / INDUCCIÓN	JRC (ÁREA DE VIMENSUAL			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15		
		JRC (ÁREA DE VIMENSUAL																					
ASESORIAS EXTERNAS	INFORME SOBRE EL SISTEMA EXTERNA/INTERNA DE VENTILACIÓN Y RECOMENDACIONES DE MEJORA	JRC (ÁREA DE VIMENSUAL																					
		JRC (ÁREA DE VIMENSUAL																					
					69	75	76	76	70	77	74	76	74	76	76	74	76	75	77	1121			

LEYENDA

	Trabajos contemplados por el Reglamento de Seguridad DS N° 024-2016-EM
	Trabajos internos realizados por el Área Ventilación









	<b>FORMULARIO</b>	CODIGO:	
	<b>CALCULO DE CAUDAL DE AIRE NECESARIO</b>	REVISION:	
		APROBADO:	
		PAGINA:	

**MINA MARCAPUNTA NORTE**  
**NOVIEMBRE DEL 2017**

**1.0 PARA EL PERSONAL Y ALTURA (Q1):**

Por cada persona se consumira 0.1 m<sup>3</sup>/seg (6m<sup>3</sup>/min-persona)

Departamento	N° de Trabajadores/guardia	Caudal Requerido	
		m <sup>3</sup> /seg	CFM
Mina	120	12.00	25,426.6
Supervision JRC	10	1.00	2,118.9
Supervision BROCAL	4	0.40	847.6
Personal de Mantenimiento	12	1.20	2,542.7
Visitas	4	0.40	847.6
<b>Total</b>	<b>150</b>	<b>15.00</b>	<b>31,783.2</b>

<b>Sobre los 4000 msnm</b>	<b>15.0</b>	<b>31783.2</b>	<b>Q1</b>
----------------------------	-------------	----------------	-----------

**2.0 PARA EL CARGUIO Y TRANSPORTE (Q2):**

3 m<sup>3</sup>/min-HP Motor

Equipo	Potencia	Capacidad	Cant.	Caudal (106 cfm/HP)	F. S.	Caudal Requerido	
	HP					cfm	m <sup>3</sup> /seg
SCOOP R1600	240		8	203,520	0.70	142,464	67.2
JUMBO AXERA 06	99		0	-	0.11	-	0.0
JUMBO S1D BOOMER	78		4	33,072	0.11	3,638	1.7
AXERA D05	74		1	7,844	0.11	863	0.4
SIMBA S7D	78		2	16,536	0.11	1,819	0.9
SIMBA S7D	96		1	10,176	0.11	1,119	0.5
ALPHA 20 NORMET	145		2	30,740	0.30	9,222	4.4
ROBOLT	74		2	15,688	0.18	2,824	1.3
TORNADOS	145		2	30,740	0.50	15,370	7.3
TORNADOS S2	161		1	17,066	0.50	8,533	4.0
HURON 4	140		1	14,840	0.50	7,420	3.5
TELEHANDLER	100		2	21,200	0.68	14,416	6.8
CAMION DE SERVICIO	125		2	26,500	0.55	14,575	6.9
MOTONIVELADORA	125		1	13,250	0.13	1,723	0.8
CAMIONETA	80		7	59,360	0.62	36,803	17.4
VOLQUETE	260		17	468,520	0.70	327,964	154.8
	<b>2,020</b>		<b>53</b>		<b>Total</b>	<b>588,753</b>	<b>278</b>

**Q2**

**TOTAL DE AIRE REQUERIDO PARA LA VENTILACION (Qt):**

Q1 =	15.0	m <sup>3</sup> /seg	31,783.2	CFM
Q2 =	277.9	m <sup>3</sup> /seg	588,752.6	CFM
Qt =	<b>Q1 + Q2</b>			
Qt =	<b>292.9</b>	<b>m<sup>3</sup>/seg</b>		
	<b>620,536</b>	<b>CFM</b>		

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
----------------	---------------	---------------

	<b>FORMULARIO</b>	CODIGO:	
		REVISION:	
	<b>CALCULO DE CAUDAL DE AIRE NECESARIO</b>	APROBADO:	
		PAGINA:	

**MINA MARCAPUNTA NORTE - ZONA NORTE**  
**NOVIEMBRE DEL 2017**

**1.0 PARA EL PERSONAL Y ALTURA (Q1):**

Por cada persona se consumira 0.1 m<sup>3</sup>/seg (6m<sup>3</sup>/min-persona)

Departamento	N° de Trabajadores/guardia	Caudal Requerido	
		m <sup>3</sup> /seg	CFM
Mina	80	8.00	16,951.0
Supervision JRC	2	0.20	423.8
Supervision BROCAL	1	0.10	211.9
Personal de Mantenimiento	2	0.20	423.8
Visitas	2	0.20	423.8
<b>Total</b>	<b>87</b>	<b>8.70</b>	<b>18,010.5</b>

<b>Sobre los 4000 msnm</b>	<b>8.7</b>	<b>18010.5</b>	<b>Q1</b>
----------------------------	------------	----------------	-----------

**2.0 PARA EL CARGUO Y TRANSPORTE (Q2):**

3 m<sup>3</sup>/min-HP Motor

Equipo	Potencia	Capacidad	Cant.	Caudal (106 cfm/HP)	F. S.	Caudal Requerido	
	HP					cfm	m <sup>3</sup> /seg
SCOOP R1600	240		2	50,880	0.70	35,616	16.8
JUMBO AXERA 06	99		0	-	0.11	-	0.0
JUMBO S1D BOOMER	78		2	16,536	0.11	1,819	0.9
AXERA D05	74		0	-	0.11	-	0.0
SIMBA S7D	78		1	8,268	0.11	909	0.4
SIMBA S7D	96		1	10,176	0.11	1,119	0.5
ALPHA 20 NORMET	145		1	15,370	0.30	4,611	2.2
ROBOLT	74		1	7,844	0.18	1,412	0.7
TORNADOS	145		2	30,740	0.50	15,370	7.3
TORNADOS S2	161		0	-	0.50	-	0.0
HURON 4	140		1	14,840	0.50	7,420	3.5
TELEHANDLER	100		1	10,600	0.68	7,208	3.4
CAMION DE SERVICIO	125		1	13,250	0.55	7,288	3.4
MOTONIVELADORA	125		0	-	0.13	-	0.0
CAMIONETA	80		2	16,960	0.62	10,515	5.0
VOLQUETE	260		6	165,360	0.70	115,752	54.6
	<b>2,020</b>		<b>21</b>		<b>Total</b>	<b>209,039</b>	<b>99</b>
						<b>Q2</b>	

**TOTAL DE AIRE REQUERIDO PARA LA VENTILACION (Qt):**

Q1 =	8.7	m <sup>3</sup> /seg	18,434.3	CFM
Q2 =	98.7	m <sup>3</sup> /seg	209,039.4	CFM
Qt =	<b>Q1 + Q2</b>			
Qt =	<b>107.4</b>	<b>m<sup>3</sup>/seg</b>		
	<b>227,474</b>	<b>CFM</b>		

ELABORADO POR:	REVISADO POR :	APROBADO POR :
----------------	----------------	----------------

	<b>FORMULARIO</b>	CODIGO:	
		REVISION:	
	<b>CALCULO DE CAUDAL DE AIRE NECESARIO</b>	APROBADO:	
		PAGINA:	

**MINA MARCAPUNTA NORTE - ZONA CENTRO**  
**NOVIEMBRE DEL 2017**

**1.0 PARA EL PERSONAL Y ALTURA (Q1):**

Por cada persona se consumira 0.1 m<sup>3</sup>/seg (6m<sup>3</sup>/min-persona)

Departamento	N° de Trabajadores/guardia	Caudal Requerido	
		m <sup>3</sup> /seg	CFM
Mina	6	0.60	1,271.3
Supervision JRC	2	0.20	423.8
Supervision BROCAL	1	0.10	211.9
Personal de Mantenimiento	2	0.20	423.8
Visitas	2	0.20	423.8
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>1.30</b>	<b>2,330.8</b>

Sobre los 4000 msnm	1.3	2330.8	<b>Q1</b>
---------------------	-----	--------	-----------

**2.0 PARA EL CARGUO Y TRANSPORTE (Q2):**

3 m<sup>3</sup>/min-HP Motor

Equipo	Potencia	Capacidad	Cant.	Caudal (106 cfm/HP)	F. S.	Caudal Requerido	
	HP					cfm	m <sup>3</sup> /seg
SCOOP R1600	240		1	25,440	0.70	17,808	8.4
JUMBO AXERA 06	99		0	-	0.11	-	0.0
JUMBO S1D BOOMER	78		1	8,268	0.11	909	0.4
AXERA D05	74		0	-	0.11	-	0.0
SIMBA S7D	78		1	8,268	0.11	909	0.4
SIMBA S7D	96		0	-	0.11	-	0.0
ALPHA 20 NORMET	145		1	15,370	0.30	4,611	2.2
ROBOLT	74		1	7,844	0.18	1,412	0.7
TORNADOS	145		1	15,370	0.50	7,685	3.6
TORNADOS S2	161		1	17,066	0.50	8,533	4.0
HURON 4	140		1	14,840	0.50	7,420	3.5
TELEHANDLER	100		1	10,600	0.68	7,208	3.4
CAMION DE SERVICIO	125		1	13,250	0.55	7,288	3.4
MOTONIVELADORA	125		0	-	0.13	-	0.0
CAMIONETA	80		2	16,960	0.62	10,515	5.0
VOLQUETE	260		3	82,680	0.70	57,876	27.3
	<b>2,020</b>		<b>15</b>		<b>Total</b>	<b>132,175</b>	<b>62</b>
						<b>Q2</b>	

**TOTAL DE AIRE REQUERIDO PARA LA VENTILACION (Qt):**

Q1 =	1.3	m <sup>3</sup> /seg	2,754.5	CFM
Q2 =	62.4	m <sup>3</sup> /seg	132,174.6	CFM
Qt =	<b>Q1 + Q2</b>			
Qt =	<b>63.7</b>	<b>m<sup>3</sup>/seg</b>		
	<b>134,929</b>	<b>CFM</b>		

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
----------------	---------------	---------------

	<b>FORMULARIO</b>		CODIGO:	
	<b>CALCULO DE CAUDAL DE AIRE NECESARIO</b>		REVISION:	
			APROBADO:	
			PAGINA:	

**MINA MARCAPUNTA NORTE - ZONA SUR**  
**OCTUBRE DEL 2017**

**1.0 PARA EL PERSONAL Y ALTURA (Q1):**

Por cada persona se consumira 0.1 m<sup>3</sup>/seg (6m<sup>3</sup>/min-persona)

Departamento	N° de Trabajadores/guardia	Caudal Requerido	
		m <sup>3</sup> /seg	CFM
Mina	34	3.40	7,204.2
Supervision JRC	7	0.70	1,483.2
Supervision BROCAL	4	0.40	847.6
Personal de Mantenimiento	12	1.20	2,542.7
Visitas	4	0.40	847.6
<b>Total</b>	<b>61</b>	<b>6.10</b>	<b>12,077.6</b>

<b>Sobre los 4000 msnm</b>	<b>6.1</b>	<b>12077.6</b>	<b>Q1</b>
----------------------------	------------	----------------	-----------

**2.0 PARA EL CARGUO Y TRANSPORTE (Q2):**

3 m<sup>3</sup>/min-HP Motor

Equipo	Potencia	Capacidad	Cant.	Caudal (106 cfm/HP)	F. S.	Caudal Requerido	
	HP					cfm	m <sup>3</sup> /seg
SCOOP R1600	240		2	50,880	0.70	35,616	16.8
JUMBO AXERA 06	99		2	20,988	0.11	2,309	1.1
JUMBO S1D BOOMER	78		0	-	0.11	-	0.0
AXERA D05	74		0	-	0.11	-	0.0
SIMBA S7D	78		1	8,268	0.11	909	0.4
SIMBA S7D	96		0	-	0.11	-	0.0
ALPHA 20 NORMET	145		1	15,370	0.30	4,611	2.2
ROBOLT	74		1	7,844	0.18	1,412	0.7
TORNADOS	145		1	15,370	0.50	7,685	3.6
TORNADOS S2	161		1	17,066	0.50	8,533	4.0
HURON 4	140		2	29,680	0.50	14,840	7.0
TELEHANDLER	100		1	10,600	0.68	7,208	3.4
CAMION DE SERVICIO	125		2	26,500	0.55	14,575	6.9
MOTONIVELADORA	125		0	-	0.13	-	0.0
CAMIONETA	80		2	16,960	0.62	10,515	5.0
VOLQUETE	260		6	165,360	0.70	115,752	54.6
	<b>2,020</b>		<b>22</b>		<b>Total</b>	<b>223,965</b>	<b>106</b>
						<b>Q2</b>	

**TOTAL DE AIRE REQUERIDO PARA LA VENTILACION (Qt):**

Q1 =	6.1	m <sup>3</sup> /seg	12,925.2	CFM
Q2 =	105.7	m <sup>3</sup> /seg	223,965.3	CFM
Qt =	<b>Q1 + Q2</b>			
Qt =	<b>111.8</b>	<b>m<sup>3</sup>/seg</b>	<b>6707.99</b>	
	<b>236,890</b>	<b>CFM</b>		

ELABORADO POR:	REVISADO POR :	APROBADO POR :
----------------	----------------	----------------



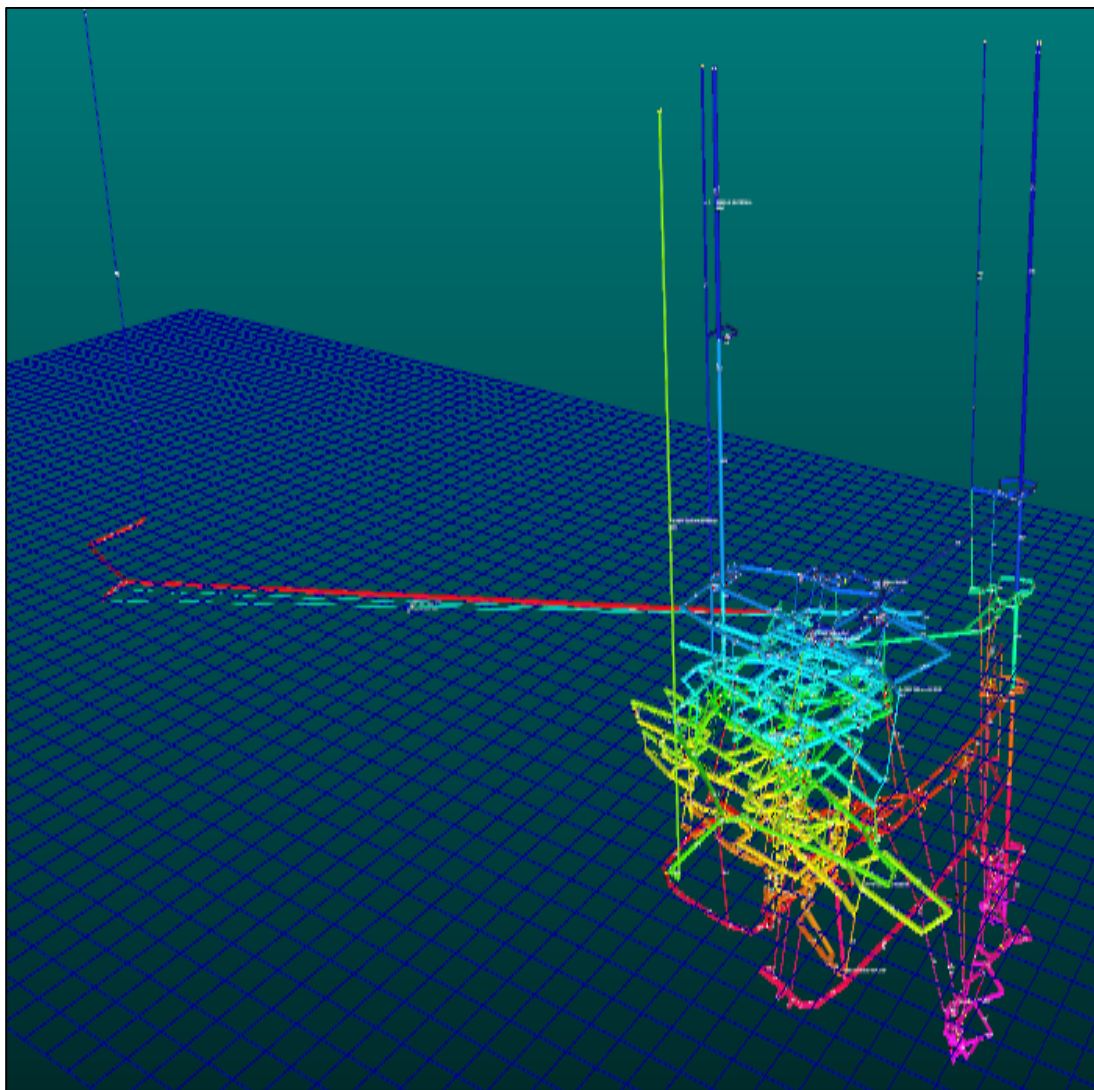
BALANCE GENERAL DE AIRE MINA MARCAPUNTA NORTE NOVIEMBRE DEL 2017				
INGRESO DE AIRE LIMPIO				
Ingresos de Aire	Caudal			
	m³/min	pie³/min	m³/seg	
Total Ingreso de Aire	16,980.4	558,444.3	263.56	
REQUERIMIENTO DE AIRE LIMPIO				
Requerimiento de aire	Caudal			
	m³/min	pie³/min	m³/seg	
Total Necesidades de Aire	17,571.6	620,535.8	292.86	
SALIDA DE AIRE VICIADO				
Salidas de Aire	Caudal			
	m³/min	pie³/min	m³/seg	
Total Salida de Aire	14,528.0	545,750.9	242.13	
COBERTURA DE AIRE				
Cobertura de Ingreso de Aire vs. Necesidades de Aire				90%

BALANCE GENERAL DE AIRE ZONA NORTE - BLOCK 990 NOVIEMBRE DEL 2017				
INGRESO DE AIRE LIMPIO				
Ingresos de Aire	Caudal			
	m³/min	pie³/min	m³/seg	
REQUERIMIENTO DE AIRE LIMPIO				
Necesidades de Aire	Caudal			
	m³/min	pie³/min	m³/seg	
Total Necesidades de Aire	6,441.3	227,473.7	107.36	
SALIDA DE AIRE VICIADO				
Salidas de Aire	Caudal			
	m³/min	pie³/min	m³/seg	
990 II - Ingreso GI.1035/RP.250	926.2	32,708.99	15.44	
Cobertura de Ingreso de Aire vs. Necesidades de Aire				26%

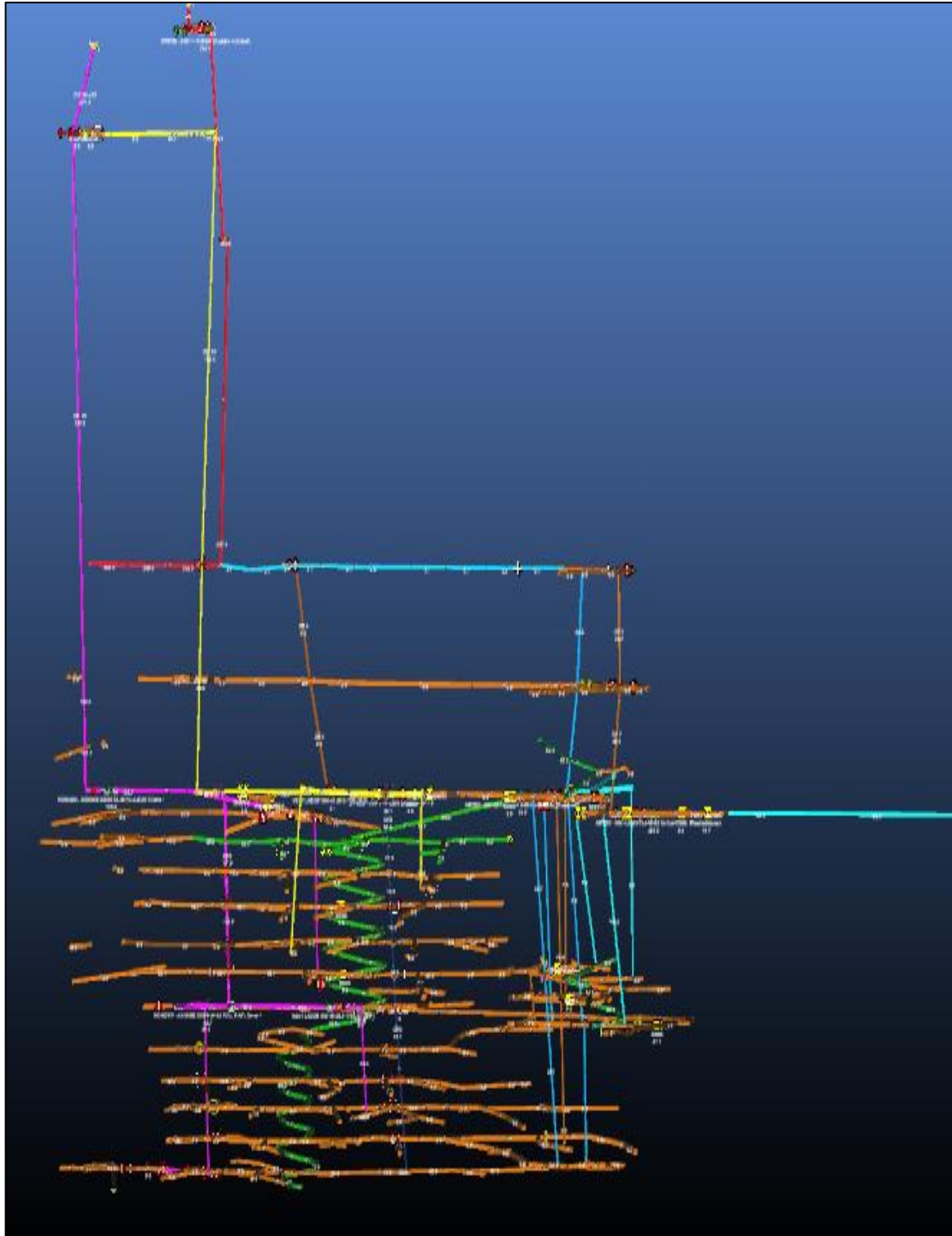
BALANCE GENERAL DE AIRE ZONA CENTRO NOVIEMBRE DEL 2017				
INGRESO DE AIRE LIMPIO				
Ingresos de Aire	Caudal			
	m³/min	pie³/min	m³/seg	
NECESIDADES DE AIRE LIMPIO				
Necesidades de Aire	Caudal			
	m³/min	pie³/min	m³/seg	
Total Necesidades de Aire	3,820.8	134,929.1	63.68	
SALIDA DE AIRE DE RETORNO				
Salidas de Aire	Caudal			
	m³/min	pie³/min	m³/seg	
9382 Entrada de RB 1 - RB 2 - Salida	2,264.9	79,984.58	37.75	
Cobertura de Ingreso de Aire vs. Necesidades de Aire				62%

BALANCE GENERAL DE AIRE ZONA SUR NOVIEMBRE DEL 2017				
INGRESO DE AIRE LIMPIO				
Ingresos de Aire	Caudal			
	m³/min	pie³/min	m³/seg	
NECESIDADES DE AIRE LIMPIO				
Necesidades de Aire	Caudal			
	m³/min	pie³/min	m³/seg	
Total Necesidades de Aire	6,708	236,890.4	111.80	
SALIDA DE AIRE DE RETORNO				
Salidas de Aire	Caudal			
	m³/min	pie³/min	m³/seg	
RB 10	1,489.2	52,590.10	24.82	
RB 10	1,551.8	54,799.15	25.86	
Cobertura de Ingreso de Aire vs. Necesidades de Aire				70%

**ANEXO 3**  
**SIMULACIÓN DEL ESTUDIO DE VENTILACIÓN EN VENTSIM**  
**PLANO DIGITALES DE VENTILACIÓN EN PLANTA**  
**PLANO ISOMETRICO**



- Plano de ventilación zona norte.



- Plano de ventilación zona sur.