



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**

**Diseño De Ventilación Para Evacuar Gases De Voladura En La  
Mina Sheridan Mining Exploration El Combe**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO DE MINAS**

**AUTORES:**

Lizana Enriquez, Josue Julian (orcid:0000-0003-3752-3764)  
Suxe Suxe, Lusby Yasmin (orcid:0000-0002-1110-1400)

**ASESORES :**

Dr. Arango Retamozo, Solio Marino (orcid:0000-0003-3594-0329)  
Dra. Salazar Cabrejos, Rosa Eliana (orcid:0000-0002-1144-2037)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Perforación y Voladura de Rocas

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO-PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

A Dios que siempre está a mi lado en cada momento, a mis padres, mis hermanos y mi mamita Amelia que siempre están conmigo apoyándome en las buenas y las malas. Gracias por sus consejos, por inculcarme valores como la responsabilidad, honestidad, honradez, para ser una excelente persona.

**Yasmin Suxe**

A mis padres, hermanos por su apoyo incondicional durante mi etapa universitaria, son el motivo e inspiración para ser mejor en mi vida personal y profesional.

**Josue Lizana**

## **Agradecimiento**

Agradecemos a Dios por guiarnos y darnos las fuerzas para salir adelante a pesar de los obstáculos que hemos tenido. Asimismo, a los Ingenieros (Solio Arango Retamozo y Javier Salazar Ipanaque) y a la Doctora (Rosa Salazar Cabrejos) por guiarnos y haber sido empáticos durante el desarrollo de nuestro proyecto de investigación.

Agradecimiento a la empresa minera SHERIDAN MINING EXPLORATION EL COMBE E.I.R.L por habernos facilitado los datos necesarios para la realización de nuestro proyecto de investigación, además de las prácticas pre profesionales.

## Índice de Contenido

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice De Tablas.....	v
Índice De Figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. METODOLOGÍA .....	16
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	16
3.2 Variables y operacionalización.....	16
3.3 Población, muestra y muestreo.....	17
3.4 Técnica e Instrumento de recolección de datos .....	18
3.5 Procedimientos.....	19
3.6 Método de análisis de datos.....	20
3.7 Aspectos éticos .....	21
IV. RESULTADOS .....	22
V. DISCUSIÓN .....	45
VI. CONCLUSIONES .....	49
VII. RECOMENDACIONES.....	51
REFERENCIAS .....	52
ANEXOS.....	60

## Índice de Tablas

Tabla 1. Datos para aire total .....	23
Tabla 2. Requerimientos de caudal de aire total.....	29
Tabla 3. Medición de caudal de aire y temperatura. ....	30
Tabla 4. Costo de manga y alcayata para la ventilación. ....	31
Tabla 5. Costo de mano de obra. ....	32
Tabla 6. Costo de implementación de ventilador. ....	33
Tabla 7. Límites máximos permisibles de gases. ....	35
Tabla 8. Precios Unitarios .....	42
Tabla 9. Flujo de caja mensual-capital propio. ....	43
Tabla 10. Resumen de VAN y TIR. ....	43
Tabla 11. Matriz de consistencia. ....	60
Tabla 12: Operalización de variables. ....	61
Tabla 13: Lista de cotejo. ....	62
Tabla 14. Guía de análisis Documental. ....	63
Tabla 15. Instrumento de guía de análisis. ....	64
Tabla 16: Reporte de referencias. ....	65
Tabla 17 Geología de los cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba. Hojas: 15-f, 15-g, 16-g. ....	79
Tabla 18. Determinación del costo unitario de la mano de obra. ....	83

## Índice de Figuras

Figura 1. Plano geológico de Algamarca (Tumialán, P.H, Rios, E. Pérez, J. Vélez, E 1982). .....	38
Figura 2. Diseño de ventilación-Ventsim. ....	40
Figura 3. Toma de apuntes para la medición del caudal de aire. ....	80
Figura 4. Medición de la velocidad de caudal de aire. ....	80
Figura 5. Árbol de problemas. ....	81
Figura 6. Anemómetro Benetech Gm816. ....	81
Figura 7. Cotización de mangas de ventilación. ....	82
Figura 8. Circuito de ventilación en serie y paralelo. ....	83
Figura 9. Ubicación de la mina Sheridan Mining Exploration El Combe. ....	84
Figura 10. Carta de Aceptación. ....	85

## Resumen

En el proyecto de investigación tuvo como objetivo de estudio proponer el diseño de ventilación para la evacuación de los gases producto de la voladura en la mina Sheridan Mining Exploration El Combe. Asimismo, dicho proyecto es de tipo aplicada, el diseño es no experimental. En la cual, se tuvo como resultado que el caudal a 50 m de la entrada principal es de 97.68 m<sup>3</sup>/min. Por otro lado, en la labor Imperio L el caudal con el que cuenta es de 24.95 m<sup>3</sup>/min donde se puede ver que el flujo de aire es deficiente producto que no cumple las normas de acuerdo al Decreto Supremo N.º 024–2016- EM que incluye la última actualización del Decreto Supremo N.º 023 –2017- EM. Donde se concluyó que el caudal de aire que se requiere en la mina es de 480.45 m<sup>3</sup>/min para que se pueda trabajar en un ambiente saludable. Por ello se requiere un ventilador de 25000 CFM en la cual dicho equipo trabaja hasta 1000 m de distancia.

**Palabras clave:** Mangas, flujo de aire, gases, software.

## **Abstract**

In the research project, the objective of the study was to propose the design of ventilation for the evacuation of gases resulting from blasting at the Sheridan Mining Exploration El Combe mine. Also, this project is of an applied type, the design is non-experimental. In which, it was had as a result that the flow at 50 m from the main entrance is 97.68 m<sup>3</sup>/min. On the other hand, in the work Empire L the flow with which it has is 24.95 m<sup>3</sup>/min where it can be seen that the air flow is deficient product that does not meet the standards according to Supreme Decree No. 024-2016-EM that includes the latest update of Supreme Decree No. 023 -2017-EM. Where it was concluded that the air flow required in the mine is 480.45 m<sup>3</sup>/min so that you can work in a healthy environment. Therefore, a 25000 CFM fan is required in which this equipment works up to 1000 m away.

Keywords: Sleeves, airflow, gases, software.

## I. INTRODUCCIÓN

La actividad minera es muy importante ya que sigue siendo un motor de impulso al desarrollo sostenible de las sociedades, la cual genera empleos y un impacto beneficioso en las distintas actividades rentables. Asimismo, en minería subterránea es importante contar con un buen sistema de ventilación para que se pueda laborar en un ambiente sano y a la vez protegiendo a los personales de accidentes y enfermedades.

La presente investigación se desarrolló en la Mina Sheridan Mining Exploration El Combe perteneciente a la concesión minera acumulación Shahuindo. Se encuentra en el centro poblado San Miguel de Algamarca a una altitud de 3300 m.s.n.m. Sus coordenadas son 804281.00E y 9157843.00S en el sistema de Unidad Técnica de Medida (UTM), en la zona 17 con respecto al catastro minero. Se encuentra en el departamento de Cajamarca. El tiempo de Chiclayo hasta la empresa es de 380 km aproximadamente 10 h 8 min, en dicha mina se explota diferentes minerales preciosos como son el oro, plata y óxidos de hierro como son (hematita, magnetita, maghemita).

De esta manera, la realidad problemática que en la Mina Sheridan Mining Exploration El Combe no cuenta con un diseño de ventilación. La mina presenta 5 labores las cuales son la Cuquita, Imperio L, Chinquiquira, Corazón de Jesús y Luz María; solo está en operación 3 labores producto de que no hay suficiente inversión para que trabajen en las demás labores. El caudal de aire que se requiere en la mina es de 480.45 m<sup>3</sup>/min. Asimismo, en el socavón laboran 8 personas en la cual, están expuestas a los gases tóxicos. Esto es provocado durante el laboreo de perforación y voladura donde utilizan emulsión sensibilizado, Emulnor 5000, nitrato de 45%, carmex con fulminantes número 7 generando grandes porcentajes de partículas de polvo, gases asfixiantes como son: NH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, O<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> cuyos límites máximos permisibles son los siguientes: NH<sub>4</sub>(0.5 ppm), CO<sub>2</sub> (5000 ppm), CO (25 ppm), O<sub>2</sub> (19.5%), NO<sub>2</sub> (3 ppm). Estos gases y las partículas de polvo ocasionan problemas de salud en la parte respiratoria de los trabajadores, con consecuencias que pueden ser lamentable como silicosis. Y esto de acuerdo a las

mediciones en campo fueron menores, en la cual se necesita un diseño de ventilación para la evacuación de gas producto por la voladura.

La mina al día saca media tonelada de mineral y desmonte de 10 a 12 toneladas, en la cual la perforación lo realizan con Jack Leg, producto de ello se genera cantidades de polvo que contiene partículas de sílice que produce la enfermedad ocupacional silicosis. Para brindar un ambiente saludable se requiere una ventilación adecuada, en la cual hemos plasmado un diseño de ventilación para que pueda presentar un ambiente saludable. La mina cuenta con solo una entrada, mas no una salida. Utilizan taladros de 8 pies para el avance de rampas, 6 pies para avance subniveles, 4 pies para avance de chimeneas y piques. La mina presenta tres chimeneas de 1.20m x 1.80m. La distancia de Chiniquira es de 200.12 m, el Imperio L de 260 m y Corazón de Jesús de 290 m.

Una de las causas de la ventilación en la mina de Sheridan Mining Exploration El Combe es la empleabilidad de un ventilador de 8 HP del cual no está generando un buen caudal de aire para el laboreo. Trayendo como consecuencias deficiencias, en los trabajadores, al momento de realizar su laboreo, como también enfermedades respiratorias que son causadas producto de los gases tóxicos. Según Llacho y Castro (2020), nos dice que en minería subterránea es fundamental que cuenten con ventiladores mayores en HP para que el caudal de aire sea más eficiente para los trabajadores y aquellos sitios donde se encuentre la maquinaria.

Asimismo, otra de las causas es la falta de un diseño de ventilación debido a que la mina Sheridan Mining Exploration El Combe, no cuenta con una eficiente aireación. Trayendo como consecuencias enfermedades respiratorias, dermatológicas producto de que no existe un buen caudal de aire, dado a ello esto también originaría pérdida económica para la empresa ya que no existiría un buen rendimiento de sus trabajadores. Según Duran (2018), la falta de un diseño de ventilación trae como consecuencia la contaminación del aire como humos, polvos o gases tóxicos en el lugar de trabajo. Los límites sobre el control en el laboreo de voladura y transporte, la rapidez minúscula solicitada sobre disolver y revolver el

flujo de aire contaminado es de 0.56 m/s (110 ft/min) y el volumen de aire minúsculo requerido es 9.71 m<sup>3</sup>/m.

Otra causa es por la ausencia de monitoreos e inspecciones de los gases en la cual es producido por la voladura. Puesto que, donde se ha realizado la investigación no contaba con supervisión encargada de la ventilación. Asimismo, se sabe que, al no contar con los equipos de inspección. Esto traería como consecuencias enfermedades respiratorias, ya que al momento de laborar no se encuentra en un ambiente sano, más bien están expuestos a los gases tóxicos, ocasionando la muerte. Según Seguridad Minera (2020) señala que el llevar a cabo el monitoreo e inspecciones implica tener que desplazarse por todo el lugar para obtener datos usando instrumentos de mano como es el anemómetro y el detector de gases, para que se pueda ver si el lugar de trabajo es saludable para los trabajadores.

Otra causa es el deterioro de las mangas de ventilación que producen fugas de aire y al frente de trabajo no llega la cantidad necesaria y los trabajadores tienen que salir a tomar aire. Esto origina pérdida de tiempo durante la perforación; además cuando se hace la voladura demora mucho en evacuar los gases. Trayendo como consecuencia pérdidas económicas ya que genera más gastos, porque demoran en realizar los trabajos. Como también ocasionaría que los trabajadores renuncien dado que no se sienten seguros al momento de trabajar, ya que no cuenta con un eficiente caudal de aire. Para Vergaray (2017), el deterioro de las mangas de ventilación se origina por el tiempo expuesto de laboreo. Asimismo, las mangas de ventilación son fundamentales ya que se encargan de disolver y mover los gases originados por la voladura.

Asimismo, otra de las causas más relevantes encontradas es el bajo rendimiento laboral debido a la poca eficiencia de ventilación que ingresa en las labores subterráneas, ya que los trabajos de perforación y voladura generan muchos gases tóxicos y esto hace que a los trabajadores les falte la respiración, debido a la falta de caudal de aire. Esto trae como consecuencia tanto pérdidas de ganancias por parte de la empresa, como pérdida de tiempo por parte de los trabajadores producto

de que no llegan a su objetivo plasmado y enfermedades respiratorias. Capchi y Melgar (2019), manifiesta que, el rendimiento de los trabajadores sí influye con respecto a la ventilación que se realiza en las labores. Además, que el rendimiento horario se contrasta de ciertas toneladas métricas con respecto a las galerías y que estas afectan un día sin laborar por el acopio de gases la cual disminuye su producción semanal.

Otra causa es que algunos de sus equipos no están en función, como es la compresora que utilizaban de 350 CFM. En la actualidad están alquilando por horas el aire de una compresora de 900 CFM, a 120 soles la hora por máquina que utilicen en la labor por semana llegan a un precio de S/ 1,680 Soles y al mes S/ 7,200 Soles. Como también en algunos días cuando realizan el disparo para la voladura no sale el mineral. Trayendo como consecuencia pérdidas económicas puesto que invierten un costo elevado para que puedan realizar los trabajos. Según Soto (2018), es importante que los equipos como la compresora, el Scoop, estén en función. Puesto que es primordial para los trabajos de perforación, voladura, carguío y acarreo.

Ante la realidad problemática expuesta, se formula la siguiente interrogante : ¿De qué manera el diseño de ventilación permitirá la evacuación de los gases producto de la voladura en la mina Sheridan Mining Exploration El Combe? Se plantea esta pregunta, porque en las actividades que se realizan como perforación y voladura es fundamental una adecuada ventilación para la eficiencia del trabajador.

El presente informe de investigación se justificó desde un criterio teórico, ya que existe la inexistencia de un diseño de ventilación que sigue siendo un problema sin solución, puesto que esos gases tóxicos ocasionan enfermedades respiratorias y dermatológicas. Esto origina una deficiencia en las labores de los trabajadores. De ahí la importancia de esta investigación es fundamental, ya que desde un punto de vista **práctico** se pretende ejecutar una labor eficaz, e impedir daños posteriores para la salud del personal. Por lo cual dicha investigación ayudó a la comunidad de la población como a la empresa minera, ya que se reduciría el impacto ambiental si logramos ejecutar un buen sistema de ventilación. Por ende, a la empresa minera

se favorece en que se estaría evitando las fuertes sanciones como son las UIT'S, ya que sus trabajadores estarían laborando en un ambiente sano y la polución no afectaría a su salud. Asimismo, se justificó desde un punto metodológico donde nuestra investigación se ejecutó gracias al Software Ventsim ya que nos permitió simular la ventilación en mina subterránea y así poder conceptualizar los datos específicamente.

El objetivo general que plasma esta investigación es proponer el diseño de ventilación para la evacuación de los gases producto de la voladura en la mina Sheridan Mining Exploration El Combe. El primer objetivo específico es realizar la medición del caudal de aire de las labores mineras. Como segundo objetivo específico se pretende identificar los tipos de gases que se producen por voladura teniendo en cuenta los límites máximos permisibles para determinar la evacuación de los gases producidos por voladura y como tercer objetivo específico determinar el diseño de ventilación para evacuar los gases con el software Ventsim. Para ello se ha planteado la siguiente hipótesis: un adecuado diseño de ventilación que permitirá la evacuación de gases para una mejora dentro de los trabajos en mina.

## II. MARCO TEÓRICO

En este informe se ha recolectado antecedentes tanto nacionales, regionales e internacionales para así poder visualizar los resultados a los que han llegado los diferentes autores respecto al diseño de sistema de ventilación para la evacuación de gases producto de la voladura.

Al nivel nacional para Bendezú (2020), en su estudio de “Mejoramiento del sistema de ventilación subterránea de la mina Condor IV, minera El Palacio Del Cóndor S.A.C” tuvo como objetivo determinar el diseño y método de ventilación conveniente, que acceda acrecentar el sistema de ventilación actual en la minera. Cuyo diseño plasmado fue aplicativo, explicativa, experimental. Tuvo como resultado que los aspectos del circuito primordial de la mina Condor IV donde se hicieron mediciones definieron que las condiciones de oxígeno no son completamente normales teniendo un promedio de 18.8% O<sub>2</sub>, incumpliendo con los parámetros permisibles de trabajo del mismo modo la existencia constante del monóxido de carbono y los gases nitrosos. Cuya conclusión es que se diseñó un sistema de ventilación óptimo por medio de la implementación del software de simulación Ventsim generando con este el aumento de la cobertura de aire en el socavón. Esta investigación nos sirvió ya que nos muestra sobre la importancia de un sistema de ventilación y ver cuáles son las deficiencias que se presenta al momento de laborar. Asimismo, con esto evitará que se presente una deficiencia de flujo de aire para las personas que laboran.

Al nivel nacional para Gonzáles, Ortega (2019) y Flores (2019) tuvieron como objetivo determinar el diseño y método de ventilación conveniente, que acceda acrecentar el sistema de ventilación actual de la minera Cuyo diseño plasmado fue aplicada, explicativa, experimental. En su resultado coincidieron que el sistema de ventilación es fundamental ya que se introduce aire fresco a través de conductos con dirección a los otros frentes de labor dentro de mina, en los cuales consienten asegurar un flujo de aire en cantidad y calidad suficientes en todas las labores subterráneas. Asimismo, coinciden con sus conclusiones en donde es que se diseñó un sistema de ventilación óptimo por medio de la implementación del

software de simulación Ventsim donde genera con este el aumento de la cobertura de aire. Esta investigación nos sirvió ya que nos muestra sobre la importancia de un sistema de ventilación y ver cuáles son las deficiencias que se presenta al momento de laborar. Asimismo, con esto evitará que se presente una deficiencia de caudal de aire para los trabajadores.

Según Ibañez (2018), en su trabajo “Diseño del sistema de ventilación en el NV 4050 Veta Don Ernesto Unidad Minera El Porvenir Milpo”, tuvo como objetivo ejecutar el Diseño del Sistema de Ventilación. Cuyo diseño representativo es aplicativo, descriptivo- correlacional, cuasi experimental. Tuvo como resultado del flujo general solicitado conforme a la cifra de individuos, de la utilización de aparatos diésel y por aire viciado va a ser de 90 000 CFM, eligiendo el equipo de 30 000 CFM y otro de 60 000 CFM. Cuya conclusión es que el diseño del sistema de ventilación a utilizar constituye situar un equipo donde el CX 886 W suministrando del flujo saludable al CX 960 N y RA 972 E y el consiguiente de 60 000 CFM situado en la chimenea 930 compensado de aire TJ 590 N, TJ 590 S, RA 086 y el TJ 096 NW. Esta investigación es importante ya que nos muestra sobre los equipos que se utilizan para las diferentes labores subterráneas. En la cual la finalidad es saber elegir qué tipo de ventilación utilizar para que presente un buen caudal de aire.

Asimismo, para Ricse (2021), en su estudio titulado Diseño del circuito de ventilación para evacuar los gases, humo y polvo en suspensión en las labores de la galería principal en la mina artesanal Aurex – Ocapalca, Pasco 2018. Tuvo como objetivo realizar el circuito de ventilación para evacuar los gases, humo y polvo en suspensión de las labores de la galería principal. Cuyo diseño de investigación es aplicadSxa. Tuvo como resultado que la ventilación en las labores de la galería inicial se ejecuta en forma natural para proveer de un ambiente saludable a la galería principal, en la cual se toma que el aire requerido que ingresa a las labores no es eficiente. Cuya conclusión fue que para evacuación los gases se tienen dos opciones: la inicial se basa en integrar las labores mineras mediante chimeneas, y la segunda, que consiga un ventilador de 6 000 CFM lo que tiene un precio horario de los cuatro niveles de 7.863 \$/h. Este informe es fundamental ya que nos permitió estudiar sobre cuánto debe mostrarse para que las personas que laboran puedan

tener un ambiente saludable, libre de gases tóxicos que puedan ser dañino para el sistema respiratorio.

Capchi y Melgar (2020), en su estudio de “Influencia de la Ventilación Mecánica en el rendimiento de los trabajadores y en la Disminución del Índice de Accidentabilidad en la Unidad Minera Peyols Contratistas – La Rinconada, Puno (2019)”. Tuvo como objetivo estudiar la influencia de la ventilación mecánica en el rendimiento del personal. La metodología es de tipo explicativo. Donde tuvo como resultado que en la totalidad de las áreas de trabajo en mina subterránea deberá tener un ambiente libre de aire viciado, conforme a la cantidad de trabajadores. Asimismo, el lugar de laboreo debe tener como mínimo de 19,5% de oxígeno en toda la labor subterránea, surgiendo un progreso en el rendimiento hombres/hora. Cuya conclusión fue donde la ventilación es fundamental sobre el rendimiento del individuo, ya que una eficiente ventilación mejorará 0.24 ton/hora del contorno de los factores de accidentes e incidentes. Esta investigación es fundamental ya que nos sirvió como guía para saber la importancia de la ventilación que se debe presentar durante las labores mineras. Con la finalidad de que se pueda reducir los accidentes e incidentes que se presentan al momento de realizar dicho laboreo.

Para Quispe (2021), en su estudio titulado Optimización del sistema de ventilación con el software Ventsim-design en la zona consuelo i – nivel 2296 de la unidad operativa Alpacay – CIA minera Yanaquihua S.A.C. Su objetivo es optimizar sistema de ventilación. La metodología es de tipo cuantitativa-descriptiva. Tuvo como resultado que, al ejecutar el estudio del sistema del caudal de aire, se encontró una deficiencia del 41% de una intimación de aire saludable de 34 020 CFM y expuso un flujo independiente extenso la cual se hallaba una recirculación de aire viciado del tramo 1 al 2. Cuya conclusión fue donde el sistema de ventilación en relación con el Software Vetsim Design presenta un mejor caudal de aire saludable, en donde reducen la deficiencia de un 41%. Por ende, esto favoreció ya que se reincorporó algunos trabajados que estaban sin laborar producto de que no había un buen flujo de aire. Esta investigación nos sirvió como guía para así poder saber la importancia del tipo de software. Con la finalidad de que al momento que

se realizan los diferentes tipos de labores subterráneas presenten un buen caudal de aire los trabajadores trabajen de una manera más eficiente.

Asimismo, al nivel regional según Guizábalo (2017), en su estudio de “Modelamiento predictivo del caudal de aire para la optimización del sistema de ventilación en el nivel 4093 de la unidad minera Santa Bárbara de Trujillo, 2017”. Tuvo como objetivo ejecutar un sistema de ventilación que acreciente de aumento de aire, reduciendo las horas de 3 a 0.5 horas, personificando el mínimo gasto operante. Cuyo diseño fue aplicada - descriptiva. Tuvo como resultado que la calibración que en el programa respecto al sistema de ventilación logró la mayor similitud entre los datos conseguidos y los resultados simulados de la mina, poseemos la posibilidad de exponer una enérgica similitud con la variable independiente (Q), ya que admite el tipo de la mina en Ventsim. Concluyó que ejecutó un sistema de ventilación beneficiosa a amplio plazo, plasmándola a la situación, números simulados frente a datos de campo, consintiendo de esta forma aprobar la hipótesis plasmada. Esta investigación nos sirvió como guía, dado que nos muestra las características de tipo de ventilación. Con la finalidad de que disminuya la polución que son originados durante el laboreo.

Para Vergaray (2017), en su título de “Optimización del sistema de ventilación de la mina Charito, compañía minera Poderosa S.A”. Tuvo como objetivo establecer el diseño y tipo de ventilación más conveniente, que consienta mejorar el sistema. Cuyo diseño fue descriptivo. Tuvo como resultado que trazó un tipo de ventilación tomando como referencia, lo fundamental de laborar en los frentes de la CR Charito en forma paralela a los de la CR NW. Donde introducen un flujo de aire confortable a 20 000 CFM, de lo exterior de la mina hasta los otros lugares de laboreo. Cuya conclusión es donde el tipo de ventilación de la Mina Charito, fue suficiente impresionante a las permutas por los diferentes aspectos de laboreo. Asimismo, ha sido fundamental utilizar ventilación mecánica o forzada a partir del socavón, para saciar los aspectos de trabajo. Esta investigación nos sirvió como guía puesto que, nos muestra las características de los tipos de ventilación. Todo ello con la finalidad de ver las deficiencias que se presentan al momento de realizar los laboreos. Para que así se pueda evitar accidentes, enfermedades.

Sutty (2016), en su estudio “Influencia de la ventilación mecánica, en el diseño del sistema de ventilación del nivel 4955 Mina Urano S.A.C – Puno”. Tuvo como objetivo establecer la influencia de la ventilación mecánica en el diseño del caudal. La metodología es de tipo básico experimental, donde tuvo como resultado que tanto en los trabajos de ingreso y salida de aire serán independientes, por lo que el circuito matriz de ventilación se compartirá en ramales para que haya una proporción de aire limpio y fresco en las labores donde se esté trabajando. Concluyendo que el caudal necesario es de 33 000 CFM, pero los dos ventiladores que se instaló suman 40 000 CFM, satisfaciendo la ventilación para la galería planeada, como en la cortada de producción. Esta investigación es importante ya que tuvo relación con nuestro objetivo en la cual es comparar los tipos de ventilación. Con la finalidad de saber cuál es el más adecuado para poder implementarlo en mina. Para que así presente una buena eficiencia los trabajadores al momento de laborar.

Raico (2019), en su estudio “Evaluación y optimización del sistema de ventilación del túnel de exploración chaquicocha nivel 3750 – Minera Yanacocha, 2018”. Tuvo como objetivo Analizar y mejorar el sistema de ventilación del túnel de exploración. La metodología es de tipo explicativo, correlacional y transversal. Tuvo como resultado un 90% de aire, por ello se empleó la optimización de ventilación, teniendo en cuenta la Asesoría de Newmont, la cual menciona mejor usa el tipo de succión con ayuda del impelente. Se realizó la colocación de primer ventilador, y tres tipos de equipos auxiliares en la cual han sido del tipo impelente. Cuya conclusión es que el sistema de ventilación principal presenta un caudal de aire del 90%. Puesto que no desempeña con las exigencias referente al caudal dentro del socavón. Esta investigación es fundamental ya que se relacionó con nuestro objetivo principal en la cual es determinar el tipo de ventilación adecuada para las labores mineras. Puesto que señala que en el momento que empieza el trabajo se utilizará equipos con motor petrolero. Teniendo en cuenta la formula siguiente:

$$Q_{TO} = Q_{T1} + Q_{FU}$$

Según la modificatoria del DS N° 023-2017-EM señala que “ $Q_{To}$ ” es el caudal total de la operación, “ $Q_{T1}$ ” es la sumatoria del caudal y “ $Q_{Fu}$ ” es el caudal por fugas.

$$Q_{TR} = F \times N(m^3/min)$$

La modificatoria DS N° 023-2017-EM dice que “ $Q_{Tr}$ ” es el caudal total, “ $F$ ” es el caudal mínimo por cada persona, “ $N$ ” es el número de los trabajadores más numerosos de la guardia.

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

La modificatoria DS N° 023-2017-EM afirma que “ $Q_{Te}$ ” es el caudal por temperatura, “ $V_m$ ” es la velocidad mínima, “ $A$ ” es el área de la labor promedio, “ $N$ ” es el número de los niveles que sean mayor a 23 °C de temperatura.

Asimismo, al nivel internacional según Sarvestani (2021), in his study “Mine ventilation circuits in an underground mine in northern Italy”. Its objective is to determine the discernment to establish the associated participation insecurities in addition to the genesis of dimension, reaching a momentary variability. The design is descriptive, in the result it was obtained that the investigation carried out did not manage to specify the disposition of the liquid, so that its atiburian condensation is below the threshold to find the analytical method used, where the matter appears as not detectable. In relation to the numerical value formulated by this threshold. The conclusion uses the Ventsim Design 5.4 program to simulate the tunnels and learn more about what happens in both the airway and the underground mine tunnel. The aforementioned only level F is in the extraction process, taking into account that, I carried out a simulation of 6 levels (a, b, c, d, e, f) in the mentioned program to identify the amount of air entering approaching level "f". Esta investigación nos ha servido como guía ya que nos muestra las características de los tipos de ventilación. Con a la finalidad de que presente un buen caudal de aire y así se evite los accidentes, enfermedades que se presentan durante los laboreos.

En el trabajo de Aranguren (2017), en su estudio de “Evaluación del sistema de ventilación de la mina el Roble”. En donde su objetivo ha sido ejecutar la estudiar las situaciones existentes del caudal de aire en la minera El Roble. Cuyo diseño representativo ha sido descriptivo, correlacional, tuvo como resultado que las necesidades que consientan mejorar las condiciones de laboreo que se observa perjudicada a varias paradas de un sistema ineficaz del caudal de aire, se produce por desgastes/o errores que de presente una forma en la solución causan no gasto más bien ingresos y conceden la mejora cierta en la productividad y así cumplen los requerimientos nomotéticos y la normatividad vigente De Colombia. En donde concluyó que mostraron y estudiaron los problemas y la falta de aire para las labores de la mina, donde fue por cálculos. Asimismo, de usar el programa Vetsim para simular el sistema y trazar un buen resultado. Esta investigación es importante porque nos mostró las condiciones que se presentan durante las labores mineras. Con la finalidad de poder implementar un tipo de ventilación. Para que así puedan reducir accidentes e incidentes.

Valarezo (2017), en su estudio “Mejoramiento del sistema de ventilación y extracción de material particulado en la empresa Pyceret S.A”. Tuvo como objetivo Mejorar el sistema de ventilación y extracción de material particulado en la empresa con las normas y estándares determinados que sobrellevan a un ambiente saludable y eficiente para trabajar. La metodología es de tipo cuantitativa-descriptiva. Donde tuvo como resultado que cuando el filtro de mangas ya esté instalado esto va a originar una disminución de gases tóxicos, por lo cual se podría ya laborar en un ambiente más sano sin ningún riesgo. Por ende, también se cumplirá con las normas vigentes del País. Cuya conclusión ha sido donde el filtro de mangas selecto va a brindar unas condiciones óptimas respecto a las labores mineras, ya que se reduciría los riesgos y se originaría una buena eficiencia al momento de laboras el personal en la mina. Esta investigación es importante ya que nos mostró las características de los tipos de ventilación. Con la finalidad de ver la capacidad de caudal de aire que pueden presentar cada tipo. Para que así la mina presente un aire saludable y los trabajadores laboren de una manera eficiente.

## **BASES TEÓRICAS**

En el informe se describieron las diferentes teorías que han sido desarrolladas por los diferentes autores de acuerdo a nuestras variables de diseño de ventilación y evacuación de los gases. Para Bendezú (2020), el diseño de ventilación de minas se basa en el abastecimiento de aire saludable para los individuos y diluir la sustracción sobre polución y gases originados por la perforación, voladura, carguío y transporte.

Por ende, para Rebolledo y Reyes (2019) manifiestan que el sistema de ventilación se clasifica en dos tipos, uno impelente y el otro aspirante; donde la función del primer tipo es impulsar el flujo de aire que se encuentra dentro de la manga para luego expulsar el flujo viciado por las galerías en desarrollo. El segundo tipo sirve para extraer el flujo viciado o contaminado. Esta investigación es importante ya que permite poder identificar el tipo de ventilación más adecuado para la mina. Asimismo, esto da como resultado un buen eficiente de caudal de aire.

Además, Sargenton (2018), nos dice que la propuesta del diseño de ventilación se presenta para los trabajos en mina subterránea, con el propósito de que genere un buen caudal de aire para los trabajadores durante el laboreo que realiza en los socavones. Dicha investigación ha servido como guía para poder identificar la importancia del diseño de ventilación dentro de mina subterránea y así poder ver los límites permisibles del caudal de aire.

Asimismo, Yépez (2019) indica que la evacuación de gases es de suma importancia. Para que pueda existir las condiciones adecuadas para los equipos, los trabajadores y eliminar polvo, gases que están en el interior de la mina, sino se lograra ventilar en las labores podrían suceder intoxicaciones, sofocamientos, accidentes, sobrecalentamiento en los equipos. Dicha investigación es fundamental ya que ha servido como guía para poder identificar los tipos de gases que se encuentran el interior de mina.

Por ende, Caxi (2017) nos dice que la evacuación de gases es fundamental que se realice un monitoreo identificando los gases, polvos y humos que se encuentran en el ambiente; también se debe hacer mediciones de gases y estas deben registrarse y comunicarse al personal antes de ingresar a las labores. Producto de algunos son tóxicos y esto origina enfermedades respiratorias hasta producir la muerte. Esta investigación ha servido como guía para poder analizar e identificar sobre los monitoreos de los tipos de gases que se encuentra en la mina subterránea y así ver los límites permisibles de gases que debe existir en el socavón.

Asimismo, para Guevara y Villanueva (2018) nos dicen que sistema de ventilación es primordial para los trabajadores que laboran dentro del socavón, ya que al momento de realizar la voladura expulsa gases tóxicos que son dañinos para la salud. Esta investigación es fundamental porque permite como tener en cuenta que los gases tienen que estar bajo los límites máximos permisibles y los trabajadores laboren en un ambiente saludable.

Según el Decreto Supremo N° 024-2016-EM con su modificatoria D.S N° 023-2017-EM nos plasma las siguientes fórmulas para obtener el caudal de aire requerido para la ventilación de las labores de la mina Sheridan Mining Exploration El Combe, en las cuales son:

Requerimiento de aire total ( $Q_{t0}$ ): es aquel donde se aplica la sumatoria de caudales (número de trabajadores, consumo de madera, temperatura en labores de trabajo y por equipos petroleros) además del caudal de fugas. Por ello se considera determinar el caudal necesario para los diferentes aspectos.

Caudal requerido por número de trabajadores ( $Q_{tr}$ ): mediante esta fórmula se puede obtener el caudal de aire que se requiere para la cantidad de personal necesario para trabajar en una de labor minera a 3300 msnm. El resultado se dará en unidades de  $m^3/min$ .

Caudal requerido por el consumo de madera ( $Q_{Ma}$ ): es necesario saber la producción de la mina (en toneladas métricas húmedas por guardia). Además del

factor de producción de madera considerando lo establecido en el art. 252 del D.S.023-2017 E.M, el cual manifiesta que, si el consumo de madera es del 20% hasta el 40% del total de la producción, el factor de producción debe ser de  $0.60\text{m}^3/\text{min}$ . El resultado se dará en unidades de  $\text{m}^3/\text{min}$ .

Caudal requerido por temperatura en las labores de trabajo ( $Q_{te}$ ): para realizar este cálculo se toma en cuenta la velocidad mínima por el área de la labor promedio multiplicado por el número de nivel de temperatura de la mina, el cual debe ser mayor a  $23^\circ\text{C}$ , de acuerdo al reglamento. En donde dicha temperatura en la mina Sheridan Mining Exploration El Combe E.I.R.L es de  $25^\circ\text{C}$  y su velocidad mínima es de  $30(\text{m}/\text{min})$ . El resultado se dará en unidades de  $\text{m}^3/\text{min}$ .

Caudal requerido por equipo con motor petrolero ( $Q_{eq}$ ): para realizar el cálculo pertinente se debe saber que cada 1000 msnm se toma en cuenta un 10% de HP corregido. Por ende, la mina se encuentra a 3300 msnm y se considera una capacidad de disminución de un 33% de HP normal a trabajar.

Para ello se debe multiplicar 3 veces la capacidad efectiva de potencia, la disponibilidad mecánica promedio de los equipos (%), además del factor de utilización promedio de los equipos. El resultado se dará en unidades de  $\text{m}^3/\text{min}$ .

Caudal requerido por fugas: para el cálculo se considera la sumatoria de los caudales obtenidos anteriormente y multiplicado con un 15%. El resultado se dará en unidades de  $\text{m}^3/\text{min}$ .

Caudal requerido por consumo de explosivos ( $Q_{ex}$ ): en este cálculo es necesario el promedio de las áreas( $\text{m}^2$ ) de las labores por la velocidad mínima según norma en ( $\text{m}/\text{min}$ ), donde finalmente se ha multiplicado por el número de nivel de voladura.

Los cálculos se realizan con la finalidad de obtener los metros cúbicos necesarios los cuales servirán para elegir un equipo de ventilación adecuado en  $\text{m}^3/\text{min}$  necesarios o convertidos a CFM.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

Este informe es de tipo aplicada según su naturaleza porque se propuso un diseño de ventilación adecuada para las labores de la mina Sheridan Mining Exploration El Combe. Según método de contrastación es descriptiva comparativo dado que se comparó el tipo de ventilación aspirante e impelente, para poder ver el diseño de ventilación más adecuada para las labores subterráneas. De acuerdo con Jervis (2020) las investigaciones descriptivas poseen como fin describir la incidencia y las manifestaciones de las variables, para después proponer una opción al problema investigado. Asimismo, el nivel de investigación es de campo ya que se recolectó información de la mina, además de proponer una solución al problema respecto al bajo rendimiento de los trabajadores en mina subterránea para así poder realizar un diseño de ventilación en mina subterránea.

Asimismo, la presente investigación es de diseño no experimental, ya que busca mejorar el rendimiento. Implementando un diseño de ventilación, en la cual se va a describir los tipos de ventilación para poder ver cuál es el más adecuado para el frente de la rampa de 3 m x 3 m. Según Solis (2019) se fundamenta en definiciones, variables, sucesos, contextos en la cual surgen sin la mediación directa del individuo, es decir que no se trastorne el objeto que se va a estudiar.

#### **3.2 Variables y operacionalización**

##### **Diseño de ventilación (Variable independiente)**

Según, Llacho y Vargas (2020), dice que un diseño de un sistema de ventilación depende específicamente del volumen de caudal de aire confortable que se requiere para un apropiado desarrollo de los procesos en minería subterránea.

##### **Evacuación de los gases (Variable dependiente)**

Según, Viza (2016), la evacuación de los gases producidos por la actividad de voladura se refiere como la mejora de la expiración del producto proveniente de

dicha actividad, para que las personas que laboran tengan condiciones termo - ambientales confortables.

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

La población es la mina Sheridan Mining Exploration El Combe. Según Lugo (2020), la población en una investigación es aquel conjunto de elementos necesarios para que se investigue o para estudios.

#### **Criterio de inclusión**

En este criterio se consideró los parámetros que serán utilizados para el diseño de ventilación como son, el tipo de mangas de ventiladores, tipo de roca, caudal de aire, los límites permisibles de gases. Pérez (2017) manifiesta que, el criterio de inclusión son aquellas particularidades que se consideran en los eventuales participantes para una oportuna participación en un estudio.

#### **Criterio de exclusión**

Aquí se basó en aquella actividad que no esté relacionado con el diseño de ventilación. Según Alvarez (2019) el criterio de exclusión es la particularidad de los casos que, aun satisfaciendo los criterios de inclusión, muestran otras peculiaridades que no deberá tener la muestra o en el caso que nunca ingresaron a la investigación.

#### **Muestra**

La muestra es el frente de la rampa principal con una sección de 3m x 3m de la mina Sheridan Mining Exploration El Combe. Según Ordoñez (2019), nos dice que la muestra es una división del conjunto de la población que se encuentra en estudio. Además, es un método indispensable para una investigación que sirve para la recopilación de información. es la empleabilidad de un ventilador

### **3.4 Técnica e Instrumento de recolección de datos**

#### **Técnica de observación**

Se utilizó para ver el diseño de ventilación adecuada para las labores mineras subterráneas. Asimismo, se hizo una visita técnica para observar cómo se encuentra el sistema de ventilación. Según Castellanos (2017), nos dice que la técnica de observación es un método necesario para una investigación cuyo objetivo es de estudiar visualmente a los individuos, fenómenos, objetos, etc. Su propósito es de recaudar la indagación del estudio fundamental o vital.

#### **Técnica del Análisis documental**

En este informe se basó en obtener datos de investigaciones previas de acuerdo a las variables de propuesta de ventilación y las labores en minería subterránea que se realiza en la mina Sheridan Mining Exploration El Combe. Según Sánchez (2016) nos dice que, el análisis documental es un método que mide la adecuación de potenciales documentaciones que plantea para tener como evidencia el cumplimiento del indicador.

Asimismo, la técnica de análisis documental se basó en recopilación de información en la cual van hacer proporcionada por la mina Sheridan Mining Exploration El Combe. Teniendo en cuenta que, es una forma práctica y que funciona como una selección de principios notables sobre una documentación con la finalidad de interpretar su argumento sin equívoco de indagación y precisar puntos de acceso de evidencias documentales.

#### **Lista de cotejo**

Se empleó la lista de cotejo para determinar y analizar la ventilación adecuada para las labores mineras subterráneas de la mina Sheridan Mining Exploration El Combe. Para Pérez (2018), es aquel instrumento que presenta una enumeración

de criterios de un estudio determinado. Donde principalmente se considera si está presente o ausente mediante una escala dicotómica.

### **Guía de análisis documental**

Se basó en recopilar información de trabajos previos para analizar de los diferentes datos obtenidos sobre el proceso de ventilación si está trabajando de una manera eficiente y si cuenta con aire fresco para su laboreo. Según Solís (2017) nos dice que, es la acción con el objetivo de elegir las ideas explicativas necesarias e importantes de un documento con la finalidad de manifestar su argumento sin confusión para rescatar la argumentación.

### **3.5 Procedimientos**

#### **Etapa 1: Planificación de la investigación**

En la primera etapa se describió la realidad problemática que se basó en el bajo rendimiento en las labores subterráneas en la mina Sheridan Mining Exploration El Combe, como también las deficiencias del circuito de ventilación dentro del socavón que son provocados durante el laboreo de perforación y voladura. Considerando el objeto de estudio, las causas y consecuencias. Además de describir el tipo y diseño de investigación, como también la elaboración de la técnica e instrumentos de recopilación de datos.

#### **Etapa 2: Ejecución de la investigación**

La segunda etapa se caracterizó por la ejecución de la investigación en la mina Sheridan Mining Exploration El Combe, es decir, la gestión que se realizó con respecto al ámbito administrativo, en la cual se aplicó los instrumentos como son la lista de cotejo y la guía de análisis documental para llegar a una solución. Teniendo en cuenta las técnicas como son la observación y técnica de análisis documental que se aplicó con el propósito de conseguir la indagación fundamental para los resultados.

### **Etapa 3: Procedimiento, análisis e interpretación de resultados**

La tercera etapa de procesamiento, análisis e interpretación se ordenan los resultados obtenidos mediante tablas para poder comparar los tipos de ventilación en la mina. Los resultados se procesaron a través del método de procesos, ello va a permitir relacionar los objetivos propuestos, con los resultados que se pretenden lograr en la investigación. De la misma forma se aplicó el método analítico-sintético para realizar un análisis del tipo de ventilación más adecuado para las labores mineras que se encuentran dentro del socavón. Puesto que, cada labor debe tener un buen caudal de aire para un mejor rendimiento de los trabajadores. Asimismo, los resultados se discutirán con los antecedentes de la investigación.

#### **3.6 Método de análisis de datos.**

##### **Método analítico-sintético**

En la presente investigación se utilizó el método analítico-sintético; debido a que se realizará un diseño de ventilación para las labores mineras que se encuentran dentro del socavón. Ya que cada labor debe tener un buen caudal de aire para un mejor rendimiento de los trabajadores. Estos datos fueron obtenidos del análisis documental y de la observación de campo, con el propósito de dar solución a la realidad problemática de la investigación.

Según Jiménez y Pérez (2017), el análisis es una forma lógica que viabiliza en descomponer todo en partes y presenta cualidades en sus múltiples relaciones, propiedades y mecanismos. La síntesis es lo contrario puesto que se basa en unir o combinar de las partes previamente analizadas.

##### **Método de procesos**

En el presente informe se aplicó el método de procesos ya que se va a tener en cuenta las técnicas e instrumentos, de acuerdo a nuestros objetivos como es proponer el diseño de ventilación para la evacuación de los gases producto de la

voladura en la mina Sheridan Mining Exploration El Combe. Para ello se tuvo en cuenta este método porque permitirá relacionar los objetivos propuestos, con los resultados que se pretenden lograr en la investigación.

### **3.7 Aspectos éticos**

En el presente proyecto de investigación, según el reglamento implementado por la Universidad César Vallejo sede Chiclayo se tomó en cuenta los siguientes aspectos éticos.

#### **Beneficencia**

Mediante este principio ético se tuvo la responsabilidad moral de poder ver datos que proporcionó la mina Sheridan Mining Exploration El Combe. Dicho beneficio será realizar un diseño de ventilación para evacuar los gases producto de la voladura y así los trabajadores puedan laborar de una manera eficiente, y con esto se evitaría también accidentes y enfermedades para las personas que laboran dentro del socavón.

#### **No maleficencia**

Realizamos el compromiso de ejecutar un correcto uso de los datos brindados por la empresa. Asimismo, terminado el informe serán publicados en el repositorio de la Universidad César Vallejo con el respectivo consentimiento de la empresa.

#### **Justicia**

Mediante este principio se tuvo en cuenta la veracidad de la información otorgada y los resultados obtenidos considerando la ética moral, de manera que no serán alterados ni modificados al momento de entregar la información para obtener un beneficio de ello.

#### **Autonomía**

Es un principio importante que se ve reflejado en las decisiones propias de los investigadores y que no son quebrantados por externos a la hora de realizar una investigación.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Mediciones del caudal de aire.

- **Cálculo de Velocidad de aire m/min.**

En la tabla 3 se recopiló datos con respecto a la velocidad del aire en la mina Sheridan Exploration El Combe. Se empezó a realizar las mediciones desde los 50 m hacia adelante con la cual se ha utilizado el instrumento anemómetro.

Por un lado, de acuerdo a la medición en la parte inicial en donde empezó después de los 50 m, el resultado inicial fue 11.84 m/s en minutos y en metros por minutos vendría hacer 710.4 m/min. Por otro lado, en la mitad de la rampa se tuvo un resultado de 6.36 m/s y en metros por minuto sería 381.6. Finalmente, en la labor de Imperio L se tuvieron unos resultados de mediciones por el método de cigarrillo en la cual fue de 6.27 m/s por minuto sería 376.6 m<sup>3</sup>/min.

#### 4.1.1. Instrumentos de recopilación de datos

Para medir el caudal de aire, teniendo en cuenta los límites máximos permisibles (LMP) por lo que se ha utilizado el instrumento: el anemómetro Benetech Gm816.

#### ✓ **ANEMÓMETRO**

Según OMEGA (2020), es un instrumento para medir el caudal del flujo de aire en un espacio. Para establecer la rapidez, un anemómetro manifiesta el cambio en una propiedad física del fluido.

El anemómetro usado para las mediciones es el anemómetro digital de la marca Benetech GM816, este instrumento tiene un rango de medición de temperatura de 10 hasta 45°C, la medición de la precisión de temperatura es de 2°, su rango de medida es conforme a la velocidad del viento que abarca desde 0.3 hasta 30 m/s. Ver figura 6.

**Tabla 1. Datos para aire total**

Elevación	<b>3300 msnm</b>
Número de trabajadores	<b>8</b>
Producción	<b>12 tn</b>
Niveles de voladura	<b>3</b>
Uso de la madera	<b>40%</b>
Área de la labor	<b>9 m<sup>2</sup></b>

Fuente: elaboración propia

En la tabla 3 se recogió datos de campo para obtener el cálculo de caudal de aire total cuando se manejan y cuando no se usan equipos con motor petrolero, lo cual se ejecutó los siguientes cálculos.

### **Caudal requerido por número de trabajadores.**

#### **Datos**

$Q_{Tr}$  = Caudal total “n” de trabajadores ( $m^3/min$ ).

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

N = # de trabajadores.

$$Q_{Tr} = F \times N \text{ (} m^3/min \text{)}$$

$$Q_{Tr} = 5 \times 8$$

$$Q_{Tr} = 40 \text{ } m^3/min$$

En la mina Sheridan Exploration El Combe, se encuentran laborando 8 personas, según la escala de altitudes; la cantidad de aire está de acuerdo a que dicha mina se encuentra a 3300 msnm. Por ende, esto va aumentar ya que se encuentra a un 70% en la cual será igual a 5  $m^3/min$  de aire requerido para que cada trabajador labore en un buen ambiente de confort.

## **Caudal requerido por consumo de madera**

### **Datos**

$Q_{Ma}$  = Caudal requerido por toneladas de producción ( $m^3/min$ )

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

T= Producción en toneladas métricas húmedas por guardia.

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

$$Q_{Ma} = 12m^3 \times 0.6min$$

$$Q_{Ma} = 7.2 m^3/min$$

La madera es usada en interior mina para las labores que requieren de sostenimiento. El cálculo del consumo es fundamental porque se debe saber que la madera absorbe oxígeno, la cual origina la expulsión de dióxido de carbono. Por ende, el consumo de madera es de 40 %, que de acuerdo a escala establecida según el reglamento en el Decreto Supremo N.º 024–2016- EM. incluye la última actualización del Decreto Supremo N.º 023 –2017- EM, está en el rango de 20 % y 40 % en donde se tiene un factor de producción que equivale a 0.60  $m^3/min$ . Lo cual el caudal requerido para la madera es de 7.2  $m^3/min$ .

## **Caudal requerido por temperatura en las labores de trabajo (QTe)**

### **Datos**

$Q_{Te}$  =Caudal por temperatura ( $m^3/min$ ).

$V_m$  =Velocidad mínima.

A = Área de la labor promedio.

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

### **Labores en función**

Imperio L (1 m x 2m)

Chinquiquira (1.5 m x 1.5 m)

Rampa (3 m x 3 m)

### **Solución**

$V_m$ : 30 m/s

Área: 13.25 m<sup>2</sup>/3

Área= 4.42 m<sup>2</sup> \* 0.9= 3.98 m<sup>2</sup>

$F_{c_g}$  (Factor de corrección geométrica) =0.9

$$Q_{Te} = V_m \times a \text{ (m}^3/\text{min)}$$

$$Q_{Te} = 30 \text{ m/min} \times 3.98\text{m}^2 \times 3$$

$$Q_{Te} = 358.2 \text{ m}^3/\text{min}$$

Para la toma de datos requerido en temperatura se ha tenido en cuenta la temperatura seca °C. La temperatura en interior mina varia de 24°C a 29°C, lo cual se toma en promedio 25°C para el cálculo de caudal de aire. Según el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería. Decreto Supremo N. °024–2016-EM. Incluye la última actualización del Decreto Supremo N.º 023 –2017- EM explica que si se tiene la temperatura seca de 25°C la velocidad mínima es 30 m/min. También se ha tenido en cuenta el área promedio de las 3 labores, en donde este resultado se multiplicó por 0.9 que es el factor de corrección geométrica. El factor de corrección geométrica se utiliza ya que las secciones de las labores no tienen las medidas exactas en todos sus avances.

### **Caudal requerido por equipos con motor petrolero.**

#### **Datos**

$Q_{Eq}$  =Volumen de aire necesario para la ventilación.

HP = Capacidad efectiva de potencia (HP's).

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

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

Datos: Mini Dumper UK2

Potencia de motor: 22 HP

Combustible: Diesel

Capacidad en volumen: 2 m<sup>3</sup>

### Hp corregido

$$Hp = HP - (HP \times \%)$$

$$Hp \text{ corregido} = 22 - (22 \times 0.33)$$

$$HP \text{ corregido} = 14.74 \text{ HP}$$

$$Q_{Eq} = 3 \times HP \times D_m \times F_u \text{ (m}^3/\text{min)}$$

$$Q_{Eq} = 3 \times 14.74 \times 0.7 \times 0.40$$

$$Q_{Eq} = 12.38 \text{ m}^3/\text{min}$$

La mina cuenta con un solo equipo con motor petróleo que es el Mini Dumper, del cual se ha tenido en cuenta su potencia (HP), capacidad de volumen ( $\text{m}^3$ ), disponibilidad mecánica y factor de utilización. Teniendo estos datos se ha realizado el cálculo pertinente. Se tiene en cuenta que la potencia de motor cada 1000 m.s.n.m disminuye un 10% de su capacidad, para ello se ha ejecutado el HP corregido del Mini Dumper. La mina se encuentra a una altitud de 3300 msnm, lo cual la capacidad de potencia disminuye el 33% de su potencia normal a trabajar. El equipo es de 22 HP multiplicado con el porcentaje de HP corregido equivaldría que es de 14.74 HP. Finalmente se debe multiplicar 3 la cual es una constante, por el HP corregido del equipo, por la disponibilidad mecánica promedio y por el factor de utilización promedio del equipo, teniendo como resultado  $12.38 \text{ m}^3/\text{min}$  de caudal requerido.

### Caudal de fugas

#### Datos

$$Q_{t1} = Q_{Tr} + Q_{Te} + Q_{Ma} + Q_{Eq}$$

$$Q_{t1} = 40 \text{ m}^3/\text{min} + 358.2 \text{ m}^3/\text{min} + 7.2 \text{ m}^3 + 12.38 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q_{t1} = 417.78 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q_{Fu} = 15\% \times Q_{t1} \text{ (m}^3/\text{min)}$$

$$Q_{Fu} = 0.15 \times 417.78 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q_{Fu} = 62.67 \text{ m}^3/\text{min}$$

Para calcular el caudal de fugas se aplica una fórmula el cual se debe multiplicar el quince por ciento por el caudal total. Obteniendo que el caudal por fugas es de  $62.67 \text{ m}^3/\text{min}$ . Para calcular el caudal total es necesario aplicar la sumatoria de los caudales antes calculados como son el caudal por trabajadores, caudal por temperatura, caudal por madera y, por último, el caudal de equipos petroleros.

### Requerimiento de aire total

$Q_{To}$  = Caudal total para la operación.

$Q_{T1}$  = La sumatoria de caudal requerido por: a) el número de trabajadores ( $Q_{T1}$ ), b) el consumo de madera ( $Q_{T1Ma}$ ) y c) temperatura en labores de trabajo ( $Q_{Te}$ )

$Q_{Fu}$  = 15% del  $Q_{T1}$ .

$$Q_{To} = Q_{T1} + Q_{Fu}$$

$$Q_{To} = 417.78 \text{ m}^3/\text{min} + 62.67 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q_{To} = 480.45 \text{ m}^3/\text{min}$$

Por lo tanto:

$$1.7 \text{ m}^3/\text{h} = 1 \text{ CFM}$$

$$1.7 \text{ m}^3/\text{h} \times 1 \text{ h } 760 \text{ min} = 0.0283 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$0.0283 \text{ m}^3/\text{min} \longrightarrow 1 \text{ CFM}$$

$$1 \text{ m}^3/\text{min} \longrightarrow x$$

$$X = 1 \text{ m}^3 \times 1 \text{ CFM} / 0.0283 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$X = 35.34 \text{ CFM}$$

Por lo tanto:

$$480.45 \text{ m}^3/\text{min} \times 35.3$$

$$16\,979.103 \text{ CFM}$$

Para hallar el requerimiento de aire total en interior mina se tiene cuenta la sumatoria del caudal requerido (número de trabajadores, consumo de madera, consumo por equipo petrolero y la temperatura en las labores) más el caudal de fuga, obteniendo como resultado  $480.45 \text{ m}^3/\text{min}$  de aire total requerido para un

ambiente de confort. Para poder ver el tipo de ventilador que se requiere en dicha mina el resultado se ha convertido a 16 979.103 CFM. Este resultado indica que se tiene que comprar un ventilador de la cantidad de CFM requeridos totales para que se pueda laborar en un ambiente sano obteniendo mayor rendimiento en el equipo Mini Dumper y que los trabajadores sean más eficientes en sus actividades operacionales.

Medida promedio del caudal de aire, 50 m hacia delante de la entrada principal mina Sheridan Exploration El Combe.

$$Q_I = \frac{11.84 \text{ m}^3}{\text{s}} \times 8.25 \text{ m}^2$$

$$Q_{To} = 97.68 \text{ m}^3 / \text{min}$$

Medida promedio del caudal de aire, Rampa, en la mina Sheridan Exploration El Combe.

$$Q_I = \frac{6.27 \text{ m}^3}{\text{s}} * 3.98 \text{ m}^2$$

$$Q_I = 24.95 \text{ m}^3 / \text{min}$$

Empleando las velocidades de flujos de aire que han sido recopiladas en campo para obtener el caudal de aire que se tiene actualmente; podemos ver que el caudal a 50 m de la entrada principal es de 97. 68  $\text{m}^3 / \text{min}$ , este resultado se obtiene multiplicado 11.84 m/s que es la velocidad promedio por el área de la entrada, que es 8.25  $\text{m}^2$ . Por otro lado, en la Rampa el caudal con el que cuenta es de 24.95  $\text{m}^3 / \text{min}$ , esto se obtiene multiplicando 6.27 m/s por 3.98  $\text{m}^2$  que es el promedio de la suma de áreas entre las tres labores. En conclusión, se puede decir que estos caudales están por debajo del fluido de aire que se debe requerir para que se pueda laborar en un ambiente de confort.

**Tabla 2.** Requerimientos de caudal de aire total

	Caudal (m <sup>3</sup> /min)	Caudal (pies <sup>3</sup> /min)
CONSUMO DE MADERA	7.2 m <sup>3</sup> /min	<b>254.3</b> pies <sup>3</sup> /min
NÚMERO DE TRABAJADORES	8 m <sup>3</sup> /min	<b>282.52</b> pies <sup>3</sup> /min
EQUIPOS PETROLEROS	12.38 m <sup>3</sup> /min	<b>437.3</b> pies <sup>3</sup> /min
FUGAS	62.67 m <sup>3</sup> /min	<b>2 213</b> pies <sup>3</sup> /min
CAUDAL DE TEMPERATURA	358.2 m <sup>3</sup> /min	<b>12 65</b> pies <sup>3</sup> /min
CAUDAL TOTAL	480.45 m <sup>3</sup> /min	<b>16 967</b> pies <sup>3</sup> /min

Fuente: Raico, 2019

En la tabla 2 se puede observar que, los cálculos de los caudales realizados y que requiere para la ventilación de la mina Sheridan Mining Exploration. Se ha podido observar que, el consumo por número de trabajadores es de 40 m<sup>3</sup>/min, el consumo de la madera es 0.6 m<sup>3</sup>/min, el caudal requerido para el equipo con motor diésel es 12.38 m<sup>3</sup>/min, el caudal requerido por temperatura es de 358.2 m<sup>3</sup>/min, el caudal de fugas es 62.67 m<sup>3</sup>/min. Asimismo, el caudal total necesario que se puede observar en la tabla es de 480.45 m<sup>3</sup>/min.

En los cálculos realizados se pudo obtener la cantidad de caudal que requiere para una circulación de aire adecuada. Además, que con ello la ventilación en mina sea más eficiente para que los trabajadores laboren en un ambiente más saludable.

### **Caudal de explosivo**

#### **Datos**

$Q_{Ex}$  = Caudal de aire requerido por consumo de explosivo detonado (m<sup>3</sup>/min).

A =Área promedio de labores (m<sup>2</sup>)

V= Velocidad mínima requerida según norma (m/min).

N = Número de niveles de voladura.

$$Q_{Ex} = 3.98 \text{ m}^2 \times 30 \text{ m/min} \times 3$$

$$Q_{Ex} = 358.2 \text{ m}^3/\text{min}$$

Convertir a CFM

$$358.2 \text{ m}^3/\text{min} \times 35.34$$

$$Q_{Ex} = 12\,658.788 \text{ CFM}$$

EXPLOSIVO	12 658.788 CFM
CAUDAL TOTAL	16 979.103 CFM

De acuerdo a los datos plasmados; el cálculo de explosivo se puede ver que es menor que el caudal total. Por ende, se requiere que se compre un ventilador en la cual esté con la capacidad de 16 979.103 CFM para que haya un eficiente fluido de aire en todas las labores.

**Tabla 3.** Medición de caudal de aire y temperatura.

MEDICIÓN DE CAUDAL DE AIRE Y TEMPERATURA				
Metros	Velocidad del aire (m <sup>3</sup> /seg)	Velocidad del aire (m <sup>3</sup> /min)	Temperatura (°C)	Caudal de aire (CFM)
<b>Bocamina</b>	0.20	11.84	23°C	418.13
<b>0+50</b>	0.11	6.66	24.5°C	235.20
<b>50+100</b>	0.12	7.04	25.5°C	248.62
<b>100+150</b>	0.11	6.3	24°C	222.48
<b>150+200</b>	0.10	6.19	25.5°C	218.60
<b>200+250</b>	0.12	7.41	25°C	261.68
<b>250+300</b>	0.10	6.27	25.4°C	221.423

Fuente: elaboración propia

En la tabla 3 se muestra la medición de caudal de aire y la temperatura de la mina Sheridan Mining Exploration El Combe. Asimismo, la velocidad de aire en bocamina ha sido de 0.20 m<sup>3</sup>/seg donde dicha temperatura fue de 23°C. La medición que se

realizó es de 50m hasta llegar a la Rampa donde se obtuvo 0.10 m<sup>3</sup>/seg en lo cual equivale a 6.27 m<sup>3</sup>/min la temperatura fue de 25.4 °C. La distancia total de la mina es de 300m. Por ende, dichos resultados obtenidos no están de acuerdo al Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería. Decreto Supremo N.°024–2016-EM. Incluye la última actualización del Decreto Supremo N.° 023 –2017-EM dado que hay deficiencia de ventilación y esto genera pérdida económica y enfermedades.

**Tabla 4.** Costo de manga y alcayata para la ventilación.

<b>COSTO DE MANGA Y ALCAYATA PARA LA VENTILACIÓN</b>				
		<b>Precio unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Subtotal</b>
<b>Manga de ventilación</b>	<b>30"</b>	S/189.00	40	S/7,560.00
	<b>Alcayata</b>	S/5.00	500	S/2,500.00
			<b>TOTAL</b>	<b>S/10,060.00</b>

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4 se puede observar los costos de la manga de ventilación y las alcayatas que son necesarias para que se lleve a cabo el diseño y la posible implementación en la mina Sheridan Mining Exploration El Combe. Por ello se consideró el precio unitario y la cantidad requerida para la profundización de la mina.

Asimismo, se puede observar el precio total de la manga de ventilación de 30" es de S/. 7,560.00 soles y de la alcayata es de S/. 2,500.00 soles; y que con ello se podrá finalizar una parte del diseño de ventilación.

**Tabla 5.** Costo de mano de obra.

COSTO DE MANO DE OBRA							
Personal	Cantidad	Pago mensual		Pago por guardia (8 horas)		S./hrs	
<b>Supervisor de Seguridad</b>	1	S/	2,000.00	S/	66.64	S/	8.33
<b>Mecánico Eléctrico</b>	1	S/	1,200.00	S/	40.00	S/	5.00
<b>Ayudante</b>	2	S/	1,500.00	S/	50.00	S/	6.25

Fuente: elaboración propia

En la tabla 5 se visualiza los costos de mano de obra, considerando cantidad de personal, el pago mensual, pago por guardia (8 horas) y el pago por horas. Se puede observar que el personal requerido son el supervisor de seguridad, mecánico eléctrico y al ayudante, para que se realice una implementación de forma correcta y segura de acuerdo a las normas vigentes.

Además, se consideró necesario a un supervisor de seguridad con un pago mensual de S/. 2,000.00 soles, pago por guardia (8 horas) de S/. 66.64 soles y el pago por horas de S/. 8.33 soles; a un mecánico eléctrico con un pago mensual de S/. 1,200.00 soles, pago por guardia (8 horas) de S/. 40 soles y el pago por horas de S/. 5.00 soles; y por último se requiere de 2 ayudantes con un pago mensual de S/. 1,500.00 soles, pago por guardia (8 horas) de S/. 50.00 soles y el pago por horas de S/. 6.25 soles.

**Tabla 6. Costo de implementación de ventilador.**

<b>COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DE VENTILADOR</b>				
<b>CAUDAL TOTAL REQUERIDO</b>		16,967 CFM		
<b>Capacidad del ventilador requerido</b>		25,000 CFM		
<b>Tipo de cambio dólares a soles (24/06/2022)</b>				
3.79				
		<b>Dólares</b>		<b>Soles</b>
<b>Costo de ventilador SODECA</b>		\$ 3,757.30	S/	14,240.17
<b>Costo de Mantenimiento Anual (%)</b>	0.20	\$ 751.46	S/	2,848.03
<b>Costo de mangas de ventilación y accesorios</b>		\$ 2,874.67	S/	10,895.00
<b>Costo de instalación del sistema de ventilación</b>		\$ 2,242.74	S/	8,500.00
<b>Costo energético por año (\$/año)</b>		\$ 1,113	S/	4,218.27
<b>TOTAL</b>		\$ 10,739.17	S/	40,701.47

Fuente: elaboración propia

### Costo energético

$$E = P * TE * \text{costo/Kw}$$

$$E = 2.42kW * 2190 h/año * 0.21kW$$

$$E = 1,113 \$/año$$

E = energía

$$P = \left( \frac{\sqrt{3} * V * I * \text{COS } \varphi * e}{1000} \right) = \left( \frac{\sqrt{3} * 220 * 14.10 * 6.45 * 0.98}{1000} \right) = 2.42 \text{ kW}$$

TE = horas de trabajo.

TE= tiempo efectivo de operación.

Costo/KW= costo de cada kW consumido por cada ventilador.

V= voltaje; voltios.

I = amperaje; amperios.

Cos  $\varphi$  = parámetro eléctrico, 0.87

E = eficiencia del motor es 0.98

En la tabla 6 se muestra los costos del ventilador tanto en soles como en dólares teniendo en cuenta el tipo de cambio. Además, se observa el caudal total requerido

que es de 16,967 CFM, la capacidad del ventilador requerido considerando un porcentaje mayor al 47% para los avances futuros, el costo de ventilador es de \$ 3,757.30 dólares y a soles fue de S/. 14,240.17, el costo de mantenimiento anual se considera el 20% del costo que es de \$ 751.46 dólares y a soles fue de S/. 2,848.03, el costo de mangas de ventilación y accesorios es de \$ 2,874.67 dólares y a soles fue de S/. 10,895.00, el costo de instalación del sistema de ventilación es de \$ 2,242.74 dólares y a soles fue de S/. 8,500.00, el costo energético por año es de \$ 1,113 kW y a soles fue de S/. 4,218.27; y por último el costo total es de \$ 10,739.17 dólares y a soles fue de S/ 40,701.47.

### **Ventajas al emplear el diseño de ventilación**

- ✓ El suministro de aire fresco es importante ya que permite lograr condiciones ambientales y termo-ambientales adecuadas para todo el personal que labore, como también para atender la operación de diversos equipos e instalaciones subterráneas.
- ✓ Mejor eficiencia al momento de laborar.
- ✓ Mayor producción, ya que al momento de laborar los gases se evacuarían más rápido con una eficiente ventilación.
- ✓ Todas las labores empezarán con su trabajo producto de que hay ventilación y los trabajadores se sentirán más seguros.
- ✓ Se incrementa la producción y habría mayor voladura.
- ✓ El personal no tendría accidente por gaseamiento.

### **Antes de la mina**

- ✓ La mina presenta una deficiencia de ventilación.
- ✓ Para que puedan ventilar pagan 120 soles la hora y la eficiencia de caudal de aire es deficiente.
- ✓ Al momento de que realizan la voladura demora mucho tiempo en evacuar los gases.
- ✓ No se realiza monitoreos referentes al caudal de aire ni tampoco de gases.

## Después de la mina

- ✓ Con el diseño de ventilación el caudal de aire será más eficiente para todas las labores.
- ✓ El pago será igual, pero la eficiencia del caudal del aire es mejor.
- ✓ El tiempo de evacuar los gases es menos producto de que el ventilador es de 25000 CFM y esto genera que puedan tener más producción y menos pérdida de tiempo.
- ✓ Se realizó monitoreos semanales para que puedan ver si es que tanto el caudal de aire como de gases están de acuerdo a los límites permisibles según el Decreto Supremo 024- 2017 con su modificatoria 023-2017.

### 4.2. Niveles de concentración de oxígeno, NH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> son permisibles.

Los tipos de gases que se producen por voladura, teniendo en cuenta los límites máximos permisibles para determinar la evacuación de los gases producidos por voladura.

En el área de estudio en la cual se localiza en el centro poblado de San Miguel de Algamarca en la Unidad Minera Sheridan Mining Exploration El Combe. Se ha tomado en cuenta, los límites máximos permisibles de gases emitidos por voladura en el Reglamento De Seguridad Y Salud Ocupacional En Minería DS N° 024-2016-EM en la cual incluye la última actualización del Decreto Supremo N°. 023-2017-EM.

**Tabla 7.** Límites máximos permisibles de gases.

Gases	TWA (Periodo de 8 horas)
<b>NH<sub>4</sub></b>	0.5 ppm
<b>CO<sub>2</sub></b>	5000 ppm
<b>NO<sub>2</sub></b>	3 ppm
<b>CO</b>	25 ppm
<b>NO</b>	25 ppm
<b>O<sub>2</sub></b>	19.5%

Fuente: elaboración propia

En la tabla 7 se realizó una recopilación de datos de los gases que se encuentran dentro de la mina Sheridan Mining Exploration El Combe. Asimismo, de acuerdo a los gases producidos en voladura se ha obtenido que uno de esos gases es el amonio con un límite máximo permisible de 0.5 ppm, el segundo gas es el dióxido de carbono con un límite máximo permisible de 5 000 ppm, el tercer gas es el dióxido de nitrógeno con un límite máximo permisible de 3 ppm, el cuarto gas es el monóxido de carbono y el quinto gas es el monóxido de nitrógeno con el mismo límite máximo permisible de 25 ppm.

En conclusión, se podría decir que los gases producto de la voladura no siempre se va a encontrar por debajo de los límites de exposición ocupacional del DS N° 024-2016-EM en la cual incluye la última actualización del Decreto Supremo N°. 023-2017-EM. Puesto que, algunos de los gases producidos podrían estar por debajo de los límites de exposición ocupacional. Por otro lado, el monóxido de carbono podría estar por encima de los límites de exposición ocupacional.

#### 4.3. Geomorfología.

Es importante el conocimiento geomorfológico de la zona, para poder identificar correctamente las geoformas encontradas como deslizamientos, cárcavas, valles, lenares, quebradas.

##### 4.3.1. Exogeodinámica

###### ✓ **Proceso kárstico**

Durante los deslizamientos subterráneos, se tiene en cuenta que el agua diluye el carbonato de calcio de las rocas sedimentarias, además que se infiltra por las grietas de las bóvedas. Al ingresar en unión con el aire y el gas carbónico, se figura un precipitado en la cual se sedimenta y se solidifica, colgando por la bóveda de la gruta.

#### 4.4. Identificación de la geología.

La identificación de geología se ha plasmado tanto en lo regional como local del centro poblado San Miguel de Algamarca del departamento de Cajamarca de donde se encuentra la mina Sheridan Mining Exploration El Combe.

##### ✓ **Geología Regional**

Según Instituto Geofísico Del Perú (2021), nos dice que el clima de Cajamarca se considera templado, templadamente lluvioso y con amplitud térmica moderada. La media anual de temperatura máxima y mínima es de 21.6°C y 5.6°C.

##### ✓ **Geología Local**

Se encuentra ubicado en la cordillera occidental de los andes, en el Norte del Perú, puntualmente se encuentra en las coordenadas en el sistema de Unidad Técnica de Medida (UTM).

##### **Formación Chimú (Ki-Chim)**

Esta alineación surge al este de Cajamarca, al suroeste de Contumazá, al oeste de San Marcos, en Cajabamba y al oeste de Celendín. Consiste en una variación de areniscas cuarzosas y lutitas en la parte interior. Las areniscas básicamente son de grano mediano a grueso. Presenta un grosor aproximadamente de 600 m. de Arequipa.

##### **Formación Santa (ki- sa)**

Se basa en la intercalación de lutitas, calizas margosas, y areniscas gris oscuras, con un grosor que está entre los 100 y 150 m subrayase a la alineación Chimú e infra yace a Carhuaz. Supuestamente con disconformidad paralela en ambos casos.



cuenta que se han colocado los accesorios (hechos con la misma manga) necesarios de mangas de ventilación para que haya una correcta distribución del caudal inyectado.

En el diseño se consideró un ventilador centrífugo (a priori) de la marca SODECA modelo CBXT-30/28-5.5 y un extractor (a posteriori), para que uno inyecte (impele) y el otro extraiga (repele) el aire viciado. Por ello, se ubicó a 20m de la entrada de bocamina el ventilador de 25 000 CFM (considerando un valor mayor al 47% del caudal requerido) con su respectiva manga de ventilación, sujeta a la basta con la alcayata cada 2 m; y el extractor (considerando el mismo criterio del ventilador) en el diseño se ubicó (dependiendo del avance de las labores) en la chimenea para que no recircule y pueda extraerse el aire viciado hacia afuera.

En conclusión, el ventilador de la marca SODECA se ubicó a 20m de la entrada de bocamina para que facilite el acceso de aire fresco a las labores, y el extractor se consideró para repeler el aire viciado de las labores producto de la voladura. Sin embargo, se ha considerado de como avance las labores se acoplará accesorios de mangas de polietileno ( $200\text{gr}/\text{m}^2$ ) para que se ventile los frentes; la actividad de los equipos (ventiladores y extractor) se realizará a la par para que pueda realizar una ventilación adecuada.

#### 4.6. Proponer un diseño de ventilación.

Para la propuesta de un diseño de ventilación se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

El caudal de aire: se ha recopilado mediciones mediante el anemómetro en donde se ha podido ver que los flujos de aire tanto de ingreso de bocamina hasta llegar al final presentan un deficiente flujo de aire, ya que no está conforme al Decreto Supremo N.º024–2016-EM que incluye la última actualización del Decreto Supremo N.º 023 –2017-EM.

Tipos de gases: se debe tener en cuenta los tipos de gases como son: amonio, dióxido de carbono, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, monóxido de nitrógeno. Para que se pueda ver la evacuación de los gases que son producidos por la voladura mediante el diseño plasmado.

Las labores que se encuentran en la mina, actualmente están laborando solo 3 de las cuales son Chiniquira, Imperio L y Cuquita. Puesto que la muestra de dicho proyecto de investigación es la Rampa y aún no están trabajando dado que la ventilación ahí es muy deficiente producto de que no cuentan con un diseño de ventilación y los equipos que utilizan sus capacidades son bajas.

- **Propuesta del diseño de ventilación mediante el Software Ventsim.**

En la figura 2 se ha propuesto el diseño de la ventilación adecuado para la evacuación de los gases producto de la voladura, considerando las dimensiones de las labores Imperio L de 1 m x 2 m, Chiniquira de 1.5 m x 1.5 m y la Rampa 3 m x 3 m.

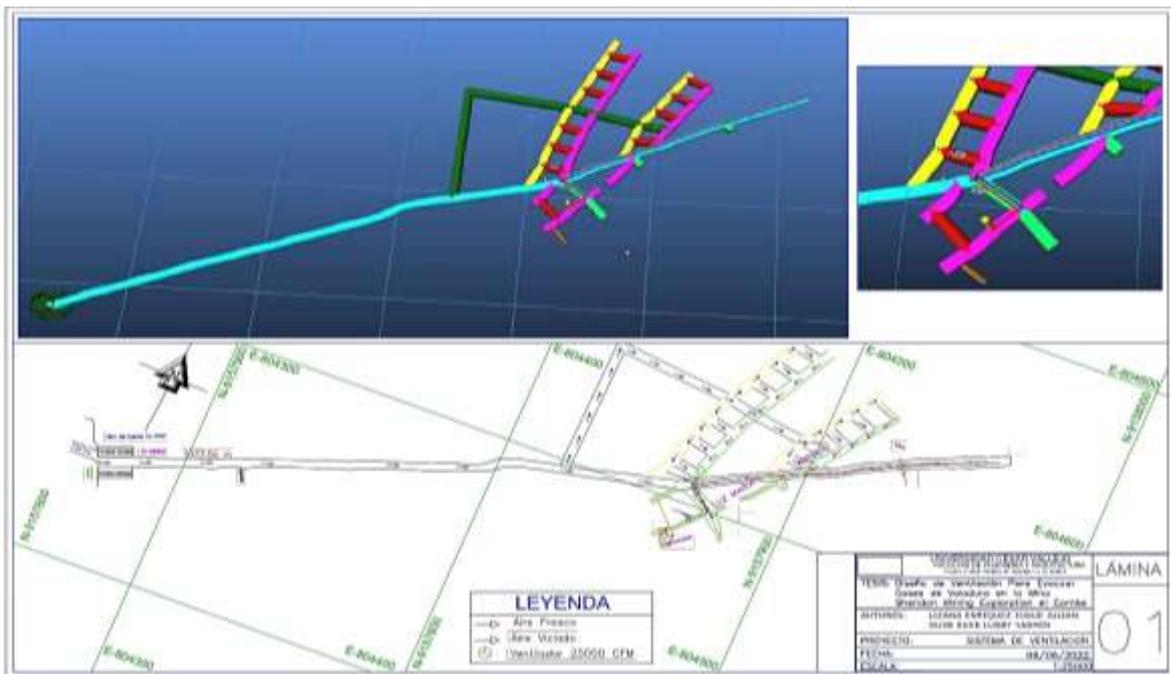


Figura 2. Diseño de ventilación-Ventsim.

Asimismo, el diseño se planteó debido al bajo caudal inyectado por el ventilador de 8 HP colocado en bocamina, y que este conllevaba una deficiente ventilación en

las labores de producción, y por ello, traería como consecuencia pérdidas económicas como humanas si hubiese gaseamiento para la mina Sheridan Mining Exploration El combe.

Por un lado, para la propuesta del diseño de ventilación se consideró los siguientes pasos: primero la data topográfica de la mina, segundo fijar el eje de la labor, tercero importar a ventsim, cuarto paso crear capas para cada tipo de labor, quinto paso dimensionar la sección y por último en configuraciones activar todas las propiedades referentes a la ventilación.

Por otro lado, el diseño propuesto ayudó a mejorar la ventilación para la evacuación de los gases producto de la voladura que por medio del software Ventsim, se pudo observar el recorrido de la inyección de aire y la extracción del aire viciado por medio de las mangas de ventilación.

#### 4.7. Precios Unitarios

En la tabla 8 se puede observar los precios unitarios de mano de obra, en la cual por mano de obra se cancela 101.55 dólares. Asimismo, se ha plasmado el costo de perforación, en donde se ha considerado que la roca es semidura, con una densidad de 2.50 ton/m<sup>3</sup>. Plasmando los costos unitarios, el total a cancelar es 20.08 dólares.

En los cálculos de explosivos por precios unitarios se ha considerado semexsa 65% 7/8 x 7", carmex, mecha rápida y el emulnor de 5000 1" x 16". Donde tiene un costo total de 52.53 dólares. En los implementos y herramientas, se consideró primero implementos de seguridad más el agua, segundo los implementos de seguridad normal y por último herramientas. Con un costo total de 11.61 dólares. Finalmente, para los costos de equipos y ventilación, se ha considerado tanto el ventilador, manga de ventilación, tubos de pvc y alcayatas, tuvo un costo total de 30.77 dólares.

Tabla 8.Precios Unitarios

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

ELABORADO POR :		JOSUE LIZANA - YASMIN SUXE			Rendimiento :	1.0363	0.00	mt : pie
DIMENSIONES :		3.00	X	3.00	Longitud barra :	1.22	4.00	mt : pie
UNIDAD DE MEDIDA :		ML			Eficiencia de Perf. Y Volad.:	85%		%
PARTIDA :		RAMPA						
TIPO DE ROCA:		SEMIDURA			N° taladros perforados :	25		tal / frente
TIPO DE MATERIAL:		ESTÉRIL			N° taladros disparados :	22		tal / frente
INCLUYE :		Perforación, voladura, limpieza			Volumen calculado :	10.97		m3 / disparo
FECHA DE ELABORACIÓN :		Jul-22			Volumen roto :	9.33		m3 / disparo
		0.94	85.00%		Tonelaje roto :	23.32		ton / disparo
			90.00%		Factor de carga :	0.94		Kg / m3
					Velocidad de perforación :			mt / hr
					Horas por guardia :	8.00		Hr / guardia
					Densidad del material :	2.50		ton / m3
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Unidad	P.U.(US\$)	% Incid.	Parcial	SubTotal	TOTAL(US\$)
<b>1.00 MANO DE OBRA</b>								
	Jefe de Seguridad	8.00	hh	5.83	11%	5.19	5.00	
	Mecánico Eléctrico	8.00	hh	1.89	11%	1.68	1.62	
	Maestro Perforista	8.00	hh	4.99	100%	39.91	38.51	
	Ayudante Perforista	8.00	hh	3.30	100%	26.42	25.49	
	Capataz	8.00	hh	5.42	11%	4.82	4.65	
	Jefe de Guardia	8.00	hh	13.13	11%	11.67	11.26	101.55
	Residente	8.00	hh	17.50	11%	15.56	15.01	
<b>2.00 PERFORACIÓN</b>								
	Perforadora	100.00	pp	0.11	100%	10.69	10.31	
	Barra de 4'	100.00	pp	0.06	80%	5.13	4.95	
	Broca cónica 38mm	100.00	pp	0.04	20%	0.77	0.74	
	Aceite de perforación	0.250	gal	10.00	100%	2.50	2.41	
	Manguera de 1"	30.00	ml	0.03	100%	0.75	0.72	
	Manguera de 1/2"	30.00	ml	0.01	100%	0.36	0.35	
	Válvulas de manguera de 1" y 1/2"	2.00	jgo	0.11	100%	0.21	0.21	
	Tee galvanizado 1" y 1/2"	1.00	jgo	0.21	100%	0.21	0.20	
	Abrazaderas de 1" y 1/2"	2.00	jgo	0.10	100%	0.19	0.18	20.08
<b>3.00 EXPLOSIVOS</b>								
	Semexa 65% 7/8" x7"	110.00	cart	0.32		35.26	34.02	
	Carmex	22.00	und	0.69		15.07	14.54	
	Mecha rápida	6.00	m	0.69		4.11	3.97	52.53
	Emulnor de 5000 1" x 16"	120	cart	0.87		104.40	100.74	
<b>4.00 EQUIPOS Y VENTILACIÓN</b>								
	Ventilador	1.00	und	0.75	100%	0.75	0.72	
	Manga de ventilación 30"	1.00	und	31.13	100%	31.13	30.04	30.77
	Tubos de PVC 1 1/2 * mts	3.00	und	4.93	100%	14.79	12.13	
	Alcayatas de 03 cuerpos	1.00	und	4.69	100%	4.69	5.52	
<b>5.00 IMPLEMENTOS Y HERRAMIENTAS</b>								
	Implementos de Seguridad + Agua	2.00	und	2.19	100%	4.39	4.23	
	Implementos de Seguridad Normal	3.00	und	1.79	100%	5.38	5.19	
	Herramientas			2.27		2.27	2.19	11.61
<b>COSTO DIRECTO</b>						<b>US\$/Disp</b>	<b>329.39</b>	<b>204.93</b>
<b>UTILIDAD</b>						<b>US\$/Disp</b>	<b>39.53</b>	<b>24.59</b>
<b>COSTO TOTAL</b>						<b>US\$/Disp</b>	<b>368.92</b>	<b>US\$/ML</b> <b>229.52</b>

Fuente: elaboración propia

#### 4.8. Valor actual neto (VAN) y Tasa interna de retorno (TIR)

Antes que se haya realizado el cálculo del VAN y el TIR se ejecutó los cálculos de precios unitarios de diferentes aspectos como: mano de obra, perforación, explosivos, equipos y ventilación e implementos y herramientas. Posterior a ello se realizó el flujo de caja mensual propio, finalmente el VAN y TIR.

**Tabla 9.** Flujo de caja mensual-capital propio.

FLUJO DE CAJA MENSUAL - CAPITAL PROPIO		
<b>Inversión inicial</b>	5,680.70	USD
<b>Impuesto a la renta</b>	29.5%	
<b>Rendimiento requerido de los accionistas</b>	8.73%	
<b>Costo de la deuda antes de impuestos</b>	0%	
<b>Costo de la deuda después de impuestos</b>	0.0%	
<b>Deuda</b>	0.0%	
<b>Patrimonio</b>	100.0%	

Fuente: elaboración propia

En la tabla 9 muestra el flujo de caja mensual se ha considerado lo siguiente: Primero la inversión inicial el cual fue de \$ 5680.70 dólares que viene a ser el costo del equipo de ventilación, las mangas de ventilación y las alcayatas. Por ende, el segundo punto fue el impuesto a la renta con un 29.5%; como tercer punto se consideró el rendimiento requerido de los accionistas con un porcentaje de 8.73%; el cuarto punto fue de los costos de la deuda antes y después de impuestos con un 0% debido que el capital es propio. Finalmente, el patrimonio es del 100% el cual garantiza la estabilidad económica para la adquisición.

**Tabla 10.** Resumen de VAN y TIR.

<b>Flujo de caja libre acumulado</b>	260,741,904		
<b>VAN</b>	23,121,632.24	21,264,096	
<b>TIR mensual</b>	35%	35%	
<b>TIR anual</b>	35.64 %	30 - 40%	35.64 %
<b>Tasa de Descuento</b>	25%		

Fuente: elaboración propia

En la tabla 10 se realizó el cálculo para encontrar el flujo de caja libre acumulado que no es más que la sumatoria del flujo de caja libre realizado en el lapso propuesto para la implementación. El resultado del VAN ha sido 23'121,632.24 dólares. Donde asimismo para obtener el TIR mensual se calculó la sumatoria del flujo de caja libre con respecto a los meses estimados (18 meses). Para el TIR anual se consideró el porcentaje del TIR mensual más uno elevado a los 12 meses equivalentes a un año menos uno, donde se llegó como resultado 35.64%. Se ha tomado como referencia un 25% como tasa de descuento.

Finalmente, se llegó a la conclusión que el TIR anual es mucho mayor que la tasa de descuento por ende el proyecto es viable, ya que el TIR anual es del 35.64%. Asimismo, el proyecto se ha estimado en un plazo de 18 meses con un tiempo de gracia de 19 meses. En el cual ha consistido que el deudor no debe pagar ninguna cuota del préstamo de interés.

## V. DISCUSIÓN

Con la finalidad de proponer el diseño de ventilación para la evacuación de los gases producto de la voladura en la mina Sheridan Mining Exploration El Combe. De acuerdo a los resultados obtenidos se evidenció que, con un diseño plasmado, en la cual se ha tenido en cuenta el caudal de aire, los límites máximos permisibles de gases y las labores que se encuentran en la mina, se evitaría enfermedades respiratorias, como también de la piel. Puesto que con buen caudal de aire los trabajadores pueden laborar de una manera más eficiente. Donde contrastó con Bendezú (2020), tuvo como objetivo determinar el diseño y método de ventilación conveniente, que acceda acrecentar el sistema de ventilación actual en la minera. Donde concluyó que se ha diseñado un sistema de ventilación óptimo por medio de la implementación del software de simulación Ventsim generando con este el aumento de la cobertura de aire en el socavón. Esta información es fundamental ya que nos permitió ver sobre la importancia del diseño de ventilación para la evacuación de gases.

Asimismo, al realizar la medición del caudal de las labores mineras se demostró que a 50 m de la entrada principal el caudal es de 97.68 m<sup>3</sup>/min. Por otro lado, en la labor Imperio L el caudal es de 24.95 m<sup>3</sup>/min en la cual presenta un deficiente caudal de aire dado que sus mediciones no está conforme al Decreto Supremo N.º 024-2016-EM que incluye la última actualización del Decreto Supremo N.º 023-2017-EM. Además, al efectuar los cálculos con los datos recopilados in situ, se consiguió que el requerimiento de aire cuando se usa equipo petrolero es 480.45 m<sup>3</sup>/min en lo cual equivale a 16 967 pies<sup>3</sup>/min. Por ende, estos caudales realizados a 50 m desde bocamina hasta el final de la mina, se encuentra por debajo del fluido de aire que debe requerir para que se pueda laborar en un ambiente de confort. Asimismo, dicho resultado concuerda con los siguientes autores.

Donde con Suty (2016), tuvo como objetivo establecer la influencia de la ventilación mecánica en el diseño del caudal de aire del nivel 4955 Mina Urano SAC – Puno. Donde concluyó que el caudal necesario es de 33000 CFM, pero los dos ventiladores que se instaló suman 40 000 CFM, satisfaciendo la ventilación para la

galería planeada, como en la cortada de producción. Esta investigación es importante ya que tuvo relación con nuestro objetivo, la cual es comparar los tipos de ventilación. Con la finalidad de saber cuál es el más adecuado para poder implementarlo en mina. Para que así presente una buena eficiencia los trabajadores al momento de laborar.

De acuerdo con Ibañez (2018), tuvo como objetivo ejecutar el Diseño del Sistema de Ventilación. Donde concluyó que utilizó dos ventiladores uno de 30 000 CFM para equipos diésel y otro de 60 000 CFM para aire viciado en diferentes labores. Con estos resultados confirmamos que al emplear un ventilador de mayor capacidad al existente se logró la ventilación eficiente. Esta investigación es importante ya que nos muestra sobre los equipos que se utilizan para las diferentes labores subterráneas. En la cual la finalidad es saber elegir qué tipo de ventilación utilizar para que presente un buen caudal de aire.

Asimismo, dichos trabajos previos si han tenido relación en lo cual ha sido fundamental para poder contrastar con nuestros objetivos plasmados, ya que ambas han tenido la finalidad de poder ver el tipo de ventilación para la evacuación de gases producto de la voladura.

Con respecto a las limitaciones de los investigadores, se ha tenido complicaciones para poder realizar las mediciones del caudal de aire dado que la empresa minera no cuenta con los instrumentos como es el anemómetro y el medidor de gas. Esto origino que alquilemos dichos aparatos y nos llevó días en poder conseguirlo y más porque el lugar del alquiler está lejos de dicha mina.

Asimismo, al identificar los tipos de gases como son: amonio, dióxido de carbono, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, monóxido de nitrógeno producidos en voladura considerando los límites máximos permisibles, se demostró que alguno de los gases podría estar por encima de los límites de exposición según el Decreto Supremo, encontrándose problemas en el lugar de trabajo y ocasionando enfermedades como pérdidas económicas para la mina. Datos que concuerdan con los siguientes autores como Caxi (2017) en donde tuvo como objetivo evaluar el sistema de ventilación en los niveles de explotación de veta Pablo 6, para

determinar si el circuito logra eliminar y controlar los agentes químicos y físicos donde **concluyó** que la evaluación de agentes químicos, no presentan un porcentaje de peligrosidad, caso contrario que si se encuentra concentraciones de monóxido de carbono en la mayoría de frente trabajo y polvo un 11% que no cumple con lo establecido por la normativa.

Para Ricse (2021), tuvo como objetivo realizar el circuito de ventilación para evacuar los gases, humo y polvo en suspensión de las labores de la galería principal en la mina artesanal Aurex - Acopalca, Pasco 2018. Donde concluyo que para evacuar los gases se tienen dos opciones: la inicial se basa en integrar las labores mineras mediante chimeneas, y la segunda, que adquiriera un ventilador de 6 000 CFM lo que tiene un precio horario de los cuatro niveles de 7.863 \$/h. Con estos resultados se pudo reconocer y monitorear los gases que se están en mina es fundamental para que puedan ser expulsados y estar dentro de los límites de acuerdo al Decreto Supremo 024-2016 con su modificatoria 023-2017- EM lo cual así se obtendrá un ambiente saludable para los trabajadores.

Con respecto a las limitaciones de los investigadores, cabe mencionar que si presentaron dificultades dado que se tuvo que alquilar el instrumento y el precio ha sido un poco elevado. La empresa no cuenta con dicho aparato para que realice sus monitoreos.

Estos trabajos previos si han tenido relación ya que se ha podido identificar cuáles son los tipos de gases más fomentados en la mina producto de la voladura.

Con respecto al tercer objetivo, al determinar el diseño de ventilación para evacuar los gases con el software Ventsim. Se demostró que el diseño de ventilación ayudó a mejorar de una manera eficiente la ventilación de las labores debido a la visualización (del recorrido del caudal) y el posicionamiento del equipo. Por ello, se empleó el ventilador centrifugo CBXT-30/28-5.5 de la marca SODECA, el cual tiene un costo de 14,202.59 soles; y para la evacuación de los gases viciados se realizará con el extractor HGB-1250-2 de la marca SOLER & PALAU, el cual tiene un costo de 4,897.15 soles; y la posición de los equipos influye para una óptima ventilación en la mina Sheridan Mining Exploration El Combe. En donde al ser contrastado con Bendezú (2020), en donde tuvo como objetivo determinar el diseño y método de

ventilación conveniente, que acceda acrecentar el sistema de ventilación actual en la minera. En donde concluyó que se diseñó un sistema de ventilación óptimo por medio de la implementación del software de simulación Ventsim generando con este el aumento de la cobertura de aire en la mina.

Asimismo, Quispe (2021), tuvo como objetivo optimizar sistema de ventilación en la zona Consuelo I del nivel 2 296 en la Unidad Minera Alpacay de la CIA Minera Yanaquihua S.A.C. En donde concluyó que el sistema de ventilación en relación con el Software Vetsim presenta un mejor caudal de aire saludable, en donde reducen la deficiencia de un 41%. Por ende, esto favoreció ya que se reincorporó algunos trabajadores que estaban sin laborar producto de que no había un buen flujo de aire. Asimismo, los trabajadores laboran de una manera saludable y con una mejor eficiencia al momento de trabajar, por lo cual se logró también reducir los índices de accidentes producto de los gases tóxicos que se originan en la mina. Asimismo, estos trabajos previos concuerdan ya que está relacionado con nuestro objetivo. Puesto que también han realizado el diseño de ventilación mediante el software Vetsim para que presente un eficiente caudal de aire.

Con respecto a las limitaciones de los investigadores, cabe mencionar que si presentaron dificultades dado que al momento de instalar el Software Vetsim demoraba mucho producto de que el internet estuvo demasiado lento.

## VI. CONCLUSIONES

- Se calculó que la medición del caudal de aire de las labores mineras con el propósito de proponer un diseño de ventilación. En donde se pudo ver que los flujos de aire no están conformes el Decreto Supremo N.º 024–2016- EM que incluye la última actualización del Decreto Supremo N.º 023 –2017- EM. Dado que dicha ventilación en la mina es forzada y su ventilador es muy pequeño y esto ocasiona que el caudal de aire sea deficiente y no ventile hasta el final de la mina. Asimismo, los cálculos se han ejecutado de acuerdo a los parámetros oportunos siendo por fugas, por números de trabajadores, por equipos petroleros, por consumo de madera, por temperatura, por consumo de explosivo, con lo mencionado se consiguió encontrar el caudal total. Donde dichos datos han sido procesados en el software Ventsim. Asimismo, el caudal de aire que se requiere en la mina es de 480.45 m<sup>3</sup>/min para que se pueda trabajar en un ambiente saludable. Por ello se requiere un ventilador de 25000 CFM en la cual dicho equipo trabaja hasta 1000 m de distancia.
- Se identificó los tipos de gases como son NH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, O<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> de la mina Sheridan Mining Exploration El Combe en lo cual se tuvo en cuenta los límites máximos permisibles para determinar la evacuación de los gases producidos por voladura. Se pudo lograr el reconocimiento de los gases que se producen, mediante intervalos de tiempo, permitiendo identificar si el lugar de trabajo cuenta con una atmosfera respirable, así mismo, se corroboró si los trabajadores están trabajando de manera segura. Para ello se tuvo en cuenta el DS N° 024- 2016-EM.
- Se determinó que el diseño de ventilación para evacuar los gases producido por voladura con el software Ventsim, permitió lograr una óptima ventilación de las labores debido a puntos especiales como son: las secciones de las labores, las mangas de ventilación previstas para los equipos de ventilación y extracción, y, por último, la ubicación de los equipos en lugares claves.

- Se propuso el diseño de ventilación para la evacuación de los gases producto de la voladura en la mina Sheridan Mining Exploration El Combe. Se ha tenido en cuenta el caudal de aire, en la cual se ha demostrado que es deficiente dicho flujo de aire y esto está ocasionando pérdidas económicas y con el transcurso del tiempo causará enfermedades a los trabajadores. También se consideró los tipos de gases, para poder ver si es que está por encima de los límites permisibles según el Decreto Supremo y finalmente las labores que están en dicha mina. Puesto que, el diseño de ventilación mediante el Software Vetsim está plasmado para las 5 labores en la cual está incluida nuestra muestra que es la Rampa. Asimismo, dicho diseño permitirá la evacuación de los gases producto de la voladura.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda a futuras investigaciones profundicen respecto al tema de los tipos de gases que se encuentran en dicha mina. En donde realicen monitoreos de gases, para que así puedan ver si sobrepasan los límites permisibles de acuerdo al Decreto Supremo N. °024–2016- EM que incluye la última actualización del Decreto Supremo N.º 023–2017- EM.
2. La Unidad Minera Sheridan Mining Exploration El Combe, debe tener en consideración los diferentes tipos de ventilación existentes. Puesto que, es fundamental saber su función para que se pueda mantener en buenas condiciones el lugar de trabajo.
3. Se debe realizar monitoreos constantes con los instrumentos adecuados de caudal de aire y gas, en donde se debe tener en cuenta los límites permisibles según el Decreto Supremo N. °024–2016- EM que incluye la última actualización del Decreto Supremo N.º 023 –2017- EM.
4. La empresa debe contar con un diseño de ventilación para que evacuen los gases producto de la voladura. Asimismo, se debe contar con un mantenimiento adecuado del ventilador instalado, para que se pueda evitar pérdidas y sea conforme con los estándares de seguridad.

## REFERENCIAS

1. ALVAREZ, Euristides. Población, muestra, criterios de inclusión y exclusión. [en línea]. Perú. [ consultado el 22 de octubre del 2021]. Disponible en: [https://prezi.com/p/fc9tlxxgbqh\\_/poblacion-muestra-criterios-de-inclusion-y-exclusion/?fallback=1](https://prezi.com/p/fc9tlxxgbqh_/poblacion-muestra-criterios-de-inclusion-y-exclusion/?fallback=1)
2. ARANGUREN, Daniel. Evaluación del sistema de ventilación de la mina El Roble. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Colombia: Universidad Pedagógica de Colombia, 2017. Disponible en: <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/1886>
3. BENDEZÚ, Laura. Análisis del sistema de ventilación e implementación de proyectos de chimeneas estratégicas para incrementar el caudal de aire con simulaciones del Software Ventsim, mina Hércules - 2014. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Ayacucho: Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, 2016. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSJ\\_3a5775192e8bf7e859e3210dccc4973#details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSJ_3a5775192e8bf7e859e3210dccc4973#details)
4. CASTELLANOS, Luis. Metodología de la investigación. [ en línea]. Perú. [ consultado el 23 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://lcmetodologiainvestigacion.wordpress.com/2017/03/02/tecnica-de-observacion/>
5. CAXI, Yoman. Estudio de ventilación e implementación de mejoras en el circuito de ventilación de Minera Sotrami S.A. – UEA Santa Filomena – aplicando el Software Ventsim. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Arequipa: Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa, 2017. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP\\_8486942255688d1e3b3f4d66c](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP_8486942255688d1e3b3f4d66c)
6. CAPCHI, Edgar y MELGAR, Giovani. Influencia de la ventilación mecánica en el rendimiento de los trabajadores y en la disminución del índice de accidentabilidad en la unidad minera Peyols Contratistas – La Rinconada, Puno

(2019). Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Puno: Universidad Tecnológica del Perú, 2020. Disponible en:

[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UTPD\\_19a2eac6aa14ce64d8f72e4d8edc00b5](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UTPD_19a2eac6aa14ce64d8f72e4d8edc00b5)

7. CASTREJON, Luis y RODRIGUEZ, Juan. Influencia del Sistema de Ventilación en la Rampa Patrick-Profundización entre los Niveles 2,470 al 2,240 en una Mina Subterránea en Pataz- La Libertad. Tesis (Titulo de Ingeniería de Minas). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2019. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN\\_7baac84792def51a49e368f](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN_7baac84792def51a49e368f)

8. CÓRDOVA, Camilo y ESCOBAR, Jorge. Caracterización de sistemas de ventilación en minería subterránea [ en línea]. 2017. n° 29. [ Fecha de consulta: 19 de octubre de 2021]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5120597>  
ISSN: 0120-3630

9. DÍAZ, Rosulo. Optimización del sistema de ventilación como un método de control de la calidad del aire en La Mina San Rafael, de la Región Puno. Tesis Para optar el Grado Académico de Maestro en Medio Ambiente y Sistemas Integrados de Gestión. Arequipa: Universidad Nacional De San Agustín, 2019. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSA\\_57b670b92ce5004e3a0134a699711345](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSA_57b670b92ce5004e3a0134a699711345)

10. DURAN, Jimmi. Mejoramiento de la Ventilación en la Mina Subterránea - Mina Colquijirca CIA. De mina Buenaventura S.A.A. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Pasco: Universidad Nacional Alcides Carrión, 2018. Disponible en: [http://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUND\\_e14a67736cbffb34a](http://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUND_e14a67736cbffb34a)

11. ESCOBA, Jorge y DÚRAN, David. Mejoramiento del arranque mediante el control de las desviaciones de perforación, caso mina “El Roble”, Colombia. [ en línea]. 2017. n°42. [ Fecha de consulta: 20 octubre de 2021]. Disponible en

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S012036302017000200045&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012036302017000200045&lang=es)

ISSN: 0120-3630

12. GASTOLOMENDO, Miguel. Análisis situacional del sistema de ventilación de una mina subterránea carbonífera - Cajamarca – 2019. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2019. Disponible en:

[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN\\_207d9fb9efcba0966a131618abb0fe5](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN_207d9fb9efcba0966a131618abb0fe5)

13. GUIZÁBALO, Correa. Modelamiento Predictivo Del Flujo De Aire Para La Optimización Del Sistema De Ventilación En El Nivel 4093 De La Unidad Minera Santa Bárbara De Trujillo, 2017. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Trujillo: Universidad Nacional De Trujillo, 2017. Disponible en:

[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNIT\\_b4580574239a6f45ce5502018cbda343](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNIT_b4580574239a6f45ce5502018cbda343)

14. GUEVARA, Iván y VILLANUEVA Willam. Evaluación y propuesta del sistema de ventilación en el sub nivel 058 en minera Troy SAC - Cajamarca 2018. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Cajamarca: Universidad Privada Del Norte, 2018. Disponible en:

[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN\\_62b71beb5d1add8d1e385b3f31cd3ccd](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN_62b71beb5d1add8d1e385b3f31cd3ccd)

15. GUEVARA, Wendy. Sistema de ventilación para incrementar la productividad en el proyecto Cuchi Corral Minera San Sebastián de Suyo Piura 2018. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2019. Disponible en:

[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV\\_7296170ab2a34555b0d7bfcc4982c7df](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_7296170ab2a34555b0d7bfcc4982c7df)

16. IBAÑEZ, Vicencio. Diseño del Sistema de Ventilación en el NV 4050 Veta Don Ernesto Unidad Minera el Porvenir-Milpo. Tesis (Título de Ingeniero de Minas).

Huancayo: Universidad Continental, 2018. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/4453>

17. JIMÉNEZ, Andrés y PÉREZ, Omar. Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. [ en línea]. Perú. [ consultado el 24 de octubre del 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n82/0120-8160-ean-82-00179.pdf>

18. JERVIS, Tatiana. Investigación descriptiva: características, técnicas, ejemplos. [ en línea]. Lidefer. [ Fecha de consulta: 20 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://www.lifeder.com/investigacion-descriptiva/>

19. LUGO, Zara. Población y Muestra. [en línea]. Perú. [consultado el 21 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://www.diferenciador.com/poblacion-y-muestra/>

20. LLACHO, Cesar y CASTRO, Vargas. Estudio del Sistema de Ventilación para el control de agentes químicos y físicos, U.O. Pallancata – veta Pablo – 2018. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Arequipa: Universidad Tecnológica del Perú, 2020. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UTPD\\_090ab5187780096bdd1d556885d2fce3](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UTPD_090ab5187780096bdd1d556885d2fce3)

21. MAGUIÑA, José. Aplicación del software VENTSIM para el diseño y optimización proyectada del sistema de ventilación en la mina hércules de la compañía minera Lincuna S.A. – año 2017. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez De Mayolo, 2018. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNM\\_180791ff581e1061a3f974174000b092](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNM_180791ff581e1061a3f974174000b092)

22. ORDOÑEZ, Juan. Población y Muestra en la Investigación Científica. [en línea]. Perú [consultado el 22 e octubre del 2021]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/juanmontenegro2000/jmo-2019-poblacin-y-muestra>

23. PÉREZ, Alberto. Metodología de la investigación. [ en línea]. Perú [ consultado el 21 de octubre del 2021]. Disponible en: [http://jbposgrado.org/material\\_seminarios/HSAMPIERI/Metodologia%20Sampieri%205a%20edicion.pdf](http://jbposgrado.org/material_seminarios/HSAMPIERI/Metodologia%20Sampieri%205a%20edicion.pdf)
24. PÉREZ, Claudio. Uso de listas de cotejos. [ en línea]. Chile [ consultado el 23 de octubre del 2021]. Disponible en: [https://vrac.utem.cl/wp-content/uploads/2018/10/manua.Lista\\_Cotejo-1.pdf](https://vrac.utem.cl/wp-content/uploads/2018/10/manua.Lista_Cotejo-1.pdf)
25. QUISPE, Willy. Optimización del sistema de ventilación con el software Ventsim-design en la zona consuelo i – nivel 2296 de la unidad operativa Alpacay – CIA minera Yanaquihua S.A.C. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Puno: Universidad Nacional Del Altiplano De Puno, 2021. Disponible en: [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/15306/Quispe\\_Zapata\\_Willy\\_Wilmer.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/15306/Quispe_Zapata_Willy_Wilmer.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
26. RAICO, Alexander. Evaluación y optimización del sistema de ventilación del túnel de exploración Chaquicocha nivel 3750 - minera Yanacocha, 2018. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2019. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNC\\_1295f054cb198a122566b65d40](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNC_1295f054cb198a122566b65d40)
27. REBOLLEDO, César y REYES, Claudio. Propuesta de ventilación para minera blanco III, comuna de los Vilos. Tesis (Título de Técnico Universitario en Minería Y metalurgia). Chile: Universidad Técnica Federico Santa María, 2019. Disponible en: <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/46926>
28. ROMERO, Gilberto. Minería y geología [ en línea]. Diciembre 2018.nº 4. [ Fecha de consulta: 21 de octubre de 2021]. Disponible en

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S199380122018000400002&lang=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S199380122018000400002&lang=pt)

ISSN: 1993-8012

29. SÁNCHEZ, Claudia. Análisis documental de contenido y forma. [ en línea]. Perú. [ consultado el 22 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://www.infotecarios.com/analisis-documental-de-contenido-y-forma/#.YZldxdDMJPY>

30. SARVESTANI, Amir. Mine ventilation circuits in an underground mine of northern Italy. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Italia: Universidad Politécnico Di Torino, 2021. Disponible en: <https://webthesis.biblio.polito.it/17227/1/tesi.pdf>

31. SARGENTON, Gilberto. Diseño de voladuras de contorno por recorte con cordón detonante de alto gramaje en la excavación de túneles [en línea]. 2018. n° 4. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2021]. Disponible en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1993-80122018000400002&lang=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1993-80122018000400002&lang=es)  
ISSN 1993-801

32. SOLIS, Luis. Diseños de investigaciones con enfoque cuantitativo de tipo no experimental. [en línea]. Perú. [consultado el 20 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://investigaliacr.com/investigacion/disenos-de-investigaciones-con-enfoque-cuantitativo-de-tipo-no-experimental/>

33. URETA, Israel. Instalación del sistema de ventilación del túnel de conducción subterráneo de minas - Minera Milpo Andina. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Huancayo: Universidad Nacional Centro Del Perú, 2019. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNCP\\_26ac3f3ad77a42b46690cab11d22783](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNCP_26ac3f3ad77a42b46690cab11d22783)

34. VALDIVIA, Jaime. Evaluación del sistema de ventilación de la mina Consorcio Minero Horizonte – La Libertad – 2018. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Cajamarca: Universidad Privada Del Norte, 2019. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN\\_04b90649388cb7ef7ab763d35f0326d6](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN_04b90649388cb7ef7ab763d35f0326d6)
35. VALAREZO, Tulio. Mejoramiento del sistema de ventilación y extracción de material particulado en la Empresa Pyceret S.A. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2017. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/22623>
36. VALDEZ, Ernesto. Diseño del sistema de ventilación de la mina subterránea Santa Este - Unidad Minera Iscaycruz - Empresa minera Los Quenuales. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Lima: Universidad Nacional De Ingeniería, 2019. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI\\_d3aaac8446a7702dc4fbdc13dfa7252f](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_d3aaac8446a7702dc4fbdc13dfa7252f)
37. VARGAS, Victor. Propuesta técnica económica de mejora para el diseño del sistema de ventilación principal de una operación minera subterránea - Cobriza 2020. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Huancayo: Universidad Continental, 2020. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCON\\_69edde08fccb7e20687f7c1ae06ddfc3](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCON_69edde08fccb7e20687f7c1ae06ddfc3)
38. VERGARAY, Roy. Optimización del Sistema de Ventilación de la Mina Charito- Compañía Minera Poderosa S.A. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2017. Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10033>
39. YÉPEZ, Víctor. Evaluación de la calidad de aire para proponer un sistema de ventilación del socavón san Luis 2019, distrito San Luis, provincia san pablo,

región Cajamarca. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2019. Disponible en:

[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN\\_abe71ec732d9c3cea96c39cabad1554c](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN_abe71ec732d9c3cea96c39cabad1554c)

## ANEXOS

**Tabla 11.** Matriz de consistencia.

Diseño de Ventilación para la evacuación de los gases producto de la voladura en la mina Sheridan Mining Exploration El Combe							
PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLE INDEPENDIENTE	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICA	MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS
¿De qué manera el diseño de ventilación permitirá la evacuación de los gases producto de la voladura en la mina Sheridan Mining Exploration El Combe?	Proponer el diseño de ventilación para la evacuación de los gases producto de la voladura en la mina Sheridan Mining Exploration El Combe.	Un adecuado diseño de ventilación que permitirá la evacuación de gases para una mejora dentro de los trabajos en mina.	Diseño de ventilación	Aplicativa	Sheridan Mining Exploration El Combe	Análisis documental Lista de cotejo	Método analítico – sintético  Método de procesos
	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>		<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	
	El primer objetivo específico es realizar la medición del caudal de aire de las labores mineras.  Segundo objetivo pretende identificar los tipos de gases que se producen por voladura teniendo en cuenta los límites máximos permisibles para determinar la evacuación de los gases producidos por voladura.  Tercer objetivo es determinar el diseño de ventilación para evacuar los gases con el software Ventsim.		Evacuación de los gases	Descriptiva-Comparativa	Es el frente de la rampa principal con una sección de 3m X 3m	Guía de análisis documental Guía de observación de campo Cuestionario de entrevista	

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 12:** Operalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍNDICE
Diseño de Ventilación	Según, Llacho y Vargas (2020), dice que un diseño de un sistema de ventilación depende específicamente del volumen de caudal de aire confortable que se requiere para un apropiado desarrollo de los procesos en minería subterránea.	En este diseño se basará en analizar los dos procedimientos.  De los tipos de ventilación: de aspirante e impelente para definir la mejor alternativa para el caso de las labores mineras subterráneas.	Aire	Caudal	m <sup>3</sup> *min
				Gases nocivos	m <sup>3</sup>
				Temperatura	°C/°F
				Combustión	m <sup>3</sup> /min
				Calidad	ug/ m <sup>3</sup>
				Velocidad del aire	m/s
			Ventiladores	Aire comprimido	Cfm
				Tipo de ventilador	m <sup>3</sup> *min
				Velocidad del aire	m/s
Evacuación de los gases.	Según, Viza (2016), La evacuación de los gases producidos por la actividad de voladura se refiere como la mejora de la expiración del producto proveniente de dicha actividad, para que las personas que laboran tengan condiciones termo - ambientales confortables.	La evacuación de los gases se basa con la mejora de la expiración producto de la actividad operacional de la voladura por lo cual se tiene un ambiente de confort saludable.	Temperatura	Intervalo	%
			Niveles de concentración de oxígeno, CO2, CO	Nivel alto	Porcentaje
				Nivel deficiente	Porcentaje
			Polvo en suspensión.	Elevado	Porcentaje
				Leve	Porcentaje

Fuente: elaboración propia.

## LISTA DE COTEJO

**Título:** Diseño de Ventilación para la evacuación de los gases producto de la voladura en la mina Sheridan Mining Exploration El Combe.

**Objetivo:** Realizar la medición del caudal de aire de las labores mineras

**Tabla 13:** Lista de cotejo.

ITEMS	SI o NO		Observación
La minería subterránea presenta un buen caudal de aire para los diferentes trabajos en el socavón.	SI	<del>NO</del>	En la mina no cuenta con un buen caudal de aire, en lo cual genera muchos gases tóxicos.
Los trabajos en mina subterránea expulsan bastantes gases nocivos.	<del>SI</del>	NO	En la mina expulsan tanto demasiado gases nocivos, como polvo en la cual con el tiempo esto originaría a los trabajadores silicosis.
El oxígeno que existe es de un 19.5 %	<del>SI</del>	NO	La mina presenta oxígeno de 20 % en la cual pasa el límite que se encuentra en el reglamento.
La combustión de los equipos genera demasiados gases tóxicos.	SI	<del>NO</del>	El uso del Dumper no genera muchos gases tóxicos.
La calidad de aire es saludable para los trabajadores dentro del socavón.	SI	<del>NO</del>	No, producto de que solo laboran con un ventilador de solo 8 HP, esto origina que el aire no llegue a todas las labores.
La mina subterránea emplea aire comprimido para los trabajos como perforación, voladura y transporte.	SI	<del>NO</del>	No, solamente se emplean aire comprimido para la perforación.
La manga de ventilación tiene 25 mts y un diámetro de 8° hasta 40°.	<del>SI</del>	NO	Si, tienen una manga de 200m y presenta un diámetro de 12 pies
El personal tiene una buena eficiencia de trabajo durante su laboreo.	SI	<del>NO</del>	No, porque al momento que realizan la voladura genera muchos gases tóxicos y esto origina que la ventilación demore mucho tiempo en evacuar provocando que los trabajadores no den al 100% durante su trabajo.
En la mina hay polvo de suspensión sin aire fresco para realizar diferentes trabajos en el socavón.	<del>SI</del>	NO	Si, en la mina no hay una eficiente ventilación para los trabajos que realizan como la perforación y voladura.
En la mina el nivel máximo permisible de CO2 es de 500ppm.	SI	<del>NO</del>	No, porque en el estudio se analizó que presenta un nivel máximo permisibles de 300 ppm.
La velocidad de aire en la mina es de acuerdo a las labores de trabajo donde laboran personas y equipos.	SI	<del>NO</del>	No, dado que cuando realizan voladura demora mucho evacuar los gases producto que el ventilador es pequeño.

Fuente: elaboración propia.

## GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

**Tabla 14.** Guía de análisis Documental.

Título	<b>DISEÑO DE VENTILACIÓN PARA LA EVACUACIÓN DE LOS GASES PRODUCTO DE LA VOLADURA EN LA MINA SHERIDAN MINING EXPLORATION EL COMBE.</b>			
<b>Objetivo:</b> Identificar los tipos de gases que se producen por voladura teniendo en cuenta los límites máximos permisibles para determinar la evacuación de los gases producidos por voladura				
PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN			ANÁLISIS
		SI	NO	
Aire	La calidad del aire en la mina		x	Hasta llegar a la rampa la mina no presenta una buena calidad de aire.
	El caudal total de aire requerido es de 400 m <sup>3</sup> /min.		x	Con el cálculo obtenido en la mina se pudo comprobar que el caudal de aire es de 400 m <sup>3</sup> /min esto conlleva a la deficiencia de aire para el socavón.
	Niveles de concentración de oxígeno, CO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>2</sub> , NO son permisibles.	x		Presentan un nivel de CO <sub>2</sub> de 300 ppm, CO de 27ppm y de NO <sub>2</sub> un 0.2 ppm.
Pólvo en suspensión	sistemas de control secos y húmedos.		x	En la mina Sheridan no cuentan con supervisión no monitoreos de sistemas de control secos y húmedos.
Temperatura	Mayor de 25°C	x		En dicha mina se puedo observar que presenta una temperal de 25°C, en la cual se encuentra de acuerdo al D.S 024.
Características de la ventilación impelente.	Mangas de ventilación en buen estado.		x	Las mangas de ventilación se encuentran en un deterioro, puesto que esto origina la deficiencia del aire.
	capacidad de ventilador mayor de 1000 Hp		x	La mina solo tiene un ventilador de 8 HP en la cual esto no genera un eficiente caudal de aire para que puedan laborar los trabajadores.

Fuente: elaboración propia.

## GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

**Título:** Diseño de Ventilación para la evacuación de los gases producto de la voladura en la mina Sheridan Mining Exploration El Combe.

**Objetivo:** Determinar el diseño de ventilación para evacuar los gases.

**Tabla 15.** Instrumento de guía de análisis.

Documentos	Criterios										
	Tipo de documento			Problemática Similar		Mismas variables de Investigación				Uso de Software Ventsim	
	Artículo Científico	Tesis	Libro	Si	No	Propuesta del tipo de ventilación		Labores mineras subterráneas		Si	No
						Si	No	Si	No		
Mejoramiento del sistema de ventilación subterránea de la mina Condor IV, minera el Palacio del Cóndor S.A.C		x		x		x		x		x	
Diseño del sistema de ventilación en el NV 4050 Veta Don Ernesto Unidad Minera El Porvenir Milpo		x		x			x	x		x	
Influencia de la Ventilación Mecánica en el rendimiento de los trabajadores y en la Disminución del Índice de Accidentabilidad en la Unidad Minera Peyols Contratistas – La Rinconada, Puno 2019	x			x			x	x			x
Mejoramiento del sistema de ventilación y extracción de material particulado en la empresa Pyceret S.A”.		x		x	x	x		x		x	

Fuente: elaboración propia.

**REPORTE DE REFERENCIAS**  
**EVALUACIÓN DE REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**Tabla 16:** Reporte de referencias.

<b>Tipo de documento</b>	<b>Nº</b>	<b>Título</b>	<b>Año</b>	<b>Autor</b>
<b>ARTÍCULOS CIENTÍFICOS</b>	1	Diseños de investigaciones con enfoque cuantitativo de tipo no experimental.	<b>2021</b>	SOLIS, Luis.
	2	Uso de listas de cotejos	2021	PÉREZ, Claudio.
	3	Metodología de la investigación	2021	CASTELLANOS, Luis
	4	Población y Muestra	2021	LUGO, Zara.
	5	Población y Muestra en la Investigación Científica	2021	ORDOÑEZ, Juan.
	6	Investigación descriptiva: características, técnicas, ejemplos	2021	JERVIS, Tatiana
	7	Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento	2021	JIMÉNEZ, Andrés y PÉREZ, Omar
	8	Minería y geología	2021	ROMERO, Gilberto.
	9	Influencia de la ventilación mecánica en el rendimiento de los trabajadores y en la disminución del índice de accidentabilidad en la unidad minera Peyols Contratistas – La Rinconada, Puno (2019).	2020	CAPCHI, Edgar y MELGAR, Giovanni
	10	Propuesta técnica económica de mejora para el diseño del sistema de ventilación principal de una operación minera subterránea - Cobriza 2020	2020	VARGAS, Víctor
	11	Estudio del Sistema de Ventilación para el control de agentes químicos y físicos, U.O. Pallancata – veta Pablo – 2018.	2020	LLACHO, Cesar y CASTRO, Vargas
	12	Evaluación de la calidad de aire para proponer un sistema de ventilación del socavón san Luis 2019, distrito San Luis, provincia san pablo, región Cajamarca.	2019	YÉPEZ, Víctor.
	13	Caracterización de sistemas de ventilación en minería subterránea	2019	CÓRDOVA, Camilo y ESCOBAR, Jorge
	14	Influencia del Sistema de Ventilación en la Rampa Patrick-Profundización entre los Niveles 2,470 al 2,240 en una Mina Subterránea en Pataz- La Libertad.	2019	CASTREJON, Luis y RODRIGUEZ

<b>TESIS</b>	15	Optimización del sistema de ventilación con el software Ventsim-design en la zona consuelo i – nivel 2296 de la unidad operativa Alpacay – CIA minera Yanaquihua S.A.C.	2021	QUISPE, Willy
	16	Caracterización de sistemas de ventilación en minería subterránea	2017	CÓRDOVA, Camilo y ESCOBAR, Jorge
	17	Análisis documental de contenido y forma.	2021	SÁNCHEZ, Claudia.
	18	Mine ventilation circuits in an underground mine of northern Italy.	2021	SARVESTANI, Amir
	19	Población, muestra, criterios de inclusión y exclusión	2021	ALVAREZ, Euristides
	20	Propuesta de ventilación para minera blanco III, comuna de los Vilos.	2019	REBOLLEDO, César y REYES
	21	Instalación del sistema de ventilación del túnel de conducción subterráneo de minas - Minera Milpo Andina.	2019	URETA, Israel.
	22	Diseño del Sistema de Ventilación en el NV 4050 Veta Don Ernesto Unidad Minera el Porvenir-Milpo.	2018	IBAÑEZ, Vicencio
	23	Optimización del Sistema de Ventilación de la Mina Charito- Compañía Minera Poderosa S.A.	2017	VERGARAY, Roy.
	24	Evaluación del sistema de ventilación de la mina El Roble	2017	ARANGUREN, Daniel
25	Mejoramiento del sistema de ventilación y extracción de material particulado en la Empresa Pyceret S.A.	2017	VALAREZO, Tulio.	

Fuente: elaboración propia.

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO  
(FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO)

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

DISEÑO DE VENTILACIÓN PARA LA EVACUACIÓN DE LOS GASES PRODUCTO DE LA VOLADURA EN LA MINA SHERIDAN MINING EXPLORATION EL COMBE.

1.2 Investigador (a) (es): LIZANA ENRIQUEZ JOSUE JULIAN

SUXE SUXE LUSBY YASMIN

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21-40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					↙
Objetividad	Está expresado en conductas observables					↙
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					↙
Organización	Existe una organización lógica					↙
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					↙
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias					↙
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				↙	
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores					↙
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					↙
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación					↙

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 98

3. OPINION DE APLICABILIDAD:

Si es aplicable para las labores mineras subterráneas.



MAURO SALVADOR PAICO  
INGENIERO GEOLÓGICO  
Reg. CIP N° 199993

Nombre y firma del Experto Validador

DNI N° 45454682

Fecha: 02/12/2021

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO  
(GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL)

Experto: Dr. (Mg) : MAURO SALVADOR PAICO

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: EMPRESA SERGEOING SRL- GERENCIA

Dirección: MZ.C., LT.06 URBANIZACIÓN SAN ANTONIO

e-mail: maurosalmi@hotmail.com

Teléfono: 947801456

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?				↙
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?				↙
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?				↙
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?				↙
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?				↙
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?				↙
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?				↙
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?				↙
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?			↙	
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?				↙

Opinión de Aplicabilidad:

Si es aplicable para las labores mineras subterráneas



MAURO SALVADOR PAICO  
INGENIERO GEOLÓGICO  
Reg. CIP Nº 199993

Nombre y firma del Experto Validador

DNI Nº 45454682

Fecha: 02/12/2021

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS  
JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- Apellidos y Nombres del experto: SALVADOR PAICO MAURO
- Grado Académico: MAGISTER
- Institución donde labora: UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
- Dirección: MZ.C., LT.06 URBANIZACIÓN SAN ANTONIO Teléfono: 947801456 Email: maurosapai@hotmail.com  
Autor (es) del Instrumento: LIZANA ENRIQUEZ JOSUE JULIAN  
SUXE SUXE LUSBY YASMIN

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

Nº	INDICADORES	Deficiente	Bajo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1	El instrumento considera la definición conceptual de la variable					↙
2	El instrumento considera la definición procedimental de la variable					↙
3	El instrumento tiene en cuenta la operacionalización de la variable					↙
4	Las dimensiones e indicadores corresponden a la variable					↙
5	Las preguntas o ítems derivan de las dimensiones e indicadores					↙
6	El instrumento persigue los fines del objetivo general				↙	
7	El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos					↙
8	Las preguntas o ítems miden realmente la variable					↙
9	Las preguntas o ítems están redactadas claramente					↙
10	Las preguntas siguen un orden lógico					↙
11	El Nº de ítems que cubre cada indicador es el correcto					↙
12	La estructura del instrumento es la correcta					↙
13	Los puntajes de calificación son adecuados					↙
14	La escala de medición del instrumento utilizado es la correcta					↙

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Si es aplicable para las labores mineras subterráneas. Fecha: 02/12/2021

IV. Promedio de Valoración: .....4.9.....

  
MAURO SALVADOR PAICO  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. C.P. N° 199593

Mg. Mauro Salvador Paico  
DNI N° 45454682

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO  
(GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL)

Experto: Dr. Eusebio Antonio Araujo  
Centro de Trabajo y cargo que ocupa:  
Dirección: Av. Los Incas 726 - Trujillo  
e-mail: [eantonioar@ucvvirtual.edu.pe](mailto:eantonioar@ucvvirtual.edu.pe)

Teléfono: 949696706

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?			X	
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?			X	
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?			X	
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?			X	
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?			X	
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?			X	
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?			X	
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?			X	
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?			x	
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?			x	

Opinión de Aplicabilidad:

Si es aplicable para las labores mineras subterráneas en la empresa Sheridan Mining Exploration El Combe.



---

Nombre y firma del Experto Validador  
DNI Nº: 18188430  
Fecha: 02/12/2021

**FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO**  
(FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO)

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

DISEÑO DE VENTILACIÓN PARA LA EVACUACIÓN DE LOS GASES PRODUCTO DE LA VOLADURA EN LA MINA SHERIDAN MINING EXPLORATION EL COMBE.

1.2 Investigador (a) (es): LIZANA ENRIQUEZ JOSUE JULIAN  
SUXE SUXE LUSBY YASMIN

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21-40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado				X	
Objetividad	Está expresado en conductas observables				X	
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				X	
Organización	Existe una organización lógica				X	
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				X	
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias				X	
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				X	
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores				X	
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación				X	

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 80

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Si es aplicable para las labores mineras subterráneas en la empresa Sheridan Mining Exploration El Combe.



Nombre y firma del Experto Validador  
DNI N°: 18188430  
Fecha: 02/12/2021

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS  
JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- a. Apellidos y Nombres del experto: Eusebio Antonio Araujo
- b. Grado Académico: Doctor
- c. Institución donde labora: Universidad Nacional de Trujillo
- d. Dirección: Av. Los Incas 726 Trujillo Teléfono: 949696706 Email: eantonioar@ucvvirtual.edu.pe

Autor (es) del Instrumento: LIZANA ENRIQUEZ JOSUE JULIAN

SUXE SUXE LUSBY YASMIN

ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

Nº	INDICADORES	Deficiente	Bajo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1	El instrumento considera la definición conceptual de la variable				X	
2	El instrumento considera la definición procedimental de la variable				X	
3	El instrumento tiene en cuenta la operacionalización de la variable				X	
4	Las dimensiones e indicadores corresponden a la variable				X	
5	Las preguntas o ítems derivan de las dimensiones e indicadores				X	
6	El instrumento persigue los fines del objetivo general				X	
7	El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos				X	
8	Las preguntas o ítems miden realmente la variable				X	
9	Las preguntas o ítems están redactadas claramente				X	
10	Las preguntas siguen un orden lógico				X	
11	El N° de ítems que cubre cada indicador es el correcto				X	
12	La estructura del instrumento es la correcta				X	
13	Los puntajes de calificación son adecuados				X	
14	La escala de medición del instrumento utilizado es la correcta				X	

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Si es aplicable para las labores mineras subterráneas en la empresa Sheridan Mining Exploration El Combe

02/12/2021

III. Promedio de Valoración: Bueno



Nombre y firma del  
Experto Validador  
DNI N°: 18188430  
Fecha: 02/12/2021

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS  
JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- Apellidos y Nombres del experto: Bejarano Guevara John
- Grado Académico: Magister
- Institución donde labora: Universidad César Vallejo - Chiclayo
- Dirección: ..... Teléfono: 949866405 Email: jbejaranog@ucvvirtual.edu.pe
- Autor (es) del Instrumento: LIZANA ENRIQUEZ JOSUE JULIAN  
SUXE SUXE LUSBY YASMIN

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

Nº	INDICADORES	Deficiente	Bajo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1	El instrumento considera la definición conceptual de la variable					X
2	El instrumento considera la definición procedimental de la variable					X
3	El instrumento tiene en cuenta la operacionalización de la variable					X
4	Las dimensiones e indicadores corresponden a la variable					X
5	Las preguntas o ítems derivan de las dimensiones e indicadores					X
6	El instrumento persigue los fines del objetivo general					X
7	El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos					X
8	Las preguntas o ítems miden realmente la variable					X
9	Las preguntas o ítems están redactadas claramente					X
10	Las preguntas siguen un orden lógico					X
11	El N° de ítems que cubre cada indicador es el correcto					X
12	La estructura del instrumento es la correcta					X
13	Los puntajes de calificación son adecuados					X
14	La escala de medición del instrumento utilizado es la correcta					X

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Si es aplicable para las labores mineras subterráneas en la empresa Sheridan Mining Exploration El Combe

Fecha: 11/12/2021

IV. Promedio de Valoración: Muy bueno

  
 \_\_\_\_\_  
 Mg. Ing. John Bejarano Guevara  
 DNI N° 41520959

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO  
(FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO)

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

DISEÑO DE VENTILACIÓN PARA LA EVACUACIÓN DE LOS GASES PRODUCTO DE LA VOLADURA EN LA MINA SHERIDAN MINING EXPLORATION EL COMBE.

1.2 Investigador (a) (es): LIZANA ENRIQUEZ JOSUE JULIAN  
SUXE SUXE LUSBY YASMIN

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21-40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					X
Objetividad	Está expresado en conductas observables					X
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					X
Organización	Existe una organización lógica					X
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					X
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias					X
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					X
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores					X
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					X
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación					X

PROMEDIO DE VALORACIÓN

85

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Si es aplicable para las labores mineras subterráneas en la empresa Sheridan Mining Exploration El Combe.



Mg. Ing. John Bejarano Guevara  
DNI N° 41520959  
Fecha: 11/12/2021

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO  
(GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL)

Experto: Mg. Ing. John Bejarano Guevara

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: Universidad César Vallejo – Chiclayo

Dirección: .....

e-mail: [jbejaranog@ucvvirtual.edu.pe](mailto:jbejaranog@ucvvirtual.edu.pe)

Teléfono: 949866405

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?				X
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?				X
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?				X
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?				X
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?				X
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?				X
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?				X
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?				X
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?				X
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?				X

Opinión de Aplicabilidad:

Si es aplicable para las labores mineras subterráneas en la empresa Sheridan Mining Exploration El Combe.

  
Mg. Ing. John Bejarano Guevara  
DNI N° 41520959  
Fecha: 11/12/2021

**ANEXO 8**

**DISEÑO DE VENTILACIÓN PARA LA EVACUACIÓN DE LOS GASES PRODUCTO DE LA VOLADURA EN LA MINA SHERIDAN MINING  
EXPLORATION EL COMBE**

Nº	AGENTES QUIMICOS EN EL AIRE	LIMITES DE EXPOSICION					
		OCUPACIONAL		TECHO (C)			
		TWA		STEL			
1	Acetona	500	ppm	750	ppm		
2	Ácido Acético	10	ppm	15	ppm	2	ppm
3	Ácido clorhídrico						
4	Ácido Nítrico	2	ppm	4	ppm		
5	Ácido Sulfhídrico (H2S)	10	ppm	15	ppm		
6	Amoniaco Anhidro	25	ppm	35	ppm		
7	Anhídrido Sulfuroso (SO2)	2	ppm	5	ppm		
8	Antimonio	0.5	ppm				
9	Arseniato de plomo	0.15	ppm				
10	Arseniato de calcio	1	mg/ m3				
11	Arsénico (can)	0.01	mg/m3 A1				
12	Benceno (can)	0.5	ppm (p)				
13	Cianuro (Como CN)					5	mg/m3 (p)
14	Cianuro de Hidrogeno					4.7	ppm
15	Cloro	0.5	ppm	1	ppm		
16	Clorobenceno	10	ppm	20	ppm		
17	Cloroformo	10	ppm				
18	Cobre (humo)	0.2	mg / m3				
19	Cobre (polvo/ neblina)	1	mg / m3				
20	Dióxido de Carbono	5000	ppm	30000	ppm		
21	Dióxido de Nitrógeno	3	ppm	5	ppm		
22	Éter Etílico	400	ppm	500	ppm		
23	Fluoruro de Hidrógeno (HF)					2.5	mg / m3
24	Formaldehído					0.3	ppm
25	Fosgeno	0.1	ppm				
26	Gasolina	500	ppm				
27	Hidrógeno (H)					5000	ppm

28	Humo de Cadmio (can)	0.01	mg / m3		
29	Humo de óxido Férrico	5	mg / m3		
30	Manganeso	0.2	mg / m3		
31	Mercurio	0.025	mg / m3 (p)		
32	Metano (CH4)			5000	ppm
33	Monóxido de carbono (CO)	25	ppm		
34	Monóxido de Nitrógeno	25	ppm		
35	Neblina de ácido sulfúrico	1	mg / m3	3	mg / m3
36	Oxígeno (O2)	19.5	%		22.5 %
37	Ozono Trabajo Pesado	0.05	ppm		
38	Ozono Trabajo Moderado	0.08	ppm		
39	Ozono Trabajo Ligero	0.1	ppm		
40	Ozono Trabajo Cualquiera (< =2 horas)	0.2	ppm		
41	Plomo	0.05	mg / m3		
42	Polvo de carbón – Antracita	0.4	mg / m3		
43	Polvo de Carbón Bituminoso	0.9	mg / m3		
44	Polvo inhalable	10	mg / m3		
45	Polvo respirable	3	mg / m3		
46	Selenio	0.2	mg / m3		
47	Sílice Cristalino Respirable (Cristobalita)	0.05	mg / m3		
48	Sílice Crsitalino Respirable (cuarzo)	0.05	mg / m3		
49	Sílice Cristalino Respirable (Tridimita)	0.05	mg / m3		
50	Sílice Cristalino Respirable (Tripoli)	0.1	mg / m3		
51	Talio, compuestos solubles de	0.1	mg / m3		
52	Telurio	0.1	mg / m3		
53	Tetracloruro de Carbono	5	ppm (p)	10	ppm (p)
54	Tolueno	50	ppm (p)		
55	Uranio, compuestos solubles e insolubles.	0.2	mg / m3	0.6	mg / m3
56	Vanadio, Polvos de V2 O5	0.5	mg / m3		
57	Vanadio, Humos metálicos	0.1	mg / m3		
58	Zinc (humo)	2	mg / m3	10	mg / m3

Fuente: Reglamento de Seguridad Ocupacional en Minería. Decreto Supremo N.º 024-2016-EM Incluye la última actualización del Decreto N.º 023-2017- EM. (Anexo 15)

### Cantidad de aire por persona de acuerdo a la escala de la mina.

ELEVACIÓN	PORCENTAJE	CAUDAL MÍNIMO DEL AIRE
DE 1500 a 3000 msnm	40%	4 m <sup>3</sup> / min
De 3000 a 4000 msnm	70%	5 m <sup>3</sup> /min
Sobre los 4000 msnm	100%	6 m <sup>3</sup> / min

Fuente: Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería. Decreto Supremo N. °024 – 2016- EM. Incluye la última actualización del Decreto Supremo N.° 023 – 2017- EM (Art. 247)

### FACTOR DE PRODUCCIÓN DE ACUERDO AL CONSUMO DE MADERA

CONSUMO DE MADERA (%)	FACTOR DE PRODUCCIÓN (m <sup>3</sup> /min)
< 20	0.00
20 a 40	0.60
41 a 70	1.00
>71	1.25

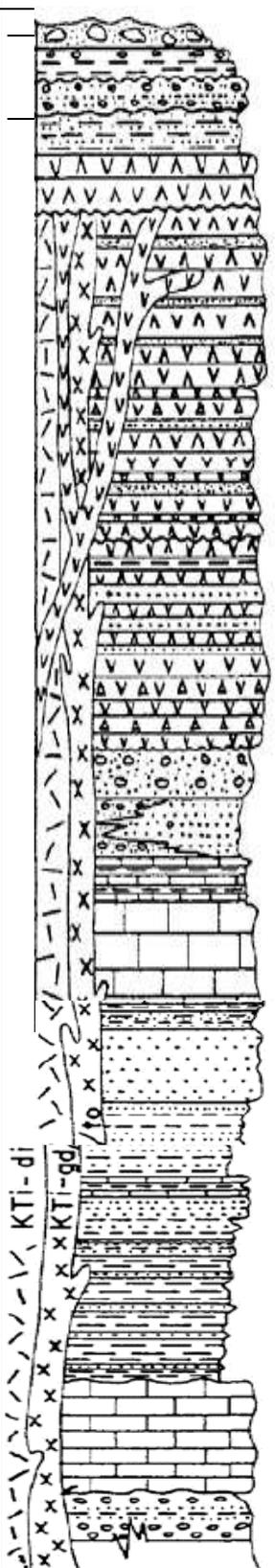
Fuente: Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería. Decreto Supremo N. °024 – 2016- EM. Incluye la última actualización del Decreto Supremo N.° 023 – 2017- EM (Anexo 38).

Temperatura Seca (°)	Velocidad mínima (m/min)
< 24	0.00
24 a 29	30.00

Fuente: Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería. Decreto Supremo N. °024 – 2016- EM. Incluye la última actualización del Decreto Supremo N.° 023 – 2017- EM (Anexo 38).

**Tabla 17** Geología de los cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba. Hojas: 15-f, 15-g, 16-g.

Era	Sist.	Pot. (m)		Descripción		
CENOZOICO	CUAT.		Reciente	Depósito aluviales y fluviales		
		Pleistoceno		Depósito lagunares y glaciares		
	TERCIARIO	Sup.	Fm. Condebamba	150	Conglomerados, areniscas y arcillas rojas	
			Fm. Cajabamba	200	Lutita, lodolitos, areniscas finos blanco amarillento	
		Medio	Volc. Huambo		300	Tobas dacíticos traquiandesíticos blanquecinos
			Inferior	Gpo. Callput	Volcánico San Pablo	900
		Volcánico Chilete			800	Intercalación de derrames andesíticos, tobas blanquecinas, areniscas tabáceas y conglomerados lenticulares
		Volcánico Tembladera			1,000	Tobas blanquecinas intercaladas con delgados lechos de areniscas y lutitas tabáceas. Derrames y brechas andesíticas
			Fm. Huaylas		200	Conglomerados con cantos de cuarcita.
		MESOZOICO	CRETACEO	Superior	Fm. Chota	300
Fm. Celendin	200				Calizas, margas y lutitas gris amarillentos	
Fm. Cajamarca	600				Calizas grises azuladas, macizas, con delgadas intercalaciones de lutitas y margas	
	700				Calizas nodulares macizas, marzas y lutitas pardo-amarillentas fosilíferas.	
Fms. Quilauñan Mujarrun	500				Calizas gris parduscas, fosilíferas, margas y escasos niveles de lutitas.	
Fm. Yumagual	700			Lutitas grises a negros, calizas bituminosas nodulares		
Inferior	Gpo. Goyllarisquizga			Fm. Pariatambo	150-200	Calizas arenosas, lutitas cálcareas y margas
				Fm. Chulec	200-250	Areniscas cálcareas y lutitas ferroginosas
				Fm. Inca	150	Cuarcitas y areniscas blancas
				Fm. Farrat	500	Areniscas rojizas y cuarcitas blancas intercaladas con lutitas grises
			Fm. Carhuaz	500	Lutitas grises y calizas margosas	
			Fm. Santa	100-150	Areniscas, cuarcitas, lutitas y niveles de carbón en la parte inferior, principalmente cuarcitas en la parte superior.	
	Fm. Chimú		80-600	Lutitas negras, laminares y deleznales, con intercalaciones de areniscas grises y horizontes arcillosos.}		
	Fm. Chicana		800 1000	Calizas grises azuladas y horizontes con nódulos síliceos.		
	Gpo. Pucará		700 800	Areniscas, Limolitas y conglomerados rojizos.		
PALEOZOICO	PERML.		Sup.	Gpo. Mitu	300	



Fuente: INGEMMET



*Figura 3. Toma de apuntes para la medición del caudal de aire.*



*Figura 4. Medición de la velocidad de caudal de aire.*

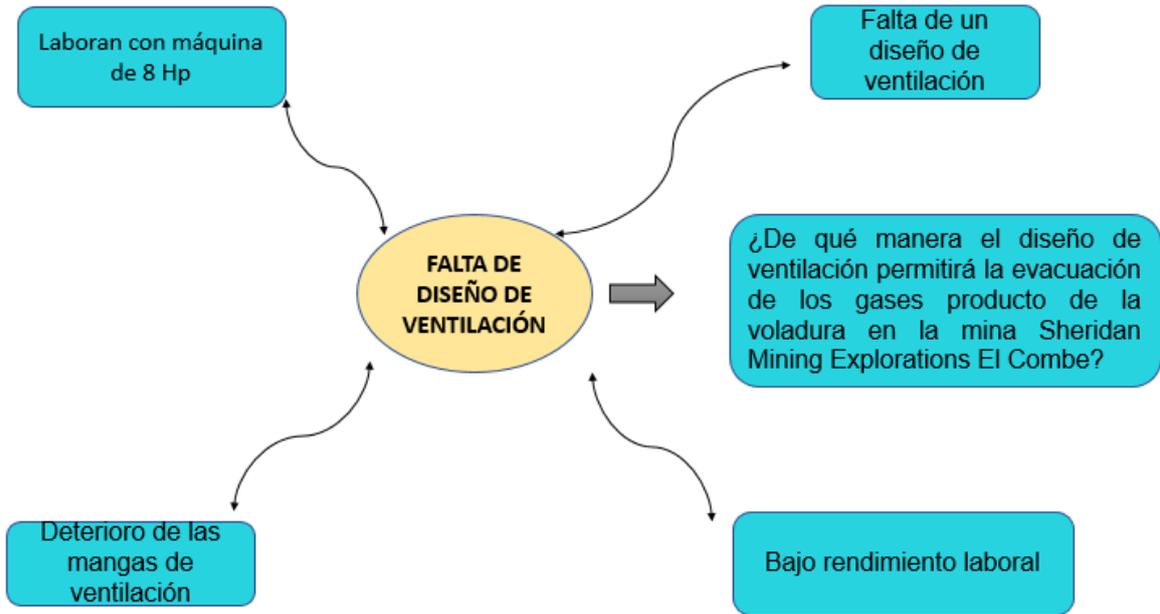


Figura 5. Árbol de problemas.



Figura 6. Anemómetro Benetech Gm816.

Número de Cotización:	PC2128-22
Fecha:	1/06/2022

Cientes:	LIZANA ENRIQUEZ JOSUE JULIAN SUXE SUXE LUSBY YASMIN		
Atención:	Sr. Josue Lizana Sra. Lusby Suxe	RUC:	1076148843
Teléfono:		E-mail:	lizanajulian@gmail.com yasminluzasb@gmail.com
Celular:	949 487 141 - 917 112 124	Referencia:	

Tenemos el agrado de cotizarlo lo siguiente:

Item	Cantidad	Unidad	Descripción	P. Unitario	Total
1	40	Und	<p align="center"><b>MANGA DE VENTILACIÓN - INYECCIÓN</b></p> <p><b>DIMENSIONES:</b> 36" de Diámetro x 25mts de Largo</p> <p><b>MATERIAL:</b> Polyflex 6008 Pega Pega</p> <p><b>CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL:</b> Poliétileno de 200gr./m2 100% Impermeable Unión por termosellado 100% Protección contra los rayos UV (Contiene aditivos UV) Protección antihongos Tejido laminado por ambos lados con poliétileno de alta y baja densidad. Super liviana para su manipulación Basta con qajillos metálicos cada 1 mt. Para poder colgar Color: Amarillo-Plata</p> 	118.00	4,720.00

Moneda	Dólares Americanos		
Forma de Pago	Al contado (Depósito)	Sub total (US\$)	4,720.00
Tiempo de Entrega	04 días hábiles de recibido el pago y/o OC	I.G.V (18%)	849.60
Lugar de Entrega	Almacén de cliente, Lima Metropolitana		
Validez de la Oferta	03 días hábiles	Total (US\$)	5,569.60

Si los depósitos se realizan con cheques o transferencias de otros bancos distintos al Banco de Crédito del Perú (BCP), los inicios para la fabricación o entrega del producto solo se realizarán hasta que se convierta en efectivo en nuestra cuenta corriente.

**Importante:** Una vez que el cliente respone y/o reciba los productos y de la conformidad del mismo, no tiene derecho a reclamo por la falta de alguna pieza, producto o imperfección del mismo.

<b>Cuenta Corriente BCP Soles</b> N° 191-1555366-066      CCI: 002-191-001555366066-51	<b>Cuenta Corriente BCP Dólares Americanos</b> N° 192-1093492-1-82      CCI: 002-192-001093492182-35
Cuenta Corriente BCP a nombre de: PROCESOS DE SOLDADURA ESP. Y SERV. SRLTDA	

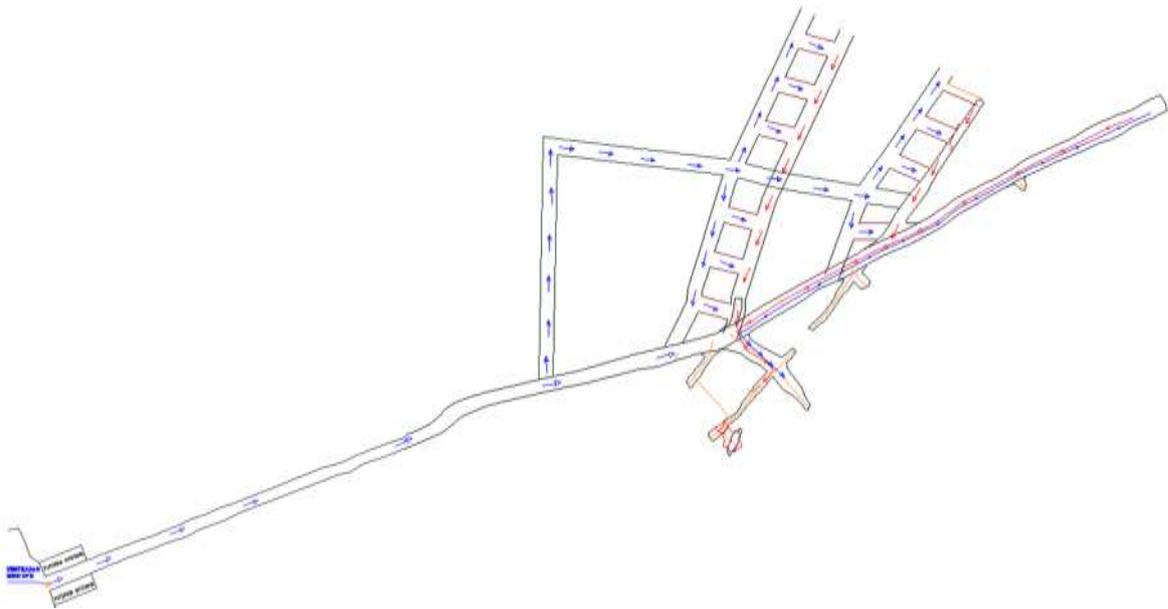
Atentamente,

**Yadira Valverde Calderón**  
 Representante Comercial  
[comercial@prosoldes.com](mailto:comercial@prosoldes.com)  
 Teléfono: 336-7495  
 Celular: 995 705 725

Figura 7. Cotización de mangas de ventilación.

**Tabla 18.** Determinación del costo unitario de la mano de obra.

Ocupación	Sueldos y/o Jornal (S/.)	% Leyes y Ben.Soc.	Soles por Tarea			Monto (US\$)	US (\$/HORA)
			Básico	Leyes y Ben.Soc.	TOTAL MONTO (S/.)		
Mestro Perforista	90.00	17.52%	90.00	15.77	105.77	39.91	4.99
Ayudante Perforista	70.00	0.00%	70.00	0.00	70.00	26.42	3.30
Peón	70.00	0.00%	70.00	0.00	70.00	26.42	3.30
Maestro Enmaderador	50.00	91.65%	50.00	45.82	95.82	36.16	4.52
Ayudante Enmaderador	45.00	91.65%	45.00	41.24	86.24	32.54	4.07
Capataz	60.00	91.65%	60.00	54.99	114.99	43.39	5.42
Residente	6,000.00	85.55%	6000.00	5,133.12	11,133.12	4,201.18	17.50
Jefe de Guardia	4,500.00	85.55%	4500.00	3,849.84	8,349.84	3,150.88	13.13
Supervisor de Seguridad	2,000.00	85.55%	2000.00	1,711.04	3,711.04	1,400.39	5.83
Mecánico Eléctrico	1,200.00		1200.00	0.00	1,200.00	452.83	1.89



**Figura 8.** Circuito de ventilación en serie y paralelo.



Figura 9. Ubicación de la mina Sheridan Mining Exploration El Combe.

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

**CARTA DE AUTORIZACIÓN: USO DE DATOS DE EMPRESA CON FINES DE INVESTIGACIÓN**

Yo, Denys Jhordano Campos Chávez con DNI 45933276 en calidad de representante de la Unidad Minera Sheridan Mining Explorations El Combe E.I.R, autorizo utilizar los datos de la empresa a los investigadores Lusby Yasmin Suxe Suxe, identificada con DNI 7446184 y Josue Julian Lizana Enriquez, identificado con DNI.76148884 para que hagan uso de la misma con fin de investigación

Cajamarca, 20 de abril de 2022

Atentamente

*Figura 10. Carta de Aceptación.*



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**

### **Declaratoria de Autenticidad de los Asesores**

Nosotros, ARANGO RETAMOZO SOLIO MARINO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA DE MINAS de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesores de Tesis titulada: "DISEÑO DE VENTILACIÓN PARA EVACUAR GASES DE VOLADURA EN LA MINA SHERIDAN MINING EXPLORATION EL COMBE", cuyos autores son LIZANA ENRIQUEZ JOSUE JULIAN, SUXE SUXE LUSBY YASMIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

Hemos revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 11 de Julio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
ARANGO RETAMOZO SOLIO MARINO <b>DNI:</b> 26733726 <b>ORCID:</b> 0000-0003-3594-0329	Firmado electrónicamente por: SARANGOR el 13- 07-2022 19:14:31
SALAZAR CABREJOS ROSA ELIANA <b>DNI:</b> 41661370 <b>ORCID:</b> 0000-0002-1144-2037	Firmado electrónicamente por: SCABREJOSRE el 13-07-2022 18:37:56

Código documento Trilce: TRI - 0334377