



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

Implementación del sistema de ventilación para controlar agentes físicos y químicos por voladura del nivel 2670- Contrata Castillo Jara-Pataz

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de minas

AUTORES:

Neciosup Maza, Cristhian Arturo (orcid.org/0000-0002-5403-8173)

Oliden Paucar, Kristopher David (orcid.org/0000-0001-5356-3091)

ASESORES:

Dra. Salazar Cabrejos, Rosa Eliana (orcid.org/0000-0002-1144-2037)

Dr. Ing. Arango Retamozo, Solio Marino (orcid.org/0000-0003-3594-0329)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Perforación y Voladura de Roca

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mi madre, María Haydeé Paucar Fernández y mi padre José Manuel Oliden Oliva, que me inculcaron buenos valores, hábitos y virtudes.

Ellos son mi mayor fuente de apoyo y motivación para poder lograr mis metas, los amo mucho.

Kristopher David Oliden Paucar

A mi hija Alessia, pedacito de cielo, la que es motivo para esforzarme y llegar a ser un gran profesional para lograr brindarle estabilidad para su bienestar. Todo es por ti.

Cristhian Arturo Neciosup Maza

Agradecimiento

En un principio a Dios, por darme la vida y poder disfrutar de la compañía de mi familia. A mi familia que siempre me da ese apoyo incondicional ante los buenos y malos momentos de la vida. Y gracias a todos mis allegados por estar pendiente de mí y subirme los ánimos en momentos difíciles.

Kristopher David Oleden Paucar

A Dios por brindarme vida para llegar hasta aquí y permita seguir adelante. Eternamente agradecido con mi madre Anita y mi abuela Rufina que siempre estuvieron conmigo, brindándome compañía y apoyo para seguir adelante, a pesar de los momentos de cal y arena. Este agradecimiento y la vida no serán suficientes para retribuirles lo que hicieron, hacen y harán por mí. Las amo en enorme manera. A Alida, la mujer con la que tuve la felicidad más grande de mi vida, gracias por apoyarme y cuidar de ella; todo ello será retribuido y mejorará a su tiempo.

Cristhian Arturo Neciosup Maza

Índice de contenidos

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Índice de contenidos	iii
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	14
3.1. Tipo y diseño de investigación	14
3.2. Variables y operacionalización	15
3.3. Población y muestra	16
3.4. Técnicas e instrumentos	17
3.5. Procedimientos	18
3.6. Método de análisis de datos	19
3.7. Aspectos éticos	20
IV. RESULTADOS	22
4.1. Identificación de las mediciones de los agentes físicos y los agentes químicos producidos por la voladura.	22
4.1.1. Datos del frente de la labor para la ventilación del nivel 2670 de la Contrata Castillo Jara Teresa - Pataz.	22
4.1.2. Datos de la situación actual para la ventilación del nivel 2670 de la Contrata Castillo Jara Teresa - Pataz.	23
4.2. Cálculo del caudal de aire acorde a los parámetros establecidos en el D.S. N° 024-2016-EM y su modificación D.S. N° 023-2017-EM.	25
4.2.1. Cálculo según la cantidad de trabajadores	25
4.2.2. Cálculo según el consumo de madera	26
4.2.3. Cálculo por temperatura en la labor	28
4.2.4. Cálculo por equipo con motor petrolero	30
4.2.5. Cálculo por explosivo	30
4.2.6. Cálculo por fugas	31

4.2.7. Cálculo de caudal total requerido.....	32
4.3. Estimación del costo de la implementación del sistema de ventilación para controlar los agentes físicos y químicos emitidos por la voladura en el nivel 2670.....	33
4.3.1. Tipos de Ventiladores.....	34
4.3.2. Costo del Ventilador	34
4.3.3. Costos de la manga de ventilación	35
4.3.4. Costos de mano de obra para la instalación	36
4.3.5. Costo Energético	36
4.4. Propuesta de implementación de un sistema de ventilación para controlar los agentes físicos y químicos en suspensión producidos por la voladura en el nivel 2670.....	37
V. DISCUSIÓN.....	39
VI. CONCLUSIONES	43
RECOMENDACIONES	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Datos del frente de la labor	22
Tabla 2. Medición de la temperatura y velocidad del aire por progresiva.	23
Tabla 3. Medición de los gases por progresiva después de dos horas de voladura.	24
Tabla 4. Límites del caudal de aire según los m.s.n.m.....	25
Tabla 5. Cálculo del caudal de aire requerido para la cantidad de trabajadores (Q_{Tr}).	26
Tabla 6. Factor de Producción según el consumo de madera.	26
Tabla 7. Cálculo del caudal de aire requerido por consumo de madera (Q_{Ma}).	27
Tabla 8. Velocidad mínima según la temperatura seca de la labor.	28
Tabla 9. Cálculo del caudal de aire requerido por temperatura en la labor (Q_{Te})..	29
Tabla 10. Cálculo del caudal de aire requerido por equipo con motor petrolero (Q_{Eq}).....	30
Tabla 11. Cálculo de caudal requerido por explosivo (Q_{Ex}).	31
Tabla 12. Cálculo de caudal requerido por fugas (Q_{Fu}).	32
Tabla 13. Cálculo de caudal total requerido.	33
Tabla 14. Descripción de los Tipos de Ventiladores.....	34
Tabla 15. Costos para la implementación del Ventilador.	34
Tabla 16. Costos de las mangas de ventilación.	35
Tabla 17. Costos para la mano de obra de la ventilación.....	36
Tabla 18. Tiempo efectivo.....	37
Tabla 19. Costo total para la propuesta de la implementación de ventilación.	37

Índice de figuras

Figura 1. Medición de la velocidad del aire con el anemómetro.	75
Figura 2. Registro de la velocidad del aire con anemómetro.	75
Figura 3. Medición de la labor con flexómetro.	76
Figura 4. Registro de medida del flexómetro.	76
Figura 5. Mapa estructural – La Libertad	77
Figura 6. Mapa de ubicación de la PODEROSA.....	78
Figura 7. Mapa Geológico Regional de la PODEROSA.....	79
Figura 8. Plano Geológico de la región de Pataz.....	80
Figura 9. Mapa Geológico Local de Pataz.	81
Figura 10. Perfil estratigráfico regional.	82
Figura 11. Plano en autocad del nivel 2670 – Progresiva 0-200.....	83
Figura 12. Plano en autocad del nivel 2670 – Progresiva 200-400.....	84
Figura 13. Plano en autocad del nivel 2670 – Progresiva 400-600.....	85
Figura 14. Plano en autocad del nivel 2670 – Progresiva 600-800.....	86
Figura 15. Plano en autocad del nivel 2670 – Progresiva 800-918 y Plano de ventsim.	87
Figura 16. Plano de la unidad minera Santa María y sus vetas.	88

RESUMEN

Esta investigación tuvo como propósito llegar a proponer un sistema de ventilación para controlar los agentes físicos y químicos por voladura en el nivel 2670 en la contrata Castillo Jara Teresa - Pataz. La misma surgió a causa de la ausencia de un método adecuado de ventilación. Por lo que se buscaba una solución eficaz para reducir los agentes físicos y químicos para que no perjudiquen a los colaboradores de dicha contrata, específicamente en el área de la labor artesanal de producción del nivel 2670. Así mismo, esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo, diseño no experimental y tipo descriptivo. Del mismo modo, para el recojo de información se utilizó la técnica de análisis documental y la técnica de la observación. Por ellos los instrumentos empleados fueron las guías de análisis documental y las guías de observación. Para la simulación de dicha implementación se empleó el software Ventsim. Obtuvo como resultado que el caudal de aire era insuficiente para el frente de la labor. Así, se concluyó con la implementación del sistema de ventilación, el cual logrará facilitar la salida del aire viciado y disminuirá los agentes físicos y químicos de la labor. Propiciando un ambiente laboral óptimo para los trabajadores y evitando de manera significativa daños a largo plazo.

Palabras claves: Sistema de Ventilación, agentes físicos, agentes químicos, caudal de aire.

ABSTRACT

The purpose of this research was to propose a ventilation system to control the physical and chemical agents caused by blasting at level 2670 in the Castillo Jara Teresa - Pataz contract. It arose due to the absence of an adequate ventilation method. Therefore, an effective solution was sought to reduce the physical and chemical agents so that they do not harm the collaborators of this contract, specifically in the area of the artisanal production work of level 2670. Likewise, this research had a quantitative approach, non-experimental design and descriptive type. Similarly, for the collection of information, the documentary analysis technique and the observation technique were used. Therefore, the instruments used were the documentary analysis guides and the observation guides. The Ventsim software was used to simulate the implementation. The result was that the air flow was insufficient for the work front. Thus, it was concluded with the implementation of the ventilation system, which will facilitate the exit of stale air and reduce the physical and chemical agents of the work. This will provide an optimal working environment for the workers and will significantly prevent long-term damage.

Keywords: Ventilation system, physical agents, chemical agents, air flow.

I. INTRODUCCIÓN

El sector minero peruano se ha convertido en uno de los actores económicos más exitosos, ya que representa una importante actividad en el incremento del PBI. Además contribuye con el crecimiento y desarrollo del país. Los principales minerales que están dentro del potencial minero peruano son el cobre, zinc, plomo, plata y oro, sin embargo no comprende solo al Perú de igual manera influye en el mundo. En el ámbito minero, el desarrollo sostenible implica que abarque tres aspectos que son económicos, sociales y ambientales, los cuales deberían estar integrados en sus sectores y empresas. Lo atrayente del rubro minero es el beneficio que se logra a través de la explotación de recursos minerales, debido a que tienen un costo por ser materia prima para otros rubros, no obstante para llegar a conseguir esas utilidades es necesario también realizar inversiones para los distintos procesos a ejecutar para realizar una extracción eficiente y factible. Por lo que se debe realizar cateos y prospecciones, para luego seguir con la construcción y desarrollo para iniciar con la producción, en otras palabras iniciar con la explotación de material mineralizado. Sin embargo, para estos procesos de producción es necesario contar con una correcta ventilación de la labor para realizar un correcto planeamiento de extracción y así prevenir enfermedades con consecuencias menores o hasta mortales.

Acorde a estos lineamientos, nos enfocamos en las labores convencionales de producción realizadas por la contrata Castilla Jara Teresa de la unidad minera Santa María que viene extrayendo oro en forma de pirita en la veta Samy. La veta Samy tiene una potencia de 0.8-0.3 m con una ley promedio de 14 gramos de oro por tonelada y se ubica por el este con un buzamiento que va de 35° a 40° y un rumbo de 280°-290°. La unidad minera Santa María se encuentra entre los 1250-3000 m.s.n.m. La unidad minera Santa María está situada en la región del norte occidental de Perú, departamento la Libertad, distrito Pataz, provincia de Pataz. Teniendo por límites en el Sur con el departamento de Huánuco; con la provincia de Bolívar por el Norte; con las Sánchez Carrión y provincia Santiago de Chuco por el Oeste; y finalmente, con el departamento de San Martín por el Este. Siendo específicos haciendo referencia a su ubicación geográfica se localiza a 07°47'15''

de latitud sur y 77°35' 16" de longitud oeste; mientras que sus coordenadas UTM, por el norte es de 9'140,160 y por el este es de 214,558.

Con respecto a la **geología regional** está conformada por el ciclo Andino, Hercínico y Precámbrico. Para el ciclo del Precámbrico se encuentra el complejo de Marañón compuestas de esquitos y fiitas. En el Paleozoico (ciclo Hercínico) se encuentra la serie metavolcánica, formación de contaya, batolito de Pataz y los grupos Ambo, Mitu y Pucara. Para la era Mesozoica (ciclo Andino) se encuentran las formaciones de Goyllarisquisga, Crisnejas y Chota. Y para la era del Cenozoico (ciclo Andino), en el terciario se encuentra la formación Volcánica Lavasen y para el cuaternario está formado por depósitos fluviales, coluviales y glaciares.

En relación con la **geología local**, se describe al complejo Marañón conformado por filitas compuesto por calcita, clorita, talco y sericita. Luego está la formación Contaya o también ciclo Hercinico que contiene pirita fina, ambas son de rocas sedimentarias. Por otro lado, con rocas intrusivas, se ubica la misisipiana tardía, la zona compuesta por tonalita, granito, granodiorita, cuarzo y alpitás.

Para la **geología estructural**, comprende un conjunto de vetas de cuarzo con oro libre en solución sólida relacionado al batolito de Pataz. En el aspecto mineralógico destacan la pirita aurífera y calcopirita. Con respecto a la orogénesis, la cual es hercínica en la Cordillera Oriental. Esta Cordillera Oriental se encuentra en el este y comprende formaciones montañas del Paleozoico dentro de los valles interandinos.

La **realidad problemática** radica en la ausencia de un apropiado método de ventilación en el nivel 2670 de la contrata Castillo Jara Teresa. Esto origina la exposición de los seis trabajadores por tiempo prolongado a los agentes físicos como la temperatura y agentes químicos tales como los son el monóxido de carbono, el dióxido de nitrógeno y también gas oxígeno provocado debido a voladura. En el laboreo de la voladura utilizan como explosivo emulnor de 3000 de 1" x 8" que contienen gases tóxicos para la salud. El equipo de perforación utilizado es una Jack Leg RN-250X con barrenos de 3 ft (pie) y brocas de 34mm, donde en

un intento de evacuar las partículas en suspensión se hace uso de la manguera de aire de este equipo como método de aireación. De modo que no es la forma más correcta de ventilar el frente, dado que el frente de la labor se encuentra aproximadamente a 918 metros de distancia y requiere de ventilación auxiliar. De lo contrario, puede ocasionar retrasos en las tareas mineras durante la perforación ya que no se puede emplear la manguera de aire como fuente de ventilación.

Ante la problemática mencionada, se originan diferentes **causas**, una de ellas es la falta de un sistema de ventilación adecuado porque el desarrollo de las actividades de las contratas tiene metas establecidas anuales, dado que se centran en realizar actividades extractivas y optan por un “método” que soluciona de manera parcial. En este caso, empleando aireación mediante una manguera de aire que usa la perforadora Jack Leg. Según Caxi (2017), mencionó que la ventilación en mina es sumamente crucial ya que propicia una condición favorable para los diversos procesos a desarrollar dentro de la faena minera, teniendo en cuenta los explosivos, cantidad de personal, gases, sostenimiento, equipo y maquinaria. En **consecuencia**, al no contar con un sistema o circuito de ventilación adecuado se consigue insuficiente ingreso/circulación de aire limpio y fresco. Ello no permite la reanudación de actividades posteriores a la voladura, por ende, puede generar retrasos en los tiempos establecidos.

Otra de las **causas** presentes es la ausencia de monitoreo de gases emitidos posterior a la voladura, siendo esta la última actividad de la jornada laboral, donde optan por el uso de máscaras y filtros de gases. De esta manera busca remediar la carencia de un sistema de ventilación para que la disipación sea menor por el lapso de tiempo entre turnos laborales. Sin embargo, lo dicho anteriormente trae como **consecuencia** que los trabajadores pueden presentar algunas enfermedades, parálisis o hasta consecuencias fatales, por lo que las máscaras y filtros no son suficientes para sobrellevar los gases en el frente. Según La Izquierda (2017), mencionó un fatídico accidente en la mina Arcata, donde a causa de un gaseamiento fallecieron 2 personas, debido a que no contaban con un instrumento de monitoreo de gas, el cual es una herramienta necesaria para medir estas concentraciones de gases y prevenir este tipo de accidentes.

En consiguiente otra de las **causas** es la falta de ingresos económicos para un sistema de ventilación y equipos de inspección, lo que propicia la manera o método insuficiente para circular el aire, de modo que expelamos el aire viciado tras la voladura. Esto significa una inversión en equipos de medición para lograr conocer la concentración de gases como también el caudal de aire requerido necesario para disipar los gases producidos en la labor. Según Castillo (2017), señaló que para analizar la viabilidad de un proyecto se debe realizar una comparación de costos energéticos planteados para la implementación de un ventilador. En **consecuencia**, se produce un lapso de paro de actividades, lo cual retrasa los tiempos planificados, lo que se traduce en pérdidas económicas. Por ello, para asegurar un sistema de ventilación eficaz y eficiente es necesario la revisión periódica de concentraciones de gases de la labor, para luego registrar esa información semanalmente o con mayor frecuencia los caudales de aire que circulan por las labores mineras. De modo que los trabajadores tengan un ambiente y atmósfera favorable para trabajar y respirar.

Entonces, ante esta realidad problemática se planteó la siguiente **interrogante**: ¿De qué manera la implementación de un sistema de ventilación podrá controlar los agentes físicos y químicos producidos por voladura en el nivel 2670 de la contrata Castillo Jara Teresa?

Esta investigación se justificó **prácticamente** dado que el sistema de ventilación en las labores mineras es necesario para lograr un ambiente laboral óptimo para los trabajadores. Por ello, nuestro estudio pretende implementar un sistema o circuito de ventilación adecuado para la disipación de concentración de gases emitidos por la voladura. Así mismo, se justificó **teóricamente**, puesto que para implementar un sistema de ventilación es preciso recurrir a conceptos y reglamentos los cuales favorezcan a la investigación. En este caso nos apoyaremos del D.S. N° 024-2016-EM y su modificación D.S. N° 023-2017-EM. Por consiguiente, se justificó **metodológicamente** que para lograr conocer tanto el caudal de aire como la concentración de gases son necesario los equipos como el anemómetro y ALTAIR

para recopilar información. Y posteriormente crear instrumentos para realizar análisis y cálculos con los datos recogidos por los equipos.

Por ende, fue establecido como **objetivo general** proponer la implementación de un sistema de ventilación para controlar los agentes físicos y químicos en suspensión producidos por la voladura en el nivel 2670 de la contrata Castillo Jara Teresa. Así mismo, tenemos como **objetivos específicos** identificar las mediciones de los agentes físicos y los agentes químicos producidos por la voladura. Otro objetivo para la investigación es calcular el caudal de aire acorde a los parámetros establecidos en el D.S. N° 024-2016-EM y su modificación D.S. N° 023-2017-EM. Y como último objetivo es estimar el costo de la implementación del sistema de ventilación para controlar los agentes físicos y químicos emitidos por la voladura en el nivel 2670. Así mismo, se planteó la **hipótesis** Si se propone la implementación de un sistema de ventilación adecuado será posible controlar los agentes físicos y químicos producidos por voladura en el nivel 2670 de la contrata Castillo Jara Teresa.

II. MARCO TEÓRICO

Con respecto a antecedentes nacionales, según Huamaní (2020), en su tesis “Mejoramiento del sistema de ventilación subterránea de la mina Condor IV, Minera El Palacio Del Cóndor S.A.C”. Esta investigación tuvo por **objetivo** la determinación del diseño y método de ventilación eficiente la cual permita una mejora sobre la ventilación actual de la mina Cóndor IV. Esta investigación arrojó como **resultado**, la profundización hasta el tope de la ventilación en mina, logrando una extracción de aire viciado con mayor eficiencia con respecto a la calidad del aire. Dando origen a las **conclusiones**, donde se logró determinar el método y diseño de ventilación propicio con empleo del software Ventsim, posibilitando distintas opciones para la reubicación de los ventiladores a manera de mejora sobre la ventilación actual de la mina Cóndor IV. Esta investigación evidencia la **importancia** del uso de software que respalden o posibiliten de mejor manera la ubicación de la fuente de ventilación para manejar una ventilación con mayor eficiencia.

Según Duran (2018), en su investigación “Mejoramiento de la ventilación en la mina subterránea - Mina Colquijirca Cia de Minas Buenaventura S.A.A.”. Esta investigación tuvo por **objetivo** la obtención de un buen rendimiento de trabajadores y equipos, tanto como la productividad con la mejora del sistema de ventilación en mina Colquijirca. Teniendo como **resultado** la reubicación de ventiladores y cerrando secciones herméticamente para prevenir la pérdida de aire limpio que en su mayoría era extraído por las chimeneas de evacuación. Dando origen a las **conclusiones**, que se debe incrementar 6 617.54 m³/min de aire limpio en mina de manera que se satisfaga el caudal requerido. Además, se tuvo en cuenta reubicación de los ventiladores ya que favorecían a la evacuación del aire limpio y recirculación del aire viciado. Esta investigación evidencia la **importancia** de un correcto diseño de ventilación, el cual debe expeler el aire viciado e inyectando aire limpio que garantice un buen ambiente laboral para los colaboradores y un correcto funcionamiento del equipo empleado en la faena minera.

Según Ricse (2021), en su investigación “Diseño del circuito de ventilación para evacuar los artesanal Aurex-Acopalca, Pasco 2018”, que poseía por **objetivo** una realización del diseño de un sistema de ventilación para expeler polvo, gases, y humo en suspensión de sus labores para la galería principal en la mina Aurex. Con ello se obtuvo el **resultado** que según los monitoreos realizados se encontraron gases en las labores como en su mayoría fueron monóxido de carbono, polvo y gases nitrosos efecto de la voladura. Con ello se **concluyó** que para una correcta evacuación del aire viciado hay dos opciones viables. La primera opción radica en la construcción de chimeneas. Mientras que la otra opción es la implementación de un ventilador lo que involucra un costo por hora para los cuatro niveles de 7.86 USD/h. Esta investigación demarca la **importancia** de la evacuación del polvo, humo y gases producidos por la voladura, pero para ello se necesita un diseño de ventilación y un correcto monitoreo de los mismos.

Según Fuentes y Silva (2018), en su tesis “Propuesta de análisis técnico comparativo entre la ampliación de una chimenea y un ventilador axial en un sub nivel de una mina subterránea, Cajamarca”. Esta investigación tuvo por **objetivo** la realización de un análisis comparativo de ampliar una chimenea con respecto al empleo de un ventilador axial. Lo que permitió obtener como **resultado** que para ampliar la chimenea tendría una inversión de S/. 39, 921.00. En cambio, para lograr emplear ventiladores axiales se debía asumir un coste de S/. 84, 330.30, por el gasto energético y mantenimiento que significa emplear dichos equipos. **Concluyendo**, que a pesar de que ambas formas cumplen cabalmente con la tarea, la ventilación natural es la manera más económica para lograrlo, pero con lleva varias horas. Sin embargo, la ventilación mecánica es la más propicia y eficiente debido a que asegura no recirculación de partículas y emplea menor tiempo para llevar a cabo dicho proceso. Esta investigación evidencia la **importancia** de analizar las posibles soluciones para la elección del sistema de ventilación. Por ello, se debe optar por la que cumpla con mayor eficiencia y en el menor tiempo posible, aunque signifique elevar la inversión para dicha actividad.

A nivel internacional, según Valarezo (2020) en su investigación “Diseño del sistema de ventilación en la concesión minera “Cebal” y diseño del sistema de

desagüe en la concesión minera “R-Nivel”, Zaruma - El Oro”. Esta investigación tuvo por **objetivo** el análisis del caudal de aire circundante en el frente de trabajo. Se obtuvo como **resultado** que según el sistema o circuito de ventilación propuesto dicho movimiento de su columna de aire obtenida por parte del ventilador principal es de 775.84m. Entonces, **concluyeron** que el sistema actual de ventilación es ineficiente dado por la falta de alimentación de aire necesaria para la labor. Por ello, es de suma **importancia** tener un sistema de ventilación eficiente. De modo que es necesario identificar los caudales de aire que se manifiestan en las labores mineras para que los trabajadores tengan las condiciones necesarias de laborar sin ningún tipo de riesgo y prevenir futuros accidentes.

Según Sanhueza (2020) en su investigación “Proyecto de diseño técnico y económico de sistema de ventilación de mina Trinidad, Lebu”, que tuvo por **objetivo** la evaluación de un circuito piloto de ventilación subterránea para que se desempeñe en el aspecto técnico-económico. De modo tal, garantice la respiración humana, que mejore la temperatura ambiental y repela los gases nocivos y partículas en la Mina Trinidad. Se obtuvieron por **resultados** que la malla actual de ventilación es de 32 m³/seg, lo cual no cumple con la demanda del Decreto Supremo 132/2002 del Ministerio de Minería. **Concluyendo** que es necesario cambiar el tipo de ventilador dado que la faena requiere de 400 m³/seg y así esté acorde al decreto supremo. Esta investigación la tomamos como fuente de guía, ya que nos demuestra la gran **importancia** de acatar los requisitos del decreto supremo debido a la seguridad que se debe brindar para mejorar el ambiente laboral permitiendo desarrollar de manera efectiva las tareas de la jornada laboral minera.

Según Castillo (2017), en su tesis “Evaluación del sistema de ventilación de la mina El Roble”, que poseía el **objetivo** de la realización de una evaluación de la condición actual a la ventilación en El Roble. Con ello se obtuvo el **resultado** que según las evaluaciones de los datos recolectados se vio un déficit en cuanto al caudal requerido para brindar una correcta ventilación, encontrando una ventilación de tan solo 16% de cobertura, ya que son necesarios 279.705 cfm y solo eran inyectados 50.747 cfm. Con ello se **concluyó** que la inyección actual era deficiente

debido a que solo significaba el 16% del caudal requerido. De modo que era crucial elevar ese caudal y luego de las evaluaciones pertinentes se propuso un sistema de ventilación simulado con el apoyo de Ventsim el cual aporta un aumento de 77% de caudal de aire. Esta investigación demarca la **importancia** de la evaluación apoyándose en una herramienta de simulación para poder evaluar el mejor escenario para lograr cumplir con la normativa brindando un grado de confiabilidad aceptable.

En otras investigaciones precedentes como de Caxi (2017), Alejo (2019), Quispe (2017), Flores (2017), Muñoz y Salazar (2018), Guevara y Villanueva (2018), Cáceres (2019), que tuvieron como **objetivo** evaluar, modelar y proponer un sistema o circuito de ventilación acorde a su respectiva unidad minera. Por lo que tuvieron como **resultado** cierta deficiencia en sus mediciones con relación a la velocidad de aire y monitoreo de gases, como también en sus cálculos posteriores de caudal de aire presente en las labores correspondientes. **Concluyendo** con la necesidad de implementar un circuito, red o sistema de ventilación que logre satisfacer o llegar a cumplir lo requerido acorde a la normativa de ley vigente. Por ello, analizaron las posibles opciones de solución referente a los costos para la implementación. A su vez, algunos autores emplearon Ventsim, un software para realizar simulación y diseño para que se elija la alternativa con mayor eficiencia. Estas investigaciones comprueban la **importancia** de apoyarse en herramientas digitales para permitir agilizar las posibles soluciones a problemas presentes mediante una simulación.

Enfocándonos en la **teoría**, según Orche (2020), manifestó que la ventilación es un proceso que permite realizar una inyección de caudal de aire requerido, el cual logre brindar ambientes confortables y llevaderos para el satisfactorio cumplimiento de la faena minera. La ventilación se puede dar de dos formas, tales como la ventilación natural y la ventilación mecánica. Según Bustamante et al. (2018), sostienen que la ventilación natural es un sistema que no necesita de equipos y a su vez es variable, debido a factores como épocas del año, clima, hora del día, entre otros. Mientras que la ventilación mecánica, es el sistema que al contrario de la natural, es necesario o crucial emplear ventiladores para inyectar un caudal de aire en las

labores con la finalidad de evacuar el aire viciado, el cual se carga con los gases producto de la voladura en su mayoría (Quispe, 2019).

Así mismo, la ventilación puede darse por diferentes sistemas como ventilación aspirante, impelente y combinado. Según Portilla (2019), mencionó que el sistema impelente es donde el caudal de aire es inducido dentro de las tuberías de ventilación para luego salir hacia las galerías en desarrollo de manera viciada. También Guizábalo (2017), presentó que el sistema aspirante es donde el caudal de aire fresco ingresa directamente por la galería, mientras que el aire viciado se extrae por los ductos de ventilación mediante un ventilador auxiliar. Finalmente, Rivera (2020), nos comentó que el sistema mixto aspirante – impelente, es la combinación de ambos sistemas mencionados anteriormente, en la cual se hace uso tanto para impulsar aire fresco a la labor como también para la extracción del aire viciado.

El sistema de ventilación está compuesto por el ventilador y las mangas de ventilación, y hay dos tipos de ventiladores. Según Marcial (2019), nos dice que el ventilador axial consta de un eje que transfiere aire como energía mediante un movimiento de remolino a causa de las aspas que tiene incorporado por dentro. Mientras que Fuentes y Silva (2018), indica que un ventilador centrífugo consta de un rotor reclinado en su estructura y tiene forma espiral, el cual el aire que ingresa por el rotor paralelo a la flecha del ventilador es absorbido y se incrementa a causa de la fuerza centrífuga para luego ser descargado por la salida.

Por ende, los sistemas de ventilación son de mucha importancia ya que durante la voladura se produce gases tóxicos que pueden perjudicar al personal en cuestión. Según Helguero y Medinaceli (2020), nos mencionó que los accidentes más frecuentes en minería subterránea son por intoxicación, en la cual los gases peligrosos que más destacan son el gas sulfhídrico, gases nitrosos, monóxido de carbono, anhídrido de carbono, entre otros. Según Bolaños y Chacón (2017), que el monóxido de carbono es un tipo de gas incoloro, insípido, inodoro y no irritante, en la cual puede ser mortal si es inhalado en grandes cantidades.

Entonces, para prevenir la intoxicación en el personal de trabajo se tiene que monitorear la medición del aire y de los gases tóxicos en la labor. De esta manera es necesario recurrir al apoyo del equipo de medición de gases y medición del caudal de aire denominado anemómetro y altair. Según Valdivia (2018), sostiene que el anemómetro es un equipo empleado para tomar medidas directas con respecto a la velocidad del aire que circula en la labor, que aunada a la sección de la misma facilita hallar el caudal de aire existente en la mencionada labor. Y según Cahuata (2021), nos dice que el altair es un equipo necesario para monitorear y detectar la cantidad de diferentes gases tóxicos emitidos por voladura.

Para la última parte de este proceso, se debe llevar a cabo una serie de operaciones aritméticas designadas acorde a la normativa vigente, en este caso es el DS. 024-2016-EM y su modificación DS. 023-2017-EM, con esto se busca reemplazar los datos recopilados por los equipos de medición empleados para satisfacer la finalidad del informe de investigación en mención. Según el ANEXO 18 del DS. 024-2016-EM y su modificación DS. 023-2017-EM, nos manifestó que se debe tener en cuenta las siguientes fórmulas con respecto a la altitud, número de trabajadores, equipos o maquinaria a diésel, consumo de madera, temperatura y también fugas en las mangas de ventilación.

$$Q_{tr} = F * N \left(\frac{m^3}{min} \right)$$

Q_{tr} , es el caudal total para "n" trabajadores (m^3/min).

F, es caudal mínimo por persona de acuerdo a la escala establecida en el artículo 247 del reglamento.

N, es el número de trabajadores de la guardia más numerosa.

$$Q_{ma} = T * u \left(\frac{m^3}{min} \right)$$

Q_{ma} , es el caudal requerido por toneladas de producción (m^3/min).

T, es la producción en toneladas métricas por guardia.

U, es el factor de producción, de acuerdo al segundo párrafo del literal.

$$Q_{te} = V_m * A * N \left(\frac{m^3}{min} \right)$$

Q_{te} , es el caudal por temperatura (m^3/min).

V_m , es la velocidad mínima.

A, es el área promedio de labores (m^2).

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

$$Q_{eq} = 3 * HP * D_m * F_u \left(\frac{m^3}{min} \right)$$

Q_{eq} , es el volumen necesario para ventilación (m^3/min).

HP, es la capacidad efectiva de potencia (HPs).

D_m , es la disponibilidad mecánica promedio de los equipos (%).

F_u , es el factor de utilización promedio de los equipos (%).

$$Q_{ex} = A * V * N \left(\frac{m^3}{min} \right)$$

Q_{ex} , es el caudal de aire requerido por consumo de explosivo detonado (m^3/min).

A, es el área promedio de labores (m^2).

V, es la velocidad mínima requerida según norma (m/min).

N, es el número de niveles en voladura.

$$Q_{fu} = 15\% * Q_{t1} \left(\frac{m^3}{min} \right)$$

Q_{fu} , es el caudal por fuga (m^3/min).

Q_{t1} , es la sumatoria de caudal requerido por trabajadores, temperatura, madera y motores diésel.

$$Q_{to} = Q_{t1} + Q_{fu}$$

Q_{to} , es el caudal total para la operación.

Q_{t1} , es la sumatoria de caudal requerido por trabajadores, madera, temperatura y motores diésel.

Q_{fu} , es el caudal por fuga (m^3/min).

Posterior a tener en consideración todos esos parámetros se realiza la sumatoria de todos ellos y así obtener una cantidad total, que pasa a ser el caudal de aire requerido para toda la labor, sin embargo no termina con ello, sino que se debe buscar el diseño y ubicación del ventilador, ya conociendo los CFM y HP con los que deberá contar este equipo, como consecuencia de que ya se conocerá la potencia que necesita para cumplir y apegarse con la normativa de ley.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Este informe de investigación tuvo un **enfoque** cuantitativo con un diseño no experimental, porque se basó en sucesos y conceptos ya ocurridos en la realidad sin la intromisión de los investigadores. Además, los eventos de la realidad que se quieren investigar se verifican, se cuantifican y pueden darse o no a conocer (Cadena et. al, 2017). Por ende, debemos tomar medidas de la velocidad de aire y concentración de gases para luego realizar los cálculos normativos en relación al decreto supremo. Por ello, partiré desde la utilización y recolección de datos obtenidos para poder contestar las preguntas de la investigación, a su vez, probar la hipótesis planteada.

El tipo de investigación según su **alcance** fue descriptivo dado que se describió las características según las variables del fenómeno en estudio (Sánchez et. al, 2018). Por ello, para este informe de investigación se describió la cantidad de trabajadores, equipos y maquinarias empleados, entre otros. Según su **naturaleza** esta investigación es de tipo aplicada porque buscamos un amplio conocimiento de manera aplicada directa ante la realidad o fenómeno para responder los problemas (Caliari y Chiariani, 2018). Con respecto a esto en minería subterránea se debe establecer un diseño funcional y eficiente para garantizar un ambiente laboral fresco y confortable para la salud y el bienestar de todo el personal en la labor.

El **nivel de campo** de estudio de esta investigación fue **proyectivo** ya que se buscaba una propuesta de solución sin fines prácticos inmediatos, a su vez González y Montilla (2021) manifestaron que la investigación proyectiva fue la propuesta que se dio acorde a una realidad existente. El **alcance temporal** de la investigación fue transeccional ya que se da en un tiempo determinado. Según Martelo et al. (2018), nos mencionó dado que la investigación se da en un momento y tiempo único.

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variables Dependiente:

Sistema de ventilación

Definición Conceptual

Según Guevara y Villanueva (2018), sostiene que la ventilación tiene como principal objetivo circular un caudal de aire mínimo o requerido para lograr establecer una mejor condición laboral originando un ambiente pulcro sin gases, polvo o humo los cuales son perjudiciales para la salud. Por tal motivo, dicha actividad se lleva a cabo determinando un sistema para lograr inyectar aire fresco por todas las áreas de trabajo.

Definición Operacional

El sistema de ventilación se define como el circuito que inyecta aire limpio y fresco en todas las labores del proyecto minero y de esa manera expulsa el aire viciado.

3.2.2. Variable Independiente:

Agentes físicos y químicos

Definición Conceptual

Según Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería (2017), señala que los agentes químicos son elementos y/o compuestos químicos. Estos compuestos químicos se originan de manera individual o con mezclas, producida o natural, haya sido con intención o no, tales pueden ser como neblinas, polvos, gases, vapores o incluso humo, entre otras sustancias. También los agentes físicos son aquellos elementos que afectan al personal de trabajo durante la faena de

trabajo minero, estos pueden ser radiaciones ionizantes, temperaturas extremas, iluminación, vibraciones, ruido, entre otros.

Definición Operacional

Los agentes físicos y químicos son aquellos componentes que afectan durante la faena minera al personal de trabajo, en los que incumben los gases producidos por voladura y la temperatura de la labor.

3.3. Población y muestra

La **población** de estudio estuvo formada por el conjunto de labores mineras de la contrata Castillo Jara Teresa. Según Arias et. al (2017), comenta que la población para un proyecto de investigación es el conjunto de casos, limitados, definidos y accesibles, donde el investigador tendrá en cuenta para seleccionar la muestra que satisfaga los criterios determinados.

La **muestra** de estudio estuvo compuesta por la labor que forma parte del nivel 2670 donde vienen realizando sus labores de avance la contrata. Según Ventura (2017), sostiene que una muestra es una porción de las unidades que representa un porcentaje del universo denominado población, seleccionados por criterios determinados.

Criterios de Inclusión

Los criterios de inclusión empleados para la selección de la población están compuestos por la cantidad del personal en la labor, equipos, maquinarias, sostenimiento de madera y los gases. A su vez, se debe considerar los indicadores tales como área de la labor, velocidad de aire, caudal mínimo de aire por hombre, caudal de aire por equipo petrolero, toxicidad según la concentración de los gases, deficiencia de la ventilación y temperaturas altas.

Criterios de Exclusión

Los criterios de exclusión que se consideran son aquellas actividades o personal de otra contrata que no influyan en el sistema de ventilación a implementar.

3.4. Técnicas e instrumentos

3.4.1. Técnicas

Técnica de Observación

La técnica de estudio que se empleó para poder recopilar los datos fue mediante la observación, que nos permite identificar y reconocer de manera sencilla y directa la realidad en campo. Con respecto a esto, en campo observamos la ausencia de un sistema de ventilación adecuado para sus trabajadores y la falta de monitoreo respectivos para la medición de aire y gases. Según Katz y Anderson (2018), indica que dicha técnica de investigación consiste en la observación de fenómenos, personas, casos, hechos, acciones, situaciones, objetos, entre otros. Esta técnica sirve para la obtención de información necesaria para el estudio.

Técnica de Análisis Documental

Otra técnica de estudio que se empleó en este informe fue mediante el análisis documental, que tiene por objeto recopilar información, registrarla y originar nuevos documentos para luego aplicar el análisis. Por ende, nos regimos a la normativa o reglamento de la salud ocupacional determinados en el decreto supremo. Según Posada (2017), indica que el análisis documental recoge datos con orden lógico, permitiendo hallar situaciones pasadas. En esta técnica es necesario encontrar diversas fuentes de estudio para la elaboración de los instrumentos para la investigación, entre otros.

3.4.2. Instrumentos

Guía de Observación

El instrumento de estudio que se utilizó para este informe de investigación fue la guía de observación, donde anotaremos la información recopilada a través de la observación. Según Falcón et. al (2021), precisan que este instrumento tiene gran importancia debido a que nos permite recordar datos, situaciones o personas. Por ello, este instrumento es de gran importancia para que el investigador pueda registrar ocurrencias dadas en campo.

Guía de Análisis Documental

Otro instrumento que se utilizó para este informe de investigación fue la guía de análisis documental, la cual es una ficha que requiere de diferentes ítems que serán recopilados luego del análisis documental que facilitó el registro de la información para su posterior uso. Según Castillo (2020), nos dice que esta técnica es un fichero con orden sistemático. En este instrumento se ordenan teniendo en cuenta el tema, autor, título, etc. Permitiendo la organización de datos recopilados para la investigación. A su vez, este instrumento facilitará los procesos, ya que no es necesaria la revisión constante de donde se extrajo la información.

3.5. Procedimientos

Etapa 01: Planificación de la investigación

En esta etapa se eligió el tema de investigación a partir de la problemática que se presenta, identificando sus causas y consecuencias, de esta manera se iniciará la elaboración del título y objetivos del informe de investigación, así mismo se planteó las justificaciones de la investigación como su respectiva hipótesis. A su vez, se realizó la recopilación de antecedentes locales, nacionales e internacionales y teorías con respecto al tema de estudio, como también el diseño y tipo de investigación. Además, se elaboraron los instrumentos necesarios para la

recopilación de información según la técnica correspondiente a emplear para el informe de investigación.

Etapa 02: Ejecución de la investigación

En esta etapa se ejecutó la investigación del informe, donde en un principio se recibió una carta de aceptación de la contrata Castillo Jara Teresa. Esta carta de aceptación responde a nuestra carta de presentación dirigida a la empresa que nos acogió, apoyó y brindó la información y el acceso necesario para desarrollar la investigación. A su vez, se realizó la aplicación/ejecución de los instrumentos elaborados con relación a la técnica y objetivos planteados. Para el informe, se utilizaron las guías de observación y análisis documental para tener una descripción a detalle de los criterios o parámetros en consideración.

Etapa 03: Procesamiento, análisis e interpretación

En esta etapa se realizaron los procesos, análisis e interpretaciones de los resultados de nuestro informe de investigación. Mediante el cual se utilizó el método analítico – sintético y de procesos para llevar a cabo los procesamientos de los resultados, como en este caso se analizaron los datos recopilados en campo, para después sintetizar y procesar para reconocer los gases presentes en la labor y la velocidad del aire. Estos métodos empleados son elementos claves para la construcción de un conocimiento válido sobre nuestro tema de estudio. Además, los resultados obtenidos fueron interpretados mediante cuadros y tablas.

3.6. Método de análisis de datos

Método Analítico - sintético

En esta investigación se empleó el método analítico - sintético, porque nos va a permitir analizar los datos recogidos descomponiendo sus partes con el objetivo de estudiar individualmente cada una de ellas para responder a nuestros objetivos planteados. Luego, se procede a sintetizar el análisis para poder concebir ideas

generales y generar resultados para implementar un sistema o circuito de ventilación para controlar los agentes físicos y químicos provocados por la voladura. Para este caso, desglosamos individualmente las concentraciones de gases provocados por la voladura como también el caudal de aire en la labor. Gabriel (2017), nos dice que el método analítico es un método que se aplica para realizar investigaciones que se originan del método científico, el cual se utiliza con mayor frecuencia para ciencias naturales y ciencias sociales para lograr diagnosticar problemas y generar hipótesis que permiten las resoluciones de las mismas.

Método de procesos

Este informe de investigación se utilizó el método de procesos en relación a nuestras técnicas e instrumentos que se aplicaron. Esto, debido a la necesidad de relacionar los objetivos planteados en este informe con los resultados que se obtuvieron. De esta manera, cumplir con la intención de la implementación de un sistema o circuito de ventilación para controlar los agentes físicos y agentes químicos provocados por la voladura. Según Medina et. al (2019) nos dice que en el método de procesos para lograr los objetivos es necesario entender su comprensión para luego realizar cambios en los procesos donde se vea ocurrencia de fallas, ineficiencias, defectos, entre otros.

3.7. Aspectos éticos

Para esta investigación, según el reglamento implementado por la Universidad Cesar Vallejo sede Chiclayo, se tomaron en consideración los siguientes principios éticos:

Beneficencia

En este principio ético nos apoyamos de los datos recopilados gracias a la accesibilidad permitida por la contrata Castillo Jara Teresa, brindando a cambio los resultados de la implementación del sistema de ventilación. De esta manera controlar los agentes físicos y químicos provocados por la voladura de la

mencionada contrata; de manera que se logró disminuir la improductividad del proceso para conseguir los objetivos planteados.

No maleficencia

Para este principio ético, los datos proporcionados por la contrata Castillo Jara Teresa no fueron manipulados o malversados. Además, luego de culminar el informe serán publicados en el repositorio de la Universidad César Vallejo con el respectivo consentimiento de la empresa.

Justicia

Mediante este principio ético se utilizó todos los datos, tanto los brindados por la contrata Castillo Jara Teresa como los datos recopilados por los investigadores de manera verídica. Además, los resultados obtenidos fueron entregados a la empresa sin ninguna alteración o manipulación, como también para el uso y fin del informe respetando la verdad.

Autonomía

En este principio ético se tomaron en cuenta el obrar según el criterio de los investigadores, teniendo emancipación del deseo y opinión de terceros. Esto se vio reflejado desde la elección del tema de investigación, los objetivos planteados hasta las conclusiones de dicho informe de investigación.

IV. RESULTADOS

4.1. Identificación de las mediciones de los agentes físicos y los agentes químicos producidos por la voladura.

4.1.1. Datos del frente de la labor para la ventilación del nivel 2670 de la Contrata Castillo Jara Teresa - Pataz.

Tabla 1. Datos del frente de la labor

SECCIÓN	Altura	1.60 m
	Ancho	2.00 m
	Área	2.97 m ²
	Perímetro	6.89 m
Velocidad del caudal del aire		0 m/s
Temperatura de la labor		25.5 °C

Fuente: Elaboración propia.

Esta tabla 1 hace referencia a las especificaciones del frente de la labor del nivel 2670, en la cual se tiene presente la sección de 2 metros de ancho por 1.80 m de alto. Los datos de la sección son necesarios para realizar los cálculos tanto del área como el del perímetro de la labor. Así mismo, la velocidad del caudal de aire en cuestión es de 0.9 m/s equivalente a 54 m/min y la temperatura de la labor es de 25.5 °C.

Para la realización de los cálculos de área y perímetro se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$A = \left(\frac{a * h}{12} \right) + (\pi + 8)$$

Para el cálculo del área, el coeficiente “A” hace referencia al área en unidades de m² (metros cuadrados), “a” es el ancho de la sección en (metros) y “h” es la altura de la labor (en metros).

$$P = (\sqrt{A} * 4)$$

Para el cálculo del perímetro, el coeficiente “P” hace referencia al perímetro en unidades de “m” (metros) y “A” es el área de la labor en m².

4.1.2. Datos de la situación actual para la ventilación del nivel 2670 de la Contrata Castillo Jara Teresa - Pataz.

Tabla 2. Medición de la temperatura y velocidad del aire por progresiva.

Progresiva (m)	Temperatura	Velocidad del aire (m/seg)	Velocidad del aire (m/min)	Sección	Área	Caudal de aire
0+500	23.2 °C	0.8 m/s	48 m/min	2.4m x 2.4m	5.35m ²	256.8 m ³ /min
0+600	24.5°C	0.4 m/s	24 m/min	2.4m x 2.4m	5.35m ²	128.4 m ³ /min
0+700	25.5 °C	0.3 m/s	18 m/min	2.4m x 2.4m	5.35m ²	96.3 m ³ /min
0+800	25.4 °C	0.1 m/s	6 m/min	2.4m x 2.4m	5.35m ²	32.1 m ³ /min
0+918	25.5 °C	0 m/s	0 m/min	1.60m x 2m	2.97m ²	0 m ³ /min

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 2, se describen las mediciones tomadas con el apoyo de un anemómetro modelo GM-816 de la marca Benetech. Así mismo, se pudo obtener medidas con menor margen de error con respecto a la medida de velocidad del aire y a la temperatura ambiente en las distintas progresivas o puntos referencia que tomaron en cuenta. Para esto el primer punto fue a 500 metros de la bocamina, donde se registró una velocidad de 0.8 m/s y una temperatura de 23.2° C; luego de medir la sección 2.4m x 2.4m, podemos conocer su área, la cual es 5.35 m². Posterior a ello es posible conocer el caudal de aire presente en dicho tramo referencial denominado “Progresiva (0+500)”, siendo 256.80 m³/min. Este proceso se realizó de manera periódica para las siguientes referencias, Progresiva (0+600), Progresiva (0+700), Progresiva (0+800) y por último en Progresiva (0+918) donde se obtuvieron 0 m/s de velocidad del aire; por lo que el caudal de aire es 0 m³/min

y 25.5° C de temperatura ambiente, de la misma forma se registraron 1.60 m x 2 m de sección teniendo por área 2.97 m².

Tabla 3. Medición de los gases por progresiva después de dos horas de voladura.

Progresiva (m)	Monóxido de carbono (ppm)	Dióxido de nitrógeno (ppm)	Gas Oxígeno (%)
0+500	9.6	0.8	19.1
0+600	16.5	6.3	18.7
0+700	38.7	16.2	18.3
0+800	86.4	25.5	17.8
0+918	121.6	32.1	17.5

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3, son descritas las concentraciones de agentes químicos con el empleo de un detector de gas Altair. Dichas medidas fueron recuperadas desde los 500 metros de bocamina en adelante. Por ello, se registraron lecturas de 9.6 ppm de monóxido de carbono, 0.8 ppm dióxido de nitrógeno y 19.1% de oxígeno; esto hace referencia a las medidas del primer punto, “Progresiva (0+500)”. Para las siguientes lecturas se mantuvo el mismo procedimiento, donde para la Progresiva (0+600) se registraron medidas de 16.5 ppm de monóxido de carbono, 6.3 ppm dióxido de nitrógeno y 18.7% de oxígeno. En la Progresiva (0+700) se registraron lecturas de 38.7 ppm de monóxido de carbono, 16.2 ppm dióxido de nitrógeno y 18.3% de oxígeno. En la Progresiva (0+800) se observaron mediciones de 86.4 ppm de monóxido de carbono, 25.5 ppm dióxido de nitrógeno y 17.8% de oxígeno. Finalmente, en la Progresiva (0+918) donde registraron lecturas de 121.6 ppm de monóxido de carbono, 32.1 ppm dióxido de nitrógeno y 17.5% de oxígeno.

4.2. Cálculo del caudal de aire acorde a los parámetros establecidos en el D.S. N° 024-2016-EM y su modificación D.S. N° 023-2017-EM.

Para prever el caudal de aire requerido en minería subterránea se debe realizar los cálculos de caudal de aire teniendo en cuenta la cantidad de hombres, por el consumo de madera, por temperaturas en la labor, por equipos (diésel) y por fugas.

4.2.1. Cálculo según la cantidad de trabajadores

Tabla 4. Límites del caudal de aire según los m.s.n.m.

Escala de cantidad mínima de aire por hombre según el m.s.n.m.	
Altitud	Caudal mínimo de aire
< 1500 msnm	3m ³ /min
1500 a 3000 msnm	4m ³ /min
3000 a 4000 msnm	5m ³ /min
> 4000 msnm	6m ³ /min

Fuente: Art. 247 del DS 024-2016-EM modificado por DS N° 023-2017-EM.

En la tabla 4, se observa la escala de cantidad mínima de aire por hombre según los metros sobre el nivel del mar en que se encuentra la labor, dada por el DS 024-2016-EM modificado por DS N° 023-2017-EM. En la cual si la altitud es menor a 1500 msnm se debe considerar un caudal mínimo de aire de 3m³/min por cada hombre en el labor. Sin embargo, si la altitud es mayor a 4000 msnm se debe considerar un caudal mínimo de aire de 6m³/min por cada hombre en el labor.

Para la realización del cálculo se usó la siguiente fórmula.

$$Q_{tr} = F * N \left(\frac{m^3}{min} \right)$$

Q_{tr}, es el caudal total para "n" trabajadores (m³/min).

F, es caudal mínimo por persona de acuerdo a la escala establecida en el artículo 247 del reglamento.

N, es el número de trabajadores de la guardia más numerosa.

$$Q_{tr} = \frac{4m^3}{min} * 6$$

$$Q_{tr} = 24m^3/min$$

Tabla 5. Cálculo del caudal de aire requerido para la cantidad de trabajadores (Q_{Tr}).

Cálculo del caudal de aire según la cantidad de trabajadores			
Altitud de la labor	2670	Caudal mínimo de aire requerido por hombre	4m ³ /min
Máx. N° de trabajadores	6	Caudal por la cantidad de trabajadores	24m ³ /min

Fuente: Elaboración propia.

Esta tabla 5, representa el caudal mínimo de aire que se requiere por hombre en la labor minera. La altitud de la labor se encuentra 2670 msnm, entonces como se encuentra entre los 1500 a 3000 msnm según la escala de la tabla 4, se requiere 4m³/min de caudal mínimo de aire por hombre. Así mismo, en la labor se encuentran trabajando un máximo 6 hombres. Por ende, el caudal mínimo de aire requerido para los trabajadores en la labor debe ser de 24m³/min equivalente a 847.55 CFM.

4.2.2. Cálculo según el consumo de madera

Tabla 6. Factor de Producción según el consumo de madera.

FACTOR DE PRODUCCIÓN DE ACUERDO AL CONSUMO DE MADERA	
CONSUMO DE MADERA (%)	FACTOR DE PRODUCCIÓN (m³/min)

< 20	0
20 a 40	0.6
41 a 70	1
> 70	1.25

Fuente: Art. 252 d) del DS 024-2016-EM modificado por DS N° 023-2017-EM.

En la tabla 6, donde se encuentran valores del factor de producción equivalentes a un rango de porcentaje de consumo de madera. Acorde a la normativa, si el consumo de madera es menor al 20% el factor de producción se desprecia; en cambio sí comprende un valor de entre 20% al 40 %, se vuelve 0.6 m³/min con respecto al factor de producción. Así mismo, si los valores se encuentran entre el 41% y 70%, el factor correspondiente sería 1 m³/min; por otro lado, si supera al 70%, dicho factor de producción equivale a 1.25 m³/min. Esto es importante solo si el sostenimiento es con madera, ya que dicho material consume aire y a su vez expulsa dióxido de carbono, con la finalidad de poder brindar un factor según la normativa vigente regida a unos rangos señalados en el art. 252 de dicha norma legal.

Para la realización del cálculo se usó la siguiente fórmula.

$$Q_{ma} = T * u \left(\frac{m^3}{min} \right)$$

Q_{ma}, es el caudal requerido por toneladas de producción (m³/min).

T, es la producción en toneladas métricas por guardia.

U, es el factor de producción, de acuerdo al segundo párrafo del literal.

$$Q_{ma} = 0.6 * \frac{0.6m^3}{min}$$

$$Q_{ma} = 0.36m^3/min$$

Tabla 7. Cálculo del caudal de aire requerido por consumo de madera (Q_{Ma}).

Cálculo del caudal de aire requerido por consumo de madera			
Consumo de Madera (%)	20% - 40%	Producción en toneladas métricas por guardia	0.6 TM

Factor de Producción	0.6 m ³ /min	Caudal por consumo de madera	0.36 m ³ /min
-----------------------------	-------------------------	-------------------------------------	--------------------------

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 7, se logra observar que en el frente de la labor han empleado madera para sostenimiento lo que en promedio alcanzaría un 23% de consumo de madera, por ello se le otorga un factor de producción de 0.6 m³/min. Por otro lado, cada guardia tiene una producción promedio de 0.6 TM. Luego de obtener tales datos, se realiza un cálculo aritmético establecido por el anexo 38 del DS 024-2016-EM modificado por DS N° 023-2017-EM, en la que el caudal de aire requerido por consumo de madera es de 0.36 m³/min lo que es equivalente a 12.71 CFM.

4.2.3. Cálculo por temperatura en la labor

Tabla 8. Velocidad mínima según la temperatura seca de la labor.

VELOCIDAD MÍNIMA	
TEMPERATURA SECA (°C)	VELOCIDAD MÍNIMA (m/min)
< 24	0
24 a 29	30

Fuente: Art. 252 d) y Anexo 38 del DS 024-2016-EM modificado por DS N° 023-2017-EM.

En la tabla 8, observamos que hay rangos establecidos para las temperaturas presentes en labor. Si la labor presenta una temperatura seca menor a 24°C no se toma en consideración la velocidad mínima del aire. Sin embargo, si la temperatura comprende entre los 24° y 29° C, la velocidad mínima de aire requerido sería de 30 m³/min.

Para la realización del cálculo se usó la siguiente fórmula.

$$Q_{te} = V_m * A * N \left(\frac{m^3}{min} \right)$$

Q_{te} , es el caudal por temperatura (m^3/min).

V_m , es la velocidad mínima.

A , es el área promedio de labores (m^2).

N , es el número de niveles con temperatura mayor a $23\text{ }^\circ\text{C}$, de acuerdo a la escala establecida en el tercer párrafo literal d) del artículo 252 del reglamento.

$$Q_{te} = 30m/min * 2.97m^2 * 1$$

$$Q_{te} = 89.1\text{ }m^3/min$$

Tabla 9. Cálculo del caudal de aire requerido por temperatura en la labor (Q_{Te}).

Cálculo del caudal de aire requerido por temperatura en la labor			
Temperatura Seca ($^\circ\text{C}$)	25.5 $^\circ\text{C}$	N° de niveles con temperatura mayor a 23°C	1
Velocidad mínima	30 m/min		
Área del labor	2.97 m^2	Caudal por temperatura	83.7 m^3/min

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 9, se puede observar la medición de la temperatura seca que es de $25.5\text{ }^\circ\text{C}$, el cual se realizó mediante el uso del anemómetro. Entonces como la temperatura se encuentra entre los 24° y 29°C , según el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería nos dice que la velocidad mínima debe ser de 30 m/min (Tabla 8) equivalente a 1800 m/min. Y el número de niveles de la contrata Castillo Jara Teresa con temperatura mayor a $23\text{ }^\circ\text{C}$ es de solo una labor. Al obtener estos datos, se realiza el cálculo para el caudal de aire requerido por temperatura que es de $89.1\text{ }m^3/min$ que corresponde a 3 146,54 CFM.

4.2.4. Cálculo por equipo con motor petrolero

Tabla 10. Cálculo del caudal de aire requerido por equipo con motor petrolero (Q_{Eq}).

Cálculo del caudal de aire requerido por equipo con motor petrolero	
Equipo	Locomotora a batería de 4.5TN
Tipo de combustible	Eléctrico
Caudal por equipo	---

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al cálculo del caudal requerido por equipo con motor petrolero de la Tabla 10, en la contrata Castillo Jara Teresa utiliza como equipo de transporte de material mineralizado una locomotora a batería de 4.5TN con 10 carros U-35 de 2 toneladas cada uno con trocha de 500mm, en la cual su tipo de combustible es eléctrico. Entonces, como el equipo no utiliza diésel como combustible no se realiza un cálculo de caudal de aire por equipo con motor petrolero. Por ello, este cálculo será nulo o en otras palabras de desprecia, a causa de ser eléctrico no hay combustión, por lo que no hay emisión de gases propios de ello. Por ende no interviene o afecta al cálculo total de caudal requerido para la ventilación.

4.2.5. Cálculo por explosivo

Para la realización del cálculo se usó la siguiente fórmula.

$$Q_{ex} = A * V * N \left(\frac{m^3}{min} \right)$$

Q_{ex} , es el caudal de aire requerido por consumo de explosivo detonado (m^3/min).

A, es el área promedio de labores (m^2).

V, es la velocidad mínima requerida según norma (m/min).

N, es el número de niveles en voladura.

$$Q_{ex} = 2.97\text{m}^2 * 25\text{m}/\text{min} * 1$$

$$Q_{ex} = 74.25 \text{ m}^3/\text{min}$$

Tabla 11. Cálculo de caudal requerido por explosivo (Q_{EX}).

Cálculo del caudal de aire requerido por consumo de explosivo			
Área promedio de labores	2.97 m ²	Velocidad mínima requerida según norma	25 m/min
Número de niveles de voladura	1 nivel	Caudal de aire requerido por consumo de explosivo detonado	69.75 m ³ /min

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 11, donde se observan los datos para determinar el caudal de aire requerido por consumo de explosivo. Para esto se promedió el área de la labor que consta de 2.97m², que luego sería multiplicada por la velocidad mínima requerida acorde a la normativa legal. Esta señala que se debe mantener una velocidad mínima de 25 m/min al emplear agentes de voladura, la que está especificada en el art. 248 del DS 024-2016-EM modificado por DS N° 023-2017-EM. Entonces, al realizar el cálculo se obtiene por resultado que el caudal de aire requerido por consumo de explosivo es de 74.25 m³/min lo que equivale a 2 622.11 CFM. Este cálculo solo se realiza cuando el equipo y maquinaria no utiliza diésel como combustible.

4.2.6. Cálculo por fugas

Para la realización del cálculo se usó la siguiente fórmula.

$$Q_{fu} = 15\% * Q_{t1} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right)$$

Q_{fu} , es el caudal por fuga (m^3/min).

Q_{T1} , es la sumatoria de caudal requerido por trabajadores, temperatura, madera y motores diésel.

$$Q_{fu} = 15\% * (24 m^3/min + 0.36 m^3/min + 83.7 m^3/min)$$

$$Q_{fu} = 15\% * (108.06 m^3/min)$$

$$Q_{fu} = 16.21 m^3/min$$

Tabla 12. Cálculo de caudal requerido por fugas (Q_{Fu}).

Cálculo del caudal de aire requerido por fuga			
Caudal por la cantidad de trabajadores	24 m^3/min	Q_{T1}	108.06 m^3/min
Caudal por el consumo de madera	0.36 m^3/min	Parámetro de fórmula	15 %
Caudal por temperatura	83.7 m^3/min	Caudal por fuga	16.21 m^3/min

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 12, para realizar el cálculo del caudal de aire requerido por fuga es necesario tener los cálculos del caudal de aire requerido según la cantidad de trabajadores siendo 24 m^3/min . En el cálculo para el caudal por consumo de madera es de 0.36 m^3/min y el cálculo para el caudal por temperatura de la labor es de 83.7 m^3/min . Una vez obtenido estos datos, se realiza la sumatoria de los mismos correspondiente al " Q_{T1} " que equivale a 108.06 m^3/min , para luego multiplicarlo por el 15% según la fórmula establecida y así poder obtener el cálculo del caudal de aire requerido por fuga siendo 16.21 m^3/min que equivale a 572.45 CFM.

4.2.7. Cálculo de caudal total requerido

Para la realización del cálculo se usó la siguiente fórmula.

$$Q_{to} = Q_{t1} + Q_{fu}$$

Q_{to} , es el caudal total para la operación.

Q_{t1} , es la sumatoria de caudal requerido por trabajadores, madera, temperatura y motores diésel.

Q_{fu} , es el caudal por fuga (m^3/min).

$$Q_{to} = 108.06m^3/min + 16.21 m^3/min$$

$$Q_{to} = 124.27m^3/min$$

Tabla 13. Cálculo de caudal total requerido.

Cálculo del caudal total de aire requerido			
Q_{T1}	108.6 m^3/min	Q_{Fu}	16.21 m^3/min
Q_{To}		124.27 m^3/min	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 13, para lograr obtener el cálculo del caudal total de aire requerido se necesitó sumar todos los valores encontrados anteriormente lo que hace un total de 108.6 m^3/min . Para luego sumar el caudal requerido por fugas equivalente a 16.21 m^3/min . Y así obtener el caudal total requerido de 124.27 m^3/min que equivale a 4 388.55 CFM.

4.3. Estimación del costo de la implementación del sistema de ventilación para controlar los agentes físicos y químicos emitidos por la voladura en el nivel 2670.

4.3.1. Tipos de Ventiladores

Para la selección del sistema de ventilación se tienen en consideración los ventiladores de tipo Axial y Centrífugo.

Tabla 14. Descripción de los Tipos de Ventiladores

Características	Axial	Centrífugo
Capacidad	Alta	Alta
Velocidad	Alta	Alta
Eficiencia	70 % a 75%	60% a 80%
Costo	Menor	Mayor
Ruido	Mayor a 120Db	Menor a 100Db
Instalación	Fácil	Difícil
Tamaño	Menor	Mayor
Sentido de Trabajo	Ambos sentidos	Un solo sentido

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 14, se describen las características de los ventiladores a manera de comparativa. Donde reflejan que ambos poseen una alta capacidad y velocidad. Para el ventilador axial posee una eficiencia de 70%-75%, teniendo un menor costo pero emite un ruido con una frecuencia mayor a 120 decibeles. Además es fácil de instalar debido a su menor tamaño y puede trabajar en ambos sentidos. En cambio, el ventilador centrífugo posee una eficiencia del 60%-80% con una frecuencia de ruido menor a 100 decibeles, pero su costo es mayor. Además, su instalación es difícil debido a su gran tamaño y tan solo trabaja en un solo sentido.

4.3.2. Costo del Ventilador

Tabla 15. Costos para la implementación del Ventilador.

DESCRIPCIÓN DEL VENTILADOR	
Tipo de Ventilador	Ventilador Axial
Capacidad	6000 CFM
Potencia	7.5 KW
Voltaje	180

Amperaje	28
Costo en Dólares	\$2,300.00
Costo en Soles	S/ 8,556.00
Costo de Mantenimiento Anual (20%)	S/ 1,711.20

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 15, se describe el ventilador seleccionado para la ventilación, en este caso es axial de 6 000 CFM, con una potencia de 7.5 kW y un voltaje de 180. Posee un costo de \$2,300.00, es decir S/. 8,556.00, con un costo de mantenimiento anual de S/. 1,711.20.

4.3.3. Costos de la manga de ventilación

Tabla 16. Costos de las mangas de ventilación.

COSTO DE MANGA DE VENTILACIÓN			
	Precio unitario	Cantidad	Subtotal
Manga de Ventilación	S/ 6.50	418	S/ 2,717.00
Alcayatas	S/ 5.00	105	S/ 525.00
Cables de sujeción, Pernos, entre otras herramientas manuales	S/ 450.00	-	S/ 450.00
		TOTAL	S/ 3,692.00

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 16, se realiza la descripción de los costos de las mangas de ventilación y sus accesorios para su posterior instalación. Donde las mangas tienen un precio de S/. 6.50 por metro siendo necesarios 418 metros, las alcayatas para sostener las mangas tienen un precio de S/. 5.00 por unidad siendo requeridos 105 unidades. Además se debe tener en cuenta los cables de sujeción para fijar las mangas de ventilación a las alcayatas y los demás implementos necesarios, resultando en un total de S/. 3,692.00.

4.3.4. Costos de mano de obra para la instalación

Tabla 17. Costos para la mano de obra de la ventilación.

COSTO DE MANO DE OBRA					
PERSONAL	Cantidad	Pago mensual	Pago por Guardia (8horas)	S/Hr	TOTAL
Mecánico Eléctrico	1	S/ 3,200.00	S/ 106.67	S/ 13.33	S/ 13.33
Ayudante	2	S/ 2,800.00	S/ 93.33	S/ 11.67	S/ 23.33
Supervisor de Seguridad	1	S/ 3,500.00	S/ 116.67	S/ 14.58	S/ 14.58
Subtotal					S/ 51.25

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 17, se realiza la evaluación de la mano de obra para realizar la implementación de ventilación. Por lo que se requiere un mecánico eléctrico estimado en S/. 13.33 por hora, dos ayudantes estimados en S/. 11.67 por hora y un supervisor estimado de S/. 14.58 por hora. Por ello se realiza un gasto estimado de S/. 51.25 por hora.

4.3.5. Costo Energético

Para la realización del cálculo del costo energético se usó la siguiente fórmula.

$$E = P * TE * costo/kW$$

E, la cual es energía.

P, la cual es potencia en kilowatts (kW).

TE, el cual es el tiempo efectivo de operación de cada ventilador durante el periodo.

Costo/kW, los que son el precio fijado por cada kW producido o adquirido.

$$E = 7.5 kW * 4992 horas/año * 0.28 S/kW$$

$$E = 10 483.2 S/año$$

Tabla 18. Tiempo efectivo.

Tiempo Efectivo				
Horas/Guardia	Guardia/día	Días/mes	Meses	Horas/año
8	2	26	12	4 992

Fuente: Elaboración propia.

Para el tiempo efectivo se toma en consideración las horas operativas al año del ventilador. Donde por cada guardia se trabaja 8 horas; es decir, al día se tiene 16 horas de jornada laboral. Se tiene en consideración 26 días laborales por mes. Entonces el tiempo efectivo por año es de 4 992 horas.

4.4. Propuesta de implementación de un sistema de ventilación para controlar los agentes físicos y químicos en suspensión producidos por la voladura en el nivel 2670.

Tabla 19. Costo total para la propuesta de la implementación de ventilación.

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE VENTILACIÓN	
CAUDAL TOTAL REQUERIDO	4 388.55 CFM
CAPACIDAD DEL VENTILADOR REQUERIDO	6000 CFM
Costo del ventilador (Dólares)	\$2,300.00
Costo del ventilador (Soles)	S/ 8,556.00
Costo de Mantenimiento Anual (20%)	S/ 1,711.20
Costo de Mangas de ventilación y accesorios	S/ 3,692.00
Costo de instalación del sistema de ventilación (1 mes)	S/ 9,500.00
Costo energético por mes	S/ 873.60
TOTAL	S/ 24,332.80

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 19, son descritos de manera general la propuesta de implementación de ventilación en el nivel 2760. Debido a que el caudal total requerido es 4 388.55 CFM, se optaba por un ventilador de 6 000 FM acorde de la eficiencia de dicho equipo. Ello significaba una inversión de S/. 8,556.00 para su adquisición, aumentando el costo de mantenimiento siendo S/. 1,711.20. Por otro lado, se debía incluir también los costos de accesorios y mangas de ventilación los cuales son de S/. 3,692.00, sin dejar de lado el coste de instalación de ventilación sumando aún otro monto de S/. 9,500.00. Sin embargo, al utilizar energía eléctrica para el funcionamiento de dicho equipo también se le suma el costo energético de S/. 873.60 por mes, logrando un costo total por la implementación un monto ascendente de S/. 24,332.80.

Está propuesta de implementación abarca los labores de explotación de avance lineal del nivel 2670, en la cual vienen laborando los trabajadores de la contrata Castillo Jara Teresa. En relación a las características que presenta la roca en dichas labores es granodiorita de tipo III con dureza intermedia, siendo generalmente rocas intrusivas.

Esta propuesta de implementación pretende satisfacer el caudal aire que se necesita dado que la ventilación natural es deficiente. Por ello, se plantea la implementación de un sistema de ventilación auxiliar para prevenir gaseamiento, intoxicación y mitigar futuras enfermedades que afecten a los trabajadores de la labor. El caudal de aire que se requiere es de 4 388.55 CFM desde los 520 metros hasta los 918 metros, pero se debe tomar en cuenta la proyección del avance delimitada por el planeamiento. Por ello, se optó por un ventilador axial de 6000 CFM que pretende abarcar la totalidad de la labor actual y la proyección adicional de 100 metros.

V. DISCUSIÓN

Con el fin de proponer la implementación de un sistema de ventilación para controlar los agentes físicos y químicos en suspensión producidos por la voladura en el nivel 2670 de la contrata Castillo Jara Teresa, de acuerdo a los resultados que se obtuvieron se confirma que si se propone la implementación de un sistema de ventilación adecuado será posible controlar los agentes físicos y químicos producidos por voladura en el nivel 2670 de la contrata Castillo Jara Teresa.

Mediante la **identificación** de las mediciones de los agentes físicos y los agentes químicos producidos por la voladura en el nivel 2670 de la contrata Castillo Jara Teresa se **demonstró** que la velocidad de aire va decayendo a lo largo del trayecto, donde en el frente de la labor es de 0 m/s. De modo que la velocidad de aire es nula dado que el anemómetro no registraba una lectura de la labor. Además, las valoraciones de gases sobrepasan a los límites permisibles que se menciona en el reglamento de seguridad y salud ocupacional. Estos resultados guardan relación con Huamani (2021), que tuvo por objetivo la determinación del diseño y método de ventilación eficiente la cual permita una mejora sobre la ventilación actual de la mina Cóndor IV. Obteniendo como resultado en sus mediciones de gases tales como oxígeno, monóxido de carbono y gas nitroso, siendo el monóxido de carbono elevado que varía entre los 25-31ppm y del gas nitroso que varía entre 3-8 ppm superando los límites permisibles de gases.

Así mismo, Duran (2018), que tiene como objetivo la obtención de un buen rendimiento de trabajadores y equipos, tanto como la productividad con la mejora del sistema de ventilación en mina Colquijirca. De modo que en sus resultados de monitoreo de gases reflejan que en algunas estaciones de medición para el monóxido de carbono varia de 0-66 ppm. Lo cual supera los límites permisibles para este tipo de gas, por ende es necesario ventilar para evacuar el gas en suspensión.

Según el DS 024-2016-EM modificado por DS N° 023-2017-EM, en el anexo 15 mencionó que para cada agente químico en suspensión posee un límite permisible,

en la cual para el monóxido de carbono mencionó que el límite es de 25 ppm y para el dióxido de nitrógeno es de 3-5 ppm.

Con respecto a las limitaciones de los investigadores, se tuvieron complicaciones para acceder al labor por problemas interior mina y también para realizar las mediciones respectivas tanto de la velocidad del aire como de los gases. Debido a que la contrata no contaba los equipos de medición, por ende alquilamos el anemómetro y solicitamos el equipo de medición de gases a la empresa.

Durante el **cálculo** del caudal de aire requerido acorde a los parámetros establecidos en el D.S. N° 024-2016-EM y su modificación D.S. N° 023-2017-EM se **evidenció** que para la labor de la contrata Castillo Jara Teresa se necesita un caudal de aire mínimo de 124.27 m³/min equivalente a 4 388.55 CFM. Esta totalidad de caudal de aire requerido es referido a la cantidad de sus trabajadores actuales, temperatura de la labor, consumo de madera y fugas. Se omite el factor de los equipos con motor petrolero porque la contrata no emplea ningún equipo o maquinaria diésel. Estos resultados al ser contrastados con la investigación de Sanhueza (2020), que tuvo por objetivo la evaluación de un piloto de ventilación minera que satisfaga técnica y económicamente, a su vez permitir un ambiente laboral óptimo para los trabajadores mitigando los gases y la polución en la mina Trinidad. De manera que se obtuvo que para la faena minera requería de 400 m³/s, indicado por sus cálculos acorde al reglamento vigente. Notando una diferencia en comparación a los 32 m³/s iniciales correspondiente al diseño de ventilación actual de la presente investigación.

Así mismo, Valarezo (2020), que tuvo por objetivo el análisis del caudal de aire circundante en el frente de trabajo, para posteriormente mejorar por medio de la implementación de un sistema de ventilación adecuado. Obteniendo que el caudal de aire total requerido es de 628 m³/min, lo cual evidencia el déficit de la ventilación natural que emplea actualmente. Por ende, según su análisis es necesario implementar un sistema de ventilación mecánica para satisfacer el caudal de aire en las labores de trabajo.

Según el DS 024-2016-EM modificado por DS N° 023-2017-EM en los artículos 247, 252 y anexo 38 especifican los parámetros para el cálculo de aire total requerido. Donde están detallados los cálculos de caudal de aire según el número de trabajadores con respecto a la altitud de la labor. También los cálculos por consumo de madera, por equipo o maquinaria diésel, temperatura y fugas. En cambio, si la labor de trabajo tiene ausencia de equipos o maquinaria diésel se debe realizar un cálculo de caudal de aire por explosivo.

Las limitaciones de los investigadores para el cálculo del caudal total requerido de aire fue el bajo conocimiento de la normativa de ley que plantea los parámetros de los cálculos necesarios. Para ello, fue necesario una exhaustiva indagación y estudio de los decretos supremos que remarca el reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería. Además fue necesaria la guía y orientación de nuestro asesor temático para la comprensión y correcta ejecución de la investigación.

En la **estimación** del costo de la implementación del sistema de ventilación para controlar los agentes físicos y químicos emitidos por la voladura en el nivel 2670 se **consideró** un costo S/ 24,332.80. Lo cual incluyó un costo de instalación de sistema de ventilación equivalente a S/ 9,500.00 y costo energético de S/ 873.60 por mes. También se incluyó un costo de ventilador axial de 6000 pies cúbicos por minuto equivalente a S/ 8,556.00 y un costo de mantenimiento anual de S/ 1,711.20. Además, se incluyó el costo de mangas de ventilación y accesorios que equivale a S/ 3,692.00. Estos resultados se ven reflejados con Cáceres (2019), quien tuvo por objetivo la optimización de costos de ventilación realizando un nuevo sistema de ventilación en el nivel 2270 Unidad Minera San Andrés – MARSA. Obteniendo un nuevo circuito de ventilación cambiando al nuevo ventilador Airtec con una inversión de S/.109,500.00 aproximadamente. De este modo se ahorró alrededor de S/.9,507.44 con respecto al costo del circuito de ventilación anterior.

Del mismo modo según Ricse (2021), cuyo objetivo fue la realización del diseño de ventilación para la evacuación de polución, humo y gases en suspensión en las labores de la galería principal en la mina artesanal Aurex – Acolpaca. La cual resultó que para la evacuación de los agentes químicos en suspensión requiere un costo

horario de 7.86 dólares por hora para los cuatro niveles. Además se incluyó el costo de adquisición de los ventiladores, consumo energético y accesorios equivalente a \$ 18,916.56.

Con respecto a los costos para la implementación de ventilación es necesario tomar en cuenta costos como la instalación, adquisición del ventilador, mantenimiento, costo energético, mangas de ventilación y accesorios. En estos procedimientos fue necesario la aplicación de operaciones aritméticas que simplifican establecer el monto de inversión. De manera que se logre estimar un costo total para la implementación.

Las limitaciones en este caso fueron que los catálogos o cotizaciones sobre los equipos y accesorios para la implementación del sistema de ventilación solo son realizados para potenciales compras. De modo que no facilitan información para fines de investigación. Por ello, algunos valores fueron referenciados de investigaciones anteriores.

VI. CONCLUSIONES

En esta investigación se identificaron las mediciones de los agentes físicos y agentes químicos producidos por voladura del nivel 2670 en la que labora la contrata Castillo Jara Teresa. Lo más importante de la identificación de las mediciones de agentes físicos y químicos fue conocer las concentraciones de dichos agentes a los que estaban expuestos los trabajadores. En la cual se identificó que a partir de los 500 metros las concentraciones de gases superaban los límites permisibles establecidos por D.S. N° 024-2016-EM y su modificación D.S. N° 023-2017-EM en el anexo 15, como también la temperatura iba en aumento.

Se calculó el caudal de aire acorde a los parámetros establecidos en el D.S. N° 024-2016-EM y su modificación D.S. N° 023-2017-EM en el anexo 38. Estos parámetros abarcaron la cantidad de trabajadores, consumo de madera, la temperatura de la labor, por equipo con motor petrolero, por explosivo y por fugas, para así obtener el caudal total requerido. En la cual se calculó que se requería un caudal de aire mínimo de 124.27 m³/min para que la contrata Castillo Jara Teresa labore cumpliendo los estándares del reglamento.

Así mismo, se estimó el costo de la implementación del sistema de ventilación para controlar los agentes físicos y químicos emitidos por la voladura en el nivel 2670. Lo más importante de la estimación de costos para la implementación del sistema de ventilación fue cotizar costos acorde a la demanda actual. Para ello, se estimaron costos del ventilador, costos de la manga de ventilación y accesorios, costo de mano de obra y costo energético. En la cual se estimó que para la implementación de un sistema de ventilación se requería S/ 24,332.80.

Finalmente, se propuso la implementación de un sistema de ventilación para controlar los agentes físicos y químicos en suspensión producidos por la voladura en el nivel 2670 de la contrata Castillo Jara Teresa. En la cual se optó por un ventilador axial de 6000 CFM para cumplir con el caudal de aire total que se

requería. Así mismo, para la instalación del ventilador, manga de ventilación y accesorios se necesitó un mecánico eléctrico, supervisor de seguridad y ayudantes.

RECOMENDACIONES

Para esta investigación y temas similares es recomendable realizar la toma de mediciones de agentes físicos y químicos de manera que permita conocer si supera o no los límites permisibles establecidos para ello es sumamente importante un equipo detector de gases, en este caso Altair. Así mismo, es necesario también un equipo para medir la velocidad del viento, denominado anemómetro. Ello es crucial para conocer el caudal de aire presente en la labor, el cual entra de manera natural. Por lo que se recomienda tener a disposición un equipo para la respectiva toma de concentración o en su defecto algún similar y de igual manera uno para medir la velocidad del viento. Y así realizar monitores de concentración de gases para supervisar no transgredir los límites permisibles.

Además, se recomienda tener conocimiento del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional enmarcado en el D.S. 024-2016-EM con modificatoria D.S. 023-2017-EM. Donde se encuentran los parámetros y lineamientos con respecto a la ventilación de minas, con la finalidad de lograr un ambiente laboral óptimo para las tareas de la faena minera.

También se recomienda tener en cuenta la variación de costo con respecto a ventiladores, mangas de ventilación, accesorios, mano de obra para la instalación y por último costo energético. Este costo energético varía según el lugar o zona donde se ubica el proyecto minero.

Finalmente, se recomienda optar por un ventilador de acuerdo a la disposición económica que tenga la empresa. De la misma manera, se debe tener en cuenta el tipo de ventilador acorde al tipo de ventilación requerido con respecto a todos los cálculos y parámetros los cuales han sido o deben ser investigados con antelación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALEJO Pari, Erick. Comparación de ventilación natural y mecánica en la minera aurífera IV de Enero – Chala. Tesis (Ingeniero de Minas). Cuenca: Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Facultad de Ingeniería de Minas, 2019. Disponible en http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/15067/Alejo_Pari_Erick_Paul.pdf?sequence=1&isAllowed=y
2. ARIAS, Jesús; VILLASIS, Miguel y MIRANDA, María. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México* [en línea]. Vol. 63, núm. 2, abril-junio, 2017. [Fecha de consulta 23 de Abril de 2022]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf> ISSN: 0002-5151
3. BOLAÑOS, Pamela y CHACÓN, Carolina. Intoxicación por monóxido de carbono. *Medicina Legal de Costa Rica* [en línea]. Enero-Marzo 2017, vol. 34 num. 01. [Fecha de consulta 23 de Abril de 2022]. Disponible en https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152017000100137 ISSN: 2215-5287
4. BUSTAMANTE, Moisés; DAZA, Alan y BUSTAMANTE, Pablo. Simulation software VENTSIM™ the influence of implementation of work abandoned sealings ventilation of an underground coal mine. *Boletín de Ciencias de la Tierra* [en línea]. Enero-Junio 2018, no. 43. [Fecha de consulta 23 de Abril de 2022]. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-36302018000100005 ISSN: 0120-3630
5. CÁCERES Navarro, Juan. Optimización de costos de ventilación mecánica en el diseño del sistema de ventilación del nivel 2270 Unidad Minera San Andrés – Marsa. Tesis (Ingeniero de Minas). Puno: Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Facultad de Ingeniería de Minas, 2019. Disponible en http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/14867/C%c3%a1ceres_Navarro_Juan.pdf?sequence=1&isAllowed=y

6. CADENA, Pedro; Rendón, Roberto; AGUILAR, Jorge; SALINAS, Eileen; de la Cruz; Francisca y SANGERMAN, Dora. Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* [en línea]. Septiembre – noviembre 2017, n°7. [Fecha de consulta 23 de Abril de 2022] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263153520009.pdf> ISSN: 2007-0934
7. CAHUATA, Michael. Blasting optimization with the use of pumpable emulsion in underground mining and tunneling. *Revista de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica* [en línea]. Febreo – Diciembre 2021, vol. 24 no. 48 [Fecha de consulta 23 de Abril de 2022]. Disponible en <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/21764/17490> ISSN: 1561-0888
8. CASTILLO Aranguren, Daniel. Evaluación del sistema de ventilación de la mina El Roble. Tesis (Ingeniero de Minas). Sogamoso: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ingeniería de Minas, 2017. Disponible en <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1886/1/TGT-457.pdf>
9. CAXI Llano, 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 (Ingeniero de Minas). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Geología, Geofísica y Minas, 2017. Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3095>
10. Decreto Supremo N° 023-2017-EM, Modifican diversos artículos y anexos del reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería, aprobado por Decreto Supremo N° 024-2016-EM. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 18 de agosto de 2017.
11. Decreto Supremo N° 024-2016-EM, Reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 18 de agosto de 2017.

12. DURAN Janampa, Jimmi. Mejoramiento de la ventilación en la mina subterránea - Mina Colquijirca CIA. de Mina Buenaventura S.A.A. Tesis (Ingeniero de Minas). Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ingeniería de Minas, 2018. Disponible en http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/512/1/T026_72490254_T.pdf
13. FALCÓN, Yárida; AGUILAR, Jorge; LUY, Carlos y MORILLO, John. Formative Assessment, Reality or Good Intentions? Case study in primary level teachers. *Propósitos y Representaciones* [en línea]. Vol. 9 Núm. 1 Enero – Abril 2021. [Fecha de consulta 23 de Abril de 2022]. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2307-79992021000100014&script=sci_arttext
ISSN: 2310-4635
14. FLORES Aroni, Marco Fredy. Diseño y simulación del sistema de ventilación de las labores de exploración en el proyecto San Gabriel CIA. de Minas Buenaventura S.A.A. Tesis (Ingeniero de Minas). Puno: Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Facultad de Ingeniería de Minas, 2017. Disponible en http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4166/Flores_Aroni_Marco_Fredy.pdf?sequence=1&isAllowed=y
15. FUENTES Flores, Edinson y SILVA Díaz, Flavian. Propuesta de análisis técnico comparativo entre la ampliación de una chimenea y un ventilador axial en un sub nivel de una mina subterránea, Cajamarca. Tesis (Ingeniero de Minas). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2018. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14092/Fuentes%20Flores%20Edinson%20-%20Silva%20Diaz%20Flavian%20Alexander.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
16. GABRIEL, Julio. Cómo se genera una investigación científica que luego sea motivo de publicación. *Journal of the Selva Andina Research Society* [en línea]. Julio-agosto 2017, vol.8 no.2. [Fecha de consulta 23 de Abril de 2022]. Disponible en http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-

92942017000200008

ISSN: 2072-9294

17. GONZÁLEZ, Wilmary y MONTILLA, Argenis. Estrategia de enseñanza de conceptos básicos de educación financiera para niños en edad escolar. *Dinamus Revista de Administración* [en línea]. Enero 2019-2021, vol. 1, núm. 3. [Fecha de consulta 23 de Abril de 2022]. Disponible en <https://revistadinamus.org/index.php/dinamus/article/view/244>
ISSN 158-171
18. GUEVARA Rojas, Iván y VILLANUEVA Bolaños, Willam. Evaluación y propuesta del sistema de ventilación en el sub nivel 058 en minera Troy SAC - Cajamarca 2018. Tesis (Ingeniero de Minas). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2018. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13953/Guevara%20Rojas%20Iv%C3%A1n%20-%20Villanueva%20Bola%C3%B1os%20Willam.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
19. GUIZÁBALO Correa, Jackson. 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 (Ingeniero de Minas). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería, 2017. Disponible en <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9568>
20. HELGUERO, Hernán y MEDINACELI, Rubén. Mining Robot: Gas Detection System using Real Time Sensors MIN – SIS 1.0 SDG-STR. *Revista de Medio Ambiente y Minería* [en línea]. Abril – Junio de 2020, vol. 5 no. 1 [Fecha de consulta 23 de Abril de 2022]. Disponible en scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2519-53522020000100003
ISSN: 2519-5352
21. HUAMANÍ Bendezú, Juan. Mejoramiento del sistema de ventilación subterránea de la mina Condor IV, Minera El Palacio del Cóndor S.A.C. Tesis (Ingeniero de Minas). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería de Minas, 2020. Disponible en <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/6659>

22. IBÁÑEZ Zamudio, Vicencio. Diseño del sistema de ventilación en el NV 4050 veta Don Ernesto Unidad Minera El Porvernir-Milpo. Tesis (Ingeniero de Minas). Huancayo: Universidad Continental, Facultad de Ingeniería, 2018. Disponible en https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4453/3/IV_FIN_110_TE_Ibanez_Zamudio_2018
23. Instrumentos de Investigación Documental [Mensaje en un blog]. Lifeder: Castillo, I., (25 de agosto de 2020). [Fecha de consulta 23 de Abril de 2022]. Recuperado de <https://www.lifeder.com/investigacion-basica/>.
24. KATZ, Jen y ANDERSON, Ross. A Review of Articles Using Observation Methods to Study Creativity in Education (1980–2018). *Journal of Creative Behavior* [en línea]. 11, Noviembre 2018. [Fecha de consulta 23 de Abril de 2022]. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/jocb.385>
ISSN: 508-524
25. MARCIAL Valladares, Yampier. Diseño de un sistema de ventilación mecánica para asegurar la concentración permisible de monóxido de carbono en el estacionamiento subterráneo del edificio de la Escuela Nacional de Control de la Contraloría General de la República. Tesis (Ingeniero Mecánico). Lima: Universidad Tecnológica del Perú, Facultad de Ingeniería, 2019. Disponible en https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2110/Yampier%20Marcial_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional_Titulo%20Profesional_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
26. MARTELO, Raúl; JARAMILLO, Juan; OSPINO, Monica. Producción científica de docentes universitarios y estrategias para aumentarla mediante series de tiempo y MULTIPOL. *Revista ESPACIOS* [en línea]. Diciembre-enero 2017-2018, vol. 39, núm. 16. [Fecha de consulta 23 de Abril de 2022]. Disponible en <http://www.revistaespacios.com/a18v39n16/18391611.html>
ISSN: 0798 1015
27. MEDINA, Alberto; NOGUEIRA, Dianelys; HERNÁNDEZ, Arialys y COMAS, Raúl. Procedimiento para la gestión por procesos: métodos y herramientas de apoyo. *Revista Chilena de Ingeniería* [en línea]. Abril 2019, vol.27 no.2.

- [Fecha de consulta 23 de Abril de 2022]. Disponible en https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052019000200328
ISSN: 0718-3305
28. MUÑOZ Ríos, Cesar y SALAZAR Izquierdo, Lourdes. Modelamiento del sistema de ventilación del proyecto minero Papelillo - Namora 2018, utilizando el software Ventsim 5.0™. Tesis (Ingeniero de Minas). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2018. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14650/Mu%c3%b1oz%20Rios%20Cesar%20Humberto%20-%20Salazar%20Izquierdo%20Lourdes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
29. ORCHE, Enrique. Air quality in the underground museum. Proposal of reference índices. *Revista de medio ambiente y minería* [en línea]. Noviembre-Diciembre 2020. Vol. 5 no. 2. [Fecha de consulta 23 de Abril de 2022]. Disponible en http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2519-53522020000200005.
ISSN: 2519-5352.
30. PORTAL, Pedro; VALDEZ, Heri; MENDOZA, Juan; DÁVILA, Karen. Orientación emprendedora en empresas del sector manufactura de prendas de vestir en Cajamarca. *Revista Gaceta Científica* [en línea]. Enero – Abril de 2021. [Fecha de consulta 23 de Abril de 2022]. Disponible en <http://revistas.unheval.edu.pe/index.php/gacien/article/download/1083/1184?inline=1>
ISSN 2617 - 4332.
31. PORTILLA 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 (Ingeniero de Minas). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2019. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23022/Portilla%20Y%C3%A9pez%20V%C3%ADctor%20Elmer.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
32. POSADA, Nubia. Algunas nociones y aplicaciones de la investigación documental denominada estado del arte. *Investigación bibliotecológica* [en

- línea]. 2017, vol.31, n.73, pp.237-263. [Fecha de consulta 23 de Abril de 2022]. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-358X2017000300237&script=sci_abstract&tlng=pt
ISSN 2448-8321.
33. QUIRZO, Cecilia. PERÚ: INSEGURIDAD LABORAL. Dos obreros mueren en mina Arcata-Perú por falta de equipos de seguridad [en línea]. La Izquierda Diario. 02 de agosto de 2017 [Fecha de consulta 23 de Abril de 2022]. Disponible en <https://www.laizquierdadiario.com/Dos-obreros-mueren-en-mina-Arcata-Peru-por-falta-de-equipos-de-seguridad>
34. QUISPE Caceres, Prudencio. Ventilación de minas subterráneas natural y mecánica. Tesis (Ingeniero de Minas). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería de Minas, 2019. Disponible en http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/9886/Quispe_Caceres_Prudencio.pdf?sequence=6&isAllowed=y#:~:text=La%20Ventilaci%C3%B3n%20mec%C3%A1nica%20es%20la,viciado%20que%20le%20proporciona%20el
35. QUISPE Mamani, Elmer. Caracterización y diseño del sistema de ventilación para mejora de la circulación del aire en el proyecto minero Inmaculada 4 – CIEMSA. Tesis (Ingeniero de Minas). Puno: Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Facultad de Ingeniería de Minas, 2017. Disponible en http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3463/Quispe_Mamani_Elmer.pdf?sequence=1&isAllowed=y
36. RICSE Ramos, Roly. Diseño del circuito de ventilación para evacuar los gases, humo y polvo en suspensión en las labores de la galería principal en la mina artesanal Aurex - Acopalca, Pasco 2018. Tesis (Ingeniero de Minas). Huancayo: Universidad Continental, Facultad de Ingeniería, 2021. Disponible en <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8706>
37. RIVERA Abello, Gersson. Análisis del circuito de ventilación mediante simulación con VENTSIM de una mina subterránea de carbón artesanal en la provincia de Arauco, región del Biobío. Tesis (Ingeniero Civil de Minas). Concepción: Universidad de Concepción, Facultad de Ingeniería, 2020. Disponible en

- <http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/4630/1/Tesis%20Analisis%20del%20circuito%20de%20ventilacion.pdf>
38. SÁNCHEZ H., REYES C. y MEJÍA K. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística [en línea]. Lima: Bussiness Support Aneth S.R.L, 2018 [Fecha de consulta 23 de Abril de 2022]. Disponible en: <file:///C:/Users/Pc%20Usuario/Downloads/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>
ISBN: 978-612-47351-4-1
39. SANHUEZA Aguayo, Esteban. Proyecto de diseño técnico y económico de sistema de ventilación de mina Trinidad, Lebu. Tesis (Ingeniero de Civil en Minas). Concepción: Universidad Andrés Bello, Facultad de Ingeniería, 2020. Disponible en <https://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/18613>
40. VALAREZO Blacio, Moisés. Diseño del sistema de ventilación en la concesión minera “Cebra” y diseño del sistema de desagüe en la concesión minera “R-Nivel”, Zaruma - El Oro. Tesis (Ingeniero de Civil en Minas). Cuenca: Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología, 2020. Disponible en <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/10146>
41. VALDIVIA Herrera, Gilberto. evaluación del sistema de ventilación de la mina Consorcio Minero Horizonte – LA LIBERTAD – 2018. Tesis (Bachiller de Minas). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2018. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/21331/Valdivia%20Herrera%20Gilberto%20Jaime.pdf?sequence=4>
42. VENTURA, José. Population or sample? A necessary difference. *Revista Cubana de Salud Pública* [en línea]. Octubre – Diciembre 2017, vol. 43 no. 4 [Fecha de consulta 23 de Abril de 2022]. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662017000400014
ISSN: 1561-3127

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Índice
Ausencia de un apropiado método de ventilación.	<p>Objetivo General</p> <p>Proponer la implementación de un sistema de ventilación para controlar los agentes físicos y químicos en suspensión producidos por la voladura en el nivel 2670 de la contrata Castillo Jara Teresa.</p>	Si implementamos un sistema de ventilación adecuado será posible controlar los agentes físicos y químicos producidos por voladura en el nivel 2670 de la contrata Castillo Jara Teresa.	SISTEMA DE VENTILACIÓN	Según Guevara y Villanueva (2018), sostiene que, la ventilación tiene como principal objetivo un caudal de aire mínimo requerido para lograr una mejor condición laboral originando un ambiente pulcro sin gases, polvo o humo los cuales son perjudiciales para la salud. Por tal motivo, dicha actividad se lleva a cabo determinando un sistema para lograr inyectar aire fresco por todas las áreas de trabajo.	El sistema de ventilación hace referencia al circuito que inyecta aire limpio y fresco en todas las labores del proyecto minero y de esa manera expelle el aire viciado.	Caudal de aire	Área de labor	Metros cuadrados (m ²)
	Velocidad de aire						Metros por minuto (m/min)	
	Caudal mínimo de aire por hombre						Metros cúbicos por minuto (m ³ /min)	
	<p>Objetivos Específicos</p> <p>O1: Identificar las mediciones de los agentes</p>					Requerimiento según DS 023-2017 - EM	Caudal de aire por HP (equipos y maquinaria)	Metros cúbicos por minuto (m ³ /min)

físicos y los agentes químicos producidos por la voladura.

O2: Calcular el caudal de aire acorde a los parámetros establecidos en el D.S. N° 024-2016-EM y su modificación D.S. N° 023-2017-EM.

O3: Estimar el costo de la implementación del sistema de ventilación para controlar los agentes físicos y químicos emitidos por la voladura en el nivel 2670.

AGENTES FÍSICOS Y QUÍMICOS

Según Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería (2017), se indica que, los agentes químicos son elementos y/o compuestos químicos. Estos compuestos químico se originan de manera individual o con mezclas, producida o natural, haya sido con intención o no, tales pueden ser como neblinas, polvos, gases, vapores o incluso humo, entre otras sustancias. También los agentes físicos son aquellos elementos que afectan al personal de trabajo durante la faena de trabajo minero, estos pueden radiaciones ionizantes, temperaturas extremas, iluminación, vibraciones, ruido, entre otros., ruido, entre otros.

Los agentes físicos y químicos son aquellos componentes que afectan durante la faena minera al personal de trabajo.

Agentes Químicos

Monóxido de carbono
Partes por millón (ppm)

Dióxido de nitrógeno
Partes por millón (ppm)

Gas oxígeno
Porcentaje (%)

Agentes Físicos

Temperatura baja
Centígrados (°C)

Temperatura extrema

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 02: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variables	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Índice
SISTEMA DE VENTILACIÓN	Según Guevara y Villanueva (2018), sostiene que, la ventilación tiene como principal objetivo circular un caudal aire mínimo o requerido para lograr establecer una mejor condición laboral originando un ambiente pulcro sin gases, polvo o humo los cuales son perjudiciales para la salud. Por tal motivo, dicha actividad se lleva a cabo determinando un sistema para lograr inyectar aire fresco por todas las áreas de trabajo.	El sistema de ventilación hace referencia al circuito que inyecta aire limpio y fresco en todas las labores del proyecto minero y de esa manera expelle el aire viciado.	Caudal de aire	Área de labor	Metros cuadrados (m ²)
				Velocidad de aire	Metros por minuto (m/min)
			Requerimiento según DS 023-2017 - EM	Caudal mínimo de aire por hombre	Metros cúbicos por minuto (m ³ /min)
				Caudal de aire por HP (equipos y maquinaria)	Metros cúbicos por minuto (m ³ /min)

AGENTES FÍSICOS Y QUÍMICOS

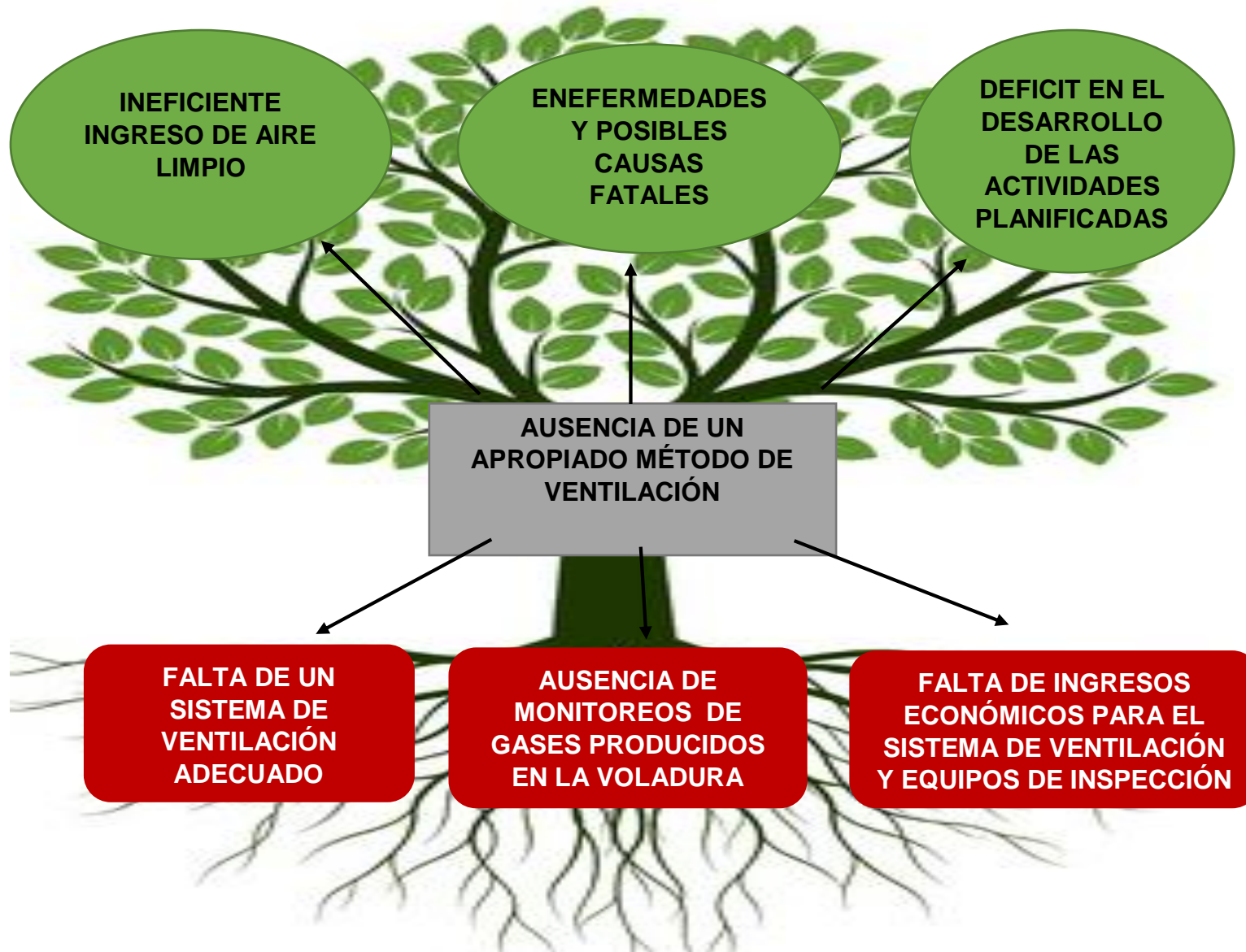
Según Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería (2017), se indica que, los agentes químicos son elementos y/o compuestos químicos. Estos compuestos químico se originan de manera individual o con mezclas, producida o natural, haya sido con intención o no, tales pueden ser como neblinas, polvos, gases, vapores o incluso humo, entre otras sustancias. También los agentes físicos son aquellos elementos que afectan al personal de trabajo durante la faena de trabajo minero, estos pueden radiaciones ionizantes, temperaturas extremas, iluminación, vibraciones, ruido, entre otros.

Los agentes físicos y químicos son aquellos componentes que afectan durante la faena minera al personal de trabajo.


Agentes Químicos	Monóxido de carbono	Partes por millón (ppm)
	Dióxido de nitrógeno	Partes por millón (ppm)
	Gas oxígeno	Porcentaje (%)
Agentes Físicos	Temperatura baja	Centígrados (°C)
	Temperatura extrema	

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 03: ÁRBOL DE PROBLEMAS




ANEXO 04: GUÍA DE OBSERVACIÓN

 <p style="text-align: center;">GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO Implementación del sistema de ventilación para controlar agentes físicos y químicos por voladura en el nivel 2670-Contrata Castillo Jara Teresa</p>						
OBJETIVO	Identificar las mediciones de los agentes físicos y los agentes químicos producidos por la voladura.					
LUGAR	Pataz - La Libertad			FECHA:		
EMPRESA	Contrata Castillo Jara Teresa					
PROGRESIVO (m)	Monóxido de carbono (ppm)	Dióxido de nitrógeno (ppm)	Gas Oxígeno (%)	Temperatura (°C)	Velocidad del aire (m/min)	


Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 05: GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

 GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL Implementación del sistema de ventilación para controlar agentes físicos y químicos por voladura en el nivel 2670-Contrata Castillo Jara Teresa			
OBJETIVO	Calcular el caudal de aire acorde a los parámetros establecidos en el D.S. N° 024-2016-EM y su modificación D.S. N° 023-2017-EM.		
LUGAR	Distrito de Pataz - La Libertad	FECHA	
EMPRESA	Contrata Castillo Jara Teresa		
ESCALA DE CANTIDAD MÍNIMA DE AIRE POR HOMBRE SEGÚN EL M.S.N.M.			OBSERVACIÓN
ALTITUD	CAUDAL MÍNIMO DE AIRE		
< 1500 msnm	$3m^3/min$		La labores donde se viene realizando las actividades mineras se encuentra entre 1500 y 3000 msnm, donde trabajan de manera permanente 6 trabajadores, por ende podemos indicar que el caudal mínimo de aire requerido para ese labor debe ser de $24m^3/min$.
1500 a 3000 msnm	$4m^3/min$		
3000 a 4000 msnm	$5m^3/min$		
> 4000 msnm	$6m^3/min$		

Fuente: D.S. 024 2016-EM y modf. D.S. 023 2017-EM - Elaboración Propia

ANEXO 06: GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

 <p>GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL Implementación del sistema de ventilación para controlar agentes físicos y químicos por voladura en el nivel 2670-Contrata Castillo Jara Teresa</p>			
OBJETIVO	Estimar el costo de la implementación del sistema de ventilación para controlar los agentes físicos y químicos emitidos por la voladura en el nivel 2670.		
LUGAR	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%; text-align: center;">Distrito de Pataz – La Libertad</td> <td style="width: 60%; text-align: center;">FECHA</td> </tr> </table>	Distrito de Pataz – La Libertad	FECHA
Distrito de Pataz – La Libertad	FECHA		
EMPRESA	Contrata Castillo Jara Teresa		
COSTO DEL VENTILADOR			
DESCRIPCIÓN DEL VENTILADOR			
Tipo de Ventilador	Ventilador Axial		
Capacidad	6000 CFM		
Potencia	7.5 KW		
Voltaje	180		
Amperaje	28		
Costo en Dólares	\$2,300.00		

Costo en Soles		S/ 8,556.00	
Costo de Mantenimiento Anual (20%)		S/ 1,711.20	
	Precio unitario	Cantidad	Subtotal
Manga de Ventilación	S/ 6.50	418	S/ 2,717.00
Alcayatas	S/ 5.00	105	S/ 525.00
Cables de sujeción, Pernos, entre otras herramientas manuales	S/ 450.00	-	S/ 450.00
		TOTAL	S/ 3,692.00
COSTO DE MANO DE OBRA			
PERSONAL	Cantidad	Pago mensual	TOTAL
Mecánico Eléctrico	1	S/ 3,200.00	S/ 3,200.00
Ayudante	2	S/ 2,800.00	S/ 5,600.00
Supervisor de Seguridad	1	S/ 3,500.00	S/ 3,500.00

Fuente: Elaboración Propia

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
GUÍA DE OBSERVACIÓN**

Experto: Dr. Antonio Araujo, Eusebio

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: Universidad César Vallejo - Asesor Metodólogo

Dirección: Av. los Incas 726 – Trujillo

e-mail: antonioar@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:

Buena



Dr. Antonio Araujo Eusebio
Nombre y firma del Experto Validador
DNI Nº: 18188430
Fecha: 28/05/22.

**FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
(DE ANÁLISIS DOCUMENTAL)**

1. DATOS GENERALES:

- 1.1 Título Del Trabajo De Investigación: Método geoestadístico para determinar recursos económicas de la concesión minera Nueva Huarcapampa de la empresa North Min Perú J&B SAC
- 1.2 Investigador (a) (es): Neciosup Maza, Cristhian Arturo
Oliden Paucar, Kristopher David

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

76

3. OPINION DE APLICABILIDAD:

Buena.

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Dr. Antonio Araujo, Eusebio. DNI 18188430.

Grado académico: Doctor en Ciencias Ambientales. Centro de Trabajo: Universidad Cesar Vallejo.

Firma:



Fecha: 28/05/2022.

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTOS**

1. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del experto: Dr. Antonio Araujo, Eusebio
 1.2 Grado Académico: Doctor en Ciencias Ambientales
 1.3 Institución donde labora: Universidad César Vallejo.
 1.4 Dirección: Av. los Incas 726 – Trujillo Teléfono: 949696706 Email: antonioar@ucvvirtual.edu.pe
 1.5 Autor (es) del Instrumento:

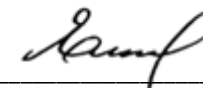
Kristopher David Oliden Paucar – Cristhian Arturo Neciosup Maza

2. 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		

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Buena Fecha: 28/05/22.

4. Promedio de Valoración: 3.78



Dr. Antonio Araujo, Eusebio

DNI N° 18188430

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
GUÍA DE OBSERVACIÓN**

Experto: Marco Antonio Cotrina Teatino

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: Universidad Nacional de Trujillo – Director del Departamento de Ingeniería de Minas en la Universidad Nacional de Trujillo

Dirección: Av. Juan Pablo II S/N – Urb. San Andrés 1era Etapa – Trujillo – La Libertad - Perú

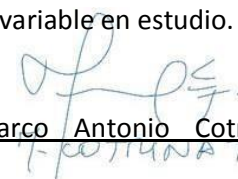
e-mail: mcotrinat@unitru.edu.pe

Teléfono: +51 989 747 200

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:

Valido que la Guía de Observación es apropiada que responde la variable en estudio.


Ing. Marco Antonio Cotrina Teatino

Nombre y firma del Experto Validador

DNI N°: 41872247

Fecha: 28 de abril de 2022

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
(DE ANÁLISIS DOCUMENTAL)**

Experto: Marco Antonio Cotrina Teatino

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: Universidad Nacional de Trujillo – Director del Departamento de Ingeniería de Minas en la Universidad Nacional de Trujillo

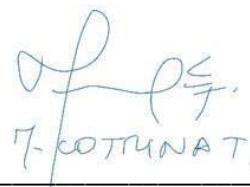
Dirección: Av. Juan Pablo II S/N – Urb. San Andrés 1era Etapa – Trujillo – La Libertad - Perú

e-mail: mcotrinat@unitru.edu.pe

Teléfono: +51 989 747 200

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: Aplica el análisis documental Fecha: **28/abril/2022**



Nombre: Ing. Marco Antonio Cotrina Teatino

DNI Nº 41872247

Fecha: 28 / abril / 2022

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTOS**

I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del experto: Cotrina Teatino Marco Antonio

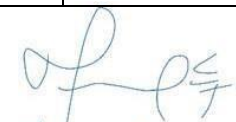
- Ing. Grado Académico: **MAGISTER EN MINERÍA**
- Institución donde labora: Universidad Nacional de Trujillo – Director del Departamento de Ingeniería de Minas en la Universidad Nacional de Trujillo
- Dirección: Av. Juan Pablo II S/N – Urb. San Andrés 1era Etapa – Trujillo – La Libertad - Perú Teléfono: 989747200 Email: mcotrinat@unitru.edu.pe
- Autor (es) del Instrumento: Kristopher David Oliden Paucar – Cristhian Arturo Neciosup Maza

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:** Aplica el instrumento Fecha: 28 / abril / 2022

IV. **Promedio de Valoración:** 66 puntos de 70, siendo casi 94% (bueno)



Nombre: Ing. Marco Antonio Cotrina Teatino
DNI N° 41872247
Fecha: 28 / abril / 2022

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
GUÍA DE OBSERVACIÓN**

Experto: Ing. Carla Mena Nevado

Centro de Trabajo y cargo que ocupa:

UPN, UCV

Dirección: MZ E3 LT 4 Derrama Magisterial

e-mail: camila0107@hotmail.com

Teléfono: 987 599 476

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:

Buena



Ing. Carla Mena Nevado

Nombre y firma del Experto Validador

DNI N°: 42467125

Fecha: 19/05/22

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
(DE ANÁLISIS DOCUMENTAL)**

Experto: Dr. (Mg) CARLA MENA NEVADO

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: UPN, UCV Dirección: MZ E3 LT 4 Derrama Magisterial

e-mail: camila0107@hotmail.com Teléfono: 987 599 476

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
Fecha: **19/05/2022**

Aplicabilidad: **BUENA**



Nombre: Ing. CARLA MENA NEVADO
DNI Nº 42467125
Fecha: 19/05/2022

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTOS**

I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del experto: CARLA MENA NEVADO

- Ing. Grado Académico: **MAGISTER**
- Institución donde labora: UPN , UCV
- Dirección: MZ E3 LT 4 Derrama Magisterial Teléfono: 987 599 476 Email: camila0107@hotmail.com
- Autor (es) del Instrumento: Kristopher David Oliden Paucar – Cristhian Arturo Neciosup Maza

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:** Aplica el instrumento Fecha: 19 / 05 / 2022

IV. **Promedio de Valoración:** 56 PUNTOS



Mg. Carla Mena Nevado
DNI N° 42467125

Fecha: 19 / 05 / 2022

Trujillo, 26 de Abril del 2022

CARTA DE ACEPTACIÓN

La contrata minera **CASTILLO JARA TERESA** con número de **RUC 10071689994**, la cual desempeña roles de extracción de minerales metalíferos no ferrosos.

CERTIFICA

Que, el Sr. OLIDEN PAUCAR Kristopher David, con número de DNI 75794375 y el Sr. NECIOSUP MAZA, Cristhian Arturo, con número de DNI 74654028, quienes son estudiantes del X ciclo de la carrera de INGENIERÍA DE MINAS DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, han sido aceptados para realizar el trabajo de investigación titulado "Implementación del sistema de ventilación para controlar agentes físicos y químicos por voladura del nivel 2670 - Contrata Castillo Jara - Pataz", dentro de nuestra empresa, esto con el afán que tiene la empresa de apoyar y promover el desarrollo de la educación y la investigación.

Se expide la presente a carta del interesado, para los fines que crea conveniente.

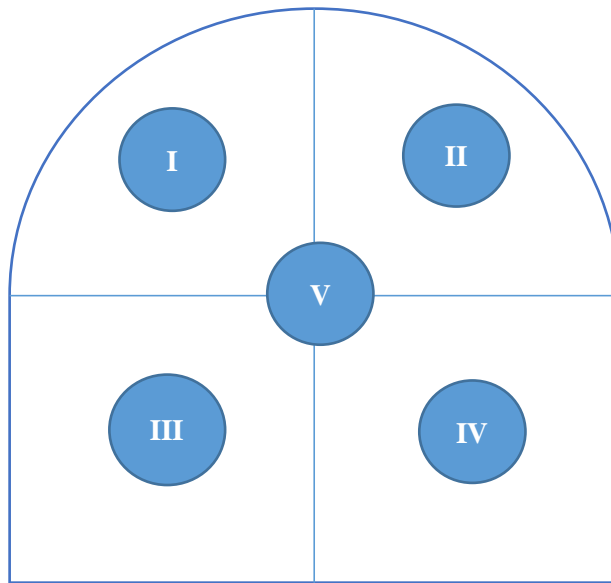
Atte,



NOMBRE: CASTILLO JARA TERESA

RUC: 10071689994

ANEXO 07: MEDICIONES DE VELOCIDAD DE AIRE



	I	II	III	IV	V	Velocidad de aire Promedio
Bocamina	1.3	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3
0+100	1.0	0.9	0.9	0.9	1.1	1.0
0+200	0.8	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8
0+300	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
0+400	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5
0+500	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8
0+600	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
0+700	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
0+800	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1
0+918	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

ANEXO 08: MEDICIONES DE CAUDAL DE AIRE BOCAMINA - FRENTE

Progresiva (m)	Temperatura	Velocidad del aire (m/seg)	Velocidad del aire (m/min)	Sección	Área	Caudal de aire
BOCAMINA	22.3 °C	1.3 m/s	78 m/min	4.8m x 3.6m	16.04m ²	1 251.12 m ³ /min
0+100	23.5°C	1.0 m/s	60 m/min	2.4m x 2.4m	5.35m ²	321 m ³ /min
0+200	23.5 °C	0.8 m/s	48 m/min	2.4m x 2.4m	5.35m ²	256.8 m ³ /min
0+300	23.7 °C	0.6 m/s	36 m/min	2.4m x 2.4m	5.35m ²	192.6 m ³ /min
0+400	23.7 °C	0.5 m/s	30 m/min	2.4m x 2.4m	5.35m ²	160.5 m ³ /min
0+500	23.2 °C	0.8 m/s	48 m/min	2.4m x 2.4m	5.35m ²	256.8 m ³ /min
0+600	24.5°C	0.4 m/s	24 m/min	2.4m x 2.4m	5.35m ²	128.4 m ³ /min
0+700	25.5 °C	0.3 m/s	18 m/min	2.4m x 2.4m	5.35m ²	96.3 m ³ /min
0+800	25.4 °C	0.1 m/s	6 m/min	2.4m x 2.4m	5.35m ²	32.1 m ³ /min
0+918	25.5 °C	0 m/s	0 m/min	1.60m x 2m	2.97m ²	0 m ³ /min

ANEXO 09: EVIDENCIAS DE TOMA DE MEDICIONES DE CAUDAL DE AIRE



Figura 1. Medición de la velocidad del aire con el anemómetro.

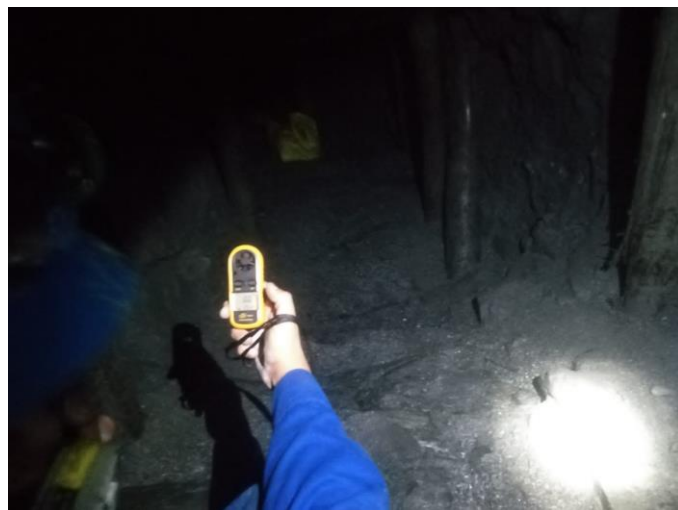


Figura 2. Registro de la velocidad del aire con anemómetro.

ANEXO 10: EVIDENCIAS DE TOMA DE MEDIDAS DE LA LABOR



Figura 3. Medición de la labor con flexómetro.



Figura 4. Registro de medida del flexómetro.

ANEXO 11: GEOLOGÍA ESTRUCTURAL DE LA REGIÓN LA LIBERTAD

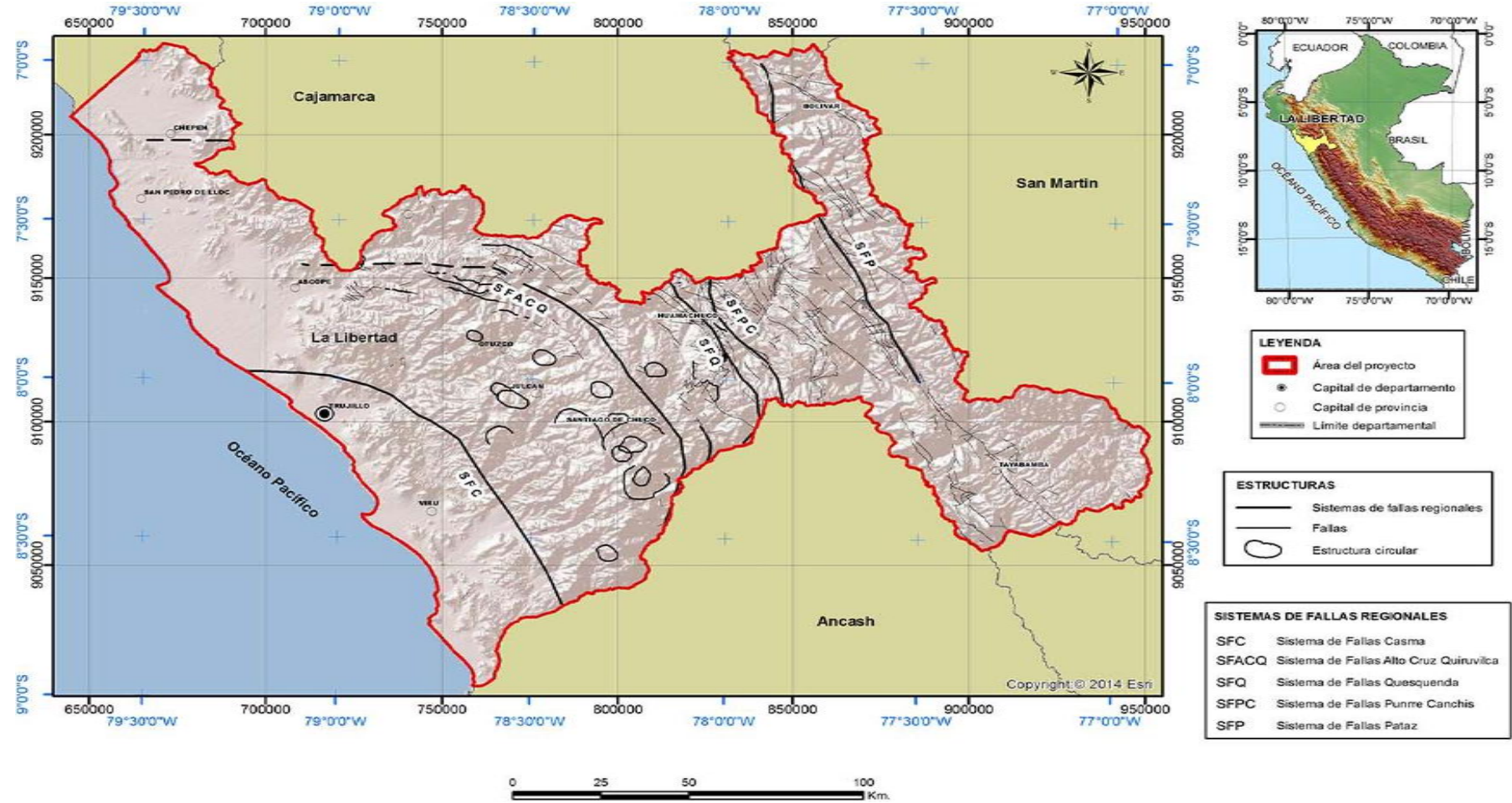


Figura 5. Mapa estructural – La Libertad

Fuente: INGEMMET

ANEXO 12: MAPA DE UBICACIÓN DE LA PODEROSA

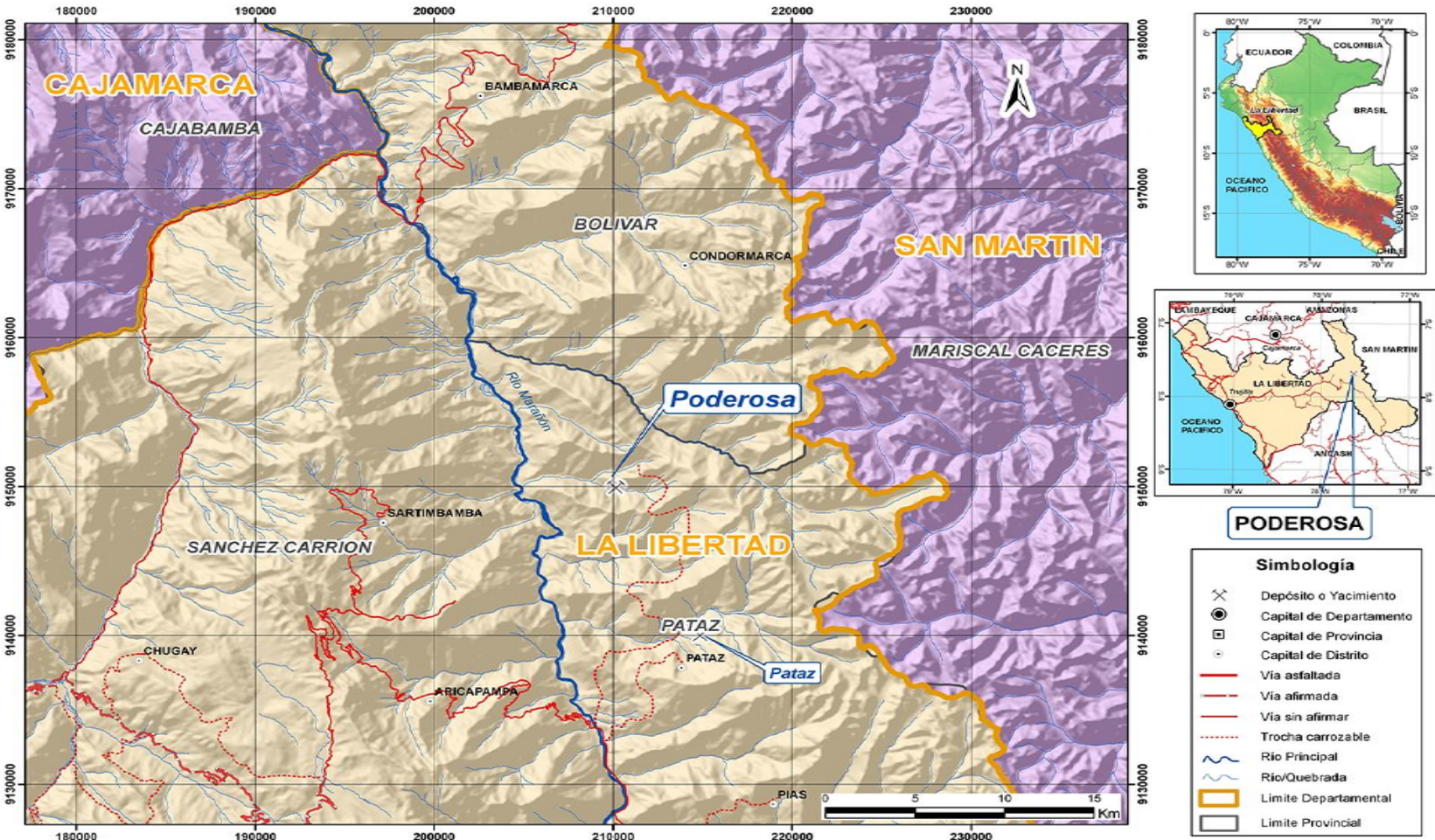


Figura 6. Mapa de ubicación de la PODEROSA.

Fuente: INGEMMET

ANEXO 13: GEOLOGÍA REGIONAL

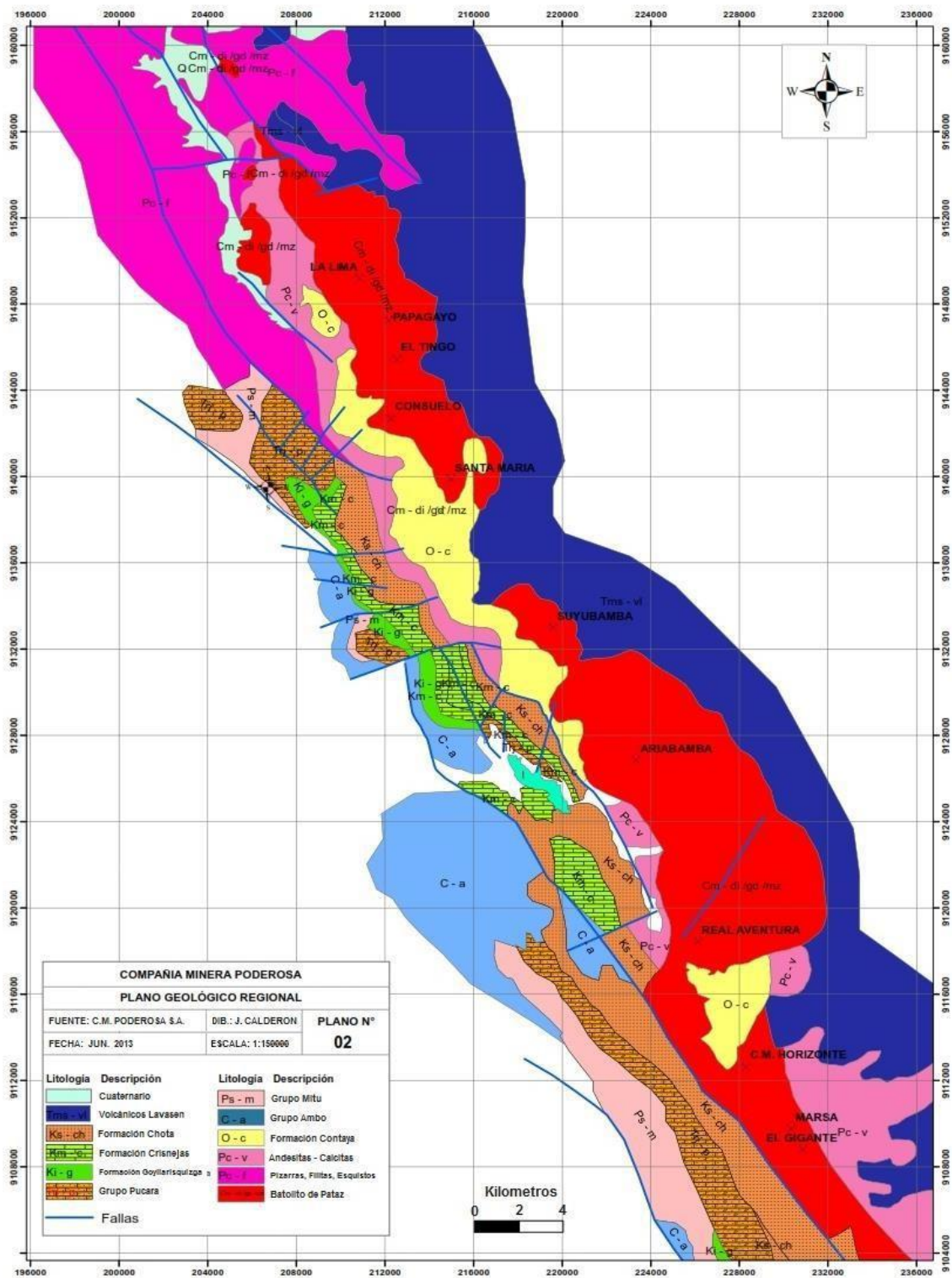


Figura 7. Mapa Geológico Regional de la PODEROSA.

Fuente: INGEMMET

ANEXO 14: PLANO GEOLÓGICO DE PATAZ

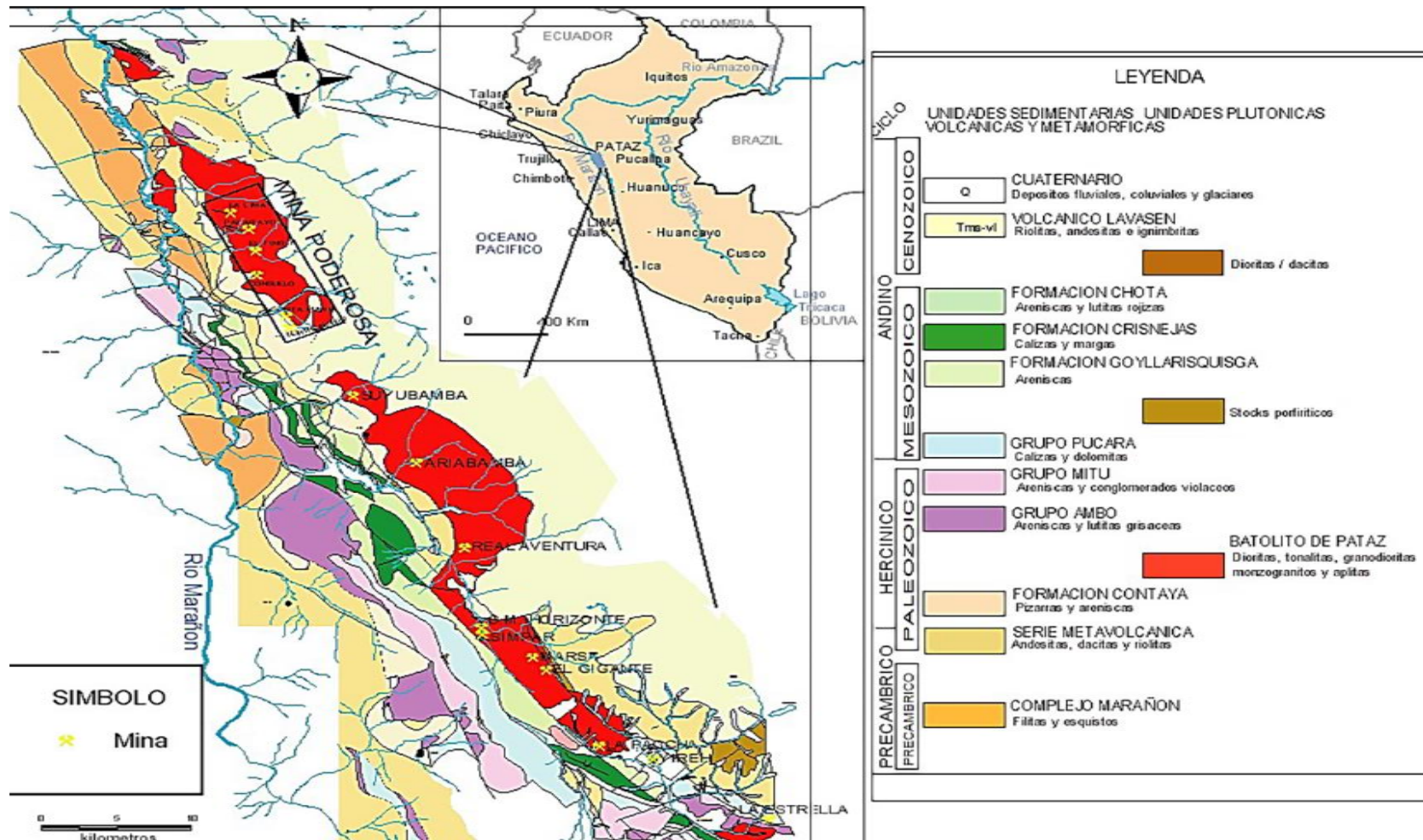


Figura 8. Plano Geológico de la región de Pataz.

Fuente: INGEMMET

ANEXO 15: GEOLOGÍA LOCAL

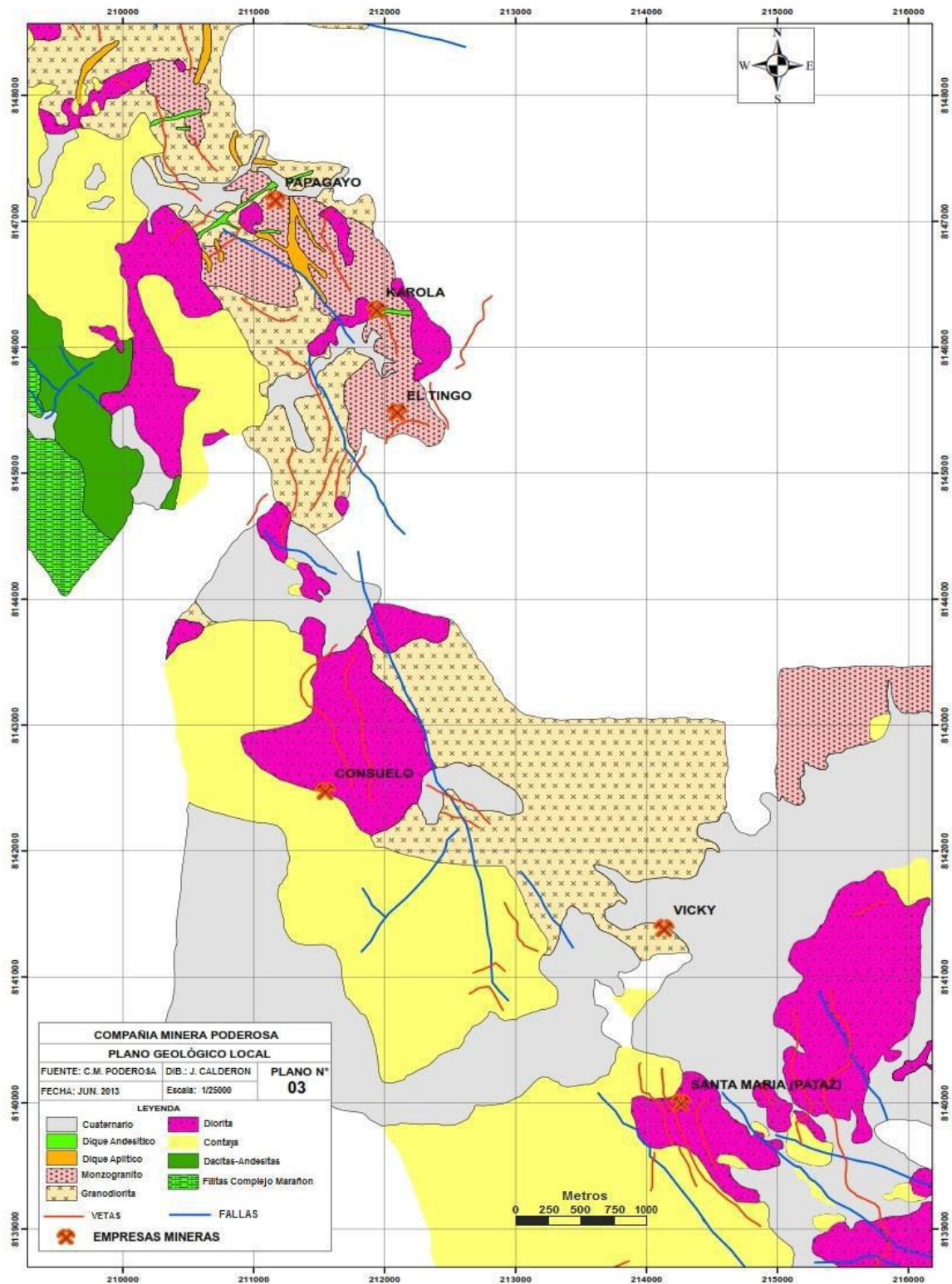


Figura 9. Mapa Geológico Local de Patate.

Fuente: INGEMMET

ANEXO 16: PERFIL ESTRATIGRÁFICO

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD	LITOLOGIA	DESCRIPCIÓN	
MESOZOICO	Cretaceo	Superior	Depositos Recientes		Material eluvial, coluvial y aluvial	
			Fomación Chota		Lutitas intercaladas con areniscas, limolitas en paquetes gruesos de color rojizo intenso	
			Fomación Crisnejas		Calizas macizas intercaladas con margas de color gris.	
	Jurásico Triásico	Inferior	Fomación Goyllarisquizga		Areniscas y conglomerados de color blanco.	
			Grupo Pucará		Calizas, Dolomias intercaladas de color gris claro a gris negro. Skar la Estrella.	
PALEOZOICO	Pérmico	Superior	Grupo Mitu		Areniscas conglomeráticas intercaladas con lutitas, limolitas y areniscas con matriz arenosa tufacea en su base.	
			Inferior	Volcánicos Lavasen		Piroclastos, Riolitas, Coladas de lavas Acidas y Andesitas.
	Carbonífero	Superior		Grupo Ambo		Areniscas con lutitas y conglomerados de color negro marrón.
		Inferior				Areniscas con lutitas y conglomerados de color negro marrón.
	Ordovícico		Fomación Contaya		Pizarras grises a negras.	
PRECAMBRICO			Complejo Marañon	Meta volcanico		Andesitas Riodacitas Riolitas
				Filitas		Filitas (Sericita, esquistos) intercalados por tobas cuarcitas y margas micasquistos.
				Mica esquistos		Filitas (Sericita, esquistos) intercalados por tobas cuarcitas y margas micasquistos.

Figura 10. Perfil estratigráfico regional.

ANEXO 16: PLANO DE LA LABOR 2670

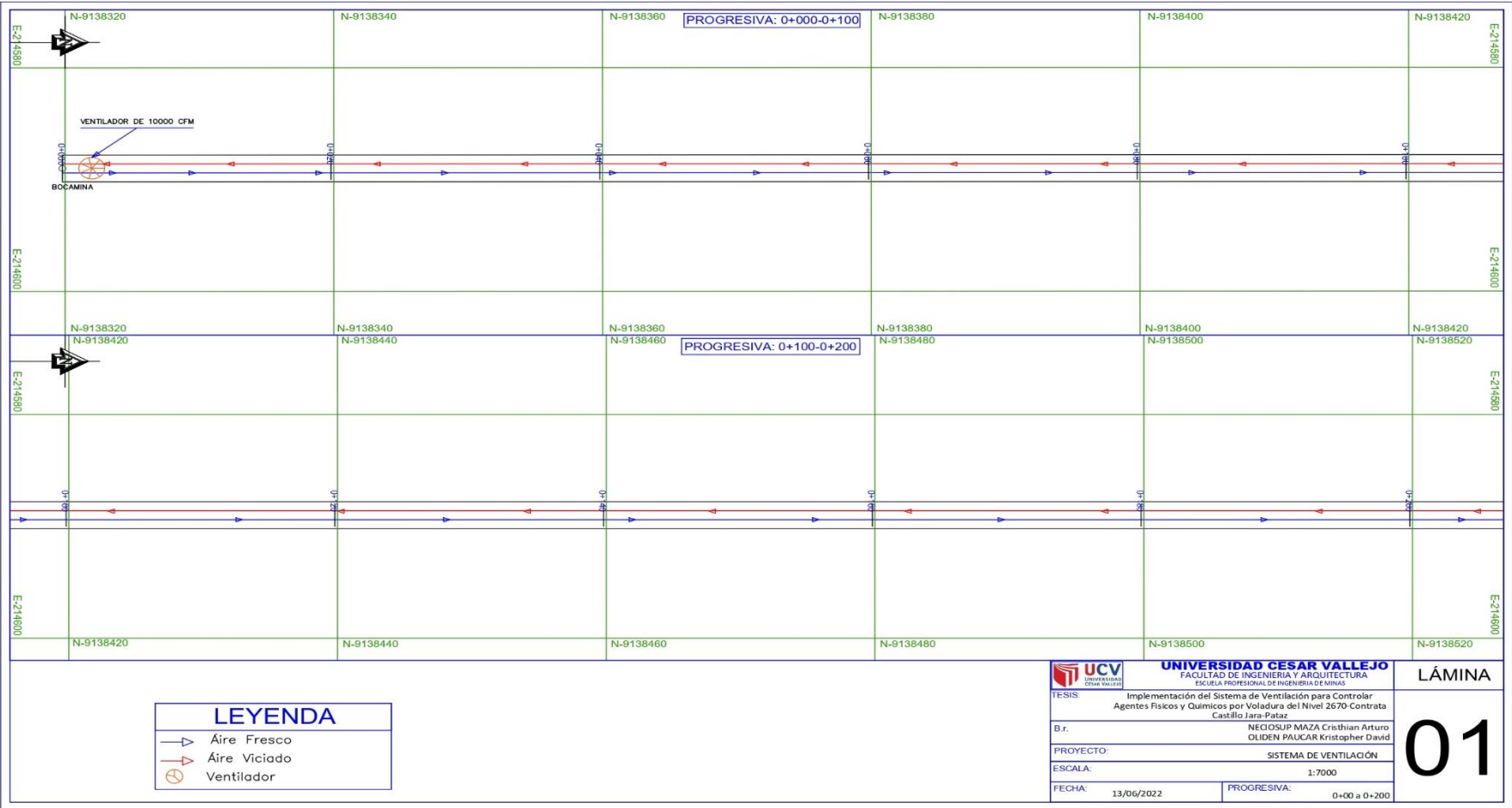


Figura 11. Plano en autocad del nivel 2670 – Progresiva 0-200.

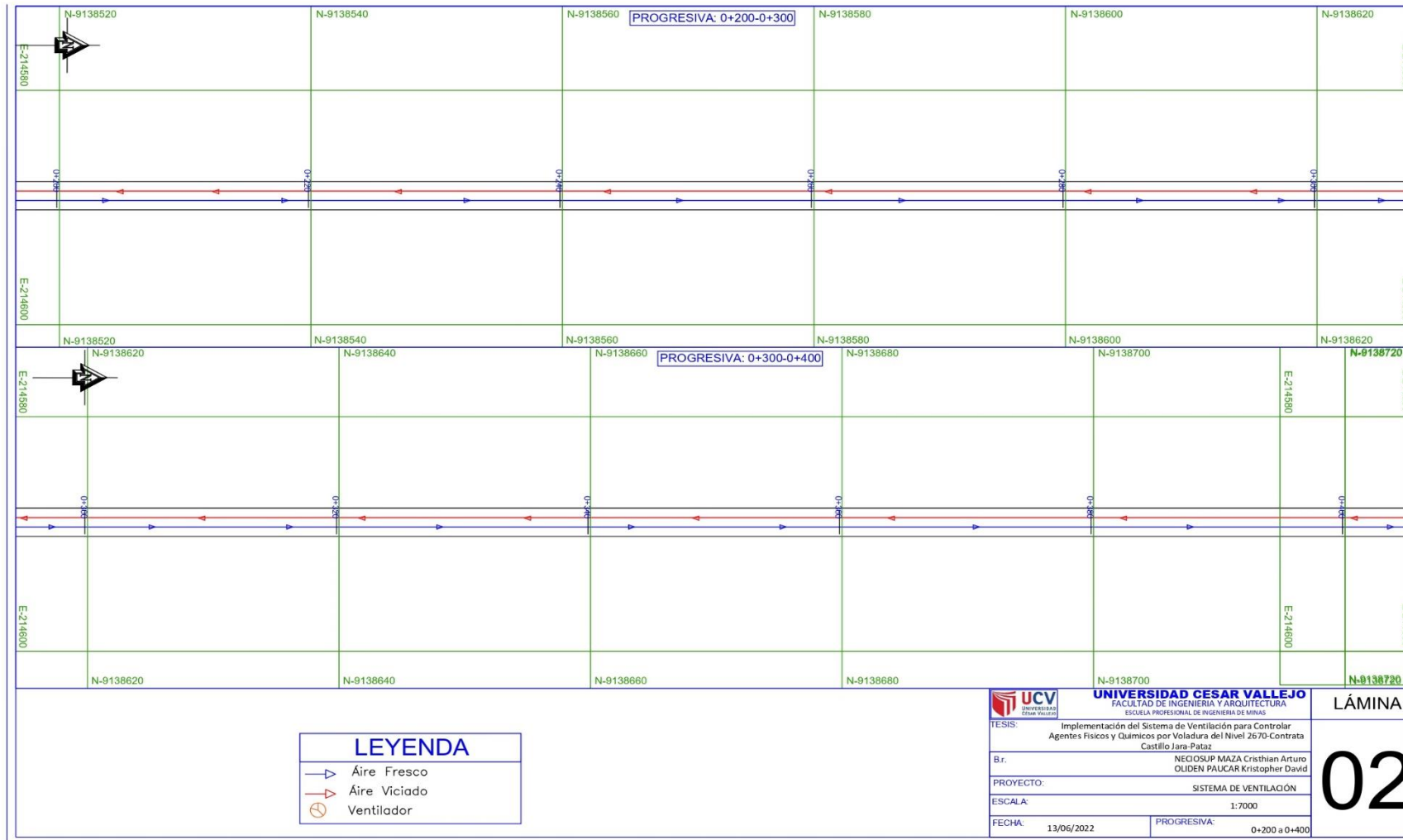


Figura 12. Plano en autocad del nivel 2670 – Progresiva 200-400.

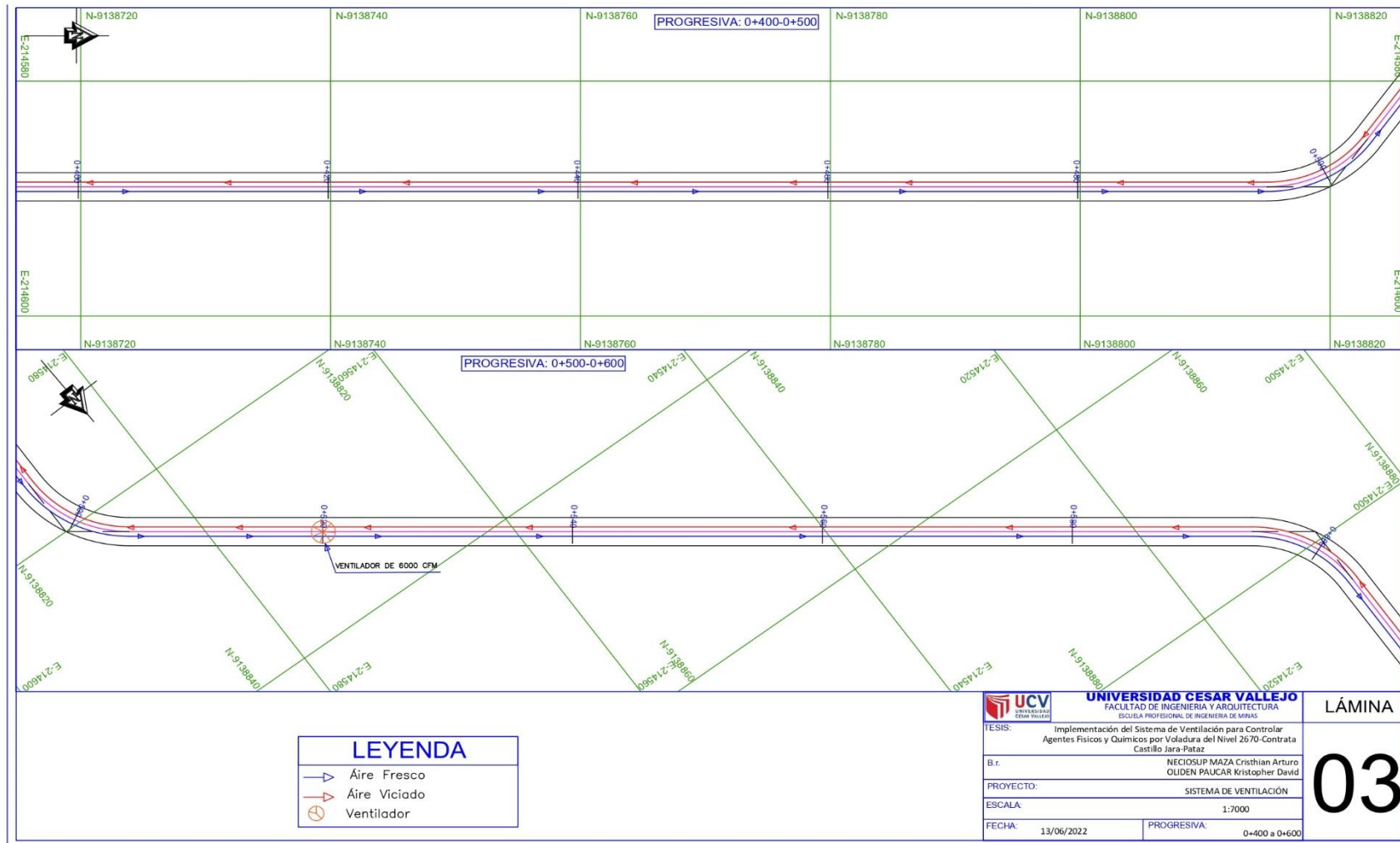


Figura 13. Plano en autocad del nivel 2670 – Progresiva 400-600.



Figura 14. Plano en autocad del nivel 2670 – Progresiva 600-800.

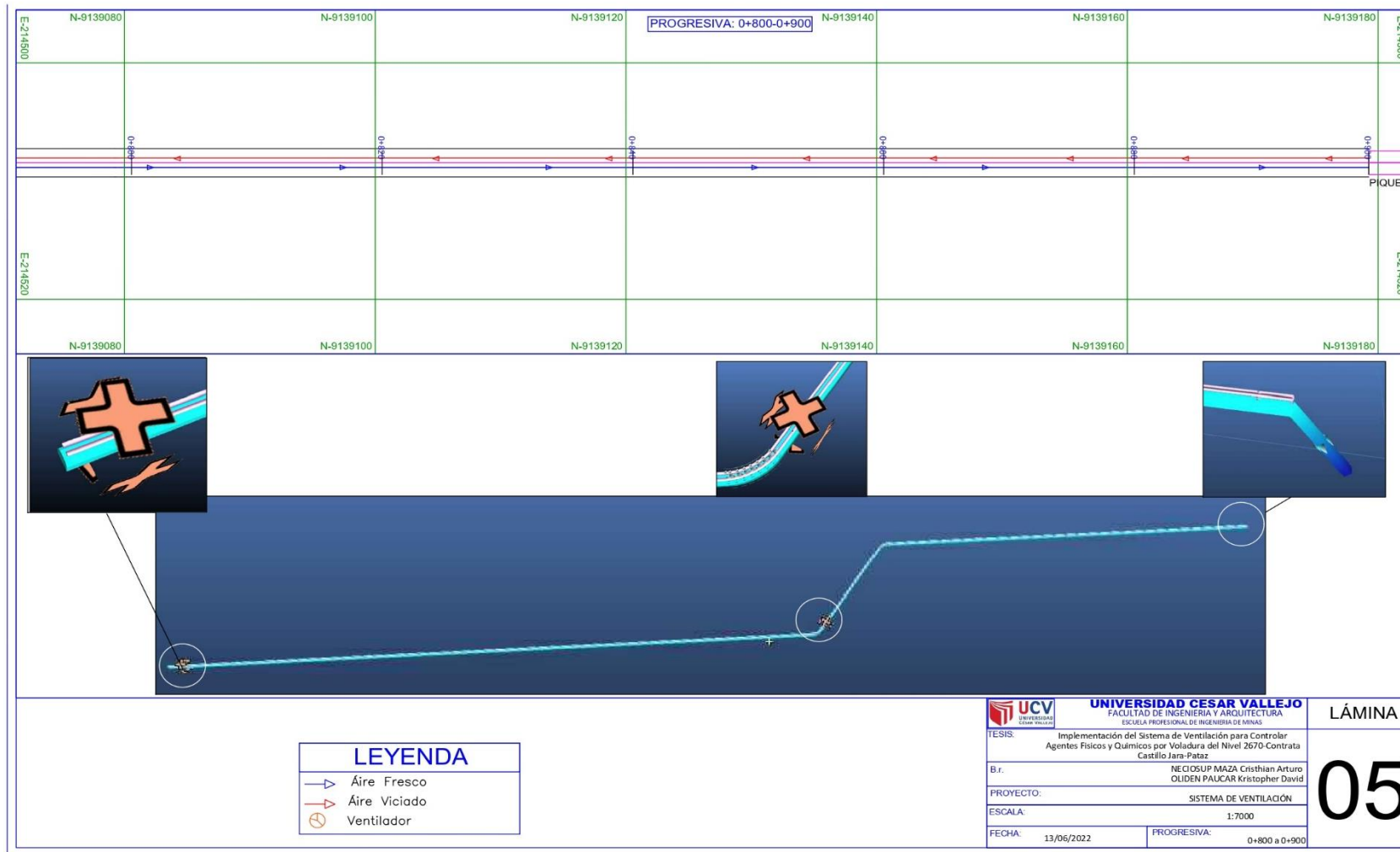


Figura 15. Plano en autocad del nivel 2670 – Progresiva 800-918 y Plano de ventsim.

ANEXO 17: VETAS DE LA UNIDAD MINERA SANTA MARÍA

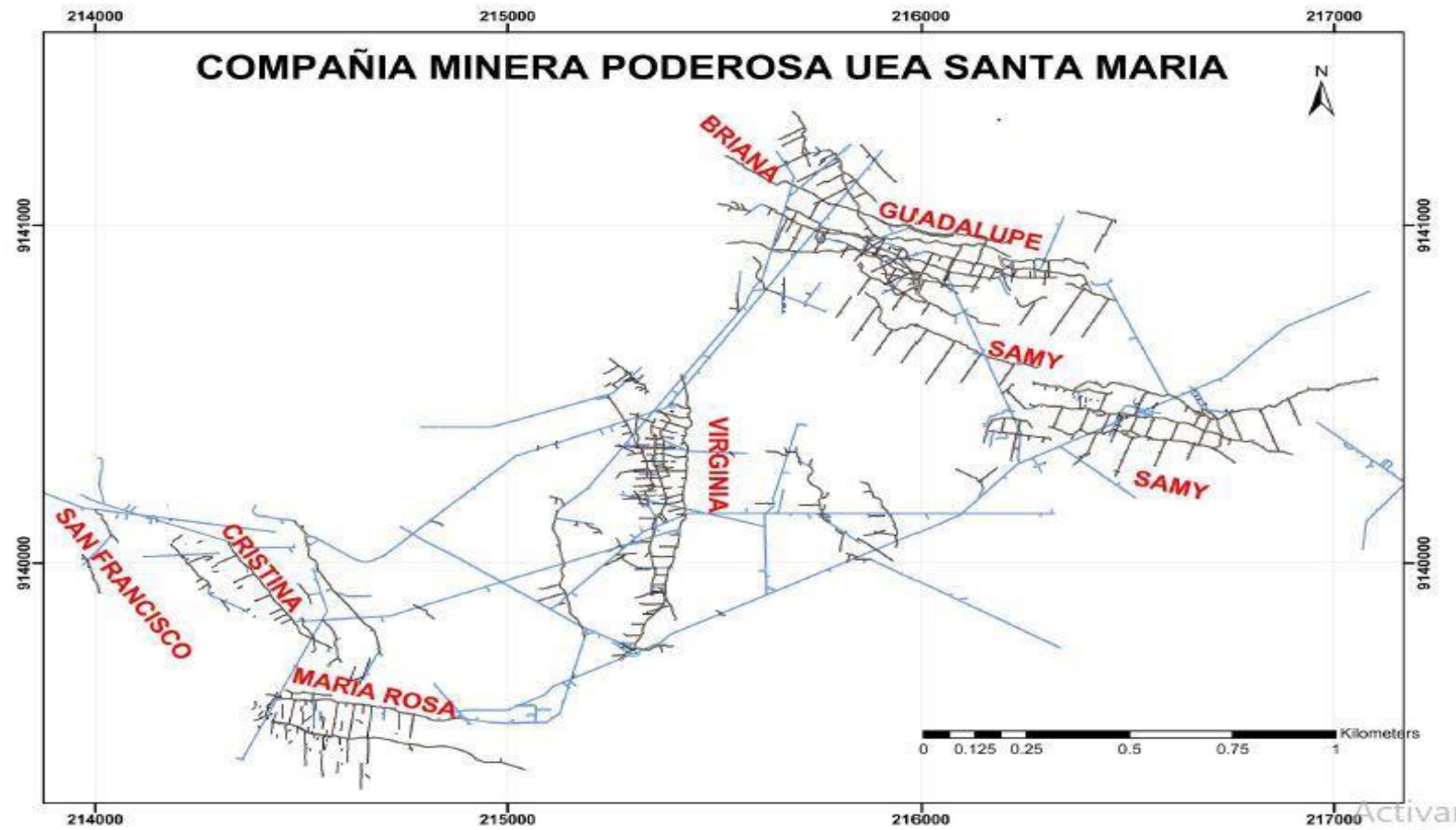


Figura 16. Plano de la unidad minera Santa María y sus vetas.



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: "Implementación del sistema de ventilación para controlar agentes físicos y químicos por voladura del nivel 2670 -Contrata Castillo Jara - Pataz", cuyos autores son NECIOSUP MAZA CRISTHIAN ARTURO, OLIDEN PAUCAR KRISTOPHER DAVID, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, 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, 13 de Julio del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ARANGO RETAMOZO SOLIO MARINO DNI: 26733726 ORCID: 0000-0003-3594-0329	Firmado electrónicamente por: SARANGOR el 13- 07-2022 19:14:57
SALAZAR CABREJOS ROSA ELIANA DNI: 41661370 ORCID: 0000-0002-1144-2037	Firmado electrónicamente por: SCABREJOSRE el 13-07-2022 19:10:22

Código documento Trilce: TRI - 0342048