



**UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
GEOLOGÍA Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**

TESIS

**“SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA Y SU IMPACTO EN
EL RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES, OBAN SAC –
MINERA CASTOR SAC – PROYECTO MARÍA JOSÉ, OCROS,
ANCASH, - 2022”**

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

**PRESENTADO POR:
MIRANDA VEGA, Robert David**

**ASESOR:
MSC. Ing. Luis Torres Yupanqui**

**HUARAZ – PERÚ
2024**





UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

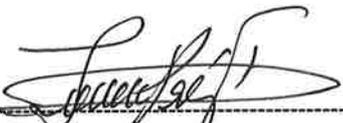
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS,
GEOLOGÍA Y METALURGIA



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PRESENCIAL

En la ciudad de Huaraz, siendo las quince horas con diez minutos de la tarde (15:10 p.m.) del día diecinueve de Abril del dos mil veinticuatro (19/04/24), se reunieron los miembros del Jurado Evaluador nominados según Resolución Nro. 208-2023-FIMGM/D, de fecha 02 de Octubre del 2023, integrado por los siguientes Docentes: **Dr. JULIAN PEREZ FALCON, Presidente; Ing. ANTONIO MARIANO DOMINGUEZ FLORES, Secretario** y el **M.Sc. Ing. MANUEL TEODORO RASHTA LOCK, Vocal**; para la sustentación de la tesis Titulada: "**SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA Y SU IMPACTO EN EL RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES, OBAN SAC – MINERA CASTOR SAC – PROYECTO MARÍA JOSE, OCROS, ANCASH, - 2022**", presentado por el **Bachiller ROBERT DAVID MIRANDA VEGA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas, en concordancia con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", se procedió con el acto de sustentación bajo las siguientes consideraciones, el Presidente del Jurado calificador, invitó a los docentes, alumnos y público en general a participar en este acto; luego invitó al Secretario del Jurado calificador a dar lectura de la Resolución N° 208-2023-FIMGM/D de fecha 02 de Octubre del 2023. Acto seguido se invitó al sustentante a la defensa de su tesis por un lapso de treinta minutos (30), concluida con la misma, se procedió con el rol de preguntas de parte de los miembros del Jurado Evaluador, finalmente se invitó al público en general a hacer abandono del Auditorium de la FIMGM por un lapso de diez (10) minutos con el propósito de deliberar la nota del sustentante, **ACORDANDO: APROBAR CON EL CALIFICATIVO (*)de: DIECISEIS (16)**. Siendo las dieciséis horas y cinco minutos (4:05 p.m.) del mismo día, se dio por concluida el acto de sustentación.

En consecuencia, queda en condición de ser **Aprobado** por el Consejo de Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Metalurgia y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título de **INGENIERO DE MINAS** de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la UNASAM.



Dr. JULIAN PEREZ FALCON
Presidente



Ing. ANTONIO MARIANO DOMINGUEZ FLORES
Secretario



M.Sc. Ing. MANUEL TEODORO RASHTA LOCK
Vocal



Dr. LUIS ALBERTO TORRES YUPANQUI
Asesor

(*) De acuerdo con el Artículo 84º Reglamento de Grados y Títulos de la UNASAM, están deben ser calificadas con términos de: **APROBADO CON EXCELENCIA (19-20)**, **APROBADO CON DISTINCIÓN (17-18)**, **APROBADO (14-16)**, **DESAPROBADO (00-13)**.

Nota: El sustentante deberá levantar las observaciones realizadas por el Jurado Evaluador



UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS,
GEOLOGÍA Y METALURGIA



ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los Miembros del Jurado Evaluador, informamos que el Bachiller ROBERT DAVID MIRANDA VEGA, ha sustentado la tesis titulada **"SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA Y SU IMPACTO EN EL RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES, OBAN SAC – MINERA CASTOR SAC – PROYECTO MARÍA JOSE, OCROS, ANCASH, - 2022"**, el día 19 de Abril del 2024, la cual declaramos aprobado por unanimidad.

En consecuencia queda en condiciones de ser publicada.

Huaraz, 19 de Abril del 2024

Dr. JULIAN PEREZ FALCON
Presidente

Ing. ANTONIO MARIANO DOMINGUEZ FLORES
Secretario

M.Sc. Ing. MANUEL TEDORO RASHTA LOCK
Vocal

Dr. LUIS ALBERTO TORRES YUPANQUI
Asesor

Anexo de la R.C.U N° 126 -2022 -UNASAM
ANEXO 1
INFORME DE SIMILITUD.

El que suscribe (asesor) del trabajo de investigación titulado:

"Sistema de Ventilación Mecánica y su Impacto en el Rendimiento de los Trabajadores, OBAN
SAC - Minera CASTOR SAC - Proyecto María José, Ocros, Ancash, - 2022"

Presentado por: Miranda Vega Robert David

con DNI N°: 72408123

para optar el Título Profesional de:

INGENIERO DE MINAS

Informo que el documento del trabajo anteriormente indicado ha sido sometido a revisión, mediante la plataforma de evaluación de similitud, conforme al Artículo 11° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de :8%..... de similitud.

Evaluación y acciones del reporte de similitud de los trabajos de los estudiantes/ tesis de pre grado (Art. 11, inc. 1).

Porcentaje			
Trabajos de estudiantes	Tesis de pregrado	Evaluación y acciones	Seleccione donde corresponda <input type="radio"/>
Del 1 al 30%	Del 1 al 25%	Esta dentro del rango aceptable de similitud y podrá pasar al siguiente paso según sea el caso.	<input checked="" type="radio"/>
Del 31 al 50%	Del 26 al 50%	Se debe devolver al estudiante o egresado para las correcciones con las sugerencias que amerita y que se presente nuevamente el trabajo.	<input type="radio"/>
Mayores a 51%	Mayores a 51%	El docente o asesor que es el responsable de la revisión del documento emite un informe y el autor recibe una observación en un primer momento y si persistiese el trabajo es invalidado.	<input type="radio"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor/ Jefe de Grados y Títulos de la EPG UNASAM/ Director o Editor responsable, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software anti-plagio.

Huaraz, 24/04/2024

Apellidos y Nombres: DR. Torres Yupanqui Luis Alberto
DNI N°: 208085204

Se adjunta:

1. Reporte completo Generado por la plataforma de evaluación de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS

AUTOR

ROBERT MIRANDA VEGA

RECUENTO DE PALABRAS

17728 Words

RECUENTO DE CARACTERES

95258 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

97 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.3MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 24, 2024 10:43 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 24, 2024 10:44 AM GMT-5**● 8% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

DEDICATORIA

A mi gran motivación, mis padres. Por brindarme su apoyo y amor incondicional, inculcándome valores, y motivándome a cumplir mis propósitos como profesional. A mis hermanas por apoyarme en todo el periodo de mi carrera profesional, aconsejándome y motivándome a lograr mis metas. A mi esposa e hijo por estar conmigo en todo momento.

Son el sentido de mi existencia, los amo.

Robert Miranda

AGRADECIMIENTO

A Dios por que me permitió conocer a grandes personas que aportaron en mi vida, brindándome conocimientos nuevos, también por cada prueba que me puso para aprender a ser un hombre fuerte, y decidir arriesgarme por lo que quiero en mi vida.

Por otra parte, a mi familia por haberme apoyado en cada decisión que he tomado, y por ser las personas que me exigieron día a día para llegar a ser un buen profesional.

Finalmente, a las personas que contribuyeron a mi evolución como persona, aquellas que me ayudaron a sacar lo mejor de mí, para enfrentarme a diferentes circunstancias de la vida y sobre todo me brindaron consejos de calidad para convertirme en un excelente profesional.

RESUMEN

La investigación desarrollada tiene el objetivo general de determinar el efecto del sistema de ventilación mecánica en el rendimiento laboral de los trabajadores en el proyecto María José, Ocros, Ancash, durante el año 2022; sus objetivos específicos son: Determinar el impacto que tiene la ventilación general en el rendimiento de los trabajadores en el Nv 2000, proyecto María José, Ocros, Ancash y determinar el impacto que tiene la ventilación localizada en el rendimiento de los trabajadores en el Nv 2000, proyecto María José, Ocros, Ancash, el diseño fue descriptivo, el método cuantitativo y no experimental. Se usaron las técnicas de observación, recopilación de datos y cálculos en gabinete, se llegó a determinar la influencia de la ventilación en el rendimiento de los trabajadores, y mediante los cálculos de acuerdo al Anexo N° 38 del D.S. 023-2017-EM se llegó a determinar que se requieren 14998.15 CFM para la ventilación con una velocidad de 84.26 m/min, por lo cual se realizó la comunicación de la chimenea camino 110 del Nv 2000 al Nv 2050 y la implementación del ventilador de 10 000 CFM en el Nv 2000 (Cx 110 N – PQIN 120) lo cual generaba mayor flujo de ventilación.

Finalmente, los representantes de la empresa deben mejorar los sistemas de ventilación mecánica para evitar los problemas de poca oxigenación y presencia de gases contaminantes, a fin de que los trabajadores no sean afectados y baje su rendimiento laboral y por ende la producción en la mina.

Palabras Claves: Caudal de aire, ventilación localiz+ada, oxigenación, gases contaminantes.

ABSTRACT

The research developed has the general objective of determining the effect of the mechanical ventilation system on the work performance of workers in the Maria Jose project, Ocros, Ancash, during the year 2022; its specific objectives are: To determine the impact that general ventilation has on the performance of workers in the Nv 2000, María José project, Ocros, Ancash and to determine the impact that localized ventilation has on the performance of workers in the Nv 2000, María José project, Ocros, Ancash, the design was descriptive, quantitative and non-experimental method. Observation techniques, data collection and office calculations were used, the influence of ventilation on the performance of workers was determined, and through calculations according to Annex No. 38 of the D.S. 023-2017-EM it was determined that 14998.15 CFM are required for ventilation with a speed of 84.26 m/min, for which the communication of the path of the chimney 110 from Lv 2000 to Lv 2050 and the implementation of the 10,000 CFM fan at Lv 2000 (Cx 110 N – PQIN 120) was carried out, which generated a greater ventilation flow.

Finally, company representatives must improve mechanical ventilation systems to avoid problems of poor oxygenation and the presence of polluting gases, so that workers are not affected and their work performance and therefore production in the mine decrease.

Key words: Airflow, localized ventilation, oxygenation, contaminant gases.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
INDICE.....	vi
INDICE DE TABLAS.....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INTRODUCCION.....	xii

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

<i>1.1. Entorno Físico.....</i>	<i>1</i>
<i>1.1.1. Ubicación y acceso.....</i>	<i>1</i>
<i>1.1.2 Geomorfología.....</i>	<i>2</i>
<i>1.1.3 Relieve.....</i>	<i>2</i>
<i>1.1.4 Topografía.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.5 Clima y Meteorología.....</i>	<i>3</i>
<i>1.2 Entorno Geológico.....</i>	<i>4</i>
<i>1.2.1 Geología regional.....</i>	<i>4</i>

<i>1.2.2 Geología local.....</i>	<i>6</i>
<i>1.2.3 Geología estructural.....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.4 Geología Económica.....</i>	<i>9</i>
<i>1.2.4.1 Origen y tipo de yacimiento.....</i>	<i>10</i>
<i>1.2.4.2 Vetas presentes en el Proyecto María José.....</i>	<i>10</i>
<i>1.2.4.3 Mineralogía.....</i>	<i>12</i>
<i>1.2.4.4 Reservas de Mineral.....</i>	<i>13</i>

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1 Marco Teórico.....	15
<i>2.1.1 Antecedentes de la investigación.....</i>	<i>15</i>
<i>2.1.1.1 Internacionales.....</i>	<i>15</i>
<i>2.1.1.2 Nacionales.....</i>	<i>18</i>
<i>2.1.1.3 Locales.....</i>	<i>20</i>
<i>2.1.2 Definición de términos.....</i>	<i>22</i>
<i>2.1.3 Fundamentación Teórica.....</i>	<i>26</i>
<i>2.1.3.1 Sistema de Ventilación Mecánica.....</i>	<i>26</i>
<i>2.1.3.2 Ventilación subterránea.....</i>	<i>26</i>
<i>2.1.3.3 Tipo de ventilación.....</i>	<i>27</i>
<i>2.1.3.4 Sistema de ventilación.....</i>	<i>28</i>
<i>2.1.3.5 Ventilación general.....</i>	<i>30</i>
<i>2.1.3.6 Ventilación localizada.....</i>	<i>32</i>
<i>2.1.3.7 Rendimiento de los Trabajadores.....</i>	<i>33</i>

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 El Problema.....	39
3.1.1 Descripción de la realidad problemática.....	39
3.1.2 Planteamiento y Formulación del Problema.....	42
3.1.3 Formulación Interrogativa del Problema General.....	44
3.1.3.1 Problemas específicos.....	44
3.1.4 Objetivo General.....	44
3.1.4.1 Objetivos específicos.....	44
2.1.5 Justificación de la Investigación.....	45
2.1.6 Limitaciones.....	45
2.1.7 Alcances de la Investigación.....	46
2.2 Hipótesis.....	46
2.3 Variables.....	46
2.3.1 Variable Independiente.....	46
2.3.2 Variable Dependiente.....	46
3.3.3 Cuadro de operacionalización de variables.....	46
3.4 Diseño de la Investigación.....	49
3.4.1 Tipo de Investigación.....	49
3.4.2 Nivel de Investigación.....	49
3.4.3 Diseño de Investigación.....	50
3.4.4 Población y Muestra.....	50
3.4.4.1 Población.....	50
3.4.4.2 Muestra.....	50

<i>3.4.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos</i>	51
<i>3.4.5.1 Técnicas</i>	51
<i>3.4.5.2 Instrumento</i>	51
<i>3.4.6 Forma de tratamiento de los datos</i>	51

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Descripción de la Realidad y Procesamiento de Datos	53
4.2 Cálculo de circulación de CFM	55
4.2.1 Evaluación de presencia de gases producto del disparo	58
4.2.2 Cálculo del rendimiento del personal	58
4.2.3 Cálculo de velocidad de aire	64
4.3 Discusión de resultados	65

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Coordenadas del Proyecto María José</i>	1
Tabla 2: <i>Vías de Acceso al Proyecto Marí José</i>	2
Tabla 3: <i>Evaluación de Reservas desde el 2021 al 2023</i>	14
Tabla 4: <i>Operacionalización de las Variables</i>	48
Tabla 5: <i>Ventilador de 10000CFM N° 01 (Cx220 N)</i>	53
Tabla 6: <i>Ventilador de 10000 CFM N° 04 (Cx 110 N)</i>	54
Tabla 7: <i>Factor de Atkinson para Flujo de aire</i>	56
Tabla 8: <i>Calculo de Flujo de aire en el Nv 2050 al Nv 2000</i>	57
Tabla 9: <i>Evaluación de Gases en las Galerías</i>	58
Tabla 10: <i>Datos de Operación en la Unidad Minera Castor SAC</i>	59
Tabla 11: <i>Velocidad Mínima Requerida por Temperatura</i>	61
Tabla 12: <i>Factor de Producción por Consumo de Madera</i>	62
Tabla 13: <i>Caudal de Aire Requerido en las Galerías</i>	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Ubicación del Proyecto María José</i>	2
Figura 2: <i>Los dos Grandes Tipos de Ventilación</i>	32
Figura 3: <i>Tipos de Campanas</i>	33
Figura 4: <i>Horas Trabajadas del Ventilador de 10000 CFM N° 01 (Julio - Diciembre)</i>	54
Figura 5: <i>Horas Trabajadas del Ventilador de 10000 CFM N° 04 (Cx 110N)</i>	55

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se encuentran en operación varias minas subterráneas que utilizan diferentes sistemas de ventilación, ya sea natural o mecánica. Sin embargo, la ventilación empleada no cumple con los requerimientos necesarios en términos de capacidad para adaptarse a la cantidad de trabajadores mineros, equipo diésel, gases de explosión y la alta temperatura presente en el entorno laboral donde los trabajadores realizan sus labores. Existe serias posibilidades de no poder controlar apropiadamente el ambiente en las operaciones mineras, lo que podría generar contaminación y, por lo tanto, representar un riesgo para aquellos que trabajan en dichas condiciones.

En minas subterráneas y túneles se requieren de sistemas de ventilación adecuados, que garanticen la cantidad correcta de oxígeno en las operaciones, lo cual permite que los trabajadores que realizan actividades propias en la minería, puedan respirar con facilidad y los equipos funcionen sin fallas ni recalentamientos, ello está en función del tipo de rocas y los equipos de perforación y voladuras, es conocido que los gases son dañinos para la salud, producen asfixia, son tóxicos, eventualmente son explosivos, y requieren de un adecuado tratamiento para eliminarlos o disiparlos rápidamente y por completo, por ello se debe determinar un óptimo sistema de ventilación mecánica y su impacto en el rendimiento de los trabajadores en la mina, lo cual conlleva al incremento de la producción, garantiza la seguridad de los trabajadores y mejora el desempeño laboral. Asimismo, la investigación realizada fue descriptivo y de enfoque cuantitativo, para determinar los resultados se aplicó una escala valorativa y los datos recolectados fueron procesados con el ventsim y en el Excel v.19.

El estudio concluido fue estructurado en los siguientes capítulos:

Primer capítulo, contiene las generalidades (lugar y accesos, geomorfología, relieve, topografía, clima y meteorología), contexto geológico (localidad y estructura).

Segundo capítulo, comprende el marco teórico (antecedentes, definición de términos y fundamentación teórica).

Tercer capítulo, comprende planteamiento del problema, objetivos, justificación, hipótesis, diseño y la técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Cuarto capítulo, comprende descripción de la realidad y procesamiento de datos, análisis e interpretación de la información y la discusión de resultados. Finalmente se muestran las conclusiones, recomendaciones, bibliografías utilizadas y los anexos.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.2. Entorno Físico

1.2.1. Ubicación y acceso

El Proyecto María José se sitúa en el distrito de San Pedro, exactamente en la Provincia de Ocros – Ancash, la cual viene a ser un proyecto del sector minería y metales, comprendido por áreas de carácter irregular de mineralización de metales.

Tabla 1

Coordenadas del Proyecto María José

Concesión	Vértice	Coordenadas		Área (Ha)
		Norte	Este	
CHICOTE III 2011	01	8834633.21	227774.67	300
	02	8832633.19	227774.69	
	03	8832633.19	224774.70	
	04	8834633.20	224774.68	
CHICOTE V 2011	01	8836633.23	229774.64	1000
	02	8834633.21	229774.66	
	03	8834633.20	224774.68	
	04	8836633.21	224774.66	

Nota. Vértices y Coordenadas del Proyecto María José. GEOCATMIN – INGEMMET

El Proyecto María José se encuentra ubicada en la Sierra Centro – Norte del Perú, al lado Suroeste de la provincia de Ocros, a una altura aproximada de 1800 a 2400 m.s.n.m. Para acceder al Proyecto se parte desde la ciudad de Lima hasta la ciudad de Barranca, luego se toma la ruta asfaltada hasta el pueblo de Huayto, desde allí se toma una trocha hasta el pueblo de Churlín, en seguida llegar al Proyecto María José, las vías de acceso se muestran a continuación.

Figura 1

Ubicación del Proyecto María José



Nota. En la figura se observa la ubicación del proyecto minero María José.

Tabla 2

Vías de Acceso al Proyecto Mari José

Tramo	Distancia (Km)	Tipo de Vía	Tiempo
Lima - Barranca	192	Asfaltada	3h 26 min
Barranca - <u>Huaito</u>	29.9	Asfaltada	34 min
<u>Huaito</u> - <u>Churlín</u>	5.9	Trocha	9 min
<u>Churlín</u> - Proyecto	30.2	Trocha	55 min
Total	258		5h 04 min

1.1.2 Geomorfología

En términos geomorfológicos, el área de Ocos presenta una topografía accidentada, caracterizada por la presencia de relieves modelados en rocas sedimentarias.

1.1.3 Relieve

En la Región Ancash se pueden identificar diferentes tipos de relieve, desde áreas planas hasta colinas, lomeríos, pie de montes y montañas. Estas características están determinadas por la altura relativa, la pendiente del

terreno, la estructura de las laderas y la composición litológica.

1.1.4 Topografía

La región donde se llevará a cabo el proyecto presenta un relieve irregular. La topografía oscila entre terrenos suavemente inclinados o planos y zonas extremadamente accidentadas, con pendientes que pueden alcanzar hasta un 70% y estas áreas de pendiente pronunciada se intercalan con sectores de terreno más llano.

1.1.5 Clima y Meteorología

En Ocos, se experimenta un clima templado en la zona andina. El verano no tiene una larga duración, grato y nublado, mientras que el invierno es corto, frío, seco y parcialmente nublado. Este clima favorable contribuye a la agricultura en la región, especialmente durante las temporadas de lluvias a partir del mes de diciembre y que alcanza a fines de abril. Durante la temporada de estío, que comprenden junio hasta setiembre, la temperatura diurna puede alcanzar los 25 °C, mientras que en la noche la temperatura desciende hasta 5 °C en lugares aledaños y en la zona en la que se ubica el Proyecto, mucho depende de la presencia de lluvias, u otros fenómenos atmosféricos que ocurren cotidianamente en los distritos aledaños. Sin embargo, en las zonas más bajas y resguardadas de la provincia de Ocos, como Huanchay, Alpas, y otros el clima es propicio para el cultivo de frutas. En general, en Ocos se puede observar que se manifiestan las cuatro estaciones de manera bien definida, esto se explica principalmente por las condiciones atmosféricas propias de la región con un clima templado.

1.3 Entorno Geológico

1.3.1 Geología regional

Según investigaciones anteriores, las características geológicas del lugar en la que se encuentra emplazado el proyecto se compone por diferentes complejos granitoides pertenecientes al Batolito de la Costa, que tiene una edad cretácica. Este batolito se encuentra dividido en varias unidades y superentidades, específicamente en la hoja 21 del INGEMMET (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico). De acuerdo con los estudios geológicos a escala 1:100 000, se identifican 7 complejos intrusivos en el área. Estos complejos están compuestos principalmente por gabro diorita, gabro, diorita y granito del Cretácico.

- **Complejo de Cerro muerto**

Se encuentra ubicado al norte del Proyecto, específicamente limita con las fronteras correspondientes a Barranca y Huaral, allí se encuentran las partes de este complejo geológico. Por el oriente, el complejo delimita por melodiorita que posiblemente tenga un carácter secundario. Por otro lado, en la parte central, el complejo se emplaza en medio de formaciones rocosas volcánicas correspondientes a las formaciones de Casma. Por el oeste, se debe considerar a la diorita del Complejo Purnacama. Este complejo se extiende rumbo norte fueros de los límites de las zonas mapeadas, alcanzando límites inexplorados. La tipología de las rocas principales en la zona es la tonalita, sin embargo, en el sur existen dos cuerpos con características granodioríticas o incluso adamelíticas. Desde el punto de vista litológico, cada cuerpo es similar a tonalitas principales, sin embargo,

presentan una mayor concentración de feldespatopotásico y una menor presencia de mineral máfico. Aún no se ha sido posible establecer la correlación precisa entre la roca ácida y la tonalita, pero probablemente que este cuerpo ácido corte a esta última. La variación primordial de tipo granodiorítico está bien expuesta a las dos orillas de río Pativilca, y con sencilla accesibilidad. El stock (cuerpo intrusivo) tiene una forma circular y se ubica precisamente al norte del valle por el que discurre el río Pativilca, se cuenta con accesos a partir de la base de la Quebrada de la Isla. Las tonalitas principales son capturadas en la Quebrada Rinconada, desde allí se disponen de vías asfaltadas.

- **Volcánico Calipuy**

Este depósito volcánico se encuentra en una posición de gran oposición sobre la Formación Casapalca y otra unidad plegada del período Cretáceo. En el área cartografiada, está compuesto principalmente por lavas andesíticas y depósitos piroclásticos que son análogos a lo observado en distintas áreas que forman parte de las mismas formaciones. Se estima que el espesor de las formaciones en esta zona no supera los 320 metros.

- **Meladoritas**

En el área, se observan cuerpos de tonalita que aparecen como remanentes irregulares en cada intrusivo más joven o en forma de arcos en el complejo central. Las meladoritas, por su parte, son parecidas a los gabros. Están compuestas por rocas que contienen dos tipos de piroxeno y plagioclasa en una matriz de andesita, en vez de labradorita. Sin embargo, la meladorita ha experimentado mayores

grados de variación o hibridación en comparación del gabro, y esto se evidencia en extensas partes de la zona. La hornblenda es uno de los pocos minerales oscuros presentes en estas rocas, aunque en algunos casos no se debe a una cristalización primaria, sino que es el resultado de una alteración posterior que reemplazó al piroxeno original. (Minera Castor, 2019)

En el norte, se pueden encontrar remanentes de meladoritas que afloran en forma de arco, rodeando el stock de Cañas. También se observan cuerpos de meladorita en la zona de transición entre las adamelitas y las rocas de Puscao y Tumaray. Además, un poco al oeste de esta área, se encuentra un cuerpo de meladorita de considerable tamaño, que claramente constituye una sola unidad. Este cuerpo se encuentra en el límite de la Tonalita Santa Rosa, la cual atraviesa y presenta en algunos lugares una estructura bandeada.

1.3.2 Geología local

En la zona se pueden observar afloramientos de rocas intrusivas pertenecientes al Batolito de la Costa (BDLC), además se observa dos tipos de intrusivos (diorítico o meladorítico Kti-día), con un grano medio y una fuerte intemperización, lo que resulta en una abundante cobertura cuaternaria compuesta principalmente por arcillas y limos de tonalidades amarillo-rojizas. El otro intrusivo es granodiorítico (Kti- t-cm) y pertenece al complejo ígneo Cerro Muerto. Este presenta un grano medio a grueso y una intemperización débil.

Al oeste del área de estudio, en la parte alta del Cerro Callao Grande, hay extensos afloramientos de rocas volcánicas andesíticas a dacíticas del

volcánico Calipuy (Kti-vca). Por otro lado, al este se pueden observar enclaves de metavolcánico de protolito andesítico (Ki-c) del Grupo Casma. Estos enclaves muestran una esquistosidad moderada a débil como resultado del metamorfismo de contacto debido a las intrusiones del Batolito de la Costa, así como también a un dinamometamorfismo debido a la presencia de fallas regionales. Desde el punto de vista estructural, la zona está controlada por fallas con dirección NW-SE, E-W y NE-SW, siguiendo la orientación del rumbo andino. Las fallas presentan un buzamiento hacia el norte.

Localmente, se pueden observar los afloramientos de las rocas ígneas mencionadas anteriormente, como la meladiorita y la granodiorita del complejo Cerro Muerto. La relación de campo que se puede observar coincide con la secuencia cronológica de emplazamiento de estas rocas. La meladiorita es cortada por puntas o apófisis de granodiorita, y tanto la meladiorita como la granodiorita son atravesadas por diques de composición andesítica a dacítica. Estos diques, junto con las estructuras de fallamiento de orientación E-W y NE-SW, parecen controlar el emplazamiento de las vetas presentes en la zona. Además, se puede observar cómo último evento la intrusión de diques aplíticos que cortan las rocas mencionadas anteriormente. Estos diques aplíticos representan un evento posterior en el tiempo geológico. (Minera Castor, 2019)

1.3.3 Geología estructural

Basándonos en la observación de campo y la información bibliográfica disponible, considerando el componente estructural, se han identificado tres zonas en el área. Estas zonas se extienden en forma de fajas paralelas tanto

zona andina como a la línea de costa.

- **Zona sedimentaria con pliegues y sobre escurrimiento**

La secuencia de la cuenca del Cretáceo se ha desarrollado como una entidad estructural separada de las rocas pre-cretácicas, debido a la presencia de un despegue basal en la Formación Oyón.

En este sitio, predominan los pliegues de gran longitud, con ejes que se extienden por más de 100 km. Estos pliegues muestran una configuración concéntrica, con deformaciones cilíndricas en las unidades Chimú y Jumasha. Por otro lado, las secuencias menos competentes, como la Formación Carhuaz y el Albiano, suelen exhibir características discordantes con relación a la geometría de los pliegues. En resumen, la cuenca del Cretáceo en esta zona se ha desarrollado como una estructura independiente, con pliegues de gran longitud y deformaciones cilíndricas en las unidades más competentes, mientras que las secuencias menos competentes muestran discordancias con relación a la geometría de los pliegues.

Se observa un patrón estructural donde los anticlinales y sinclinales se distribuyen regularmente, pero los flancos de los anticlinales están adelgazados tectónicamente. Además, los pliegues muestran una inclinación opuesta en sus flancos, con un patrón recostado hacia afuera en los bordes y una posición vertical en el centro (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [INGEMMET], 1973)

- **Zona relativamente no deformada**

Viene a ser el más primordial a tener en cuenta es que el batolito

costanero se emplazó en esta zona, y no en el área plegada como se podría suponer inicialmente.

Al oeste del batolito, los depósitos de la formación Casma presentan una inclinación regular hacia el oeste, con algunos cambios que oscilan entre 5 y 20 grados. Sin embargo, en el sur de Huacho, las capas pueden tener inclinaciones de hasta 45 grados. Estos casos, al igual que otros posibles, son locales e insignificantes en comparación con las amplias áreas que muestran una estratigrafía suavemente inclinada.

- **Zona de los volcánicos plegados**

Esta zona forma parte de la región afectada por el plegamiento andino principal, pero difiere en varios aspectos importantes de la zona de sedimentos plegados. Las rocas volcánicas presentes en la zona forman una serie de pliegues grandes y simples, con una extensión de aproximadamente 2-3 kilómetros de longitud. Los anticlinales (pliegues convexos) siguen a los sinclinales (pliegues cóncavos) en una serie de pliegues suavemente ondulados que no presentan fallas. Estos pliegues aumentan en intensidad hacia el este, superponiéndose a los sedimentos plegados del período Cretáceo.

En resumen, esta área exhibe un patrón de pliegues volcánicos distintivo que difiere de los pliegues presentes en los sedimentos plegados del Cretáceo.

1.3.4 Geología Económica

El depósito consta de una zona de sulfuros con presencia de cuarzo hueco blanco masivo, pirita diseminada y en núcleos mayores de un 10% y un 1%

de calcopirita (CuFeS_2) diseminada. Se encuentran especialmente restos de galena (PbS) y esfalerita (ZnS), la zona de Óxidos consiste en goethita (FeO_2H), hematita (Fe_2O_3) y jarosita ($\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$) que llenan los vacíos de cuarzo blanco masivo roto y fracturado.

El oro se encuentra como oro nativo asociado con sulfuros y en óxidos de hierro. El proyecto representa un depósito de tipo mesotérmico en vetas orientadas con elevaciones E-W y NE-SW, N-NW.

El área está dominada por fallas NW-SE, E-W y NE-SW que controlan la ubicación de 13 vetas, con ancho promedio de 0.70 m y ley promedio de 12 Gr/Tm Au; la continuidad de las vetas, tanto NE como SW, aún está por determinar y está oculta bajo una cubierta cuaternaria.

1.2.4.1 Origen y tipo de yacimiento

Los depósitos en este proyecto son magmático-hidrotermales y se formaron en procesos térmicos en temperatura elevada y cerca de respiraderos ígneos de la corteza terrestre con tendencias E-W y NE-SW y buzamientos N-W. Las vetas son de cuarzo blanco poroso, abundantemente lleno, con briquetas y parches dispersos y, ocasionalmente, calcopirita diseminada. En ocasiones se encuentran restos de galena y esfalerita.

Muchos óxidos de hierro (goethita, hematita, jarosita) están presentes en la superficie, rellenando los poros y las grietas. El oro tiene presencia en los sulfuros y superficies de óxido. El poder de las charpas y el oro gratis se puede comprobar a simple vista.

1.2.4.2 Vetas presentes en el Proyecto María José

- **Veta Fanny.**

En el flanco norte de la Lomada Callao, una veta aflora con 120 metros de longitud y 200 metros de espesor, orientada al N60°E con un buzamiento de 40° hacia el norte. La veta, de hasta 1 metro de ancho y una potencia promedio de 0.6 metros, muestra contenidos de hasta 13 gr/ oro / tn y 1 onza Ag/ tn.

- **Veta Sofía.**

Es una veta tensional que se ramifica de la veta lúculo con una longitud promedio de 100 m, con una ley promedio de 11 gr/TM.

- **Veta Juli y Ramales.**

La veta principal Juli aflora entre 750 m. de largo x 1.10 m. de ancho. Además, muestra tres vetas ramales sigmoidales y tensionales, cada una con una longitud promedio de 250 m, en relación con el piso de la veta principal. En las intersecciones de estas estructuras, se forman ensanchamientos: el techo de veta Juli tiene ley de 41.32 g/TM de Au, y la veta Juli Centro es de 16.5 g/TM de Au.

- **Veta Lúculo.**

Presenta un afloramiento de 450 m, presenta anchos variables que llegan hasta los 2.0 m y leyes de hasta 44.7 gr/t Au, a lo largo de la veta tiene una potencia promedio de 0.7 m y una ley promedio de 15 gr/t Au, está caracterizado por ser una veta de tipo rosario, donde las leyes son variables.

- **Veta Karen**

Es un ramal de la veta Lúcumo con una potencia aproximada de 0.5 m y una ley promedio de 13 gr/t Au.

- **Veta Fátima**

Aflora unos 150 m, con anchos entre 0.3 m hasta 1.2 m, en esta veta se obtuvo una muestra con charpas de oro nativo que reporto 35 gr/TM Au.

- **Otras Vetas**

Se identifican varias vetas con afloramientos cortos de 30 a 100 metros, incluyendo Tres Marías, Jessy, Rubí, Luciana y Mabel, el ancho de las vetas son de 0.2 y 0.50 m. (MINERA CASTOR, 2019)

1.2.4.3 Mineralogía

El oro se encuentra asociado a los sulfuros y óxidos.

- **Minerales de mena**

- Óxidos de Hierro (FeO_2)
- Calcopirita (CuFeS_2)
- Galena (PbS)
- Esfalerita (ZnS)

- **Minerales de ganga**

- Cuarzo (SiO_2)
- Pirita (FeS_2)
- Goethita (FeO (OH))
- Hematita (Fe_2O_3)
- Jarosita ($\text{KFe}_3+3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$)

1.2.4.4 Reservas de Mineral

El mineral potencialmente estimado a mediano plazo es de 59,120.11 TMS con ley de 26,613.5543 oz Au. Existen minerales de 14 (gr/TM) de Au, en depósitos mesotermales, la mineralización se extiende a profundidades considerables. Se proyecta una tasa máxima de extracción de 100 (TM/D) para el año 2024. A continuación, se presenta la evolución de las reservas y recursos minerales, registrada desde el año 2021.

Tabla 3*Evaluación de Reservas desde el 2021 al 2023*

	Ene-23	Feb-23	Mar-23	Abr-23	May-23	Jun-23	Jul-23	Ago-23	Set-23
ESTADO									
Reservas Real	1,845	2,148	2,046	1,998	2,347	3,250	3,348	3,362	3,388.47
Reservas Eventualmente Accesible	8,949	10,987	11,427	11,979	12,446	12,119	11,784	11,824	11,904.90
Submarginal	1,883	2,006	2,073	2,407	2,416	2,632	2,589	2,618	2,705.71
Baja Ley	867	996	1,032	1,076	1,098	1,135	1,159	1,438	1,476.47
INFERIDOS	14,511	14,480	14,382	14,322	11,198	11,557	11,408	12,346	12,506.37
POTENCIAL	53,840	57,464	57,056	57,378	57,298	58,003	57,684	58,035	59,120.11

Nota. En el periodo de enero a setiembre del 2023 se realizó una evaluación de reservas del Proyecto María José

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1.1 Internacionales

Gonzales (2021) en la investigación “Evaluación y Modelamiento del Sistema de Ventilación de la U.M. San Vicente - Bolivia con el Software Ventsim Desing, año 2020”, tuvo como objetivo la evaluación de los sistemas de ventilación y cada parámetro concerniente al sistema, y luego ser modelado mediante el software Ventsim Design. La población estuvo conformada por cada labor minera subterránea de la Unidad Minera en estudio, se estableció una muestra constituida por diez subestaciones estratégicas de monitoreos, mediante muestreo por conveniencia. La recopilación de datos se dio mediante las siguientes técnicas: observaciones directas, informaciones de la jefatura de planificación y cálculo de datos de campo en cada estación de ventilación. Como instrumentos se realizaron pruebas de campo utilizando equipos y herramientas. Los resultados sobre requerimientos totales de aire en la actualidad fueron de $Q_{To} = 410\ 640.15$ cfm, con caudales de aire de ingresos $Q_i = 423\ 328.79$ cfm y coberturas de aire al 103.42 %, considerando que existe un superávit de 4.36% o 17 699.64 cfm. Además, concluyendo que modelar el sistema de ventilación en la mencionada unidad minera mediante Ventsim Design es de apoyo para apropiadas distribuciones de los caudales de

aire y asegura y otorga confianza en estas simulaciones, dado que las variaciones del caudal de aire “campo vs. Ventsim” se mantiene aproximadamente en rangos de $\pm 10\%$.

Reinoso (2017) realizó la investigación “Diseño del sistema de ventilación para la Mina, sector la cascada, de la sociedad Minera nueva Rojas Cía. Ltda., ubicada en el Cantón Ponce Enríquez, Provincia del Azuay”, se planteó como objetivo bosquejar sistemas apropiados de ventilación para la mencionada mina. Investigación de alcance descriptivo y transeccional. Se consideraron como parte de la población a cada unidad productiva minera del distrito, cuya muestra quedo integrada por la mina SOMINUR, sector La Cascada. Para recolectar los datos se decidió usar el análisis documental y fichas bibliográficas. Conclusión: los caudales de aire requeridos para una correcta ventilación es de $30 \text{ m}^3/\text{s}$, en dicha estimación fueron considerados ciertos componentes: la cantidad de trabajadores, los grados de temperatura, las partículas en suspensión, las cantidades producidas y la demanda de explosivos, y serán distribuidos por todo el frente de trabajo creando ambientes subterráneos propicios para los trabajadores mineros, que se garantice un contexto básico sin riesgos, alta seguridad, que garantice conservar la salud y un apropiado ambiente para el trabajo

Castillo (2017) en su estudio “Evaluación del sistema de ventilación de la mina el Roble”, se planteó evaluar el actual sistema de ventilación en la UM mencionada. Investigación de nivel descriptivo y de diseño transeccional. La minera Robles fue considerada como la población de estudio. Los datos fueron recopilados mediante el análisis

documental usando fichas de contenidos o bibliográficas. Como resultados principales identificó los problemas y se ubicó la falla en la ventilación en las operaciones mineras, se realizaron trabajos de campo como aforo y medición, usando el Ventsim con fines del modelamiento del sistema y realizar la propuesta para óptimas soluciones. Conclusión: el actual sistema de ventilación en la unidad minera solo alcanza a coberturar un 16%, por lo que se realiza la propuesta para coberturar hasta cerca del 80 %, asimismo, se proponen distintas opciones para mejorar el actual sistema de ventilación, que se asocian con las necesidades calculadas de aire y los costos de mejorar la ventilación.

Chacha (2016) en su investigación “Sistema de ventilación para labores subterráneas de la empresa PRODUMIN S.A.”, se propuso la implementación de un adecuado sistema de ventilación para trabajos subterráneos mineros. Investigación de alcance descriptivo y básico experimental. La empresa PRODUMIN S.A, fue considerada como población de estudio, y la muestra quedo integrada por la misma empresa PRODUMIN S.A. En lo referente a recolectar datos se usó el análisis documental y fichas bibliográficas. Principales resultados: realizó un diseño de ventilación que cuenta con una evaluaciones técnicas y económicas. Conclusión: al implementar el sistema de ventilación localizado, sustentada en estudios y evaluaciones técnicas y económicas consiguieron proveer aire de calidad en los frentes de trabajos que permiten incrementar las tareas de minado, una temperatura apropiada, y aumento del confort del personal, que tuvo sus efectos en que se incrementó la producción y se disminuyeron las

enfermedades respiratorias.

2.1.1.2 Nacionales

Capchi y Melgar (2020) en su estudio “Influencia de la ventilación mecánica en el rendimiento de los trabajadores y en la disminución del índice de accidentabilidad en la unidad Minera Peyols Contratistas – la Rinconada, Puno 2019”, se plantearon valorar la manera en que una ventilación de tipo mecánico tiene influencia en el rendimiento laboral y la mitigación de los accidentes que son ocasionados por emanación de gases en la cita empresa minera. Investigación de enfoque cuantitativa de alcance explicativo. El universo poblacional lo conformaron 90 trabajadores y en la muestra se consideró 45 trabajadores. Los datos fueron recopilados a través de dos cuestionarios, una vez procesada la data se halló: en las galerías ventiladas se obtuvo un indicador de 3.76 y en galerías no ventiladas se obtuvo el indicador de 10.94. estableciendo que, ante un incremento de la ventilación se disminuye el indicador en 7.18 y en niveles promedios de 14 a una media de 7 incidentes. Conclusión: El sistema de ventilación favorece el rendimiento de los trabajadores, mejorando la producción en 0.24 ton/hr, así mismo los índices de accidentabilidad disminuyen en 7.19 y el grado de índices de la media pasa de 14 a 7 de ocurrencia.

Alanya y Hualy (2019) desarrollaron la investigación “Influencia de la ergonomía en el rendimiento laboral de los trabajadores mineros de la contrata Empresa, Minera pan American Silver S.A. unidad Huarón – 2018”, se plantearon como meta determinar la influencia de la Ergonomía en el rendimiento del personal

minero de mencionada unidad minera. Fue un estudio Observacional, de alcance correlacional. El universo poblacional estuvo integrado por 16 trabajadores mineros de la mencionada unidad, la muestra fue censal. Los datos fueron recopilados mediante una encuesta y dos cuestionarios. Luego de procesar los datos se obtuvo como resultados más importantes, los siguientes: mediante el estadígrafo de Pearson = 0,9989 lo cual expresa una relación directa alta, que se entiende que si se incrementa o mejora el aspecto ergonómico se va a lograr mayores rendimientos laborales en la mencionada unidad minera. Concluyendo que el factor ergonómico tiene influencia directa en el rendimiento del personal minero en la mencionada minera, a través del estadígrafo = 0,9987; es decir a mayores porcentajes de ergonomía, mayores valorizaciones mensuales gracias a mejores rendimientos en sus labores.

Guevara (2019) en su estudio “Sistema de ventilación para incrementar la productividad en el proyecto Cuchi Corral Minera San Sebastián de Suyo Piura 2018”, se planteó como objetivo elaborar una propuesta de diseño de ventilación con el propósito de tener mayor productividad. Fue un estudio de alcance descriptivo propositivo. El universo poblacional lo conformaron documentos que contengan información sobre las variables en estudio, con muestra censal. Los datos fueron recopilados mediante una ficha de contenidos. Los resultados principales fueron: se logró determinar que las necesidades de ventilación (acorde a la normativa vigente) en el proyecto en estudio fue de caudales promedios a 4838.15 cfm (pies cúbicos por minuto), en

tanto que se estableció que en la actualidad se dispone de un caudal 689.2 cfm. Concluyendo que el proyecto requiere al menos 4838.7 cfm, en este cálculo se consideran las necesidades de acuerdo con el total del personal, los equipos, las detonaciones realizadas, y el contexto ambiental. Se propone la adquisición de ventiladores de la marca FLECOM que cuentan con caudales regulables de 4000 cfm a 10000 cfm y de acuerdo a los cálculos realizados el diámetro de las mangas para ventilación es de 330 mm.

2.1.1.3 Locales

Liñán (2021) en su investigación de título “Flujo de aire para mejorar la ventilación en las labores mineras subterráneas en Minera Huinac S.A.C. - año 2021, su objetivo fue proponer un sistema de ventilación apto para las condiciones de la minera subterránea Huinac. El diseño fue no experimental transversal. La población de estudio incluyó todas las labores influenciadas por la ventilación en la mina examinada, con muestras tomadas en los niveles principales de acceso de flujos de aire en la zona Pierina - Madrugada, niveles 4 y 4.1 de Minera Huinac. Se empleó el análisis de procedimientos como técnica, utilizando los reportes del caudal y pruebas de medición de flujo de aire. Como resultado, se logró un aumento satisfactorio de flujo de aire de 573m³/min a 636m³/min después de mejorar la ventilación. Se concluyó que la unidad minera Huinac requiere agregar un ventilador general para satisfacer la demanda de aire necesaria para los trabajos en el interior de la mina.

Escobar y Rodas (2020) realizaron el estudio “Diseño de una red de

ventilación para optimizar la evacuación de los gases producidos por voladura - Unidad de Producción Pallasca”, se plantearon como objetivo proponer un diseño de una red de ventilación para optimizar la evacuación de los gases producidos por voladura en la unidad de producción Pallasca. La investigación se clasificó como básica y descriptiva, con un diseño no experimental de tipo transversal. La población de estudio fue la Unidad de Producción Pallasca, y la muestra se limitó al área de voladura. Se utilizó la técnica de análisis documental y observación, con guías respectivas para recolectar datos. Como resultado, se diseñó una red de ventilación considerando la planificación del desarrollo minero. Se encontró que los niveles de monóxido de carbono y oxígeno exceden los límites de exposición ocupacional, lo que indica dificultades en el ambiente laboral. Al calcular el caudal de aire ingresante y el requerimiento total de aire de la mina, se propuso un diseño de red de ventilación general para optimizar el ambiente de trabajo y garantizar la seguridad y salud de los trabajadores en la Unidad de Producción Pallasca.

Maguiña (2018) en su investigación “Aplicación del software Ventsim para el diseño y optimización proyectada del sistema de ventilación en la mina Hércules de la Compañía Minera Lincuna S.A. – año 2017” se planteó como objetivo general lograr la optimización del sistema de ventilación de la Mina Hércules. El estudio fue de naturaleza aplicada, con un enfoque descriptivo-explicativo y un diseño transeccional. La población de estudio consistió en los 6 niveles operativos principales y todas las labores de la Mina Hércules de la Compañía Minera Lincuna

S.A, con una muestra de igual tamaño para cada nivel. Se utilizó la técnica de observación de campo con una guía específica como instrumento. El resultado principal mostró que la aplicación del software Ventsim mejoró el circuito de la Mina Hércules en un 95%, permitiendo que opere como un solo circuito de ventilación entre todos los bloques. Esto evita la recirculación de aire viciado, déficit de aire y distribución inadecuada de aire entre circuitos. La implementación adecuada del nuevo sistema de ventilación garantiza rutas definidas de entrada de aire fresco y salida de aire viciado, logrando una cobertura del 108% en comparación con el escenario actual y el modelo en el software Ventsim, junto con los proyectos diseñados en el modelo.

2.1.2 Definición de términos

- **Autocapacitación:** La comprensión es el proceso de elaborar un significado al aprender las ideas relevantes de un texto y relacionarlas con los conceptos que ya tienen un significado para el lector. (Alburqueque, 2022)
- **Captación del aire contaminado:** Lo que más preocupa respecto a las sustancias tóxicas, es la contaminación del aire, pues estas, adquieren muchas *formas físicas y en el lenguaje diario la mayoría de las personas tiende a confundirlas.* (Chipana, 2018)
- **Creatividad:** La creatividad es una habilidad humana que implica generar soluciones originales e innovadoras. Es altamente apreciada en el ámbito empresarial, especialmente para roles como redactores, especialistas en marketing o directores de arte, donde se requiere pensar de manera fuera de lo común para destacar y resolver problemas de manera efectiva. (Rosario, 2022)

- **Inyección de aire:** Se presenta una alternativa para la inyección de aire secundario, que implica la introducción de aire frío a través de dos filas de toberas en la parte trasera y una fila en la parte delantera. En la misma figura se muestran las corrientes de aire primario y secundario que entran a la caldera, así como la corriente de gases de combustión que fluye a través de ella. (Paz y Aso, 2017)
- **Organización efectiva:** Muchas organizaciones y líderes tienden a pensar que el proceso y los elementos para construir una organización de alta efectividad y desempeño es una ciencia oculta, que todavía está por ser descubierta. (Organizacional, 2022)
- **Participación activa:** La participación activa se fundamenta en la idea de que las personas que ejecutan una tarea deben ser responsables de supervisarla y coordinarla. (Marron, 2021)
- **Proactividad:** La proactividad se refiere a la actitud que asumen ciertas personas para atender a situaciones o tareas que precisan de ser controladas, una gestión responsable y de una alta capacidad de respuesta. (Proactividad, 2022)
- **Renovación de aire:** Cuando la temperatura del aire exterior es más baja que la temperatura en el interior de la mina, esto resulta en una densidad del aire exterior mayor que la densidad del aire en la mina. Esta situación favorece el movimiento advectivo del aire, especialmente a través de las entradas de la mina y otras discontinuidades en la roca encajante. (García, 2020)
- **Temperaturas:** Los factores como la fricción, resistencias, formas y tipos

de las mangas de ventilación, así como el nivel de referencia, presión atmosférica y densidad del aire, son considerados en la creación de un modelo de ventilación lo más realista posible. El punto culminante y más importante del proyecto es la calibración del modelo a un nivel superior al 90%, donde se ajustan los caudales principales (aforos, entradas y salidas de aire) y los puntos de monitoreo tomados durante el levantamiento, asimismo los parámetros termo-ambientales y de energía. (Mundo minero, 2022)

- **Límites máximos permisibles:** De acuerdo al D.S. N° 011-2009-MINAM es una medida de la concentración o velocidad de los elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que describen la emisión, cuyo exceso causa o puede causar daños a la salud, el bienestar humano y el medio ambiente. (SENACE, 2009)
- **Ventilación minera:** El proceso mediante el cual se hace circular el aire en una mina, el cual es necesario para mantener un ambiente respiratorio seguro y para el desarrollo de los trabajadores. El circuito está diseñado para que el aire se distribuya por todas las zonas de trabajo. (Capchi y Melgar, 2020)
- **Índice de frecuencia de accidentes (IF):** número de accidentes mortales e incapacitantes por cada millón de horas hombre trabajadas. Se calculará con la formula siguiente (D.S. 023-2017-EM)::

$$IF = \frac{N^{\circ} \text{ accidentes} \times 1'000,000}{\text{Horas hombre trabajadas}} \quad (N^{\circ} \text{ Accidentes} = \text{Incapacitantes} + \text{Mortales})$$

- **Índice de severidad de accidentes (IS):** Número de días perdidos o cargados por cada millón de horas – hombres trabajados. Se calculará con

la formula siguiente (D.S. 023-2017-EM):.

$$IS = \frac{\text{N}^\circ \text{ de días perdidos o cargados} \times 1\,000\,000}{\text{Horas hombre trabajadas}}$$

- **Índice de accidentabilidad (IA):** Medición que combina Índice de Frecuencia de Tiempo Perdido por Lesión (IF) e Índice de Severidad de Lesión (IS) en la clasificación de las empresas mineras.
- Este es el producto del valor del índice de frecuencia con el índice de severidad dividido por 1000. (D.S. 023-2017-EM)

$$IA = \frac{IF \times IS}{1000}$$

- **Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Medidas de control:** Proceso sistemático utilizado para identificar peligros, evaluar riesgos y sus efectos e implementar medidas de control apropiadas para reducir los riesgos a niveles determinados por las normas legales aplicables. (D.S. 023-2017-EM)
- **Prevención de accidentes:** combinación de instrucciones, normas, procedimientos, funciones y prácticas desarrolladas por el empleador en el proceso de trabajo y organización del trabajo para la prevención de los riesgos laborales y el logro de los objetivos de seguridad en el trabajo. (D.S. 023-2017-EM)
- **Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS):** un documento que contiene una descripción precisa de cómo realizar o desarrollar correctamente una tarea de principio a fin, dividida en pasos secuenciales o

sistemáticos. Resuelve la pregunta: ¿Cómo realizar un trabajo/tarea de forma correcta y segura? (D.S. 023-2017-EM)

- **Actos Subestándar:** Es cualquier acto o práctica inapropiada por parte de un empleado que no se realiza de acuerdo con un procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS) o un estándar establecido que puede resultar en un accidente. (D.S. 023-2017-EM)
- **Condición subestándar:** Son todas las condiciones del ambiente de trabajo que están fuera de lo normal y pueden provocar un accidente laboral. (D.S. 023-2017-EM)

2.1.3 Fundamentación teórica

2.1.3.1 Sistema de Ventilación Mecánica

La ventilación es una parte fundamental de la Ingeniería, ya que contribuye a mejorar la circulación del aire, lo que resulta en un ambiente de trabajo más saludable y cómodo, promoviendo la higiene ambiental. Su objetivo principal en la minería es garantizar un ambiente libre de contaminantes y seguro para los trabajadores. La ventilación busca lograr estos objetivos de manera eficiente y económica, considerando la calidad del aire que debe mantenerse dentro de los límites máximos permitidos. Además, la ventilación está estrechamente relacionada con las operaciones mineras, ya que su eficacia afecta directamente la productividad y la seguridad en la mina. (Llano, 2017)

2.1.3.2 Ventilación subterránea

El proceso esencial en el interior de una mina es la circulación del aire, crucial para garantizar un ambiente respirable y seguro para los

trabajadores. Se establece un circuito que distribuye el aire a través de las diferentes zonas de trabajo. Es fundamental que la labor minera tenga al menos dos zonas de entrada libre, como dos pozos, dos socavones o un pozo y un socavón. En áreas de trabajo con una sola entrada, se utiliza una manga de ventilación que se coloca al principio y al final de la galería para proporcionar ventilación auxiliar. Los ventiladores son dispositivos clave en este proceso, encargados de mantener la circulación del aire. (Ureta, 2019)

2.1.3.3 Tipo de ventilación

1) Ventilación natural

La circulación natural implica el movimiento de aire hacia el interior de la mina sin la necesidad de utilizar equipos de ventilación. Para que funcione adecuadamente, debe haber una diferencia de altura entre las entradas y salidas de la mina. Lo fundamental es que se produce un cambio termodinámico en el interior del socavón, generado por las diferencias de temperatura y presión entre el exterior y el interior. Esto impulsa el flujo de aire hacia el interior de la mina de manera natural. (Niño y Custodio, 2017)

La única fuente de energía capaz de lograr este fenómeno es el gradiente térmico, que se puede detectar mediante mediciones de temperatura en distintas áreas de la mina, especialmente en los puntos del perímetro de ventilación. (Baltazar, 2017)

Este fenómeno se debe a una dinámica termodinámica similar a la que ocurre en un motor; el calor generado en la veta actúa como una fuente

térmica, incrementando la presión del ambiente. La dispersión del flujo se asocia con una reducción en su densidad, lo que facilita su movimiento hacia zonas de menor temperatura. Dado que los sistemas de ventilación de este tipo varían de acuerdo al clima y a las estaciones, y a veces del clima en las noches. Generalmente el aire circula en las zonas de minería mediante alguna chimenea, pique y va a las galerías, chimeneas, piques, y se recomienda que sea superior a 20 m/min. Los ingresos y salidas de aire deben estar de manera independientes. Los movimientos de aire se deben a. (Baltazar, 2017)

- En minas subterráneas que tienen operaciones desarrollándose y se encuentran operativas se van a encontrar diferencias de cargas de aire en las partes internas y externas de las minas.
 - En los veranos el aire en las chimeneas es denso por la baja temperatura, entonces existen presiones en el aire de la galería. Por esta razón es difícil poder predecir la situación en las noches.
 - En las temporadas de invierno se nota un cambio inverso.
- (Gonzales, 2021)

2.1.3.4 Sistema de ventilación

❖ Ventilación impelente

Representa una de las variantes de la metodología de ventilación, consiste en el uso de ventiladores que van unidos a los ductos tendidos en todas las labores, con el fin de forzar el tránsito de aire puro en las superficies y en los frentes de avances. Chuquicallata (2022), indica: Los tapones de concentraciones que se generan y concentran en los

topes de las excavaciones serán removidos por las corrientes de aire que llegan mediante las tuberías, y se diluyen y son arrastrados a las bocas de las labores, y es por allí que son finalmente expulsados a fuera de las labores. Lo realmente relevantes es que los chorros de aire puro que salen de los ductos de ventilación se ensanchen y se reduzca la velocidad de avance hacia los frentes. En las salidas van a arrastrar y mezclarse con partes de aire contaminados, originando ciertas distancias de las tuberías con barridos activos del aire.

❖ **Ventilación aspirante**

Constituye otra forma, en la que los conductos de ventilación que son montados en todas las áreas de labores, son utilizados en la extracción de los concentrados y partículas en suspensión producidas en las operaciones mineras. Por lo que, por efecto de las depresiones generadas, el aire nuevo va a ingresar y transcurrir por todas las labores hasta el final de estas y se va a combinar con los distintos contaminantes existentes en el aire. (Chuquicallata, 2022)

❖ **Ventilación mixta**

Cáceres (2019), entre las diversas maneras de ventilación en las minas se encuentra la mixta o compuesta por las impelentes y aspirantes, los caudales requeridos en estos dos tipos se deben calcular:

- Considerando la cantidad de personas.
- Considerando las concentraciones de polvo suspendido.
- Considerando el incremento de temperatura.

- Considerando la cantidad de explosivos empleados.
- Considerando la cantidad de maquinaria y equipos.

Es una de la manera que garantiza el ingreso adecuado de aire a las labores y que es apropiado para la ventilación de las labores, con el fin de que exista fluidez del aire, que se disponga de aire permanente e ininterrumpido. Los movimientos de aire se producen al existir alteraciones en el equilibrio: diferencias de presiones entre las entradas y salidas de los ductos, por causa natural (gradientes térmicas) o inducidas por un medio mecánico.

2.1.3.5 Ventilación general

➤ Ventilación a través de labores paralelas

Esta metodología radica en trabajar al mismo tiempo y avanzar en dos galerías que van de manera paralela, y que se comunican de manera periódica a través de estocadas que se realizan para que el aire ingrese y se distribuya. Pero hay que precisar que el aire no va a llegar de manera directa al mismo frente de trabajo en cada galería. Esta metodología es conveniente su uso cuando no se requiere grandes velocidades en los avances y también que las segundas galerías puedan tener alguna importancia para una posterior explotación. (Sutty, 2016)

➤ Ventilación mediante ductos

Las ventilaciones auxiliares requieren que el aire sea transportado a cada frente, esto es posible hacerlo mediante ductos, los que hay de diferentes tipos:

- a) Ducto metálico:** fabricado con planchas de fierro de 1 a 4 mm de

grosor y de distintos largos entre 10 a 3 Mt que dependen de sus diámetros para ser empleados en sistemas de ventilación de gran longitud, ofrece beneficios porque hay mínimos roces, uniones bien herméticas y bajos costos de mantenimiento. Sus principales desventajas son la masa y rigideces que dificulta las instalaciones e incrementan los costos.

b) Ducto plástico flexible liso: son fabricados en el país, se hacen con PVC con tejido sintético de alta resistencia se vende en tiras de largos y diámetros a pedidos para sus usos en todo sistema impelente de ventilación, provistos de anillos de aceros en su extremo para las conexiones con collarines en las uniones. Su uso en todo sistema impelente para desarrollo horizontal de longitudes medias ha dejado de lado al tendido de ductos metálicos, gracias a su menor peso y por ser más flexibles, hace fácil almacenarlos, transportarlos e instalarlos con menor costo a los ductos de metal. Su diámetro estándar varía de 300 a 1200 mm y el largo de cada tira es de 5 a 30 metros. (Rivera, 2020)

➤ **Circuito de ventilación**

Se analizan los circuitos con el fin de evaluar el caudal y velocidad con la que fluye el aire en las operaciones mineras. Se realizan usando metodologías matemáticas y se establecen las resistencias de minas para planificar, administrar y controlar la ventilación. Dichos análisis abarcan una serie de técnicas que se emplean para establecer la optimización del flujo en redes de interconectadas y relacionadas de circuitos con distintas

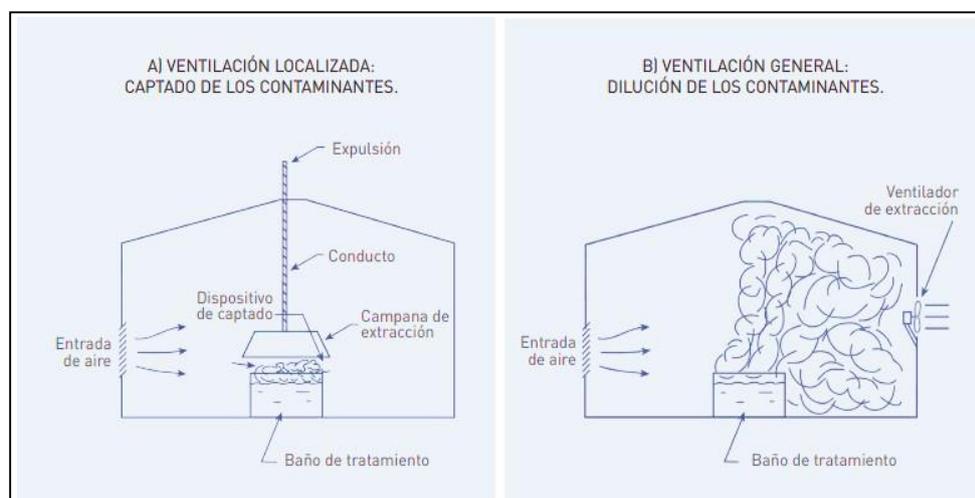
conexiones entre ellos. (Fuentes, 2019)

2.1.3.6 Ventilación localizada

Aplicar los principios de ventilación general a zonas con emisión de gases, olores y polvo puede acarrear problemas específicos, como costos elevados y menor efectividad debido a grandes volúmenes de aire a tratar y mayor consumo energético en espacios con calefacción. Además, puede extender el problema a todo el recinto. Por lo tanto, es preferible abordar la contaminación en su origen mediante la captación de contaminantes lo más cerca posible de su fuente, antes de su dispersión en el ambiente y exposición a los trabajadores. La aspiración localizada busca mantener las sustancias nocivas en niveles mínimos, evacuando los contaminantes directamente antes de su dilución. Esta estrategia implica menores caudales de aire y, por ende, menores costos de inversión, operación y calefacción en comparación con la ventilación general.

Figura 2

Los dos Grandes Tipos de Ventilación

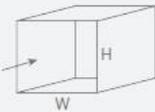


✓ **Sistemas de captación**

Los dispositivos de captación, que por lo regular se les conoce y se les denomina como campanas, tienen la finalidad impedir que los contaminantes se esparzan por los demás ambientes, es uno de los elementos de mayor relevancia en las instalaciones, dado que malas concepciones de estos dispositivos pueden interferir en los sistemas la correcta captación de los contaminantes o lleva, para remediar estas malas elecciones iniciales, a utilizar mayores caudales, mayores costos de operación e instalaciones excesivas. (Chipana, 2018)

Figura 3

Tipos de Campanas

Tipo de campana	Descripción	Caudal
	Campana simple	$Q = V(10x2+A)$
	Campana simple con pestaña	$Q = 0,75V(10x2+A)$
	Cabina	$Q = VA = VWH$
	Campana elevada	$Q = 1,4 PVH$ P = perímetro H = altura sobre la operación
	Rendija múltiple. 2 ó más rendijas.	$Q = V(10x2+A)$

2.1.3.7 Rendimiento de los Trabajadores

Los colaboradores que realizan labores en el socavón son fundamentales en los procedimientos de construcción, ya que se manifiestan como indicadores que producen alteraciones en la producción de la entidad.

Uno de sus propósitos de todos los organismos es alcanzar el mayor abasto de recursos posibles y ello se logra incrementando la calidad, propiciando el ambiente idóneo para los colaboradores e incrementando el rendimiento en los procedimientos (Alemán, 2021).

- **Requerimiento de Aire para un buen rendimiento de los trabajadores**

La demanda general del sistema de ventilación minera comprende las siguientes:

- Personal calificado para el flujo del aire.
- Planeación total del flujo del aire.
- Planos en los sistemas del flujo del aire.
- Instrumentos para emplear en el diseño de ventilación.
- Protección para la circunspección de ventiladores.
- Hechos de certeza para el cuidado de las inspecciones del aire.
- Los progresos deben ser ejercidos por la carencia de aire en las actividades y operaciones para otorgar solución de manera rápida. (Vélez, 2017)

- **Condición de seguridad**

Realizar las actividades formalmente es una manera de velar y cuidar por la vida de los trabajadores en los centros mineros. Cuando se requiera la producción de minerales se debe salvaguardar por la vida de los colaboradores, siendo consignado en el MINEM. Ser formales otorga seguridad en una minería. En tal sentido, las entidades deben entregar a los colaboradores el equipo necesario para protegerse frente

a situaciones, además las unidades mineras deben ser seguras. Aunado a ello, cuando las empresas operan de manera formal se concientiza a los colaboradores. Todo programa de este tipo de naturaleza está basado en la observación del comportamiento tangible, observable y real de los individuos en sus actividades, lo que permite conocer que hace el individuo o deja de hacer de forma concreta. Además, se reconoce qué tipo de comportamientos seguros contribuyen con eliminar o mitigar la probabilidad de accidentes y qué tipo de comportamientos inseguros producen accidentes o pueden gestar un accidente. (Huayta, 2018)

- **Inseguridad Laboral**

Gallie y otros (2017) mencionan: La inseguridad de labores mineras presentan de forma habitual escasos de control, ello puede originar accidentes o enfermedades, por tal motivo, representa un peligro en los colaboradores porque arriesgan su vida. Las actividades realizadas de forma insegura son experimentadas por el personal en diversas compañías, siendo predominante la molestia de colaboradores por el entorno donde laboran o entidad donde operan.

- **Seguridad laboral en el sector minero**

De acuerdo con las modificaciones publicadas por el D.S. N° 024-2016-EM y D.S. N° 023-2017-E.M, determinan normas que son aceptables para los colaboradores en el rubro de la minería. De acuerdo con los colaboradores, deben conservar la secuencia de condiciones necesarias en el centro de labores y deben situarse ambientes que propicien espacios saludables y óptimos,

contribuyendo así con la mejora de los propósitos del Comité de Seguridad. Las tendencias modernas otorgan conocimiento sobre los accidentes y enfermedades laborales, por ello el Comité presenta como función indispensable la difusión, capacitación y promoción a los colaboradores en tópicos de seguridad laboral y de salud. Además, el MINEM compete la instauración del marco legal para menguar los accidentes en los centros laborales y garantizar la salud de los colaboradores en las minerías, manifestó un profesional del MINEM.

- **Accidentes mineros**

En términos básicos e indispensables, son eventos inesperados que no constituyen parte de situaciones naturales. Aquellos equipos laborales que no incurran en errores no lograrán esta situación. Arribando a concluir que el accidente es un momento o circunstancia de aprendizajes para los colaboradores y las entidades. (Riesgos Laborales, 2018)

Rendimiento en la tarea. Puede ser analizado a través del desempeño, desarrollo profesional, propósitos institucionales, motivaciones, horarios u otros aspectos que se encuentran vinculados en cierta medida con aspectos ergonómicos. Lo expresado recae por último en la utilidad (producción) y valorización empresarial, por tanto, se puede indicar que si se incrementa el rendimiento de labores también aumenta la producción. (Alanya y Hualy, 2019)

Comportamientos contraproducentes. Es la acción discrecional o voluntaria que vulnera las normativas de la institución, puesto que

puede ser el comportamiento del colaborador que no es acorde con los intereses institucionales. Por ello, esta situación podría generar daños a la institución, colaboradores, pacientes o clientes. (Cruzado y Alomia, 2020)

Rendimiento en el contexto. Los estados emocionales y su control generan dudas sobre la inteligencia racional, ya que es un aspecto que incide en el logro de propósitos. De esta forma se destaca la necesidad de asociar en factores educativos los saberes y afectos, aspectos personales y académicos. La formación emocional de los colaboradores es indispensable evidenciada por la falta de madurez emocional y apreciada actualmente en la escasez intelectual y el manejo del ingenio electrónico desde la infancia. Por tal motivo, existe gran interés sobre el desarrollo de programas de formación emocional, independientemente de la etapa escolar. (Pulido y Herrera, 2017)

Habilidades en entrenar. Se puede indicar, que la capacidad se convierte en habilidad cuando el individuo aprende diversos procesos para desarrollarlas y emplearlas. Acorde con ello, la capacidad constituye el valor, mientras que la habilidad es ponerla en práctica. En el ámbito educativo obligatorio, se puede resaltar que es conveniente que los estudiantes desarrollen habilidades de los pensamientos, enfocados primordialmente en la habilidad de resolver problemáticas, habilidad del razonamiento, estrategias para los aprendizajes y habilidades de metacognición. Pudiendo agregar las habilidades asociadas con la empatía, simulación, organización, categorización y la lectura de la data en gráficos y tablas, con aptitudes para diseñar

encuestas y establecer el análisis de la data extraída de estas.
(Webscolar, 2022)

- **Transporte del mineral Carritos mineros U – 35**

El transporte del mineral extraído de las labores es realizado con Carros mineros modelo U-35 jalados por locomotora a batería de 2.5 Ton utilizada sobre rieles, que tienen las peculiaridades de transportar hasta 6 carros U-35 (12 ton aprox).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 El Problema

3.1.1 Descripción de la realidad problemática

En la actualidad, la industria minera se enfrenta a diversos desafíos, entre ellos accidentes laborales y conflictos sociales, especialmente en la minería subterránea, así como a trámites burocráticos prolongados con las autoridades estatales. Dichos componentes también se agregan a posibles inconvenientes internos dentro de las entidades de esta industria. Además, en el panorama actual, la demanda del mercado cambia constantemente, las expectativas de los grupos de interés son cada vez mayores y es fundamental mejorar la productividad y rentabilidad. Todo esto hace que sea esencial dar una mayor importancia al manejo de las condiciones laborales de los trabajadores, y contar con herramientas más efectivas que en el pasado. John F. Hansen como vicepresidente de gestión del capital humano de Oracle en JAPAC, ha expresado su opinión sobre este tema. “Los líderes más efectivos en RR. HH. de la industria minera son aquellos que balancean la necesidad de especialización e innovaciones con la meta de asegurar el crecimiento de la innovación y productividad”, de acuerdo con el especialista.

Por otro lado la actividad minera en socavones es más riesgosa, ya hace muchos años (Huancahuari, 2009) señalaba que el maquinismo ayudó mucho a las actividades mineras, y disminuyó enfermedades ocupacionales y elevó la productividad, enfermedades por deficiencia de luz, por problemas con la temperatura y humedad, y por las condiciones ambientales producidas por deficiente ventilación, que produce poca absorción de oxígeno al cerebro y sus

subsecuentes secuelas, por lo que el rendimiento laboral en condiciones inapropiadas no es bueno. Urge entonces gestionarse una buena ventilación en minas de socavón.

Es esencial llevar a cabo esta gestión considerando la automatización, ya que, en el futuro cercano, la ingeniería mecánica modificará la manera en que los seres humanos participan en el sector. “La automatización minera es mucho más que el avance de las tecnologías de apoyo o la disponibilidad de soluciones automatizadas en el mercado”, según lo mencionado por el jefe de Rigid Robotics, Mehran Motamed, esta tendencia de automatización no eliminará empleo para el capital humano, sino que, en cambio, reducirá las probabilidades y los riesgos de accidentes en la industria. (ESAN, 2018)

Siguiendo esa línea de pensamiento, la ventilación en túneles y minas es una de las operaciones de vital importancia, con el propósito de dispersar partículas de polvo y gases tóxicos, renovar el aire, así como mitigar los humos en situaciones de deflagración. Esta acción asevera un ambiente seguro para la circulación de los mineros, garantizando la respiración adecuada y la visibilidad. En situaciones de un incendio, la ventilación también avala condiciones óptimas para la evacuación y permite la interposición eficiente de los equipos de emergencia. (Nieto, 2018)

Asimismo, la ventilación mecánica es una forma de ventilación subsidiaria o suplementaria que se utiliza en minas subterráneas para ventilar áreas confinadas. Emplea ductos y ventiladores auxiliares para garantizar un flujo adecuado de aire fresco y la deposición del aire viciado, utilizando los circuitos de alimentación y extracción del sistema de ventilación principal. (Quispe Cáceres 2019)

En la actualidad, los mineros a nivel mundial enfrentan un entorno laboral en constante cambio, muchos de ellos se ven obligados a trabajar en condiciones sin ventilación o luz natural, dedicándose a extraer materiales y excavar la tierra, mientras toman precauciones para evitar reacciones adversas de los estratos contiguos. Pese a los esfuerzos significativos realizados en diversos países, las estadísticas globales muestran que la industria minera sigue siendo una de las más peligrosas en términos de víctimas mortales, padecimientos y lesiones entre los trabajadores. A pesar de que solo representa alrededor del 1% del total de mineros a nivel mundial, la minería es responsable de aproximadamente el 8% de los accidentes laborales letales, sumando alrededor de 15,000 muertes al año (Amstrong & Menon, 2019). El Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina (OCMAL) ha registrado proyectos mineros que superan a los cuatrocientos setenta en la región, las cuales en Chile se encuentran ciento doce. América Latina, con su amplia diversidad y cantidad de minerales, atrae una gran parte de la inversión y actividad minera a nivel mundial. Chile, mediante los datos de la CEPAL, viene a ser el productor primordial de cobre, Brasil ocupa el tercer lugar en la producción de hierro, México destaca como el mayor productor de plata, mientras que Perú se encuentra entre los principales productores de plomo, oro, plata y cobre. Además, en la región se concentra aproximadamente el 61 por ciento de las existencias mundiales de litio (Dannemann, 2019). Es cierto que en los años últimos en América Latina se han producido más de 86 accidentes en la minería subterránea, lo que ha alterado la atención de todos los actores implicados en la extracción de recursos naturales del subsuelo. Estos incidentes han puesto de

manifiesto la importancia de avalar una ventilación adecuada, porque esto certifica el bienestar de las personas dentro de las operaciones mineras, no solamente en términos de concentración de oxígeno y temperatura, sino además en relación con la dilución de gases forjados por explosiones y el metano acumulado en los interiores de las minas. (Córdoba & Molina, 2019)

El sector minero en Perú desempeña un papel fundamental en la economía de la nación. La mayoría de las minas se encuentran ubicadas en los Andes, y los productos minerales más importantes son telurio, plata, estaño, bismuto, zinc y cobre. A pesar de su importancia económica, la industria minera peruana ha experimentado fluctuaciones en términos de seguridad laboral a lo largo de los años. Mediante el último boletín estadístico (2000-2019) del Ministerio de Energía y Minas (MINEM), se han registrado un total de 1,036 personas fallecidas en el sector minero debido a accidentes ocurridos en su centro de labores (Fernández, 2020). Las empresas mineras de mediana y gran escala en el 2019 – Perú, informaron a la Gerencia de Supervisión Minera sobre un total de veintitrés eventos que resultaron en veinticinco víctimas mortales en diversas mineras. De estos incidentes, el 12 por ciento de las víctimas letales estuvieron relacionadas con la exposición o contacto por inhalación de gases asfixiantes o tóxicos, lo cual fue producto de una ventilación insuficiente en las operaciones mineras. (Osinergmin, 2020)

3.1.2 Planteamiento y Formulación del Problema

En ese contexto se encuentra el Proyecto “María José” ubicado en el distrito de Cochas, de la provincia de Ocros en el departamento de Áncash y actualmente cuenta con 150 trabajadores de operaciones y 20 prestadores de servicio.

En el proyecto minero mencionado se han reportado incidentes de trabajo a lo largo de los años de funcionamiento, entre ellas los relacionados a la deficiente ventilación que origina poca oxigenación y la presencia elevada de gases y polvos, que se acumulan fácilmente por las inapropiadas condiciones de ventilación, pues la causa principal es el funcionamiento inadecuado del sistema de ventilación mecánica en el interior de la mina. La ventilación general en este proyecto de explotación minera hace circular por el interior de la mina subterránea el aire necesario para asegurar una atmósfera respirable y segura para el desarrollo de los trabajos, en cambio, la ventilación localizada presenta deficiencias, pues no toma en cuenta la cantidad de obreros, circuitos de alimentación de aire fresco y de evacuación del aire viciado, entre otros aspectos importantes. Esta situación ha provocado que el rendimiento de los trabajadores se vea afectado, pues existen obreros que manifiestan que la exposición o contacto por inhalación con gases tóxicos genera una sensación de asfixia que limita su rendimiento. De continuar con la problemática descrita se podrían incrementar los efectos nocivos sobre el organismo al reducirse la presión parcial del oxígeno en los pulmones, esto podría producir asfixia y/o provocar consecuencias mayores en los trabajadores por falta de oxígeno (Ver anexo C). Bajo los argumentos señalados nace la motivación por investigar “Sistema de ventilación mecánica y su impacto en el rendimiento de los trabajadores, Proyecto María José, Ocos, Áncash - 2022” a fin de determinar la influencia que existe entre estas variables y la mejor solución óptima para mejorar los procesos en interior mina, de modo que con los resultados a alcanzarse se expondrán una serie de recomendaciones orientadas a mejorar el nivel de caudal de aire que circula por la mina para mejorar el rendimiento de los trabajadores

que actualmente no es el adecuado por deficiencias en la ventilación. A partir de lo señalado se logrará mejorar las condiciones en las que se desempeñan los trabajadores, situación que se verá reflejada en el incremento de los niveles de rendimiento de los trabajadores. De lo descrito se plantea el siguiente problema a investigar.

3.1.3 Formulación Interrogativa del Problema General

¿Cuál es el impacto del sistema de ventilación mecánica en el rendimiento de los trabajadores, proyecto María José, Ocros, Ancash - 2022?

3.1.3.1 Problemas específicos

- 1) ¿Cuál es el impacto que tiene la ventilación general en el rendimiento de los trabajadores en el Nv 2000, proyecto María José, Ocros, Ancash, - 2022?.
- 2) ¿Cuál es el impacto que tiene la ventilación localizada en el rendimiento de los trabajadores en el Nv 2000, proyecto María José, Ocros, Ancash, - 2022?

3.1.4 Objetivo General

Determinar el efecto del sistema de ventilación mecánica en el rendimiento laboral de los trabajadores en el proyecto María José, Ocros, Ancash, durante el año 2022.

3.1.4.1 Objetivos específicos

1. Determinar el impacto que tiene la ventilación general en el rendimiento de los trabajadores en el Nv 2000, proyecto María José, Ocros, Ancash, - 2022.
2. Determinar el impacto que tiene la ventilación localizada en el

rendimiento de los trabajadores en el Nv 2000, proyecto María José, Ocros, Ancash, - 2022.

2.1.5 Justificación de la Investigación

La investigación, Sistema de Ventilación Mecánica y su Impacto en el Rendimiento de los Trabajadores, OBAN SAC – minera Castor SAC – Proyecto María José, Ocros, Ancash, - 2022, fue realizada con el propósito de que el ambiente de trabajo debe ser bien ventilado, a fin de cuidar la salud y el bienestar de los trabajadores del proyecto en referencia, mejorar el rendimiento laboral, incrementar la productividad de los trabajadores y a consecuencia de todo lo descrito, incrementar el bienestar económico de los trabajadores y de la empresa OBAN SAC; así mismo debo precisar que una buen sistema de ventilación permitirá reducir incidentes y accidentes, lo cual es beneficioso para la masa laboral y sus familiares, por tanto beneficiara también a la empresa y su entorno, así cumplir con el objetivo de determinar el efecto del sistema de ventilación mecánica en el rendimiento laboral de los trabajadores en el Proyecto María José, Ocros, Ancash, mediante la metodología aplicada y una mejora continua en la reducción de los impactos negativos por una ventilación deficiente.

2.1.6 Limitaciones

Para la investigación se tendrá como limitantes, la poca accesibilidad a la información, por el motivo de que la empresa solo brinda un tiempo y espacio determinado para realizar la investigación, además de que la accesibilidad al lugar se viene dificultando por el constante deterioro de la carretera y las pocas vías de acceso, por último la empresa no cuenta con equipos del sistema de

ventilación mecánica especializados, para monitoreas con mayor frecuencia la ventilación de aire en el proyecto.

2.1.7 Alcances de la Investigación

La investigación tiene un alcance descriptivo, sus objetivos que se establecen para el estudio del Sistema de Ventilación Mecánica y su Impacto en el Rendimiento de los Trabajadores, OBAN SAC – minera Castor SAC – Proyecto María José, Ocros, Ancash, permitirán mayor rendimiento laboral de los trabajadores, reducir incidentes y accidentes y por ende mejorar el aspecto social de su entorno, incremento de productividad y finalmente el bienestar económico de los trabajadores y la empresa

2.2 Hipótesis

El Sistema de ventilación mecánica tiene impacto directo y significativo en el rendimiento de los trabajadores en el Nv 2000, proyecto María José, Ocros, Ancash, - 2022.

2.3 Variables

2.3.1 Variable Independiente

Ventilación mecánica.

2.3.2 Variable Dependiente

Rendimiento de los trabajadores.

3.3.3 Cuadro de operacionalización de variables

Se refiere a la forma de dividir una variable en sus dimensiones, indicadores e índices para realizar las posibles mediciones que se presentan en una tabla de esta investigación.

La ventilación mecánica es una variable independiente, donde las dimensiones de dicha ventilación son la presencia de ventilación, cuya dimensión es la

ventilación general y localizada, el indicador es la cantidad de CFM de aire que circula en dicha galería y la cantidad de aire estancado al mismo tiempo.

La variable dependiente es el rendimiento de los trabajadores, las dimensiones son rendimiento en la tarea, rendimientos contraproducentes y empleados, los indicadores son toneladas producidas por persona por día y Rendimiento en el contexto, mientras los indicadores son el desempeño del trabajo en equipo, segunda dimensión el índice de accidentabilidad, el cual se indexa por accidentes y el reporte de accidentes y IPERC.

Tabla 4

Operacionalización de las Variables

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<p>Variable Independiente</p> <p>Ventilación mecánica</p>	<p>La ventilación mecánica es generada por la presión que ejerce un ventilador sobre cierto volumen de aire, el cual dependiendo de sus características puede forzar el ingreso de aire fresco o extraer el aire viciado; la ventilación mecánica permite una presión constante sobre el aire y cierta cantidad de volumen fijo (Jiménez, 2011).</p>	<p>La variable sistema de ventilación mecánica se medirá mediante la aplicación de los instrumentos a base de sus dos dimensiones, los cuales son: Ventilación General y Ventilación Localizada.</p>	<p>Ventilación General</p> <p>Ventilación Localizada</p>	<p>Extracción de aire</p> <p>Inyección de aire</p> <p>Evitar explosiones a temperaturas extremas por calor</p> <p>Renovación del aire</p> <p>Captación del aire contaminado</p> <p>Purificador de aire</p> <p>Protección del medio ambiente atmosférico</p> <p>Facilita la depuración</p> <p>Evita el deterioro de equipos por contaminantes</p>	<p>CFM</p>
<p>Variable Dependiente</p> <p>Rendimiento de los trabajadores</p>	<p>Es uno de los constructos que mayor atención ha recibido por parte de los estudiosos del comportamiento organizacional. Posiblemente, su popularidad se deba a que la competitividad y la productividad de las organizaciones se encuentran íntimamente ligadas al desempeño individual de sus miembros (Koopmans y otros, 2014)</p>	<p>La variable rendimiento de los trabajadores se medirá mediante la aplicación del instrumento del cuestionario según sus tres dimensiones los cuales son: Rendimiento en la tarea, rendimientos contraproductivos y rendimiento en el contexto.</p>	<p>Rendimiento en la tarea</p> <p>Rendimientos contraproductivos</p> <p>Rendimiento en el contexto</p>	<p>Creatividad</p> <p>Proactividad</p> <p>Posesión de conocimientos</p> <p>Autocapacitación</p> <p>Quejas y problemas innecesarios</p> <p>Comentarios negativos</p> <p>Aburrimiento y sobrecarga laboral</p> <p>Escasez de oportunidades</p> <p>Participación activa</p> <p>Organización efectiva</p> <p>Planificación óptima</p> <p>Conductas voluntarias</p> <p>Conductas intencionales</p> <p>Conductas positivas</p> <p>Conductas desinteresadas</p>	<p>Rendimiento de producción del personal por guardia (Ton/ H-Guardia)</p>



3.4 Diseño de la Investigación

3.4.1 Tipo de Investigación

El presente estudio es descriptivo, según la definición de Vargas (2018) se enfoca en abordar problemas concretos y prácticos que afectan a la muestra del problema. Ambas modalidades de investigación son complementarias, ya que las investigaciones básicas proporcionan los fundamentos teóricos necesarios para resolver problemas y perfeccionar la calidad de vida en una determinada población mediante la aplicación de los conocimientos adquiridos.

De acuerdo con el enfoque, se basará en un enfoque cuantitativo, los cuales: “Con los estudios cuantitativos se pretende describir, explicar y predecir los fenómenos investigados, buscando regularidades y relaciones causales entre elementos (variables). Esto significa que la meta principal es la prueba de hipótesis y la formulación y demostración de teoría” Hernández y Mendoza (2018) señalan: Debido a que se determinará el grado de impacto de la variable independiente en la dependiente, el estudio llegó a ser explicativa (Hernández *et al.*, 2014). En ese sentido, los estudios explicativos buscan proporcionar un sentido de entendimiento más profundo del comportamiento de las variables de estudio. (Arias, 2016)

3.4.2 Nivel de Investigación

La investigación desarrollada es de nivel descriptivo, porque se realizó la descripción del sistema de ventilación mecánica y su impacto en el rendimiento de los trabajadores de OBAN SAC en minera Castor SAC del Proyecto María José, Ocos, Ancash, con el propósito de conocer el sistema inicial de ventilación y su impacto en los trabajadores, de la misma manera mediante el

estudio alcanzo las recomendaciones correspondientes para mejorar el sistema de ventilación en la mina Castor SAC.

3.4.3 Diseño de Investigación

La investigación realizada fue no experimental debido a que no se manejó los datos primarios; pero se trabajó con los datos secundarios, Hernández y Mendoza (2018) exteriorizan que son “Estudios en los que no haces variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que efectúas en la investigación no experimental es observar o medir fenómenos y variables tal como se dan en su contexto natural, para analizarlas” (p.174). Por otro lado, tomando en cuenta el factor tiempo, este estudio fue transversal definida por Hernández y Mendoza (2018) de la siguiente manera: “Los diseños transeccionales o transversales recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito normalmente es evaluar una situación, comunidad, evento, fenómeno o contexto en un punto del tiempo” (p. 176).

3.4.4 Población y Muestra

3.4.4.1 Población

Hernández y Mendoza (2018) mencionan que la población viene a ser los elementos que tienen similares especificaciones; por lo que el presente estudio considero como población a todos los trabajadores que son en total de 150 personas entre las 3 guardias, del proyecto María José Ocros, Ancash, - 2022.

3.4.4.2 Muestra

Asimismo, Hernández y Mendoza (2018) manifiestan que la muestra viene a ser la parte de un todo, por lo tanto, la muestra que se estableció fue

considerada solo 8 trabajadores de una guardia de la labor (Nv 2000).

3.4.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.4.5.1 Técnicas

Revisión de documentos: Esta técnica permitió conocer todas las datas de la información secundaria y base para el estudio.

Observación: Esta técnica permitió realizar la observación del sistema de ventilación mecánica en la empresa minera, y su posterior análisis y estudio de los datos tomados en campo mediante un registro estadístico.

Datos: Son datos registrados en campo en los meses que se realizó el estudio.

Cálculos: Esta técnica permitió conocer el caudal actual y el caudal necesario para la ventilación en el interior mina.

3.4.5.2 Instrumento

Como instrumento se utilizó la fórmula de Atkinson por lo que se realizaron mediciones en los túneles para determinar la circulación del aire viciado y el cálculo del flujo, mediante el factor de Atkinson, entre los instrumentos más relevantes fueron:

- Bitácora de campo
- Observación
- Documentos

3.4.6 Forma de tratamiento de los datos

Debido a que la recirculación del aire viciado en los niveles es distinta en diferentes niveles, para el cual se determinó primero el flujo de aire natural en diferentes profundidades lineales, mediante dos procedimientos para medir la velocidad del aire mediante los anemómetros.

Proceso N° 1: El aparato se movió paulatinamente a través del área colateral de la galería, procurando atribuir toda el área del agujero en un lapso de 1 minuto. Durante este proceso, el equipo se adaptó y se desplazó en diferentes direcciones según las características específicas de las galerías, estas sean bajas - altas o bien amplias - angostas.

Proceso N° 2: Para garantizar un cálculo preciso de la velocidad del aire en la galería, se dividió en múltiples subsecciones con igual ancho y altura. La velocidad de aire en el centro de cada subsección fue medida individualmente mediante un anemómetro digital. Posteriormente, se obtuvo la velocidad final promediando todas las velocidades encontradas en cada subsección.

❖ **Fórmula para calcular las secciones:**

$$Sección = Ancho \times Altura$$

❖ **Cálculo del flujo de aire: por medio del criterio de Atkinson**

$$Q \text{ (Flujo de aire, m}^3\text{/min)} = V \text{ (Velocidad de flujo de aire, m/min)} \times S \text{ (Área de la sección, m}^2\text{)}$$

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Descripción de la Realidad y Procesamiento de Datos

Como ya anteriormente se ha mencionado el Proyecto María José Ocros viene presentando diversos tipos de incidentes de trabajo a lo largo de los años de funcionamiento, entre ellas los relacionados a la deficiente ventilación que origina poca oxigenación y la presencia elevada de gases y polvos, que se acumulan fácilmente por las inapropiadas condiciones de ventilación, pues la causa principal es el funcionamiento inadecuado del sistema de ventilación mecánica en el interior de la mina.

Como en las siguientes imágenes se puede visualizar que el nivel o grado de funcionamiento de estos ventiladores en el año 2022, no fueron ser tan productivas y que llegaron solo a ser utilizadas dos ventiladores como máximo de las cuatro que existen y eso a penas por un par de meses. A continuación, se muestra el funcionamiento de cada uno de estos ventiladores:

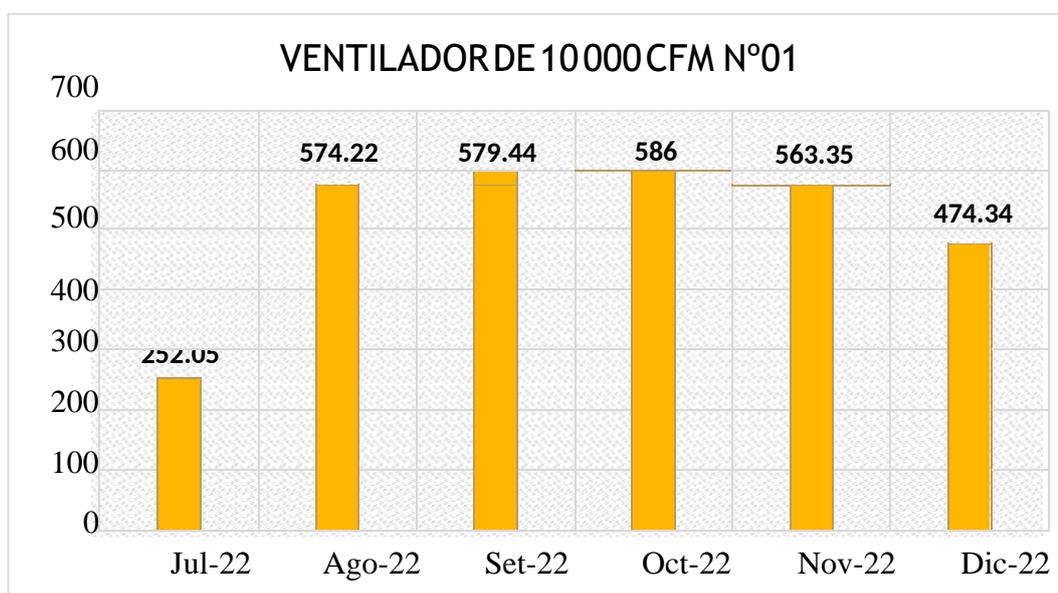
Tabla 5

Ventilador de 10000CFM N° 01 (Cx220 N)

MES	HORAS TRABAJADAS
Jul-22	252.05
Ago-22	574.22
Set-22	579.44
Oct-22	586.00
Nov-22	563.35
Dic-22	474.34
TOTAL	3029.4

Figura 4

Horas Trabajadas del Ventilador de 10000 CFM N° 01(Julio - diciembre)



Interpretación: Se visualiza que el ventilador de 10 000 CFM ha tenido un funcionamiento muy productivo debido a que todo el año 2022 ha marchado debidamente, donde en el mes de octubre fue el mes que más destacó por sus 586 horas trabajadas.

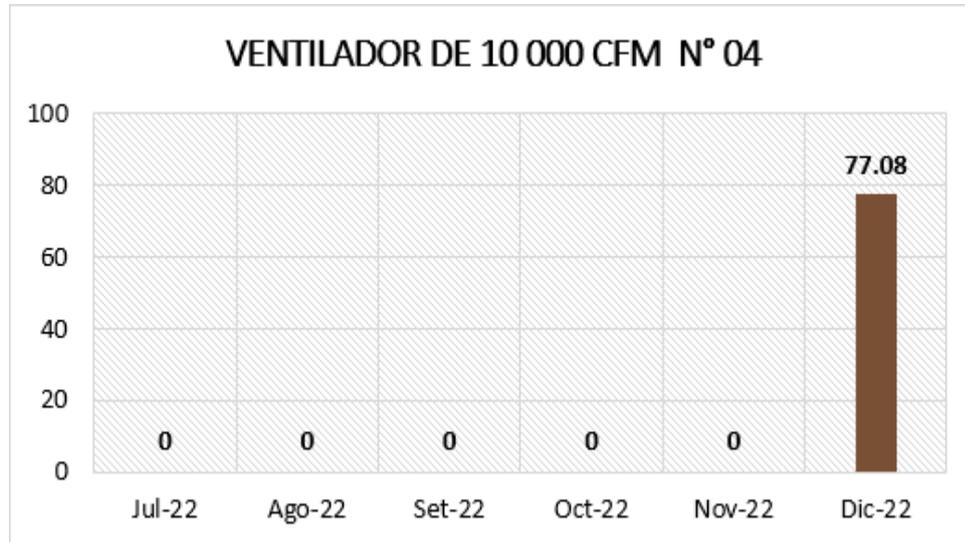
Tabla 6

Ventilador de 10000 CFM N° 04 (Cx 110 N)

MES	HORAS TRABAJADAS
Jul-22	0
Ago-22	0
Set-22	0
Oct-22	0
Nov-22	0
Dic-22	77.08
TOTAL	77.08

Figura 5

Horas Trabajadas del Ventilador de 10000 CFM N° 04 (Cx 110N)



Interpretación: Este ventilador de 10000 CFM N° 04, como se puede visualizar no ha venido funcionando de enero a noviembre, solo en el mes de diciembre a un punto de 77.08 horas trabajadas, esto debido a que se implementó el ventilador en el Nv 2000 al iniciar el nuevo nivel que presentaba deficiencia de ventilación.

Procesamiento de datos

En este aspecto se realizará el recojo de información de acuerdo con la ficha de observaciones pertinente a la primera variable; posterior a ello se realizará el procesamiento de la data mediante el Anexo 38 del D.S. 023 – 2017 – EM.

4.2. Cálculo de circulación de CFM

Para el cálculo de secciones se toma la siguiente formula

$$**Seccion = Ancho x Altura**$$

$$**S = 2.1 m x 2.4 m**$$

$$**S = 5.04 m^2**$$

Usando el criterio de Atkinson para calcular el flujo de aire

$$Q \left(\frac{m^3}{min} \right) = V \left(\frac{m}{min} \right) \times S(m^2)$$

Siendo:

Q: *Flujo de aire*

V: *Velocidad de flujo de aire*

S: *Sección de la labor*

Tabla 7

Factor de Atkinson para Flujo de aire

Descripción del Ducto	Factor K (Kg./m3)
Galería	0.00879
Rampa	0.01158
Pique (Áspero)	0.01126
Pique (Lizo)	0.00466
Galería de banda	0.01399
Galería de TBM	0.0044

Fuente: Atkinson

Una vez obtenida la sección de la labor, calcularemos el flujo de aire con la formula anterior y se observa en la siguiente tabla.

Tabla 8

Calculo de Flujo de aire en el Nv 2050 al Nv 2000

Metros de Profundidad	Altitud (msnm)	Densidad de aire	Velocidades de aire (m/min)	Flujo de aire en (m3/min) $Q = V \times S$	Flujo de aire en CFM=$Q \times 35.3147$
BM	2050	0.92	75	378	13348.96
0+100	2050	0.92	65	327.6	11569.10
0+200	2025	0.92	46	231.84	8187.36
0+265	2000	0.92	40	201.6	7119.44



4.2.1 Evaluación de presencia de gases producto del disparo

La evaluación de los gases se realizó después de cada voladura, una vez realizada la ventilación con el ventilador de 10 000 CFM ubicado en la bocamina del Nv 2050 teniendo en cuenta que se realiza una voladura por guardia, cuyos resultados fueron los siguientes:

Tabla 9

Evaluación de Gases en las Galerías

Gases medidos	Fuente	Unidades	Nivel 2050	Nivel 2000
CO	Voladura	ppm	18	25
CO ₂	Voladura	ppm	4000	6000
SO ₂	Voladura	ppm	2	4
O ₂	Ventilación	%	20	18

Se evidencia que pese a la ventilación con el ventilador de 10 000 CFM ubicado en la bocamina del Nv 2050, no se cuenta con las condiciones necesarias para realizar el trabajo en el Nv 2000 siendo ineficiente generando que se use el aire comprimido como tercer línea para apoyar a la ventilación de la labor generando mayor demora en el proceso de ventilación.

4.2.2 Cálculo del rendimiento del personal

Teniendo en consideración que el ciclo de minado es ventilación, limpieza, acarreo, sostenimiento con cuadro de madera, perforación y voladura, todo ello realizado por cada guardia. Así mismo el acarreo se realiza a pulso entre dos personales al echadero (parrilla – chimenea piloto) y se extrae mediante winche de izaje de 20 HP del Nv 2000 al Nv 2050, siendo el acarreo de la cámara de winche a superficie a la locomotora y después a superficie.

Tabla 10*Datos de Operación en la Unidad Minera Castor SAC*

Descripción	Valores
N° de personal que labora en el frente	8
Capacidad de carro U-35	1.5 tn
Cantidad de toneladas rotas	18 Tn
Distancia total de recorrido de acarreo	280 m
Distancia de carguío de personal	30 m
Tiempo de carguío de personal	3 min
Tiempo de transporte de locomotora ida y vuelta	10 min
N° de viajes	6 viajes
Toneladas de material estéril / viaje	6 Tn/viajes
Total, de guardias semanales	14 gda
Tiempo total de limpieza	2 horas

De acuerdo al ciclo de minado para poder cumplir con el objetivo diario se usaba la ventilación con tercera línea (aire comprimido) para el apoyo de ventilación. Se puede observar que la producción del TMH/H-Guardia es de 18 TMH teniendo 8 personales en el frente. Por lo cual se tiene el siguiente rendimiento:

$$u(\text{factor de producción}) = \frac{\text{TMH producidas}}{\text{N° de personales} - \text{guardia}}$$

$$u(\text{factor de producción}) = \frac{18}{8}$$

$$u(\text{factor de producción}) = 2.25 \frac{\text{TMH}}{\text{H} - \text{guardia}}$$

➤ **Requerimiento de aire**

De acuerdo al D.S. 023-2017-EM en todas las labores subterráneas deberá mantenerse un ambiente libre y fresco.

Teniendo en consideración la altura se considera lo siguiente:

- De 0 a 1500 msnm: 3 m³/min

- De 1500 a 3000 msnm se incrementa un 40% siendo 4 m³/min
- De 3000 a 4000 msnm se incrementa un 70% siendo 5 m³/min
- Mayor a 4000 msnm se incrementa un 100% siendo 6 m³/min

➤ **Caudal de aire requerido**

El caudal de aire requerido depende principalmente de la cantidad de trabajadores, cantidad de explosivos usados por disparo, uso de madera y cantidad de equipos Diesel, según lo cual se establece:

➤ **Por el número de trabajadores**

En la galería del Nv 2000 trabajan 8 personales.

$$Q_{Tr} = F \times n$$

Donde:

F = consumo de aire por personal a 2000 msnm

n = número de personas

$$Q_{Tr} = 4 \frac{m^3}{min} \times 8$$

$$Q_{Tr} = 32 \frac{m^3}{min}$$

➤ **Por el uso de equipo diésel**

En interior mina se realiza el acarreo a pulso en el Nv 2000 y con locomotora a batería de 2.5 ton en el Nv 2050.

Por lo cual es requerimiento de aire por equipo diésel sería cero.

$$Q_d = 0$$

➤ **Por temperatura**

Durante los monitoreos de temperatura se tiene un promedio de 26 °C.

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

Donde:

Vm = velocidad mínima requerida

A = área de la labor

N = # de niveles con temperatura mayor a 23 °C

Tabla 11

Velocidad Mínima Requerida por Temperatura

VELOCIDAD MÍNIMA	
TEMPERATURA SECA (°C)	VELOCIDAD MÍNIMA (m/min)
< 24	0.00
24 a 29	30.00

Fuente: D.S. 023-2017-EM Anexo 38

$$Q_{te} = 30 \times 5.04 \times 1 \left(\frac{m^3}{min} \right)$$

$$Q_{te} = 151.2 \left(\frac{m^3}{min} \right)$$

➤ **Caudal requerido por consumo de madera**

En el ciclo de minado se incluye el sostenimiento con cuadro de madera. El cuadro colocado es cuadro completo cónico con puntales de 8", 7" y 6" para los encibados. De toda la guardia de 10.5 hr, son solo 8 hr efectivas; de las cuales 3 hr es de sostenimiento siendo el 37.5 % del total.

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

Donde:

$T =$ Produccion en TMH/guardia

$u =$ Factor de produccion de acuerdo

Tabla 12

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

Fuente: D.S. 023-2017-EM Anexo 38

$$Q_{ma} = 18 \times 0.6 \left(\frac{m^3}{min} \right)$$

$$Q_{ma} = 10.8 \left(\frac{m^3}{min} \right)$$

➤ **Caudal requerido por fugas**

Durante el trayecto de la manga de ventilación presenta fugas de aire ya sea por rotura de manga o mal enlazados, por lo cual se considera lo siguiente.

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

Donde:

$$Q_{t1} = Q_{Tr} + Q_d + Q_{te} + Q_{ma}$$

Entonces:

$$Q_{t1} = 32 + 0 + 151.2 + 10.8 \left(\frac{m^3}{min} \right)$$

$$Q_{t1} = 194 \left(\frac{m^3}{min} \right)$$

$$Q_{fu} = 15\% \times 194 = 29.1 \left(\frac{m^3}{min} \right)$$

➤ **Caudal requerido por consumo de explosivos**

Teniendo en cuenta los dos niveles en los cuales se ejecuta la voladura requiere analizar el caudal de aire requerido para la disipación de los gases.

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

Donde:

A = Área promedio de labores (m^2)

V = Velocidad mínima requerida según norma

N = Número de labores en voladura

$$Q_{ex} = 5.04 \times 20 \times 2 \left(\frac{m^3}{min} \right)$$

$$Q_{ex} = 201.6 \left(\frac{m^3}{min} \right)$$

➤ **Caudal de aire requerido total**

Todos los caudales.

Tabla 13

Caudal de Aire Requerido en las Galerías

REQUERIMIENTO	m³/min	CFM = Qx35.3147
Por trabajadores	32	1130.07
Por equipos diésel	0	0.00
Por temperatura	151.2	5339.58
Por consumo de madera	10.8	381.40
Por fugas	29.1	1027.66
Por consumo de explosivos	201.6	7119.44
TOTAL	424.7	14998.15

Se requiere una cantidad de 424.7 m³/min de aire para una operación normal de la mina, lo cual inicialmente se tiene 201.6 m³/min al tope de la galería del Nv 2000, generando dificultades en el ciclo de minado y demoras por el tema de ventilación.

4.2.3 Velocidad de aire en las galerías

La velocidad en las galerías de acuerdo al requerimiento de aire

- $Q = 14998.15$
- $A = 5.04 \text{ m}^2$

$$Q = V \times A$$

$$V_{req} = \frac{Q}{A} = \frac{424.7}{5.04} \left(\frac{m}{min} \right)$$

$$V_{req} = 84.26 \frac{m}{min}$$

De acuerdo al CFM requerido de 14998.15, se recomienda un ventilador de 15 000 CFM o enseriar y añadir otro ventilador.

4.3 Discusión de resultados

Los resultados presentados en la tesis son de confianza, porque de acuerdo a la investigación realizada en OBAN SAC – minera Castor SAC en el Proyecto María José, Ocros, el sistema de ventilación mecánica si influye en el rendimiento de los trabajadores, entre la limitaciones identificadas para las futuras investigaciones, fueron la falta de equipos modernos y de mayor capacidad y otros factores, para el control práctico del caudal de aire en la mina, a fin de comprobar con cálculos matemáticos que se realizaron en el gabinete, esta deficiencia ha permitido que los resultados alcanzado solo se encuentran en un 85% reales. Los resultados del estudio deben ser considerados y aplicados en otras unidades mineras de la misma magnitud, considerando las limitaciones indicadas, la capacitación permanente del personal y otros parámetros. Los resultados de mi investigación son mejores que otra investigación, como referencia puedo afirmar que el resultado en la mina Roble solo fue de 16% según Castillo (2017); además Capchi y Melgar (2020) establecieron que la “mejor ventilación disminuye los índices del factor de 7.19 y el grado de índices promedio de 14 hasta el promedio de 7 acontecimientos”, debo precisar que en toda actividad minera subterránea siempre existe problemas de una buen sistema de ventilación, que en muchos casos ocasionan incidentes y accidentes de los trabajadores; mediante el estudio se ha establecido implementar un buen sistema de ventilación con equipos modernos y el empleo del Software Ventsim, para realizar una buena modelación y el suministro adecuado de aire en todas las áreas de la mina. Según la contrastación de la hipótesis puedo confirmar que el resultado de la investigación fue aceptado.

CONCLUSIONES

1. Se determinó el impacto de la ventilación general y específica en los trabajadores teniendo mayor rendimiento luego de la comunicación de la chimenea camino 110 y la implementación del ventilador de 10 000 CFM en el Nv 2000 (Cx 110 N – PQIN 120) lo cual generaba mayor flujo de ventilación.
2. Se pudo verificar que el caudal de aire en las galerías teniendo dificultades es de 7119.44 CFM con una velocidad de 40 m/min. De acuerdo a necesidad operativa para un buen rendimiento de los trabajadores se requiere un caudal de 14998.15 CFM con una velocidad de 84.26 m/min en las galerías.
3. El oxígeno inicial en el punto de estudio es de 18%, después de los cálculos se tiene el oxígeno el 20.5%.
4. Se redujo el tiempo de ventilación de 1 hora 35 minutos a 30 minutos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda al gerente del Proyecto María José Ocros, mejorar los sistemas de ventilación mecánica con la implementación de ventiladores de mayor caudal en la bocamina de acuerdo a la necesidad.
- Implementar nuevo ventilador en el Nv 2000 y colocarlo en serie para mejorar el circuito de ventilación e incrementar el rendimiento de los trabajadores de la mina.
- Se recomienda modificar las mangas de ventilación con salida del ventilador de 24 pulgadas e ir reduciendo el diámetro hasta 18 pulgadas al frente de trabajo para aumentar la velocidad del aire.
- Se recomienda generar chimeneas que conecten el Nv 2000 al Nv 2050 para mejorar el circuito de ventilación y tener dos salidas a mas para los contaminantes, reducir la temperatura.
- Se recomienda generar chimeneas a superficie desde el Nv 2000 y también generar chimeneas a superficie desde el Nv 2050 y/o ventanas a superficie.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alanya Barrera, J. A., & Hualy Topalaya, J. J. (2019). *Influencia de la ergonomía en el rendimiento laboral de los trabajadores mineros de la contrata empresa, Minera pan American Silver S.A. unidad Huarón – 2018*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica. <https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2742/TESIS-2019-ING.%20MINAS-ALANYA%20BARRERA%20y%20HUALY%20TOPALAYA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Amstrong, J., & Menon, R. (2019). *Minas y canteras*. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo: <https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cap%C3%ADtulo+74.+Minas+y+canteras>
- Arias Fidias, G. (2016). *El proyecto de Investigación introducción a la metodología científica*. Caracas: Episteme.
- Cáceres Navarro, J. (2019). *Optimización de costos de ventilación mecánica en el diseño del sistema de ventilación del nivel 2270 unidad Minera San Andrés – Marsa*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano de Puno. http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/14867/C%c3%a1ceres_Navarro_Juan.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Caliyaza, F. (2022). Instalación de ventiladores y controles de ventilación en minas metálicas. *Revista de Medio Ambiente y Minería*, 7(1), 21-31.

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2519-53522022000100002&lng=es&tlng=es

Capchi Castilla, E. W., & Melgar Mendoza, G. Y. (2020). *Influencia de la Ventilación Mecánica en el Rendimiento de los Trabajadores y en la Disminución del Índice de Accidentabilidad en la Unidad Minera Peyols Contratistas – La Rinconada, Puno (2019)*. Arequipa: Universidad Tecnológica del Perú.

https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3039/Edgard%20Capchi_Giovani%20Melgar_Tesis_Titulo%20Profesional_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Castillo Aranguren, D. R. (2017). *Evaluación del sistema de ventilación de la mina el Roble*. Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

<https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1886/1/TGT-457.pdf>

Chacha Borja, D. R. (2016). *Sistema de ventilación para labores subterráneas de la empresa produmin S.A.* Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5125/1/53T0021.pdf>

Chuquicallata Quispe, F. (2022). *Optimización del sistema de carguío con el uso de scoop trams para la extracción de minerales en la unidad minera Orcopampa compañía de minas Buenaventura S.A.A.* Puno: Universidad Nacional del Altiplano.

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/17909/Chuquicallata_Quispe_Fredy.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Córdoba Quiceno, C., & Molina Escobar, J. (26 de julio de 2019). *Caracterización de sistemas de ventilación en minería subterránea*. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/29252/39426>
- Dannemann, V. (11 de setiembre de 2019). *América Latina: riqueza minera y conflictosocial*. DeutscheWelle: <https://www.dw.com/es/am%C3%A9rica-latina-riqueza-minera-y-conflicto-social/a-50391043>
- Díaz, M. (2009). *Salud y Seguridad en trabajos de minería*. https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/salud_seg_mineria.pdf ESAN.
- (2018). *La gestión del capital humano en la minería: ¿cómo debe realizarse?* Conexión ESAN.
- Escobar Gonzales, B., & Rodas Espiche, G. (2020). *Diseño de una red de ventilación para optimizar la evacuación de los gases producidos por voladura - Unidad de Producción Pallasca*. Chiclayo - Perú: Universidad CesarVallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/60839/Escobar_GBA-Rodas_EGC-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Fernandez, J. (2020). Del 2000 al 2019 hubo 1,036 accidentes mortales en el sector minero peruano. *Revista energiminas*. <https://energiminas.com/del-2000-al-2019-hubo-1036-accidentes-mortales-en-el-sector-minero-peruano/#:~:text=Del%202000%20al%202019%20han,73%20personas%20perdieron%20la%20vida>.
- Flórez, D. (2022). *Optimización del flujo de ventilación en minería subterránea rediseñando el álabe del ventilador axial empleando ANSYS Fluent*. Universidad de Ingeniería y Tecnología.
- Gabini, S., & Salessi, S. (2017). Validación de la Escala de Rendimiento Laboral Individual en Trabajadores Argentinos. *Revista Evaluar*, 16(1), 10-26.

<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revaluar>

Gallie, D., Felstead, A., Green, F., & Inanc, H. (2017). The hidden face of job. *Work, employment and society*, Vol. 31(1) 36–53.

<https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0950017015624399>

Gonzales Miranda, O. R. (2021). *Evaluación y Modelamiento del Sistema de Ventilación de la U.M. San Vicente - Bolivia con el Software Ventsim Desing, año 2020*. Universidad Nacional del Centro del Perú.

Guevara García, W. D. (2019). *Sistema de ventilación para incrementar la productividad en el proyecto Cuchi Corral Minera San Sebastián de Suyo Piura2018*. Chiclayo: Universidad César Vallejo.

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/52035/Guevara_GWD%20-%20SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Guillén Huayta, A. D. (2018). *Diseño e instalación de ventilación para los laboratorios de cobre y zinc para la compañía minera Antamina en Huarmey-Ancash*. Callao: universidadnacionaldelcallao.

file:///C:/Users/usuario/Desktop/carpeta-

Mayquei/antecedentes/GUILLEN_nacional.pdf

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill Education.

Hernández, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). Mexico: McGRAW- HILL/INTERAMERICANA EDITORES.

Huacahuari Flores, S. (2009). *La Prevención de los riesgos ocupacionales mineros como responsabilidad de la empresa*. Universidad Nacional Mayor de San

Marcos.

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. (1973). *Boletín N°26. Geología de los cuadrangulos de Barranca, Ambar, Oyon, Huacho, Huaray y Canta, 19.*

<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/144>

Jiménez, P. (2011). *Ventilación de minas subterráneas y túneles: Práctica, aplicada y avanzada en minería clásica y minería por trackles.* Lima: Instituto de Ingenieros de Minas del Perú.

Koopmans, L., Bernaards, C. M., Hildebrandt, V. H., De vet, H. C., & Van der Beek, A. (2014). *Measuring individual work performance: Identifying and selecting indicators.*

Liñan, L. (2021). *Flujo de aire para mejorar la ventilación en las labores mineras subterráneas en Minera Huinac S.A.C. - año 2021.* Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo".

Maguiña Espíritu, J. (2018). *Aplicación del software ventsim para el diseño y optimización proyectada del sistema de ventilación en la mina Hércules de la Compañía Minera Lincuna S.A. – año 2017.* Huaraz - Perú: Universidad Nacional Santiago Antúnez De Mayolo.
<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2898>

Minera Castor. (2019). *Plan de Minado. Plan de Minado Anual, Ancash.*

Mundo minero. (marzo de 5 de 2022). *Calor en minas subterráneas mayores de 1000 metros.* <https://mundominero.com.pe/calor-en-minas-subterranas-mayores-de-1000-metros/#:~:text=Los%20fluidos%20mineralizantes%20son%20metam%C3%B3rficos%20de%20baja%20salinidad,del%20tipo%20orog%C3%A9nico%20de%20oro%20o%20mesotermal%20aur%C3%ADfero.>

Nieto,A.2018).*Ventilaciónsubterránea.*

<https://www.mundohvacr.com.mx/2014/01/ventilacion-subterranea/>

Organizacional, E. (3 de marzo de 2022). *Organización efectiva.* Altoimpacto:

<https://www.altoimpacto.com/organizacion-efectiva>

Osinergmin. (febrero de 2020). *Compendio Ilustrativo de Accidentes en el Sector deMedianaMinería yGranMinería-2019.*

[https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/mineria/Documentos/Publicaciones/Compendio-Ilustrativo-Accidentes-Mineria-](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/mineria/Documentos/Publicaciones/Compendio-Ilustrativo-Accidentes-Mineria-2019.pdf)

[2019.pdf](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/mineria/Documentos/Publicaciones/Compendio-Ilustrativo-Accidentes-Mineria-2019.pdf)Proactividad.(5 de Marzo de 2022). *Significadode Proactividad.* <https://www.significados.com/proactividad/>

Quispe Caceres, P. (2019). *Ventilacion de minas subterraneeas natural y mecanica.*

Puno: Universidad Nacional del Altiplano.

Reinoso Topa, J. F. (2017). *Diseño Ddel sistema de ventilación para la Mina Sominur, sector la cascada, de la sociedad Minera nueva Rojas Cía. Ltda., ubicada en el Cantón Ponce Enríquez, Provincia del Azuay.* Quito: Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/11902/1/T-UCE-0012-56.pdf>

Riesgos Laborales. (19 de octubre de 2018). *Indicadores de Seguridad y salud en el Trabajo.* <https://prevencionlaboralrimac.com/Herramientas/Indicadores- sst>

Rojas, I. (06 de noviembre de 2020). *Minera Castor recibe inyección de capital en Perú.* [https://lexlatin.com/noticias/minera-castor-recibe-inyeccion-capital-](https://lexlatin.com/noticias/minera-castor-recibe-inyeccion-capital-Peru)

[Perú](https://lexlatin.com/noticias/minera-castor-recibe-inyeccion-capital-Peru) Rosario, P. (5 de marzo de 2022). *Creatividad.* <https://economipedia.com/definiciones/creatividad.html>

Vargas, Z. R. (2018). *La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica.* *Revista Educación,* 3-45.

Washington, E., & Melgar, G. (2020). *Influencia de la Ventilación Mecánica en el Rendimiento de los Trabajadores y en la Disminución del Índice de Accidentabilidad en la Unidad Minera Peyols Contratistas – La Rinconada, Puno* (2019). Universidad Tecnológica del Perú. https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3039/Edgard%20Capchi_Giovani%20Melgar_Tesis_Titulo%20Profesional_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Webscolar. (5 de marzo de 2022). *Análisis del rendimiento académico*. <https://www.webscolar.com/analisis-del-rendimiento-academico>

ANEXOS



Anexo A. Matriz de Consistencia

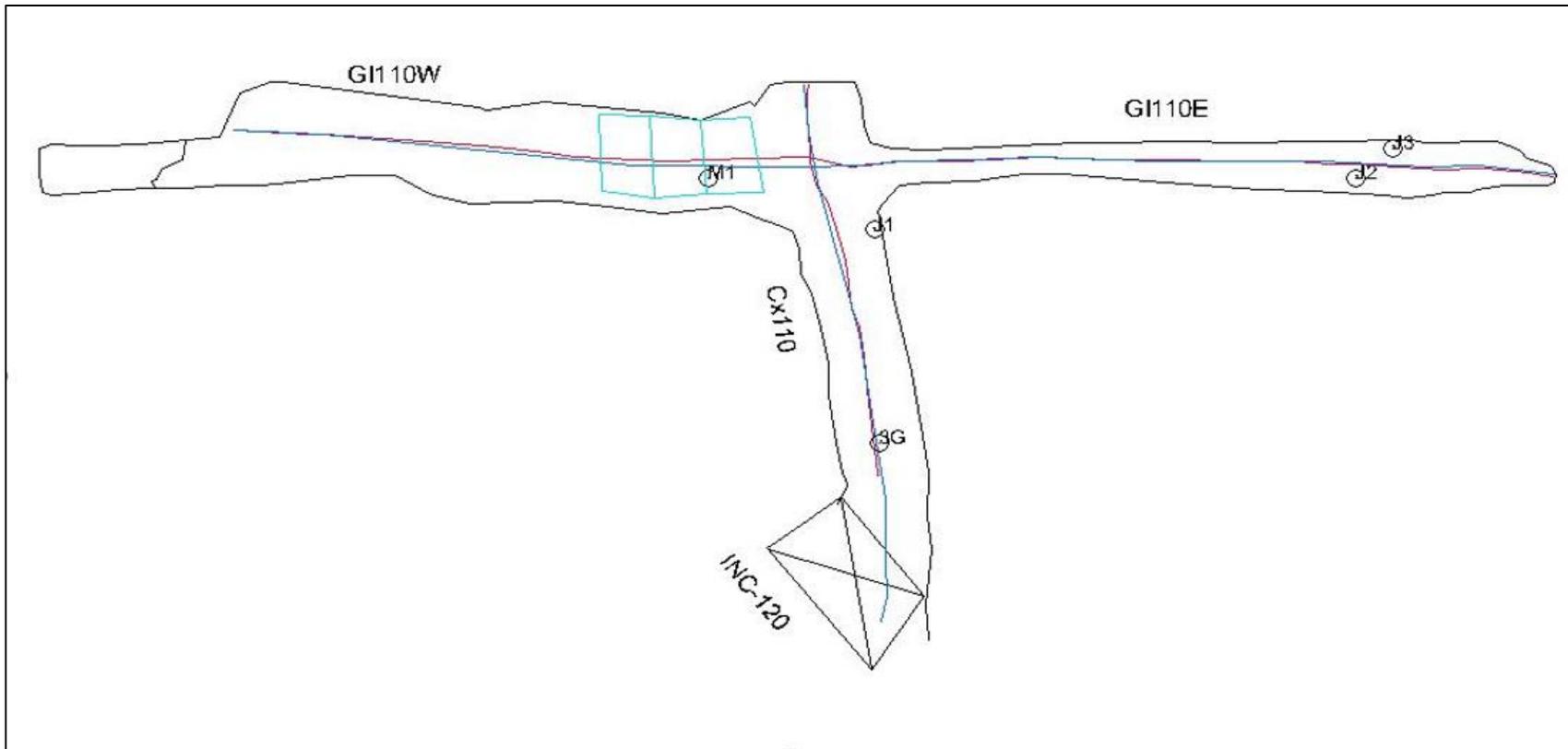
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	UNIDAD DE ANÁLISIS Y PLAN DE MUESTREO	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL ¿Cuál es el impacto que tiene el Sistema de Ventilación Mecánica en el Rendimiento de los Trabajadores, Proyecto María José Ocros, Ancash, - 2022?</p> <p>PROBLEMAS ESPECIFICOS ¿Cuál es el impacto que tiene la ventilación general en el Rendimiento de los Trabajadores, Proyecto María José Ocros, Ancash, - 2022?</p> <p>¿Cuál es el impacto que tiene la ventilación localizada en el Rendimiento de los Trabajadores, Proyecto María José Ocros, Ancash, - 2022?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Determinar el impacto que tiene el Sistema de Ventilación Mecánica en el Rendimiento de los Trabajadores, Proyecto María José Ocros, Ancash, - 2022.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS Determinar el impacto que tiene la ventilación general en el Rendimiento de los Trabajadores Proyecto María José Ocros, Ancash, - 2022.</p> <p>Determinar el impacto que tiene la ventilación localizada en el Rendimiento de los Trabajadores Proyecto María José Ocros, Ancash, - 2022.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL El Sistema de Ventilación Mecánica impacta directa y significativamente en el Rendimiento de los Trabajadores, Proyecto María José Ocros, Ancash, - 2022.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS La ventilación general impacta directa y significativamente en el Rendimiento de los Trabajadores, Proyecto María José Ocros, Ancash, - 2022.</p> <p>La ventilación localizada impacta directa y significativamente en el Rendimiento de los Trabajadores, Proyecto María José Ocros, Ancash, - 2022.</p>	<p>POBLACIÓN Conformada por los 150 trabajadores contemplando las 3 guardias del Proyecto María José Ocros, Ancash, - 2022.</p> <p>MUESTRA La muestra estará conformada por 8 trabajadores del Nv 2000 del Proyecto María José Ocros, Ancash, - 2022.</p>	<p>Enfoque Cuantitativo</p> <p>Nivel Explicativo</p> <p>Diseño No experimental</p>

Anexo B. Instrumento (ficha de observación)

SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA

N°	DIMENSION	INDICADORES	CONDICIÓN	
			CUMPLE	NO CUMPLE
1	Ventilación General	Extracción de aire		
2		Inyección de aire		
3		Evitar explosiones a temperaturas extremas por calor		
4		Reducción de olores desagradables		
5		Renovación del aire		
6	Ventilación Localizada	Captación del aire contaminado		
7		Fluides de humos y polvos		
8		Purificador de aire		
9		Protección del medio ambiente atmosférico		
10		Facilita la depuración		
11		Evita el deterioro de equipos por contaminantes corrosivos		

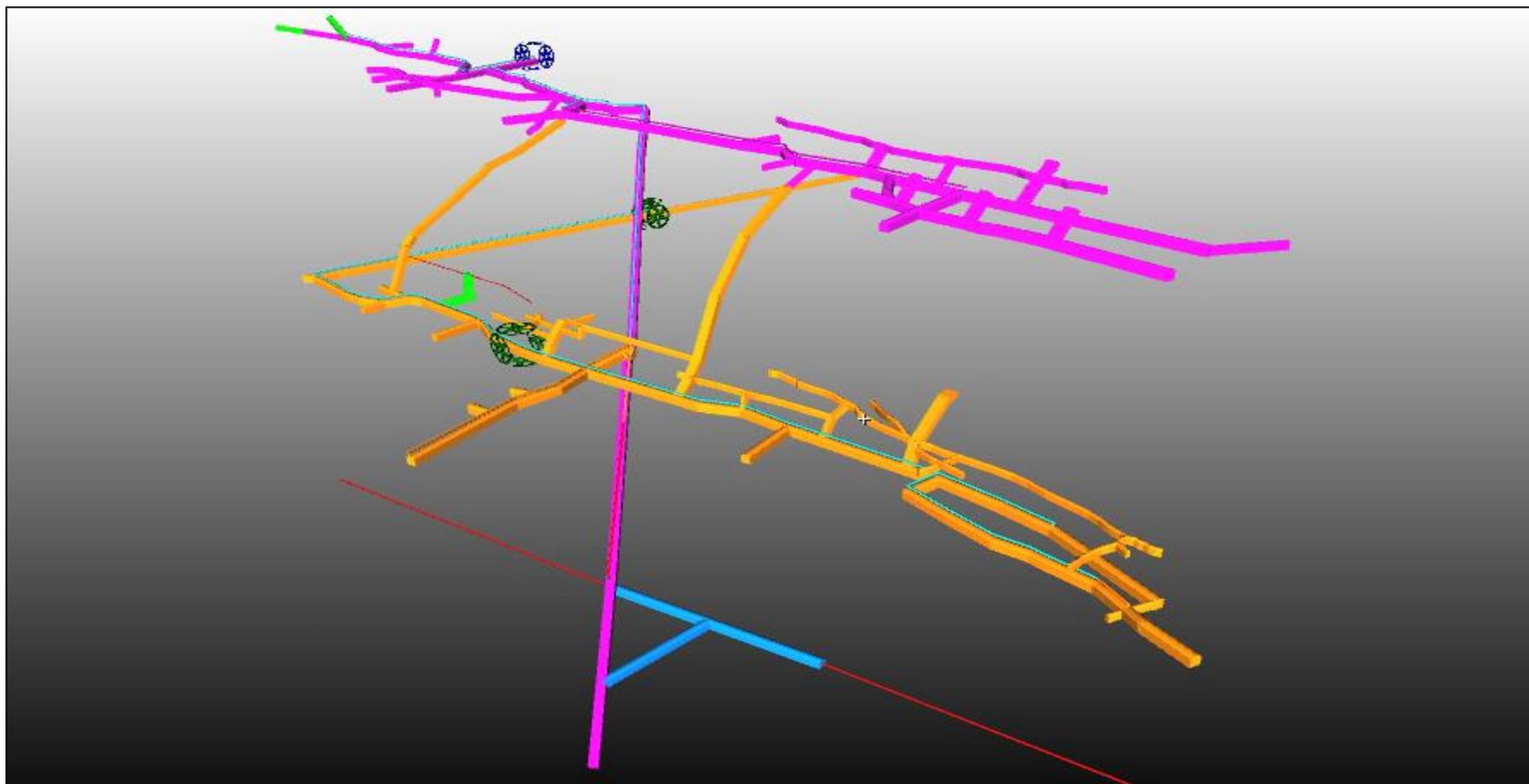
Anexo C. Plano del Nv 2000/Nov-2022 (Minera Castor SAC)



Anexo D: Plano del Nv 2050/Nov-2022 (Minera Castor SAC)



Anexo E. Diseño en Ventsim de la mina Minera Castor SAC 2024 (Nv 2050)



Anexo F. Boca mina NV 2000, Luego de la Comunicación.



Anexo G. Pique Inclinado del Nv 2050 al Nv 2000



Anexo H. Ventilador tipo Phyton de 300 CFM para los Tajos – Chimeneas



Anexo I. Ventilador de 10 000 CFM en Nv 2000



Anexo J. Características del Ventilador de 10 000 CFM en Nv 2000



Anexo K. Reporte de incidente por ventilación Nv 2000 (06-11-2022)



DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL
INVESTIGACIÓN DE INCIDENTES, INCIDENTES PELIGROSOS Y ACCIDENTES

A DATOS GENERALES :						Reg. 02-18
1. RAZÓN SOCIAL	2. UNIDAD OPERATIVA:	2.1 DISTRITO	2.2 PROVINCIA	2.3 DEPARTAMENTO		
MINERA CASTOR SAC	MARÍA JOSÉ	SAN PEDRO	OCROS	ANCASH		
3. LUGAR EXACTO DEL INCIDENTE	3.1 NIVEL	4. FECHA EN QUE SUCEDIÓ:	5. HORA:	6. ÁREA/SECCIÓN:		
Galería 110 W - Lucumo	2000	6-Nov-22	23:30	OPERACIONES MINA		
DATOS DEL ACCIDENTADO						
7. DNI Y/O FICHA DE TRABAJO:	8. APELLIDOS Y NOMBRES:	18. PARTE DEL CUERPO LESIONADO:				
48588837	MAYTA LOZANO JOSELYN	SISTEMA RESPIRATORIO GENERAL				
9. ESTADO CIVIL	10. EDAD:	11. GRADO DE INSTRUCCIÓN:	19. CAUSA DEL ACCIDENTE:			
CONCUBINO	27 años 7 meses		08 CONTACTO CON (ELECTRICIDAD, CALOR, FRÍO, RADIACIÓN, SUSTANCIAS CÁUSTICAS, SUSTANCIAS			
12. LUGAR DE NACIMIENTO / LUGAR DE ORIGEN	12.1 FECHA DE NACIMIENTO:	20. LESIÓN ANATÓMICA SUFRIDA:				
HUANCAYO	13/04/1995	GASEAMIENTO				
13. CARGO / OCUPACIÓN:	14. TURNO	15. GUARDIA	21. DNI JEFE DE GUARDIA (SUPERVISOR):	21.1 JEFE DE GUARDIA (SUPERVISOR):		
AYUDANTE PERFORISTA	NOCHE	GUARDIA A	42609978	QUISPE ALFARO NILDER		
16. TIEMPO DE SERVICIO (ACTUAL)	16.1 TIEMPO DE SERVICIO (TOTAL EXPERIENCIA)	22. DNI TESTIGO 1:	22.2 DNI TESTIGO 2:			
17. TIPO DE ACCIDENTE:	17.1 SCTR	22.1 TESTIGO 1:	22.3 TESTIGO 2:			
INCAPACITANTE PARCIAL TEMPORAL	LA POSITIVA	ALBAN CRUZ HARRY	PALACION LEON ALEX			

E DESCRIPCIÓN DE LA OCURRENCIA	
23. DESCRIBIR CLARAMENTE COMO SUCEDIÓ EL INCIDENTE / ACCIDENTE.	
<p>Una vez realizada la voladura el Maestro Perforista Sr. Alban Cruz Harry da la orden de ingresar junto a sus ayudantes a verificar la ventilación, por lo cual ingresaron a la Galería 110 W en el Nv2000 para realizar el proceso de regado, desateado y limpieza. Ingresó primero el Ay. Perforista Sr. Mayta Lozano Joselyn para verificar la ventilación de la labor y realizar el regado. Al no percatarse del gas residual éste continúa con sus actividades generando que por el tiempo de exposición empiece a sentirse mareado y débil, al llegar el Maestro Perforista Sr. Alban Cruz Harry se percató que el Ayudante estaba con mareos y náuseas teniendo síntomas de gaseamiento y de inmediato da aviso para su evacuación del personal. Se le brindó los primeros auxilios con el uso de oxígeno y posteriormente se le derivó al área de topico para mayor evaluación.</p>	

C EVALUACION IPER																									
EVALUACION DEL RIESGO	24. CONSECUENCIAS																								
	25. PROBABILIDAD/FRECUENCIA																								
	<table border="1"> <tr> <td>CRÍTICO</td> <td></td> <td>MAYOR</td> <td></td> <td>MODERADO</td> <td></td> <td>CASI CIERTO</td> <td></td> <td>PROBABLE</td> <td></td> <td>POSIBLE</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>MEJOR</td> <td>x</td> <td>BAJO</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>IMPROBABLE</td> <td></td> <td>RARO</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	CRÍTICO		MAYOR		MODERADO		CASI CIERTO		PROBABLE		POSIBLE	X	MEJOR	x	BAJO				IMPROBABLE		RARO			
CRÍTICO		MAYOR		MODERADO		CASI CIERTO		PROBABLE		POSIBLE	X														
MEJOR	x	BAJO				IMPROBABLE		RARO																	

D ANALISIS DE CAUSAS	
26. CAUSAS INMEDIATAS / DIRECTAS	
26.1 ACTOS SUBESTÁNDAR	
02 FALTA/FALLA DE ADVERTENCIAS	Omitió un paso del PETSMIN-05 que es verificar la ventilación antes de ingresar al área de trabajo
16 NO SEGUIR ESTÁNDARES, PROCEDIMIENTOS O NO EXISTEN	No cumplió el PETSMIN-05 de desate de rocas sueltas (paso de verificar ventilación)
26.2 CONDICIONES SUBESTÁNDARES	
28 VENTILACIÓN DEFICIENTE O INEXISTENTE	Falta de flujo de ventilación - velocidad de ventilación
29 CONDICIONES AMBIENTALES PELIGROSAS: GASES, POLVOS, HUMOS, VAPORES	Falta de ventilador en el Nv 2000
27. CAUSAS BÁSICAS / RAÍZ	
27.1 FACTORES PERSONALES	
06 FALTA DE HABILIDAD (CAPACITACIÓN)	
05 DEFINICIONES MAL ENTENDIDAS	Omitió un paso del PETSMIN-05 que era verificar la ventilación de la labor antes de ingresar al área de trabajo.
27.2 FACTORES DE TRABAJO	
08 LIDERAZGO Y/O SUPERVISIÓN INADECUADA (SEGURIDAD /	
08.09 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DEFICIENTE DE EXPOSICIONES A	No aplicó adecuadamente el PETSMIN-05 de desate de rocas sueltas (verificar ventilación)
15 ABUSO O MAL USO (JEFATURA)	
15.02 CONDUCTA INAPROPIADA PERMITIDA	
02 NO INTENCIONAL	Hizo caso omiso a las indicaciones del Maestro Perforista de primero verificar la ventilación para continuar con los trabajos

E ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS			
27. ACCIONES CORRECTIVAS	27.1 DNI RESPONSABLE	27.2 RESPONSABLE	27.3 PLAZO MÁXIMO
Divulgar el evento con todo el personal operativo	JEFATURA DE AREA	JMINA	7/11/2022
Divulgar y explicar el PETS de desate de rocas sueltas en frentes	JEFATURA DE AREA	JMINA	7/11/2022
Verificar la ventilación con el apoyo del SSO y equipo de monitoreo de gases	JEFATURA DE AREA	JMINA/ SSO	DIARIO
Comunicar la CH/C 110 al Nv 2050	JEFATURA DE AREA	JMINA	15/12/2022
Implementar ventilador en el NV 2000	JEFATURA DE AREA	JMINA	30/11/2022

FIRMAS Y FECHAS	28. FECHA:	INVESTIGADO POR:	29. FECHA:	REVISADO POR (FIRMA):
	29/12/2022	ROBERT MIRANDA VEGA (FIRMA)	29/12/2022	ING. JULIO ORJEDA VIZCARRA Minera Castor SAC (FIRMA) Ing. Julio Orjeda Vizcarr JSSO - CH/110-2000