

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



T E S I S

**Planeación de los servicios de mina para sincronizar las operaciones
de la mina Ticlio – Compañía Minera Volcán**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Johann Yerssiño GOMEZ PASTRANA

Asesor:

Ing. Julio César SANTIAGO RIVERA

Cerro de Pasco – Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



T E S I S

**Planeación de los servicios de mina para sincronizar las operaciones
de la mina Ticlio – compañía minera Volcán**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Vicente César DAVILA CÓRDOVA
PRESIDENTE

Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA
MIEMBRO

Mg. Raúl FERNÁNDEZ MALLQUI
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Facultad de Ingeniería de Minas
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N°071-JUIFIM-2024

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el Software Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por:

Bachiller: Johann Yeressiño, GOMEZ PASTRANA

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería de Minas

Tipo de trabajo:

Tesis

Planeación de los Servicios de Mina para Sincronizar las Operaciones de la Mina Ticlio – Compañía Minera Volcán.

Asesor:

Ing. Julio Cesar, SANTIAGO RIVERA

Índice de Similitud: 16%

Calificativo

APROBADO

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

Cerro de Pasco, 29 de febrero 2024



Dr. Agustín Arturo AGUIRRE ADAUTE
JEFE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

C.c.
Archivo

DEDICATORIA

El presente trabajo se
lo dedico a Dios por
brindarme sabiduría.

AGRADECIMIENTO

A mis queridos padres, quienes son guía en mi camino, el motivo que me impulsa a seguir luchando por mis metas.

RESUMEN

La Mina Ticlio, se encuentran situada en el centro de Perú, en los distritos que pertenecen a Chicla y Morococha, interconectada por vía férrea y carretera asfaltada, una se conectada a la Oroya, con una distancia de 40 km. y a la ciudad de Lima de 130 km., el distrito minero de Morococha. Estratégicamente la encuentra entre Junín y Lima.

Teniendo en cuenta la importancia de los recursos auxiliares y su uso adecuado, considerando el costo y la eficiencia de una operación minera, se debe hacer un uso adecuado de los mismos. Los datos incluyen aire comprimido, bombeo, agua de mina, agua industrial y ventilación. Cada uno de ellos especifica lo que se requiere en la Mina Ticlio.

Hacer un uso adecuado de los Servicios Auxiliares; tomando en cuenta la importancia del uso de estos recursos en el costo de una operación minera, así como en su eficiencia y productividad. Los datos incluyen servicios en la Mina Ticlio de: Aire Comprimido, Bombeo, Agua de Mina, Agua Industrial y Ventilación. En cada uno de ellos se detalla lo que se requiere en la Mina Ticlio

Se proporciona una descripción de la demanda de cada servicio, las opciones disponibles para su uso, sus aplicaciones en toda la mina, el diseño de equipos y técnicas de selección, la aplicación adecuada del servicio y su impacto en la productividad y eficiencia de las operaciones. de la mina. Además, se proporciona una descripción detallada de todo el proceso de distribución de los Servicios Auxiliares según sus necesidades.

Palabras claves: Servicios de Mina, Planeamiento Minero, Operación Minera.

ABSTRACT

The Ticlio Mine is located in the center of Peru, in the districts that belong to Chicla and Morococha, interconnected by railway and paved road, one connected to Oroya, with a distance of 40 km. and to the 130 km city of Lima, the mining district of Morococha. Strategically located between Junín and Lima.

Taking into account the importance of auxiliary resources and their appropriate use, considering the cost and efficiency of a mining operation, appropriate use of them must be made. Data includes compressed air, pumping, mine water, industrial water and ventilation. Each of them specifies what is required at the Ticlio Mine.

Make appropriate use of the Ancillary Services; taking into account the importance of the use of these resources in the cost of a mining operation, as well as its efficiency and productivity. The data includes services at the Ticlio Mine: Compressed Air, Pumping, Mine Water, Industrial Water and Ventilation. Each of them details what is required at the Ticlio Mine.

A description is provided of the demand for each service, the options available for its use, its mine-wide applications, equipment design and selection techniques, the appropriate application of the service, and its impact on the productivity and efficiency of operations. of the mine. In addition, a detailed description of the entire process of distributing the Ancillary Services according to your needs is provided **Keywords:** Mine Services, Mining Planning, Mining Operation.

Keywords: Mine Services, Mining Planning, Mining Operation

INTRODUCCION

El estudio se basa en la evaluación técnica-económica de las operaciones actuales de la mina Ticlio. El objetivo del estudio es revisar, validar y dimensionar la infraestructura necesaria para planificar el buen uso de los recursos minerales, así como planificar los servicios de la mina de acuerdo con los estándares de calidad y las políticas comerciales para garantizar la sostenibilidad de la operación y la extracción económica de los recursos.

En la ejecución del planeamiento se siguió en base a la metodología: Recopilación de información de todas las labores de la mina, y de las demás áreas de apoyo para luego iniciar con el diseño de la infraestructura general de la mina.

La Investigación “Planeación de los Servicios de Mina para Sincronizar las Operaciones de la Mina Ticlio – Compañía Minera Volcán.”, demuestra que al realizar la sincronización de los servicios requeridos en la mina con las operaciones requiere de mucha atención para su establecimiento ya que se debe conocer a detalle toda la secuencia del minado, que permitirá estar de acorde con lo requerido para cada operación y servicio de la mina Ticlio.

El autor

INDICE

Página.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCION

INDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ANEXOS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la Investigación	2
1.3.	Formulación del problema.....	8
1.3.1.	Problema general	8
1.3.2.	Problemas específicos	9
1.4.	Formulación de objetivos	9
1.4.1.	Objetivo general	9
1.4.2.	Objetivos específicos.....	9
1.5.	Justificación de la investigación	9
1.6.	Limitaciones de la investigación	10

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1.	Antecedentes de estudio	11
2.2.	Bases teóricas - científicas.....	14
2.3.	Definición de términos básicos	22
2.4.	Formulación de hipótesis.....	24
2.4.1.	Hipótesis general	24
2.4.2.	Hipótesis específicas	24
2.5.	Identificación de las variables	24
2.5.1.	Variable independiente:.....	24

2.5.2. Variable dependiente:	24
2.6. Definición operacional de variables e indicadores	25

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación	26
3.2. Nivel de investigación	27
3.3. Métodos de la investigación	27
3.4. Diseño de la investigación.....	27
3.5. Población y muestra	27
3.5.1. Población	27
3.5.2. Muestra	27
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	28
3.6.1. Técnicas	28
3.6.2. Instrumentos.	28
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	28
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	29
3.9. Tratamiento estadístico de datos	29
3.10. Orientación ética, filosófica y epistémica	29

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo	30
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	33
4.2.5 Medición de Aforos de Mina.....	34
4.2.7. Fuerza laboral	35
4.3. Prueba de hipótesis	36
4.4. Discusión de resultados	37

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍCAS

ANEXOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Página.
Ilustración 1. Ubicación de Mina Ticlio.....	2
Ilustración 2. Vista Panorámica de Mina Ticlio.....	3
Ilustración 3. Estratigrafía de San Cristóbal Plano Geológico Regional.....	5
Ilustración 4. Columna Estratigráfica.....	8
Ilustración 5. Esquema Típico de un Block de Minado por Bench And Fill (AVOCA).....	32
Ilustración 6. Pulmón de Aire Interior Mina Nivel 5.....	38
Ilustración 7. Poza de Bombeo Principal Interior Mina Nivel 10.....	40
Ilustración 8. Disposición de Requerimiento de Aire.....	44

ÍNDICE DE TABLAS

	Página.
Tabla 1. Rutas de acceso	3
Tabla 2. Inventario de Recursos Minerales Mina Ticlio	15
Tabla 3. Inventario de Reservas Minerales Mina Ticlio.	16
Tabla 4. Mineral Económicamente Explotable Mina Ticlio.	17
Tabla 5. Clasificación del Macizo Rocosó por Sectores.	17
Tabla 6. Programa de Producción – PLP Base Mina Ticlio.	21
Tabla 7. Flota de Equipos Mina Ticlio.	21
Tabla 8. Operacionalización de Variables.	25
Tabla 9. Metraje de Infraestructura Mina PLP – Base	33
Tabla 10. Resumen de Puntos Medidos	35
Tabla 11. Balance Global	35
Tabla 12. Distribución de Personal por Área Mina Ticlio	36
Tabla 13. Flota de Equipos Mina Ticlio	36
Tabla 14. Fuerza Laboral Mina Ticlio.....	43
Tabla 15. Requerimiento de Aire para Personal ingresante a Mina	43
Tabla 16. Requerimiento de Aire para Equipos Diesel	43
Tabla 17. Requerimiento Global de Caudal de Aire para Interior Mina	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Página

Anexo 1. Matriz de Consistencia

Anexo 2. Circuitos de Ventilación

Anexo 3. Sistema de Aire Comprimido

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

El estudio analiza la evaluación técnica-económica de la mina Ticlio. El objetivo de la evaluación es revisar, validar y dimensionar la infraestructura requerida para planificar la buena utilización de los recursos para los servicios de la mina de concordancia con los estándares de calidad requeridos y asegurar la sostenibilidad de las operaciones.

En la ejecución de la planeación de los Servicio de Mina se siguió la siguiente metodología: Recopilación de información topográfica, Indicadores de productividad, costos, y el apoyo de las demás áreas de la mina para su adecuada gestión, para luego implementar el requerimiento general de la mina.

- En el Módulo de estudio Nro. 3, se utilizó para crear un levantamiento topográfico en 3D y para el diseño de infraestructuras a largo plazo, como rampas, pasos laterales, subniveles, galerías y cámaras (carga y bombeo),

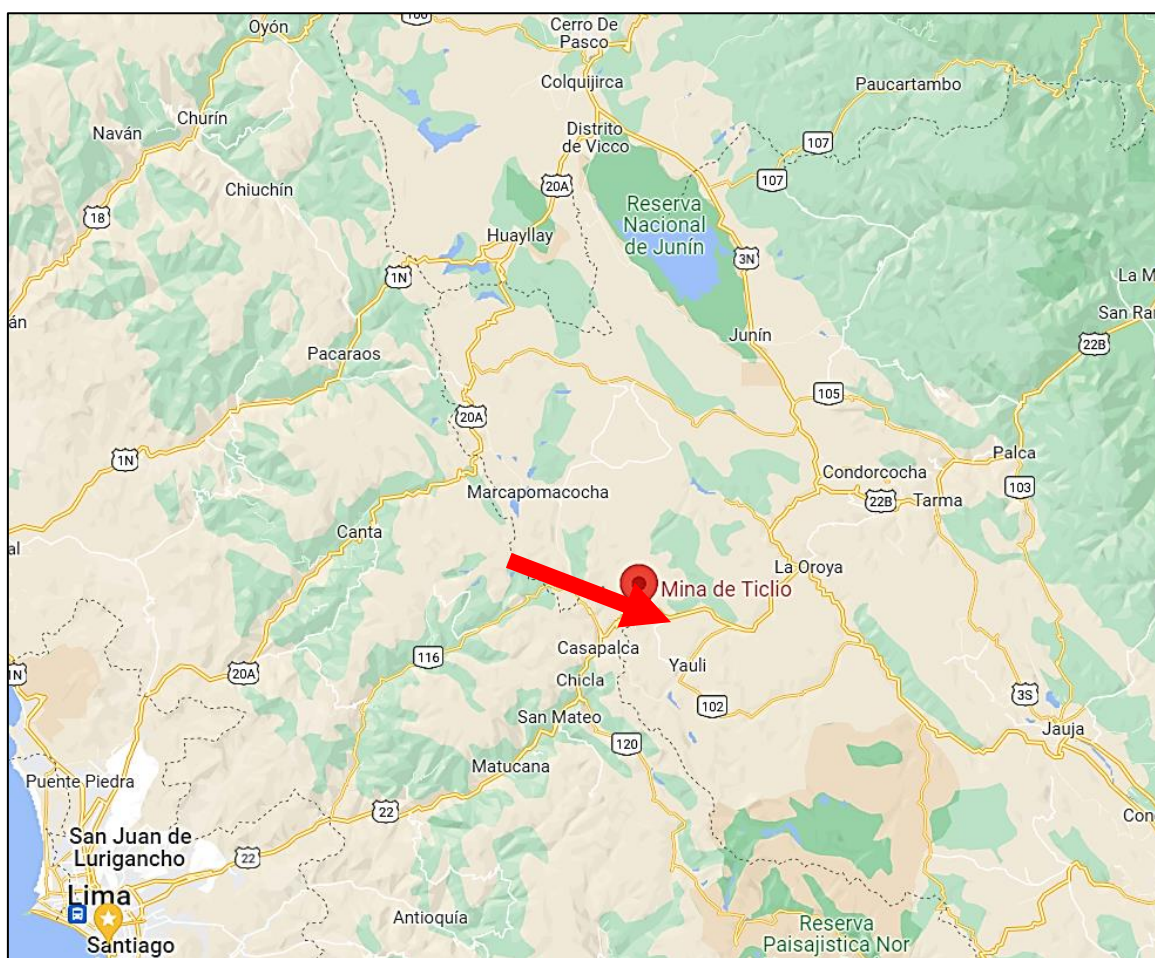
Chimeneas Raise Bored para ventilación y servicios de mina, de acuerdo a las necesidades de la mina.

1.2. Delimitación de la Investigación

1.2.1. Ubicación

La Mina Ticlio se ubica entre los Departamentos de Lima y Junín, en los distritos de Chicla y Morococha. Está a 130 km de la ciudad de Lima y a 40 km de la Oroya. Con una altitud media de 4,500 a 5,000 metros sobre el nivel del mar, está conectado por una carretera asfaltada y una vía férrea.

Ilustración 1. Ubicación de Mina Ticlio



1.2.2. Accesibilidad.

El acceso principal a partir Lima es por la carretera central hasta el km 132.5 (abra de Antícona) y por ferrocarril hasta la estación de Ticlio.

Tabla 1. Rutas de acceso

RUTAS	KM	TIEMPO	VIAS DE ACCESO
Pasco- La Oroya – UM. Ticlio	170	2hr. 40min	Carretera central asfaltada 300 m aproximado
Lima – San Mateo – UM Ticlio	133	2hr. 30 min	Carretera central asfaltada 300 m aproximado

Ilustración 2. Vista Panorámica de Mina Ticlio



1.2.3. Geología regional

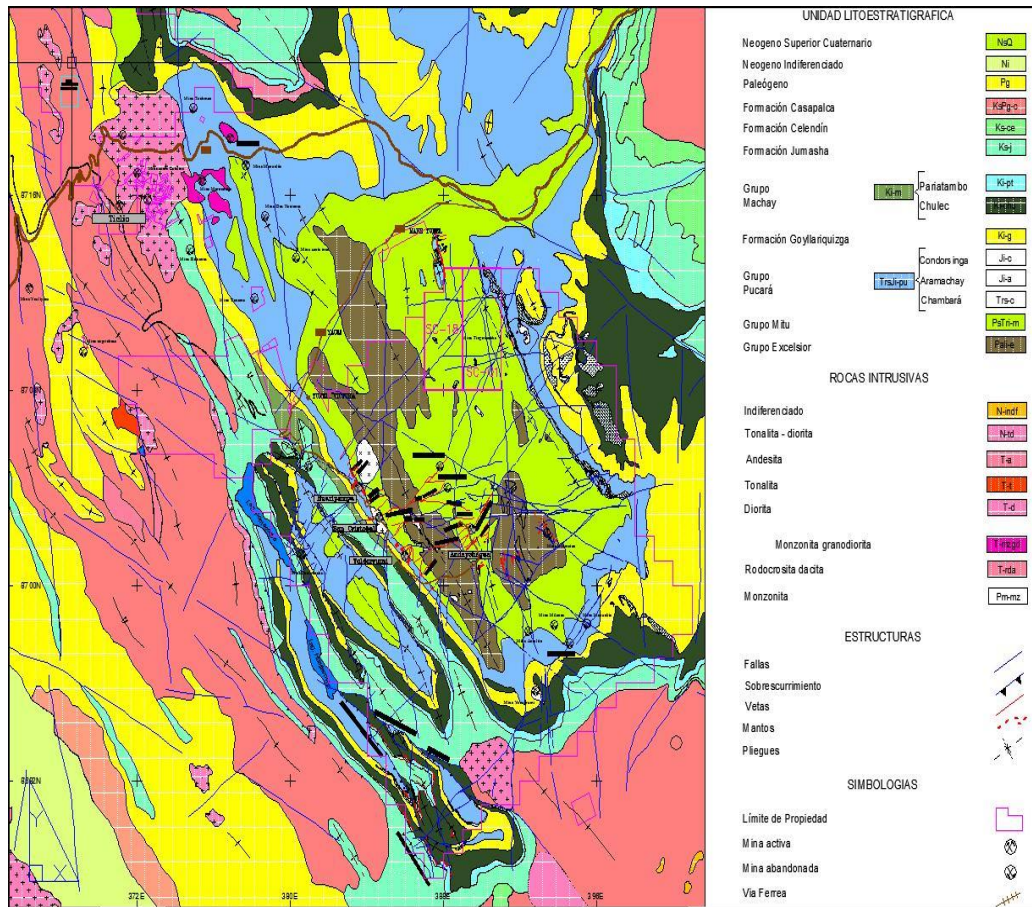
En la zona se puede observar el Domo Yauli, que presenta pliegues y fracturas del dominio andino. En el centro de esta ventana tectónica se encuentra el "zócalo paleozoico", mientras que los flancos están cubiertos por rocas

sedimentarias mesozoicas y cenozoicas, tales como las calizas del Grupo Pucará, areniscas de la Formación Goyllarisquizga, calizas de las Formaciones Chulec, Pariatambo (Grupo Machay), Formación Jumasha y Capa Rojas del Grupo Casapalca. Plutones como Diorita Anticoná, Cuarzo-monzonita "Ticlio", entre otros.

Las capas sedimentarias en el área afloran mientras mantienen un alineamiento de N10o-20oW. Varios anticlinales y sinclinales con una orientación de eje de aproximadamente N10o-20oW se pueden observar. En el flanco E, se puede apreciar una disminución de Filitas del Grupo Pucará y volcánicos del Grupo Mitu, ambos con una orientación similar a las capas anteriores.

El Anticlinal de Morococha y la zona de Ticlio forman parte del Domo Yauli, una estructura en los Andes Centrales del Perú. En esta zona, la mineralización polimetálica de Pb-Zn-Ag (Cu) se ubica en estructuras vetiformes, mantos, cuerpos de reemplazamiento, metasomatismo y disseminaciones tipo pórfido de Cu (Mo-Au). Estos eventos mineralizantes están asociados con una intensa actividad intrusiva de tipo básico a ácido que ocurrió durante el Terciario Medio a Superior (Mioceno – R. Moritz et al., 2002), lo que indica un zoneamiento regional seguro que inspecciona el dominio de las mineralizaciones.

Ilustración 3. Estratigrafía de San Cristóbal



1.2.4. Estratigrafía

La estratigrafía de San Cristóbal se remonta al Paleozoico y al Cretácico Superior, Ilustración 3.

a. Grupo Goyllrisquizca (Cretáceo)

Al este del yacimiento, representado por un conglomerado rojo de areniscas y lutitas. En la secuencia de areniscas y lutitas rojas, cuarcitas y capas de caliza gris, se identificaron horizontes basálticos amigdaloides y diabásicos intercalados. Esta secuencia inicia con una gran caliza gris azulado y culmina en una caliza fosfática gris oscuro, que es la base del grupo machay..

b. Grupo Machay (Pérmico)

Está formado por calizas de color gris oscuro que surgen al norte del abra Anticona (Ticlio), con restos de fósiles en la base. El techo se encuentra sobre una caliza de color claro y algunos horizontes lutáceos y fosfáticos.

c. Formación Jumasha

La formación de Pariatambo es notable y se compone de capas medias a gruesas de calizas, calizas dolomíticas y dolomitas de color gris claro a blanquecino y gris amarillento. Un pequeño skarn de Fe se forma en contacto con la diorita, y en algunos niveles se encuentra débil marmolización con presencia de wollastonita. Las estructuras tensionales de rumbo N de 50o a 65o E y buzamiento de 60o a 80o SE han cortado esta formación. Afectan la diorita Anticona y permiten la mineralización como parte de un sistema de vetas en Ticlio debido a su estructura. Cerca del campamento de Ticlio, se pueden observar estructuras que forman restos de marmol con un rumbo de norte a sureste, con pequeños restos de caliza que podrían pertenecer a la formación Jumasha. Además, se observan estructuras de mármol moderado que sobresalen a los intrusivos dacíticos y dioríticos, los cuales están fracturados en el contacto y rodeados por aglomerados volcánicos (formación C. Francisco). Se cree que esta formación corresponde a la edad del Cretáceo inferior (Cenoniano – H. Salazar, 1983).

d. Formación Casapalca (Terciario)

Al Oeste del yacimiento se ubican las capas rojas y el conglomerado Carmen. Las intercalaciones de lutitas y areniscas limolíticas,

limolitas y limolitas calcáreas, así como las calizas de coloración rojiza distinguen las capas rojas (alteración ferrífera, F. Mégard, 1979; H. Salazar, 1983). Los sitios calcáreos han sido skarnificado, con débil a moderada intensidad, lo que ha producido niveles de hornfels con calco-silicatos y epidota.

Además, muestra una secuencia volcánica compuesta por aglomerados, tufos y brechas volcánicas. Se le asigna una edad entre el Cretáceo superior (Santoniano) y el Eoceno Medio debido a sus relaciones estratigráficas y tectónicas (F. Mégard, 1979)

e. Formación Carlos Francisco

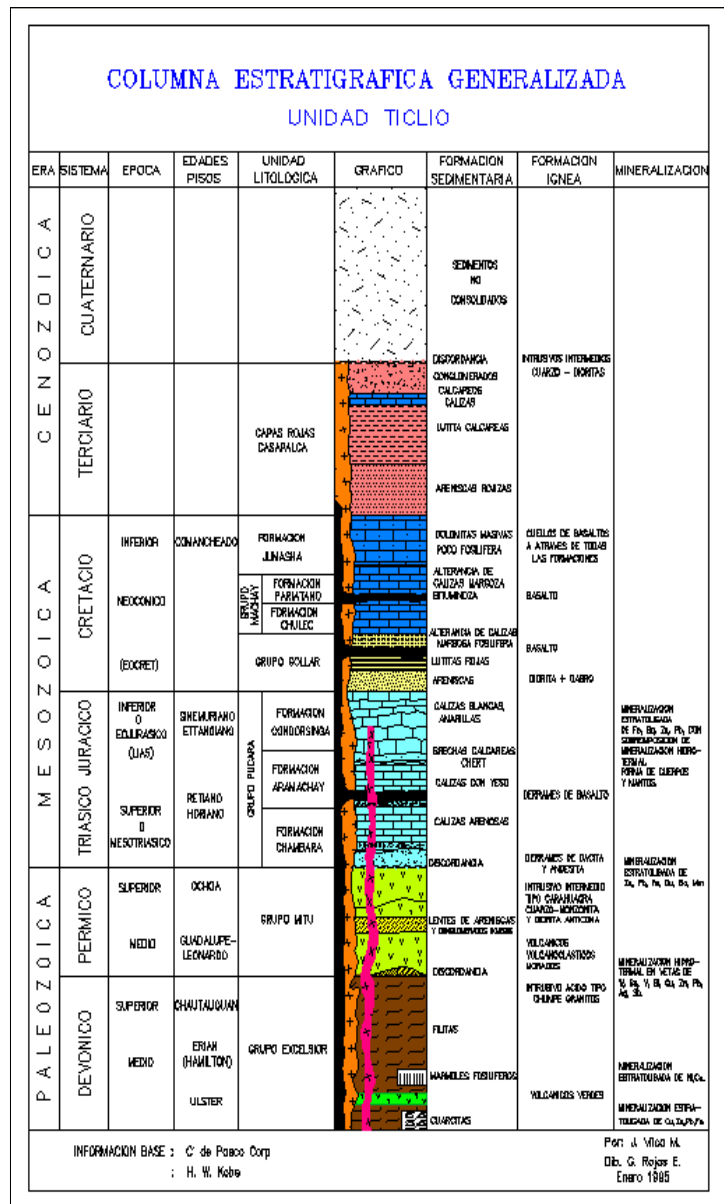
Representado por una gran cantidad de rocas volcánicas divididas en tres miembros:

Las rocas de Tabla Chaca se encuentran en el conglomerado Carmen se compone de una serie de rocas volcánicas formadas por brechas, tufos, aglomerados y conglomerados, así como rocas porfiríticas con afloramientos al Oeste del yacimiento. La unidad Ticlio no ha identificado las características de los afloramientos de los Tufos Yauliyacu y los Volcánicos Carlos Francisco.

f. Formación Río Blanco

En las áreas más elevadas del Norte del Yacimiento, donde se encuentran los denuncios más extensos, se pueden observar muchos volcánicos bien estratificados con una constitución andesita. Estos volcánicos pertenecen a la familia Volcánica Pacococha y se ubican en la zona cercana a la diorita Antícona.

Ilustración 4. Columna Estratigráfica



1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿En qué condiciones se puede efectuar la planeación de los Servicios de Mina para Sincronizar las Operaciones de la Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿El realizar la planeación de los Servicios de Mina mejorara las operaciones de la Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán?
- b) ¿La evaluación de la planeación de los Servicios de Mina acondicionara las operaciones de la Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán – Junín?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Efectuar la planeación de los Servicios de Mina para Sincronizar las Operaciones de la Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Realizar la planeación de los Servicios de Mina para mejorar las operaciones de la Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán.
- b) Evaluar de la planeación de los Servicios de Mina para acondicionar las operaciones de la Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán.

1.5. Justificación de la investigación

La Planeación de los Servicios de Mina debe de estar en una sincronización con las Operaciones. Debido a que brindan al planificador información útil sobre los propósitos de diseño, dimensionamiento y accesibilidad inmediata de la mina, son cruciales. La Mina Ticlio debe planificar los servicios de la mina para mejorar los ciclos de producción de la Unidad Minera Ticlio. El desarrollo y los resultados se presentarán en el trabajo de investigación que se presenta

1.6. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones relacionados con los Servicios de Mina, siempre fue la falta de accesibilidad a las labores, lo cual no permite tener las instalaciones requeridas en tiempo real ya que se tienen que buscar la forma más certera para adecuar su instalación, Es necesario precisar que en las labores deben tener proyectadas chimeneas o labores que permitan la accesibilidad de los materiales a utilizar por lo que se requiere que en la planificación de la mina se tenga en consideración estos detalles para una adecuada sincronización de los servicio de mina con las operaciones a realizar.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

a) Antecedentes nacionales.

- **Franco, J. (2015)**, de la Universidad Nacional del Centro del Perú, desarrolla su tesis “Optimización del sistema de bombeo de agua subterránea, para satisfacer su demanda volumétrica, en Volcán Compañía Minera S.A.A.-Unidad Chungar”, define que: Satisfacer la demanda volumétrica de bombeo dio lugar a la presente tesis. La actividad minera generalmente utiliza agua superficial (ríos y lagunas) como fuente principal de abastecimiento; sin embargo, esto solo ocurre ocasionalmente y generalmente se utiliza de manera casual. Por otro lado, debido al exceso de agua subterránea, en algunas minas se utiliza el drenaje para facilitar el minado; generalmente se extrae mediante bombeo, aunque a veces se evacua por gravedad a través de túneles. La técnica utilizada es analizar

el funcionamiento del sistema de bombeo actual para sugerir una optimización del sistema de bombeo de agua para satisfacer las necesidades de la Unidad Chungar. (pag. 98)

- **Sumaria, R. (2020)**, de la Pontificia Universidad Católica del Perú, presenta su tesis “Análisis técnico-económico para la ampliación de un sistema de bombeo de dos etapas en el interior de una mina subterránea”, demuestra que: El objetivo del análisis técnico-económico del aumento del sistema de bombeo de dos fases existente en el interior de una mina subterránea es evaluar la factibilidad y viabilidad del proyecto. Un proyecto de ampliación es necesario porque la Compañía Minera tiene la intención de expandir sus operaciones. Un proyecto de profundización es necesario porque a medida que se vaya profundizando, aumentará el caudal de agua subterránea y aumentarán las dificultades de tratamiento. Se realizó una simulación técnica, se determinaron los parámetros de diseño del sistema de bombeo actual y se examinaron las condiciones hidrogeológicas de la mina para cumplir con el propósito de la tesis. Es necesaria una bomba de 500 HP que pueda cargar una carga dinámica de 75 metros. La bomba Goulds 3316, de tamaño 6 x 8 -17, n = 1750 rpm, fue elegido. Finalmente, se realizó una evaluación económica del diseño de ampliación para un sistema de bombeo de tres etapas con bombas sedimentarias. SE consideró que El CAPEX del sistema de bombeo fue de aproximadamente US\$ 13,571,442 y el OPEX fue de aproximadamente US\$ 0.299 por metro cúbico. En base al VPT estimado del mineral, al reporte de reservas, al CAPEX del sistema de bombeo y otros proyectos, se estimó un VNA de la mina de US\$ 65,562,057 y un TIR del 18,10%.

b) Antecedentes internacionales

- **Ramírez, N. (2019)**, de la Universidad de Concepción de Chile, presenta tesis de investigación “Modelamiento del Sistema de Ventilación y Control de Metano con el Simulador Ventsim™ en la Mina Subterránea de Carbón Fezmine - Polonia”. El tema del estudio es el sistema de ventilación de FezMine, la mina de carbón subterránea más grande del sur de Polonia, que actualmente opera JSW S.A. Históricamente, la mina siempre ha llevado problemas con las concentraciones de metano liberadas de los paneles de explotación de carbón, lo que representa un peligro latente para el funcionamiento. El objetivo de esta investigación es desarrollar y analizar un sistema de ventilación que pueda mantener índices saludables de emisión de metano durante el proceso de operación. Se espera que la mina se profundice hasta el nivel 1290, lo que permitirá que funcione hasta el año 2070. Para lograr este objetivo, se analizan los datos disponibles y se crea un modelo conceptual para simplificar la problemática estudiada. Este modelo también servirá como base para futuros modelos de simulación. Se optó por el software de simulación VentSim™ para modelar el problema en el desarrollo de esta memoria porque está respaldado por numerosos proyectos realizados en todo el mundo.
- **Valarezo, M. (2020)**, de la Universidad de Azuay, Cuenca - Ecuador, desarrolla la tesis “Diseño del sistema de ventilación en la concesión minera “Cebral” y diseño del sistema de desagüe en la concesión minera “R-Nivel”, Zaruma - El Oro”. El siguiente estudio decidió un sistema de ventilación conveniente para la concesión minera Cebral y un sistema de

desagüe eficientemente para la concesión minera R-Nivel en el distrito minero Zaruma - Portovelo. Se descubrieron varios parámetros técnicos y requisitos de personal para el sistema de ventilación. Para lograrlo, se realizaron cálculos matemáticos y una evaluación económica para determinar las longitudes reales, el caudal requerido y el análisis de pérdidas. El resultado fue un diseño de ventilación adecuado utilizando un nuevo sistema que utiliza una turbina para proporcionar mayor energía al ventilador principal. Además, se descubrió que el sistema de desagüe necesitaba cumplir con una serie de requisitos técnicos, incluido el volumen del pozo, el cálculo del diámetro y el flujo, para perfeccionar el bombeo del agua subterránea. Se descubrió que el diseño de ventilación requería un mayor desplazamiento de aire, lo que proporcionaría información para investigaciones posteriores; y que el sistema de desagüe requería la elección de la bomba adecuada, con una mayor eficiencia adaptada a las necesidades de la mina.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Marco Geológico

En la mina de Ticlio, se puede observar el Domo Yauli en toda el área, el cual está orientado por pliegues y fracturas del dominio andino. El "zócalo paleozoico" se encuentra en el centro de esta ventana tectónica, mientras que en los flancos se encuentran rocas sedimentarias mesozoicas y cenozoicas, como las calizas del Grupo Pucará, areniscas de la Formación Goyllarisquizga, calizas de las Formaciones Chulec, Pariatambo (Grupo Machay), Formación Jumasha y Capas Rojas del Grupo Casapalca. Posteriormente, plutones como Diorita Anticona, Cuarzo-monzonita "Ticlio", etc.

Las capas sedimentarias en el área afloran mientras mantienen un alineamiento de N10°-20°W. Se pueden observar varios anticlinales y sinclinales con una orientación de eje aproximada de N10°-20°W. Se puede observar un declive de Filitas del Grupo Pucará y volcánicos del Grupo Mitu en el flanco E, ambas orientadas de manera igual a las capas anteriores.

El Anticlinal de Morococha y la zona de Ticlio son parte del Domo Yauli, una ventana estructural Pb-Zn-Ag (Cu) en los Andes Centrales del Perú. La mineralización polimetálica de Cu (Mo-Au) se encuentra en estructuras vetiformes, mantos, cuerpos de reemplazamiento, metasomatismo y disseminaciones de tipo pórfido en esta zona. Estos eventos mineralizantes están relacionados con una fuerte actividad intrusiva de tipo básico a ácido que ocurrió durante el Terciario Medio a Superior (Mioceno – R. Moritz et al., 2002), lo que muestra un Zoneamiento regional específico que inspecciona el dominio de las mineralizaciones.

2.2.2. Recursos Minerales

El código JORC (Joint Ore Reserves Committee Code) y las normas internacionales NI43-101 cumplen con los procedimientos de modelamiento geológico y estimación de recursos minerales realizados por el área de recursos del volcán. El informe de recursos de Ticlio se muestra en la tabla.

Tabla 2. Inventario de Recursos Minerales Mina Ticlio

CATEGORIA	TMD	Zn(%)	Pb(%)	Cu(%)	Ag(oz/t)
MEDIDO	2,754,403	5.10	1.49	0.21	1.71
INDICADO	3,170,284	5.73	1.54	0.18	1.73
INFERIDO	7,503,051	4.04	1.10	0.25	1.62
Total Cuerpos	13,427,738	4.66	1.28	0.23	1.66

2.2.3 Reservas minerales

El código JORC (Joint Ore Reserves Committee Code) y las normas internacionales NI43-101 (National Instrument) han establecido las reservas minerales. El código JORC considera los métodos de minado utilizados bajo condiciones estructurales y geomecánicas que nos permiten realizar una explotación segura, con buenos resultados como de bajo costo y alta productividad. En la tabla se muestra el inventario de Reservas Minerales al 31 de diciembre del 2015.

Tabla 3. Inventario de Reservas Minerales Mina Ticlio.

CATEGORÍA	TMD (t)	A.V (m)	A.M (m)	ZN (%)	PB (%)	CU (%)	AG (oz/t)	V.P.T (US\$/t)	DIL (%)
PROBADO	1,262,447	5.39	5.65	5.20	1.64	0.24	1.72	121.11	23%
PROBABLE	1,850,678	9.45	9.60	6.24	1.72	0.20	1.83	138.75	17%
TOTAL	3,113,125	7.81	8.00	5.82	1.69	0.22	1.79	131.60	20%

2.2.4 Mineral Económicamente Explotable

El software de optimización de formas de minas MSO (Minable Shape Optimizer) recoge el modelo de bloques de recursos valorados y se encarga de utilizar todos los parámetros modificadores requeridos para estimar el mineral económico diluido que será obtenido como resultado de la explotación minera. El proceso de optimización produce sólidos de minado que generan el máximo margen económico posible y pueden incluir recursos medidos, indicados e inferidos dentro del diseño. La tabla contiene la estimación del mineral económicamente explotable.

2.2.5. Geomecánica

El estudio realizado por DCR Ingenieros – “Evaluación Geomecánica del Minado Subterráneo de Mina Ticlio – Cuerpo Ariana” y El objetivo de las evaluaciones internas del área de Geomecánica Ticlio es encontrar los estándares

más efectivos para el minado subterráneo, lo que resultará en un proceso seguro y eficiente. La clasificación del macizo rocoso se muestra en la tabla.

Tabla 4. Mineral Económicamente Explotable Mina Ticlio.

CATEGORIA	TMD	A.V(m)	A.M(m)	Zn(%)	Pb(%)	Cu(%)	Ag(oz/t)	Dil(%)
MEE Medido	1,039,442	5.30	5.70	5.61	1.84	0.22	1.97	27%
MEE Indicado	1,683,818	9.67	9.85	6.78	1.88	0.17	1.83	25%
Total Medido + Indicado	2,723,260	8.00	8.45	6.33	1.87	0.19	1.88	26%
MEE Inferido	2,034,536	7.25	7.50	5.14	1.42	0.30	1.68	25%
Total general	4,757,795	7.68	8.04	5.82	1.68	0.24	1.79	26%

Tabla 5. Clasificación del Macizo Rocoso por Sectores.

SECTOR	RANGO RMR	CALIDAD DE LA MASA ROCOSA
CUERPO ARIANA		
Caja Piso (Intrusivo)	16 - 54	V , IVB , IIIB y IIIA
Mineral	16 - 49	V , IVB , IVA y IIIB
Caja Techo (Caliza)	16 - 65	V , IVB , IVA , IIIB , IIIA y II
VETA RAMAL TECHO E		
Veta	30 - 40	IVA
Caja Techo	40 - 50	IIIB
Caja Piso	40 - 50	IIIB
VETA RAMAL TECHO W		
Veta	36	IVA
Caja Piso (Caliza)	21 - 36	IVA - IVB
Caja Techo (Caliza)	45	IIIB
CUERPO 570		
Caja Techo (Caliza)	20	V
Mineral	25	IVB
Caja Piso (Diorita)	25	IVB

2.2.6. Mina

La mina Ticlio extrae mineral polimetálico a través de métodos subterráneos, como vetas y cuerpos que contienen mineralización de Zinc, Pb, Cu y Ag. La Veta Ramal, la Veta Principal, el Cuerpo Ariana y el Cuerpo 570 son las vetas de mayor importancia. El segundo ejemplo incluye vetas y cuerpos de poco tonelaje.

Las condiciones geomecánicas de la Mina Ticlio favorecen el uso de tres métodos de minado actualmente utilizados: El método de corte y relleno ascendente con pilares con taladros horizontales se utiliza en las vetas, mientras que el método de corte y relleno ascendente con pilares con taladros horizontales se utiliza en las vetas.

- Método de Explotación

En Ticlio, para estructuras con buzamientos menores a 550, se utiliza el método de minado de corte y relleno ascendente con taladros horizontales. El método implica dividir el cuerpo mineralizado en niveles de 50 metros de altura. Luego se construye una galería principal en el nivel inferior. De allí en adelante, la extracción comienza en línea ascendente a través de áreas horizontales hasta llegar al nivel más alto en cuerpos mineralizados. Se usa este enfoque junto con el método AVOCA, Este tipo de explotación, que es viable desde el punto de vista operacional según la geometría del yacimiento (vetiforme), consiste en una explotación por subniveles mediante perforación de taladros largos, limpieza del mineral retirado, relleno detrítico para fijar las cajas y extracción del mineral de los subniveles inferiores.

Según las recomendaciones geomecánicas, la altura de minado es de 15 metros con un ancho mínimo de 1.0 metros y un buzamiento mayor a 550, siguiendo el rumbo de la veta. Los criterios para determinar la aplicación del método de explotación se enumeran en la Tabla 5.

B&F AVOCA	C&F BREASTING
Buzamiento de Veta > 55	Buzamiento de Veta < 55
Caja Techo en roca tipo IVA a IIIB, RMR > 30	Cajas en roca tipo IVB a IVA, RMR < 30
Mineral con RMR = 21 a 50	Mineral con RMR = 21 a 40
Bancos de mineral = 10 a 15 m	Bancos de mineral < 10 m. Recuperación último corte

- **Plan de desarrollo minero**

- ✓ El plan a largo plazo de Ticlio tiene como base y se basa en los siguientes lineamientos y propósitos:
- ✓ La Veta Ramal Techo continúa profundizando la rampa 574 para permitir a los niveles inferiores que se desarrollarán y prepararán para luego iniciar la explotación hasta el Nv 14 (Cota 4264)
- ✓ En el nivel 12, la rampa 715 continuará profundizando en la caja piso de la Veta Ramal Techo para permitir el acceso a través de By-Pass entre la zona este y oeste.
- ✓ La rampa 640 y 540 del nivel 4 continuarán trabajando con la veta ramal techo zona alta. La rampa 540 desarrollará la infraestructura en la caja techo de la veta, mientras que la rampa 640 desarrollará la infraestructura a través de la caja piso de la estructura.
- ✓ Mientras se realizan los trabajos de profundización, se continuarán las labores de desarrollo y preparación para tener una producción temprana debido a la presencia de mineralización en la Zona alta (Este-Oeste). Es importante destacar que los servicios están disponibles de manera inmediata en esta zona.
- ✓ Crear tres bancos de 15 m de altura de tajeo en cada nivel principal de cada 50 m.

- ✓ Se están llevando a cabo las zonas de profundización del Nivel 10, incluyendo las rampas de profundización 574, 715, los By-Passes, cruceros y accesos del Nivel 11, con el objetivo de explotar una parte de la veta ramal techo y principal a través de Bench and Fill (AVOCA), mientras que la otra parte será explotada a través de Breasting y cuerpo Ariana mediante el método de corte relleno ascendente con pilares, hasta al fonde económico de la mineralización considerando los inferidos.
 - ✓ La preparación y explotación deben comenzar en los niveles inferiores y avanzar hacia los superiores, lo que crea vacíos (tajeos) en los niveles inferiores que deben ser rellenados en parte con los desechos creados por la expansión de los niveles superiores.
 - ✓ Establecer accesos, chimeneas de ventilación, cámaras de acumulación de relleno y servicios adecuados para mejorar la fluidez de los ciclos de minado. dando a los equipos acceso independiente para cada área de explotación, evitando la concentración de equipos en áreas de trabajo limitadas.
 - ✓ Los equipos LHD obtienen los mayores rendimientos utilizando las distancias de acarreo adecuadas.
- **Estrategia de desarrollo y preparación**

La estrategia de Desarrollo y Preparación obedece al siguiente plan de avances. En la tabla se muestra el programa de infraestructura.

PROGRAMA DE AVANCES POR ETAPA										
ETAPA	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	TOTAL
DESARROLLO	1,950	2,338	2,365	2,267	2,289	2,260	2,445	1,878	1,005	18,797
PREPARACION	2,213	2,566	2,603	2,554	2,575	2,535	2,775	2,215	1,950	21,986
EXPLOTACION	2,028	2,335	2,389	2,350	2,310	2,360	2,410	2,005	1,875	20,062
Total	6,191	7,239	7,357	7,171	7,174	7,155	7,630	6,098	4,830	60,845

- **Programa de Producción**

Partiendo del inventario de recursos económicamente explotables y a un ritmo de producción de 1200 tpd en el año 2016 y a partir del año 2017 hasta que se agoten los recursos a una de producción de 1500 tpd, se elabora el programa de producción. El cual se muestra en la Tabla.

Tabla 6. Programa de Producción – PLP Base Mina Ticlio.

PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MINA TICLIO										
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	TOTAL
TONELAJE (t)	438,000	547,500	547,500	547,500	547,500	547,500	547,500	547,500	487,295	4,757,795
LEY ZN (%)	6.33	6.12	6.14	5.65	5.65	5.75	5.74	5.74	5.37	5.82
LEY PB (%)	2.02	1.80	1.81	1.49	1.49	1.54	1.61	1.61	1.84	1.68
LEY CU (%)	0.17	0.17	0.18	0.21	0.21	0.24	0.30	0.30	0.34	0.24
LEY AG (oz/t)	1.63	1.83	1.85	1.77	1.77	1.82	1.88	1.88	1.67	1.79

- **Equipos Mina**

Actualmente, la flota de equipos se enfoca en las operaciones mineras para realizar tareas unitarias como perforación de frentes y tajos, limpieza o carguío de mineral, acarreo, transporte, mantenimiento de vías, mantenimiento, servicios de personal, etc.

La mina San Cristóbal tiene una flota de 13 equipos, entre ellos los equipos de Volcán SA y Terceros. como lo indica la Tabla.

Tabla 7. Flota de Equipos Mina Ticlio.

EQUIPOS	TERCEROS	VOLCAN	TOTAL
Empernadores		2	2
Jumbo Frontonero		3	3
Scoop	1	3	4
Dumper		1	1
Minicargador	1		1
Retroscaler		1	1
Scaler		1	1
Total General	2	11	13

2.3. Definición de términos básicos

Agua de Mina

Es un componente clave en el proceso de producción minera; es un insumo que permite el desarrollo de los procesos de lixiviación y flotación, así como el transporte de excedentes del proceso, como los relaves, y el control del polvo.

Bombear

Elevar agua u otro líquido por medio de una bomba que lo impulsa.

Cauda

La cantidad de pulpa (fluido) que fluye por unidad de tiempo a través de un segmento de tubería. La descarga de la tubería se mide en m^3 / s en SI (Martín; Salcedo; Font 2011).

Densidad.

El monto de una sustancia en un volumen específico. Se considera adimensional y relativo cuando se compara con otra sustancia. En el SI se mide en Kg/m^3 (White 2004).

Flujo en tuberías.

Las propiedades hidráulicas del agua usan la pulpa para suspender y transportar las partículas sólidas mediante el movimiento ejercido. (López 2014).

Fricción de flujo.

Aumentar la fricción entre las partículas y las paredes de las tuberías por roce (Mott 2006).

Malla.

Cantidad de hendiduras en un tamiz por pulgada lineal (Simeón s. f.).

Método de explotación.

Es una estrategia global que accede la excavación y extracción de una zona mineralizada de forma más económica y técnica. Define los estándares generales por los cuales se llevan a cabo las operaciones unitarias; así mismo, define los estándares para el procedimiento de las cavidades que quedan después de la extracción (Sotomayor 2015).

Por % de sólidos en la pulpa.

Porcentaje de sólidos en la pulpa como en cuerpo o en peso (Ortiz 2015).

Pulpa.

Combinación de materia líquidas y sólidas que no se pueden separar químicamente. Solo procesos mecánicos pueden separar prontamente las dos partes (Ortiz 2015).

Relave.

Desecho producido por el tratamiento de beneficio de minerales, rocas, reactivos químicos y agua (Huamán 2007).

Tajo.

Es el lugar insitu donde se extrae y beneficia el mineral (Huamán 2007).

Rumbo.

Es la ubicación de una veta, estrato o manto inclinado con relación al norte magnético en un plano horizontal.

Ventilación.

Acción de ventilar o ventilarse un lugar. Sistema o abertura que permite que el aire de un lugar cerrado se renueve.

Veta o Filón.

Son pequeñas grietas en la corteza terrestre llenas de mineral, que generalmente están inclinadas más de 30° y tienen un mejora regular en longitud, profundidad y ancho.

Yacimiento de Mineral.

Compuesto por una cantidad de minerales que contiene sustancias metálicas aprovechables, independientemente de su forma o tamaño.

Zonas de corte.

Son bandas de material de diferentes metros de grosor donde ha fallado la roca.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Con la planeación de los Servicios de Mina se sincronizará las operaciones de la Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) La planeación de los Servicios de Mina mejorara las operaciones de la Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán.
- b) La evaluación de la planeación de los Servicios de Mina acondicionara las operaciones de la Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán

2.5. Identificación de las variables

2.5.1. Variable independiente:

X: Planeación de los Servicios de Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán

2.5.2. Variable dependiente:

Y: Sincronizar las operaciones de la Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 8. Operacionalización de Variables.

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE	X: Planeación de los Servicios de Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán.	La Planeación de los Servicios de Mina de acuerdo a los estándares deseados y a fin de asegurar la sostenibilidad de la operación y la extracción de los recursos económicamente explotable en el largo plazo. En la ejecución del planeamiento a largo plazo se siguió la siguiente metodología: Recopilación de información geológica, geotécnica, topográfica, recursos minerales, Indicadores de productividad, costos, a fin de iniciar con el diseño de la infraestructura general de la mina.	Planeamiento de Mina Plan de Minado Ciclo de Minado	Sistema de aire comprimido. Sistema de Bombeo del agua de Mina.
VARIABLE DEPENDIENTE	Y: Sincronizar las operaciones de la Mina Ticlio	Diseñar y analizar las condiciones de la Mina Ticlio favorecen la aplicación de tres métodos de minado que actualmente se vienen utilizando: Bench and Fill (AVOCA) en Vetas y el Corte y Relleno Ascendente (Cut & Fill – C&F) con taladros horizontales (Breasting) en Vetas, Cuerpos se aplica el método de corte y Relleno ascendente con pilares con taladros horizontales. Para tal efecto se tiene sincronizar los servicios de Mina para asegurar su buen desarrollo para efectividad de las operaciones.	Compañía Minera Volcan	Sistema de Relleno Hidráulico Sistema de Ventilación

Fuente. Elaboración propia.

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación

- La planificación del servicio de mina, basada en los sistemas que deben desarrollarse, determina que tenemos una investigación cuantitativa.
- Aplicada: Proceso de explotación y desarrollo de la Mina Ticlio, el objetivo principal son los servicios de la mina.
- Experimental: Por el análisis de la investigación realizada durante el proceso de recopilación de información.
- Documental: Según lo que se ha logrado, se ha analizado, se ha comparado e interpretado la información que se ha obtenido sobre la Mina Ticlio.
- De campo y de laboratorio: De acuerdo con los hallazgos obtenidos durante el proceso de investigación para la creación de sistemas de servicios de mina.

3.2. Nivel de investigación

Esta ubicado en el estudio, en el nivel descriptivo, explicativo y correlación

3.3. Métodos de la investigación

El método que se siguió para la investigación actual se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Método deductivo: realizar un estudio de datos generales para alcanzar a una conclusión clara.
- Método inductivo: lograr una conclusión general a partir de los datos y los antecedentes de la Mina Ticlio, y confirmar esta conclusión con los datos del trabajo de campo.

3.4. Diseño de la investigación

El diseño incluye investigación cuantitativa, descriptiva y correlacional, sostenimiento en la mina y aplicación de sostenimiento nuevo, todo con un diseño adecuado y garantizado de acuerdo con la investigación realizada sobre los sistemas a desarrollar en los servicios de la mina.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población viene a ser todas las labores de la Mina Ticlo, ya que sin los sistemas de servicios de mina desarrollados en cada una de ellas no hubiera sido posible su ejecución.

3.5.2. Muestra

La rampa 574 para acceder a los niveles inferiores que se desarrollarán y prepararán para su posterior explotación hasta el Nv 14 (Cota 4264)., vendría a

ser una las principales muestras del desarrollo de los sistemas de los servicios de la Mina Ticlio

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

- **Recopilación y análisis de data**

De los sistemas de servicios de mina aplicados con anterioridad.

- **Observación directa y toma de datos**

Se realiza observaciones directas de todo el proceso de desarrollo de instalación de los sistemas de los servicios de mina.

- **Búsqueda de información bibliográfica**

Se analizo la información proporcionada por la Unidad Ticlio y la información obtenida por otros medios para adecuar técnicas más precisas de los sistemas de servicios de mina.

3.6.2. Instrumentos.

Instrumentos de recolección de datos.

- **Materiales**

- ✓ Planos topográficos.
- ✓ Informes Técnicos de los servicios de mina.
- ✓ Reporte de procesos realizados.
- ✓ Informe de Servicios de Mina.
- ✓ Libreta de datos de campo

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

La evaluación de los procedimientos de explotación, nos permitirá establecer las propuestas para la implementación y adecuación de los recursos para su explotación.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El proceso de datos se aplica para la Mina Ticlio para determinar la Planeación de los servicios de mina, para establecer los ciclos de producción y sincronizar las operaciones de la Unidad Minera Ticlio,

Es importante precisar que los servicios de mina son parte fundamental en las operaciones de la mina, que su diseño y análisis debe ser oportuno.

3.9. Tratamiento estadístico de datos

Las acciones que se aplicaron sobre las unidades experimentales y que son imprescindibles para el desarrollo de los sistemas de servicio de mina, obteniendo un modelo estadístico que refleja los resultados obtenidos.

3.10. Orientación ética, filosófica y epistémica

La presente investigación se realizó teniendo como principio fundamental la ética profesional, orientación obtenida en la casa y en la universidad, que me permiten desarrollar mis trabajos cuidando la honestidad, la sinceridad y lealtad con mis deberes como profesional.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1 Planeación para Sincronizar las Operaciones con los Servicio Auxiliares

Para la planeación de los servicios auxiliares se tuvo que tener en consideración la Planificación de la Mina Ticlio por lo que consideramos como complemento del trabajo campo incluir todo el proceso de planificación de la mina como se detalla a continuación.

A. Desarrollo Mina

Para el desarrollo de la mina, se ha planificado una rampa principal en la caja de piso de las estructuras mineralizadas. La rampa tiene una sección de 4.50 m. x 4.50 m. con una pendiente negativa del 12% y un avance promedio mensual de alrededor de 70 metros. Los niveles principales tienen 50 metros de distancia vertical y 540 metros de distancia inclinada entre sí.

El desarrollo previo al minado de la mina incluye la apertura de By Passes de una sección de 4.50 metros por 4.50 metros, previa a la ejecución de un acceso de una sección de 4.0 metros por 4.0 metros que nace desde la rampa principal de profundización, con rumbo paralelo a la estructura mineralizada y una pendiente del 1% positiva. El desarrollo de la mina también incluye obras de infraestructura para drenaje, bombeo, inicio-fin de chimeneas Raise Borer y carguío de mineral. La cámara de sección tiene una longitud máxima de 20 metros y una cámara de sección de 4.0m por 4.0m.

B. Preparación Mina

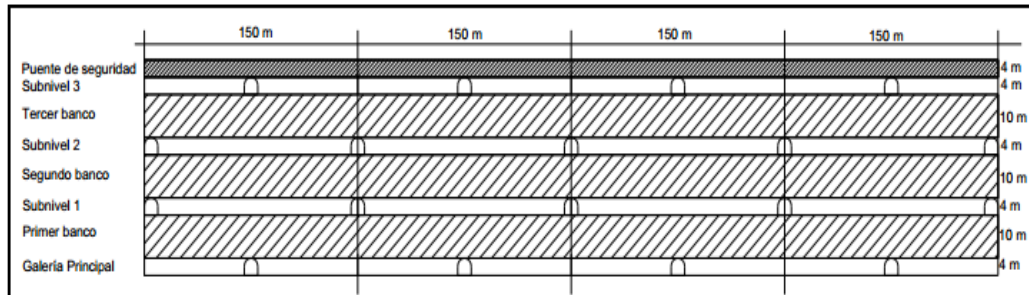
La preparación comienza en el piso del último nivel de la mina y en las rampas de profundización. Para iniciar la preparación, se ingresan todos los segmentos del By-Pass primordial del último nivel con accesos negativos hasta que se corta la veta a la altura de la cota piso del tercer subnivel.

Después de cortar la veta, se construye el Subnivel del Piso 3 en diferentes frentes siguiendo el rumbo de la estructura mineralizada. El subnivel debe tener al menos una sección de 3,5 metros de ancho por 4,0 metros de alto. La sección puede extenderse si la estructura mineralizada (Veta) es mayor

A medida que se profundiza, se construye el segundo subnivel. Primero se construye un paso intermedio en roca estéril paralelo a las estructuras de la veta en toda la longitud delimitada para llegar a los pisos del segundo y primer subnivel. Después de este paso intermedio, se construyen accesos positivos cortando la veta del segundo piso en un punto intermedio de los accesos del subnivel superior. Los accesos positivos se construyen a partir de esas intersecciones. Se construyen accesos negativos desde el by pass intermedio para cortar la veta en el Piso 1, en la misma dirección que los accesos del Segundo

Subnivel. El Primer Subnivel se prepara a partir de esas intersecciones, continuando siempre la organización de mineralización.

Ilustración 5. Esquema Típico de un Block de Minado por Bench And Fill (AVOCA)



C. Subniveles de explotación

Los subniveles son las excavaciones que se realizan dentro de las estructuras mineralizadas de las vetas utilizando el método Bench and Fill (AVOCA). Los bancos de explotación se construyen entre subniveles mediante puentes de 15 metros de altura, que comienzan en la Galería del Nivel Principal y terminan en tres subniveles superiores o pisos. Al terminar, hay un puente de seguridad de 5 metros de altura entre el Nivel Superior y el Tercer Subnivel.

Los subniveles tienen una sección estándar de 3,5 metros de ancho y 4,0 metros de altura. En los casos en que la veta tenga mayor potencia, el ancho de los subniveles puede variar. Los subniveles se usan para explotar sistemáticamente el mineral hallados en cada banco mediante taladros verticales paralelos al buzamiento de la veta y voladuras parciales de 4.5 a 6.0m de longitud hasta unos 20m de largo. Luego, con relleno detrítico, se restituye la estabilidad de los espacios abiertos.

Se han considerado los ingresos por tipo de trabajo:

- Rampa Principal 12% 60 m/mes
- By – Pass 1% 80 m/mes

- Acceso – Rampa 1% 80 m/mes
- Acceso – Galería 1% 80 m/mes
- Galería – Subniveles 1% 90 m/mes
- Chimeneas Rb 80 °– 90° 100 m/mes

Tabla 9. Metraje de Infraestructura Mina PLP – Base

TIPO DE LABOR	m/AÑO	TOTAL	DISTRI. (%)
DESARROLLO	2,089	18,797	31%
PREPARACION	2,443	21,986	36%
EXPLOTACION	2,229	20,062	33%
TOTAL AVANCES	6,761	60,845	100%

ETAPA DE DESARROLLO	m/AÑO	TOTAL	DISTRI. (%)
DESARROLLO HORIZONTAL	1,044	9,399	50%
DESARROLLO INCLINADO	731	6,579	35%
DESARROLLO VERTICAL	313	2,820	15%
TOTAL DESARROLLOS	2,089	18,797	100%

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Descripción del Sistema Aire Comprimido

El aire comprimido es utilizado principalmente para el lanzado de shotcrete en las diferentes labores.

El compresor estacionario de tipo tornillo rotativo Sullair (TS-32S-400L) de 400 HP y presión promedio de 100 psi y caudal de 60 m³/min actualmente inicia la red principal de aire comprimido de la casa compresora de Ticlio.

4.2.2 Descripción Sistema de Bombeo del Agua de Mina

El objetivo del sistema de bombeo de la mina Ticlio es evacuar el agua de la mina hacia la superficie, lo que permite la ejecución de los programas de producción y avances. En la actualidad, en Mina Ticlio se dirige en promedio un caudal de 298 l/s al Túnel San Nicolas (Nv. 0). Se dirige hacia la planta superficial

de tratamiento de aguas ácidas desde este punto. El túnel Huacracocha está transportando 167 l/s a la planta de tratamiento Huacracocha.

4.2.3 Descripción Sistema de Agua Industrial

El requerimiento de agua industrial se basa en el uso promedio de los equipos necesarios, así como en el regado de las áreas donde se necesita reducir el polvo en suspensión (frentes de disparos para realizar limpieza y procedimientos).

4.2.4 Descripción Sistema de Ventilación

El sistema híbrido de Mina Ticlio, que combina los ventiladores de admisión y extracción, se conoce como Sistema Empuje-Tire (Push-Pull).

Las chimeneas (Raisbore y VCR) conectan las labores subterráneas por donde circula el aire en la mina, formando los circuitos de ventilación que son necesarios para que tanto el personal como los equipos trabajen correctamente. El objetivo principal de este sistema descrito es mover el aire fresco dentro de la mina y luego extraer el aire viciado hacia la superficie.

4.2.5 Medición de Aforos de Mina

a. Levantamiento de Ventilación

El balance general de aire de la mina se calcula utilizando un esquema de aforos en las entradas y salidas de aire principales.

Para medir el aforo de aire, se establecieron las bocaminas y chimeneas activas de la mina para calcular los flujos para el balance de aire.

b. Equipos de Medición

Instrumentos de ventilación utilizados que han sido certificados para su calibración.

- 01 sonda Testo 435-4 - Sonda molinete de 60 mm Ø
- 01 medidor Multifuncional digital Testo 435-4 (anemómetro)
- 01 distanciómetro

- 01 cronómetro digital
- 01 tubo de humo

Los resultados se muestran en la siguiente Tabla:

Tabla 10. Resumen de Puntos Medidos

INGRESO				
Labor	AREA (m2)	V. Promedio (m/min)	Caudal (m3/min)	Caudal (CFM)
Tunel Galera	15.60	244.93	3,821	134,877
By Pass 057	16.40	204.10	3,347	118,158
Columna Rb 03	2.50	301.50	754	26,607
Tunel Huacracocha	3.50	268.80	941	33,210
Tunel San Nicolas	0.90	85.90	77	2,729
Rampa 212	16.10	215.60	3,471	122,532
Total			12,411	438,113

SALIDA				
Labor	AREA (m2)	V. Promedio (m/min)	Caudal (m3/min)	Caudal (CFM)
Rb 12	4.52	1,043	4,713	166,355
Rb 23	10.52	429	4,518	159,494
Total			9,231	325,849

4.2.6. Balance de Ventilación de Mina

La cobertura real del sistema de ventilación en el presente es del 79.34%, con una demanda total de 552,182 CFM y una pérdida de volumen de aire de 114,069 CFM. Se señalan los resultados en la siguiente Tabla:

Tabla 11. Balance Global

COBERTURA		
INGRESO	438,113	CFM
SALIDA	325,849	CFM
TOTAL NECESIDAD DE AIRE	552,182	CFM
COBERTURA (%)	79%	

4.2.7. Fuerza laboral

En enero de 2016, la Unidad de producción Ticlio empleó a 398 trabajadores, principalmente de la planilla volcán y de terceros (Empresas Especializadas, E.E.), que representan el 9% y el 91% del total respectivamente.

Tabla 12. Distribución de Personal por Área Mina Ticlio

AREA	VOLCAN S.A.A.	EMPRESA ESPECIALIZADA
MINA	30	311
ADMINISTRACION	6	49
MANTENIMIENTO	1	1

4.2.8. Equipos Mina

Actualmente, la flota de equipos se concentra en las operaciones mineras para ejecutar actividades unitarias como la perforación de frentes y tajos, la limpieza o carguío de minerales, el acarreo, el transporte, el mantenimiento de vías, el mantenimiento, los servicios de personal y el mantenimiento de las operaciones mineras, etc.

La flota de 13 equipos, opera en la mina Ticlio, junto con los equipos de Volcan S.A.A y Terceros. como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 13. Flota de Equipos Mina Ticlio

EQUIPOS	TERCEROS	VOLCAN	TOTAL
Empenadores		2	2
Jumbo Frontonero		3	3
Scoop	1	3	4
Dumper		1	1
Minicargador	1		1
Retroscaler		1	1
Scaler		1	1
Total General	2	11	13

4.3. Prueba de hipótesis

Con la determinación variables Independiente y dependiente, realizaremos la prueba de la hipótesis, mediante estas variables se acepta la hipótesis en la que se determina La Planeación de los Servicios de Mina para mejorar las operaciones de la Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán.

- ✓ **H0:** Planeación de los Servicios de Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán.
- ✓ **H1:** Y: Sincronizar las operaciones de la Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán.

4.4. Discusión de resultados

4.4.1 Sistema de Aire Comprimido

Se inicia con tuberías metálicas de 8"Ø hasta la estación de pique inclinada en el Túnel San Nicolas Nv 0 donde se instaló un pulmón para aumentar la presión. Después, las tuberías de polietileno de alta densidad (HDPE) de 6"Ø bajan por el pique inclinado hasta Nv 5, donde se instalaron 2 pulmones en la galería 1173 para aumentar la presión y distribuirla a toda la mina. Para la zona de profundización de la Rp 714, el aire comprimido baja por Rb 9 en Nv 9 con tuberías de 4"Ø, donde se distribuye con tuberías de 2"Ø para las tareas de preparación, explotación y desarrollo en esta zona (Nv 9, Nv 10 y Nv 11). En la región de la rampa Ticlio (Ariana), el aire comprimido se descarga a través de tuberías de 4"Ø hasta el punto de inicio de la Cx Ticlio por el RB 4 en Nv8, donde se distribuye con tuberías de 2"Ø para las tareas de preparación, explotación y desarrollo de (Nv 8, Nv 9 y Nv 10). Se planea instalar un pulmón en el Nv 10 en la zona Ariana para mejorar el suministro de aire comprimido a las operaciones en esta zona.

El pulmón se colocaría cerca de la chimenea de servicios, que transportará el aire comprimido de los niveles superiores a través de una tubería de 6"Ø. Luego, el aire se distribuiría a las tareas necesarias a través de tuberías secundarias de 4"Ø y con tuberías de 2"Ø llegaran a las labores.

Ilustración 6. Pulmón de Aire Interior Mina Nivel 5



4.4.2. El Sistema de Bombeo de Mina

a. Capacidad de bombeo Nivel 10 a Nivel 5

- Se ejecuta con 03 bombas estacionarias GIW LSA 6X8 de 300 Hp, hasta la poza del Nv 5 Cámara principal del Nv 5. (200 l/s).
- En el Nv 11 se tiene la Cámara 911 (Ca auxiliar) que capta el agua de los subniveles inferiores y del tope de la RP 714 (90 l/s).la cual descargan a la poza estacionaria del Nv 10
- En el Nv 10 se tiene la Cámara 880 (Ca auxiliar) que capta el agua de los subniveles 106 ,102 y parte de cámara 911 (90 l/s). La cual descargan a la poza estacionaria del Nv 10
- En el BP 102 se tiene la cámara 102, que capta toda el agua La cual descargan a la poza estacionaria del Nv 10 (20 l/s)

b. Estación de bombeo Nivel 5 a túnel San Nicolas (Nivel 0)

En Nv 5, hay una estación de bombeo con una cámara de sedimentación y una cámara de bombeo. Cuatro bombas de 400 HP están instaladas allí. Desde el nivel 10, toda el agua de la mina Ticlio se transporta en esta poza a través de tres bombas GIW LSA de 300

hp c/u (200 l/s) y una serie de bombas de 58 hp de la cámara 573. El agua proviene de las pozas 093, 1 y 0 que reciben agua de nivel 8, 9 y parte del Nv 10 de la zona Ariana (63 l/s) el agua desciende de labores: Ac 381 , Ac 382 , Rp 572 , Ac 575-1 , Ac 575-2 , Rp 574 , Ac 100 y Ac 382 son dirigidas al Nv 5.

Tabla . 16 Equipos de Sistema de Drenaje

ITEM	Nv.	UBICACIÓN / RAMPA	CODIGO DE BOMBA	POT.	MARCA	MODELO		
1	8	Rp.574(-), Acc.100B	GB-58A023	58	ABS	JUMBO 405 HD		
2			GB-58A015	58	ABS	JUMBO 405 HD		
3			GB-58A027	58	ABS	JUMBO 405 HD		
4			GB-58A022	58	ABS	JUMBO 405 HD		
5			GB-58A047	58	ABS	JUMBO 405 HD		
6			GB-58A083	58	ABS	JUMBO 405 HD		
7			GB-58A029	58	ABS	JUMBO 405 HD		
8			GB-58A003	58	ABS	JUMBO 405 HD		
9			GB-58A043	58	ABS	JUMBO 405 HD		
10	9	Poza Millet Rp_574	GB-58A099	58	ABS	JUMBO 405 HD		
11			GB-58A062	58	ABS	JUMBO 405 HD		
12	9	Rp_574_Tope	GB-35A038	35	ABS	JUMBO 205 HD		
13			GB-35E005	35	EBARA	150DWPM		
14	9	Acc_575-1	GB-35A006	35	ABS	JUMBO 205 HD		
15	9	Acc_575-2	SVBS-074	58	FLYGT	2201		
16			GB-35A041	35	ABS	JUMBO 205 HD		
17			GB-58A037	58	ABS	JUMBO 405 HD		
18			GB-15A019	15	ABS	XJ 80 HD		
19	9	Acc_574-A	GB-58A045	58	ABS	JUMBO 405 HD		
20			GB-58A096	58	ABS	JUMBO 405 HD		
21			SVBS-073	58	FLYGT	2201		
22	8	Acc.400	GB-35A036	35	ABS	JUMBO 205 HD		
23	7	Xc Ticlio	15001	10	Grindex	Major		
24	8	Cam. 093	GB-58A072	58	ABS	JUMBO 405 HD		
25			GB-58F005	58	HIDROPUM	GALLARDO		
26			GB-58A005	58	ABS	JUMBO 405 HD		
27			GB-58A069	58	ABS	JUMBO 405 HD		
28			GB-58H002	58	HIDROPUM	GALLARDO		
29			GB-58A046	58	ABS	JUMBO 405 HD		
30			GB-58E009	58	EBARA	150DWPM		
31			9	Poza 573	GB-58H004	58	HIDROPUM	GALLARDO
32	GB-58A103	58			ABS	JUMBO 405 HD		
33	GB-58A013	58			ABS	JUMBO 405 HD		
34	SVBS-119	58			Grindex	Maxi		
35	9	Poza:0			GB-58G022	58	Grindex	Maxi
36					GB-58E039	58	EBARA	150DWPM
37					GB-58E038	58	EBARA	150DWPM
38			GB-58E042	58	EBARA	150DWPM/E		
39	7	Sedimentador N° 01	GB-58E036	58	EBARA	150DWPM/E		
40			GB-58E016	58	EBARA	150DWPM/E		
41	9	Poza Vaneza, Acc_381	GB-58A031	58	ABS	JUMBO 405 HD		
42	9	Acc_381, Tope	GB-35A012	15	ABS	XJ 80HD		
43	9	Acc.382	B002	15	Grindex	Master		
44	9	Rp. 572(-).	GB-58E017	58	EBARA	150DWPM/E		
45	7	Poza 106 x Rp. 714	GB-35A049	35	ABS	JUMBO 205 HD		
46	11	Rp.714,Acc.880	GB-58A066	58	ABS	JUMBO 405 HD		
47			GB-58A124	58	ABS	JUMBO 405 HD		

Tabla 17. Potencia Instalada Sistema de Bombeo Mina Ticlio

DESCRIPCION	Unidad	Flota	UBICACION
Bombas Estacionaria 300 HP	unid	03	NV 10
Bombas Estacionaria 400 HP	unid	03	NV 5

Ilustración 7. Poza de Bombeo Principal Interior Mina Nivel 10



4.4.3. Plan de Mejora - Sistema de Bombeo

Se planea elaborar un RB en la profundización desde Nv 10 hasta Nv 12 con una poza estacionaria para el sistema de drenaje actual, lo que nos accederá evacuar toda el agua de RP-714.

Se construirá una poza estacionaria en NV 05 para mejorar el sistema de drenaje de la Mina Ticlio. La RP-940 y la RP-212 recorrerán tuberías de 12 pulgadas de diámetro hasta llegar a la planta de tratamiento Ticlio.

En el Nv 08 en la CA-395 se edificó una poza estacionaria la cual operara con la compra de bombas y la ejecución de la sub-estación para su funcionamiento.

4.4.4. Sistema de Aire Comprimido

Para el sistema de aire comprimido la red de distribución está compuesta por dos reservorios:

Dos reservorios ubicados en el Nv 3 con capacidad de 110m³ y 100 m³ los cuales alimentan a toda la mina mediante una red de distribución, para lo cual se utilizan tuberías HDPE de 4"Ø a lo largo del pique inclinado hasta el Nv 5 desde este punto se distribuye con tuberías de HDPE de 4"Ø a la zona de la Rp 714, para continuar bajando por el Rb 9 en el Nv 9 con tubería de 4"Ø de donde se distribuye con tuberías de 2"Ø a las labores preparación, explotación y desarrollo de esta zona (Nv 9, Nv 10 , Nv 11) y para la zona Ariana por la rampa Ticlio el aire baja con tubería 4"Ø hasta el inicio del Cx Ticlio por la RB 4 en el Nv 8 de donde se distribuye con tuberías de 2"Ø para las labores de preparación, explotación y desarrollo de los Niveles 8, 9 y 10

Se planea un reservorio en Nv 2 con una capacidad de 180 m³ para alimentar todos los niveles inferiores de la mina para mantener una presión uniforme para la perforación y evitar el deterioro de las tuberías por sobre presión del agua en el futuro.

4.4.5. Sistema de Ventilación

El sistema de ventilación de la mina Ticlio recibe aire fresco a través de 6 accesos (Túnel galera Nv 5, Túnel Huacracocha Nv 5, Túnel San Nicolas Nv 0, BP 057 Nv 0 y la columna de RBs Nv 0 al Nv 11 (Rb 03, Rb 05, Rb 15, Rb 19) y la RP 212). El aire contaminado se evacua a la superficie a través de 2 chimeneas Raise Bore en la zona de la RP El sentido del aire es de Oeste a Este.

La siguiente es una descripción de cómo se distribuyó el aire fresco para la mina:

- La Rp ticlio, Rp 940 y el Bay Pass 572 reciben aire del túnel Galera, el túnel Huacracocha, el Bay Pass 057, el túnel San Nicolas y la Rampa 212 para encausar el aire fresco del Nv 5 hacia el Nv 8. Por el Rb 24, el aire fresco se baja para la zona del Nv 8 a través de chimeneas cortas
- La columna Rbs (Rb 03, Rb 05, Rb 15 y Rb 19) con un diámetro de 3m permite que el aire fresco ingrese al Nv 11
- La siguiente descripción muestra el encauzamiento del aire contaminado para la mina.:
- La columna Rb 22 y Rb 223, que tiene un diámetro de 3.05m y una longitud de 440m en dos tramos, extrae el aire contaminado de la zona Ariana. El primer tramo tiene una longitud de 220m y va del Nv 8 al Nv 3. El segundo segmento, que se extiende desde Nv 3 hacia la superficie y tiene una longitud de 228m, cuenta con dos ventiladores de 110,000 y 110,000 CFM instalados.

La columna Rbs (Rb 12 Rb 13 y Rb 14), que tiene un diámetro de 2.44 metros y una longitud de 320 metros, extrae el aire contaminado de la zona de la Rampa 714. Este segmento comienza en el Nv 10, Nv 8 y Nv 5 donde se instala un ventilador de 100,000 CFM. Desde el Nv 5 hasta la superficie, esta columna absorbe el aire contaminado de toda la rampa 714, que va del Nv 7 al Nv 11.

4.4.6. Requerimiento de Aire Mina Ticlio

Según el artículo 236o, inciso d) del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional DS-055-2010-EM, el titular minero debe proporcionar 3 m³/min de aire a cada HP que desarrollen los equipos.

Este requerimiento se ha calculado tomando en cuenta el personal de la empresa y las diversas empresas especializadas que trabajan en la mina interna, priorizando la guardia con la mayor cantidad de trabajadores.

Se muestra la cantidad de trabajadores de Mina con los que se realizará el cálculo.

Tabla 14. Fuerza Laboral Mina Ticlio

AREA	VOLCAN S.A.A.	EMPRESA ESPECIALIZADA
MINA	30	311
ADMINISTRACION	6	49
MANTENIMIENTO	1	1

Tabla 15. Requerimiento de Aire para Personal ingresante a Mina

NECESIDADES DE AIRE FRESCO			
Para personal			
Compañía :	10 hombres x guardia		
Contratas :	66 hombres x guardia		
Total :	76 hombres x guardia		
6 m ³ / min / hombre guardia		456	m ³ /min
3 m ³ / min / hp		16,106	CFM

Según el D. S. No 023-2017-EM, HP necesita 3 m³/min de caudal. Se tiene en cuenta el factor de simultaneidad 1. El requerimiento de aire para equipos diésel se muestra a continuación.

Tabla 16. Requerimiento de Aire para Equipos Diesel

Para Equipos											
ITEM	EQUIPOS	CANTIDAD	HP	HP TOTA	HR/PRO G	HR/GDIA	FACT. SIMULT.	M3/MIN	CFM		
1	cat R1600	3	270	810	12	12	1.00	2430	85,645		
2	ST 1030	1	250	250	12	12	1.00	750	26,434		
3	JUMBOS	2	70	140	12	12	1.00	420	14,803		
4	CAMIONETAS	7	75	525	12	12	1.00	1575	55,511		
5	CAMION DE SERV.	1	135	135	12	12	1.00	405	14,274		
6	Robot	1	90	90	12	12	1.00	270	9,516		
7	Mixer	2	100	200	12	12	1.00	600	21,147		
8	Speider	1	40	40	12	12	1.00	120	4,229		
9	Paus	1	40	40	12	12	1.00	120	4,229		
10	Dumper	1	300	300	12	12	1.00	900	31,721		
11	Bolter	2	70	140	12	12	1.00	420	14,803		
12	Volquetes	6	400	2400	12	12	1.00	7200	253,764		
								15210	536,076		
TOTAL NECESIDADES DE AIRE								15,666	m ³ /min	552,182	CFM

La siguiente tabla muestra el requerimiento de aire estimado para personal y equipos diésel. Esto indica que los equipos diésel requieren más aire. El 97% del caudal necesario en el interior de la mina.

Tabla 17. Requerimiento Global de Caudal de Aire para Interior Mina

RESUMEN	CAUDAL REQUERDIDO		
	M3/MIN	CFM	% DISTRIBUCION
Personal	456	16,106	3%
Equipos	15,210	536,076	97%
Total	15,666	552,182	100%

Ilustración 8. Disposición de Requerimiento de Aire



CONCLUSIONES

- El sistema de aire comprimido comienza con tuberías metálicas de 8"Ø y, hasta la estación de pique inclinado en el Túnel San Nicolas Nv 0, donde se instala un pulmón que eleva la presión, se utilizan tuberías de polietileno de alta densidad (HDPE) de 6"Ø.
- Para el sistema de bombeo se cuenta con 03 bombas estacionarias GIW LSA 6X8 de 300 Hp, con las cuales se bombea el agua a las diferentes cámaras diseñadas para este propósito.
- Para el Aire Comprimido se cuenta con dos reservorios ubicados en el Nv 3 con capacidad de 110m³ y 100 m³ los cuales alimentan a toda la mina mediante una red de distribución, con tuberías HDPE de 4"Ø.
- El levantamiento de campo indica los siguientes valores bajo las condiciones actuales:
 - Caudal de Entrada: 438,113 CFM.
 - Caudal de Salida: 325,849 CFM.
- La necesidad de Aire actual:
 - Para trabajador: por guardia (Q1): 16,106 CFM (456 m³/min), teniendo en cuenta la altitud de la mina 4250 msnm. (6 m³/min por cada persona)
 - Para equipos diésel, Con un factor de simultaneidad del 97%, se ha calculado el caudal necesario para el uso de equipos diésel, con el propósito de exigirnos alcanzar el máximo requerido por las supervisiones de Osinergmin (Q2): 552,182 CFM (15,210 m³/min)
- El caudal requerido Total: (Q1) + (Q2): 552,182 CFM

RECOMENDACIONES

- Terminar con la implementación del sistema principal de bombeo y garantizar su continuidad en niveles inferiores lo cual permitirá el manejo del agua de interior mina que es uno de los principales problemas que tiene la operación.
- Revise el diseño de la mina para reducir el costo de bombeo al reducir el acceso y evitar operaciones con gradientes negativos.
- Rediseñar el sistema de bombeo para reducir el número de bombas y tuberías necesarias debido a la larga distancia. Debe ubicarse el sistema principal en la zona oeste de Veta Ramal Techo porque es allí donde se encuentra gran parte del mineral económicamente explotable.
- Realizar el modelo del circuito de ventilación mina usando el software VENTSIM, con la finalidad de mejorar en forma rápida los circuitos al mismo ritmo de los avances de desarrollos y preparaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GÓMEZ E., G.A., 2007. Caracterización del sistema principal de ventilación de la mina el Bloque, c.i cardinales. Trabajo de grado. Ingeniero de Minas. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas. Medellín., 69 P.
- LEAL P., R. J. y RUIZ C., A. J., 2003. Caracterización y sistematización de la ventilación de la mina de caliza, cementos el Cairo S.A. Trabajo de grado. Ingenieros de Minas. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas Medellín., 189 P.
- C. Mataix. “Mecánica de Fluidos y Máquinas hidráulicas”. Ediciones del Castillo. Segunda Edición. Madrid, España. 1986.
- R.G. Allen. “Relating the Hazen-Williams and DarcyWeisbach friction loss equations for pressurized irrigation”. American Society of Agricultural and Biological Engineers. Vol. 12, Issue 6, pp. 685-693. 1996.
- C.P. Liou. “Limitations and proper use of the Hazen-Williams Equation”. Journal of Hydraulic Engineering. Vol. 124, Issue 9, pp. 951-954. September 1998.
- Blanco E., Velarde S., Fernández J.1994. Sistemas de Bombeo. Área de Mecánica de Fluidos, Universidad de Oviedo, España.
- Manual de Hidrosta S.A. 1 994. Bombas de alta eficiencia. Avenida Portada del Sol 722. Lima 36, Perú.
- Viejo Zubicaray, Manuel. 2002. Bombas; Teoría, Diseño y Aplicaciones. Ed. Limusa S.A. México.
- Kenneth J. Mc Naughton, 1998. Bombas, selección, uso y mantenimiento. Ed Mc Graw Hill. México.
- FELIPE, DE LUCIO. (1972) Especificaciones para el relleno hidráulico.
- LUQUE, V. C., 1988. Manual de ventilación de minas. Pedeca S. Coop. Ltda, España.
- Weiss F. y Córdova D. “Influencia de las condiciones naturales en la selección

del método de explotación en minería subterránea”, Informe INGEMMET – 1991.

Bath, C., y S. Duda. 1968. Secular Seismic Energy release in the circum pacific belt.

Bernal, I., y H. Tavera. 2005. Evaluación de la sismicidad y distribución de la energía sísmica en Perú. IGP Boletín de la Sec. Geológica del Perú V 98 p 54-86

Compañía Minera Buenaventura S.A.A. – UP. Uchucchacua: Departamento de Servicios Mina – 2016.

Exsa (2010). “Manual Práctico de Voladura” última Edición. Lima – Perú

Ministerio de Energía y Minas (1995): Guía ambiental de manejo de agua en operaciones minero-metalúrgicas. Dirección General de Asuntos Ambientales, Lima Perú.

Ministerio de Energía y Minas (1995): Guía ambiental para el manejo de drenaje ácido de minas. Dirección General de Asuntos Ambientales, Lima Perú.

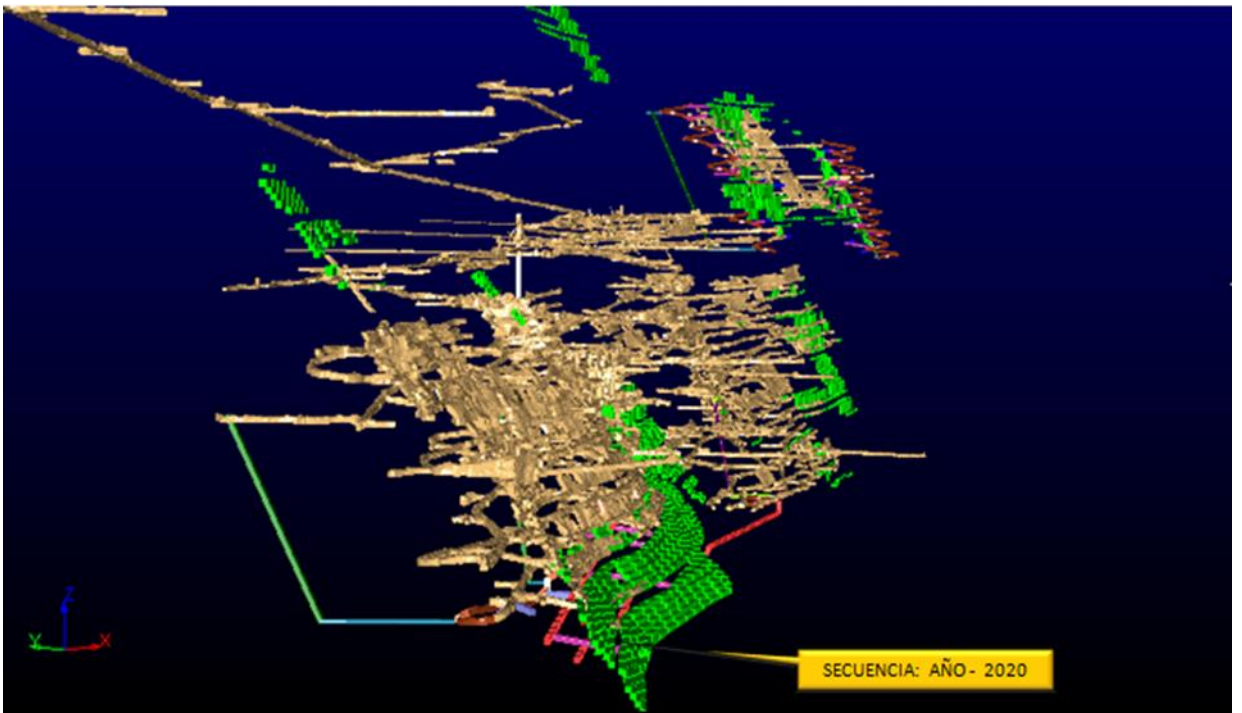
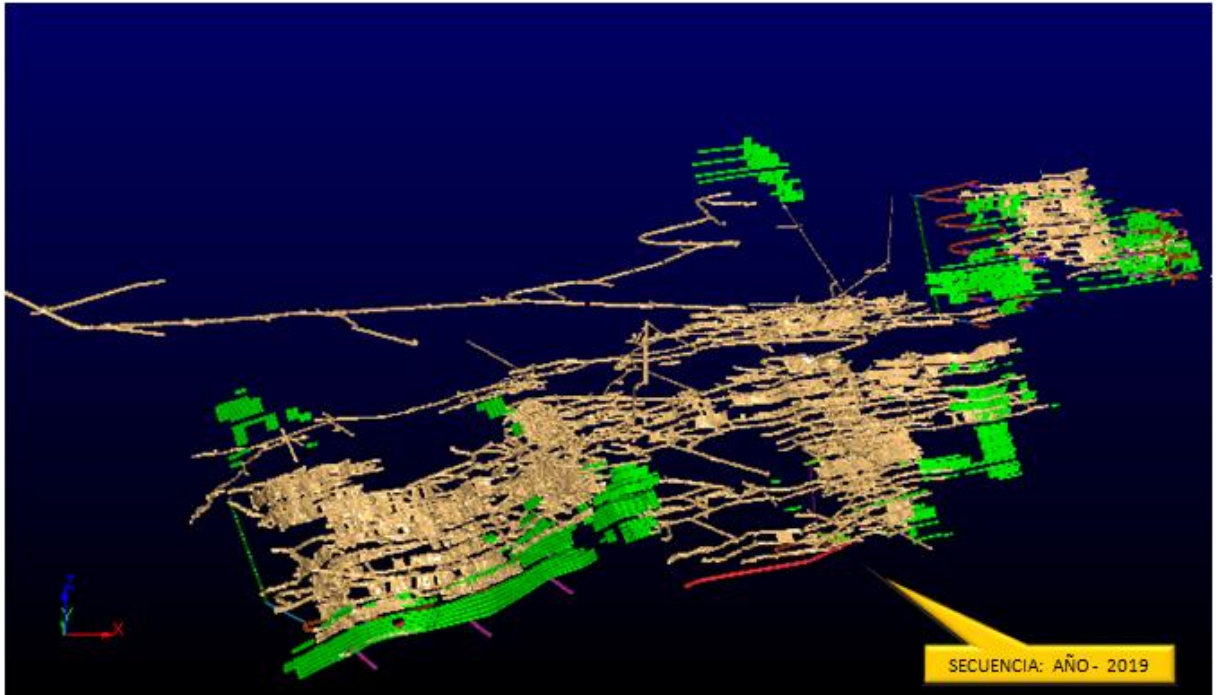
Jara Tirapegui, Wilfredo (1998), Fondo “MAQUINAS HIDRÁULICAS”. Editorial INIFIM- UNI.

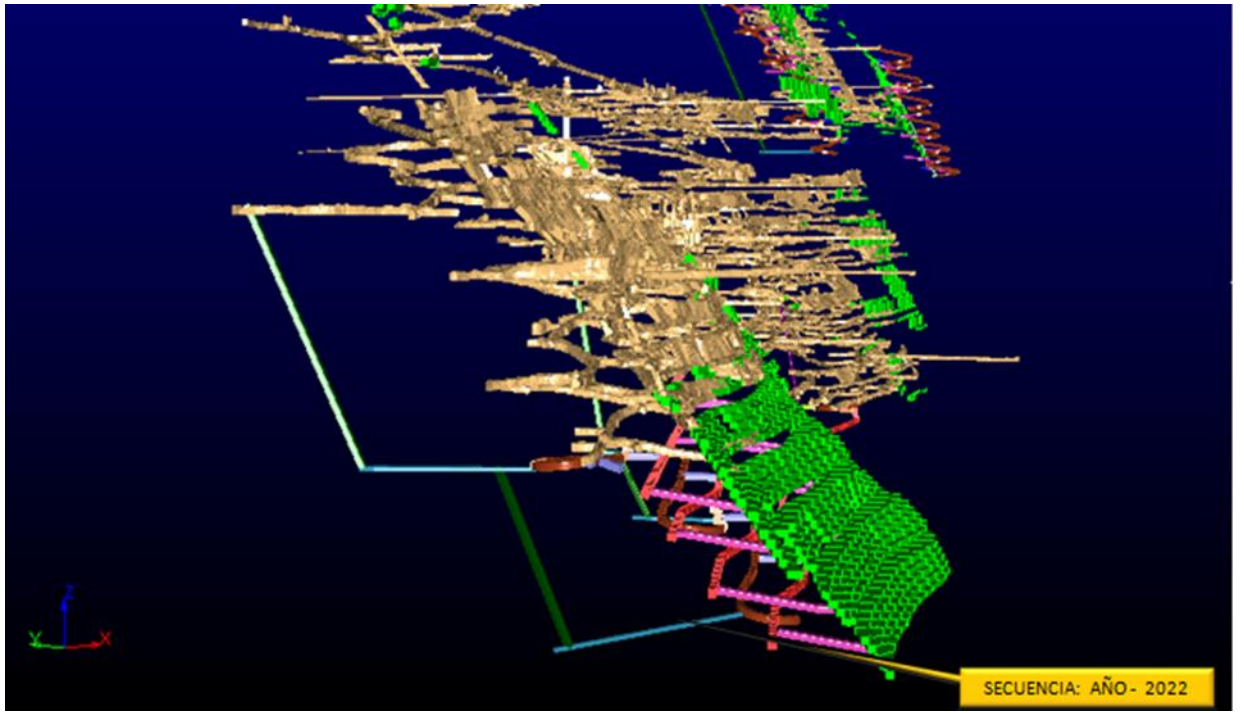
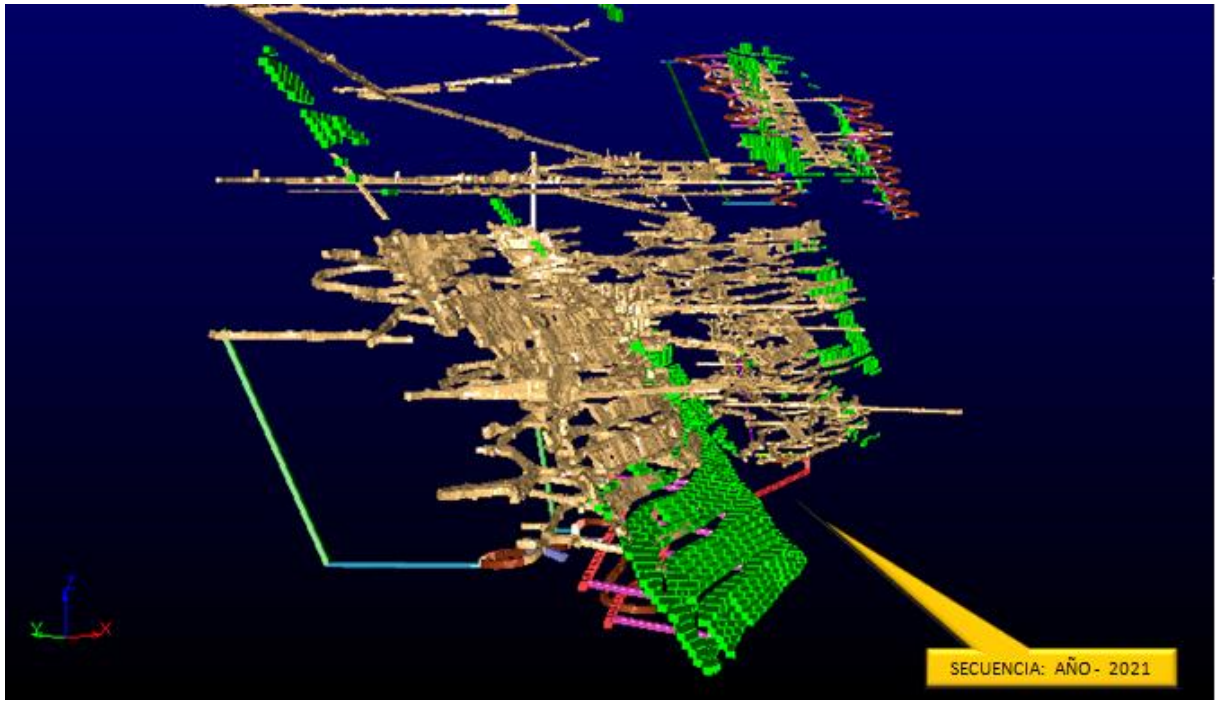
ANEXOS

Anexo I. Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
TÍTULO: “Planeación de los Servicios de Mina para Sincronizar las Operaciones de la Mina Ticlio – Compañía Minera Volcan”						
Tesista: Bach. Johann Yerssiño GOMEZ PASTRANA.						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO Y NIVEL DE INVEST
<p>GENERAL: ¿En qué condiciones se puede efectuar la planeación de los Servicios de Mina para Sincronizar las Operaciones de la Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán?</p> <p>Problemas específicos A. ¿El realizar la planeación de los Servicios de Mina mejorara las operaciones de la Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán? B. ¿La evaluación de la planeación de los Servicios de Mina acondicionara las operaciones de la Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán?</p>	<p>GENERAL: Efectuar la planeación de los Servicios de Mina para Sincronizar las Operaciones de la Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán.</p> <p>Objetivos específicos A. Realizar la planeación de los Servicios de Mina para mejorar las operaciones de la Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán. B. Evaluar de la planeación de los Servicios de Mina para acondicionar las operaciones de la Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán.</p>	<p>GENERAL Con la planeación de los Servicios de Mina se sincronizará las operaciones de la Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán.</p> <p>Hipótesis específicas A. La planeación de los Servicios de Mina mejorara las operaciones de la Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán. B. La evaluación de la planeación de los Servicios de Mina acondicionara las operaciones de la Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán.</p>	<p>INDEPENDIENT E X: Planeación de los Servicios de Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán.</p> <p>Dependientes Y: Sincronizar las operaciones de la Mina Ticlio de la Compañía Minera Volcán.</p>	<p>Planeamiento de Minas</p> <p>Plan de minado</p> <p>Ciclo de Minado</p> <p>Compañía Minera Volcan.</p>	<p>Sistema de aire comprimido.</p> <p>Sistema de Bombeo del agua de Mina.</p> <p>Sistema de Relleno hidráulico</p> <p>Sistema de ventilación</p>	<p>TIPO: Aplicada.</p> <p>NIVEL: Evaluativa.</p>

Anexo 2. Circuitos de Ventilación





AIRE COMPRIMIDO



AIRE COMPRIMIDO

- Es el aire atmosférico al cual se le ha suministrado cierta presión, por medio de las compresoras; para su uso en la minería, construcción e industria de la Fabricación.
- Es un tipo de energía que se utiliza principalmente en la perforación, sea en minería superficial como en la subterránea y es producida por las compresoras que transforman energía mecánica en energía potencial almacenada, resultante de una alta presión que produce el proceso de compresión, esta energía se utiliza en los trabajos de perforación, en las tolvas neumáticas, que son muy necesarias en minas subterráneas.



Compresora

- Son máquinas diseñadas especialmente para comprimir aire o gas, desde una presión inicial de entrada (aire libre), hasta la presión de descarga, la cual puede ser graduada de acuerdo a los requerimiento, mediante el automático de la compresora.



Ing. Moner Wilson Uribarri Urbina -
Formando Mineros Responsables

CONCEPTOS FUNDAMENTALES

- **Aire libre**
- **Presion atmosférica**
- **Presion Manométrica**
- **Presión Absoluta**
- **Temperatura**
- **Temperatura absoluta**
- **Volumen de Aire entregado**
- **Compresoras**
- **Compresión**

ING. MONER URIBARRI
SERVICIOS AUXILIARES - 2012

AREAS DE APLICACION

- El aire comprimido tiene muchas aplicaciones, las cuales podemos mencionar:
- **1.Minería:** Se utiliza principalmente en las canteras y minas para la perforación, así como en el carguío, en palas, shuts.
- **2.Construcción:** Se utiliza en la perforación para la construcción de Diques, Canales, Carreteras, Túneles, como energía neumática.
- **3.Industria de la Fabricación.-** En los instrumentos de acabado, en las fábricas de autos, industria química, etc.

ING. MONER URIBARRI
SERVICIOS AUXILIARES - 2012

AREAS DE APLICACION

- El aire comprimido tiene muchas aplicaciones, las cuales podemos mencionar:
- **1. Minería:** Se utiliza principalmente en las canteras y minas para la perforación, así como en el carguío, en palas, shuts.
- **2. Construcción:** Se utiliza en la perforación para la construcción de Diques, Canales, Carreteras, Túneles, como energía neumática.
- **3. Industria de la Fabricación.-** En los instrumentos de acabado, en las fábricas de autos, industria química, etc.

ING. MONER URIBARRI
SERVICIOS AUXILIARES - 2012

TIPOS DE COMPRESION

1. **COMPRESIÓN ADIABATICA:** Es aquella compresion en la cual hay un incremento de la temperatura desde la presión inicial de admisión (P_1) que es la presión atmosférica, hasta la presión final (P_2), de acuerdo a los requerimientos de su uso; presentándose el inconveniente de la temperatura del aire comprimido. Para este tipo de compresión deberá cumplirse que $PV^k = \text{Constante}$
- Además el trabajo desarrollado en comprimir será:
- $W = 144 P_1 V_1 [(P_2 / P_1)^{(n-1)/n} - 1]$

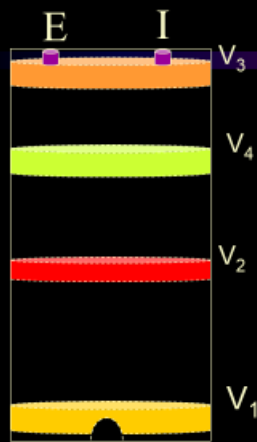
ING. MONER URIBARRI
SERVICIOS AUXILIARES - 2012

CONTINUACION

- Donde:
- P_1 = Presión de admisión (lbs/pulg²)
- P_2 = Presión de entrega (lbs/pulg²)
- V_1 = Volumen de aire libre
- n = Coeficiente politrópico = 1.406
- W = Trabajo realizado al comprimir
- $n = C_p / C_v = 0.2375 / 0.1689 = 1.40615749 \cong 1.406$
- 1. **COMPRESIÓN ISOTERMICA:** Es aquella compresión en la cual la temperatura inicial (aire libre) se mantiene constante durante el trabajo de compresión, es decir que el calor producido es separado inmediatamente y la temperatura se mantiene constante. En este tipo de compresión se cumple que $PV = \text{Constante}$.
- Además el trabajo desarrollado en comprimir será:
- $W = 144 P_1 V_1 \ln (P_2 / P_1)$
-

ING. MONER URIBARRI
SERVICIOS AUXILIARES - 2012

PROCESO DE COMPRESION



Espacio Muerto
Volumen de espacio muerto
Presión de admisión
Punto muerto superior
Punto muerto inferior
Volumen desplazado
Razón de compresión
Temperatura

ING. MONER URIBARRI
SERVICIOS AUXILIARES - 2012

Presion Atmosferica

- Es la presión reinante en cualquier punto de la tierra a temperatura y humedad del lugar donde se mide y varía con la altura, temperatura, gravedad y densidad, esta presión es producida por el peso del aire.
- La fórmula para hallar la presión atmosférica a cualquier altura y Temperatura es:

$$\text{Log } P_2 = \text{Log } P_1 - \frac{H}{122.4 (\text{°F} + 461)}$$

- Donde: P_1 = Presión a nivel del mar.
- P_2 = Presión a la altura h.
- H = Altura sobre el nivel del mar.
- °F = Temperatura del lugar

$$\text{Log } P_2 = \text{Log } P_1 - 0.0000157 H$$

- Donde: P_1 = Presión absoluta del nivel de referencia.
- P_2 = Presión absoluta a la altura h.
- H = Diferencia de Altura entre los puntos 1 y 2.

ING. MONER URIBARRI
SERVICIOS AUXILIARES - 2012

Volumen Desplazado

- Viene a ser el volumen que se desplaza en el recorrido del embolo, hallado tomando su área, longitud y las revoluciones por minuto, es calculado de igual forma en los compresores de cuerpo hermético.

$$V_D = A * L * N$$

• Donde:

- A = Area del embolo o cuerpo hermético.
- L = Longitud
- N = RPM.

- Ejemplo: Hallar el volumen desplazado por un embolo de 25 cm de radio, y 40 cm de longitud y una velocidad angular de 2000 RPM, así mismo el volumen de aire libre esperado para un espacio muerto del 4%.

$$V_D = A * L * N$$

$$A = \pi R^2 = 3.1416 (0.25)^2$$

$$C = 0.04$$

$$V_2 \quad V_D = 3.1416 (0.25)^2(0.40) (2000) = 157.08 \text{ m}^3$$

$$V_1 = V_D + C V_D = 157.08 + 0.04 * 157.08$$

$$V_1 = 163.36 \text{ m}^3$$

ING. MONER URIBARRI
SERVICIOS AUXILIARES - 2012

Proceso de compresion

- En la gráfica de presión volumen mostrado, el punto 3 que es el punto muerto superior, el pistón completa justamente la compresión y descarga del gas del cilindro y la válvula de escape E ha acabado de cerrarse. El volumen de gas remanente en el cilindro en ese momento V_3 se llama volumen del espacio muerto; a medida que el pistón regresa de su posición del punto muerto superior (pms), dicho volumen V_3 se expande hasta alcanzar P_4 y V_4 , en el punto 4, en ese momento la válvula de admisión (I) se abre y el gas se introduce en el cilindro por el movimiento continuo de retorno del pistón, cuando el pistón alcanza la posición del punto muerto inferior (pmi) punto 1, la válvula de admisión se cierra entonces el gas se comprime de (1) hasta (2), cuando la válvula de expulsión "E" se abre, lográndose de este modo que el pistón expulse el gas del cilindro de (2) a (3), luego de lo cual se cierra.
- Los procesos reales de compresión y expansión en el cilindro no se ajustan a los procesos teóricos. Las válvulas de admisión y expulsión (escape), no se abren instantáneamente y varias pérdidas de presión y efectos de fricción producen desviaciones de los procesos ideales.

ING. MONER URIBARRI
SERVICIOS AUXILIARES - 2012

Capacidad de Una compresora

- La capacidad de una compresora la dan los fabricantes en los catálogos, en pies cúbicos por minuto (PCM) y al nivel del mar.
- **CAPACIDAD REAL DE UNA COMPRESORA:**
- Es el volumen de aire comprimido que entrega una compresora en pies cúbicos por minuto, a la presión y temperatura de entrada, y está relacionado con el rendimiento volumétrico.
- **EFICIENCIA VOLUMÉTRICA:**
- Es la relación entre la cantidad de aire libre a la temperatura ambiente y la presión de admisión realmente tomado por el pistón o émbolo o cuerpo hermético en el momento de su desplazamiento, con el volumen teórico del compresor. Se expresa en %, este porcentaje varía entre 50 y 85% en la práctica.

$$\text{Eff V.} = V' / V_D$$

ING. MONER URIBARRI
SERVICIOS AUXILIARES - 2012

Eficiencia de Compresion

- Es la relación entre el caballaje teórico a los caballos de fuerza indicados, que se requieren para comprimir una cantidad definida de aire o gas por minuto. La potencia teórica puede ser calculada de acuerdo a la base adiabática y la eficiencia de compresión correspondiente y estará expresada en porcentaje.
- **EFICIENCIA MECANICA:**
- Es la relación de los caballos de fuerza que suministra el cigüeñal de la compresora con el caballaje indicado que va en la placa. El caballaje suministrado se puede medir mediante un dispositivo que mide la presión dentro del cilindro, continuamente en cada punto de la trayectoria del émbolo.
- **CAPACIDAD TEORICA CONVENCIONAL:**
- Se determina en función del diagrama presión volumen y espacio muerto, más el rendimiento. Se define como el volumen barrido por el pistón, sin considerar el espacio muerto en este volumen, ya que representa al aire libre realmente tomado por el pistón o cuerpo hermético.

ING. MONER URIBARRI
SERVICIOS AUXILIARES - 2012

Volumen de aire libre esperado

- Es el volumen que realmente ingresa en el cilindro o cuerpo hermético, para su compresión, el rendimiento volumétrico se puede deducir a partir del volumen de aire libre esperado utilizando el diagrama presión volumen tanto para el proceso Isotérmico como para el Adiabático
-
- $V' = V_1 - V_4$
-
- $V' = \text{Volumen de aire libre esperado}$

ING. MONER URIBARRI
SERVICIOS AUXILIARES - 2012

Rendimiento Volumetrico Convencional

- Se determina de la siguiente forma:
- $V' = V_1 - V_4$ (I)
- $\eta_V = V' / V_D$ (II)
- $V_3^n P_3 = V_4^n P_4$ $P_3 / P_4 = (V_4 / V_3)^n$ $V_4 / V_3 = (P_3 / P_4)^{1/n}$
- $V_4 = V_3 (P_3 / P_4)^{1/n}$ pero $V_3 = C V_D$ y $(P_3 / P_4)^{1/n} = (P_2 / P_1)^{1/n}$
- Entonces: $V_4 = C V_D (P_2 / P_1)^{1/n}$ (III)
- $V_1 = V_D + C V_D$ (IV)
- Reemplazando (III) y (IV) en (I) se tiene:
- $V' = V_D + C V_D - C V_D (P_2 / P_1)^{1/n}$ (V)
- Reemplazando (V) en (II) se tiene:
- $\eta_V = [V_D + C V_D - C V_D (P_2 / P_1)^{1/n}] / V_D$
- $\eta_V = 1 + C - C (P_2 / P_1)^{1/n}$ Rendimiento volumétrico convencional para proceso adiabático
- $\eta_V = 1 + C - C (V_1 / V_2)$ Rendimiento volumétrico convencional para proceso isotérmico.

ING. MONER URIBARRI
SERVICIOS AUXILIARES - 2012

COMPRESORAS

- Son máquinas diseñadas especialmente para comprimir aire o gas, desde una presión inicial de entrada (aire libre), hasta la presión de descarga, la cual puede ser graduada de acuerdo a los requerimiento, mediante el automático de la compresora. Es un aparato de conversión de energía, que convierte energía mecánica en energía potencial almacenada, resultante de una alta presión obtenida.



ING. MONER URIBARRI
SERVICIOS AUXILIARES - 2012

