

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



T E S I S

**Diseño de malla de perforación y voladura para mejorar la eficiencia
de avance lineal de la Rampa 922 de la Unidad de Empresa**

Administradora Ticlio

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Efrain SACRAMENTO JANAMPA

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

**Diseño de malla de perforación y voladura para mejorar la eficiencia
de avance lineal de la Rampa 922 de la Unidad de Empresa
Administradora Ticlio**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Vicente César DÁVILA CÓRDOVA
PRESIDENTE

Mg. Raúl FERNANDEZ MALLQUI
MIEMBRO

Mg. Teodoro Rodrigo SANTIAGO ALMERCÓ
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Facultad de Ingeniería de Minas

Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas



Firmado digitalmente por CONDOR
SURICHAQUI Santa Silvia FAU
20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 27.08.2024 20:57:41 -05:00



INFORME DE ORIGINALIDAD N° 039-2024

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 Originality, que a continuación se detalla:

Presentado por:

Bach. SACRAMENTO JANAMPA EFRAIN

Escuela de Formación Profesional
Ingeniería de Minas

Tipo de trabajo:
Tesis

Título del trabajo
**“DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA PARA
MEJORAR LA EFICIENCIA DE AVANCE LINEAL DE LA RAMPA
922 DE LA UNIDAD DE EMPRESA ADMINISTRADORA TICLIO”**

Asesor:
Ing. Julio César, SANTIAGO RIVERA

Índice de Similitud: **3 %**

Calificativo
APROBADO

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

Cerro de Pasco, 27 de agosto de 2024.

Sello y Firma del responsable
de la Unidad de Investigación

DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía en mi camino y quien me da muchas oportunidades en la vida.

A mi hija por ser la inspiración y motivación para seguir adelante cada día.

A mi familia por su apoyo y constancia en mi vida.

AGRADECIMIENTO

Primordialmente quiero dar agradecimiento al Ing. Julio C. Santiago Rivera por brindarme su apoyo y darme la oportunidad de poder realizar mi proyecto de investigación profesional. Profundamente, quedo agradecido por su paciencia y su dedicación. Sin sus correcciones y sus palabras precisas no me hubiera sido posible alcanzar esta anhelada instancia de mi desarrollo académico y profesional. Llevaré sus consejos y su guía siempre presentes en la memoria como parte de mi experiencia profesional en un futuro.

Agradezco eternamente a la Universidad Daniel Alcides Carrión por darme la oportunidad de tener una carrera de excelencia, a mis docentes que en todo momento me guiaron y enseñaron con sus experiencias.

Para terminar, quiero agradecer a la Unidad Minera Ticlio perteneciente a la Compañía Minera Volcán S.A.A, ingenieros de la contrata, jefes de guardia y compañeros de trabajo. A los operadores, maestros cargadores y ayudantes, etc. quienes fueron un apoyo fundamental para lograr la presente investigación y además a profundizar mis conocimientos en la minería.

RESUMEN

En muchas oportunidades la minería subterránea tiene que lidiar con muchos obstáculos que se presentan en los procesos de trabajo, que a pesar de contar con muchos recursos se presentan problemas. En tal motivo el presente proyecto de investigación tiene como función resolver el problema ¿De qué manera influirá la aplicación de una alternativa de malla de perforación y voladura en la mejora de eficiencia de avance lineal de la rampa negativa 922 de la zona Este de la U.E.A. Ticlio? Con la pregunta realizada se tiene como objetivo, Determinar de qué manera la nueva alternativa del diseño de malla de perforación y voladura influirá en el progreso de eficiencia de avance lineal de la rampa negativa 922 de la zona Este de la U.E.A. Ticlio.

El informe investigativo se realizó con el método científico, de tipo aplicada de nivel descriptivo y como diseño de investigación se realizó de manera experimental. La población fue todos los niveles de nivel 12 y 15 de la zona este de la Unidad Minera Ticlio, la muestra elegida fue de manera no aleatoria el cual es la Rampa Negativa 922. Para la investigación se realizaron 21 disparos, donde se obtuvo una eficiencia de avance lineal del 96% con un avance del 0.19 m del promedio total de la investigación, así mismo se logró determinar una cantidad de 1.47 kg de explosivo promedio de ahorro de la misma.

Palabras Clave: Diseño de malla, eficiencia, avance lineal.

ABSTRACT

On many occasions, underground mining has to deal with many obstacles that arise in the work processes, which despite having many resources, problems arise. For this reason, the purpose of this research project is to solve the problem: ¿How will the application of an alternative drilling and blasting mesh influence the improvement of the linear advance efficiency of the negative ramp 922 of the Eastern zone of the U.E.A. Ticlio? The objective of the question asked is to determine how the new drilling and blasting mesh design alternative will influence the linear advance efficiency progress of the negative ramp 922 of the Eastern zone of the U.E.A. Ticlio.

The investigative report was carried out with the scientific method, applied at a descriptive level and as a research design it was carried out experimentally. The population was all levels 12 and 15 of the eastern area of the Ticlio Mining Unit, the sample chosen was non-random which is the Negative Ramp 922. For the investigation, 21 shots were carried out, where an efficiency was obtained of linear advance of 96% with an advance of 0.19 m of the total average of the investigation, it was also possible to determine an amount of 1.47 kg of explosive average saving thereof.

Keywords: Mesh design, efficiency, linear advance.

INTRODUCCIÓN

La Compañía Minera Volcán en su Unidad Minera actualmente emplea el Breasting o Corte y relleno ascendente y Bench an Fill Avoca con taladros largos como métodos. Este depende de un avance efectivo de las rampas en las zonas, ya que estas son importantes para los accesos, transporte y extracción de los yacimientos. las rampas vienen ocasionando una deficiencia de avance lineal en la RAMPA 922. En tal motivo se tiene como objetivo de describir de qué manera la nueva alternativa del diseño de malla de perforación y voladura influirá en el progreso de eficiencia de avance lineal de la rampa negativa 922 de la zona Este de la U.E.A. Ticlio.

Capítulo I, se describe respecto al planteamiento del problema de investigación, se formula el problema, los objetivos y las limitaciones de la investigación.

Capítulo II, en este capítulo se utilizaron varios estudios que ayuden componer todo el capítulo donde se detalla los antecedentes del estudio, el marco teórico, se formula la hipótesis y se identificaron las variables del estudio de la investigación.

Capítulo III, en este ítem se describe el tipo de investigación del estudio, así mismo el diseño que tiene el presente estudio, la población, muestra y las diferentes técnicas de recolección de datos para realizar el estudio.

El capítulo IV, aquí se da a conocer los resultados que representar como tal al objetivo del estudio presentado. En este capítulo se tiene como resultados los resultados de los 21 disparos realizados en la rampa negativa 922 obteniendo una eficiencia de avance lineal del 96%, y un logro del 0.19 cm en avance lineal de perforación dando buenos resultados al estudio, así mismo se tiene el ahorro del 1.47 kg de explosivos en el diseño de malla propuesto.

ÍNDICE

| | |
|-------------------|--|
| DEDICATORIA | |
| AGRADECIMIENTO | |
| RESUMEN | |
| ABSTRACT | |
| INTRODUCCIÓN | |
| ÍNDICE | |
| ÍNDICE DE CUADROS | |
| ÍNDICE DE FIGURAS | |

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

| | | |
|------|--|---|
| 1.1. | Identificación y planteamiento del problema | 1 |
| 1.2. | Delimitación de la Investigación | 2 |
| | 1.2.1.Delimitación espacial | 2 |
| | 1.2.2.Delimitación temporal | 2 |
| | 1.2.3.Delimitación conceptual..... | 2 |
| 1.3. | Formulación del problema | 3 |
| | 1.3.1.Problema General | 3 |
| | 1.3.2.Problemas Específicos | 3 |
| 1.4. | Formulación de objetivos | 3 |
| | 1.4.1.Objetivo General..... | 3 |
| | 1.4.2.Objetivos Específicos. | 3 |
| 1.5. | Justificación e importancia de la investigación..... | 4 |
| 1.6. | Limitaciones de la investigación..... | 4 |

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

| | | |
|------|------------------------------------|---|
| 2.1. | Antecedentes de estudio..... | 5 |
| | 2.1.1.Dato a Nivel Universal | 5 |

| | | |
|---------|---|----|
| 2.1.2. | Datos Nacionales | 5 |
| 2.1.3. | Datos Regionales | 6 |
| 2.2. | Bases teóricas – científicas | 7 |
| 2.2.1. | Voladura..... | 7 |
| 2.2.2. | Perforación..... | 8 |
| 2.2.3. | Diseño de una rampa | 9 |
| 2.2.4. | Criterio de voladura defendido por Roger Holmberg..... | 10 |
| 2.2.5. | Unidad Minera Ticlio..... | 14 |
| 2.3. | Definición de términos conceptuales..... | 22 |
| 2.3.1. | Perforación..... | 22 |
| 2.3.2. | Voladura..... | 22 |
| 2.3.3. | Malla de perforación | 22 |
| 2.3.4. | Diseño | 23 |
| 2.3.5. | Macizo rocoso | 23 |
| 2.3.6. | Frente..... | 23 |
| 2.3.7. | Burden..... | 23 |
| 2.3.8. | Explosivos | 23 |
| 2.3.9. | Sobre excavación..... | 23 |
| 2.3.10. | Arranque | 24 |
| 2.3.11. | Factor de carga (kg/m ³) | 24 |
| 2.3.12. | Perforación de taladros | 24 |
| 2.3.13. | Rampa..... | 24 |
| 2.3.14. | Eficiencia de avance lineal | 24 |
| 2.4. | Formulación de Hipótesis | 24 |
| 2.4.1. | Hipótesis General..... | 24 |
| 2.4.2. | Hipótesis Especificas..... | 25 |
| 2.5. | Identificación de variables..... | 25 |
| 2.6. | Definición Operacional de Variables e Indicadores | 26 |

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

| | | |
|------|---|----|
| 3.1. | Tipo de investigación | 27 |
| 3.2. | Nivel de investigación | 27 |
| 3.3. | Métodos de Investigación | 27 |
| 3.4. | Diseño de investigación | 28 |
| 3.5. | Población y Muestra. | 28 |
| | 3.5.1.Población | 28 |
| | 3.5.2.Muestra | 28 |
| 3.6. | Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 28 |
| 3.7. | Técnicas de procesamiento y análisis de datos..... | 29 |
| 3.8. | Tratamiento estadístico..... | 30 |
| 3.9. | Orientación ética filosófica y epistémica..... | 30 |

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

| | | |
|------|--|----|
| 4.1. | Descripción del trabajo de campo | 31 |
| | 4.1.1.Zona de operación y trabajo de campo..... | 31 |
| | 4.1.2.Zona Alta | 31 |
| | 4.1.3.Zona Este | 32 |
| | 4.1.4.Zona Oeste (comprende desde el nivel 9 hasta profundización) | 32 |
| 4.2. | Presentación, análisis e interpretación de resultados..... | 33 |
| | 4.2.1.Cálculos de la propuesta del diseño de malla..... | 33 |
| | 4.2.2.Resultados de los cálculos realizados en la rampa negativa 922 | 46 |
| | 4.2.3.Malla de perforación y voladura normal..... | 46 |
| | 4.2.4.Malla de perforación y voladura propuesta | 50 |
| 4.3. | Prueba de Hipótesis | 55 |
| | 4.3.1.Análisis de cálculos estadísticos..... | 55 |
| | 4.3.2.Comprobación de la Hipótesis General | 56 |

| | |
|---|----|
| 4.3.3.Comprobacion de las Hipótesis especificas..... | 59 |
| 4.4. Discusión de resultados..... | 65 |
| 4.4.1.Eficiencia de Avance en la Rampa Negativa 922 | 65 |
| 4.4.2.Diferencia total de mallas en avance lineal y eficiencia lineal | 67 |
| 4.4.3.Kilogramos de Explosivo Utilizados Rampa Negativa 922 | 68 |
| CONCLUSIONES | |
| RECOMENDACIONES | |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | |
| ANEXOS | |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| CUADRO N° 1: Operacionalización de Variables..... | 26 |
| CUADRO N° 2: Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 29 |
| CUADRO N° 3: Datos para el Cálculo del área de la Rp. 922..... | 33 |
| CUADRO N° 4: Parámetros de los Explosivos..... | 34 |
| CUADRO N° 5: Datos Técnicos de la Malla Normal..... | 48 |
| CUADRO N° 6: Avance por Disparo 922 en Porcentaje (%) | 48 |
| CUADRO N° 7: Avance Por Disparo (m)..... | 49 |
| CUADRO N° 8: Kilogramos de Explosivos Usados en la Malla Normal..... | 49 |
| CUADRO N° 9: Datos Técnicos de la Malla Propuesta..... | 50 |
| CUADRO N° 10: Datos Obtenidos del Fanel..... | 51 |
| CUADRO N° 11: Datos Técnicos de la Distribución de Carga Explosiva | 51 |
| CUADRO N° 12: Eficiencia Avanzado de la Malla Propuesta en (%) | 52 |
| CUADRO N° 13: Avance Por Disparo (m)..... | 52 |
| CUADRO N° 14: Kilogramos De Explosivo Utilizados..... | 53 |
| CUADRO N° 15: Eficiencia de Avance Lineal (%)..... | 57 |
| CUADRO N° 16: Prueba t para medias de las muestras..... | 58 |
| CUADRO N° 17: Avance por Disparo (m) en la Rampa 922 | 60 |
| CUADRO N° 18: Prueba t para las muestras | 61 |
| CUADRO N° 19: Kilogramos de explosivos para la prueba de hipótesis..... | 63 |
| CUADRO N° 20: Prueba t para las muestras | 64 |
| CUADRO N° 21: Diferencia de Malla Anterior y Nueva..... | 66 |
| CUADRO N° 22:Diferencia de Eficiencias de Malla Normal y Nueva | 66 |
| CUADRO N° 23: Resumen de Eficiencias de Malla Normal y Nueva..... | 67 |
| CUADRO N° 24: Resumen de Eficiencias de Malla Normal y Nueva..... | 68 |
| CUADRO N° 25: Diferencia de Kilogramos de Malla Normal y Nueva | 69 |
| CUADRO N° 26: Diferencia De Datos De Kilogramos..... | 70 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura N° 1: Área de secciones para el diseño de una malla | 11 |
| Figura N° 2: Distancia y coeficiente para el cálculo de taladros | 12 |
| Figura N° 3: Fórmula para hallar el número de taladros | 12 |
| Figura N° 4: Fórmula del área de sección y perímetro | 13 |
| Figura N° 5 : Profundidad de taladros y diámetro equivalente..... | 14 |
| Figura N° 6: Fórmula para avance por disparo..... | 14 |
| Figura N° 7: Mapa de ubicación de La Unidad Minera Ticlio | 16 |
| Figura N° 8: Mapa de la Geología Regional de la zona..... | 17 |
| Figura N° 9: Geología del deposito | 18 |
| Figura N° 10: Geología estructural del yacimiento | 20 |
| Figura N° 11: Geología estructural del yacimiento | 21 |
| Figura N° 12: Clasificación geomecánica de la masa rocosa | 22 |
| Figura N° 13: Distribución de las zonas mineras..... | 33 |
| Figura N° 14: Taladro de alivio del diseño de malla | 36 |
| Figura N° 15: Taladro de alivio del diseño de malla | 36 |
| Figura N° 16: Primer burden del diseño de malla | 37 |
| Figura N° 17: Segundo burden del diseño de malla | 38 |
| Figura N° 18: Segundo burden del diseño de malla | 38 |
| Figura N° 19: Tercer Burden diseñado..... | 39 |
| Figura N° 20: Tercer Burden aplicado..... | 39 |
| Figura N° 21: Cuarto Burden diseñado | 40 |
| Figura N° 22: Cuarto Burden aplicado..... | 40 |
| Figura N° 23: Taladros de arrastre..... | 41 |
| Figura N° 24: Taladros de contorno | 42 |
| Figura N° 25: Nueva Malla de perforación y secuencia de salida..... | 43 |
| Figura N° 26: Malla de perforación y voladura normal..... | 47 |
| Figura N° 27: Diseño de malla frecuente en la rampa | 47 |

| | |
|--|----|
| Figura N° 28: Proceso de Perforación del modelo Propuesto de Malla | 53 |
| Figura N° 29: Perforación del modelo propuesto de malla | 54 |
| Figura N° 30: Diseño final de la de malla propuesta..... | 54 |
| Figura N° 31: Proceso final de la de malla propuesta..... | 55 |
| Figura N° 32: Gráfico de la Prueba de la Hipótesis general | 59 |
| Figura N° 33: Gráfico de la Prueba de Hipótesis Especifica N° 1 | 62 |
| Figura N° 34: Prueba de Hipótesis Especifica N° 2..... | 65 |

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Una de las operaciones mineras más importantes para el avance de labores y acceso a los yacimientos de los minerales es la perforación y voladura, donde actualmente se tiene deficiencias de ingeniería y aplicaciones de métodos más adecuados para lograr un avance lineal más eficiente considerando muchos factores, según registros muchas veces el problema de muchas unidades mineras está centrado en los diseños de la rampa.

La producción en la Unidad Minera Ticlio está basada en método Corte y Relleno Ascendente con perforación en taladros largos de 14 y 16 metros de perforación de nivel a nivel, con una producción de 1100 toneladas por día, el principal problema presentado es la organización y elaboración de la rampa en el acceso a las estructuras mineralizadas para su explotación y acarreo del mismo. Dado esta premisa, en construcción de la rampa -922 zona Este de la Unidad de empresa administradora Ticlio.

Se llegó a tener inconveniente en el avance o eficiencia de disparo por metro esto por la colocación inadecuada de la malla de PyV como la distancia, burden y espaciamiento, pintado de malla al realizar sin las medidas exactas por la prisa sin considerar línea centro y línea de gradiente. Por tanto, se

evaluaron estas características problemáticas presentes, y luego se planteó diseñar otra alternativa de malla para el proceso determinado en la rampa; así llegar en objetivos escalonados con eficiencia de disparo por metro óptimos.

Así también disminuir la sobre excavación, para lo cual usaremos explosivo emulnor de 1000, 3000 y 5000 en las coronas. Así mismo se trata de poder manejar el deterioro al macizo rocoso. Este estudio se basa en la evaluación y planificación del tipo determinado de cuadrícula de perforación y voladura de rampa de 4.00 m x 4.20 m.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

El proyecto fue realizado en la Unidad Minera Ticlio de la Compañía Minera Volcán.

Dicha unidad de producción se halla localizada entre los:

- Distritos: Chicla y Morococha
- Provincia: HuarochiriyYauli
- Departamento: Lima y Junín

1.2.2. Delimitación temporal

Se ha programado un plazo de 6 meses a partir del mes de noviembre del 2022.

1.2.3. Delimitación conceptual

Es estudio de investigación estará en la recopilación bibliográfica respecto al diseño de malla de PyV y uso de explosivos en la rampa negativa 922 en zona Este. De tal forma, se tendrán en cuenta el estudio y el análisis del avance y los retrasos que generan para llegar a la estructura mineralizada en la zona Este.

También la capacitación e inducción de los colaboradores especialmente los perforistas y cargadores de explosivos el modelo de malla y perforación,

pintado de malla de acuerdo a la línea centro y gradiente es necesaria para poder tener el mismo objetivo y finalmente obtener buenos resultados y avances eficientes.

También, dar a conocer la influencia de energía de cada uno de los explosivos en especial la diferencia que existen entre el emulnor de 1000,3000 y 5000.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿De qué manera influirá la aplicación de una alternativa de malla de perforación y voladura en la mejora de eficiencia de avance lineal de la rampa negativa 922 de la zona Este de la Unidad de Empresa Administradora Ticlio?

1.3.2. Problemas específicos

¿Cuál será la mejora del avance en metros lineales aplicando una alternativa de diseño de malla de perforación y voladura en la rampa negativa 922 de la zona Este de la Unidad de Empresa Administradora Ticlio?

¿Cuál será la diferencia de cantidad empleado en explosivos para la voladura en la rampa negativo 922 aplicando una alternativa de diseño de malla de perforación y voladura en la rampa negativa 922 de la zona Este de la Unidad de Empresa Administradora Ticlio?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar de qué manera la nueva alternativa del diseño de malla de perforación y voladura influirá en el progreso de eficiencia de avance lineal de la rampa negativa 922 de la zona Este de la Empresa Administradora Ticlio.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a) Explicar los resultados de la mejora del avance en metros lineales aplicando una alternativa de diseño de malla de perforación y

voladura en la rampa negativa 922 de la zona Este de la Unidad de Empresa Administradora Ticlio.

- b) Determinar una diferencia de kilogramos de explosivos a utilizar para la voladura aplicando una alternativa de diseño de malla de perforación y voladura en la rampa negativa 922 de la zona Este de la Unidad de Empresa Administradora Ticlio.

1.5. Justificación de la investigación

El proyecto presentado se justifica porque se realizará la revisión científica e investigación sumada la experiencia con relación a los modelos de mallas aplicado en el proceso realizado en la rampa. Aplicado estos conocimientos se obtendrá indicadores para poder mejorar el avance óptimo de la rampa negativa 922.

La importancia de diseño de malla de PyV describe como contribuye sus resultados que podrán ser de gran beneficio económico para la empresa, de modo que también tendremos acceso a estructuras mineralizadas y tener más labores de extracción y explotación de mineral.

1.6. Limitaciones de la investigación

El proyecto se realizará con el respaldo de ingenieros presentes en la Unidad Minera Ticlio y los supervisores encargados de las operaciones de explotación mina.

- No existirán limitaciones en el caso de requerir información.
- Tampoco se tendrá limitaciones de acceso a las labores mineras como la rampa negativa 922.
- No habrá limitación económica para el informe final porque será cubierto por el investigador.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Dato a Nivel Universal

Guamán (2016) explica su estudio de: “Optimización de los procesos de perforación y voladura en el túnel Fase A-B de interconexión del proyecto Sopladora”. Cuyo objetivo fue optimizar el sistema de Perforación y voladura utilizadas en túneles de fase A-B de proyectos hidroeléctricos volados para evitar que ocurran voladuras secundarias.

Concluyendo que al aplicar la maquina Jumbo minimiza según el transcurso de la perforación y además teniendo en cuenta una buena forma de cargar el barreno se tendrá un desarrollo excelente de voladura.

2.1.2. Datos Nacionales

Romaní (2019) demuestra en su investigación: “Diseño de mallas de perforación y voladura para optimizar avances y sobre rotura Nv. 1225 - Mina Andaychagua - VCM S.A.A.”. Se concluyo la mejora en promedio de 95% de 3.20m de longitud del taladro, 3.02 m por disparo, pero se tuvo una diferencia en un disparo que se resultando de 2.20 m esto a causa de problemas geológicos presentados y que se ha seccionado la veta. Así mismo en la fractura

de los frentes cargados con explosivos dio como resultado un promedio de 4.86%.

Condolfi y Porras (2015), en su investigación: “Diseño de malla de perforación y voladura para la reducción de costos en los frentes de avances de la U.E.A. reliquias - Corporación Minera Castrovirreyna s.a. Desde el año 2010 en la U.E.A- Reliquias - Corporación Minera Castrovirreyna S.A.” cuyo objetivo fue minimizar gastos en el sistema de operaciones de la mina, eligiendo el sistema de producción.

Llegando a concluir que la investigación presentada ayuda a minimizar los gastos y concretar con la producción establecida, minimizando gastos pasados finalmente se tiene gastos mínimos con la implementación del diseño de malla de PyV en s/. 43591.68 cada mes que él según porcentaje se tiene un gasto en 9% por metro lineal.

Quispe (2019) explica en su estudio: “Diseño de mallas de PyV y su incidencia en los costos unitarios en la unidad minera Chalhuané”. La meta del proyecto fue optimizar el sistema de operaciones en la sustracción del mineral, Concluyendo que la optimización del avance, minimizando el tiempo de proceso de PyV reduciendo en 1.05 US\$/m. a un costo de 4.86 US\$/m. esto debido a la alternativa de disposición de explosivos.

2.1.3. Datos Regionales

Bejarano y Marcelo (2021) en su tesis, “Diseño de grillas de perforación y voladura para mejorar el avance por tiro de las minas subterráneas del distrito de Huallay en el 2021”. Nos planteamos como meta lograr el diseño de, En resumen, al aplicar simulaciones de voladuras con el software I-Blast utilizando el método de Holmberg, según una red de perforación diseñada se logró un avance del 95%, dando como resultado un avance en la red actual de la mina de 3.66 m con respecto a la longitud anterior.

Logró un alcance de 12 pies por disparo, redujo el costo por metro lineal disparado en \$8.21 y aumentó la tasa de avance por disparo en un 4.37%.

Alfaro (2016) difiere su estudio, "Diseño de malla de PyV en la cantera sur para producción de roca escollera en la Cía. minera el Brocal Cerro de Pasco", El propósito fue describir cómo se diseñan las rejillas de PyV de canteras de piedra caliza para producir rocas de características sobredimensionadas (diámetro = 1,00 m) en promedio.

Al diseñar la red de PyV, al evaluar el tamaño de la roca, comenzamos con la granulometría para confirmar la dimensión requerida de 1.00 la dimensión normal era de cm al 63%, con 37 de petróleo retenido. Mayores de cm, lo que favoreció el objetivo de lograr las dimensiones y tiempos adecuados.

2.2. Bases Teóricas – Científicas

2.2.1. Voladura

Los túneles y los sistemas de avance dependen de la máquina de perforación utilizado, el tiempo disponible para el recorrido, la forma de roca, según la forma de soporte y el proceso de ventilación. Para montantes de sección transversal pequeña, etc. B. Para la generación de agua, la alimentación se realiza (en un solo paso) en toda la sección transversal. Esta operación se puede definir como la fabricación de pozos en roca de distancia considerable en trazos y pendientes variables mediante la perforación de pozos aproximadamente paralelos al eje y voladuras de fondo cerrado. El trabajo subterráneo requiere romper el lecho rocoso, ya sea creando primero un muro libre o realizando una voladura principal después de la voladura. Las máquinas de excavación, carga y transporte son específicos y, a menudo, tienen que adaptarse a condiciones de espacio muy reducido. Instituto Geológico y Minero De España (IGME,2001).

Los sistemas de voladura en interiores son generalmente muy pequeños por dos razones. En primer lugar, es difícil dejar voladuras y, en segundo lugar,

es necesario obtener una granulometría pequeña en función del medio de carga y transporte utilizado. Uso en interiores. Otra característica en lista se menciona las operaciones en interiores y exteriores es la toxicidad de los gases explosivos. Esto se vuelve muy importante en interiores y, en última instancia, selecciona el tipo de explosivos que se utilizarán. (IGME,2001).

2.2.2. Perforación

La perforación de rocas ha evolucionado con el tiempo mediante la adopción y el uso de una variedad de técnicas, pero a causa de las eficiencias logradas y otras circunstancias externas (económicas, ambientales, etc.), muchas técnicas ya no se utilizan. El más popular y más desarrollado se basa en sistemas mecánicos de perforación que tiene como presentación de sistemas de perforación "rotativos" y "percusión" (Bernaola, 2013).

Existe una conexión interna entre perforación y voladura. Esto se debe a que podemos afirmar que: Una perforación adecuada significa que la perforación se realizó con los mejores medios y técnicas y se realizó correctamente. Del mismo modo, una buena explosión que misma exige las reglas con el propósito para el que fue diseñada. (Bernaola, 2013).

a) Mecánica de rocas

Por lo tanto, según las bibliografías vistas menciona que, está enfocada a la investigación que da el resultado de las rocas y los cuerpos rocosos a los campos de fuerza que interactúan entre si es un lugar.

Los campos han cambiado las fuerzas en el entorno físico de la roca. Las propiedades mecánicas de la roca limitan la efectividad de las necesarias fracturas producidas por las voladuras en las operaciones mineras. Definen medidas o valores aplicables para obtener una línea base previa del estado estacionario de la roca después de la perforación, pero proporciona un medio de comparación entre rocas. (EXSA, 2010).

Se mencionan algunas propiedades mecánicas de las rocas.

- Resistencia a la tracción
- Radio de Poisson o radio antes del corte
- Módulo de Young o elasticidad
- Gravedad específica
- Ma cerca de
- Velocidad de onda longitudinal

2.2.3. Diseño de una rampa

Las rampas son obras permanentes similares a los pozos de mina, pero con diferentes pendientes positivas y negativas, y actúan como el acceso primordial a la mina y dan acceso a diferentes etapas de trabajo en diferentes niveles.

El camino a las maquinas rodantes y equipos pesados (perforación, transporte, relleno, soportes) dentro de la mina desde la superficie o entre niveles permite la minería con equipos de bajo perfil y diseño y construcción de rampas. ej.: sección transversal, pendiente, radio de curvatura, longitud total e inclinación. (Morales, 2020).

a) Diseño de mallas de perforación en minería subterránea

Según menciona: EXSA. (2010). En su Manual práctico de voladura: este tipo de configuración de diseño se trata de un grupo de taladros dispuestos para la adecuada perforación de un frente, estos diseños deben contar con un perfil geométrico que considere las simetrías adecuadas, así como las direcciones, las inclinaciones, la ubicación y determinadas profundidades establecidas. El objetivo específico de este tipo de diseños para garantizar perforaciones eficientes es para lograr una optimización de los gastos en cuanto a las labores de perforación.

Estos deben incluir el costo operativo de la perforadora, el cálculo del desgaste de acero destinado a la perforación. Además, también se deben incluir el costo asociado a la voladura en el que se incluye el material

explosivo, los accesorios que garantizaran un adecuado balance además de una sección uniforme y por consiguiente una granulometría óptima.

En términos técnicos se trata de una forma de distribuir la energía que se encuentra almacenada en los explosivos y confinada en los taladros. En estas circunstancias se debe considerar principalmente las relaciones entre los espaciamientos y el burden, así como la profundidad de los taladros que se encuentra vinculada directamente a los aspectos anteriores.

Comúnmente, en las labores a niveles subterráneos una sola cara puede recibir varias perforaciones, De estas secciones perforadas la principal es la que permitirá la abertura de una cara libre que se denomina arranque coma y su importancia se debe a que esta sección es indispensable para alcanzar una óptima labor de voladura.

En caso que no se logre un nivel óptimo en el arranque en resultado será una pobre fragmentación. Las secuencias para el inicio de la malla pueden ser simultáneas o rotativas.

La experiencia indica que una configuración rotativa es más efectiva en este tipo de labores. El objetivo de este tipo de disparos es determinar un lugar que permita la salida del material. Es por este motivo que este método se hace adecuado para una labor minera en un nivel subterráneo debido a que las caras libres en los frentes de ataque son escasas y como máximo se puede contar con dos. EXSA. (2010).

2.2.4. Criterio de voladura defendido por Roger Holmberg.

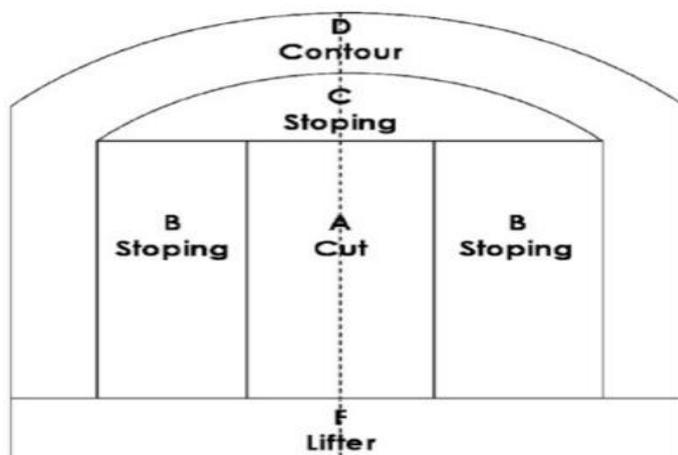
Para lograr los diseños en túneles mineros requiere el uso de brocas una al lado de la otra y brocas de diámetro cada vez mayor, y el uso de grandes cantidades de mezcla explosiva. Esto significa que la perforación y voladura del diseño requiere un cuidado especial en los cálculos. Agilizando los cálculos de minería subterránea, Holmberg dividió la cara en cinco secciones diferentes (A-

E). Se indica también que cada sector tiene un tratamiento por separado en el cálculo. (Morales, 2020).

a) Método Holmberg

Este sistema propuesto por Holmberg consiste en dividir en 5 secciones (A, B, C, D, E) diferenciadas el frente que será atacado. su objetivo es poder establecer un cálculo para el burden y los espaciamientos necesarios para diseñar una malla de perforación y voladura de una forma simple y accesible ya sea en labores mineras a nivel subterráneo o en túneles. Con este objetivo el cálculo de cada sección debe ser realizado con un rigor exhaustivo teniendo en cuenta los parámetros establecidos. Per-Anders Persson et al., (2004).

Figura N° 1: Área de secciones para el diseño de una malla



Nota. Secciones para el diseño de una malla de perforación y voladura, Per-Anders Persson et al., (2004)

Sección A Cut (Corte)

Sección B StopingSection (Tajeo)

Sección C Stoping (Alza)

Sección D Contour (Contorno)

Sección E Lifters (Arrastre)

b) Deducción del número de brocas

Voladura subterránea (frontal) El número de pozos en él depende del tipo de roca que se explote, el grado de inclusión frontal, el grado de fractura deseado y el diámetro de los pozos perforados, factores. Reducir o aumentar individualmente la malla de perforación puede sumar o restar la cantidad calculado teóricamente de perforaciones en y también afectar el tipo de explosivos utilizados y el sistema de ignición. (EXSA, 2022)

Figura N° 2: Distancia y coeficiente para el cálculo de taladros

| DUREZA DE ROCA | DISTANCIA ENTRE TALADROS (m) |
|----------------|------------------------------|
| Tenaz | 0,50 a 0,55 |
| Intermedia | 0,60 a 0,65 |
| Friable | 0,70 a 0,75 |

| DUREZA DE ROCA | COEFICIENTE DE ROCA (m) |
|----------------|-------------------------|
| Tenaz | 2,00 |
| Intermedia | 1,50 |
| Friable | 1,00 |

Nota. Especificaciones de distancia y coeficiente para el cálculo de taladros, Manual Práctico de Voladura (EXSA,2022) (p. 188).

Figura N° 3: Fórmula para hallar el número de taladros

$$N^{\circ} \text{ Tal} = \left(\frac{P}{dt} \right) + (C \times S)$$

Dt = distancia entre los taladros de la circunferencia o perímetro

P = perímetro de la sección del túnel, en metros que se obtiene con la fórmula

C = coeficiente de factor de roc.

S = dimensión de la sección del túnel en m2 (cara libre)

Nota. Se muestra fórmula para deducir el número taladros, según el Manual Práctico de Voladura (EXSA,2022) (p. 188).

Figura N° 4: Fórmula del área de sección y perímetro

Calculando el área de sección

$$A = \left(\frac{2}{3} \times B \times H\right) + \frac{H}{18B} \left(\frac{H^2}{3} + 4B^2\right)$$

Cálculo del perímetro

$$P = \sqrt{A} \times 4$$

Nota. Se muestra fórmula para el deducir del área de sección y perímetro, según (EXSA,2022)

c) Distancia entre taladros

Esto se deduce en el resultado de la cantidad de agujeros y el área del frente de explosión. Por lo general, entre 15 y 30 cm entre inicios, y 60 a 90 cm entre ayudantes y 50 a 70 cm entre cuadrados. Como norma práctica, calcule una distancia de 60 centímetros por pulgada de diámetro de perforación. Agujeros perimetrales (sorpresa y canting brocas) deben perforarse aproximadamente entre 20 y 30 centímetros del límite de la pared del túnel para que faciliten las perforaciones y evitar una destrucción excesiva. Por lo general, se perforan ligeramente fuera del eje. (EXSA, 2022).

d) Longitud de taladro

Esto está determinado según la longitud del trazo respectivo, el método elegido para iniciar el corte y las características de la plataforma de perforación. Los cortes contra incendios se pueden perforar a profundidades de 2-3 m, mientras que los cortes en 'V' solo pueden alcanzar túneles de pequeña sección transversal de 1-2 m. (EXSA, 2022).

Figura N° 5 : Profundidad de taladros y diámetro equivalente

Cálculo de estimación de profundidad de taladros

$$L = 0.15 + 34.1 \times D1 - 39.4 \times D1^2$$

L = profundidad de taladro

D1 = diámetro del taladro de alivio (m), siempre que cumpla $0.05 \leq D \leq 0.25$ m.

Cálculo del diámetro equivalente

$$D2 = \sqrt{n \times D1}$$

Nota. Se muestra fórmula para el cálculo de estimación de profundidad de taladros y diámetro equivalente. (EXSA,2022).

e) Avance del túnel por disparo

Esto se basa en el diámetro del orificio y la desviación del orificio, siempre que esta última sea menor que la profundidad del orificio que el avance promedio de 2 grados debe alcanzar los 95 grados de la profundidad del orificio. se estima mediante Dada esta suposición, estimamos el resultado utilizando la siguiente fórmula:

Figura N° 6: Fórmula para avance por disparo

$$I = 0.95 \times L$$

I = avance de la voladura.

L = profundidad de los taladros a perforarse (m)

Nota. Se muestra fórmula para el cálculo de estimación de profundidad de taladros y diámetro equivalente (EXSA,2022).

2.2.5. Unidad Minera Ticlio

1. Ubicación de la Unidad Minera Ticlio

La Unidad Minera Ticlio tiene sus operaciones ubicadas en el sector central de los Andes peruanos, entre las localidades de Chicla y Morococha, departamentalmente pertenece a Lima y Junín. Su ubicación resulta estratégica al encontrarse próxima a la localidad

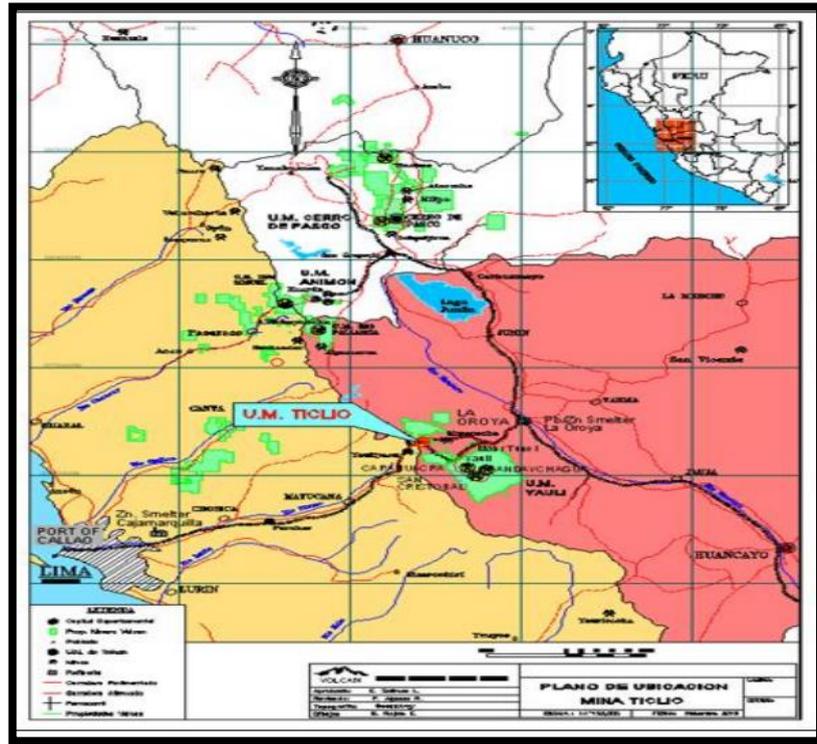
minera de Morococha, lo cual le permite tener acceso a distintas infraestructuras importantes como carreteras, ferrocarriles, fundiciones, sistemas de comunicación y suministros, entre otros.

Esta unidad se encuentra a una distancia de 130 Km Lima la ciudad capital del Perú, y a unos 40 kilómetros de la ciudad de La Oroya, Ambos accesos se encuentran conectados por una carretera y por una vía del ferrocarril, además las operaciones de esta unidad alcanzan entre los 4,600 y 5,000 metros de altitud. (Volcán Compañía Minera S.A.A., 2022).

La localidad que se encuentra próxima se encuentran operando varias empresas mineras como: Minera Austria Duvaz, Minera Chinalco- Perú S.A., Minera Argentum SAC (Panamerican Silver S.A.). Además, también colinda con las comunidades campesinas Yauli, Pucara y San Mateo.

En su extensión total esta mina alcanza unas 909.44 Has, que se encuentran registradas bajo el permiso de 116 concesiones a nombre de Volcán Cía. Minera S.A.A., sus c Sícoordenadas UTM centrales 8716556 N – 370296E. (Volcán C.M. S.A.A., 2022).

Figura N° 7: Mapa de ubicación de La Unidad Minera Ticlio



Nota. Fuente: (Volcán Compañía Minera S.A.A., 2022).

2. Método de explotación

En los sectores Este y Oeste se desarrollan operaciones a nivel subterráneo que abarcan las estructuras Veta techo, Veta Ramal techo y Principal.

Las operaciones actuales en la mina alcanzan una producción promedio de 838 tms/día, las cuales provienen de avances en mineral y Tajeos. Bench an Fill Avoca con taladros largos y Breasting o Corte y relleno ascendente son los principales sistemas de explotación en la mina, cuya ley de cabeza fue para el año 2021 en promedio de 2.58 Oz Ag, 0.58% Cu, 1.07% Pb y 5.00% Zn. (Volcán C.M. S.A.A., 2022).

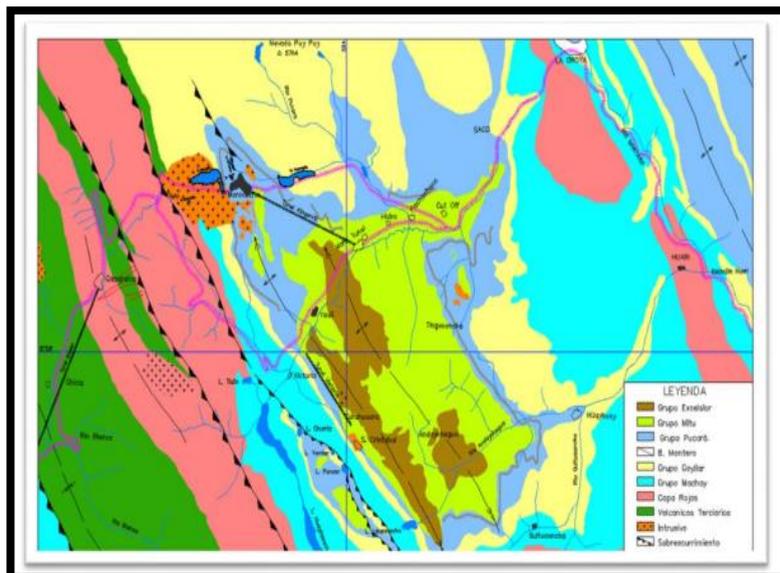
3. Geología

- **Geología Regional**

Estructuralmente la región está dominada por el Domo de Yauli (DY), cuya extensión en orientación longitudinal alcanza los 35 Km. Desde SuitucanCHA hasta la parte norte de Ticlio y en sentido transversal se extiende entre 10 y 15 kilómetros; esta estructura presenta en promedio un rumbo de N40°W, con características asimétricas, en su flanco oriental presenta un buzamiento de 30 a 40° mientras que en su flanco occidental este es de 45° a 70°.

Transversalmente, el Domo Yauli se comporta como un Anticlinorium de grandes dimensiones cuya formación está determinada por tres Anticlinales, 20 anticlinales, en el lado oeste el anticlinal de Pomacocha, en la parte central el de San Cristóbal - Morococha y en el flanco este el de Ultimátum. (Volcán C.M. S.A.A., 2022).

Figura N° 8: Mapa de la Geología Regional de la zona



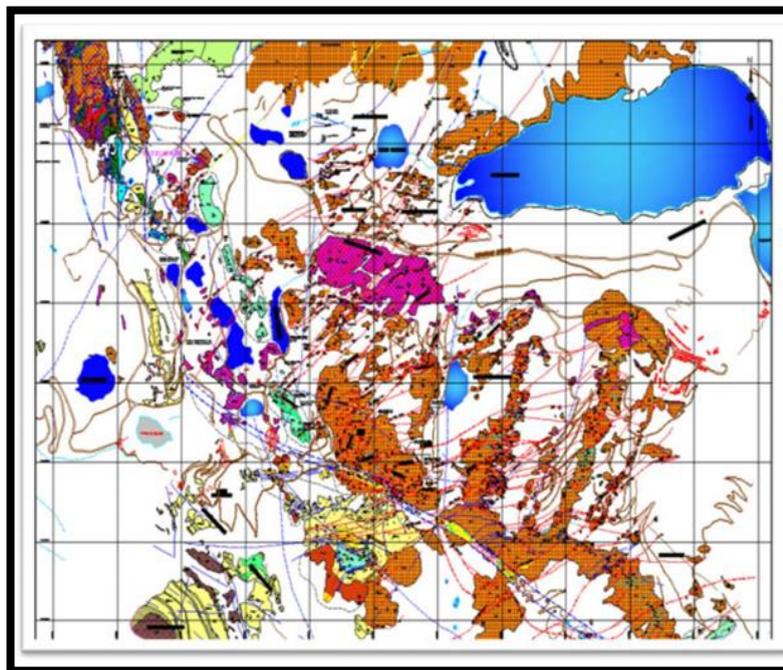
Nota. Fuente: (Volcán Compañía Minera S.A.A., 2022).

- **Geología del Depósito**

El Domo Yauli es catalogado como una “ventana estructural” situado en el sector central de los Andes peruanos que integra en su sistema al Anticlinal de Morocha y el área de Ticlio.

Entre sus principales características se encuentran las formaciones de mineral polimetálico Pb-Zn-Ag (Cu) cuyo emplazamiento se presenta en estructuras vetiformes, metasomatismo, cuerpos de reemplazamiento, mantos, y diseminaciones tipo pórfido de Cu (Mo-Au) que se encuentran relacionados a los distintos eventos mineralizantes asociados a fuertes actividades intrusivas que ocurrieron en el Terciario Medio a Superior, con características desde básicas hasta ácidas, las que presentan un cierto Zoneamiento regional que tiene el control y domina los procesos de mineralización. (Volcán C.M. S.A.A., 2022).

Figura N° 9: Geología del depósito



Nota. Fuente: (Volcán Compañía Minera S.A.A., 2022).

- **Geología estructural**

Críticas de Tíclio nos indican que se trata de un yacimiento con perfil filoneano, cuyo desarrollo se presenta mayormente en cuerpos mineralizados de reemplazamiento, vetas, brechas calcáreas silicificadas (Extremo SW, 28 Nivel 5, túnel Huacracocho), rocas calcáreas (contacto intrusivo diorita –caliza Jumasha, Cuerpo Ariana); Mantos en Calizas Jumasha (M. Adrián) y pequeños cuerpos de pirita al sur del yacimiento. Todas estas estructuras tienen su origen en rellenos de fracturas que ya existían previamente en material diorítico, andesítico y en calizas Jumasha.

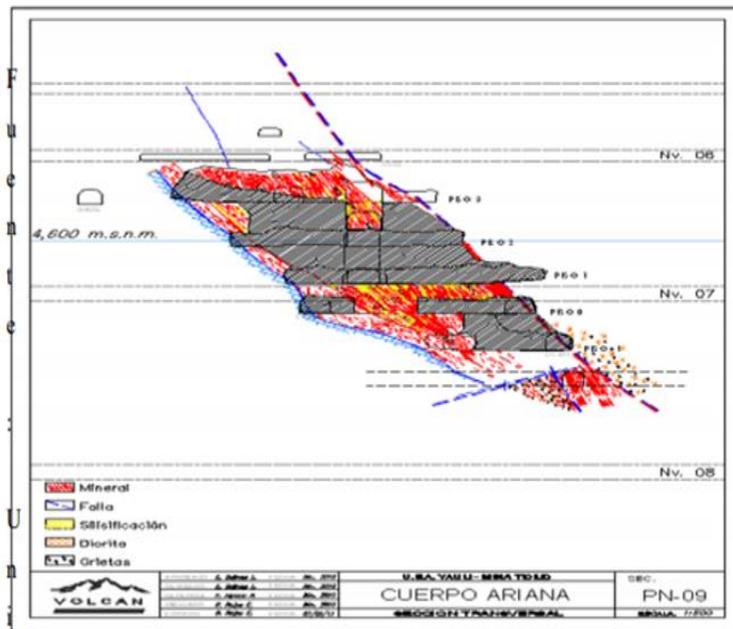
Además, se pudo identificar un afloramiento de dimensiones pequeñas con mineralización que llega a formar un cuerpo en el sector Norte de Tíclio, por otro lado, también se identificó presencia de estructuras mineralizadas tabulares en las calizas Jumasha (Por medio de exploraciones superficiales), de las que se tiene pendiente definir su continuidad. entre las estructuras con dimensiones más significativas se puede distinguir a las vetas Julisa y Yanina, Ramal Techo 1, Techo, Ramal Techo y Principal. (Volcán C.M. S.A.A., 2022).

Por medio de los trabajos en campo se pudo identificar a las estructuras: Silvia, Blanca, Pelusa, Iris y Giuliana. Además, a partir de su afloramiento superficial también pudo ser identificada la veta Andrea. Se pudo establecer en general que el rumbo que predomina para estas estructuras es Nor-Este a Suroeste, y sus potencias van de 0.10m, hasta 2.00m.

Sus extensiones son variables y pueden alcanzar una longitud de 1200 metros como es el caso de la veta principal. Se puede observar que en este tipo de vetas hay presencia de una gran cantidad de lazos cimoides que presentan una incompleta explotación, además de zonas con cizallamiento de una potencia importante.

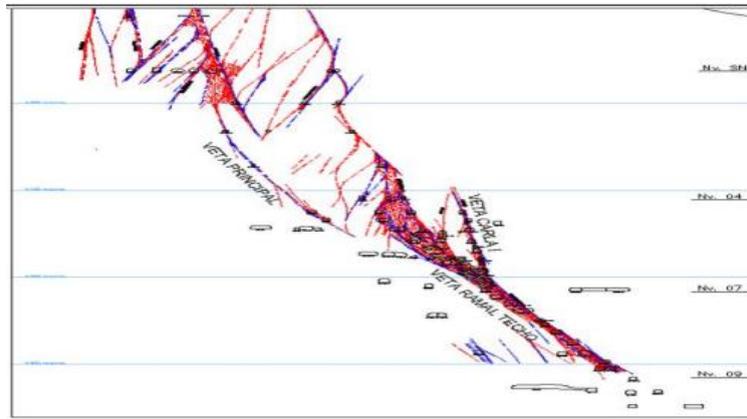
El ensamble mineralógico que se puede apreciar es de Galena – esfalerita -galena argentífera – Pirita-Rodocrosita - Cuarzo y una diseminación moderada de Calcopirita, en el sector inferior los niveles Nv. 8 al Nv. 10 hay presencia de una zona con brechas calcáreas silicificadas, el Nv. 5 en el extremo SW, por último, túnel Huacracocha muestra diseminaciones de Py, Gn, sph, tetraedrita, estibina, y relleno. (Volcán C.M. S.A.A., 2022).

Figura N° 10: Geología estructural del yacimiento



Nota. Fuente: (Volcán Compañía Minera S.A.A., 2022).

Figura N° 11: Geología estructural del yacimiento

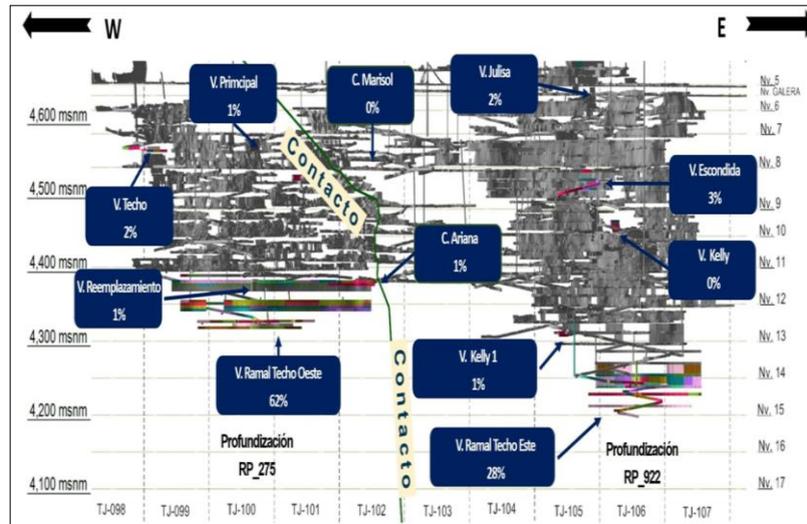


Nota. Fuente: (Volcán Compañía Minera S.A.A., 2022).

4. Clasificación del macizo rocoso

Geomecánicamente este cuerpo de rocas puede ser clasificado mediante el estándar propuesto por Bieniawski de 1989 (RMR – Rock Mass Rating o Valorización del Masa Rocosa). Aunque se debe tener en cuenta que este estándar se modificó para realizar esta evaluación con el objetivo de obtener una clasificación de la masa rocosa, la que se muestra en la tabla siguiente, con las tipologías de roca, rangos de RMR y Q y su calidad correspondiente. Según esta evaluación se pudo establecer que la calidad del material rocoso de la mina presenta niveles variables. Es por ello que se puede observar muestras que pertenecen al nivel Mala B – IV B hasta Buena – II, la siguiente tabla presenta los detalles. (Volcán C.M. S.A.A., 2022).

Figura N° 12: Clasificación geomecánica de la masa rocosa



Nota. Fuente: (Volcán Compañía Minera S.A.A., 2022).

2.3. Definición de términos conceptuales

2.3.1. Perforación

Concentra un cierto número de energía en un área chica como para ganar la dureza de rocas, que utiliza la conducta de deformación elástico-tenué que exhiben las rocas. Esta es la primera obra de derribo. Su propósito es cortar un agujero cilíndrico en la roca para acomodar el explosivo y su accesorio disparador, llamado taladro, hoyo, hoyo o barreno.

2.3.2. Voladura

La fragmentación de rocas y fragmentos minerales tras la explosión es un fenómeno físico-químico de las mezclas explosivas.

2.3.3. Malla de perforación

Básicamente, así es como se organiza la distribución de los barrenos de voladura, para ello se debe considerar las relaciones entre las tensiones y las distancias, y su dirección y profundidad del barreno. Hablamos de la distribución de agujeros perforados para destruir el lecho rocoso por la acción de explosivos colocados en cada agujero.

2.3.4. Diseño

El proceso de pre establecimiento mental de búsqueda de resolver conflictos determinados, necesariamente en las carreras que competen a la ingeniería, empresas manufactureras, construcciones, sistemas informáticos y otros campos relacionados.

2.3.5. Macizo rocoso

Este es grupo de bloques de matriz de bloqueo y discontinuidades.

2.3.6. Frente

Es aquel espacio donde se distribuye a los trabajadores y Excavadora para desarrollar propulsión de galería o crucero mediante PyV.

2.3.7. Burden

Es la longitud que parte del hoyo hasta la cara libre de la roca, según el tipo de número medida perpendicularmente al eje del hoyo. Así mismo llamada candado, tablón o línea de menor resistencia al espacio abierto. Esta es el trayecto que empieza del pie o eje del hoyo hasta la superficie libre vertical con distancia corta. Así como la longitud que existe de filas de agujeros de explosión.

2.3.8. Explosivos

Son sustancias químicas con un enorme potencial energético que reaccionan de forma muy violenta e instantánea a la acción de los blásteres y otros estímulos externos. Se transforman en varias prestaciones, tamaños y resistencia al agua en función de sus necesidades.

2.3.9. Sobre excavación

Se habla de perforar más allá del alcance planificado de las operaciones mineras. La excavación excesiva generalmente provoca sobrecostos, ya que requiere más asistencia y más viajes para limpiar y transportar el material excedente.

2.3.10. Arranque

Son taladros perforados y cargados. Enciéndelo inicialmente y luego se inicia una cara clara.

2.3.11. Factor de carga (kg/m³)

Cada m³ de material rocoso volado necesita una cantidad determinada de material explosivo este cálculo se denomina factor de carga.

2.3.12. Perforación de taladros

El acto de perforar o perforar pozos para actividades mineras. El desarrollo de equipos mineros para exploración o explotación con el fin de perforar un pozo que posteriormente se llena con una mezcla explosiva que fractura la roca circundante al detonar.

2.3.13. Rampa

Se trata de una sección de túnel o galería que se encuentra inclinada y funciona como acceso, desde la superficie, a las labores mineras y también puede conectar distintos niveles de una mina subterránea. Se trata de una pendiente inclinada que permite a los trabajadores y maquinarias desplazarse entre los diferentes niveles de la mina de manera segura y eficiente.

2.3.14. Eficiencia de avance lineal

Esta referido al resultado de las perforaciones realizadas en la minería subterránea, donde se describe en porcentajes del resultante del avance por disparo sobre los metros perforados según cada disparo realizada en una labor específica.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

El diseño nuevo de la malla de perforación y voladura logrará perfeccionar la eficiencia de avance lineal de la rampa negativa 922 de la Unidad de Empresa Administradora Ticlio.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- a) El diseño de malla de perforación y voladura tendrá la mejora del avance en metros lineales aplicando una alternativa de diseño de malla de perforación y voladura en la rampa negativa 922 de la zona Este de la Unidad de Empresa Administradora Ticlio.
- b) El diseño de malla de perforación y voladura explicará la diferencia de los kilogramos de explosivos a utilizar para la voladura aplicando una alternativa de diseño de malla de perforación y voladura en la rampa negativa 922 de la zona Este de la Unidad de Empresa Administradora Ticlio.

2.5. Identificación de variables

a) Variables para la hipótesis general

- **Variable Independiente:**
Diseño de malla de perforación y voladura
- **Variable Dependiente:**
Eficiencia de avance lineal de la rampa 922

b) Variables para las hipótesis específicas

- **Para la hipótesis a.**
Variable independiente
Distribución de taladros
Variable dependiente
Metros lineales
- **Para la hipótesis b.**
Variable independiente
Factor carguío
Variable dependiente
Cantidad de explosivos

2.6. Definición Operacional de Variables e Indicadores

CUADRO N° 1: Operacionalización de Variables

| VARIABLE INDEPENDIENTE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | INDICADOR | UNIDAD | TIPO DE VARIABLE |
|--|--|---|-------------------|-------------------|
| Diseño de malla de perforación y voladura | El diseño de la malla de perforación debe tener un resultado que mejore el avance del disparo y también que evitará sobreroturas en la rampa beneficiando al objetivo planteado. | Longitud de taladro | (m) | Numérica continua |
| | | Longitud de explosivo cargado por taladro | (m) | |
| | | Consumo de explosivos | (kg) | |
| | | Tipo de roca | (III-A) | |
| | | Burden | (cm) | |
| | | Espaciamiento | (cm) | |
| | | Tamaño de sección | (m ²) | |
| VARIABLE DEPENDIENTE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | INDICADOR | UNIDAD | TIPO DE VARIABLE |
| Eficiencia de avance lineal de la rampa 922 | La eficiencia se determinará con la obtención dentro del rango del 95% de avance lineal que. | Avance lineal | (m/disparo) | Numérica continua |
| | | Factor de potencia | (kg/tn) | |
| | | Factor de carga | (kg/m) | |
| | | Volumen removido | (m ³) | |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El presente proyecto de estudio lleva un enfoque cuantitativo según que representan como datos enumerados según lo cual nos permite hacer un cálculo probabilístico que nos ayudara poder comprobar y demostrar la hipótesis establecida.

Según el presente estudio investigativo que tiene un objetivo concreto esta de investigación es de tipo aplicada. Esto porque se realiza el uso de los conocimientos teóricos prácticos del diseño de mallas para poder lograr los objetivos planteados.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación elegido será del nivel descriptivo. El cual permite la explicación de los estudios de causa y efecto que se desarrollaran entre dos variables de para entender perfectamente el resultado de la acción. Esto se dará según los datos tomados de las variables consideradas.

3.3. Métodos de Investigación

La principal metodología que emplearemos sera la estrictamente científica, porque se hace empleo de conocimientos validados por los miembros

comunidad científica, además se tomará en cuenta los pasos de toda investigación científica de manera rigurosa desde el planteamiento del problema hasta la obtención de los resultados.

3.4. Diseño de investigación

El tipo de diseño para el estudio del proyecto será el diseño experimental, porque se elegirá la muestra de la investigación de manera no aleatoria:

GE: O1 X O2

GC: O3 O4

Donde:

GE: Representa al grupo experimental.

G.C. Representa al grupo de control.

O1: Representa la prueba de entrada del grupo de experimental

O2: Representa la prueba de salida del grupo experimental

O3: Representa la prueba de entrada del grupo de control

O4: Representa la prueba de salida del grupo de control

X : Representa el uso de la variable independiente

3.5. Población y Muestra.

3.5.1. Población

El grupo poblacional para este estudio se tomará en cuenta los labores que existen en la mina especialmente la rampa negativa 922 de la zona Este de la U. E. A. Ticlio.

3.5.2. Muestra

La muestra elegida es la rampa negativa 922 de la zona Este del nivel 12 el cual consta de 4.0 m x 4.20 m en la zona Este de la U. E. A. Ticlio.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

CUADRO N° 2: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

| VARIABLE | INDICADORES | TECNICAS | INSTRUMENTOS O RECURSOS |
|--|---|-------------------------------|---|
| X Diseño de malla de perforación y voladura | Longitud de taladro (m) | Datos de campo Observación | <ul style="list-style-type: none"> - Pintura - Cordel - Estación total - Flexómetro - Distanciómetro - Fórmulas matemáticas - Tiempo - Formatos |
| | Longitud de explosivo cargado por taladro (m) | | |
| | Cantidad de explosivos (kg) | | |
| | Tipo de roca (III-A) | | |
| | Burden (cm) | | |
| | Espaciamiento (cm) | | |
| | Tamaño de sección (m2) | | |
| Y Eficiencia de avance lineal de la rampa 922 | - Avance lineal (m/disparo) | | |
| | - Factor de potencia (kg/tn) | | |
| | - Factor de carga kg/m | | |
| | - volumen removido (m3) | | |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el proceso que se realizara a las cifras tomadas en el estudio que se toma en cuenta y se evalúa superficialmente la información que brinda el

campo, dando suficiente confianza al nivel de investigación. El software utilizado en este propósito será los siguientes: Ms Excel, AutoCAD. Así mismo los análisis de campo, reportes y resultados obtenidos durante el proceso de aplicación del diseño de malla brindado para poder obtener el avance lineal.

3.8. Tratamiento estadístico

Como parte del resultado final en la parte de donde se explica numéricamente los análisis realizados de tendrá en cuenta el Microsoft Excel y SPSS, que nos ayudará para resolver todos los datos encontrados y ver el nivel de significancia en nuestro proyecto y podremos tener las soluciones respectivas, así mismo también se realizará el cálculo de los resultados ya que con esto se podrá demostrar la hipótesis planteada del estudio.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

La formación profesional tiene como base un sistema de conocimientos, valores y reglas que conllevan al objetivo de ser un buen profesional, por lo que la investigación a realizarse tiene que ser respetuosa de tales parámetros para poder tener como resultado una investigación que considere las normas éticas, que manifieste y cite los conocimientos de los investigadores y científicos, así como demostrar que los datos y resultados obtenidos son reales.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

El método de minado para las operaciones en Unidad Minera Ticlio es de características subterráneas. En este tipo de operaciones se deben realizar distintas labores para poder establecer los accesos adecuados a las labores para extraer el mineral. En ese sentido a continuación se realizará los análisis y las necesarias interpretaciones de los resultados.

4.1.1. Zona de operación y trabajo de campo

Los distintos sectores donde se realizan las operaciones están divididos de la siguiente manera: una zona Alta que abarca los niveles partiendo de la superficie hasta alcanzar el nivel 9; la zona Este que se extiende a partir del nivel 9 hasta su profundización, y la zona Oeste que se extiende desde el nivel 9 hacia la profundización. En la siguiente figura se puede apreciar las distribuciones mencionadas.

4.1.2. Zona Alta

Las vetas Escondida, Principal y Julisa: están ubicadas entre los niveles 5 al 9 en la zona alta, a este sector se puede ingresar por el túnel Galera y a

continuación acceder por la rampa Ticlio y para luego dirigirse a la zona este por la rampa RP-714. Las vetas cuerpo Ariana y Techo: están ubicadas en los niveles 5 y 9, se puede ingresar a ellas por el túnel Galera, y a continuación tomar la rampa Ticlio y acceder a la zona oeste por la rampa Ticlio, cruceo Ticlio. En este sector se utiliza el “Método de explotación Bench and Fill (Avoca)” usando taladros largos.

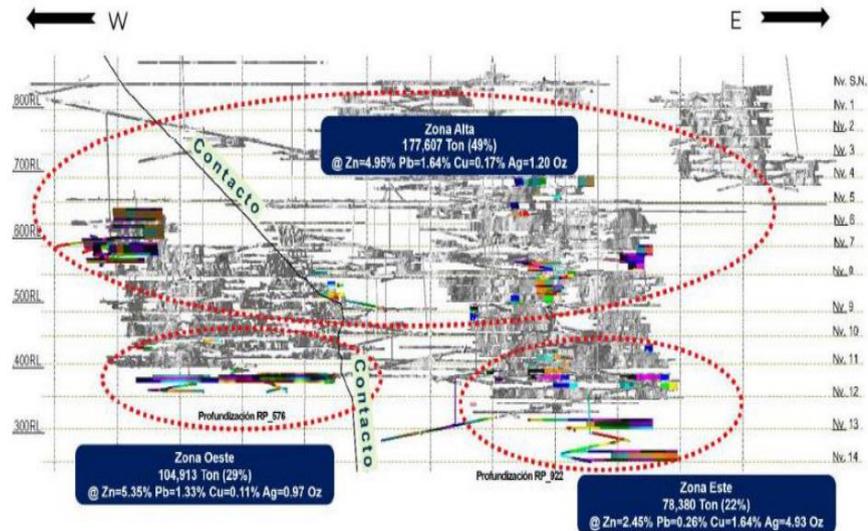
4.1.3. Zona Este

La veta Ramal Techo: Está ubicada en el sector de preparación que se encuentra en el nivel 12, donde la rampa RP-922 se encuentra en proceso de avance. Además, se están preparando los tajeos a partir del nivel 11 al 12 para explotarlos mediante el “Método de explotación Bench and Fill (Avoca)” usando taladros largos.

4.1.4. Zona Oeste (comprende desde el nivel 9 hasta profundización)

Veta Ramal Techo: es la veta que se usó para realizar esta investigación, se encuentra ubicada en el sector de profundización en el nivel 11, en donde la rampa RP576 presenta trabajos de avance, así mismo, está en la etapa de preparación para ser explotada a partir del nivel 11 al 12 mediante el método de Corte y Relleno Ascendente usando perforación en Breasting. Veta de Remplazamiento: está ubicada en la caja piso de la veta Ramal Techo en el sector oeste.

Figura N° 13: Distribución de las zonas mineras



Nota. Distribución por zonas de la U.M. Ticlio, Fuente: (Volcán Compañía Minera S.A.A., 2022).

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Cálculos de la propuesta del diseño de malla

Para diseñar la nueva malla de perforación propuesta se consideran como datos los siguientes parámetros.

A. Recolección de datos de campo para el Cálculo del área de la Rp. 922 zona Este

CUADRO N° 3: Datos para el Cálculo del área de la Rp. 922

| Datos en Campo | | |
|-------------------------|---------------|------|
| Labores Mineras | Rampa 922 | |
| Nivel | 16 | |
| Equipamiento | Jumbo | |
| Secciones de la Labores | 4.0 m x 4.2 m | |
| Ancho | 4 | m |
| Altura | 4.2 | m |
| Altura de Bóveda | 1 | m |
| Diámetro de Producción | 51 | mm |
| Diámetro de Alivio | 102 | mm |
| Longitud de Taladro | 14 | pies |
| N° de taladros Vacíos | 5 | |

| | | |
|--------------------------------------|-----------------------|---|
| Tipo de Corte | Cilíndrico | |
| Tipo de Roca | FILITA | clasificación de la roca Intermedia-III B |
| Densidad de Roca | 2.6 Tn/m ³ | |
| Eficiencia de perforación | 94% | |
| eficiencia de voladura | 91% | |
| Angulo de taladro de contorno | 2° | |
| Desviación angular | 5mm/m | |
| Error de emboquille | 10mm | |
| RMR | 35-50 | |
| RQD | 36.50% | |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 4: Parámetros de los Explosivos

| PARAMETROS DE LOS EXPLOSIVOS | |
|--------------------------------------|------------------------|
| Densidad del Emulnor 5000 1 1/2"x12" | 1.16 g/cm ³ |
| Densidad del Emulnor 3000 1 1/2"x12" | 1.14 g/cm ³ |
| Densidad del Emulnor 1000 1 1/2"x12" | 1.13 g/cm ³ |
| Velocidad de Detonación Emulnor 5000 | 5500 m/seg |
| Velocidad de Detonación Emulnor 3000 | 5700 m/seg |
| Velocidad de Detonación Emulnor 1000 | 5800 m/seg |
| Peso Emulnor 5000 | 0.403 kg |
| Peso Emulnor 3000 | 0.391kg |
| Peso Emulnor 1000 | 0.378kg |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

B. Cálculo del área de sección de la rampa Cálculo del área de la Rp. 922 zona ESTE.

Para realizar el cálculo del área de sección de la rampa se tiene:

$$A = \left(\frac{2}{3}xBxH\right) + \frac{H}{18B}\left(\frac{H^2}{3} + 4H^2\right)$$
$$A = \left(\frac{2}{3}x4.20x4.0\right) + \frac{4.0}{18(4.20)}\left(\frac{4.0^2}{3} + 4(4.0)^2\right)$$
$$A = 14.87m^2$$

C. Calculando el perímetro de la rampa

$$P = 4\sqrt[3]{A}$$
$$P = 4\sqrt[3]{14.87}$$
$$P = 15.43 m$$

D. Cálculo de numero de taladros

$$N^{\circ}T. = \frac{P}{dt} + (Cx A)$$
$$N^{\circ}T. = \frac{15.43}{0.60} + (1.6x14.87)$$
$$N^{\circ}T. = 49.50$$

$$N^{\circ}T = 49 \text{ Taladros sin considerar los taladros de alivio}$$

E. Determinación del número de taladros de alivio

Para nuestro diseño de malla se considera 5 taladros de alivio.

$$L = 0.15 + 34.1xD2 - 39 D2^2$$

Longitud de avance

$$L = 0.95 * H$$

$$L = 0.95 * 3.96m.$$

$$L = 0.95 * 3.96m.$$

$$L = 3.76m.$$

➤ **Primer cuadrante**

Como se tiene:

$$D2 = D1\sqrt[3]{N}$$

D2: Diametro euivalente

$D1$: *Diametro de talaro vacio*

N : *Numero de taladros vacios*

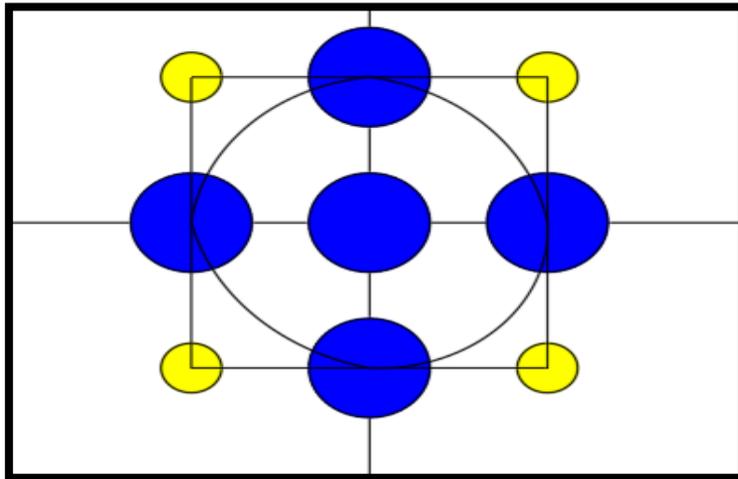
➤ **Cálculo de diámetro equivalente**

$$D2 = D1\sqrt[5]{N}$$

$$D2 = 0.102\sqrt[5]{5}$$

$$D2 = 0.228\text{m}$$

Figura N° 14: Taladro de alivio del diseño de malla



Nota. Fuente: Elaboración Propia, se muestra los puntos de color azul indicando los taladros de alivio.

Figura N° 15: Taladro de alivio del diseño de malla



Nota. Fuente: Elaboración Propia, se muestra los puntos de color azul indicando los taladros de alivio.

➤ **Cálculo de primer Burden**

Burden máximo

$$B1 = KxD2$$

$$B1 = 1.7x0.228m$$

$$B1 = 0.388m$$

Haciendo el ajuste por desviación de perforación

$$F = B(0.1 + 0.03H)$$

$$F = 0.388(0.1 + 0.03 * 3.76m.)$$

$$F = 0.083m.$$

Burden real

$$B.real = 0.388 - F$$

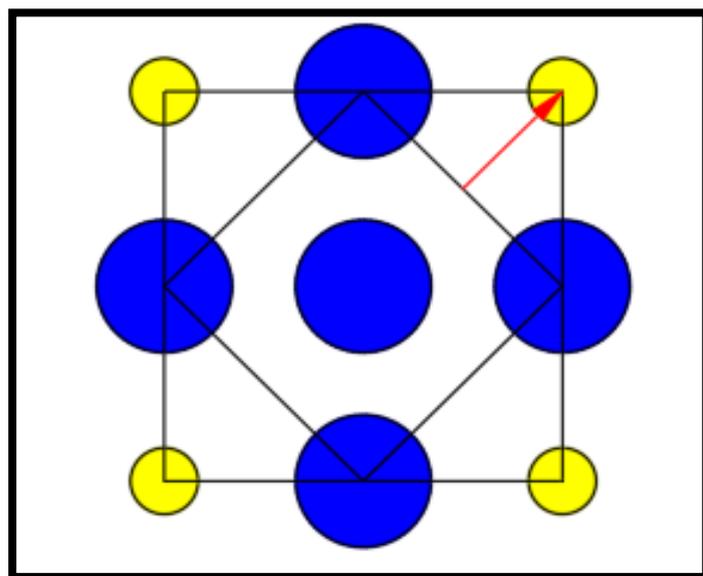
$$B.real = 0.388 - 0.083$$

$$B.real = 0.30 m.$$

$$B1 = 0.30\sqrt{2}m$$

$$B1 = 0.42m$$

Figura N° 16: Primer burden del diseño de malla

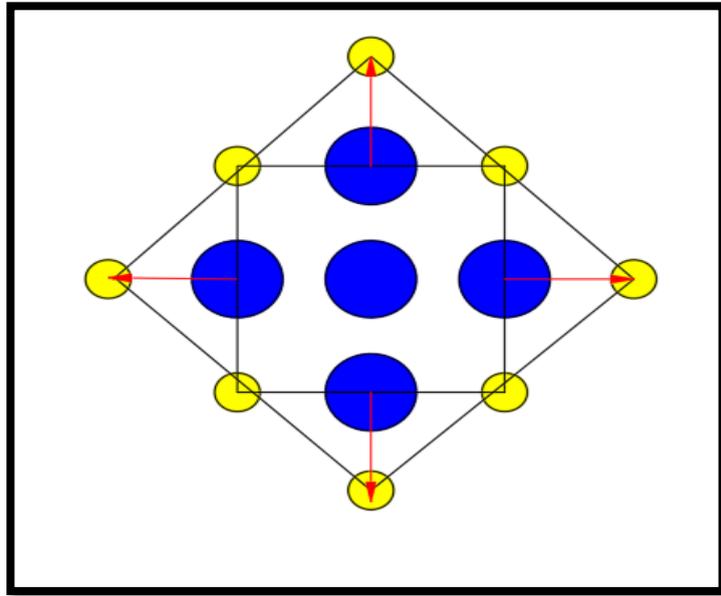


Nota. Fuente: Elaboración Propia

➤ **Cálculo de segundo Burden.**

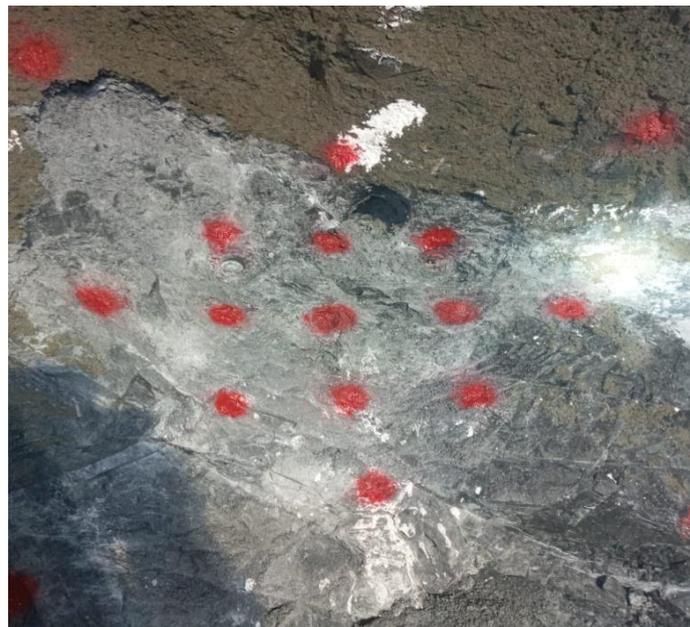
$$B2 = B1^2\sqrt{2}$$
$$B2 = 0.42m^2\sqrt{2}$$
$$B2 = 0.59 m.$$

Figura N° 17: Segundo burden del diseño de malla



Nota. Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 18: Segundo burden del diseño de malla



Nota. Fuente: Elaboración Propia

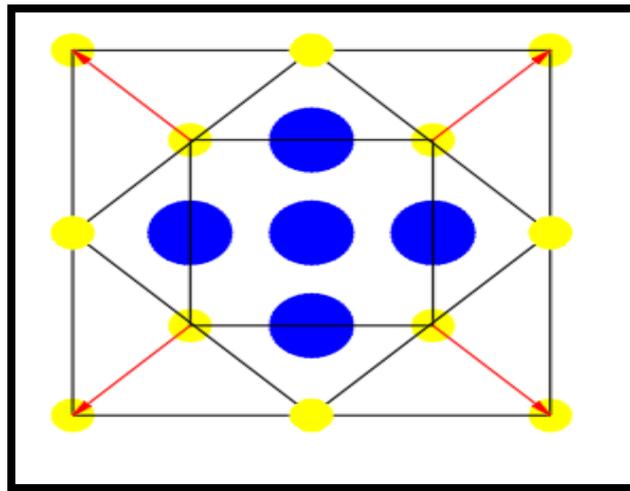
➤ **Cálculo de tercer Burden.**

$$B3 = B2^2\sqrt{2}$$

$$B3 = 0.59m^2\sqrt{2}$$

$$B3 = 0.83 m.$$

Figura N° 19: Tercer Burden diseñado



Nota. Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 20: Tercer Burden aplicado



Nota. Fuente: Elaboración Propia

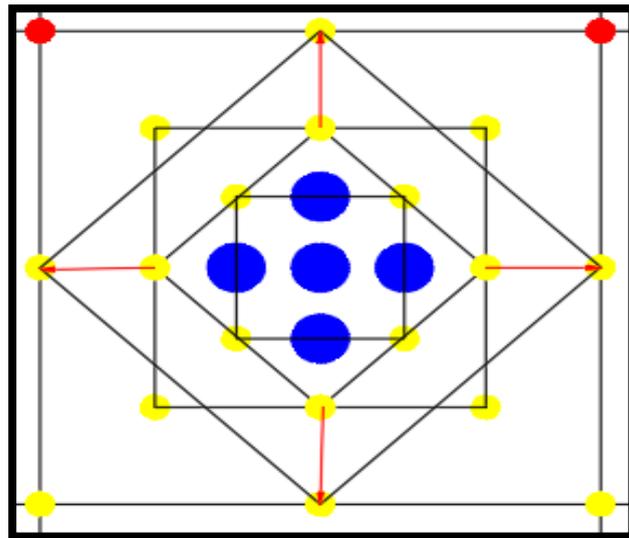
➤ **Cálculo de cuarto Burden**

$$B4 = B3\sqrt[3]{2}$$

$$B4 = 0.83\sqrt[3]{2}$$

$$B4 = 1.17 \text{ m.}$$

Figura N° 21: Cuarto Burden diseñado



Nota. Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 22: Cuarto Burden aplicado



Nota. Fuente: Elaboración Propia

➤ **Taladros de Arrastre**

$$N = \left(\frac{\text{ancho del tunel} + 2H \text{sen} \gamma}{B} \right) + 2$$

N = Numero de taladros de arrastre.

H = Profundidad de los taladros.

γ = Angulo de desviacion de los taladros.

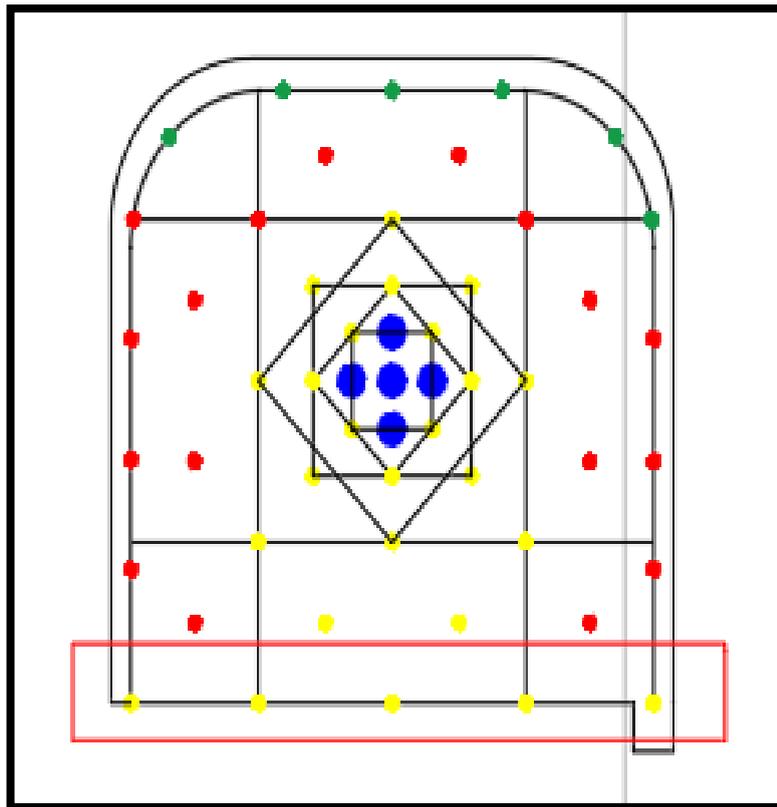
B = Burden.

$$N = \left(\frac{4.20\text{m.} + 2 * 3.96 * \text{sen} 2^\circ}{0.98} \right) + 2$$

$N = 6.51 \text{ Tal.}$

En nuestro caso hemos considerado 5 taladros de arrastre.

Figura N° 23: Taladros de arrastre



Nota. Fuente: Elaboración Propia, se aprecia el cuadro rojo que indica los taladros de arrastre

➤ **Espaciamiento.**

$$S = \left(\frac{\text{ancho} + 2H \text{sen} \gamma}{N - 1} \right)$$

$$S = \left(\frac{4.20 + 2 * 3.96 \text{sen} 2^\circ}{5 - 1} \right)$$

$$S = 1.11 \text{ m.}$$

En nuestro caso hemos considerado 1 metro de espaciado.

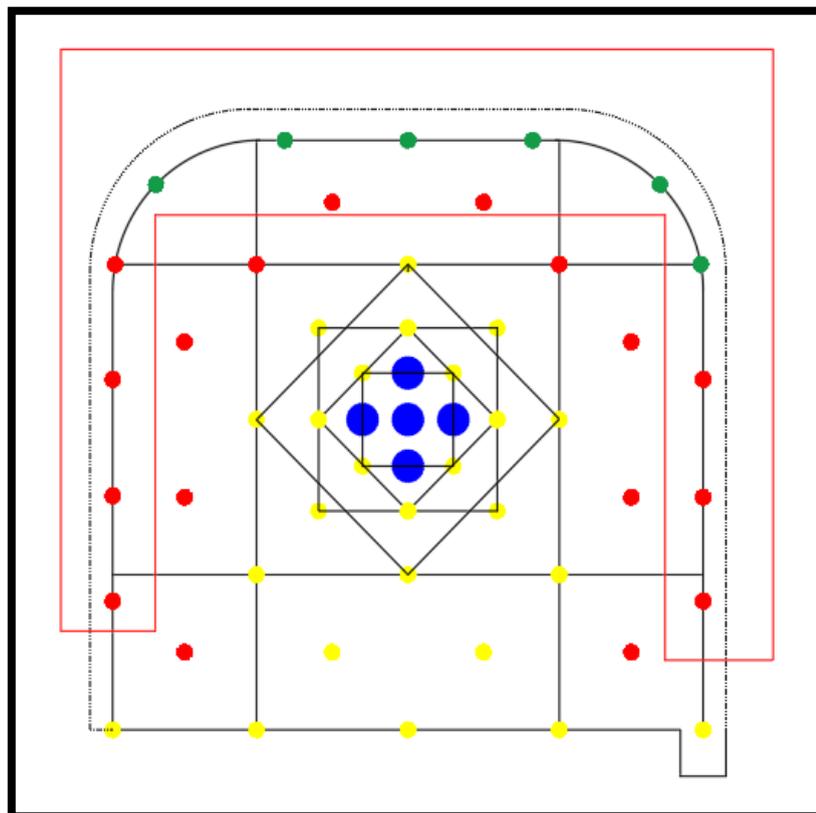
➤ **Taladros de contorno.**

$$S = k\phi \text{ m.}$$

$$S = 15 * 0.051 \text{ m.}$$

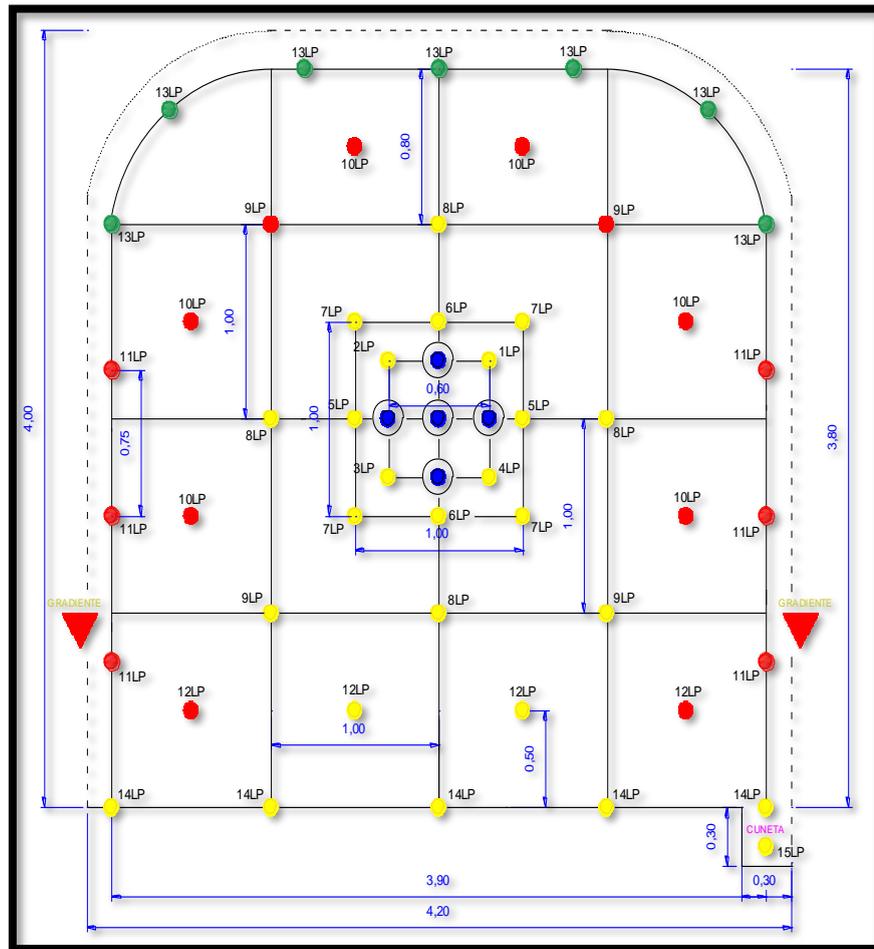
$$S = 0.77 \text{ m.}$$

Figura N° 24: Taladros de contorno



Nota. Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 25: Nueva Malla de perforación y secuencia de salida



Nota. Fuente: Elaboración Propia

F. Longitud teórica de avance por disparo

$$Long. teorica de Avance = 3.96m$$

$$Long. real de Avance = 3.76m$$

G. Movimiento de material volado

➤ **Cálculo de volumen teórico roto**

$$V_{tr} = S \times L$$

$$V_{tr} = 14.87m^2 \times 3.76m$$

$$V_{tr} = 55.91m^3$$

➤ **Cálculo de tonelaje removido**

$$T = VtrxDens. Roca$$

$$T = 55.91m^3 \times 2.6kg/m^3$$

$$T = 145.37tn$$

➤ **Carga promedio por taladro**

$$N^{\circ} \text{ de explosivos.} = \frac{2/3 \times L}{Lex\% \text{ de avance}}$$

$$N^{\circ} \text{ de explosivos.} = \frac{2/3 \times 3.96 \text{ m}}{0.30m \times 0.95}$$

$$N^{\circ} \text{ de explosivos.} = 8.7$$

$$N^{\circ} \text{ de explosivos.} = 9 \text{ cartuchos por taladro}$$

➤ **Cálculo de explosivo total por disparo**

$$E. total = FcxVtr$$

$$E. total = \frac{20.85kg}{m} \cdot 55.91m^3$$

$$E. total = 1165kg$$

$$Fc. = \frac{Kg. \text{ de explosivo total}}{\text{metro de avance}}$$

$$Fc. = \frac{171.84kg}{190.08m}$$

$$Fc. = 0.9 \frac{Kg}{m}$$

➤ **Cálculo de carga de explosivo por taladro**

$$Cpt. = \frac{E.t}{N^{\circ}t}$$

$$Cpt. = \frac{171.84kg}{49}$$

$$Cpt. = 3.58 \text{ Kg}$$

➤ **Factor de potencia**

Vol. Real

$$Vol. \text{ real} = S \times Long. \text{ real} \times esp$$

$$Vol. \text{ real} = 14.87 \text{ m}^2 \times 3.76 \text{ m} \times 1.20$$

$$Vol. \text{ real} = 66 \text{ m}^3$$

Tonelaje real

$$Tn. \text{ real} = V. \text{ real} \times \text{Densidad de } r$$

$$Tn. \text{ real} = 66 \text{ m}^3 \times 2.6 \text{ tn/m}^3$$

$$Tn. \text{ real} = 172 \text{ tn}$$

$$F. p. = \frac{\text{Kg. de explosivo total}}{Tn. \text{ extraidas}}$$

$$F. p. = \frac{171.84 \text{ kg}}{172 \text{ tn}}$$

$$F. p. = 0.99 \frac{\text{Kg}}{\text{Tn}}$$

➤ **Factor de carga**

$$F. C. = \frac{\text{Kg. de explosivo total}}{\text{metros de avance}}$$

$$F. C. = \frac{171.84 \text{ Kg}}{3.76 \text{ m}}$$

$$F. C. = \frac{171.84 \text{ Kg}}{66 \text{ m}^3}$$

$$F. C. = 2.60 \text{ Kg/m}^3$$

H. Eficiencia de perforación

$$E.p. = \frac{\text{Long. de real de perforacion}}{\text{Long. teorica de perforacion}} \times 100$$

$$E.p. = \frac{3.76m}{3.96m} \times 100$$

$$E.p. = 95\%$$

A. Eficiencia de voladura

$$E.V. = \frac{\text{avance real}}{\text{longitud promedio de perforacion}} \times 100$$

$$E.V. = \frac{3.76m}{3.96m} \times 100$$

$$E.V. = 95\%$$

4.2.2. Resultados de los cálculos realizados en la rampa negativa 922

Después de haber realizado las operaciones y cálculos de las áreas de la nueva propuesta de malla de perforación, se efectuará una semejanza el resultado obtenido de la malla anterior con la nueva alternativa de malla.

En los siguientes gráficos se tiene los resultados de las mallas de perforación y voladura que se ejecutaban en la Rampa Negativa 922 que se tomaron datos antes y después de realizar las operaciones en mina.

4.2.3. Malla de perforación y voladura normal

En la Unidad Minera Ticlio llevan a cabo operaciones subterráneas en las Zonas Este y Oeste en las operaciones de la Rampa Negativa 922 a partir del diseño de la malla de perforación y voladura ejecutado se tiene la siguiente información en donde la perforación de los taladros de producción se realizó con taladros de diámetro de 51 mm y con un taladro de alivio de 102 mm, teniendo

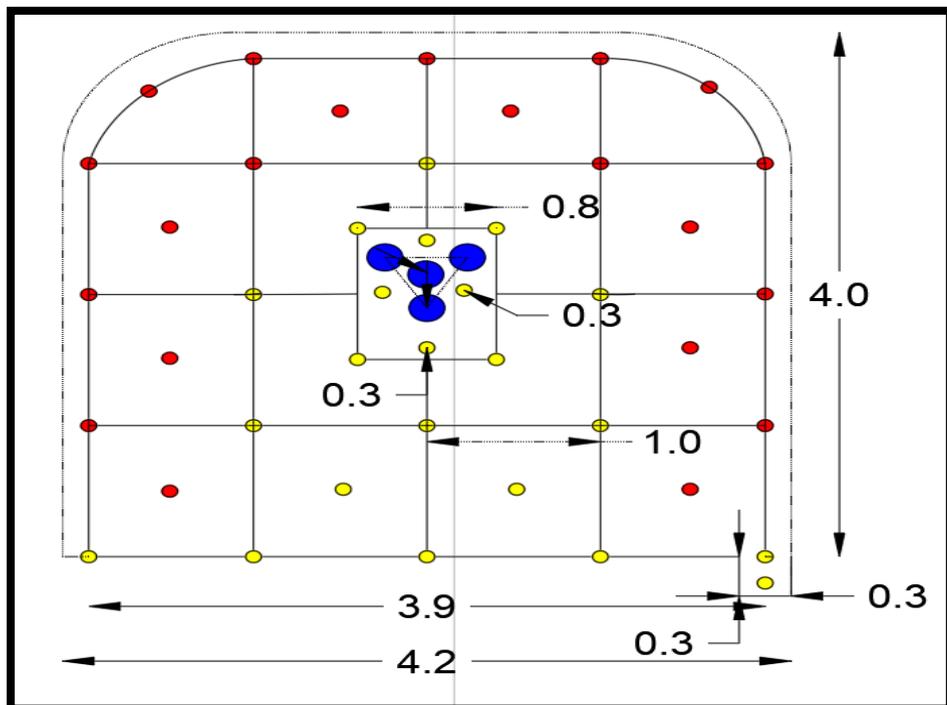
así 5 taladros de alivio y 49 taladros de producción estando distribuidos de la siguiente manera:

Figura N° 26: Malla de perforación y voladura normal



Nota. Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 27: Diseño de malla frecuente en la rampa



Nota. Diseño de malla de la U.M. Ticlio, Fuente: (Volcán Compañía Minera S.A.A., 2022).

CUADRO N° 5: Datos Técnicos de la Malla Normal

| DATOS TECNICOS | | |
|-----------------------|-------|-------|
| Densidad Roca | 2.6 | tn/m3 |
| Sección | 14.84 | m2 |
| N° Tal. Alivio | 3 | unid. |
| N° Tal. Prod. | 50 | unid. |
| N° Tal. Contorno | 0 | unid. |
| N° Tal. Perforados | 53 | unid. |
| Diametro de tal. | 51 | mm |
| Diametro Rim. | 102 | mm |
| Long. Perf. | 3.76 | m |
| Total, Long. Perf. | 188 | m |
| Total, Long. Rimada | 11.28 | m |
| Carmex | 2 | unid. |
| Cord. Detonante | 30 | m |
| RESULTADOS | | |
| Long. Avance | 3.42 | m |
| Volumen Roto | 66 | m3 |
| Tonelada Roto | 172 | tn |
| Factor de Potencia | 0.99 | kg/tn |
| Factor de carga | 2.6 | kg/m3 |
| Eficiencia de Perf. | 94 | % |
| Eficiencia de Avance | 91 | % |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 6: Avance por Disparo 922 en Porcentaje (%)

| AVANCE POR DISPARO EN LA RAMPA 922 | | |
|---|-------------|---------------------------|
| MES | DIAS | AVANCE POR DISPARO |
| OCTUBRE | 6 | 0.89 |
| | 8 | 0.92 |
| | 13 | 0.91 |
| | 14 | 0.90 |
| | 17 | 0.88 |
| | 19 | 0.91 |
| | 22 | 0.90 |
| NOVIEMBRE | 7 | 0.92 |
| | 10 | 0.92 |
| | 14 | 0.93 |
| | 17 | 0.91 |
| | 21 | 0.89 |
| | 23 | 0.93 |
| DICIEMBRE | 26 | 0.92 |
| | 5 | 0.90 |
| | 8 | 0.91 |
| | 13 | 0.92 |
| | 16 | 0.87 |
| | 19 | 0.92 |
| | 22 | 0.91 |
| | 25 | 0.90 |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 7: Avance Por Disparo (m)

| CANTIDAD DE DIAS | AVANCE POR DISPARO (m) |
|------------------|------------------------|
| | ANTES |
| 1 | 3.35 |
| 2 | 3.46 |
| 3 | 3.44 |
| 4 | 3.40 |
| 5 | 3.30 |
| 6 | 3.41 |
| 7 | 3.38 |
| 8 | 3.46 |
| 9 | 3.45 |
| 10 | 3.48 |
| 11 | 3.43 |
| 12 | 3.36 |
| 13 | 3.49 |
| 14 | 3.45 |
| 15 | 3.39 |
| 16 | 3.42 |
| 17 | 3.46 |
| 18 | 3.28 |
| 19 | 3.47 |
| 20 | 3.44 |
| 21 | 3.40 |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 8: Kilogramos de Explosivos Usados en la Malla Normal

| CANTIDAD DE DIAS | KILOGRAMOS DE EXPLOSIVO |
|------------------|-------------------------|
| | ANTES |
| 1 | 175.09 |
| 2 | 173.12 |
| 3 | 174.32 |
| 4 | 174.01 |
| 5 | 174.66 |
| 6 | 173.35 |
| 7 | 173.34 |
| 8 | 173.24 |
| 9 | 172.5 |
| 10 | 173.44 |
| 11 | 174.33 |
| 12 | 173.22 |
| 13 | 172.08 |
| 14 | 174.02 |
| 15 | 174.12 |
| 16 | 173.38 |
| 17 | 173.16 |
| 18 | 173.82 |
| 19 | 172.62 |
| 20 | 173.14 |
| 21 | 172.12 |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

4.2.4. Malla de perforación y voladura propuesta

Para continuar con el informe de investigación se diseñó una malla nueva para perforación de la rampa negativa 922 tratando de mejorar la antigua malla para poder lograr la eficiencia de avance lineal tomando como sección de 4.2 m por 4 m con una barra 14 pies de longitud, diámetro de taladros de producción de 51 mm y taladros de alivio de 102 mm.

La nueva malla propuesta por 49 taladros de producción y 5 taladros de alivio q trabajan formando una cara libre con diámetro equivalente q forma mejor la siguiente cara libre, esta malla se propone por la baja eficiencia de avance q se tenía en la rampa negativa 922 esta nueva malla nos ayuda a lograr una eficiencia mayor al 95%.

CUADRO N° 9: Datos Técnicos de la Malla Propuesta

| DATOS TECNICOS | | |
|----------------------|-------|-------|
| Densidad Roca | 2.6 | tn/m3 |
| Sección | 14.84 | m2 |
| N° Tal. Alivio | 5 | unid. |
| N° Tal. Prod. | 49 | unid. |
| N° Tal. Contorno | 0 | unid. |
| N° Tal. Perforados | 54 | unid. |
| Diametro de tal. | 51 | mm |
| Diametro Rim. | 102 | mm |
| Long. Perf. | 3.76 | m |
| Total, Long. Perf. | 184.2 | m |
| Total, Long. Rimada | 18.8 | m |
| Carmex | 2 | unid. |
| Cord. Detonante | 30 | m |
| RESULTADOS | | |
| Long. Avance | 3.61 | m |
| Volumen Roto | 66 | m3 |
| Tonelada Roto | 172 | tn |
| Factor de Potencia | 0.99 | kg/tn |
| Factor de carga | 2.6 | kg/m3 |
| Eficiencia de Perf. | 95 | % |
| Eficiencia de Avance | 96 | % |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 10: Datos Obtenidos del Fanel

| FANEL LP | | |
|--------------|-----------------|------------------|
| Nro. Retardo | cantidad pedida | cantidad de tal. |
| 1 | 2 | 1 |
| 2 | 2 | 1 |
| 3 | 2 | 1 |
| 4 | 1 | 1 |
| 5 | 2 | 2 |
| 6 | 2 | 2 |
| 7 | 4 | 4 |
| 8 | 4 | 4 |
| 9 | 4 | 4 |
| 10 | 6 | 6 |
| 11 | 6 | 6 |
| 12 | 4 | 4 |
| 13 | 7 | 7 |
| 14 | 5 | 5 |
| 15 | 1 | 1 |
| TOTAL | 52 | 49 |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 11: Datos Técnicos de la Distribución de Carga Explosiva

| DISTRIBUCION DE CARGA EXPLOSIVA | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----------|--------------------------|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Ubicación de taladros | N° | Long. De perforación (m) | Ni Cart/t al E-5000 1 1/2"x12" | Total, Cartuchos E-5000 1 1/2"x12" | N° Cart/t al E-3000 1 1/2"x12" | Total, Cartuchos E-3000 1 1/2"x12" | N° Cart/t al E-1000 1 1/2"x12" | Total, Cartuchos E-1000 1 1/2"x12" | Número de Cartuchos (unidad) | Total, de Explosivos (kg) |
| Arranque | 4 | 3.76 | 9 | 36 | | | | | 36 | 14.508 |
| 1ra. Ayuda | 4 | 3.76 | 9 | 36 | | | | | 36 | 14.508 |
| 2ra. Ayuda | 4 | 3.76 | 9 | 36 | | | | | 36 | 14.508 |
| 3ra. Ayuda | 4 | 3.76 | 9 | 36 | | | | | 36 | 14.508 |
| 4ra. Ayuda | 4 | 3.76 | 10 | 20 | 8 | 16 | | | 36 | 14.316 |
| Ayud.Cuadr. | 4 | 3.76 | 1 | 4 | 8 | 32 | | | 36 | 14.124 |
| Ayud.Corona | 2 | 3.76 | 1 | 2 | 8 | 16 | | | 18 | 7.062 |
| Hastiales | 6 | 3.76 | 1 | 6 | 8 | 48 | | | 54 | 21.186 |
| Ayuda. Arrastre | 4 | 3.76 | 10 | 20 | 8 | 16 | | | 36 | 14.316 |
| Corona | 7 | 3.76 | | | | | 9 | 63 | 63 | 23.877 |
| Arrastre cuneta | 5 | 3.76 | 9 | 45 | | | | | 45 | 18.135 |
| | 1 | 3.76 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 2 | 0.794 |
| Total | 49 | | | 242 | | | | | 434 | 171.84 |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 12: Eficiencia Avanzado de la Malla Propuesta en (%)

Avance por Disparo en la Rampa 922

| MES | DIAS | AVANCE POR DISPARO |
|------------------|------|--------------------|
| | 9 | 0.96 |
| | 13 | 0.98 |
| | 16 | 0.97 |
| OCTUBRE | 18 | 0.95 |
| | 23 | 0.96 |
| | 25 | 0.94 |
| | 28 | 0.97 |
| | 6 | 0.95 |
| | 10 | 0.94 |
| | 14 | 0.96 |
| NOVIEMBRE | 17 | 0.97 |
| | 20 | 0.95 |
| | 22 | 0.96 |
| | 24 | 0.98 |
| | 7 | 0.96 |
| | 9 | 0.97 |
| | 13 | 0.94 |
| DICIEMBRE | 16 | 0.95 |
| | 20 | 0.96 |
| | 23 | 0.97 |
| | 25 | 0.96 |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 13: Avance Por Disparo (m)

| CANTIDAD DE DIAS | AVANCE POR DISPARO (m) |
|------------------|------------------------|
| | DESPUES |
| 1 | 3.62 |
| 2 | 3.69 |
| 3 | 3.64 |
| 4 | 3.59 |
| 5 | 3.61 |
| 6 | 3.52 |
| 7 | 3.63 |
| 8 | 3.58 |
| 9 | 3.53 |
| 10 | 3.62 |
| 11 | 3.65 |
| 12 | 3.59 |
| 13 | 3.61 |
| 14 | 3.68 |
| 15 | 3.60 |
| 16 | 3.64 |
| 17 | 3.53 |
| 18 | 3.59 |
| 19 | 3.61 |
| 20 | 3.64 |
| 21 | 3.60 |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 14: Kilogramos De Explosivo Utilizados

| CANTIDAD DE DIAS | KILOGRAMOS DE EXPLOSIVO |
|------------------|-------------------------|
| | DESPUES |
| 1 | 172.44 |
| 2 | 171.08 |
| 3 | 172.02 |
| 4 | 172.43 |
| 5 | 171.05 |
| 6 | 172.11 |
| 7 | 172.34 |
| 8 | 170.13 |
| 9 | 172 |
| 10 | 173.26 |
| 11 | 173 |
| 12 | 171.32 |
| 13 | 172.56 |
| 14 | 173.04 |
| 15 | 172.77 |
| 16 | 171.78 |
| 17 | 172.14 |
| 18 | 172.21 |
| 19 | 170.35 |
| 20 | 172.88 |
| 21 | 171.88 |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 28: Proceso de Perforación del modelo Propuesto de Malla



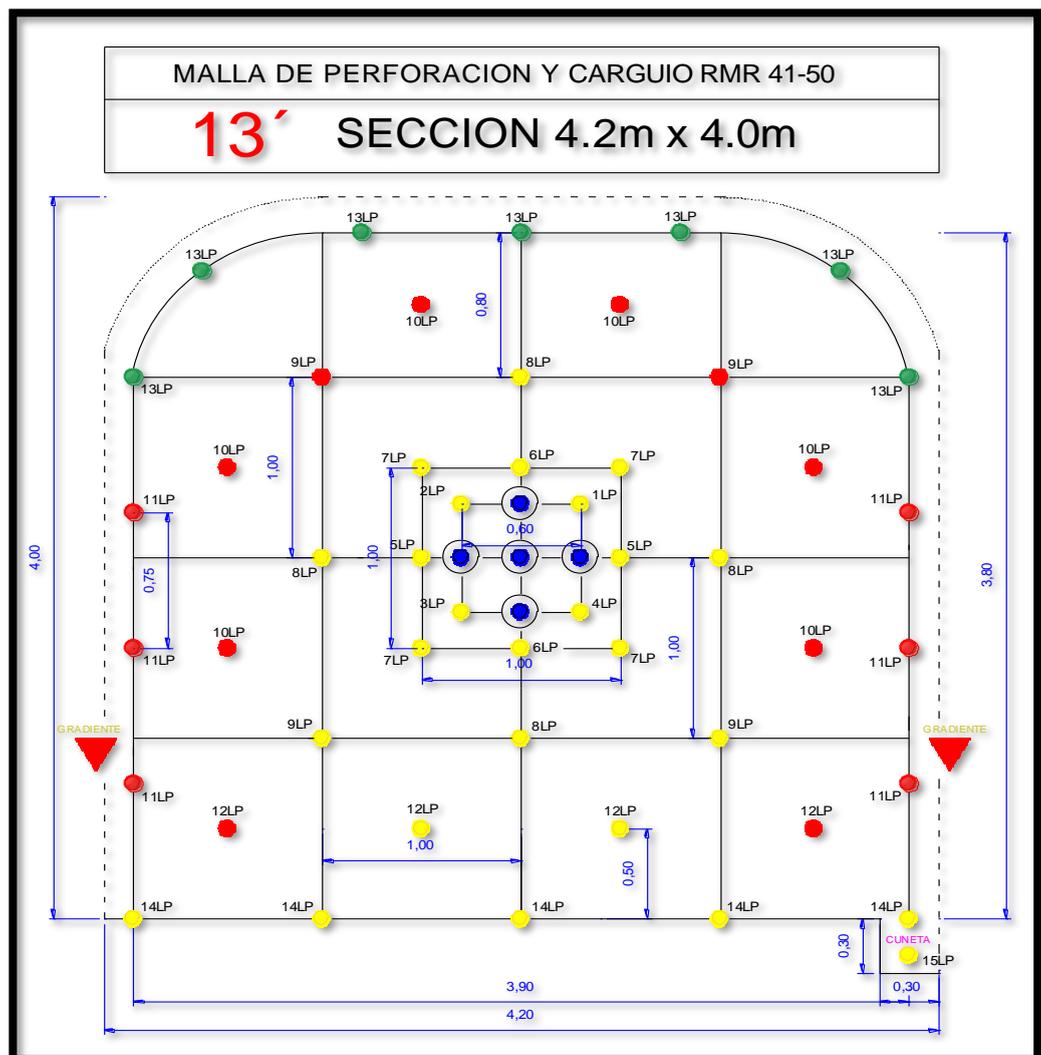
Nota. Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 29: Perforación del modelo propuesto de malla



Nota. Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 30: Diseño final de la de malla propuesta



Nota. Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 31: Proceso final de la de malla propuesta



Nota. Fuente: Elaboración Propia

4.3. Prueba de Hipótesis

4.3.1. Análisis de cálculos estadísticos

En el estudio realizado se tendrá en cuenta el análisis estadístico de la eficiencia lineal de datos tomados desde octubre hasta marzo de la malla anterior con la nueva propuesta para perforación y voladura en la rampa negativa 922 de la zona Este de la U. E. A. Ticlio. para realizar la comparación y observar la diferencia de eficiencia lineal, metros lineales avanzados y los kilogramos de explosivos utilizados.

4.3.2. Comprobación de la Hipótesis General

En nuestro informe la hipótesis comprende realizar una alternativa de una nueva propuesta de malla de perforación y voladura el cual se pueda tener una eficiencia de avance lineal expresados en porcentajes y metros lineales, que obteniendo una eficiencia de avance lineal del 5% en promedio de las diferencias obtenidas de la malla anterior y nueva, así mismo se tuvo como resultado en mejora de 3.42 m a 3.61 m dando resultados de diferencia de 0.19 cm de las dos mallas.

Para tal caso se tendrá que realizar una prueba de hipótesis para poder tener la certeza de la veracidad de los datos de campo obtenidos y refutar la hipótesis planteada.

Nivel de significancia α

Para esta investigación tomaremos la probabilidad de riesgo de 0.05 que representa el 5% de rechazo de la hipótesis planteada. Se tendrá nivel de significancia que significa el riesgo que es asumido al poder rechazar la hipótesis alternativa (H_a), cuando en si debe de ser aceptado.

Cálculo del valor estadístico de prueba

Planteamiento de la hipótesis la hipótesis nula (H_0) y alternativa (H_a), que se tiene en el siguiente enunciado.

a) Hipótesis general

H_0 : “Con el nuevo diseño de malla de perforación y voladura no se podrá perfeccionar la eficiencia de avance lineal de la rampa negativa 922 de la Unidad de Empresa Administradora Ticlio”.

H_i : “Con el nuevo diseño de malla de perforación y voladura se logrará perfeccionar la eficiencia de avance lineal de la rampa negativa 922 de la Unidad de Empresa Administradora Ticlio”.

Se realiza los siguientes cálculos para lograr rechazar o aceptar la hipótesis alternativa.

CUADRO N° 15: Eficiencia de Avance Lineal (%)

| CANTIDAD DE DIAS | EFICIENCIA DE AVANCE LINEAL (%) DE LA MALLA | | |
|------------------|---|-------------|------------|
| | NORMAL | ALTERNATIVA | DIFERENCIA |
| 1 | 0.89 | 0.96 | -0.07 |
| 2 | 0.92 | 0.98 | -0.06 |
| 3 | 0.91 | 0.97 | -0.06 |
| 4 | 0.90 | 0.95 | -0.05 |
| 5 | 0.88 | 0.96 | -0.08 |
| 6 | 0.91 | 0.94 | -0.03 |
| 7 | 0.90 | 0.97 | -0.07 |
| 8 | 0.92 | 0.95 | -0.03 |
| 9 | 0.92 | 0.94 | -0.02 |
| 10 | 0.93 | 0.96 | -0.03 |
| 11 | 0.91 | 0.97 | -0.06 |
| 12 | 0.89 | 0.95 | -0.06 |
| 13 | 0.93 | 0.96 | -0.03 |
| 14 | 0.92 | 0.98 | -0.06 |
| 15 | 0.90 | 0.96 | -0.06 |
| 16 | 0.91 | 0.97 | -0.06 |
| 17 | 0.92 | 0.94 | -0.02 |
| 18 | 0.87 | 0.95 | -0.08 |
| 19 | 0.92 | 0.96 | -0.04 |
| 20 | 0.91 | 0.97 | -0.06 |
| 21 | 0.90 | 0.96 | -0.06 |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Prueba de Hipótesis

d = Promedio de las diferencias

n= cantidad de observaciones

$$\bar{d} = -0.05$$

$$n = 21$$

Desviación estándar muestral

$$S_d = \sqrt{\frac{(d_i - \bar{d})^2}{n - 1}}$$

$$S_d = 0.0187$$

Estadístico de prueba

$$t = \frac{\bar{d}}{S_d/\sqrt{n}}$$

$$t = -12.72$$

Valor crítico

gl= grados de libertad

α = Nivel de significancia

$$gl = (n-1) = 20$$

$$\alpha = 0.05$$

$$t < t_{(\alpha),(n-1)} = -1.724718$$

$$p\text{-valor} = 2.41827E-11$$

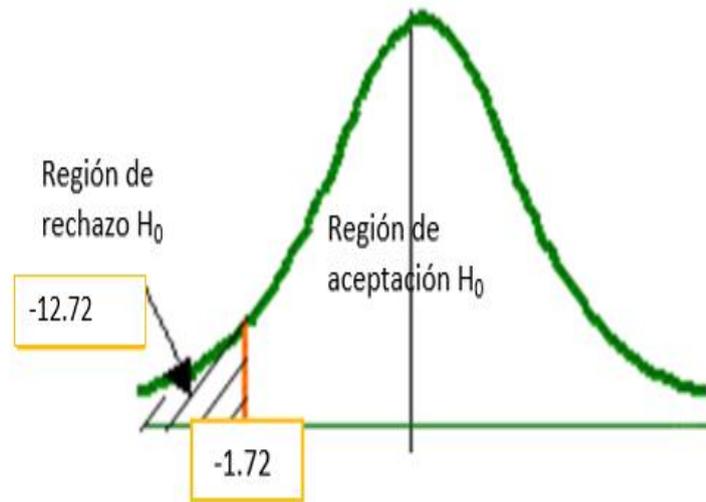
CUADRO N° 16: Prueba t para medias de las muestras

Prueba t Para Medias de Dos Muestras Emparejadas

| | NORMAL | ALTERNATIVA |
|--|----------|-------------|
| Media | 0.9076 | 0.9597 |
| Varianza | 0.0002 | 0.0001 |
| Observaciones | 21.0000 | 21.0000 |
| Coefficiente de correlación de Pearson | 0.1124 | |
| Diferencia hipotética de las medias | 0.0000 | |
| Grados de libertad | 20.0000 | |
| Estadístico t | -12.7180 | |
| P(T<=t) una cola | 0.0000 | |
| Valor crítico de t (una cola) | -1.7247 | |
| P(T<=t) dos colas | 0.0000 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | 2.0860 | |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 32: Gráfico de la Prueba de la Hipótesis general



Nota. Fuente: Elaboración Propia

Decisión: rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa como se observa en el gráfico. Donde se concluye que: “Con la nueva propuesta de malla de perforación y voladura se podrá perfeccionar la eficiencia de avance lineal de la rampa 922 de la Unidad de Empresa Administradora Ticlio”.

4.3.3. Comprobación de las Hipótesis específicas

A. Metros lineales avanzados

H_0 : El diseño de malla de perforación y voladura no tendrá la mejora del avance en metros lineales aplicando una alternativa de diseño de malla de perforación y voladura en la rampa negativa 922 de la zona Este de la Unidad de Empresa Administradora Ticlio.

H_1 : El diseño de malla de perforación y voladura tendrá la mejora del avance en metros lineales aplicando una alternativa de diseño de malla de perforación y voladura en la rampa negativa 922 de la zona Este de la U Unidad de Empresa Administradora Ticlio.

CUADRO N° 17: Avance por Disparo (m) en la Rampa 922

| CANTIDAD DE DIAS | AVANCE POR DISPARO EN (m) | | |
|------------------|---------------------------|---------|------------|
| | ANTES | DESPUES | DIFERENCIA |
| 1 | 3.35 | 3.62 | -0.27 |
| 2 | 3.46 | 3.69 | -0.23 |
| 3 | 3.44 | 3.64 | -0.20 |
| 4 | 3.40 | 3.59 | -0.19 |
| 5 | 3.30 | 3.61 | -0.31 |
| 6 | 3.41 | 3.52 | -0.11 |
| 7 | 3.38 | 3.63 | -0.25 |
| 8 | 3.46 | 3.58 | -0.12 |
| 9 | 3.45 | 3.53 | -0.08 |
| 10 | 3.48 | 3.62 | -0.14 |
| 11 | 3.43 | 3.65 | -0.22 |
| 12 | 3.36 | 3.59 | -0.23 |
| 13 | 3.49 | 3.61 | -0.12 |
| 14 | 3.45 | 3.68 | -0.23 |
| 15 | 3.39 | 3.60 | -0.21 |
| 16 | 3.42 | 3.64 | -0.22 |
| 17 | 3.46 | 3.53 | -0.07 |
| 18 | 3.28 | 3.59 | -0.31 |
| 19 | 3.47 | 3.61 | -0.14 |
| 20 | 3.44 | 3.64 | -0.20 |
| 21 | 3.40 | 3.60 | -0.20 |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Prueba de Hipótesis

d = Promedio de las diferencias

n= cantidad de observaciones

$$\bar{d} = -0.19$$
$$n = 21$$

Desviación estándar muestral

$$S_d = \sqrt{\frac{(d_i - \bar{d})^2}{n - 1}}$$

$$S_d = 0.0684$$

Estadístico de prueba

$$t = \frac{\bar{d}}{S_d/\sqrt{n}}$$

$$t = -12.9168$$

Valor crítico

gl= grados de libertad

α = 5% Nivel de significancia

$$gl = (n-1) = 20$$
$$\alpha = 0.05$$

$$t < t_{(\alpha),(n-1)} = -1.724718$$
$$p\text{-valor} = 1.83108E-11$$

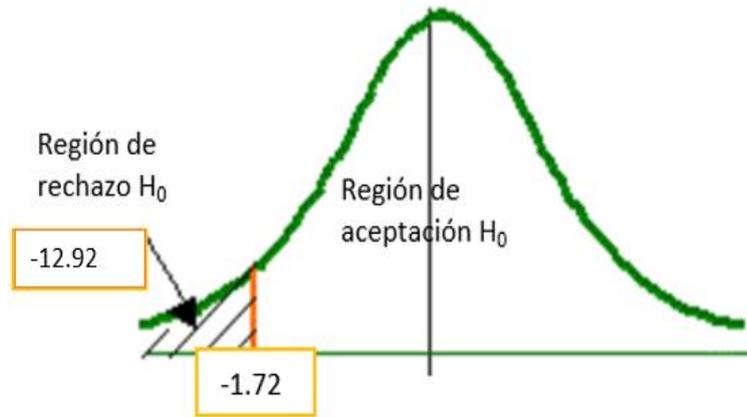
CUADRO N° 18: Prueba t para las muestras

Prueba t Para Medias de Dos Muestras Emparejadas

| | ANTES | DESPUES |
|--|------------|-----------|
| Media | 3.415238 | 3.608095 |
| Varianza | 0.003196 | 0.001966 |
| Observaciones | 21.000000 | 21.000000 |
| Coefficiente de correlación de Pearsor | 0.095927 | |
| Diferencia hipotética de las medias | 0.000000 | |
| Grados de libertad | 20.000000 | |
| Estadístico t | -12.916837 | |
| P(T<=t) una cola | 0.000000 | |
| Valor crítico de t (una cola) | -1.724718 | |
| P(T<=t) dos colas | 0.000000 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | 2.085963 | |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 33: Gráfico de la Prueba de Hipótesis Especifica N° 1



Nota. Fuente: Elaboración Propia

Decisión: se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa como se observa en el gráfico. Donde se concluye que: El diseño de malla de perforación y voladura tendrá la mejora del avance en metros lineales aplicando una alternativa de diseño de malla de perforación y voladura en la rampa negativa 922 de la zona Este de la Unidad de Empresa Administradora Ticlio.

B. Kilogramos de explosivos utilizados

Ho: El diseño de malla de perforación y voladura no obtendrá una diferencia de los kilogramos de explosivos a utilizar para la voladura aplicando una alternativa de diseño de malla de perforación y voladura en la rampa negativa 922 de la zona Este de la Unidad de Empresa Administradora Ticlio.

Hi: El diseño de malla de perforación y voladura si obtendrá una diferencia de los kilogramos de explosivos a utilizar para la voladura aplicando una alternativa de diseño de malla de perforación y voladura en la rampa negativa 922 de la zona Este de la Unidad de Empresa Administradora Ticlio.

CUADRO N° 19: Kilogramos de explosivos para la prueba de hipótesis

| CANTIDAD DE DIAS | KILOGRAMOS DE EXPLOSIVO | | |
|------------------|-------------------------|---------|------------|
| | ANTES | DESPUES | DIFERENCIA |
| 1 | 175.09 | 172.44 | 2.65 |
| 2 | 173.12 | 171.08 | 2.04 |
| 3 | 174.32 | 172.02 | 2.30 |
| 4 | 174.01 | 172.43 | 1.58 |
| 5 | 174.66 | 171.05 | 3.61 |
| 6 | 173.35 | 172.11 | 1.24 |
| 7 | 173.34 | 172.34 | 1.00 |
| 8 | 173.24 | 170.13 | 3.11 |
| 9 | 172.5 | 172 | 0.50 |
| 10 | 173.44 | 173.26 | 0.18 |
| 11 | 174.33 | 173 | 1.33 |
| 12 | 173.22 | 171.32 | 1.90 |
| 13 | 172.08 | 172.56 | -0.48 |
| 14 | 174.02 | 173.04 | 0.98 |
| 15 | 174.12 | 172.77 | 1.35 |
| 16 | 173.38 | 171.78 | 1.60 |
| 17 | 173.16 | 172.14 | 1.02 |
| 18 | 173.82 | 172.21 | 1.61 |
| 19 | 172.62 | 170.35 | 2.27 |
| 20 | 173.14 | 172.88 | 0.26 |
| 21 | 172.12 | 171.88 | 0.24 |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Prueba de Hipótesis

$$H_0: \mu_d \leq 0$$

$$H_1: \mu_d > 0$$

d = Promedio de las diferencias

n= cantidad de observaciones

$$\bar{d} = 1.4424$$

$$n = 21$$

Desviación estándar muestral

$$S_d = \sqrt{\frac{(d_i - \bar{d})^2}{n - 1}}$$

$$S_d = 1.0166$$

Estadístico de prueba

$$t = \frac{\bar{d}}{S_d/\sqrt{n}}$$

$$t = 6.5022$$

Valor crítico

gl= grados de libertad

α = 5% Nivel de significancia

$$gl = (n-1) = 20$$
$$\alpha = 0.05$$

$$t_{(1-\alpha),(n-1)} = 1.724718$$
$$p\text{-valor} = 0.0000012221$$

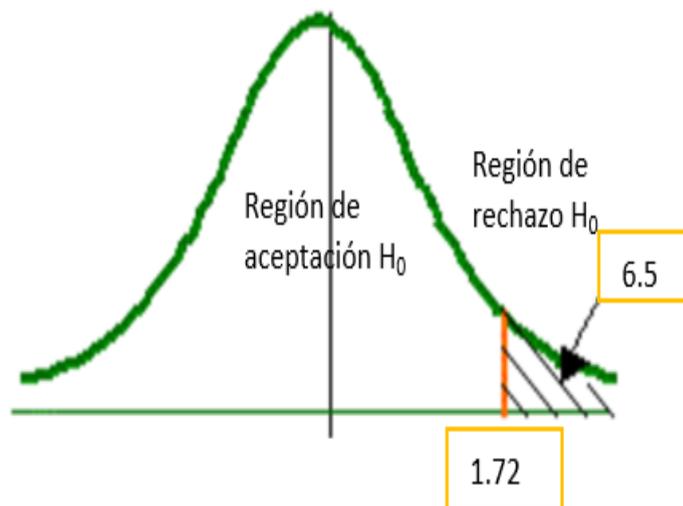
CUADRO N° 20: Prueba t para las muestras

Prueba t Para Medias de Dos Muestras Emparejadas

| | <i>ANTES</i> | <i>DESPUES</i> |
|--|--------------|---------------------------|
| Media | 173.48 | 172.037619 0.719209048 |
| Varianza | 0.62704 | |
| Observaciones | 21 | 21 |
| Coefficiente de correlación de Pearson | 0.232940418 | |
| Diferencia hipotética de las medias | 0 | |
| Grados de libertad | 20 | |
| Estadístico t | 6.502160699 | |
| P(T<=t) una cola | 1.22209E-06 | |
| Valor crítico de t (una cola) | -1.72471824 | |
| P(T<=t) dos colas | 2.44418E-06 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | 2.085963447 | |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 34: Prueba de Hipótesis Especifica N° 2



Nota. Fuente: Elaboración Propia

Decisión: rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa como se observa en el gráfico. Donde la conclusión es que: El diseño de malla de perforación y voladura si tiene una diferencia de kilogramos de explosivos a utilizar para la voladura aplicando una alternativa de diseño de malla de perforación y voladura en la rampa negativa 922 en la zona Este de la Unidad de Empresa Administradora Ticlio.

4.4. Discusión de resultados

4.4.1. Eficiencia de Avance en la Rampa Negativa 922

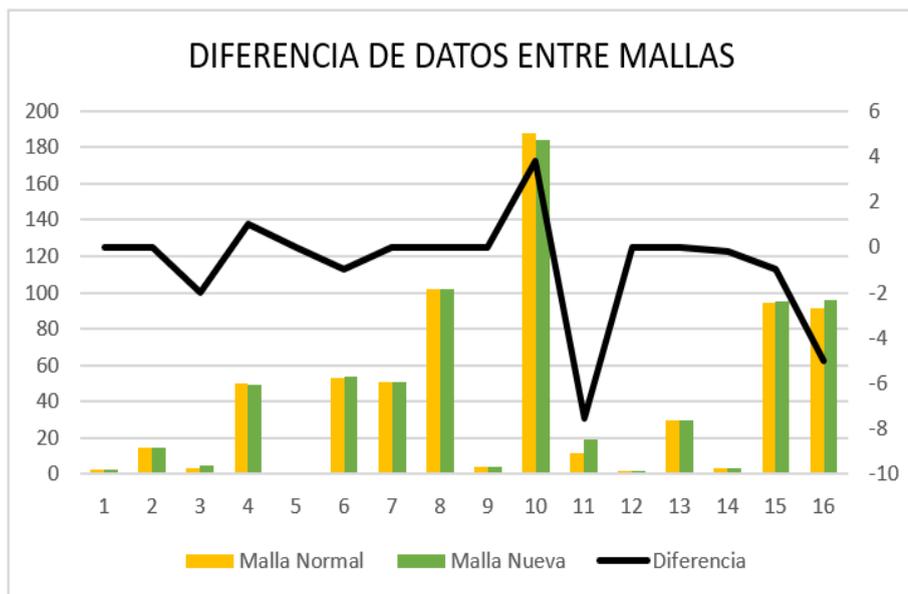
Según se muestran datos en las siguientes tablas se muestra una diferencia de las mallas que se utilizaron en el informe, que por el cual se utilizaron un diámetro de taladros similares en ambas mallas y también la misma distancia de barra. Para la realización de la malla nueva tuvo como resultado una cantidad de 54 taladros y en la malla antigua se utilizó 53 taladros, obteniendo una diferencia de 1 taladro.

CUADRO N° 21: Diferencia de Malla Anterior y Nueva

| N° | Datos Obtenidos | Unidad | Malla Normal | Malla Nueva | Diferencia |
|----|-----------------------------|--------|--------------|-------------|------------|
| 1 | Densidad Roca | tn/m3 | 2.6 | 2.6 | 0 |
| 2 | Sección | m2 | 14.84 | 14.84 | 0 |
| 3 | N° Tal. Alivio | unid. | 3 | 5 | -2 |
| 4 | N° Tal. Prod. | unid. | 50 | 49 | 1 |
| 5 | N° Tal. Contorno | unid. | 0 | 0 | 0 |
| 6 | N° Tal. Perforados | unid. | 53 | 54 | -1 |
| 7 | Diámetro de tal. | mm | 51 | 51 | 0 |
| 8 | Diámetro Rim. | mm | 102 | 102 | 0 |
| 9 | Metros Perforados | m | 3.76 | 3.76 | 0 |
| 10 | Total, Long. Perf. | m | 188 | 184.24 | 3.76 |
| 11 | Total, Long. Rimada | m | 11.28 | 18.8 | -7.52 |
| 12 | Carmex | unid. | 2 | 2 | 0 |
| 13 | Cord. Detonante | m | 30 | 30 | 0 |
| 14 | Long. Avance | m | 3.42 | 3.61 | -0.19 |
| 15 | Eficiencia de Perf. | % | 94 | 95 | -1 |
| 16 | Eficiencia de Avance | % | 91 | 96 | -5 |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 22: Diferencia de Eficiencias de Malla Normal y Nueva



Nota. Fuente: Elaboración Propia

En los resultados presentados se puede observar que el diámetro de taladros es igual para las dos mallas, misma longitud de barra, pero con diferente método de cálculo donde la malla anterior muestra 53 taladros perforados en total mientras que en nuevo diseño propuesto se consiguió perforar 54 taladros teniendo una diferencia de 1 taladros en el diseño alternativo.

4.4.2. Diferencia total de mallas en avance lineal y eficiencia lineal

Se observa en el cuadro que la malla normal utilizada tiene como eficiencia de avance lineal un 91% y la malla nueva tiene un 96% aplicando la nueva alternativa de diseño de malla de perforación y voladura, así mismo la diferencia de eficiencia de avance lineal con una diferencia del 5% entre las dos mallas.

En lo que respecta de los metros perforados de las dos mallas realizadas en la rampa negativa 922, se tiene como resultado de la antigua malla 3.42 m de avance en promedio total de 21 días tomados en dos datos y la malla propuesta tiene 3.61 m de avance, dando como resultante un 0.19 m de diferencia entre las dos mallas.

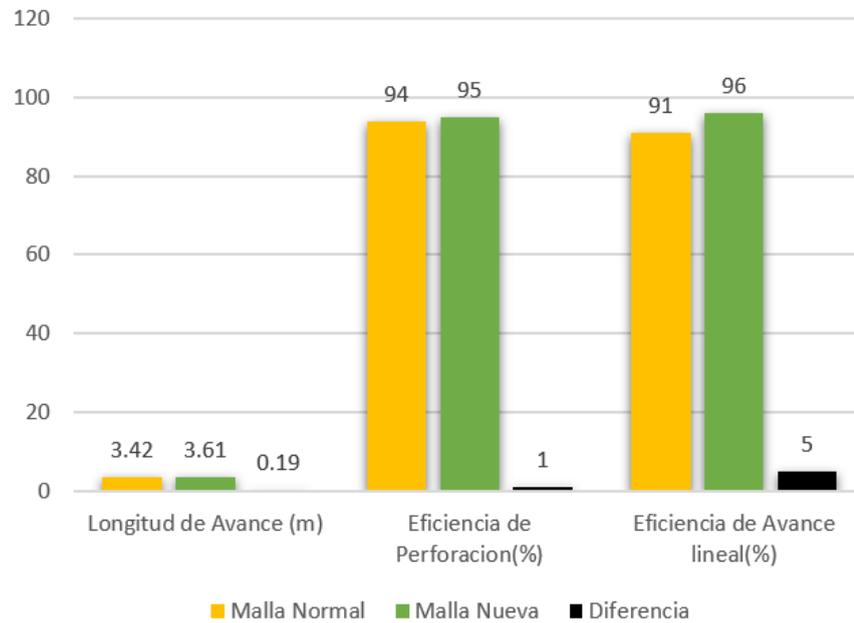
CUADRO N° 23: Resumen de Eficiencias de Malla Normal y Nueva

| | Malla Normal | Malla Nueva | Diferencia |
|--|---------------------|--------------------|-------------------|
| Longitud de Avance (m) | 3.42 | 3.61 | 0.19 |
| Eficiencia de Perforación (%) | 94 | 95 | 1 |
| Eficiencia de Avance lineal (%) | 91 | 96 | 5 |
| Metros Perforados (m) | 3.76 | 3.76 | 0 |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 24: Resumen de Eficiencias de Malla Normal y Nueva

Resumen de Diferencias Entre Mallas



Nota. Fuente: Elaboración Propia

4.4.3. Kilogramos de Explosivo Utilizados Rampa Negativa 922

Se observa en la siguiente tabla la cantidad de días realizadas el estudio, así mismo se tiene la cantidad de kilogramos de explosivos utilizados en la malla anterior y nueva.

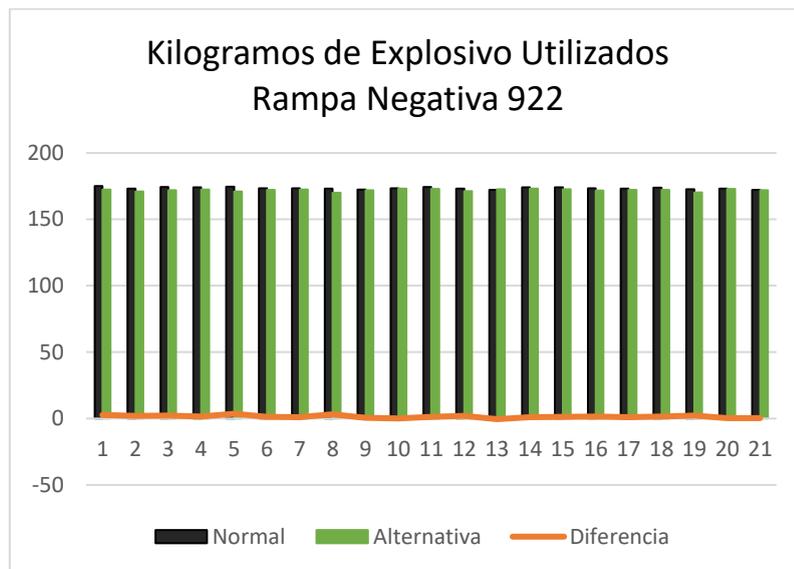
También se tiene la diferencia de kilogramos resultante de las dos mallas el cual indica que el promedio de la malla anterior con 173.48 kg y el promedio de la malla nueva un 172.01 kg de explosivos utilizados. Resultando en promedio total 1.47 kg de explosivo de diferencia entre las dos mallas.

CUADRO N° 25: Diferencia de Kilogramos de Malla Normal y Nueva

| Kilogramos de explosivo utilizados en la malla | | | |
|---|---------------|--------------------|-------------------|
| Cantidad de Días | Normal | Alternativa | Diferencia |
| 1 | 175.09 | 171.84 | 3.25 |
| 2 | 173.12 | 171.08 | 2.04 |
| 3 | 174.32 | 172.02 | 2.30 |
| 4 | 174.01 | 172.43 | 1.58 |
| 5 | 174.66 | 171.05 | 3.61 |
| 6 | 173.35 | 172.11 | 1.24 |
| 7 | 173.34 | 172.34 | 1.00 |
| 8 | 173.24 | 170.13 | 3.11 |
| 9 | 172.5 | 172 | 0.50 |
| 10 | 173.44 | 173.26 | 0.18 |
| 11 | 174.33 | 173 | 1.33 |
| 12 | 173.22 | 171.32 | 1.90 |
| 13 | 172.08 | 172.56 | -0.48 |
| 14 | 174.02 | 173.04 | 0.98 |
| 15 | 174.12 | 172.77 | 1.35 |
| 16 | 173.38 | 171.78 | 1.60 |
| 17 | 173.16 | 172.14 | 1.02 |
| 18 | 173.82 | 172.21 | 1.61 |
| 19 | 172.62 | 170.35 | 2.27 |
| 20 | 173.14 | 172.88 | 0.26 |
| 21 | 172.12 | 171.88 | 0.24 |
| PROMEDIO TOTAL | 173.48 | 172.01 | 1.47 |

Nota. Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 26: Diferencia De Datos De Kilogramos



Nota. Fuente: Elaboración Propia

Para culminar diferenciando los kilogramos utilizados de explosivos en las dos mallas se tiene como resultado promedio total de 1.47 kg, donde genera un ahorro eficiente de los explosivos generando un uso eficiente y adecuado de todos los explosivos utilizados.

CONCLUSIONES

- Se concluye como resultado final de la investigación realizada con la nueva alternativa para diseñar la malla de perforación y voladura se obtuvo mejoras en la eficiencia del avance lineal dando como resultado promedio en porcentaje del 96% con la nueva alternativa de malla y comparando la malla anterior 91%, logrando una eficiencia de avance lineal del 5%.
- Con esta alternativa de una malla nueva de perforación y voladura se logró alcanzar un avance en metros lineales, por lo que se concluye de tener un avance lineal de 3.42 m a 3.61 m según corresponde la malla antigua y la malla nueva de perforación y voladura, resultando 0.19 m de avance lineal.
- La utilización de kilogramos de explosivos con la nueva propuesta de malla de perforación y voladura minimizo en una cantidad significativa de 173.84 kg a 172.01 kg obteniendo una disminución de 1.47 Kg por cada avance.
- Se concluye según la prueba de hipótesis planteado que se puede aceptar la hipótesis alternativa y se debe rechazar la hipótesis nula, con ello se llega a la conclusión que con el nuevo diseño de malla se logra mejoras en la eficiencia del avance lineal en la Rampa Negativa 922.

RECOMENDACIONES

En la minería, sobre todo en el proceso de implementar un nuevo diseño de perforación y voladura es oportuno tener muchas precauciones dentro de todos los procesos de trabajo por tanto se tiene algunas recomendaciones:

- Cumplimiento riguroso de los parámetros de la malla de perforación y voladura los cuales son unos adecuados espaciamientos de arranque, cantidad de taladros, paralelismo y longitudes adecuadas de los mismos.
- Es necesario y muy importante capacitar sobre diseños de mallas de perforación y voladura al personal que supervisara y operara los Jumbos, cargadores y todo personal involucrado en el área, para lograr una mejor eficiencia en el trabajo realizado.
- Las capacitaciones también deben ser dirigidos a los trabajadores que hacen uso de los explosivos donde estos deben estar en correctos kilogramos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, R. (2016). *Diseño de malla de perforación y voladura en la cantera sur para producción de roca escollera en la Cía minera el Brocal Cerro de Pasco*. [Tesis para optar Título, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3477>
- Bejarano, J. P., y Marcelo, J. M. (2021). *Diseño de malla de perforación y voladura para mejorar los avances por disparo de una mina subterránea del distrito de Huayllay, 2021*. [Tesis para optar Título, Universidad Católica Trujillo]. <http://repositorio.uct.edu.pe/handle/123456789/1796>
- Bernaola Alonso, J., Castilla Gómez, J., & Herrera Herbert, J. (2013). *Departamento de Explotación de Recursos Minerales y Obras Subterráneas*. Universidad Politécnica de Madrid. https://oa.upm.es/21848/8/20131007_PERFORACION_Y_VOLADURA.pdf
- Carrillo, M., Linkimer, L., Rodríguez, A., & Zúñiga, H. (2002). *CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA Y ANÁLISIS ESTABILIDAD DE TALUDES DEL MACIZO ROCOSO CORIS, CARTAGO, COSTA RICA*. Obtenido de Escuela Centroamericana de Geología: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/8534Texto%20del%20art%C3%ADculo-12105-1-10-20130410.pdf>
- Condolfi, F.;Porrás, L. C. (2015). *Diseño de malla de perforación y voladura para la reducción de costos en los frentes de avances de la u.e.a. reliquias - Corporación Minera Castrovirreyna s.a*. [Tesis para optar Título, Universidad Nacional de Huancavelica]. <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/601>
- EXSA. (2010). *Manual Practico de Voladura*. Lima: 4ta Edición .
- EXSA. (2022). *Manual Practico de Voladura*. Obtenido de EXSA: https://www.academia.edu/23767654/MANUAL_PRACTICO_DE_VOLADURA_Edici%C3%B3n_especial_La_L%C3%ADnea_m%C3%A1s_Completa_para_V

oladura_Das_Komplete_Sprengstoffprogramm_The_Most_Complete_Blasting
_Line

Guamán, M. V. (2016). *Optimización de los procesos de perforación y voladura en el túnel Fase A-B de interconexión del proyecto Sopladora*. [Tesis para optar Título, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/4926>

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA . (2001). *Manual de Perforación y Voladura de Rocas*. Obtenido de INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA : [https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/10/Manual-de-Perforacio%CC%81n-y-Voladura-de Rocas.pdf](https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/10/Manual-de-Perforacio%CC%81n-y-Voladura-de-Rocas.pdf)

Morales, A. K. (2020). *Diseño de malla de perforación y voladura para optimizar el avance en la rampa negativa 940 de Sociedad Minera Austria Duvaz S. A. C.* [Tesis para optar Título, Universidad Continental].
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8429?localees>

Per-Anders Persson, Roger Holmberg and Jaimin Lee. (2004). *“Rock Blasting and Explosives Engineering*. <https://es.scribd.com/document/523215835/Rock-Blasting-and-Explosives-Engineering-Holmberg-Peers>

Quispe, N. (2019). *Diseño de mallas de perforación y voladura y su incidencia en los costos unitarios en la unidad minera Chahuane*. [Tesis para optar Título, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa].
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9432>

Romaní, R. (2019). *Diseño de mallas de perforación y voladura para optimizar avances y sobre rotura Nv. 1225 - Mina Andaychagua - VCM S.A.A.* [Tesis para optar Título, Universidad Nacional del Centro del Perú].
<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/5133>

ANEXOS

Anexo A Instrumentos de recolección de datos

Registro Frecuente de Avances mes de octubre y noviembre (Turno Día – Turno Noche)

| LABORES PROGRAMADAS ZONA ESTE TICLIO 2022 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|-------|------------|-------------|------------------|-------------------|------|----------|------|----------|---|-----------|------|----------|---|----------|------|-----------|------|----------|-------|-------|
| REPORTE DIARIO DE AVANCES /OCTUBRE 2022 (ZONA ESTE) | | | | | | | | JUEVES | | SÁBADO | | MIÉRCOLES | | VIERNES | | LUNES | | MIÉRCOLES | | SABADO | | TOTAL |
| ZONA | PISO | NIVEL | FASE | LABOR | Ancho programado | Altura programado | Gr | 06/10/22 | | 08/10/22 | | 12/10/22 | | 14/10/22 | | 17/10/22 | | 19/10/22 | | 22/10/22 | | |
| | | | | | | | | D | N | D | N | D | N | D | N | D | N | D | N | D | N | |
| ESTE | 0 | 12 | DESARROLLO | RP. 922 | 4.00 | 4.20 | -14% | | 3.35 | 3.46 | | 6.81 | 3.44 | 3.40 | | 6.84 | 3.30 | | 3.41 | 3.38 | 10.09 | 23.74 |
| ESTE | 2 | 15 | DESARROLLO | CM. 2012 | 3.50 | 3.50 | 2% | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTE | 2 | 15 | DESARROLLO | AC. 1598-P2 | 3.50 | 3.50 | HZ | | | 3.00 | | 3.00 | 3.10 | | | 3.10 | | | | | | 6.10 |
| ESTE | 2 | 12 | DESARROLLO | ES. 0492-1 | 1.20 | 2.10 | HZ | | | 2.90 | | 2.90 | | | | | 2.90 | | | | | 5.80 |
| ESTE | 2 | 12 | DESARROLLO | ES. 0492-2 | 1.20 | 2.10 | HZ | | | | | | | | | | | | | | | |
| EFICIENCIA DE AVANCE (%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTE | 0 | 12 | DESARROLLO | RP. 922 | | | -14% | | 0.89 | 0.92 | | 1.81 | 0.91 | 0.90 | | 1.81 | 0.88 | | 0.91 | 0.90 | 2.69 | 6.31 |

| | |
|----------------------|------------------|
| MUKI | Promedio/Día |
| JUMBO | Promedio/Guardia |
| ELL. / TABUL. / DES. | Avance/Día |
| | EFICIENCIA % |

| LABORES PROGRAMADAS ZONA ESTE TICLIO 2022 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|-------|------------|-------------|----------------------|-----------------------|------|----------|------|----------|---|----------|------|----------|---|----------|------|----------|------|----------|-------|-------|
| REPORTE DIARIO DE AVANCES /NOVIEMBRE 2022 (ZONA ESTE) | | | | | | | | MARTES | | VIERNES | | MARTES | | VIERNES | | MARTES | | JUEVES | | DOMINGO | | TOTAL |
| ZONA | PISO | NIVEL | FASE | LABOR | Ancho programado (m) | Altura programado (m) | Gr | 07/11/22 | | 10/11/22 | | 14/11/22 | | 17/11/22 | | 21/11/22 | | 23/11/22 | | 26/11/22 | | |
| | | | | | | | | D | N | D | N | D | N | D | N | D | N | D | N | D | N | |
| ESTE | 0 | 12 | DESARROLLO | RP. 922 | 4.00 | 4.20 | -14% | 3.46 | | 3.45 | | 6.91 | 3.48 | 3.43 | | 6.91 | 3.36 | | 3.49 | 3.45 | 10.30 | 24.12 |
| ESTE | 2 | 15 | DESARROLLO | CM. 2012 | 3.50 | 3.50 | 2% | | | | | | | 3.00 | | 3.00 | | | | | | 3.00 |
| ESTE | 2 | 15 | DESARROLLO | AC. 1598-P2 | 3.50 | 3.50 | HZ | | | 3.20 | | 3.20 | 3.20 | | | 3.20 | | | | | | 6.40 |
| ESTE | 2 | 12 | DESARROLLO | ES. 0492-1 | 1.20 | 2.10 | HZ | | | 2.90 | | 2.90 | | | | | | 2.80 | | | | 5.70 |
| ESTE | 2 | 12 | DESARROLLO | ES. 0492-2 | 1.20 | 2.10 | HZ | | | | | | | | | 2.70 | | | | 2.80 | | 5.50 |
| EFICIENCIA DE AVANCE (%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTE | 0 | 12 | DESARROLLO | RP. 922 | | | -14% | 0.92 | 0.92 | | | 1.84 | 0.93 | 0.91 | | 1.84 | 0.89 | | 0.93 | 0.92 | 2.74 | 6.42 |

| | |
|----------------------|------------------|
| MUKI | Promedio/Día |
| JUMBO | Promedio/Guardia |
| ELL. / TABUL. / DES. | Avance/Día |
| | EFICIENCIA % |

Registro Frecuente de Avances mes de diciembre y enero (Turno Día – Turno Noche)

| LABORES PROGRAMADAS ZONA ESTE TICLIO 2022 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|-------|------------|-------------|----------------------|-----------------------|------|----------|---|----------|------|----------|------|----------|------|----------|-------|-----------|------|----------|---|-------|-------|-------|-------|------|
| REPORTE DIARIO DE AVANCES /DICIEMBRE 2022 (ZONA ESTE) | | | | | | | | JUEVES | | SÁBADO | | LUNES | | MARTES | | MARTES | | MIÉRCOLES | | JUEVES | | SEM 3 | TOTAL | | | |
| ZONA | PISO | NIVEL | FASE | LABOR | Ancho programado (m) | Altura programado (m) | Gr | 05/12/22 | | 08/12/22 | | 13/12/22 | | 16/12/22 | | 19/12/22 | | 22/12/22 | | 25/12/22 | | | | | | |
| | | | | | | | | D | N | D | N | SEM 1 | D | N | D | N | SEM 2 | D | N | D | N | D | N | | | |
| ESTE | 0 | 12 | DESARROLLO | RP. 922 | 4.00 | 4.20 | -14% | 3.39 | | | 3.42 | 6.81 | 3.46 | | 3.28 | | 6.74 | 3.47 | | 3.44 | | | 3.40 | 10.31 | 23.86 | |
| ESTE | 2 | 15 | DESARROLLO | CM. 2012 | 3.50 | 3.50 | 2% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTE | 2 | 15 | DESARROLLO | AC. 1598-P2 | 3.50 | 3.50 | HZ | | | | 3.00 | 3.00 | | 3.15 | | | 3.15 | | | | | | | - | 6.15 | |
| ESTE | 2 | 12 | DESARROLLO | ES. 0492-1 | 1.20 | 2.10 | HZ | | | 2.90 | | 2.90 | | 1.95 | | | 1.95 | | | | | | | | - | 4.85 |
| ESTE | 2 | 12 | DESARROLLO | ES. 0492-2 | 1.20 | 2.10 | HZ | | | | | - | | | | | - | | | | | | | | - | |
| EFICIENCIA DE AVANCE (%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTE | 0 | 12 | DESARROLLO | RP. 922 | | | -14% | 0.90 | | 0.91 | | 1.81 | 0.92 | | 0.87 | | 1.79 | | 0.92 | 0.91 | | | 0.90 | 2.73 | 6.33 | |

| | |
|----------------------|------------------|
| MUKI | Promedio/Día |
| JUMBO | Promedio/Guardia |
| ELL. / TABUL. / DES. | Avance/Día |
| | EFICIENCIA % |

| LABORES PROGRAMADAS ZONA ESTE TICLIO 2023 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|-------|------------|-------------|----------------------|-----------------------|------|----------|---|----------|------|----------|------|-----------|------|----------|-------|-----------|------|----------|------|-------|-------|-------|------|
| REPORTE DIARIO DE AVANCES /ENERO 2023 (ZONA ESTE) | | | | | | | | LUNES | | VIERNES | | LUNES | | MIERCOLES | | LUNES | | MIERCOLES | | SABADO | | SEM 3 | TOTAL | | |
| ZONA | PISO | NIVEL | FASE | LABOR | Ancho programado (m) | Altura programado (m) | Gr | 09/01/23 | | 13/01/23 | | 16/01/23 | | 18/01/23 | | 23/01/23 | | 25/01/23 | | 28/01/23 | | | | | |
| | | | | | | | | D | N | D | N | SEM 1 | D | N | D | N | SEM 2 | D | N | D | N | D | N | | |
| ESTE | 0 | 12 | DESARROLLO | RP. 922 | 4.00 | 4.20 | -14% | 3.62 | | 3.69 | | 7.31 | 3.64 | | | | 3.64 | 3.61 | | 3.52 | | 3.63 | 10.76 | 21.71 | |
| ESTE | 2 | 15 | DESARROLLO | CM. 2012 | 3.50 | 3.50 | 2% | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTE | 2 | 15 | DESARROLLO | AC. 1598-P2 | 3.50 | 3.50 | HZ | | | | 3.30 | 3.30 | | 3.14 | | | 3.14 | | | | | | | - | 6.44 |
| ESTE | 2 | 12 | DESARROLLO | ES. 8719-8 | 1.50 | 2.10 | 1% | | | 2.00 | | 2.00 | | | 1.85 | | 1.85 | | | | | | | - | 3.85 |
| ESTE | 2 | 12 | DESARROLLO | ES. 4569 | 1.20 | 2.10 | 1% | 1.70 | | | | 1.70 | | 1.80 | | | 1.80 | 1.90 | | | 2.00 | | 3.90 | 7.40 | |
| EFICIENCIA DE AVANCE (%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTE | 0 | 12 | DESARROLLO | RP. 922 | | | -14% | 0.96 | | 0.98 | | 1.94 | 0.97 | | 0.95 | | 1.92 | | 0.96 | 0.94 | | 0.97 | 2.87 | 6.73 | |

| | |
|----------------------|------------------|
| MUKI | Promedio/Día |
| JUMBO | Promedio/Guardia |
| ELL. / TABUL. / DES. | Avance/Día |
| | EFICIENCIA % |

Registro Frecuente de Avances mes de febrero y marzo (Turno Dia – Turno Noche)

| LABORES PROGRAMADAS ZONA ESTE TICLIO 2023 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|-------|------------|-------------|----------------------|-----------------------|------|----------|---|----------|------|----------|------|----------|------|----------|-------|----------|------|-----------|---|---------|---|-------|-------|------|
| REPORTE DIARIO DE AVANCES /FEBRERO 2023 (ZONA ESTE) | | | | | | | | LUNES | | VIERNES | | MARTES | | | | VIERNES | | LUNES | | MIÉRCOLES | | VIERNES | | SEM 3 | TOTAL | |
| ZONA | PISO | NIVEL | FASE | LABOR | Ancho programado (m) | Altura programado (m) | Gr | 06/02/23 | | 10/02/23 | | 14/02/23 | | 17/02/23 | | 20/02/23 | | 22/02/23 | | 24/02/23 | | | | | | |
| | | | | | | | | D | N | D | N | SEM 1 | D | N | D | N | SEM 2 | D | N | D | N | D | N | | | |
| ESTE | 0 | 12 | DESARROLLO | RP. 922 | 4.00 | 4.20 | -14% | 3.58 | | 3.53 | | 7.11 | 3.62 | | 3.65 | | 7.27 | 3.59 | | 3.61 | | 3.68 | | 10.88 | 25.26 | |
| ESTE | 2 | 15 | DESARROLLO | CM. 2012 | 3.50 | 3.50 | 2% | | | | | | | | | | | | | 2.80 | | | | 2.80 | 2.80 | |
| ESTE | 2 | 15 | DESARROLLO | AC. 1598-P2 | 3.50 | 3.50 | HZ | | | | 3.00 | 3.00 | 3.10 | | | | 3.10 | | | | | | | - | 6.10 | |
| ESTE | 2 | 12 | DESARROLLO | ES. 8719-8 | 1.50 | 2.10 | 1% | | | 1.90 | | | 1.90 | 1.95 | | | | 1.95 | 1.80 | | | | | | 1.80 | 5.65 |
| ESTE | 2 | 12 | DESARROLLO | ES. 4569 | 1.20 | 2.10 | 1% | 1.85 | | | | 1.85 | | 1.95 | | | | 1.95 | 2.00 | | | | | | 2.00 | 5.80 |
| EFICIENCIA DE AVANCE (%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTE | 0 | 12 | DESARROLLO | RP. 922 | | | -14% | 0.95 | | 0.94 | | 1.89 | 0.96 | | 0.97 | | 1.93 | 0.95 | | 0.96 | | 0.98 | | 2.89 | 6.71 | |

| | |
|----------------------|------------------|
| MUKI | Promedio/Dia |
| JUMBO | Promedio/Guardia |
| ELL. / TABUL. / DES. | Avance/Dia |
| | EFICIENCIA % |

| LABORES PROGRAMADAS ZONA ESTE TICLIO 2023 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|-------|------------|-------------|----------------------|-----------------------|------|----------|---|----------|------|----------|------|----------|------|----------|-------|----------|---|----------|---|--------|---|-------|-------|
| REPORTE DIARIO DE AVANCES /MARZO 2023 (ZONA ESTE) | | | | | | | | JUEVES | | SABADO | | LUNES | | | | MARTES | | MARTES | | JUEVES | | SABADO | | SEM 3 | TOTAL |
| ZONA | PISO | NIVEL | FASE | LABOR | Ancho programado (m) | Altura programado (m) | Gr | 07/03/23 | | 09/03/23 | | 13/03/23 | | 16/03/23 | | 20/03/23 | | 23/03/23 | | 25/03/23 | | | | | |
| | | | | | | | | D | N | D | N | SEM 1 | D | N | D | N | SEM 2 | D | N | D | N | D | N | | |
| ESTE | 0 | 12 | DESARROLLO | RP. 922 | 4.00 | 4.20 | -14% | 3.60 | | | 3.64 | 7.24 | 3.53 | | 3.59 | | 7.12 | 3.61 | | 3.64 | | 3.60 | | 10.85 | 25.21 |
| ESTE | 2 | 15 | DESARROLLO | CM. 2012 | 3.50 | 3.50 | 2% | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTE | 2 | 15 | DESARROLLO | AC. 1598-P2 | 3.50 | 3.50 | HZ | | | | 3.05 | 3.05 | 3.08 | | | | 3.08 | | | | | | | - | 6.13 |
| ESTE | 2 | 12 | DESARROLLO | ES. 8719-8 | 1.50 | 2.10 | 1% | | | 2.00 | | 2.00 | 1.80 | | | | 1.80 | 1.85 | | | | | | 1.85 | 5.65 |
| ESTE | 2 | 12 | DESARROLLO | ES. 4569 | 1.20 | 2.10 | 1% | 1.90 | | | | - | | 1.80 | | | 1.80 | 1.75 | | | | 1.95 | | 3.70 | 5.50 |
| EFICIENCIA DE AVANCE (%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTE | 0 | 12 | DESARROLLO | RP. 922 | | | -14% | 0.96 | | 0.97 | | 1.93 | 0.94 | | 0.95 | | 1.89 | 0.96 | | 0.97 | | 0.96 | | 2.89 | 6.71 |

| | |
|----------------------|------------------|
| MUKI | Promedio/Dia |
| JUMBO | Promedio/Guardia |
| ELL. / TABUL. / DES. | Avance/Dia |
| | EFICIENCIA % |

Anexo B
Matriz de consistencia

“Diseño de malla de perforación y voladura para mejorar la eficiencia de avance lineal de la rampa 922 de la Unidad de Empresa Administradora Ticlio”

| Problema general | Objetivo general | Hipótesis general | Variables indicadoras | Metodología |
|--|--|---|---|--|
| ¿De qué manera influirá la aplicación de una alternativa de malla de perforación y voladura en la mejora de eficiencia de avance lineal de la rampa negativa 922 de la zona Este de la Unidad de Empresa Administradora Ticlio? | Determinar de qué manera la nueva alternativa del diseño de malla de perforación y voladura influirá en el progreso de eficiencia de avance lineal de la rampa negativa 922 de la zona Este de la Empresa Administradora Ticlio. | El diseño nuevo de la malla de perforación y voladura logrará perfeccionar la eficiencia de avance lineal de la rampa negativa 922 de la Unidad de Empresa Administradora Ticlio. | Variable independiente Diseño de malla de perforación y voladura | <p>Tipo: aplicada Enfoque: cuantitativo Nivel: estudio descriptivo Diseño: experimental</p> <p>Población: Labores que existen en la mina especialmente la rampa negativa 922 de la zona Este.</p> <p>Muestra: Rampa negativa 922 de la zona Este.</p> |
| Problemas específicos | Objetivos específicos | | Variable dependiente Eficiencia de avance lineal de la rampa 922 | |
| ¿Cuál será la mejora del avance en metros lineales aplicando una alternativa de diseño de malla de perforación y voladura en la rampa negativa 922 de la zona Este de la Unidad de Empresa Administradora Ticlio? | Explicar los resultados de la mejora del avance en metros lineales aplicando una alternativa de diseño de malla de perforación y voladura en la rampa negativa 922 de la zona Este de la Unidad de Empresa Administradora Ticlio. | | | |
| ¿Cuál será la diferencia de cantidad empleado en explosivos para la voladura en la rampa negativo 922 aplicando una alternativa de diseño de malla de perforación y voladura en la rampa negativa 922 de la zona Este de la Unidad de Empresa Administradora Ticlio? | Determinar una diferencia de kilogramos de explosivos a utilizar para la voladura aplicando una alternativa de diseño de malla de perforación y voladura en la rampa negativa 922 de la zona Este de la Unidad de Empresa Administradora Ticlio. | | | |

FOTOS

Foto. N°1: Registro frecuente de explosivos

| VOLCAN | | VOLCAN COMPANIA MINERA S.A.A | | VALE DE SALIDA DE EXPLOSIVOS | | N° 016548 | |
|--|--------------|------------------------------|----------|--|----------|------------------|----------|
| N° 227 NOMBRE: 3 DE INE CONSTRUCCION FECHA: 08/07/22 LOCALIDAD: 06 CANTON: 4927 ZONA ESTE MUNICIPIO: 08-022 DISTRITO POLIGONA: 4510002-073 | | | | AREA: 11 DIVISION: 020 EQUIPO: 00110 SAL. REPO: 54 PRE. VAL. PER. SPECTOR: 12/04 PRO: 000100 AREA: 11022 | | | |
| DETONADOR NO ELECTRICO PASADO LARGO | | | | DETONADOR NO ELECTRICO PASADO LARGO | | | |
| ORDEN | DESCRIPCION | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD |
| | PANEL N° 1 | | | | | | |
| | PANEL N° 2 | | | | | | |
| | PANEL N° 3 | | | | | | |
| | PANEL N° 4 | | | | | | |
| | PANEL N° 5 | | | | | | |
| | PANEL N° 6 | | | | | | |
| | PANEL N° 7 | | | | | | |
| | PANEL N° 8 | | | | | | |
| | PANEL N° 9 | | | | | | |
| | PANEL N° 10 | | | | | | |
| | PANEL N° 11 | | | | | | |
| | PANEL N° 12 | | | | | | |
| | PANEL N° 13 | | | | | | |
| | PANEL N° 14 | | | | | | |
| | PANEL N° 15 | | | | | | |
| | PANEL N° 16 | | | | | | |
| | PANEL N° 17 | | | | | | |
| | PANEL N° 18 | | | | | | |
| | PANEL N° 19 | | | | | | |
| | PANEL N° 20 | | | | | | |
| | PANEL N° 21 | | | | | | |
| | PANEL N° 22 | | | | | | |
| | PANEL N° 23 | | | | | | |
| | PANEL N° 24 | | | | | | |
| | PANEL N° 25 | | | | | | |
| | PANEL N° 26 | | | | | | |
| | PANEL N° 27 | | | | | | |
| | PANEL N° 28 | | | | | | |
| | PANEL N° 29 | | | | | | |
| | PANEL N° 30 | | | | | | |
| | PANEL N° 31 | | | | | | |
| | PANEL N° 32 | | | | | | |
| | PANEL N° 33 | | | | | | |
| | PANEL N° 34 | | | | | | |
| | PANEL N° 35 | | | | | | |
| | PANEL N° 36 | | | | | | |
| | PANEL N° 37 | | | | | | |
| | PANEL N° 38 | | | | | | |
| | PANEL N° 39 | | | | | | |
| | PANEL N° 40 | | | | | | |
| | PANEL N° 41 | | | | | | |
| | PANEL N° 42 | | | | | | |
| | PANEL N° 43 | | | | | | |
| | PANEL N° 44 | | | | | | |
| | PANEL N° 45 | | | | | | |
| | PANEL N° 46 | | | | | | |
| | PANEL N° 47 | | | | | | |
| | PANEL N° 48 | | | | | | |
| | PANEL N° 49 | | | | | | |
| | PANEL N° 50 | | | | | | |
| | PANEL N° 51 | | | | | | |
| | PANEL N° 52 | | | | | | |
| | PANEL N° 53 | | | | | | |
| | PANEL N° 54 | | | | | | |
| | PANEL N° 55 | | | | | | |
| | PANEL N° 56 | | | | | | |
| | PANEL N° 57 | | | | | | |
| | PANEL N° 58 | | | | | | |
| | PANEL N° 59 | | | | | | |
| | PANEL N° 60 | | | | | | |
| | PANEL N° 61 | | | | | | |
| | PANEL N° 62 | | | | | | |
| | PANEL N° 63 | | | | | | |
| | PANEL N° 64 | | | | | | |
| | PANEL N° 65 | | | | | | |
| | PANEL N° 66 | | | | | | |
| | PANEL N° 67 | | | | | | |
| | PANEL N° 68 | | | | | | |
| | PANEL N° 69 | | | | | | |
| | PANEL N° 70 | | | | | | |
| | PANEL N° 71 | | | | | | |
| | PANEL N° 72 | | | | | | |
| | PANEL N° 73 | | | | | | |
| | PANEL N° 74 | | | | | | |
| | PANEL N° 75 | | | | | | |
| | PANEL N° 76 | | | | | | |
| | PANEL N° 77 | | | | | | |
| | PANEL N° 78 | | | | | | |
| | PANEL N° 79 | | | | | | |
| | PANEL N° 80 | | | | | | |
| | PANEL N° 81 | | | | | | |
| | PANEL N° 82 | | | | | | |
| | PANEL N° 83 | | | | | | |
| | PANEL N° 84 | | | | | | |
| | PANEL N° 85 | | | | | | |
| | PANEL N° 86 | | | | | | |
| | PANEL N° 87 | | | | | | |
| | PANEL N° 88 | | | | | | |
| | PANEL N° 89 | | | | | | |
| | PANEL N° 90 | | | | | | |
| | PANEL N° 91 | | | | | | |
| | PANEL N° 92 | | | | | | |
| | PANEL N° 93 | | | | | | |
| | PANEL N° 94 | | | | | | |
| | PANEL N° 95 | | | | | | |
| | PANEL N° 96 | | | | | | |
| | PANEL N° 97 | | | | | | |
| | PANEL N° 98 | | | | | | |
| | PANEL N° 99 | | | | | | |
| | PANEL N° 100 | | | | | | |

Foto. N°2: Proceso de perforación de la Rampa Negativa 922



Foto. N°3: Proceso de amarre de los explosivos de la Rampa Negativa 922

