UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



"OPTIMIZACIÓN DE COSTOS MEDIANTE EL DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA, APLICANDO EL MÉTODO HOLMBERG EN LA GALERIA 686 NIVEL 2170 EN LA EMPRESA MINERA YANAQUIHUA S.A.C."

PRESENTADO POR:

Bach. Rene Arnaldo Condori Ticona

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

MOQUEGUA – PERÚ

2023

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA DE MINAS

Folio N° 031

ACTA DE SUSTENTACIÓN

I. Modalidad:

Tesis : [X]

Trabajo de Suficiencia Profesional : [ ]

Otro: ..... : [ ]

II. Documento de aprobación para la sustentación:

RESOLUCION DE FACULTAD N°218-2023-FACIA-UNAM

Fecha: 19/12/23

III. El Jurado ha dictaminado la (el) TESIS, TITULADO:

OPTIMIZACIÓN DE COSTOS MEDIANTE EL DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA APLICANDO EL METODO HOLMBERG EN LA GALERÍA 686 NIVEL 2170 EN LA EMPRESA MINERO YANAQUIHUA S.A.C

Bachiller: RENE ARNALDO CONDORI TICONA

Asesor Principal: MSC. ERNESTO LARICANO FLORES

Co-Asesor : .....

IV. Se dictamina:

Como: APROBADO por MAYORÍA la sustentación de manera:

Presencial [X] Virtual [ ]

Con nota: CATORCE (14) por lo que; Sí [X] No [ ]

Opta el Título Profesional de INGENIERO DE MINAS.

Siendo las 10.00 horas, del 21 de DICIEMBRE del año 2023 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

Presidente
MGR. JUAN ELIAS ROJAS CONDORI
(Nombres y Apellidos)

Primer Miembro
VICTOR ADRIAN PONCE ESTRADA
(Nombres y Apellidos)

Segundo Miembro
MARCOS LUIS QUISPE PÉREZ
(Nombres y Apellidos)

Bachiller
RENE ARNALDO CONDORI TICONA
(Nombres y Apellidos)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS

"OPTIMIZACIÓN DE COSTOS MEDIANTE EL DISEÑO DE MALLA DE PERFORACION Y VOLADURA, APLICANDO EL MÉTODO HOLMBERG EN LA GALERIA 686 NIVEL 2170 EN LA EMPRESA MINERA YANAQUIHUA S.A.C"

Tesis sustentada y aprobada el …. de ……. del 2023, estando el jurado dictaminador y asesor integrado por:

PRESIDENTE : _____
Mgr. JUAN ELÍAS ROJAS CONDORI

1ER MIEMBRO: _____
Mgr. VICTOR ADRIAN PONCE ESTRADA.

2DO MIEMBRO: _____
Dr. MARCOS LUIS QUISPE PÉREZ.

ASESOR PRINCIPAL: _____
Mgr. ERNESTO LARICANO FLORES.

Dedicatoria

A Dios altísimo por darme la oportunidad de seguir respirando, por darme fuerzas para continuar, por ayudarme a nunca perder la fe.

A mis queridos padres Nemecio y Basilia por darme su bendición a diario a lo largo de mi vida para guiarme en el camino correcto, su apoyo incondicional en cada momento de mi vida, a mi amada Sugey madre y compañera de mi vida, a mi hijo Brett por ser mi mayor motivación de seguir por mis sueños.

Resumen

La presente tesis titulada “Optimización de costos mediante el diseño de malla de perforación y voladura, aplicando el método Holmberg en la galería 686 nivel 2170 en la empresa minera Yanaquihua S.A.C.” teniendo el problema en una mala distribución de sus taladros en labores de avance, elevado factor de carga por la mala distribución de carga explosiva por ende como resultado nos da un incremento en los costos operacionales en la unidad minera Yanaquihua S.A.C. Para darle solución al siguiente problema se planteó los siguientes objetivos: Optimizar los costos e identificar el diseño y distribución óptima de la malla de perforación y voladura en labores de avance y/o exploración, en la galería 686. La metodología empleada fue descriptivo, aplicativo y experimental asimismo la población estuvo formada por las labores de la unidad minera Yanaquihua S.A.C. mientras la muestra de investigación a la galería 686, nivel 2170, zona Gertrudis de sección de avance 7 pies por 8 pies. Los resultados indican que el costo total antes del diseño es de $303 y el costo después del diseño es $258, dando una diferencia de $45.36 evidenciando una optimización significativa. Concluyendo que mediante el nuevo diseño de malla bajo el método Holmberg se ha podido optimizar los costos de perforación y voladura.

Palabras claves: Modelo Holmberg, Optimización de costos, diseño de malla de perforación y voladura.

Abstract

This thesis entitled "Cost optimization through the design of drilling and blasting mesh, applying the Holmberg method in the gallery 686 level 2170 in the mining company Yanaquihua S.A.C." having the problem in a poor distribution of their drills in advance work, high load factor by the poor distribution of explosive charge thus as a result gives us an increase in operational costs in the mining unit Yanaquihua S.A.C. To solve the following problem the following objectives were proposed: Optimize costs and identify the optimal design and distribution of the drilling and blasting mesh in advance and/or exploration work, in gallery 686. The methodology used was descriptive, applicative and experimental also the population was formed by the work of the mining unit Yanaquihua S.A.C. while the research sample to the gallery 686, level 2170, Gertrudis area of advance section 7 feet by 8 feet. The results indicate that the total cost before design is $303 and the cost after design is $258, giving a difference of $45.36 evidencing a significant optimization. Concluding that by means of the new mesh design under the Holmberg method it has been possible to optimize the drilling and blasting costs.

Key words: Holmberg model, cost optimization, drill and blast mesh design.

ÍNDICE

Dedicatoria ..... **iii**
Resumen ..... **iv**
Abstract ..... **v**
INDICE DE FIGURAS ..... **x**
INDICE DE TABLAS ..... **xi**
INDICE DE ECUACIONES ..... **xii**
INTRODUCCION ..... **xiv**
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **1**
1.1. Descripción y formulación del problema 1
1.1.1 Descripción 1
1.1.1.1. Problema local 1
1.1.1.2. Problema regional 1
1.1.1.3. Problema internacional 2
1.1.2 Formulación del problema 2
1.1.2.1. Pregunta general 2
1.1.2.2. Preguntas especificas 2
1.2. Objetivos 3
1.2.1. Objetivo General 3
1.2.2. Objetivos específicos 3
1.3. Justificación e importancia 3
1.3.1. Justificación 3
1.3.1.1. Justificación Teórica 3
1.3.1.2. Justificación Económica 3
1.3.1.3. Justificación Social 3
1.3.1.4. Justificación Metodológica 4
1.3.1.5. Justificación técnica 4
1.4. Hipótesis 4
1.4.2. Hipótesis General 4
1.4.3. Hipótesis específicas 4
1.5. Variables 5
1.5.2. Variable Independiente. 5

1.5.3. Variable Dependiente. 5
II. MARCO TEÓRICO 6
2.1. Antecedentes 6
2.1.1. Antecedentes Locales 6
2.1.2. Antecedentes Nacionales 7
2.1.3. Antecedente Internacionales 8
2.2. Bases teóricas 9
2.2.1. Definición de malla de perforación 9
2.2.2. Perforación de rocas 9
2.2.3. Condiciones de perforación. 10
2.2.4. Voladura de rocas 10
2.2.5. Accesorios de Voladura 11
2.2.6. Parámetros de voladura 11
2.2.7. Labores Mineras 11
2.2.9. Modelo matemático de Roger Holmberg 13
2.2.17. Teoría de precio unitario 21
III. METODOLOGÍA 25
3.1. Tipo y nivel de investigación. 25
3.2. Ámbito espacial y temporal 26
3.3. Población y muestra 28
3.3.1. Población 28
3.3.2. Muestra 28
3.4. Instrumentos. 28
3.4.1. Técnicas. 28
3.5. Procedimientos. 29
3.6 Análisis de datos 29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 31
4.1. Resultados. 31
4.1.1. Determinación de malla de perforación y voladura según la estructura mineralizada y según tipo de roca. 31
4.1.2. Diseño de arranque. 36
4.1.3. Diseño del primer cuadrante 39

4.1.4. Diseño del segundo cuadrante 41
4.1.5. Diseño de taladros de ayuda 45
4.1.6. Diseño de ayuda en corona 47
4.1.7. Diseño de ayuda en arrastre 48
4.1.8. Diseño de ayuda en hastiales 49
4.1.9. Diseño de taladros de contorno en hastiales y corona 50
4.1.10. Reporte de perforación y voladura para tipo de roca regular B 50
4.1.11. Reporte de numero de taladros y numero cartuchos 51
4.1.12. Reporte de cálculo de cantidad de explosivo por taladro y total de cartuchos. 52
4.1.13. Reporte de malla actual utilizada. 53
4.1.14. Diseño de malla optimizada según Holmberg en el tipo de roca regular B 54
4.1.15. Comparación del diseño de malla actual y el optimizada 56
4.1.16. Costos de perforación y voladura – malla optimizada 57
4.1.17. Costos de perforación y voladura - malla actual 61
4.1.18. Comparación de costos de un antes y después 67
4.1.19. Factor de carga y factor de potencia de un antes y después 69
4.1.20. Prueba de hipótesis 70
V. CONCLUSIONES 76
VI. RECOMENDACIONES 77
VII. REFERENCIAS 78
VIII ANEXOS 82
Anexo 1: Matriz de consistencia 82
Anexo 2: Panel fotográfico ingreso a bocamina con Locomotoras a batería y carros mineros U35 Zona Gertrudis – Nivel 2170 83
Anexo3: Polvorines Auxiliar-Zona Gertrudis, nivel 2170, galería 686. 84
Anexo 4: Fotografía de voladura no controlada, con factor de sobre rotura muy considerada Zona Gertrudis, nivel 2170, galería 686. 85
Anexo 5: Charla de seguridad de 5 minutos antes de ingresar a mina. 86
Anexo 6: Procedimiento de sostenimiento activo con Split Set. 87
Anexo 7: Procedimiento de amarre para garantizar una buena voladura 88
Anexo 8: Control de tiempos con pala neumática marca IMIN MODELO P 12-Galeria 686-Zona Gertrudis Nv 2170 89
Anexo 9: Formatos de recolección de datos 90

Anexo 10: Instrumento de costos..... 90

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 La sección de un túnel de acuerdo a Holmberg. **14**
Figura 2 Corte de Cuatro Secciones: Bi representa el burden práctico para el cuadrángulo. **14**
Figura 3 Imagen de localización de la minera Yanaquihua S.A.C **26**
Figura 4 Imagen del título minero de MYSAC **27**
Figura 5 Fotografía de ubicación del campamento minero Yanaquihua S.A.C **27**
Figura 6 Cantidad de taladros. **38**
Figura 7 Diseño del primer cuadrante. **41**
Figura 8 Diseño del 2° cuadrante **43**
Figura 9 Malla actual **54**
Figura 10 Malla optimizada **55**
Figura 11 Comparación de malla **56**
Figura 12 Costo por disparo **68**
Figura 13 Factor de carga y potencia **70**

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Labor: Galería 686 31
Tabla 2 Parámetros de la roca. 32
Tabla 3 Parámetros de perforación 32
Tabla 4 Características del explosivo. 36
Tabla 5 Datos del explosivo 38
Tabla 6 Cálculos para el arranque. 39
Tabla 7 Cálculo de cuadrantes. 44
Tabla 8 Ayuda en hastiales 45
Tabla 9 Ayuda de corona. 47
Tabla 10 Ayuda de arrastre 48
Tabla 11 Ayudas de hastiales. 49
Tabla 12 Ayuna de corona. 49
Tabla 13 Ayuda de arrastre 49
Tabla 14 Taladros de contorno en hastiales. 50
Tabla 15 Taladros de contorno en corona. 50
Tabla 16 Taladros de arrastre. 50
Tabla 17 Distribución de taladros reales vs práctico. 51
Tabla 18 Número de taladro real vs práctico 52
Tabla 19 Resumen de cantidad de explosivos encartuchados 53
Tabla 20 Costos de mano de obra. 57
Tabla 21 Costo de máquina y equipo 58
Tabla 22 Costo de acero de perforación 58
Tabla 23 Costo de accesorios y materiales de perforación 59
Tabla 24 Costo de equipos de seguridad 60
Tabla 25 Costo de accesorios y materiales de voladura 60
Tabla 26 Costos de mano de obra. 61
Tabla 27 Costo de accesorios y materiales de perforación 62
Tabla 28 Costo de equipos de seguridad 63
Tabla 29 Costo de máquina y equipo 64
Tabla 30 Costo de acero de perforación 64
Tabla 31 Costo de accesorios y materiales de perforación 65
Tabla 32 Costos de accesorios y materiales de voladura 67
Tabla 33 Comparación de costos del antes y después 67
Tabla 34 Costo de disparo 69
Tabla 35 Tabla de comparación de factor de carga y potencia 69
Tabla 36 Tabla de distribución estadística. 70
Tabla 37 Prueba de homogeneidad de varianza 71
Tabla 38 Distribución estadística de rangos 72
Tabla 39 Estadísticos de prueba 72

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 15
Ecuación 2 16
Ecuación 3 16
Ecuación 4 16
Ecuación 5 17
Ecuación 6 17
Ecuación 7 17
Ecuación 8 18
Ecuación 9 18
Ecuación 10 18
Ecuación 11 19
Ecuación 12 19
.Ecuación 13 20
Ecuación 14 20
Ecuación 15 20
Ecuación 16 20
Ecuación 17 21
Ecuación 18 33
Ecuación 19 33
Ecuación 20 33
Ecuación 21 33
Ecuación 22 34
Ecuación 23 34
Ecuación 24 34
Ecuación 25 35
Ecuación 26 35
Ecuación 27 36
Ecuación 28 37
Ecuación 29 37
Ecuación 30 37
.Ecuación 31 37
Ecuación 32 38

Ecuación 33 38
Ecuación 34 39
Ecuación 35 40
Ecuación 36 40
Ecuación 37 40
Ecuación 38 41
Ecuación 39 42
Ecuación 40 42
Ecuación 42 42
Ecuación 42 45
Ecuación 43 45
Ecuación 44 45
Ecuación 45 46
Ecuación 46 46
Ecuación 47 46
Ecuación 48 46
Ecuación 49 47
Ecuación 50 47
Ecuación 51 47
Ecuación 52 47
Ecuación 53 48
Ecuación 54 48
Ecuación 55 48

INTRODUCCION

La siguiente investigación tiene como objetivo principal de optimizar costos, mediante el diseño de malla de perforación y voladura para el frente de logros de la Empresa Minera Yanaquihua S.A.C, tomando en cuenta el método Holmberg, así mismo se justifica con el método mencionado en la mejora para optimizar los costos operacionales.

Por ende, se consideró que el componente de costo de una empresa minera es muy significativo, particularmente en proyectos de desarrollo donde es crucial cumplir con los plazos mensuales del cronograma. Por esta razón, es fundamental realizar investigaciones sobre el desarrollo de la malla de perforación y voladura para tener un mayor logro en las labores de avance. En la unidad minera Yanaquihua S.A.C, las malas prácticas de perforación y voladura conducen a una disminución de la productividad en los anticipos y a un aumento de los costos para la empresa. Una nueva selección del diseño de malla de perforación y voladura optimizará la distribución correcta de taladros, el factor de potencia y así mismo mejorará la distribución de carga explosiva, como resultado disminuirá los costos y tiempos de perforación y voladura.

Por lo cual esta investigación está dividida por capítulos, mencionados a continuación:

Capítulo I. Planteamiento del problema, objetivos, justificación e importancia, hipótesis, variables.

Capítulo II. Marco teórico, antecedentes, bases teóricas.

Capítulo III. Metodología, tipo y nivel de investigación, ámbito espacial y temporal, población muestra, instrumentos.

Capítulo IV. Se muestra los resultados y discusiones.

Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y formulación del problema

1.1.1 Descripción

1.1.1.1. Problema local

El problema existente en las operaciones de la minera Yanaquihua S.A.C. es a diario, puesto que no existe una malla de perforación estándar, en donde los maestros perforistas realizan las operaciones de perforación y voladura en base a su experiencia dado que; a veces se hace pocos taladros de alivio o no se considera un adecuado espaciamiento entre los taladros, la deficiencia en la perforación a veces está en cuanto a su paralelismo de los taladros y en otras ocasiones la mala distribución de la carga explosiva generando un daño excesivo en los hastiales y corona, el déficit de perforación genera tanto la perdida en horas hombre, horas máquina, lo cual al ser usado mucho más explosivos genera incremento de costos operaciones.

Por ello en la presente investigación se busca optimizar y/o disminuir los costos operacionales en las labores de avance en la empresa minera Yanaquihua S.A.C, haciendo una correcta selección del diseño de malla de perforación y voladura.

1.1.1.2. Problema regional

A nivel regional, la empresa minera Huarcaya se evidencia con un elevado costo del proceso de perforación y voladura debido a un mal diseño inadecuado de malla, a una deficiencia del control y supervisión del parámetro y a un exceso de cantidad de explosivo por taladro lo que trae consigo una sobrerotura y un excedente de fragmentación (Duran, 2021). Asimismo, en la mina se evidencia problemas en el diseño de la malla impactando en los costos de operación al aumentar el consumo del explosivo, aceros y accesorios (Delgado & Ortiz, 2022).

Por otra parte, en la compañía minera Chalhuane se evidencia un inadecuado diseño de la malla trayendo consigo un elevado costo de perforación y voladura debido a la ausencia de control en el diseño de malla (Quispe, 2019).

La unidad minera nueva Bonanza SMRL Don Rafo – Caravelí se observa un incremento costo en las labores debido a la ausencia de optimización de variables controlables en el diseño de voladura en la labor (Cusitau, 2019).

1.1.1.3. Problema internacional

A nivel internacional, el objetivo de cualquier empresa minera es optimizar sus procesos, en la mina Panulcillo ubicada en Chile, el principal problema era el proceso de perforación y voladura de la roca, en este proceso era necesario maximizar las utilidades, ya que la perforación perdía mucho mensualmente. costos y la ineficiencia del proceso de voladura. En la etapa de perforación, la simetría de la broca es deficiente y la broca está desalineada, lo que genera una carga incorrecta y un mal funcionamiento de la broca, lo que genera un aumento de los costos de consumo de acero, lo que afecta directamente los costos operativos del ciclo minero (Díaz, 2017).

En otro lado, en la mina Cabo de Hornos en Ecuador se evidencia una precaria malla de perforación y voladura la cual provoca un elevado costo y tiempo de operación (Buelle, 2017).

La perforación y voladura en la asociación minera “Los Caprichosos Reina del Rosario” desde sus inicios se ha realizado de manera empírica, donde el diseño de la malla se hizo de forma empírica, ingenua, sin cálculos; esto produciría resultados subóptimos (Puma y Llerena, 2021).

1.1.2 Formulación del problema

1.1.2.1. Pregunta general

¿Cómo influye el método Holmberg en el diseño de malla de perforación y voladura para la optimización de costos en la galería 686 nivel 2170 en la empresa minera Yanaquihua S.A.C.?

1.1.2.2. Preguntas especificas

a) ¿Cómo se rediseña la malla de perforación aplicando el método Holmberg en la galería 686 nivel 2170 en la empresa minera Yanaquihua S.A.C.?
b) ¿Cómo se determinará los costos operativos en perforación y voladura en la galería 686 nivel 2170 en la empresa minera Yanaquihua S.A.C.?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Optimizar los costos mediante el diseño de malla de perforación y voladura, aplicando el método Holmberg en la galería 686 nivel 2170 en la empresa minera Yanaquihua S.A.C.

1.2.2. Objetivos específicos

- Rediseñar la malla de perforación aplicando el método Holmberg en la galería 686 nivel 2170 en la empresa minera Yanaquihua S.A.C.
- Determinar los costos operativos en perforación y voladura en la galería 686 nivel 2170 en la empresa minera Yanaquihua S.A.C.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación

1.3.1.1. Justificación Teórica

Si bien es cierto, hay modelos matemáticos que se han utilizado para controlar tales problemas favoreciendo hoy en día la explotación optima de minas, siendo el principal objetivo: La tesis presente tiene relevancia ya que tiene el propósito de dar un aporte al conocimiento ya existente sobre la disminución de costos para las labores de avance con una adecuada selección de diseño de malla de perforación para los frentes de voladura donde tiene como propuesta del modelo Holmberg para encontrar un mejor boceto de malla de perforación para el frente de voladura, esto le permitirá al investigador contrastar el diseño convencional que hay en las labores de avance de la compañía minera Yanaquihua S.A.C.

1.3.1.2. Justificación Económica

Al determinar una nueva malla de perforación y voladura empleando el modelo de Holmberg en frentes de avance nos podrá permitir tener una mayor eficiencia en cuanto al uso de la cantidad de explosivos y una óptima distribución de número de taladros, lo cual permitirá la disminución de costos en esta primera operación unitaria, tal como es la perforación y voladura de rocas en la minera Yanaquihua S.A.C.

1.3.1.3. Justificación Social

La presente investigación no considera ninguna justificación social porque es aplicada para intereses económicos de la empresa minera Yanaquihua S.A.C.

1.3.1.4. Justificación Metodológica

Para alcanzar un desempeño adecuado de los objetivos del presente estudio, se justifica teniendo en cuenta el método científico aplicado, por lo que la resultante será importante para el diseño de perforación y voladura en las labores de avance y/o exploración.

1.3.1.5. Justificación técnica

Se considera la presente investigación de carácter técnico, debido a los cálculos y los parámetros de perforación y voladura, es necesario el correcto manejo de los taladros y la apropiada distribución del mismo para obtener los resultados deseados de acuerdo con los cálculos realizados. Además, los hallazgos del estudio de la malla de perforación para empresa la minera Yanaquihua S.AC. servirán como referencia técnica para otras empresas que enfrenten circunstancias análogas y busquen solucionar los problemas que deben enfrentar.

1.3.2. Importancia

La empresa minera Yanaquihua S.A.C. dedicada la extracción de mineral donde es necesario supervisar tanto las labores de exploración y explotación, asimismo tener una mayor rentabilidad con un costo menor. Actualmente las operaciones se ejecutan en forma empírica, donde el estudio da como propuesta el diseño de malla mediante el método de Holmberg para un menor costo.

1.4. Hipótesis

1.4.2. Hipótesis General

El diseño de malla de perforación y voladura se relaciona de manera directa con la optimización de los costos en la galería 686 nivel 2170 en la empresa minera Yanaquihua S.A.C.

1.4.3. Hipótesis específicas

- La adecuada distribución de carga explosiva se relaciona directamente con la reducción de los costos en la galería 686 nivel 2170 de la empresa minera Yanaquihua S.A.C.
- El método matemático de Holmberg se relaciona directamente con las mejoras en tiempos y costos en la galería 686 nivel 2170 de la empresa minera Yanaquihua S.A.C.

1.5. Variables

1.5.2. Variable Independiente.

Diseño de malla de perforación y voladura aplicando el método Holmberg

Indicativos

- Tipo de macizo rocoso.
- Cantidad de burden.
- Cantidad de espaciamiento.
- Cantidad de la sección de galería.

1.5.3. Variable Dependiente.

Optimización de costos

Indicativos

- Cantidad de taladros.
- Cantidad de carga explosiva
- Costo de perforación.
- Costo de voladura.
- Costo por metro lineal.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Locales

Lazo (2020) en su informe cuyo propósito fue perfeccionar el diseño de perforación y voladura para una mejor productividad y descuento de costos. El método es experimental y de tipo aplicada asimismo tuvo como muestra la labor de desarrollo BP7907 NV1 que se encuentran ubicados en Mercedes. Los resultados muestran que la productividad aumenta de 0,53 m/h guarda a 0,61 m/h guarda a medida que aumenta la relación de impulsión Se ha comprobado que la eficiencia promedio de voladura alcanza el 94,1% cuando la eficiencia de perforación es de 1,70 m, lo que equivale a 1,60 m por disparo. Concluyendo que el costo se redujo de $124,21/m3 a $104,61/m3 con la nueva perforación y distribución de explosivos, lo que indica una mejora en el proceso.

Llanqui (2019) cuyo fin fue disminuir el costo en perforación y voladura a través de un diseño nuevo de malla en la compañía minera. La metodología del estudio fue cuantitativo y no experimental asimismo la muestra fue formada por el frente de operaciones. Los resultados indican que el número de barrenos de 5 pies de largo se redujo de 43 a 39, una diferencia de 04 barrenos, y el costo se disminuyó de US$314,35/m a US$287,71/m, una discrepancia de US$26,64 /metro. Concluyendo que los gastos de perforación y voladura frente a Gallery Hope han disminuido gracias al diseño mejorado de la malla.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Guillen (2019) en su informe cuyo proposito fue establecer como impacta la optimización del diseño de malla. La metodología fue aplicada, con un diseño no experimental y nivel descriptivo asimismo la muestra estuvo formada por el crucero del Nv. 3950 la cual se empleo como instrumentos programas como el autocad, el excel entre otros. Los resultados indican que al optimizar el diseño de la malla, se ha reducido el costo unitario de accionamiento por metro lineal en secciones de 2,4 m x 2,4 m se han reducido de $280,72 a $245,85 por unidad. metro, una disminución del 12,42% en comparación con los costos unitarios anteriores.

Villalba (2020) en su estudio tuvo como objetivo establecer el impacto de mejorar el estándar de perforación y voladura sobre la mejoría de granulometría del material. El método empleado fue experimental, de tipo aplicado y de nivel correlacional y descriptivo asimismo la muestra estuvo formada por zona FR-26 y FR-24 y la Zonas GL 9557, FR26 y GL9800. Los resultados indican que el consumo total de explosivos por bote reduce el número de disparos y el consumo medio de explosivos de 102,43 kg a 92,37 kg. Factor de carga para un mejor rendimiento, reducido de 2,23 kg/m3 a 1,95 kg/m3. Concluyendo que se emplearon el modelo de los matemáticos desarrollado por Holmberg y Persson en el diseño del mismo, se determinó que un mejor diseño de trazado de malla y un mejor uso de la energía de fracturamiento producida por el explosivo.

Delgado y Ortiz (2022) en su informe cuyo objetivo fue establecer una mejora en la malla de perforación y voladura para la disminución del costo. La metdologia empleada fue cuantitativa y no experimental asimismo la muestra estuvo formada por las labores. Los resultados indican que la galería de 575 W: el progreso aumentó de 1,25 m/tiro a 1,65 m/tiro El consumo de acero aumentó de 0,05 acero/tiro a 0,27 acero/tiro la eficiencia de la voladura aumentó del 89 % al 96 % El factor de carga disminuyó de 3,11 a 2,35 kg/m3, los costos previos de perforación y voladura fueron de 487,30 soles/m por adelantado, los costos posoptimizados fueron de 359,98 soles/m por adelantado y la productividad aumentó de 0,34 m/pers. hasta 0,45 m/per. By Pass 7907 W: El progreso aumentó de 1,45 a 2,18 m/disparo, además el acero aumentó de 0,03 pérdida de acero/disparo a 0,34 acero/ganancia de disparo, la eficiencia de voladura aumentó del 85 % al 95 %, el factor de carga se disminuyó de 4,95 a 4,48 kg/m3, costo optimizado737, costo optimizado por avance y productividad aumentada de 0.40 metros/guardia a 0.45 metros/guardia.

2.1.3. Antecedente Internacionales

Castro (2018) en su informe cuyo propósito fue evaluar el diseño de malla de extracción mixta. La metodología empleada fue cuantitativa y de diseño no experimental asimismo la muestra fue formada por la labor en la zona donde se ejecutan las operaciones. Los resultados indcian que que las opciones de diseño para el nuevo MEx proporcionaron varias ventajas operativas y de diseño desde el punto de vista de comparación con el tipo El Teniente, este diseño MEX mixta (rectangular triangular) con un angulo recto entre calle y galería de zanja. Concluyendo que el nuevo diseño permite tener una buena extracción del material.

En Chile Cortes (2018) en su informe cuyo objetivo fue ejecutar la evaluación técnica, operacional y económica para la ejecución del control en la perforación. El método empleado fue cuantitativa y no experimental asimismo la muestra fue formada por los frentes de perforación y voladura la cual se empleó una guía de observación y documental. El resultado indica que la implementación del control computarizado en el vagón pionero del PNNM ha dado buenos resultados en operación; el progreso promedio por disparo de equipo con esta tecnología fue del 89,5 % en comparación con el 84,7 % de los equipos convencionales. Según el análisis económico ejecutado, al disminuir la cantidad de ciclos de perforación y voladura requerido para construir una determinada longitud de túnel. Concluyendo que fue posible reducir los costos de voladura en un 5% para reducir los costos de acero en un 5%. 5,5%, costos de mantenimiento en 14% y el costo de mano de obra en 4,2%.

En Ecuador Uyaguari (2018) en su informe cuyo objetivo fue elaboración de malla de perforación mediante un coeficiente de consumo específico. El método empleado fue cuantitativo y descriptivo asimismo la muestra estuvo formada por el nivel 2 ½ mediante la intersección del pique principal de transporte desde la abscisa la cual se aplicó como instrumento un informe geológico, diseño y topografía. Los resultados indica el nuevo diseño de malla permitió disminuir la cantidad de taladros de entre 35 y 45 a 31 taladros disminuyendo el 20% de los explosivos. Concluyendo que la reducción de los taladros evita en gran medida la sobrexcavación de la labor trayendo consigo grandes ventajas.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Definición de malla de perforación

Gráfico con una distribución precisa, cuya función es dividir y mover el material explosivo de acuerdo a los requerimientos del operador. Un buen diseño de malla requiere una investigación geomecánica de campo (Caldero, 2015).

- ✓ Taladros de corte o arranque: Aliaga (2018) menciona que estos taladros tienen la función de aumentar la cantidad de superficies libres en el frente, este taladro es significativo a la hora de realizar las voladuras, pues de ellas dependerá la voladura, podemos encontrar ciertos tipos de cortes, como, por ejemplo: corte en cuña, quemado, corte piramidal, offset, etc.
- ✓ Taladros de ayuda: Son paralelos y su finalidad es aumentar la superficie libre creada por el corte. Estos agujeros están situados alrededor del punto de partida y confirman el origen del punto de partida, el número de agujeros auxiliares dependerá de la pieza y estarán incluidos en el contrato, 2º y 3º asistente (Acaro, 2020).
- ✓ Taladros cuadradores: Ayamamani (2016) el número de bloques está determinado por la masa de la roca y el tamaño de la sección; su propósito es preservar la forma de página de la sección.
- ✓ Taladros de corona: Los agujeros están en la parte superior de la superficie libre y están perforados contra el techo para soportar la sección, determinarán el aspecto del túnel, están en una ligera elevación, están dirigidos hacia el interior del macizo rocoso (Aliaga, 2018)
- ✓ Taladros de arrastre: Es el que se coloca en el terreno y que se hace para crear el piso del túnel, la cantidad de arrastre dependerá de la calidad de la piedra y el ancho de la sección. Estos explotan al final (Cari y Castro, 2014).

2.2.2. Perforación de rocas

Es una de las principales operaciones en el ciclo minero y la primera etapa en la voladura, cuyo objeto es abrir agujeros cilíndricos (bits) que contienen explosivos para destrozar el macizo rocoso, si los agujeros son paralelos, de la misma longitud y con una distancia adecuada entre sí, se asegurará un buen tiro 6(EXSA, 2016)

- **Propósito**: La finalidad de la perforación es crear un hueco en la roca con ciertos elementos tales como: longitud, alineación, diámetro, estabilidad de las paredes del hueco, para la colocación de explosivos y sus accesorios.
- **Principios mecánicos:** Se centra en el principio mecánico de rotación e impacto, la acción de impacto, fricción, rotación o rotación hace que la piedra se parta y se fragmente.
- **Taladro:** Es un agujero hecho al perforar una roca o mineral. Disponible en diámetros de 7/8" a 15" o más grandes

2.2.3. Condiciones de perforación.

El diseño de malla, el monitoreo y control constantes son esenciales para garantizar una fragmentación efectiva. La inestabilidad regulatoria tiene consecuencias (sesgo de error, fragmentación insuficiente, retrasos en el cronograma, duración irregular, sobreestimación de costos, etc.). La calidad del pozo está determinada por las sucesivas condiciones: longitud, rectitud, diámetro y estabilidad (Chavez, 2018)

- **Diámetro:** Esto depende de la aplicación del taladro, ya que normalmente es mejor hacer el taladro con el diámetro más pequeño posible (Chavez, 2018)
- **Longitud:** Esto afectará la potencia del dispositivo y la dirección de la inyección (profundidad del orificio). (Chavez, 2018)
- **Rectitud:** El tipo de roca, el método de perforación y las particularidades del equipo de perforación se ajustarán. El paralelismo del agujero refuerza el vínculo entre los explosivos. (Chavez,2018)
- **Estabilidad:** Es fundamental al colocar la sembradora antes de usarla (Chavez,2018)

2.2.4. Voladura de rocas

El propósito principal del uso de explosivos para la remoción de rocas es proporcionar suficiente energía químicamente concentrada para:

- Excavación: fragmentación del material rocoso de forma controlada en el tiempo y el espacio.

- Explosión: Según Bertello, "la repentina expansión de un volumen de gas a un volumen mucho mayor que su volumen original, acompañada de ruido y efectos mecánicos violentos"
- Los tipos de explosión son: mecánica, eléctrica, nuclear y química. (Revista seguridad minera Quito, 2015)

2.2.5. Accesorios de Voladura

- **Fanel:** Sistema de iniciación de ráfagas que brinda beneficios de sincronización y evita conexiones falsas. (FamesaExplosivos S.A.C, 2019)
- **Carmex**: En el sistema de inicio, carmex tiene una función de seguro de explotar (Famesa Explosivos S.A.C, 2019)
- **Cordón detonante:** consiste en un núcleo finamente granulado recubierto de fibras sintéticas (Famesa Explosivos S.A.C, 2019)
- **Fulminante**: Consta de un revestimiento cilíndrico de aluminio cerrado en un extremo, lleno de imprimación sensible y explosivo. (Famesa Explosivos S.A.C, 2019)
- **Pentacord:** El accesorio del balón que tiene la sección central fabricada en pentrita (PETN) y retraída con fibras sintéticas tiene un alto umbral de detonación. (Famesa Explosivos S.A.C, 2019)
- **Famecorte**: Es una emulsión explosiva de baja capacidad de explosión para un control de voladura (Famesa Explosivos S.A.C, 2019).

2.2.6. Parámetros de voladura

- **Factor de carga**: Determinar el número de explosivo utilizado en kg por cm^3 de metralla (ENAEX, 2007).
- **Factor de potencia:** Cantidad de explosivos utilizados por tonelada de material fragmentado (en kilogramos) (ENAEX, 2007)
- **Factor de avance**: Este es el número de explosivos asociados con la dirección de cada disparo (ENAEX, 2007)

2.2.7. Labores Mineras

Estas labores mineras de desarrollo son tareas que brindan acceso a un cuerpo mineralizado para el análisis de varias tareas de explotación. Las unidades mineras consisten en tareas, tanto de desarrollo como de explotación. Hay trabajos diferentes que se pueden utilizar como método de

minería de depósitos. El procesamiento de la mina se lleva a cabo en la remoción de minerales, donde el trabajo de desarrollo comienza a remover completamente el cuerpo mineralizado y luego la minería, este gran grupo de trabajo tiene diversas variaciones, como las tareas de desarrollo horizontal y tareas de desarrollo vertical. (Lazaro Quicaña, 2020)

2.2.8. Labores de desarrollo horizontales

El diseño en el soporte comienza con averiguar la fase de la galería o rampa de forma inclinada. Estos hastiales pueden estar separados un mínimo esencial para el transito seguro del sistema grande, que ofrezca suficiente espacio o adicional para vía y sumistro de agua mediante tuberías, electricidad, aire comprimido mediante tuberías y el tubo de ventilación, Además debe haber superficie espacio para la circulación de los trabajadores y equipos (Gómez Jaén, 2007)

En las operaciones de conducción y transporte de minerales, se debe tener mucho cuidado al perforar, si no es suficiente, causará demoras y pérdidas económicas, y se debe verificar la sección, la pendiente (1/5000) y el punto de dirección. Por lo general, la compañía emplea el método de quema, es decir, un grupo de pozos con un diámetro similar son paralelos y cercanos entre sí, pero las líneas de los pozos son diferentes dependiendo de la calidad del macizo rocoso (Reyes 2018)

- **Túneles:** Se identifica como vía subterránea y señala un curso de intercambio comunicativo por una montaña, entonces, estos son relativamente cruciales para los diversos empleos que pueden tener, además de para el envío hidráulico, dentro de las calles, además en la minería. Los túneles son desenterramientos subterráneos en los que puede haber una difusión de diversidad de maneras para la conclusión del túnel en un esfuerzo por depender del grado del segmento y la longitud igual de su forma, para lo cual se utilizan tipos únicos de herrajes perforantes. Además, se utiliza energía explosiva para abrir el túnel. Las obras del metro son una parte importante del inicio de una misión subterránea. Para su evaluación fundamental, deben tenerse en cuenta factores técnicos de vista, además del tipo de roca, las dimensiones de la sección y para lo que probablemente se utilizará, en los grados de gestión de la mejora, se consideran las preocupaciones geológicas e hidrogeológicas, así como la fuerza de voluntad del tipo de perforación y la aplicación del tipo de malla. Así, observamos que actualmente se utilizan tuneladoras o Tunnel Boring Machine (TBM). (Lazaro Quicaña, 2020)

- **Galería**: Las galerías son piezas horizontales inaccesibles a la superficie directamente. Estos están destinados a transportar la carga de circulación de personal de ventilación y drenaje en la minería, a diferencia de otras actividades que sí tienen acceso, el término "galería" se refiere a una excavación que es horizontal o ligeramente inclinada y donde las magnitudes son significativamente superiores que las otras dos. Se asemeja a un túnel para una carretera. Dependiendo de su propósito o de su ubicación en relación con la roca que será explotada, las galerías reciben varios nombres. Es fundamental operar a partir de un pique que se establece por niveles a intervalos regulares y en general, las galerías horizontales son similares a niveles que tienen un frente de trabajo que se da en una mina, establecidos con ayuda de escalones en periodos ordinarios y comúnmente con separación de 50 metros a mayor. (Lazaro Quicaña, 2020)

- **Rampa:** Una rampa es un componente arquitectónico, que vincula y conecta dos galerías que se ubican a alturas extraordinarias, se logra ascender o descender por determinadas zonas o diferentes áreas mediante superficies. Las rampas se desarrollan sobre material baldeo, en las que hay tramos de pendiente grande, enorme (12%) con la intención de aprovechar el período y el pico.

– La rampa une o gradas mayores de varias alturas.

– Primero requiere un proyecto o diseño, luego se completa con la ayuda de voladuras.

– Acceda a pinturas para artilugios y equipos pesados en neumáticos en la mina desde el suelo o entre escenarios.

– Permite la recuperación del mineral mediante abordaje rápido y flexible con equipos de bajo perfil.

– Recibe el ingreso de personal, sustancias, elementos y equipos.

2.2.9. Modelo matemático de Roger Holmberg

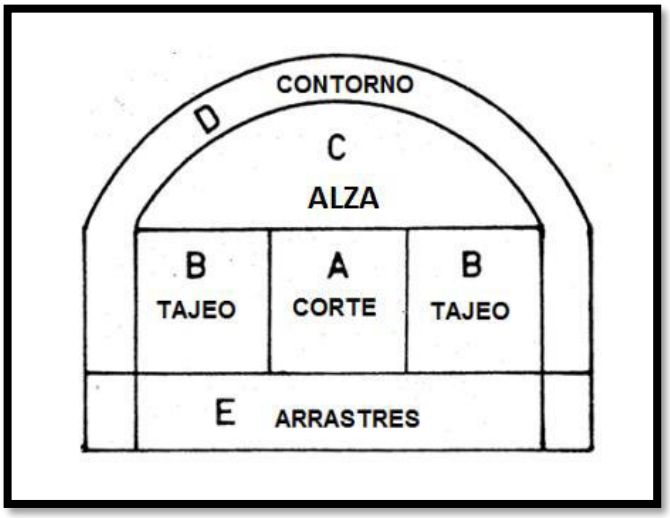
El investigador HOLMBERG muestra un modelo matemático para el diseño de redes en perforación y voladura de obras y galerías subterráneas, basado en las investigaciones de GUSTAFSSON (1973) y LANGEFORS y KIHILSTROM (1963) (Vidal Martinez, 2017)

Roger Holmberg en su modelo matemático, para facilitar el cálculo de la malla de perforación, divide el frente en 5 secciones Quezada (2017)

- sección de corte
- sección de tajeo
- sección de alza
- sección de contorno
- sección de arrastre

Figura 1

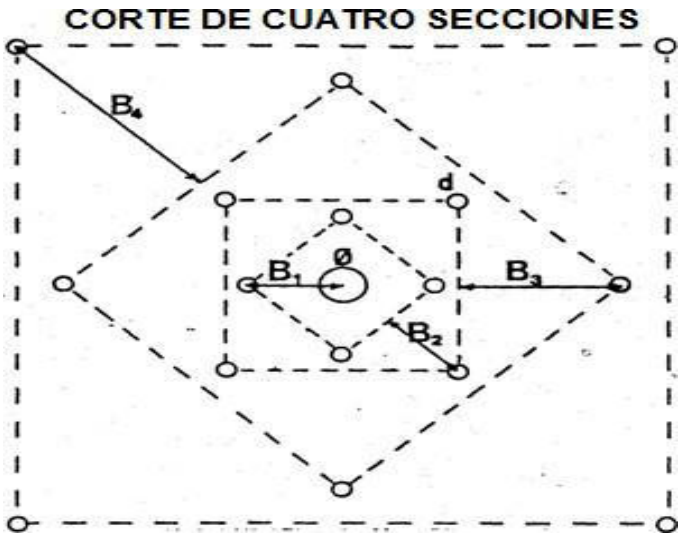
La sección de un túnel de acuerdo a Holmberg.



Nota: Manual práctico EXSA

Figura 2

Corte de Cuatro Secciones: Bi representa el burden práctico para el cuadrángulo.



Nota: Rock Blasting and Explosives Engineering – Roger Holmberg

2.2.10. Determinación del diámetro del barreno de alivio

$$\emptyset_V = \emptyset\sqrt{n}$$

Ecuación 1

$\emptyset_V$ = Diámetro en el taladro de alivio ficticio

$\emptyset$ = Diámetro del taladro de alivio perforado

n = Número de taladros de alivio

2.2.11. Determinación del curso y errores en la perforación

El resultado final del progreso lineal con la ayuda de las dimensiones de la salida del agujero de taladro del alivio y la desviación del taladro de menos diámetro, indican mejora en la valoración del factor económico es cuando se aprovecha al máximo el periodo general de longitud medida de los taladros.

$$H = 0.15 + 34.1 * \emptyset_v - 39.4 * (\emptyset_v)^2$$

Ecuación 2

H = Longitud de los taladros (m)

$\emptyset_v$ = Diámetro del taladro de alivio (m)

Para hallar errores en la perforación (Ep), se logra mediante:

$$Ep = (\alpha * L) + e$$

Ecuación 3

α = Desviación angular (m/m)

e = Error por emboquillamiento (m)

2.2.12. Determinación de la primera sección del arranque

La voladura y la limpieza son beneficiosos dentro de la región de trabajo en consecuencia, el espaciamiento entre los agujeros de perforación y la relajación dentro del primer cuadrilátero ahora no sobrepase una medida de más de 1,7 veces las dimensiones de alivio agujero respecto a su diámetro. Se basa en el tipo de explosivo, la forma de la roca, la distancia entre los agujeros con explosivos; agujeros de tratamiento, la variedad de condiciones de fracturación. Si la desviación más hueca es de 0,5% a uno%, en consecuencia, la carga sensible para el espaciamiento dentro del principio tiene que ser menor en comparación con la carga máxima. (Guillen, 2019)

$$B_{t1} = 1.5 * \emptyset v$$

Ecuación 4

B_{t1}= Distancia teórica de la primera sección (m).

En la fórmula siguiente se identificará el error de perforación.

$$E_p = \alpha H + \beta$$

.Ecuación 5

Dónde:

E_p = error de perforación (m).

α= Desviación angular (m/m).

H = Longitud del taladro en (m).

β = Denota la desviación en el collar en (m).

2.2.13. Determinación: espaciamiento entre los taladros (1° sección)

Se emplea la fórmula:

$$A_{h1} = B_{t1} * \sqrt{2}$$

Ecuación 6

A_{h1} = Espacio de la primera sección (m)

3.1.7.5 Determinación de la carga lineal de oclusivo

Usaremos la fórmula:

$$q_1 = 55\,\emptyset_C * \left(\frac{B_{t1}}{\emptyset_v}\right)^{1.5} * \left(B_{t1} - \frac{\emptyset_v}{2}\right) * \left(\frac{C}{0.4}\right) * \frac{1}{PRP_{ANFO}}$$

Ecuación 7

Dónde:

q_1 = Concentración de carga lineal de explosivo (kg/m)

$\emptyset_c$ = Diámetro de taladro cargado.

$\emptyset_v$ = Diámetro de taladro de alivio

C =constante de roca (kg/cm3)

PRP_{ANFO} = Potencia en peso del explosivo relativo al ANFO (tanto por 1)

Determinación: 2° sección del cuele

Se determina mediante: la segunda sección del arranque.

$$B_{t2} = 8.8 * 10^{-2} * \left(\sqrt{\frac{A_{h2} * q_1 * PRP_{ANFO}}{\emptyset_C * C}}\right)$$

Ecuación 8

B_{t2} = Segunda distancia de arranque (m)

2.2.14. Determinación: espaciamiento entre los taladros de la 2° sección

$$A_{h2} = 2 * \left(B_{t2} + \frac{A_{h1}}{2}\right) * \sqrt{2}.$$

Ecuación 9

Determinación: 2° concentración de carga

$$q_2 = \frac{540 * \emptyset_C * C * A_{h1}}{PRP_{ANFO}}$$

Ecuación 10

Determinación de taladros de zapateras o arrastre

La carga para el arrastre de una voladura se calcula en principio con los componentes con los que se calculan los kilómetros para voladuras en banco. La largo de medida de la parte superior del banco cambia verdaderamente con la duración de desarrollo, y se utiliza el mejor factor de inserción, ya que es influenciado mediante gravedad y un tiempo de espera de serie de salida extendido del taladro. (Guillen, 2019)

$$B_{tz} = 0.9 * \left(\sqrt{\frac{q_{tz} * PRP_{ANFO}}{f * \hat{C} * (S/B)}}\right)$$

Ecuación 11

Dónde:

B_{tz} = Burden teórico de los taladros de arrastres (m)

q_{tz} = Carga lineal de material explosivo que se usan en las zapateras (kg/m3),

$$q_{tz} = 90 * \emptyset_c \rightarrow (kg/m^3)$$

Ecuación 12

$\emptyset_c$ = En m

Se asume:

$\hat{C}$ = Constante de la roca corregida

$\hat{C}$ = c + 0.05 para $B_z \geq 1.4$ m

2.2.15. Cálculo de los taladros de perímetro

$$q_{cm} = 90 * Q_c^2$$

.Ecuación 13

$$S_{cc} = 1.5 * \emptyset_c .$$

Ecuación 14

$$B_c = \left(\frac{S_{cc}}{8}\right) - L * Seny - E_p$$

Ecuación 15

2.2.16. Determinación del Burden de muros

$$B_h = 0.9 * \left(\sqrt{\frac{q_{cm} * PRP_{ANFO}}{f * \hat{C} * (S/B)}}\right)$$

Ecuación 16

Dónde:

f = Factor de fijación.

$\hat{C}$ = Constante de la roca corregida.

$\hat{C}$ = c + 0.05 para va ≥ 1.4 m

$\hat{C}$ = c + 0.07/bh para bh< 1.4 m

S/B = División entre el espaciamiento y burden.

Se calcula el burden práctico:

$$B_h = \left(\frac{S_{cc}}{8}\right) - L * Sen\gamma - E_p$$

Ecuación 17

2.2.17. Teoría de precio unitario

El costo se define como el gasto monetario vital para la fabricación de una maravilla o producto, el desarrollo de una obra o la prestación de un proveedor. Incluye la compra de insumos, el pago del trabajo, los gastos de fabricación y administrativos, entre diferentes deportes.

Características de los costos

Los costes deben cumplir 4 rasgos esenciales:

- Veracidad
- Claridad
- Comparabilidad
- Utilidad

La forma del precio directo se descompone en 3 organizaciones predominantes: Mano de obra, equipos y materiales.

El coste unitario directo es en porcentaje directo al nivel de producción, y el valor unitario oblicuo es en porcentaje directo al nivel de fabricación. El aspecto más crítico de una estructura de valor unitario es fijar el rendimiento de las pinturas, es decir, la cantidad de trabajo que se debe realizar en una tarde o según la unidad de mano de obra. Este parámetro es el más crítico dado que todos los términos gravitarán en torno a esta idea. (Gallardo Posligua, 2016)

2.2.18. Clasificación

La clasificación de los precios dependerá de la técnica y el uso.

a. Según su identificación

- Coste Directo
- Coste Indirecto

b. Según su conducta

- Costes fijos
- Cuotas variables
- Cuotas semivariables
- Costes mixtos
- Tasas escalonadas

2.2.19. Definición de gastos fijos y variables.

a) Costo fijo

Son aquellos honorarios que permanecen constantes en algún momento del tiempo en que se realiza el sistema, independientemente de la cantidad de fabricación de un producto o de la manera de una obra o portador. (Alvarez Ureta, 2019)

b) Valor variable

Son los gastos que se ajustan en función del volumen de fabricación, tanto de un bien como de un servicio. También podemos decir que es una cuota que aumenta o disminuye en función del grado de fabricación. (Alvarez Ureta, 2019)

- **Valor de la mano de obra:** Es el precio asociado al trabajo físico o intelectual requerido para desarrollar una obra, producto terminado, producto superior o proveedor. El valor inmediato del trabajo es el salario real que pagan las empresas (Quispe, 2019)
- **Costo de los materiales:** El precio directo del material es el precio correspondiente al pago de dinero por el material o el valor del material utilizado para realizar el trabajo.

El precio real de las sustancias puede ampliarse si no olvidamos:

- El valor de adquisición del material

- La tarifa de transporte

- El coste de almacenamiento

Para la tarifa de sustancias es muy esencial establecer la unidad de grado y la tarifa según unidad.

- **Costo de herramientas y aparatos:** Es el valor procedente del uso directo de las herramientas y equipos en la ejecución de una obra o trabajo.
- **Ejecución de una obra o trabajo:** El valor de las herramientas y el dispositivo se deduce de la tasa de depreciación, el valor de funcionamiento del equipo (lubricante, combustibles, etc.) y el coste de valor de funcionamiento del equipo (gasolina, lubricantes, otros), coste de protección (elementos de repuesto, reparación) y conservación (elementos de repuesto, mantenimiento), cobertura y gastos de garaje y gestión. (Alvarez Ureta, 2019)

2.2.20. Precio indirecto.

Son aquellos gastos necesarios para el desarrollo de un encargo u obra, sin embargo, que no están inmediatamente relacionados con la ejecución de la misión o obras.

- **Gastos administrativos**: Estos gastos son los que representan los esfuerzos oblicuos que incluyen los sueldos y salarios, incluidas las prestaciones sociales de los empleados, supervisores, conductores, empleados administrativos, cargos de limpieza. (Jáuregui Aquino, 2009)
- **Costo financiero:** El costo financiero se describe a la afición debida sobre el capital prestado, que se utiliza para la ejecución de la obra. Las tasas financieras son también las persecuciones que podrían generarse debido a los pagos atrasados a los proveedores, impuestos, y muchos otros. (Alvarez Ureta, 2019)

2.2.21. Precio unitario

La forma de tarifa unitaria que compone el coste unitario global del ciclo de explotación para los trabajos de producción en los que se implanta el hormigón proyectado como ayuda. Los gastos unitarios de las operaciones mineras unitarias se expresan en $/TM para una correcta comparación entre ellos y conocer su grado de incidencia dentro del valor total del ciclo minero. De su incidencia dentro del costo general del ciclo minero. (Jáuregui Aquino, 2009)

Pueden etiquetarse en costes directos y oblicuos.

Costos directos: Distinguidos como cargas variables, pueden ser los costes número uno en una explotación minera en los planteamientos de fabricación, voladura, acarreo y actividad auxiliar de la mina, definidos porque los costes de producción empleados, sustancias y componentes. (Quispe, 2019)

Costos indirectos: Llamado como gastos constantes, son costes que se discurren imparciales de la producción. Puede transformar en función del grado de producción proyectado, aunque fase de fabricación proyectada, pero no inmediatamente con la producción adquirida. (Quispe, 2019)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de investigación.

El tipo de estudio es aplicado, el propósito es abordar un problema específico, que pretende explorar y consolidar conocimientos para su aplicación. Debido a esto, el tesista se enfoca en llevar a cabo las teorías para luego aplicarlas en la práctica para implementar el diseño de una malla de perforación y voladura que optimice costos mediante el método Homberg en la galería 686 nivel 2170 de Yanaquihua S.A.C. Según Castro et al. (2022) afirma que la investigación aplicada posee en cuenta todas las leyes, reglamentos y otras leyes que gobiernan el comportamiento en la sociedad para proporcionar otra base para la resolución de problemas.

En cuanto al nivel de investigación es descriptivo, porque describe la medición y evaluación de los resultados de voladura luego de haber aplicado la nueva malla de perforación. Según Ochoca y Yunkor (2020) infiere que la investigación descriptiva determina el tamaño de la variable de investigación de acuerdo a las características, propiedades y componentes de la variable investigada, para que pueda realizar una investigación profunda y determinar las características de interacción con su entorno, es decir, los factores característicos.

El diseño experimental es el plan de procedimiento seguido en un experimento científico para sacar conclusiones válidas, teniendo en cuenta factores como la selección de participantes, la manipulación de variables, la recopilación y el análisis de datos y la reducción de influencias extrañas (Ponce et al. 2021). El proyecto que se presenta tiene como carácter experimental donde

tiene la finalidad evaluar el planteamiento en el diseño de malla de perforación, del antes y después de la utilización con los parámetros determinados.

3.2. Ámbito espacial y temporal

a. **Espacial:** La empresa Yanaquihua S.A.C. se ubica en la jurisdicción del distrito de Yanaquihua, provincia de Condesuyos, región y/o departamento de Arequipa la cual se encuentra ubicada entre las cotas 500 msnm y 2700 msnm (figura 1)

Figura 3

Imagen de localización de la minera Yanaquihua S.A.C



Nota. Departamento de geología MYSAC

b. **Temporal:** De acuerdo a las pruebas experimentales en la galería de exploración 686, nivel 2170, zona Gertrudis. Para tener una mejora de perforación y voladura en el avance por metro lineal, teniendo los datos recopilados de octubre a diciembre del 2022, en la unidad Yanaquihua S.A.C

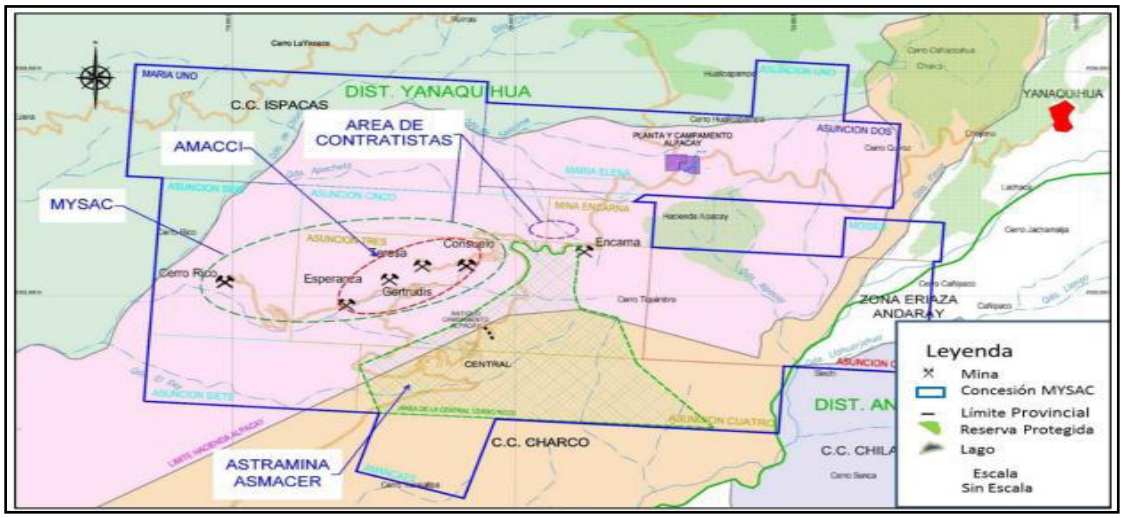
c. **Lugar de ejecución.**

Yanaquihua S.A.C se encuentra exactamente a 308 km, recorriendo desde la ciudad de Arequipa través de Corire, Aplao, Chuquibamba, Yanaquihua, desviación a Ispacas sus coordenadas UTM, en el sistema WGS84, son: 714 000 Este y 8 248 000 Norte. (en la figura 2 se

muestra la cuadrícula del título minero Yanaquihua y en la figura 3 se muestra una fotografía del campamento minero de Yanaquihua)

Figura 4

Imagen del título minero de MYSAC



Nota. Departamento de geología MYSAC

Figura 5

Fotografía de ubicación del campamento minero Yanaquihua S.A.C



Nota. Elaboración propia.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Según Ventura (2017) afirma que las poblaciones son parte de los fenómenos intervinientes en los que se definen y definen las preguntas de investigación.

En este caso la población estuvo compuesta por la labor de la unidad Yanaquihua S.A.C

3.3.2. Muestra

Según Ventura (2017) indica que la muestra forma parte de un conjunto y primero reúne todas las características básicas del conjunto.

Se toma como muestra de investigación a la galería 686, nivel 2170, zona Gertrudis de sección de avance 7 pies por 8 pies.

3.4. Instrumentos.

3.4.1. Técnicas.

La técnica empleada para la recolección de datos fue mediante la supervisión in-situ, reporte de datos de perforistas frontoneros y registros según al procedimiento de trabajo en la unidad minera Yanaquihua S.A.C

3.4.2. Materiales.

Mencionado los materiales utilizados para desarrollar el proyecto de investigación:

a) Herramientas

- Hojas de registro
- Diseño actual de malla de perforación
- Formatos de recopilación de datos
- Cuaderno de apuntes
- Lápiz o lapicero
- Programaciones semanales

b) Equipos.

- Cámara fotográfica para la toma de evidencias.
- Computadora para trabajos en gabinete.

c) Trabajo en campo

- Recorrido respectivo al área en estudio.
- Experiencia en la evaluación de proyectos similares

d) Trabajos de gabinete

- Recopilación, análisis de teorías y métodos de evaluación de proyectos
- Cálculo y análisis de costos en la operación e inversión.
- Análisis de los resultados y cálculo de variación de riesgo.

3.5. Procedimientos.

El siguiente método de investigación de se va a ceñir a los procedimientos siguientes:

1) Procedimiento 1: Estudio preliminar y recopilación de datos a la vez el procesamiento de información bibliográfica para el desarrollo de proyecto.
2) Procedimiento 2: Revisión de antecedentes anteriores de los disparos realizados de diferentes perforistas frontoneros.
3) Procedimiento 3: Mapeo Geológico y geomecánica para el análisis de tipo de roca in situ.
4) Procedimiento 4: Diseño y Calculo de la malla de perforación mediante el modelo Holmberg y métodos empíricos, selección de explosivos y pruebas de disparo.
5) Procedimiento 5: Análisis de los disparos aplicados más representativos
6) Procedimiento 6: Evaluación de eficiencia y eficacia de los disparos realizados in situ.
7) Procedimiento 7: Analizar la información recolectada y realiza los resultados, conclusiones y recomendaciones.

3.6 Análisis de datos.

1) Recopilación: Se recopilo datos de la galería 686 como: sección de la galería, burden, espaciamiento, tipo de roca, etc.
2) Validación: Se va a proceder a construir una base de datos previamente filtrando todos los parámetros necesarios, ya sea la densidad, granulometría de fragmentación, velocidad de detonación, entre otros.
3) Codificación: La misma base de datos valida y posterior se codifica para una mejor manipulación de estas.

4) Procesamiento: es una buena etapa donde se utilizan los datos obtenidos de campo, mediante el modelo matemático Holmberg.
5) Tabulación: es el análisis estadístico en donde con los datos provenientes del procesamiento se puede confeccionar tablas con el nuevo diseño aplicado. Mediante estadística inferencial se validó la propuesta aplicada (ver tabla 38).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados.

4.1.1. Determinación de malla de perforación y voladura según la estructura mineralizada y según tipo de roca.

La malla de perforación adecuada se diseña según la estructura mineralizada, aplicando el método Holmberg en la galería 686 nivel 2170 en la empresa minera Yanaquihua S.A.C.

Tabla 1

Labor: Galería 686

Tipo de Sección	Ancho (A)	Altura (H)	Radio de arco (r)
Galería	2.10	2.40	1.05

Nota: elaboración propia.

Diseño de la malla de perforación y voladura se determinó el RMR, el GSI y el RQD mediante mapeo geomecánica.

Tabla 2

Parámetros de la roca.

ρr (gr./cm3)	RMR	GSI	RQD%
3.3	45	55	80%

Nota: elaboración propia.

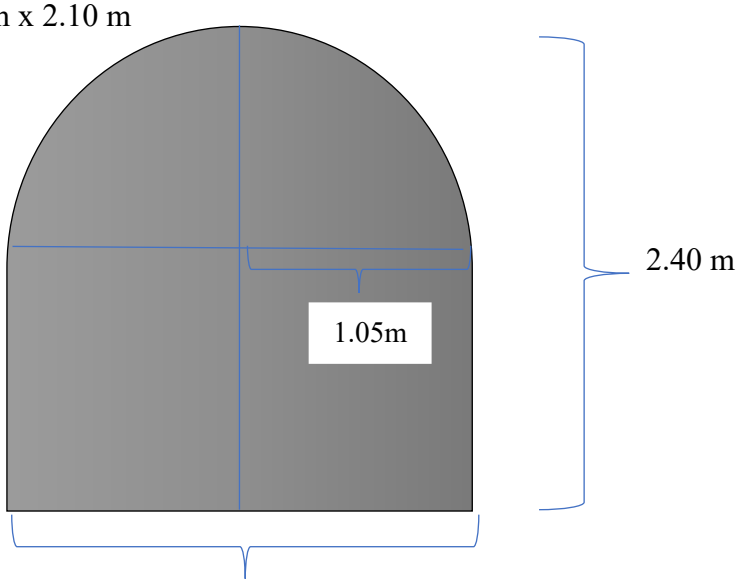
Tabla 3

Parámetros de perforación

Efec. Perforación %	Long. Barras (pies)	ϕ1 broca (mm.)	ϕ2 rimadora (mm.)	D. empate α1 (m)	D. angular α2 (m/m)	y°	N° de TH
95	6	35	76	0.01	0.01	3	1

Nota: elaboración propia.

Sección de 2.40 m x 2.10 m



- **Cálculo de la labor**

$$\mathbf{As}= (\pi)\frac{r^2}{2})) + (\boldsymbol{r\ x\ (A\ -\ (2\ x\ r)))} + (\boldsymbol{A\ x\ (H\ -\ r)}$$

Ecuación 18

$$As = ((3.1416)\frac{1.05^2}{2})) + (1.05\ x\ (2.10 - (2\ x\ 1.05))) + (2.10\ x\ (2.40 - 1.05)$$

As= 4.57m^2

Perímetro

$$\boldsymbol{P = (\pi\ x\ r) + x\ ((H - r) + 2\ x\ (A - r)}$$

Ecuación 19

$$P = (3.1416 \text{ x } 1.05) + 2 \text{ x } ((2.40 - 1.05) + 2 \text{ x } (2.10 - 1.05))$$

$$P = 10.20m$$

Avance efectivo del disparo.

$$\textbf{I (m) = Efic. de perf. x long. del barreno perf. x } \frac{\boldsymbol{0.3048\ m}}{\boldsymbol{1\ pie}}$$

Ecuación 20

$$\textbf{I (m) =} 94.78\% \text{ x } 6 \text{ pies x } \frac{\boldsymbol{0.3048\ m}}{\boldsymbol{1\ pie}}$$

$$\textbf{I (m) =} 94.78\% \text{ x } 1.8288$$

$$I\ (m) = 1.73\ m$$

Volumen.

$$\textbf{V = As x l (m)}$$

Ecuación 21

$$V = 4.57 \text{ x } 1.73$$

$$V = 7.92\ m^3$$

Donde:

l = avance efectivo del disparo

Consumo específico del explosivo.

$$\mathbf{CE} = \frac{\mathbf{0.56}\ x\ \rho r\ x\ tan\ (\frac{GSI + 15)}{2}}{\sqrt[3]{\frac{115 - RQD}{3{,}3}}}$$

Ecuación 22

$$\mathrm{CE} = \frac{0.56\ x\ 3.3\ x\ tan\ (\frac{55 + 15)}{2}}{\sqrt[3]{\frac{115 - 80}{3.3}}}$$

$$\mathrm{CE} = 0.589$$

Constante de roca "c"

$$\mathbf{C} = (\boldsymbol{CE} * \mathbf{0.8784}\ ) + \mathbf{0.0052}$$

Ecuación 23

$$\mathrm{C} = (0.589 * 0.8784\ ) + 0.0052$$

$$\mathrm{C} = 0.523\ \mathrm{Kg/m3}$$

Según Holmberg "H"

Diámetro del taladro equivalente.

$$\mathbf{DTH\ equi} = (\frac{\mathbf{Ø\ 2\ rimadora\ (mm)}}{\mathbf{1000}})\ \sqrt{\boldsymbol{N°\ TH}}$$

Ecuación 24

$$\mathrm{DTH\ equi} = (\frac{(76)}{1000})\ \sqrt{2}$$

$$\mathrm{DTH\ equi} = 0.107\ \mathrm{m}$$

Donde:

DTH equi: taladro ficticio o equivalente

N° TH: Cantidad de taladro vacío

Error de perforación.

$$\mathbf{F = \alpha 2\ (m)\ x\ l\ (m) + \alpha 1}$$

Ecuación 25

$$F = (0.01 \times 1.73) + 0.01$$

$$F = 0.027$$

Donde:

α2 = 0.01

α1 = 0.02

Longitud de perforación – Holmberg.

$$\mathbf{H\ (m) = 0.15 + 34.12\ x\ (Ø\ equi) - 39.4\ x\ (Ø\ equi)^2}$$

Ecuación 26

$$H\ (m) = 0.15 + 34.12 \times (0.076) - 39.4 \times (0.076)^2$$

$$H\ (m) = 2.52$$

4.1.2. Diseño de arranque.

Es necesario conocer las características del explosivo a utilizar en el estudio. Para una roca regular III B se emplea Emulnor 3000. Donde a continuación se detallará las características del explosivo.

Tabla 4

Características del explosivo.

Características	Densidad relativa (gr./cm3)	VOD CONFINADO (m/s)	Presión de detonación (Kbar)	Volumen normal de gases (l/kg)	RWS (%)	RBS (%)	Longitud (m)	"q" Densidad de Carga Kg/m	ϕ del Explosivo (m)	Masa del Explosivo (Kg/Cart.)
Emulnor 1000	1.13	4500	95	920	87	120	0.1778	0.57	0.0254	0.102
Emulnor 3000	1.14	5700	93	880	102	142	0.1778	0.0254	0.103	

Nota: Catálogo Famesa

Densidad de carga (Kg/m)

$$\boldsymbol{q = D_{explosivo} \frac{\pi * (\emptyset_{explosivo})^2}{4} * 10^{-6}}$$

Ecuación 27

$$q = 1.13 \frac{3.1416 * (0.0254)^2}{4} * 10^{-6}$$

q = 0.57 *Kg/m*

Para el cálculo de la masa del explosivo por medio de la fórmula siguiente:

Masa del explosivo.

$$\mathbf{m = (D_{expl} * \pi * \frac{(Ø\ expl)^2}{4}) * D_{expl} * 1000}$$

Ecuación 28

$$m = (0.57 * 3.1416 * \frac{(0.0254)^2}{4}) * 0.57 * 1000$$

$$m = 0.102\ (Kg/cart)$$

Arranque

Burden máximo.

$$\mathbf{B\ máx.\ (m) = (\frac{\pi\ x\ \ Øeq\ (m)}{2})}$$

Ecuación 29

$$B\ máx. = (\frac{3.1416\ x\ \ 0.076}{2})$$

$$B\ máx. = 0.12\ m$$

Burden práctico.

$$\mathbf{Bp\ (m) = B\ max. – F}$$

Ecuación 30

$$Bp = 0.12 – 0.027$$

$$Bp = 0.09\ m$$

Error de perforación.

$$\mathbf{F = D.\ angular\ \alpha 2\ (m/m) * I(m) + D.\ empate\ \alpha 1\ (m)}$$

Ecuación 31

$$F= (0.01*1.73) +0.01$$

$$F = 0.027$$

Ancho de la abertura.

$$\mathbf{AH_0\,(m) = (B\ max - F)\ \sqrt{2}}$$

Ecuación 32

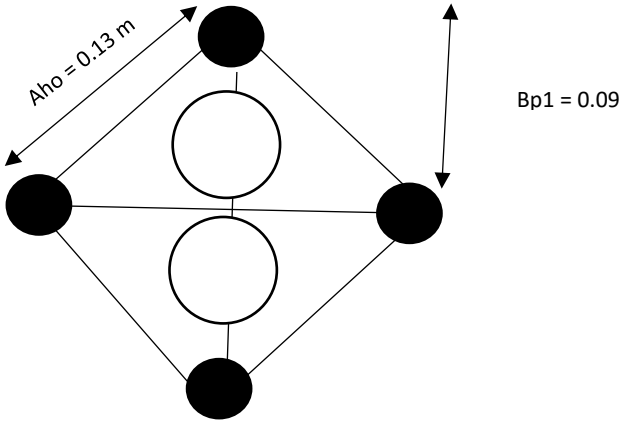
$$AH_0\,(m) = (0.12 - 0.027)\ \sqrt{2}$$

$$AH_0\,(m) = 0.13$$

La cantidad de taladros es 4 en el arranque

Figura 6

Cantidad de taladros.



Nota. Elaboración propia

N° de cartuchos por taladro.

$$\mathbf{N} = \frac{\boldsymbol{l\,(m) - 0.5\ x\ Be\ max\,(m)}}{\boldsymbol{Long.\ cartucho\,(m)}}$$

Ecuación 33

$$N = \frac{1.73 - 0.5\ x\ 0.12}{0.1778}$$

$$N = 9\ (c/tal)$$

Tabla 5

Datos del explosivo

Explosivos	**RWS**	**q (kg/m)**	**Longitud cart. (m)**
Emulnor 3000	1.02	0.58	0.178

Una vez calculado R. Homlberg para el diseño de arranque por medio de la fórmula, la tabla se describe un resumen donde se calculó lo siguiente:

Tabla 6

Cálculos para el arranque.

Explosivo	q_0 (Kg/m)	Long. Cart. (m)	B $_{e\text{-máx.}}$ (m)	Bp (m)	A h $_0$ (m)	N (c./tal)	N Tal.
Emulnor 3000	0.58	0.1778	0.12	0.09	0.13	9.00	4

Nota. Elaboración propia

4.1.3. Diseño del primer cuadrante

Burden máximo 1.

$$\text{B máx} = \sqrt{\frac{Aho\ (m) * q\ (kg/m) * RWS}{\text{Ø 1 broca (mm)} * \text{c (Kg/m3)}}} * 0.088$$

Ecuación 34

$$\text{B máx} = \sqrt{\frac{0.13 * 0.58 * 1.02}{(\frac{35}{1000}) * 0.365}} * 0.088$$

$$\text{B máx} = 0.18 \text{ m}$$

Burden práctico 1.

$$\mathbf{Bp = (Bmáx - F) - 0.07}$$

Ecuación 35

$$Bp = (0.18 - 0.027) - 0.07$$

$$Bp = 0.08m$$

Ancho de la Abertura 1.

$$\mathbf{Ah = \sqrt{2}\ (\ Bp + \frac{Ah0}{2})/2}$$

Ecuación 36

$$Ah = \sqrt{2}\ (0.08 + \frac{0.13}{2})$$

$$Ah = 0.21\ m$$

Número de cartuchos por taladro 1.

$$\mathbf{N = \frac{l\ (m) - 0.5\ x\ Bi1\ (m)}{Long.\ cartucho\ (m)}}$$

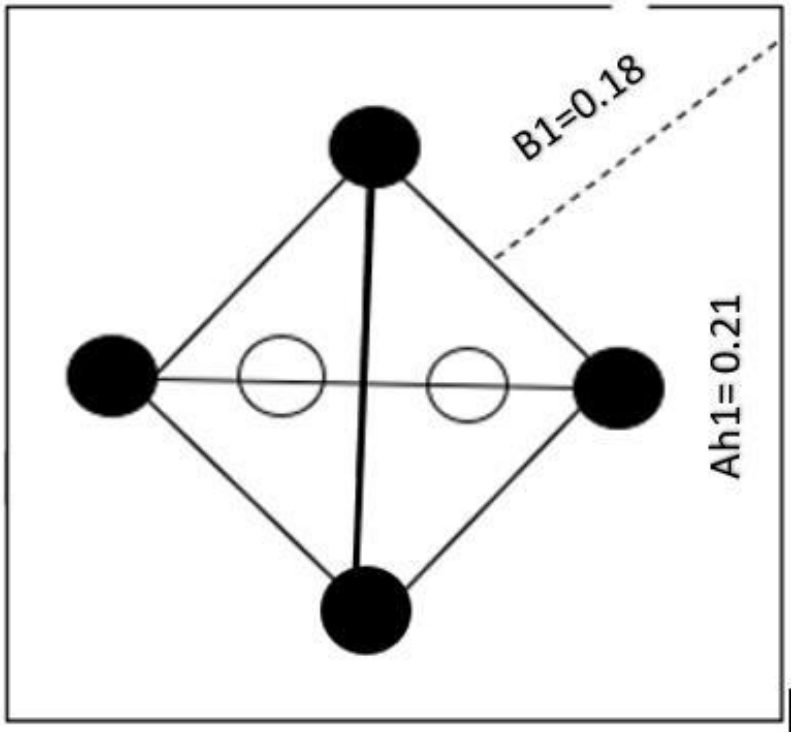
Ecuación 37

$$N = \frac{1.73 - 0.5\ x\ 0.18}{0.150}$$

$$N = 9.2\ c/tal$$

Figura 7

Diseño del primer cuadrante.



Nota. Elaboración propia

4.1.4. Diseño del segundo cuadrante

Burden máximo 2.

$$\text{B máx} = 0.088 * \sqrt{\frac{Aho\ (m) * q\ (kg/m) * RWS}{\text{Ø 1 broca (mm)} * \text{c (Kg/m3)}}}$$

Ecuación 38

$$\text{B máx} = 0.088 * \sqrt{\frac{0.21 * 0.58 * 1.02}{(\frac{35}{1000}) * 0.365}}$$

$$\text{B máx} = 0.23 \text{ m}$$

Burden práctico 2.

$$\mathbf{Bp = B_{máx} - F}$$

Ecuación 39

$$Bp = 0.23 - 0.027$$

$$Bp = 0.20 \text{ m}$$

Ancho de la Abertura 2.

$$\mathbf{Ah2 = \sqrt{(Lon.Xi = Xj)^2 + (Lon.Xi = Xj)^2}}$$

Ecuación 40

$$Ah2 = \sqrt{0.31^2 + 0.31^2}$$

$$Ah2 = 0.43 \text{ m}$$

Número de cartuchos por taladro.

$$\mathbf{N = \frac{l\,(m) - 0.5\ x\ Bmáx}{Long.\ cartucho}}$$

Ecuación 41

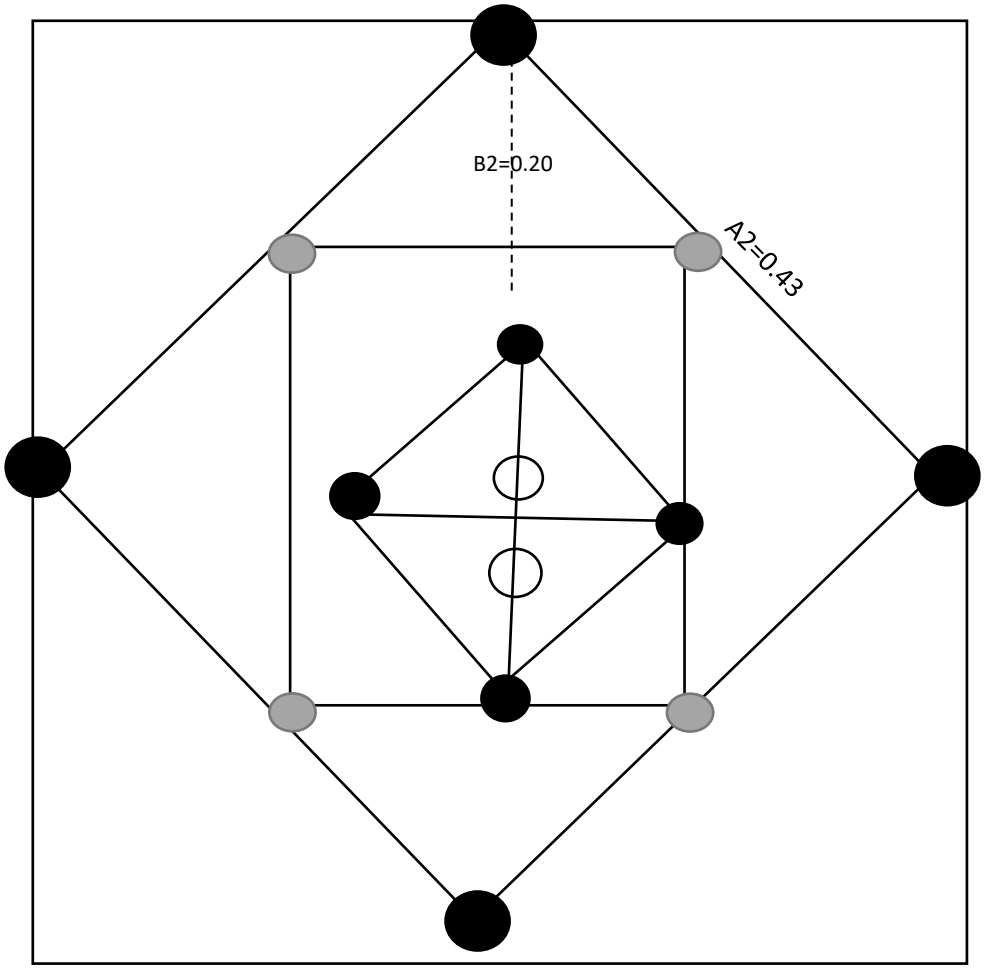
$$N = \frac{1.73 - 0.5\ x\ 0.23}{0.178}$$

$$N = 9.1 \text{ (c/tal)}$$

Luego de los cálculos, se diseña el segundo cuadrante con las medidas del burden Bp=0.20 cm y abertura Ah= 0.43 m

Figura 8

Diseño del 2° cuadrante



Nota. Elaboración propia

Con los cálculos realizados se realiza la siguiente tabla con los datos obtenidos anteriormente donde a continuación, se detallarán.

Tabla 7

Cálculo de cuadrantes.

Explosivo	RWS	q (Kg/m)	Long. Cart. (m)	Long. $X_i = X_j$	Bi (m)	Bip (m)	Ah i (m)	N (c./tal)	N Tal.
I. Emulnor 3000	1.02	0.58	0.178	0.17	0.18	0.08	**0.21**	9.2	4
II. Emulnor 3000	1.02	0.58	0.178	0.31	0.23	0.20	**0.43**	9.1	4
III. Emulnor 3000	1.02	0.58	0.178	0.52	0.33	0.30	**0.73**	8.8	4
IV. Emulnor 3000	1.02	0.58	0.178	0.77	0.43	0.40	**1.08**	8.5	4
V. Emulnor 3000	1.02	0.58	0.178	1.03	0.52	0.49	**1.46**	8.3	4

Nota. Elaboración propia

$A_{h\,(i)} \leq \sqrt{(I)}$	
Ah (i) ≤	√(I)= √avance lineal = √1.73= 1.32

Se debe tener en cuenta el indicador de $\mathbf{A_{h\,(i)} \leq \sqrt{(I)}}$ **el cual** que se calcula en función al avance lineal es decir I(m) =1.73, el cual nos indica si el indicador de número de cuadrantes es menor o igual a 1.32 se observa que el Ah(i) se encuentra en el cuarto punto, concluyendo que el diseño de malla tendrá 4 cuadrantes.

4.1.5. Diseño de taladros de ayuda

Ayudas de hastiales:

Intervalo del burden.

$$\mathbf{B = 0.6 * l}$$

Ecuación 42

$$B = 0.6 * 1.74$$

$$B = 1.04$$

Constante de roca corregido.

$$C' = c + \frac{0.07}{B}$$

Ecuación 43

$$C' = (0.523 + \frac{0.07}{1.04})$$

$$C' = 0.59$$

Tabla 8

Ayuda en hastiales

Explosivo	RWS	q (Kg/m)	Long. Cart. (m)
Emulnor 1000	0.87	0.57	0.178

Nota. Elaboración propia

- RWS= Potencia relativa del explosivo en peso
- q (Kg/m) = Densidad de carga

Burden máximo ayuda en hastial.

$$\mathbf{Bmáx = 0.9 \left(\sqrt{\frac{RWS * q\ (Kg/m)}{(c'\ (kg/m3) * 1.45 * 1.25}}\right)}$$

Ecuación 44

$$Bmáx = 0.9 \left(\sqrt{\frac{0.87 * 0.57}{(0.59 * 1.45 * 1.25)}}\right)$$

$$Bmáx = 0.61\ m$$

Burden práctico ayuda en hastial.

$$\mathbf{Bp} = \frac{(\mathbf{ancho\ de\ la\ sección - Ah3})}{\mathbf{4}}$$

. *Ecuación 45*

$$Bp = \frac{2.10 - 0.43}{4}$$

$$Bp = 0.42\ m$$

Espaciamiento.

$$\mathbf{S} = \left(\frac{\mathbf{Ahi\ (m)}}{\boldsymbol{N°\ taladros - 2}}\right)$$

Ecuación 46

$$S = \left(\frac{0.43}{4-2}\right)$$

$$S = 0.22\ m$$

Ancho de abertura ayuda en hastial.

$$\mathbf{Ah = Ah2 + (2 * Bp * S)}$$

Ecuación 47

$$Ah = 0.43 + (2 * 0.42 * 0.22)$$

$$Ah = 0.61\ m$$

Número de cartuchos por taladros.

$$\mathbf{N} = \left(\frac{\mathbf{l\ (cm) - (0.5 * Bmáx)}}{\boldsymbol{Long.q.cm}}\right)$$

Ecuación 48

$$N = \left(\frac{1.73 - 0.55 * 0.61}{0.178}\right)$$

$$N = 8.0\ \ (c/tal)$$

Tabla 9

Ayuda de corona.

Explosivo	RWS	q (Kg/m)	Long. Cart. (m)
Emulnor 1000	0.87	0.57	0.178

Nota. Elaboración propia

4.1.6. Diseño de ayuda en corona

Burden máximo ayuda de corona.

$$Bmáx = 0.9 \left(\sqrt{\frac{RWS * q\ (Kg/m)}{(\mathbf{c\prime\ (kg/m3)} * \mathbf{1.45} * \mathbf{1.25}}}\right)$$

Ecuación 49

$$Bmáx = 0.9 \left(\sqrt{\frac{0.87 * 0.57}{(\mathbf{0.59} * \mathbf{1.45} * \mathbf{1.25}}}\right)$$

$$Bmáx = 0.68\ m$$

Burden práctico ayuda de corona.

Bp = 0.51 * 0.64 (ancho de la sección – Ah)

Ecuación 50

$$Bp = 0.51 * 0.64 * (2.40 - 0.43)$$

$$Bp = 0.64\ m$$

Espaciamiento ayuda de corona.

S = 0.33 * (0.653 * ancho de la sección)

Ecuación 51

$$S = 0.33 * (0.653 * 3.50)$$

$$S = 0.46\ m$$

Ancho de abertura ayuda de corona.

Ah = (0.653 * ancho de la labor)

Ecuación 52

$$Ah = 0.653 * 2.40$$

Ah = 1.37 m

Número de cartuchos por taladros.

N = (l (m) – (0.5 * Bi ayu.corona) / longitud.

Ecuación 53

$$N = \frac{1.66 - (0.5 * 0.68)}{0.178}$$

N = 7.8 c/tal

4.1.7. Diseño de ayuda en arrastre

Tabla 10

Ayuda de arrastre

Explosivo	RWS	q (Kg/m)	Long. Cart. (m)
Emulnor 1000	0.87	0.57	0.178

Nota. Elaboración propia.

Burden máximo ayuda de arrastre.

$$\textbf{B máx. = 0.9 } \left(\sqrt{\frac{RWS * q\ (Kg/m)}{(c\prime\ (kg/m3) * 1.45 * 1.25}}\right)$$

Ecuación 54

$$B\ máx = 0.9\ \left(\sqrt{\frac{0.87 * 0.57}{(0.59 * 1.45 * 1.25}}\right)$$

B máx = 0.61m

Burden práctico ayuda de arrastre.

$$\textbf{Bp = } \left(\sqrt{\frac{0.36 * (altura\ de\ la\ galeria - Aih3)}{2}}\right)$$

Ecuación 55

$$Bp = \left(\sqrt{\frac{0.36 * (2.40 - 0.43}{2}}\right)$$

Bp = 0.35m

4.1.8. Diseño de ayuda en hastiales

Tabla 11

Ayudas de hastiales.

Explosivo	RWS	q (Kg/m)	Long. Cart. (m)	Bi (m)	Bip (m)	S (m)	Ah $_{ay.\ hast}$ (m)	N (c./tal)	N Tal.
Emulnor 1000	0.87	0.57	0.178	0.61	0.42	0.22	0.61	8	4.0

Nota: Elaboración propia

Tabla 12

Ayuna de corona.

Explosivo	RWS	q (Kg/m)	Long. Cart. (m)	Bi (m)	Bip (m)	S (m)	Ah $_{ay.\ cor}$ (m)	N (c./tal)	N Tal.
Emulnor 1000	0.87	0.57	0.178	0.68	0.64	0.46	1.37	7.8	4.0

Nota. Elaboración propia

Tabla 13

Ayuda de arrastre

Explosivo	RWS	q (Kg/m)	Long. Cart. (m)	Bi (m)	Bip (m)	S (m)	Ah $_{ay.\ Arras.}$ (m)	N (c./tal)	N Tal.
Emulnor 1000	0.87	0.57	0.178	0.61	0.35	0.50	1.51	8	4.0

Nota: Elaboración propia

4.1.9. Diseño de taladros de contorno en hastiales y corona

Tabla 14

Taladros de contorno en hastiales.

Explosivo	RWS	q (Kg/m)	Long. Cart. (m)	Bi (m)	Bip (m)	S (m)	Ah $_{Hast}$ (m)	N (c./tal)	N Tal.
Emulnor 1000	0.87	0.57	0.178	0.61	0.29	0.45	1.35	8	3

Nota. Elaboración propia

Tabla 15

Taladros de contorno en corona.

Explosivo	RWS	q (Kg/m)	Long. Cart. (m)	K {15,16}	Bi (m)	Bip (m)	S (m)	N (c./tal)	N Tal.
Emulnor 1000	0.87	0.57	0.178	15	0.66	0.54	0.53	7.9	6

Nota. Elaboración propia

4.1.10. Diseño de taladros en arrastre

Tabla 16

Taladros de arrastre.

Explosivo	RWS	q (Kg/m)	Long. Cart. (m)	Bi (m)	Bip (m)	S $_1$ (m)	S $_2$ (m)	N (c./tal)	N Tal. en Arrastre
Emulnor 1000	0.87	0.57	0.178	0.69	0.57	0.76	0.86	7.8	6

Nota: Elaboración propia

4.1.10. Reporte de perforación y voladura para tipo de roca regular B

Se procede a realizar algunos ajustes en cuanto a los cálculos teóricos mediante distancias reales en base a la experiencia en la compañía.

Tabla 17

Distribución de taladros reales vs práctico.

Secuencia de salida	Distribución	Burden teórico (m)	Ancho de la Abertura teórico (m.)	Espaciamiento teórico
1	Alivios			-
2	Arranque	0.09	0.13	-
3	1° Ayuda (I C)	0.08	0.21	-
4	2° Ayuda (II C)	0.20	0.43	-
5	3° Ayuda (III C)	0.33	0.73	-
6	4° Ayuda (IV C)	0.43	1.08	-
7	Ayuda de Hastiales	0.42	0.61	0.22
8	Ayuda de Corona	0.64	1.37	0.46
9	Ayuda de Arrastre	0.35	1.51	0.50
10	Contorno en Hastiales	0.29	1.35	0.45
11	Corona	0.54	0.53	0.54
12	Arrastres	0.57	0.86	0.76

Nota: Elaboración propia

4.1.11. Reporte de numero de taladros y numero cartuchos

Asimismo, se realiza con el número de taladros, algunos ajustes de cuanto a los cálculos teóricos.

Tabla 18

Número de taladro real vs práctico

Secuencia de salida	Distribución	N° Taladro Teórico	N° Taladro Real	N° de cartuchos teórico	N° de cartuchos Real
1	Alivios	1	1		0
2	Arranque	4	4	9	9
3	1° Ayuda	4	4	9	9
4	2° Ayuda	4	4	9	9
5	3° Ayuda	4	4	9	9
6	4° Ayuda	4	4	8	9
7	Ayuda de Hastial	4	2	8	9
8	Ayuda de Corona	4	2	8	9
9	Ayuda de Arrastre	4	2	8	9
10	Hastial	3	3	8	9
11	Corona	6	6	8	9
12	Arrastre	6	5	8	9
	Total	**48**	**41**	**92**	**99**

Nota: Elaboración propia

4.1.12. Reporte de cálculo de cantidad de explosivo por taladro y total de cartuchos.

Además, se procede al cálculo del número de explosivo a utilizarse por taladro y se plasma en la siguiente tabla.

Tabla 19

Resumen de cantidad de explosivos encartuchados

Distribución	Emulnor 3000			Emulnor 1000			TOTAL DE CARTUCHOS	Emulnor 3000	Emulnor 1000	Total de explosivo
	Masa (Kg) / Tal.	Cantidad de explosivo	Cantidad de cartuchos x taladros	Masa (Kg) / Tal.	Cantidad de explosivo	Cantidad de cartuchos x taladros		Masa (Kg) / Taladros	Masa (Kg) / Taladros	Masa (Kg) / Taladros
Alivios										
Arranque	0.10	9	36				36	8.32		8.32
1° Ayuda	0.10	9	36				36	8.32		8.32
2° Ayuda	0.10	9	36				36	8.32		8.32
3° Ayuda	0.10	9	36				36	8.32		8.32
4° Ayuda	0.10	9	36				36	8.32		8.32
Ayuda de Hastiales				0.10	9	18	18		1.83	1.83
Ayuda de Corona				0.10	9	18	18		1.83	1.83
Ayuda de Arrastre				0.10	9	18	18		1.83	1.83
Hastiales				0.10	9	27	27		1.83	1.83
Corona				0.10	9	54	54		1.83	1.83
Arrastres				0.10	9	45	45		1.83	1.83
		45	**180**	**3**	**54**	**180**	**360**	**42**	**18**	**59.92**

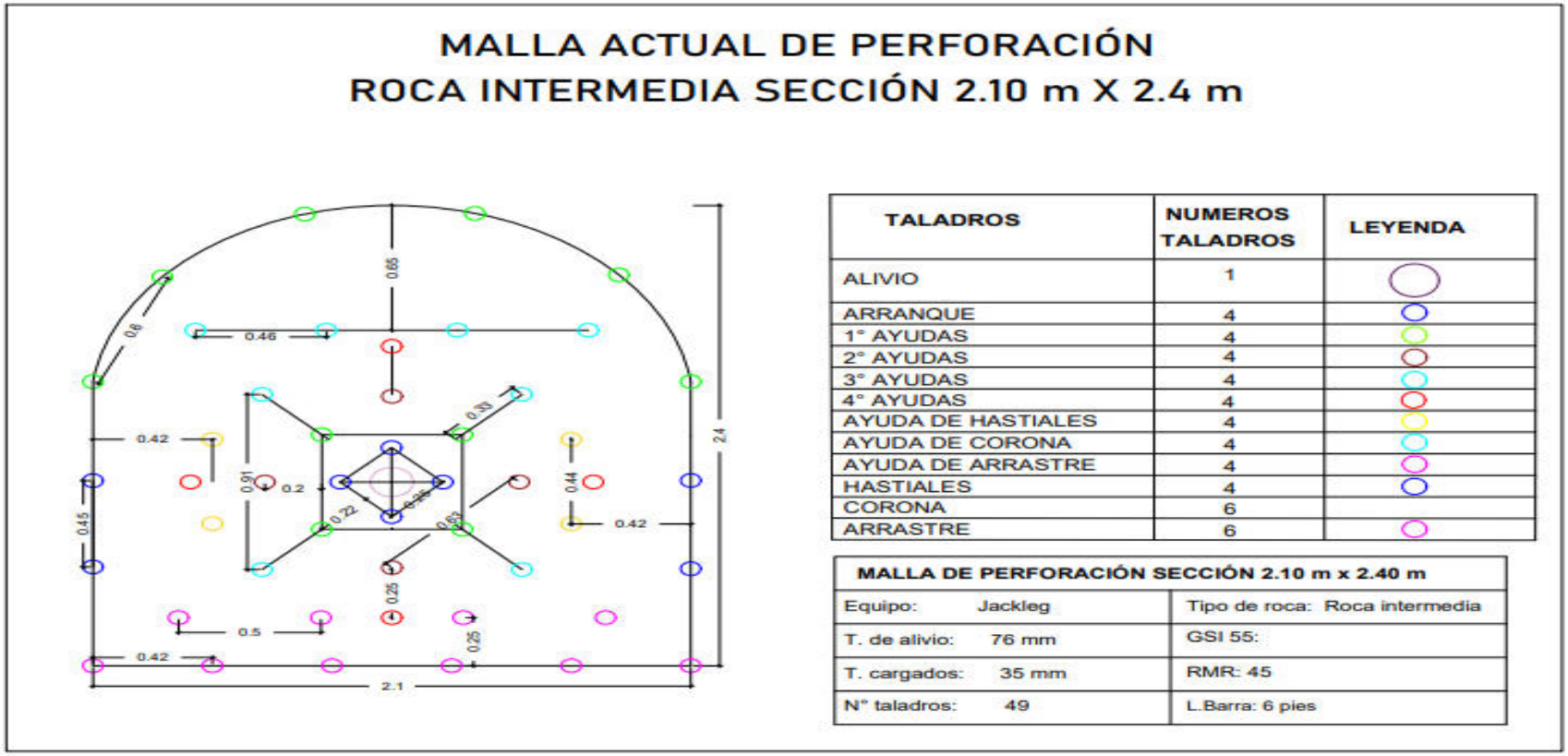
Nota: Elaboración propia

4.1.13. Reporte de malla actual utilizada.

Malla actual según para tipo de roca regular B

Figura 9

Malla actual



TALADROS	NUMEROS TALADROS	LEYENDA
ALIVIO	1	
ARRANQUE	4	
1° AYUDAS	4	
2° AYUDAS	4	
3° AYUDAS	4	
4° AYUDAS	4	
AYUDA DE HASTIALES	4	
AYUDA DE CORONA	4	
AYUDA DE ARRASTRE	4	
HASTIALES	4	
CORONA	6	
ARRASTRE	6	

MALLA DE PERFORACIÓN SECCIÓN 2.10 m x 2.40 m	
Equipo: Jackleg	Tipo de roca: Roca intermedia
T. de alivio: 76 mm	GSI 55:
T. cargados: 35 mm	RMR: 45
N° taladros: 49	L.Barra: 6 pies

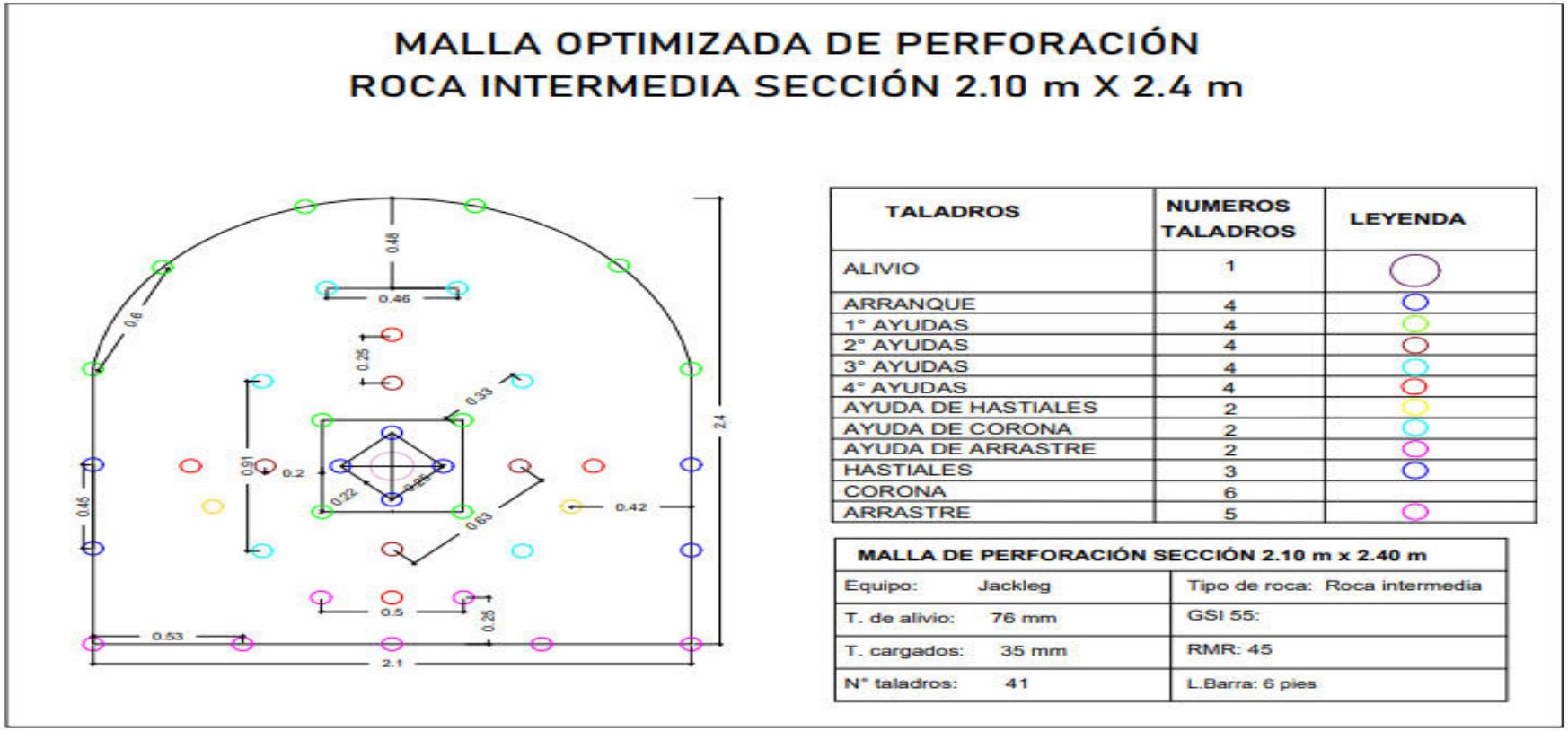
Nota: Elaboración propia

4.1.14. Diseño de malla optimizada según Holmberg en el tipo de roca regular B

Malla optimizada según Roger Holmberg para tipo de roca regular B

Figura 10

Malla optimizada

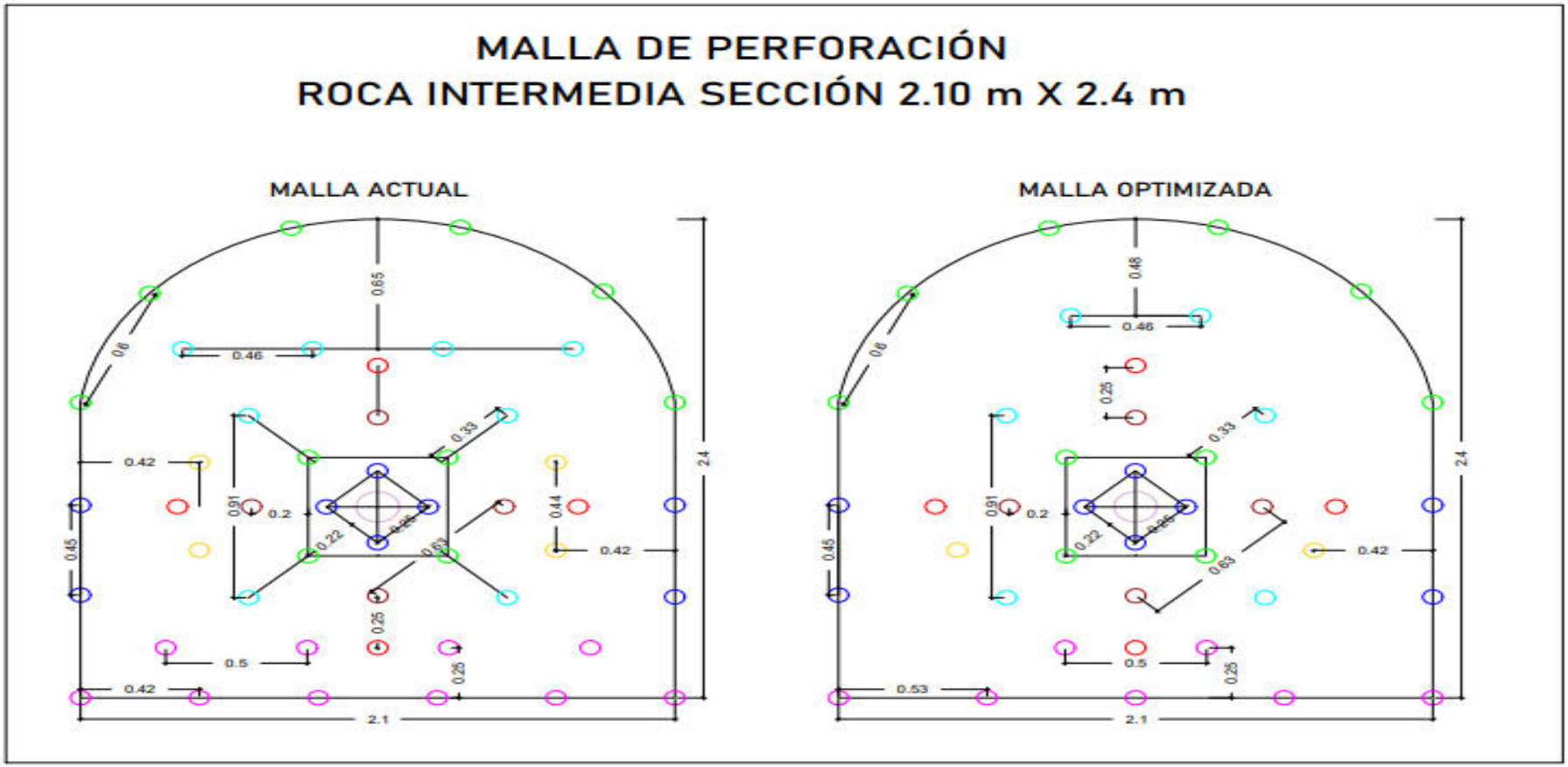


Nota: Elaboración propia

4.1.15. Comparación del diseño de malla actual y el optimizada

Figura 11

Comparación de malla



Nota: Elaboración propia.

4.1.16. Costos de perforación y voladura – malla optimizada

A continuación, se procede a realizar el cálculo de costos de perforación y voladura con la malla optimizada. Tomando en cuenta la reducción de la carga explosiva en las labores de avance y/o exploración de la empresa minera Yanaquihua S.A.C.

Tabla 20

Costos de mano de obra.

Descripción	Cantidad	Costo mensual $	Días pagados	Costo total $/disparo	Costo por taladro	Taladros perforados	Costo por taladro $/taladro	Costo total por disparo $/disparo
Capataz de mina	1	403.23	30.00	13.44	0.07	41.00	2.98	13.44
Perforista	1	484.00	30.00	16.13	0.06	41.00	2.48	16.13
Ayudante perforista	1	403.23	30.00	26.88	0.04	41.00	1.49	26.88
Total	3	2400.00		80.00			6.94	56.46

Nota: Elaboración propia

En la tabla se muestra los costos de mano de obra, dando un costo total por disparo en capataz mina $. 13.44, en perforista el costo es $. 16.13, ayudante perforista y tercer hombre el costo es $26.88; al sumar estos costos dio un total de $. 56.46 por disparo.

Tabla 21

Costo de máquina y equipo

Descripción	Cantidad	Costo ($)	Vida útil	costo/metro $	Taladros perforados	avance perforado	(m) perforados	costo/disparo $
Perforadora Neumática Jackleg	1	3534.95	120000	0.029	40.00	1.73	69.33	2.04
Compresora	1	1344.09	180000	0.007	40.00	1.73	69.33	0.52
Total								2.56

Nota: Elaboración propia

En la tabla se muestra los costos de máquina y equipo dando un costo total en perforadora neumática Jackleg $.2.04 y la comprensora $0.52 costo por disparo.

Tabla 22

Costo de acero de perforación

Descripción	Cantidad	Costo $	Vida útil (m)	costo/metro $	Taladros perforados	Avance perforado	(m) perforados	costo/disparo $
Barra cónica de 6 pies	72	16.13	300	0.05	41.00	1.73	71.07	3.82
Barra cónica de 4 pies	144	16.13	300	0.05	41.00	1.73	71.07	3.82
Broca de 41 mm	144	12.10	250	0.05	41.00	1.73	71.07	3.44
Broca de 38 mm	72	12.10	250	0.05	41.00	1.73	71.07	3.44
Total								14.52

Nota: Elaboración propia.

Se observa los costos de acero de perforación dando un costo total en las barras de 6 pies es de $3.82, las barras cónicas de 4 pies son de $3.82, brocas de 41 mm es de $3.44 y las brocas de 38 mm es de $3.44

Tabla 23

Costo de accesorios y materiales de perforación

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo $	Vida útil (m)	costo/metro $	Taladros perforados	avance perforado	(m) perforados	costo/disparo $
Manguera Ø ½”	30	m	100.00	150.00	0.67	40.00	1.74	69.49	46.33
Manguera Ø 1”	30	m	100.00	150.00	0.67	40.00	1.74	69.49	46.33
Punzón para cebo	1.0	Unidad	4.30	120.00	0.04	40.00	1.74	69.49	2.49
Aceite torcola 100	0.3	gln	5.38	20.00	0.27	40.00	1.74	69.49	18.68
Llave Stilson 14"	1.0	Pza	15.05	175.00	0.09	40.00	1.74	69.49	5.98
Pintura Spray	1.0	Gal	2.15	10.00	0.22	40.00	1.74	69.49	14.95
Pico de mango	1.0		6.99	120	0.06	40.00	1.74	69.49	4.05
Combo	1.0		12.37	360	0.03	40.00	1.74	69.49	2.39
Barretilla 4'	2.0	Unidad	64.52	120	0.54	40.00	1.74	69.49	37.36
Llave francesa 24"	1.0		28.23	250	0.11	40.00	1.74	69.49	7.85
Cucharilla de 6"	1.0		3.23	90	0.04	40.00	1.74	69.49	2.49
Alambre N° 16	1.0	Kg	1.34	6	0.22	40.00	1.74	69.49	15.57
Barretilla de aluminio	1.0	Unid	23.66	90	0.26	40.00	1.74	69.49	18.27
Atacadores 7/8" x 6	3.0	Unid	1.34	20	0.07	40.00	1.74	69.49	4.67
Total									**186.40**

Nota: Elaboración propia.

El costo de materiales y accesorios de perforación se detalla manguera, punzón, aceite torcola 100, llave stilcon 14”, pintura spray, pico de mango, combo, barreterilla 4', llave francesa 24", cucharilla de 6", alambre N°16, barretilla de aluminio y atacadores 7/8” x 6 dando un total de $156.40 costo por disparo.

Tabla 24

Costo de equipos de seguridad

Descripción	Cantidad	Costo $	Vida útil por tarea	costo/por tarea $
Botas de seguridad	3	11.8	100	0.12
Camisa o polo seguridad	3	14.8	60	0.25
Pantalón	3	14.8	60	0.25
Guantes de cuero (par)	3	2.4	12	0.20
Mameluco	3	13.2	100	0.13
Casco de seguridad	3	7.0	240	0.03
Porta lampara	3	6.5	120	0.05
Respirador	3	18.5	120	0.15
Filtro polvo (par)	3	5.3	30	0.18
Tapones de oído	3	0.5	30	0.02
Lentes	3	1.6	40	0.04
Guantes de jebe (par)	3	2.7	12	0.22
Total				1.64

Nota. Elaboración propia.

Se evidencia los costos de equipos de seguridad como: botas de seguridad, saco de jefe, pantalón, guantes de cuero, casco minero, mameluco, respirador, porta lampara, filtro, tapones, anteojos y guantes de jebe, con un total de $1.64 costo por disparo.

Tabla 25

Costo de accesorios y materiales de voladura

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario $	Cantidad total
Explosivo Emulnor 1000	20	Kg	0.24	4.84
Explosivo Emulnor 3000	42	Kg	0.32	13.55
Carmex (fuliminante + mecha rápida)	40	Piez	0.56	22.40
Mecha lenta (m)	40	m	0.14	5.60
Total				46.39

Nota. Elaboración propia

Se observa que el costo total es de $4.84, y $13.55 para los dos tipos de explosivo, de carmex es de $22.40 y mecha lenta es $5.60; dando un costo total de $46.39

4.1.17. Costos de perforación y voladura - malla actual

Tabla 26
Costos de mano de obra.

Descripción	Cantidad	Costo mensual $	Días pagados	Costo total $/disparo	Coeficiente de malla	Costo por taladro	Taladros perforados	Costo por taladro $/taladro	Costo total por disparo $/disparo
Capataz de mina	1	403.23	30.00	13.44	1.00	0.07	48.00	3.57	13.44
Perforista	1	484.00	30.00	16.13	1.00	0.06	48.00	2.98	16.13
Ayudante perforista	1	403.23	30.00	26.88	1.00	0.04	48.00	1.79	26.88
Total	3.00							8.33	56.46

Nota. Elaboración propia

Se muestra los costos de mano de obra, donde el capataz es de $. 13.44 por disparo, en perforista el costo es $. 16.13 por disparo y en ayudante perforista el costo es $26.88 por disparo; dando un total de $. 56.46 por disparo.

Tabla 27

Costo de accesorios y materiales de perforación

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio $	Vida útil (m)	costo/metro $	Taladros perforados	avance perforado	(m) perforados	Costo/disparo $
Manguera Ø ½”	30	m	100.00	150.00	0.67	48.00	1.74	83.39	55.60
Manguera Ø 1”	30	m	100.00	150.00	0.67	48.00	1.74	83.39	55.60
Punzón para cebo	1.0	Unidad	4.30	120.00	0.04	48.00	1.74	83.39	2.99
Aceite torcola 100	0.3	gln	5.38	20.00	0.27	48.00	1.74	83.39	22.42
Llave Stilson 14"	1.0	Pza	15.05	175.00	0.09	48.00	1.74	83.39	7.17
Pintura Spray	1.0	Gal	2.15	10.00	0.22	48.00	1.74	83.39	17.93
Pico de mango	1.0	Unid	6.99	120	0.06	48.00	1.74	83.39	4.86
Combo	1.0	Unid	12.37	360	0.03	48.00	1.74	83.39	2.86
Barretilla 4'	2.0	Unid	64.52	120	0.54	48.00	1.74	83.39	44.84
Llave francesa 24"	1.0	Unid	28.23	250	0.11	48.00	1.74	83.39	9.42
Cucharilla de 6"	1.0	Unid	3.23	90	0.04	48.00	1.74	83.39	2.99
Alambre N° 16	1.0	Kg	1.34	6	0.22	48.00	1.74	83.39	18.68
Barretilla de aluminio	1.0	Unidad	23.66	90	0.26	48.00	1.74	83.39	21.92
Atacadores 7/8" x 6	3.0	Unidad	1.34	20	0.07	48.00	1.74	83.39	5.60
Total									223.68

El costo de materiales y accesorios de perforación se detalla manguera, punzón, aceite torcola 100, llave stilson 14”, pintura spray, pico de mango, combo, barreterilla 4', llave francesa 24", cucharilla de 6", alambre N°16, barretilla de aluminio y atacadores 7/8” x 6 dando un total de $223.68 costo por disparo.

Tabla 28

Costo de equipos de seguridad

Descripción	Cantidad	Precio $	Vida útil por tarea	costo/por tarea $
Botas de seguridad	3	11.8	100	0.12
Camisa o polo seguridad	3	14.8	60	0.25
Pantalón	3	14.8	60	0.25
Guantes de cuero (par)	3	2.4	12	0.20
Mameluco	3	13.2	100	0.13
Casco minero	3	7.0	240	0.03
Correa porta lampara	3	6.5	120	0.05
Respirador	3	18.5	120	0.15
Filtro polvo (par)	3	5.3	30	0.18
Tapones de oído	3	0.5	30	0.02
Lentes	3	1.6	40	0.04
Guantes de jebe (par)	3	2.7	12	0.22
Total				1.64

Se evidencia los costos de equipos de seguridad, la cual se ha determinado botas de seguridad, saco de jebe, pantalón de jebe, guantes de cuero, mameluco, correa porta lámpara, casco, respirador, filtro, tapones, anteojos y guantes de jebe, con un total de $1.64 costo por disparo.

Tabla 29

Costo de máquina y equipo

Descripción	Cantidad	Costo ($)	Vida útil	costo/metro $	Taladros perforados	avance perforado	(m) perforados	costo/disparo $
Perforadora Neumática Jackleg	1	3 534.95	120000	0.029	48.00	1.73	83.20	2.45
Compresora	1	1 344.09	180000	0.007	48.00	1.73	83.20	0.62
Total								3.07

Nota. Elaboración propia

Se evidencia los costos de máquina y equipo dando un costo total en perforadora neumática Jackleg $.2.45 y la comprensora $0.62 costo por disparo.

Tabla 30

Costo de acero de perforación

Descripción	Cantidad	Costo $	Vida útil (m)	Costo/metro $	Taladros perforados	Avance perforado	(m) perforados	costo/disparo $
Barras cónicas de 6 pies	72	16.13	300	0.05	48.00	1.73	83.20	4.47
Barras cónicas de 4 pies	144	16.13	300	0.05	48.00	1.73	83.20	4.47
Brocas de 41 mm	144	12.10	250	0.05	48.00	1.73	83.20	4.03
Brocas de 38 mm	72	12.10	250	0.05	48.00	1.73	83.20	4.03
Total								17.00

Nota. Elaboración propia

Se evidencia los costos de acero de barras cónicas de 6 y 4 pies donde el un costo total 4.47; mientras las brocas de 41mm y la de 38 mm están a $ 4.47.

Tabla 31

Costo de accesorios y materiales de perforación

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo $	Vida útil (m)	costo/metro $	Taladros perforados	avance perforado	(m) perforados	costo/disparo $
Manguera Ø ½”	30	m	100.00	150.00	0.67	48.00	1.74	83.39	55.60
Manguera Ø 1”	30	m	100.00	150.00	0.67	48.00	1.74	83.39	55.60
Punzon para cebo	1.0	Unidad	4.30	120.00	0.04	48.00	1.74	83.39	2.99
Aceite torcola 100	0.3	gln	5.38	20.00	0.27	48.00	1.74	83.39	22.42
Llave Stilson 14"	1.0	Pza	15.05	175.00	0.09	48.00	1.74	83.39	7.17
Pintura Spray	1.0	Gal	2.15	10.00	0.22	48.00	1.74	83.39	17.93
Pico de mango	1.0	Unidad	6.99	120	0.06	48.00	1.74	83.39	4.86
Combo	1.0	Unidad	12.37	360	0.03	48.00	1.74	83.39	2.86
Barretilla 4'	2.0	Unidad	64.52	120	0.54	48.00	1.74	83.39	44.84
Llave francesa 24"	1.0	Unidad	28.23	250	0.11	48.00	1.74	83.39	9.42
Cucharilla de 6"	1.0	Unidad	3.23	90	0.04	48.00	1.74	83.39	2.99
Alambre N° 16	1.0	Kg	1.34	6	0.22	48.00	1.74	83.39	18.68
Barretilla de aluminio	1.0	Unidad	23.66	90	0.26	48.00	1.74	83.39	21.92
Atacadores 7/8" x 6	3.0	Unidad	1.34	20	0.07	48.00	1.74	83.39	5.60
Total									223.68

Nota. Elaboración propia

El costo de materiales y accesorios de perforación se detalla manguera, punzón, aceite torcola 100, llave stilcon 14”, pintura spray, pico de mango, combo, barreterilla 4', llave francesa 24", cucharilla de 6", alambre N°16, barretilla de aluminio y atacadores 7/8” x 6 dando un total de $223.68

Tabla 32

Costos de accesorios y materiales de voladura

Descripción	cantidad	Unidad	Costo unitario $	Cantidad total
Emulnor 3000	50	Kg	0.32	16.13
Carmex (fulminante + mecha rápida)	48	Pies	0.56	26.88
Mecha lenta (m)	48	m	0.14	6.72
Total				49.73

Nota. Elaboración propia

4.1.18. Comparación de costos de un antes y después

Se muestra el costo del explosivo total es de $16.13 para el explosivo 3000, el costo de carmex más la mecha rápida es de $26.88 y mecha lenta es $6.72; con un costo total de $49.73

Tabla 33

Comparación de costos del antes y después

RESUMEN

Descripción	Antes ($/m)	Después ($/m)	Diferencia ($/m)
Mano de obra	8.33	6.94	1.39
Máquinas y equipos	3.07	2.56	0.51
de perforación	17.00	14.16	2.83
Material y accesorio de perforación	233.7	186.40	37.28
Implementos de seguridad	1.64	1.64	0.00
Material y accesorio de voladura	49.73	46.4	3.34
Total	303.45	258	45.36

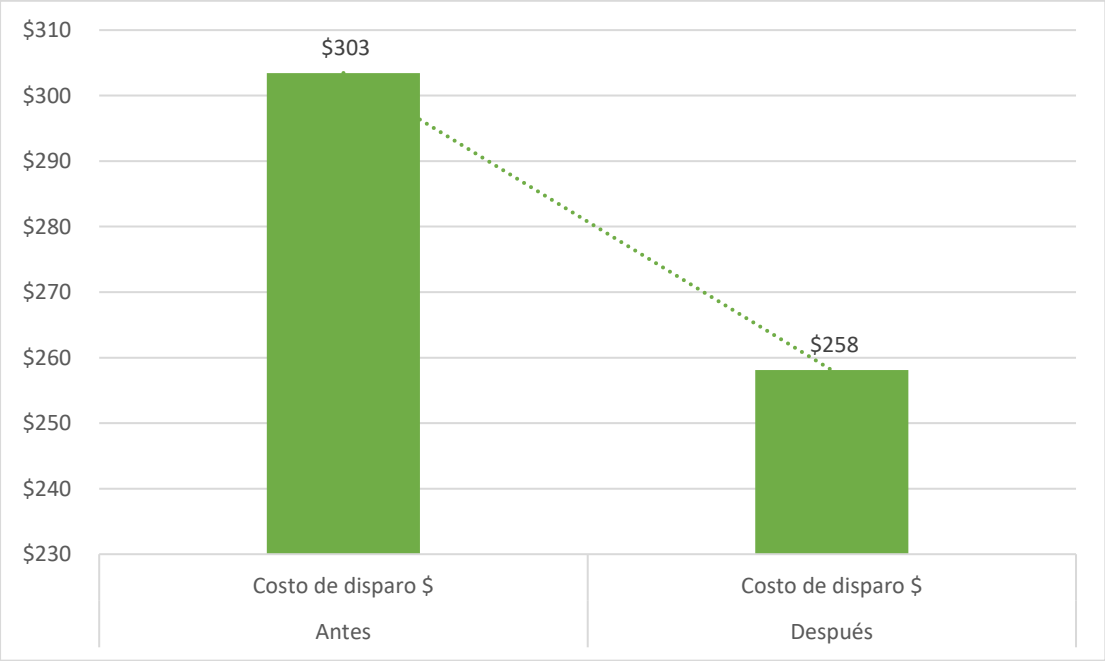
Nota. Elaboración propia

Se observa la comparación de costos del antes y después de acuerdo con el nuevo diseño, observando que la mano de obra, máquinas y equipos, costos de accesorios de perforación, costos de materiales y accesorios de perforación, los equipos de protección personal y accesorios y materiales de voladura; dando un costo total antes del diseño es de $303.45 y el costo después del diseño es $258, obteniendo una diferencia de $45.36

Costo actual vs optimizado

Figura 12

Costo por disparo



Nota. Elaboración propia

La comparación de costos donde el costo total antes del diseño es de $303 y el costo después del diseño es $258, dando una diferencia de $45.36 observando una optimización significativa.

Tabla 34

Costo de disparo

Tiempo	Antes	Después
	Costo de disparo $	**Costo de disparo $**
Por disparo	$ 303	$ 258
Mensual	$ 9 104	$ 7 743
6 meses	$ 1 638 631	$ 1 393 713
anual	$ 598 100 293	$ 508 705 282

Nota: Elaboración propia

Se muestra el costo antes y después, según el tiempo donde el costo $9 104 mensual antes del diseño y después del diseño es $7 743; por seis meses es de $ 1 638 631 antes del diseño y después del diseño es $ 1 393 713; y anual es $598 100 293 antes del diseño y después del diseño es $ 508 705 282.

4.1.19. Factor de carga y factor de potencia de un antes y después

Tabla 35

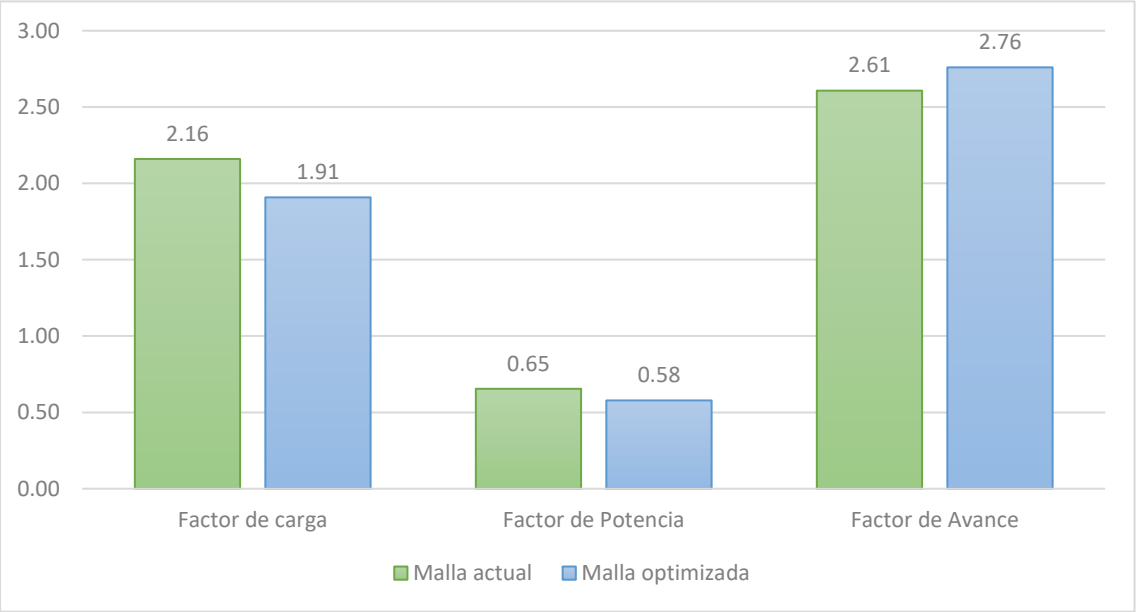
Tabla de comparación de factor de carga y potencia

	Factor de carga	Factor de potencia
Antes	2.16 kg/m3	0.65kg/ton
Después	1.91 kg/m3	0.58 kg/ton

Nota: Elaboración propia.

Figura 13

Factor de carga y potencia



Nota: Elaboración propia.

4.1.20. Prueba de hipótesis

H_0= presenta distribución normal

H_1= no presenta distribución normal

Tabla 36

Tabla de distribución estadística.

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
Test		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Costos	Pre	0.344	6	0.025	0.647	6	0.002
	Pos	0.322	6	0.051	0.666	6	0.003

Nota: elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 36 se determina que las variables pre & post no presentan una distribución normal, porque debido a que el p<0.05, esto nos indica que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se toma como alternativa a la hipótesis alternativa.

H_0= presenta homogeneidad

H_1= no presenta homogeneidad

Tabla 37

Prueba de homogeneidad de varianza

Prueba de homogeneidad de varianza

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Costos	Se basa en la media	0.130	1	10	0.726
	Se basa en la mediana	0.037	1	10	0.851
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.037	1	9.508	0.851
	Se basa en la media recortada	0.090	1	10	0.771

Nota: Elaboración propia

De acuerdo con la tabla 37 se determina que las variables pre & post presentan una homogeneidad debido a que el p>0.05, es decir, se aprueba la hipótesis nula (H_0). Debido a que no presenta normalidad en los datos, se procede a utilizar la prueba de Wilcoxom.

En la tabla 37 se muestran los rangos para determinar la significancia.

Tabla 38

Distribución estadística de rangos

Rangos

		N	Rango promedio	Suma de rangos
POS - PRE	Rangos negativos	10[a]	6.50	65.00
	Rangos positivos	1[b]	1.00	1.00
	Empates	1[c]		
	Total	12		

Nota: Elaboración propia

a. POS < PRE
b. POS > PRE
c. POS = PRE

En la tabla 38 se deduce lo siguiente.

H_0= EL MÉTODO HOLMBERG ejerce efecto en los costos.

H_1= EL MÉTODO HOLMBERG no ejerce efecto en los costos.

Tabla 39

Estadísticos de prueba

Estadísticos de prueba[a]	
	POS - PRE
Z	-2,845[b]
Sig. asintótica(bilateral)	0.004

Es significativo

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos positivos.

4.2. Discusión

En cuanto objetivo general, optimizar los costos mediante el diseño de malla de perforación y voladura, aplicando el método Holmberg en la galería 686 nivel 2170 en la empresa minera Yanaquihua S.A.C. Se ha evidenciado la comparación de costos donde el costo total antes del diseño es de $303 / disparo y el costo después del diseño es $258 / disparo, dando una diferencia de $45.36 / disparo, en cuanto al factor de carga antes del diseño es de 2.16 kg/m3 y después del diseño vendría ser 1.91 kg/m3, así mismo con el factor de potencia nos arroja un antes del diseño 0.65 kg/ton y desdés de diseño es 0.58 kg/ton evidenciando una optimización significativa. En base a ello, Concha y Tarifa (2020) en su tesis cuyo fin fue establecer la ejecución de un nuevo diseño de malla logrando determinar la viabilidad económica. El método empleado fue no experimental, con nivel descriptivo y asimismo la muestra fue formada por la mejora de la malla para la labor de la ejecución en la unidad minera. Los resultados indican que un estudio económico de diseños de rejillas de disparos de 16 y 12 pies que comparó los dos diseños resultó en un costo por perforación de $810.86 para el caso de 12 pies y $1051.24 para el caso de 16 pies, también cuesta $0.057 perforar agujeros de acero en una rejilla de 12 pies y $0.05 perforar agujeros en una rejilla de 16 pies. Concluyendo que es posible la elaboración de malla perforada y voladura de 16 pies usando U.O. el diseño de las obras de urbanización desarrolladas. Asimismo, el investigador Roger Holmberg muestra un modelo matemático para el diseño de redes en perforación y voladura de obras y galerías subterráneas, basado en las investigaciones de los investigadores “Langefors y Kihilstrom (1963) y Gustafsson” (1973). (Vidal, 2017). Por otro lado, para el cálculo del diseño del inicio, trasporte o zapateros, escuadras o hastiales y contrahuellas. Aunque en estas excavaciones no puede haber salida suelta para voladuras, así se decide plasmar un rostro libre mediante la aparición de una cepa o comienzo que es compuesto por orificios de relieve o de ampliación, en los que se puede dar la disposición de uno o más orificios de gran diámetro. (Guillen, 2019). Ante ello, en base a la realidad de la mina se puede evidenciar que indicar al aplicar la nueva malla de perforación y voladura no solo reduce los costos, sino que además mejora los resultados de voladura. Por otra parte, la aplicación del modelo de Holmberg mejorará los parámetros de voladura en la sección de la labor.

En cuanto al primero objetivo perfeccionar la malla de perforación adecuada según la estructura mineralizada, aplicando el método Holmberg en la galería 686 nivel 2170 en la empresa minera Yanaquihua S.A.C. Se ha evidenciado que el número de taladros real es de 42 con 110 cartuchos empleados en esta sección de 2.10 x 2.40 m además la masa del emulnor 3000 es de 51.35 Kg/taladros y el emulnor 1000 es de 24.43 Kg/taladros dando un total de 75.79 Kg/taladros. Donde Villalba (2020) en su estudio tuvo como finalidad tuvo por objetivo establecer el impacto de mejorar el estándar de perforación y voladura sobre la mejoría de granulometría del material. El método empleado fue experimental, de tipo aplicado y de nivel correlacional y descriptivo asimismo la muestra estuvo formada por zona FR-26 y FR-24 y la Zonas GL 9557, FR26 y GL9800. Los resultados indican que el consumo total de explosivos por bote reduce el número de disparos y el consumo medio de explosivos de 102,43 kg a 92,37 kg. Factor de carga para un mejor rendimiento, reducido de 2,23 kg/m3 a 1,95 kg/m3. Concluyendo que se emplearon el modelo de los matemáticos desarrollado por Holmberg y Persson en el diseño del mismo, se determinó que un mejor diseño de trazado de malla y un mejor uso de la energía de fracturamiento producida por el explosivo. Por otro lado, en Ecuador Uyaguari (2018) en su informe cuyo objetivo fue elaboración de malla de perforación y voladura mediante un coeficiente de consumo específico. El método empleado fue cuantitativo y descriptivo asimismo la muestra estuvo formada por el nivel 2 ½ mediante la intersección del pique principal de transporte desde la abscisa la cual se aplicó como instrumento un informe geológico, diseño y topografía. Los resultados indica el nuevo diseño de malla permitió disminuir la cantidad de taladros de entre 35 y 45 a 31 taladros disminuyendo el 20% de los explosivos. Concluyendo que la reducción de los taladros evita en gran medida la sobrexcavación de la labor trayendo consigo grandes ventajas. Además, la malla de perforación es un esquema con una distribución precisa, cuya función es dividir y mover el material explosivo de acuerdo a los requerimientos del operador. Un buen diseño de malla requiere una investigación geomecánica de campo (Caldero, 2015). Ante esto, se puede indicar que bajo el modelo Holmberg ha permitido que el diseño de malla se más optimizado en cuando a los explosivos y taladros a emplear, por ende, los costos serán menos siendo un gran beneficio para la empresa, además un correcto diseño, monitoreo y control serán constantes para garantizar una fragmentación efectiva.

En cuanto al segundo objetivo determinar la adecuada carga explosiva para reducir el costo en explosivos, en las labores de avance y/o exploración de la empresa minera Yanaquihua S.A.C. Se muestra el costo antes y después, donde el costo $9 104 mensual antes del diseño y después del diseño es $7 743; por seis meses es de $ 1 638 631 antes del diseño y después del diseño es $ 1 393 713; y anual es $598 100 293 antes del diseño y después del diseño es $ 508 705 282. Ante esto, en Chile Cortes (2018) en su informe cuyo objetivo fue ejecutar la evaluación técnica, operacional y económica para la ejecución del control en la perforación. El método empleado fue cuantitativo y de diseño no experimental asimismo la muestra fue formada por los frentes de perforación y voladura la cual se empleó una guía de observación y documental. El resultado indica que la implementación del control computarizado en el vagón pionero del PNNM ha dado buenos resultados en operación; el progreso promedio por disparo de equipo con esta tecnología fue del 89,5 % en comparación con el 84,7 % de los equipos convencionales. Según el análisis económico ejecutado, al disminuir la cantidad de ciclos de perforación y voladura requerido para construir una determinada longitud de túnel. Concluyendo que fue posible reducir los costos de voladura en un 5% para reducir los costos de acero en un 5%. 5,5%, costos de mantenimiento en 14% y costos de mano de obra en 4,2%. Por otro lado, estos gastos son los que representan los esfuerzos oblicuos que incluyen los sueldos y salarios, incluidas las prestaciones sociales de los empleados, supervisores, conductores, empleados administrativos, cargos de limpieza. (Jáuregui Aquino, 2009). Ante esto se puede indicar que, con la estandarización de la malla de perforación y voladura de rocas, se logra una optimización generando un ahorro en labores de avance.

V. CONCLUSIONES

1. Se ha evidenciado la comparación de costos donde el costo total antes del diseño es de $303 por disparo y el costo después del diseño es $258 por disparo, dando una diferencia de $45.36 por disparo evidenciando una optimización significativa.
2. Con el nuevo diseño de malla se ha evidenciado que el número de taladros real es de 42 con 110 cartuchos empleados en esta sección de 2.10 x 2.40 m además la masa del emulnor 3000 es de 51.35 Kg/taladros y el emulnor 1000 es de 24.43 Kg/taladros dando un total de 75.79 Kg/taladros.
3. Se muestra el costo antes y después, donde el costo $9 104 mensual antes del diseño y después del diseño es $7 743; por semestre es de $ 1 638 631 antes del diseño y después del diseño es $ 1 393 713; y al año es $598 100 293 antes del diseño y después del diseño es $ 508 705 282

VI. RECOMENDACIONES

1. Se sugiere determinar el diseño de malla empleando el modelo matemático para reducir los costos en el proceso de perforación y voladura.

2. Luego de aplicar el nuevo diseño de la malla de perforación y voladura, se debe realizar una estructura de costos para analizar cuánto se reduce el costo total de perforación y voladura (S/m) en la empresa minera.

3. Perfeccionar el diseño de la malla de perforación y voladura cada vez que se profundiza debido a cambios en el volumen de roca, es ahí donde la mejora continua en las operaciones de perforación y voladura debe ser una prioridad.

VII. REFERENCIAS

Aliaga, B. (2018). *Diseño de mallas de perforación y voladura para mejorar avances en la galería Juana Minera Caracol SAC.* Tesis de pregrado, Perú. Obtenido de http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4967/T010_75694176_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Alvarez Ureta, J. (2019). Análisis de costos unitarios para optimizar la gestión económica de la e.e. martínez contratistas e ingeniería s.a – u.m. orcopampa. Obtenido de https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6042/T010_71349948_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Buelle, J. (2017). *Optimización en los parámetros de perforación y voladura en el avance del túnel de la mina Cabo de Hornos.* Tesis de pregrado, Universidad del Azuay, Ecuador. Obtenido de https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7439/1/13347.pdf

Caldero, M. (2015). *Optimización de las prácticas de perforación y voladura en el avance y producción en la minería de mediana escala (unidad minera Macdes).* Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo. Obtenido de https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3182/Calderon%20Navarro.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Castro, J., Gómez, L., & Camargo, E. (2022). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura, 27*(75), 7-15. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2023000100140

Cusitau, M. (2019). *Reducción del costo unitario mediante el diseño de voladura en labores de desarrollo del nivel 1985 - UE Nueva Bonanza SMRL Don Rafo 2 Caravelí 2019.* Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa. Obtenido de https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8a810bf4-499b-4b1b-a0c0-7b8b7969c6dc/content

Delgado, J., & Ortiz, J. (2022). *Optimización de la malla de perforación y la voladura para reducir los costos de operación de las unidades mineras San Juan de Arequipa - Chalhuenae de la empresa Adgeminco - 2019.* Tesis de pregrado, Universidad Nacional

Micaela Bastidas de Apurímac, Abancay. Obtenido de https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/1075/T_706.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Díaz, E. (2017). *Optimización de la perforación y voladura de rocas para maximizar utilidades en la mina Panulcillo de Minera Cruz Ltda. – 2016.* Tesis de pregrado, Huaraz. Obtenido de https://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1966/T033_44147936_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Duran, J. (2021). *unidad operativa Huarcaya - Compañía Minera PGMerforación y voladura en el diseño y construcción de galería NV.* Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa. Obtenido de https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/c91634c3-239b-497a-8698-d452cfe44cb7/content

Endara, W. (2020). *Optimización de costos operativos mediante mejora y control de estándares de diseño y ejecución en la galería 508 veta Alice - minera Yanaquihua.* Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa. Obtenido de https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/479387cc-cd53-4953-92ac-a55c3d6d360f/content

Gallardo Posligua, J. (2016). "Análisis y propuesta de estandarización de precios unitarios para la construcción de redes de distribución eléctrica aérea hasta 13.8 KV".

Gómez Jaén, J. (2007). DISEÑO DE EXPLOTACIONES E INFRAESTRUCTURAS MINERAS SUBTERRÁNEAS. Obtenido de https://oa.upm.es/21841/1/L3_labores_subterraneas_071101_2.pdf

Guillen, W. (2019). *Optimización del diseño de malla de perforación para la estimación de costos operaciones en la zona de Pucauro - UnidadMinera Pachancoto - Minas de Pachancoto Sa 2019.* Tesis de pregrado, Huancayo. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8425/3/IV_FIN_110_TE_Guillen_Soller_2020.pdf

Jáuregui Aquino, A. (2009). "Reducción de los Costos Operativos en Mina, mediante la optimización de los Estándares de las operaciones unitarias de Perioración y Voladura".

Obtenido de https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/696/JAUREGUI_OSCAR_COSTOS_MINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lazaro Quicaña, J. (2020). “Diseño y evaluación de sostenimiento de labores de desarrollo para minería artesanal". Perú. Obtenido de https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3774/Juan%20Lazaro_Gerardo%20Velez_Tesis_Titulo%20Profesional_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ochoca, J., & Yunkor, Y. (2020). El estudio descriptivo en la investigación científica. *Revista autonóma, 1*(1), 1-19. Obtenido de http://revistas.autonoma.edu.pe/index.php/AJP/article/view/224/191

Ponce, H., Cervantes, D., & Anguiano, B. (2021). Análisis de calidad de artículos educativos con diseños experimentales. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 12*(23), 1-13. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-74672021000200103

Puma, K., & Llerena, J. (2021). *Optimización del proceso de perforación y voladura en una mina dedicada a la extracción metálica escala en la comunidad La Fortuna Ponce Enríquez.* Tesis de pregrado, Ecuador. Obtenido de https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/52305/1/T-70606%20PUMA%20-%20LLERENA.pdf

Quispe, N. (2019). *“DISEÑO DE MALLAS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA Y SU INCIDENCIA EN LOS COSTOS UNITARIOS EN LA UNIDAD MINERA CHALHUANE”.* Tesis de pregrado, Arequipa. Obtenido de http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/9432/IMqucen.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ramos, M. (2019). *Evaluación economica y ventaja cualitativa en implementaci´n de sistemas de administración estrategica de perforación y tronadura.* Tesis de pregrado, Chile. Obtenido de https://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/11060/a128119_Ramos_M_Evaluacion_economica_y_ventajas_cualitativas_2018_Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Santos, K., & Bravo, P. (2017). Propuesta de guía de observación para el ejercicio. *Educación Médica Superior, 32*(4), 1-21. Obtenido de http://scielo.sld.cu/pdf/ems/v31n4/a05-1076.pdf

Uyaguari, W. (2018). *Diseño de mallas de perforación y voladura basado en clasificaciones geomecánicas para optimizar el consumo de sustancia explosivo en las galerías del nivel 2 ½ del Proyecto Minero El Inca.* Tesis de pregrado, Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador. Obtenido de https://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/22126

Ventura, J. (2017). ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. *Revista Cubana de Salud Pública, 43*(4), 1-10. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662017000400014

Vidal Martinez, C. (2017). MODELO MATEMÁTICO DE HOLMBERG PARA MEJORAR LA PERFORACIÓN Y VOLADURA EN LA. Obtenido de http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2137/T033_46138891_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

VIII ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
Pregunta General	**Objetivo General**	**Hipótesis general**	**Variable independiente**	**Metodología**
¿Cómo influye el método Holmberg en el diseño de malla de perforación y voladura para la optimización de costos en la galería 686 nivel 2170 en la empresa minera Yanaquihua S.A.C.?	Optimizar los costos mediante el diseño de malla de perforación y voladura, aplicando el método Holmberg en la galería 686 nivel 2170 en la empresa minera Yanaquihua S.A.C.	El diseño de malla de perforación y voladura se relaciona de manera directa con la optimización de los costos en la galería 686 nivel 2170 en la empresa minera Yanaquihua S.A.C	Diseño de malla de perforación y voladura aplicando el método Holmberg **Indicativos** ▪ Tipo de macizo rocoso. ▪ Cantidad de burden. ▪ Cantidad de espaciamiento ▪ Cantidad de la sección de galería **Variable Dependiente** Optimización de costos **Indicativos** ▪ Cantidad de taladros. ▪ explosiva ▪ Costo de perforación Cantidad de carga. ▪ Costo de voladura. ▪ Costo por metro lineal.	**Diseño:** Descriptivo-aplicativo y experimental **Población y Muestra:** **Población:** El universo de la población es finita conformada por las labores de la unidad minera Yanaquihua S.A.C. **Muestra:** Se toma como muestra de investigación a la galería 686, nivel 2170, zona Gertrudis de sección de avance 7 pies por 8 pies. **Técnica e Instrumentos:** **Técnicas:** La técnica empleada para la recolección de datos fue mediante la supervisión in-situ, reporte de datos de perforistas frontoneros y registros según al procedimiento de trabajo en la unidad minera Yanaquihua S.A.C **Instrumentos:** Apuntes, hojas de registro, diseño de perforación empírica, bibliografía, reporte de costos, etc.
Problema Específicos	**Objetivos Específicos**	**Hipótesis Específicos**		
¿Cómo se rediseña la malla de perforación aplicando el método Holmberg en la galería 686 nivel 2170 en la empresa minera Yanaquihua S.A.C.? ¿Cómo se determinará los costos operativos en perforación y voladura en la galería 686 nivel 2170 en la empresa minera Yanaquihua S.A.C.?	Rediseñar la malla de perforación aplicando el método Holmberg en la galería 686 nivel 2170 en la empresa minera Yanaquihua S.A.C. Determinar los costos operativos en perforación y voladura en la galería 686 nivel 2170 en la empresa minera Yanaquihua S.A.C.	La adecuada distribución de carga explosiva se relaciona directamente con la reducción de los costos en la galería 686 nivel 2170 de la empresa minera Yanaquihua S.A.C. El método matemático de Holmberg se relaciona directamente con las mejoras en tiempos y costos en la galería 686 nivel 2170 de la empresa minera Yanaquihua S.A.C.		

Nota: Elaboración propia.

Anexo 2: Panel fotográfico ingreso a bocamina con Locomotoras a batería y carros mineros U35 Zona Gertrudis – Nivel 2170



Nota: Elaboración propia.

Anexo3: Polvorines Auxiliar-Zona Gertrudis, nivel 2170, galería 686.



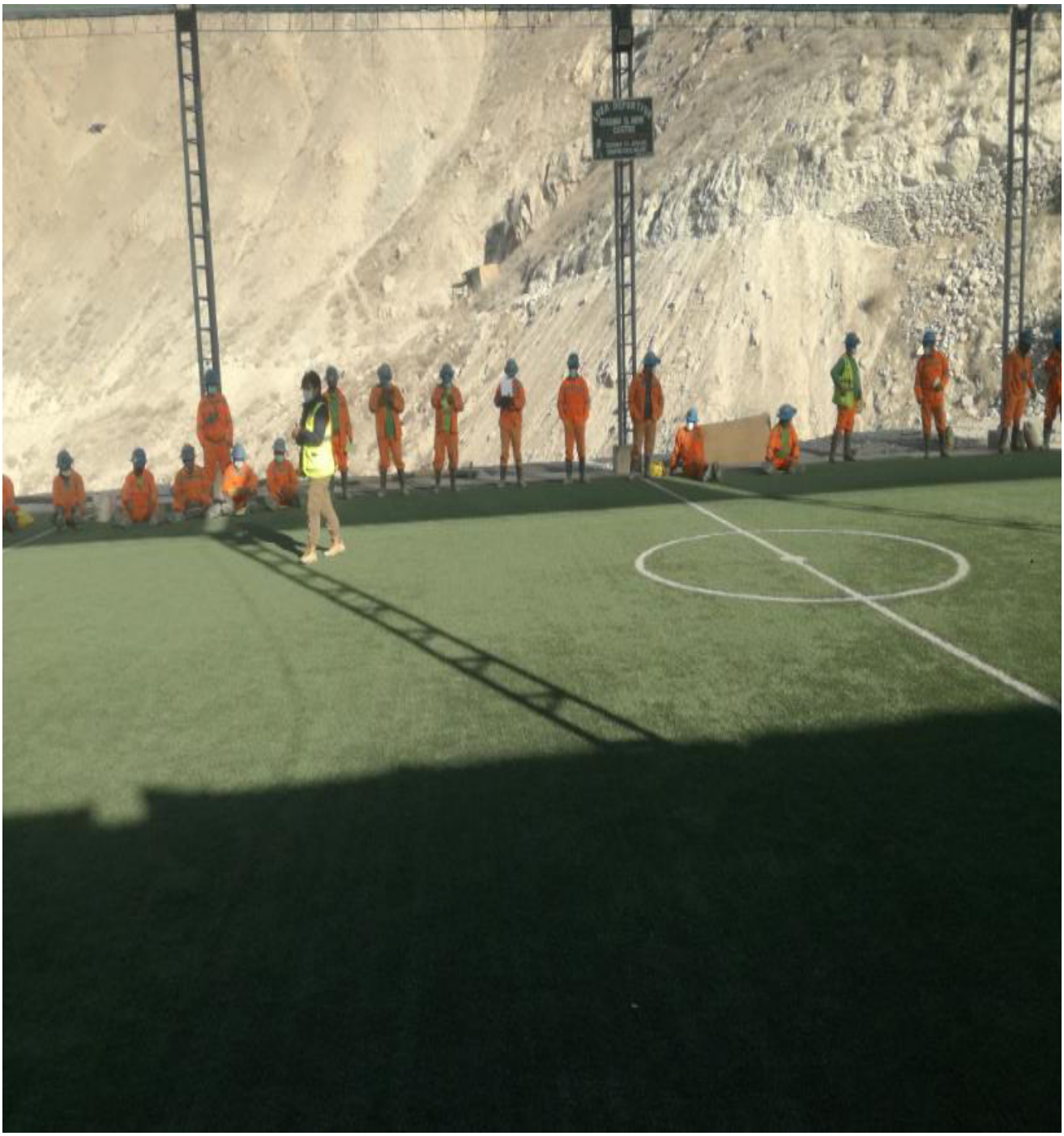
Nota: Elaboración propia.

Anexo 4: Fotografía de voladura no controlada, con factor de sobre rotura muy considerada Zona Gertrudis, nivel 2170, galería 686.



Nota: Elaboración propia

Anexo 5: Charla de seguridad de 5 minutos antes de ingresar a mina.



Nota: Elaboración propia.

Anexo 6: Procedimiento de sostenimiento activo con Split Set.



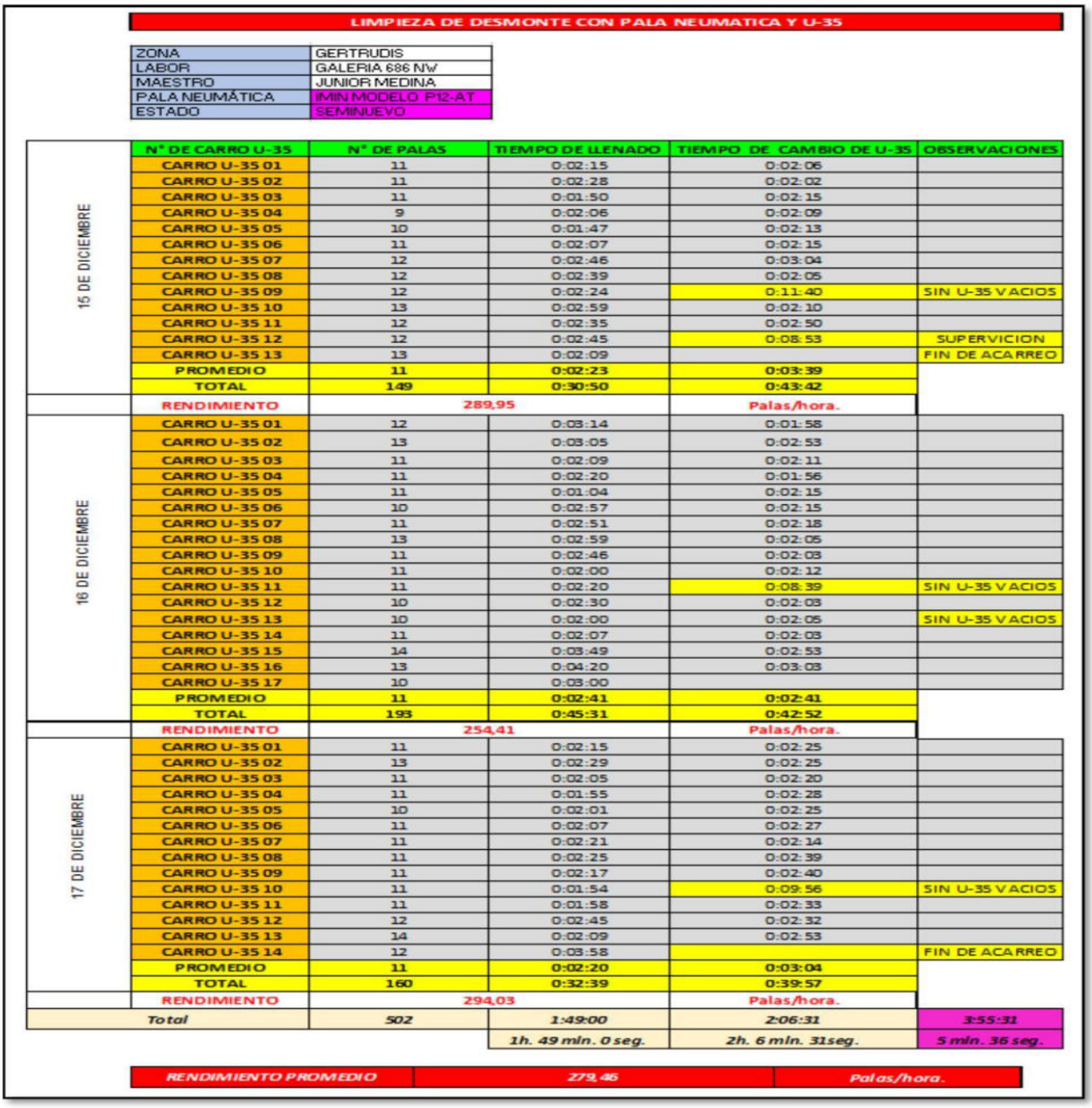
Nota: Elaboración propia.

Anexo 7: Procedimiento de amarre para garantizar una buena voladura



Nota: Elaboración propia.

Anexo 8: Control de tiempos con pala neumática marca IMIN MODELO P 12-Galeria 686- Zona Gertrudis Nv 2170



LIMPIEZA DE DESMONTE CON PALA NEUMATICA Y U-35

ZONA	GERTRUDIS
LABOR	GALERIA 686 NW
MAESTRO	JUNIOR MEDINA
PALA NEUMÁTICA	IMIN MODELO P12-AT
ESTADO	SEMINUEVO

	N° DE CARRO U-35	N° DE PALAS	TIEMPO DE LLENADO	TIEMPO DE CAMBIO DE U-35	OBSERVACIONES
15 DE DICIEMBRE	CARRO U-35 01	11	0:02:15	0:02:06	
	CARRO U-35 02	11	0:02:28	0:02:02	
	CARRO U-35 03	11	0:01:50	0:02:15	
	CARRO U-35 04	9	0:02:06	0:02:09	
	CARRO U-35 05	10	0:01:47	0:02:13	
	CARRO U-35 06	11	0:02:07	0:02:15	
	CARRO U-35 07	12	0:02:46	0:03:04	
	CARRO U-35 08	12	0:02:39	0:02:05	
	CARRO U-35 09	12	0:02:24	0:11:40	SIN U-35 VACIOS
	CARRO U-35 10	13	0:02:59	0:02:10	
	CARRO U-35 11	12	0:02:35	0:02:50	
	CARRO U-35 12	12	0:02:45	0:08:53	SUPERVICION
	CARRO U-35 13	13	0:02:09		FIN DE ACARREO
	PROMEDIO	11	0:02:23	0:03:39	
	TOTAL	149	0:30:50	0:43:42	
	RENDIMIENTO	289,95		Palas/hora.	
16 DE DICIEMBRE	CARRO U-35 01	12	0:03:14	0:01:58	
	CARRO U-35 02	13	0:03:05	0:02:53	
	CARRO U-35 03	11	0:02:09	0:02:11	
	CARRO U-35 04	11	0:02:20	0:01:56	
	CARRO U-35 05	11	0:01:04	0:02:15	
	CARRO U-35 06	10	0:02:57	0:02:15	
	CARRO U-35 07	11	0:02:51	0:02:18	
	CARRO U-35 08	13	0:02:59	0:02:05	
	CARRO U-35 09	11	0:02:46	0:02:03	
	CARRO U-35 10	11	0:02:00	0:02:12	
	CARRO U-35 11	11	0:02:20	0:08:39	SIN U-35 VACIOS
	CARRO U-35 12	10	0:02:30	0:02:03	
	CARRO U-35 13	10	0:02:00	0:02:05	SIN U-35 VACIOS
	CARRO U-35 14	11	0:02:07	0:02:03	
	CARRO U-35 15	14	0:03:49	0:02:53	
	CARRO U-35 16	13	0:04:20	0:03:03	
	CARRO U-35 17	10	0:03:00		
	PROMEDIO	11	0:02:41	0:02:41	
	TOTAL	193	0:45:31	0:42:52	
	RENDIMIENTO	254,41		Palas/hora.	
17 DE DICIEMBRE	CARRO U-35 01	11	0:02:15	0:02:25	
	CARRO U-35 02	13	0:02:29	0:02:25	
	CARRO U-35 03	11	0:02:05	0:02:20	
	CARRO U-35 04	11	0:01:55	0:02:28	
	CARRO U-35 05	10	0:02:01	0:02:25	
	CARRO U-35 06	11	0:02:07	0:02:27	
	CARRO U-35 07	11	0:02:21	0:02:14	
	CARRO U-35 08	11	0:02:25	0:02:39	
	CARRO U-35 09	11	0:02:17	0:02:40	
	CARRO U-35 10	11	0:01:54	0:09:56	SIN U-35 VACIOS
	CARRO U-35 11	11	0:01:58	0:02:33	
	CARRO U-35 12	12	0:02:45	0:02:32	
	CARRO U-35 13	14	0:02:09	0:02:53	
	CARRO U-35 14	12	0:03:58		FIN DE ACARREO
	PROMEDIO	11	0:02:20	0:03:04	
	TOTAL	160	0:32:39	0:39:57	
	RENDIMIENTO	294,03		Palas/hora.	
Total		*502*	*1:49:00*	*2:06:31*	*3:55:31*
			1h. 49 min. 0 seg.	*2h. 6 min. 31seg.*	*5 min. 36 seg.*

RENDIMIENTO PROMEDIO	279,46	Palas/hora.

Nota: Elaboración propia.

Anexo 9: Formatos de recolección de datos

MALLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA						
Sección		D. de taladro				
N° taladros		Longitud de barra				
Tipo y RMR de la roca		Longitud efectiva				
EXPLOSIVOS						
Descripción						
Densidad (g/ cm3)						
Velocidad de detonación (m/s)						
Resistencia al agua						
Retardo						
Máquina de perforación		**EXPLOSIVO**				
Descripción	N° de taladros					
Taladros vacíos						
Arranque						
Ayudas						
Cuadradores						
Ayuda de corona						
Corona						
Arrastre						
Total						
Densidad Explosivo		Kg. Explosivo		Avance (m)		
Volumen		Tonelaje		Factor de carga (kg/m3)		
				F. de potencia (kg/t)		

Nota: elaboración propia.

Anexo 10: Instrumento de costos

COSTO UNITARIO DE PERFORACIÓN Y VOLADURA			
Descripción	**Cantidad**	**Precio unitario**	**Costo total**
Maquina perforadora			
Brocas			
Taladros			
Explosivos			
Mecha rápida			
Accesorios			
Perforista			
Ayudante			
Otros			

Nota: Elaboración propia

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNAM

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 041-2022-UNAM que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

1. DATOS DEL AUTOR

Nombres y Apellidos	: Rene Arnaldo Condori Ticona
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N°	: 45316650
Correo electrónico	: renecondoriticona1@gmail.com
Teléfono/Celular	: 997931523

2. GRADO, TITULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magister	Doctor	Segunda Especialidad
	X			

3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

a) Articulo ( )
b) Tesis de pregrado (X)
c) Tesis de Maestría ( )
d) Tesis de Doctorado ( )
e) Monografía ( )
f) Reporte de caso científico o hallazgos ( )
g) Libro ( )
h) Parte de un libro ( )
i) Revisión ( )
j) Conferencia ( )
k) Presentación ( )
l) Artículo preliminar ( )
m) Articulo antes de ser publicado ( )
n) Artículo de prensa ( )
o) Documentos internos ( )
p) Imagen ( )
q) Documentos técnicos ( )
r) Ponencias presentadas en eventos científicos (Jornada, Congreso, Simposio Conferencias, etc.) ( )
s) Informes de suficiencia profesional ( )
t) Patentes producidas por académicos/as ( )

4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Marque con una X)

a) Tesis (X)
b) Trabajo de Investigación ( )
c) Trabajo de suficiencia profesional ( )
d) Trabajo académico ( )

5. DATOS DE LA PUBLICACION

a) Título: **"OPTIMIZACIÓN DE COSTOS MEDIANTE EL DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA, APLICANDO EL MÉTODO HOLMBERG EN LA GALERIA 686 NIVEL 2170 EN LA EMPRESA MINERA YANAQUIHUA S.A.C."**

b) Campo del conocimiento OCDE (Indicar el código de clasificación OCDE de la obra: https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html) :
c) Fecha de publicación:

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos : ERNESTO LARICANO FLORES.
b) DNI/Pasaporte/Cédula : 01230081
c) ORCID : 0000-0002-6881-0507

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 45316650
NOMBRES Y APELLIDOS : RENE ARNALDO CONDORI TICONA

LICENCIAS

Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

Con la autorización de depósito da mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional de Moquegua, una Licencia No Exclusiva para reproducir. distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAM, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas.

La UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA consignara el nombre del/los autor/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).

(X) **SI autorizo que se deposite inmediatamente.**

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 45316650
NOMBRES Y APELLIDOS : RENE ARNALDO CONDORI TICONA
FECHA : 2024



ANEXO VIII

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN / TESIS / TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Yo, René Arnaldo Condori Ticona,
bachiller de la Escuela Profesional de:
Ingeniería de Minas,
de la Universidad Nacional de Moquegua, identificado(a) con DNI Nº... 45316650, autor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis / Trabajo de suficiencia profesional denominado:
"OPTIMIZACIÓN DE COSTOS MEDIANTE EL DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA, APLICANDO EL MÉTODO HOLMBERG EN LA GALERIA 686 NIVEL 2170 EN LA EMPRESA MINERA YANAQUIHUA S.A.C."

Declaro bajo juramento que:

1. El trabajo de investigación es auténtico, siendo resultado de mi trabajo personal, que no se ha copiado, que no se ha utilizado ideas, formulaciones, citas integrales e ilustraciones diversas, sacadas de cualquier tesis, obra, artículo, memoria, etc., (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor, tanto en el cuerpo del texto, figuras, cuadros, tablas u otros que tengan derechos de autor. Por tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado total ni parcialmente.
2. El trabajo de investigación no ha sido autoplagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
3. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en el trabajo de investigación constituirán aporte a la realidad investigada.

Soy consciente de que, el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales, por lo que asumo cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de irregularidades en el trabajo de investigación, así como de los derechos sobre la obra presentada.

Moquegua, 11 de abril 2024



Huella digital

Rene Arnaldo Condori Ticona

Nombres y Apellidos:
DNI: 45316650

OPTIMIZACIÓN DE COSTOS MEDIANTE EL DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA, APLICANDO EL MÉTODO HOLMBERG EN LA GALERIA 686 NIVEL 2170 EN LA EMPRESA MINERA YANAQUIHUA S.A.C.

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	11%	0%	12%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	8%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	unam.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	www.repositorio.unam.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unam.edu.pe Fuente de Internet	<1%

DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N° 367-2024-UNAM/CO

Moquegua, 29 de mayo de 2024

LA COMISIÓN ORGANIZADORA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

VISTOS:

El Acuerdo de Sesión Ordinaria de Comisión Organizadora de fecha 29 de mayo de 2024; PROVEÍDO N° 9643-2024 de fecha 29 de mayo de 2024 emitido por la Presidencia de la Comisión Organizadora; INFORME N° 315-2024-UNAM-CO-P/SG de fecha de recepción 29 de mayo de 2024 emitido por Secretaria General; CARTA N° 051-2024-GYT/UNAM-PCAS de fecha 28 de mayo de 2024 emitido por el Especialista de Grados y Títulos; Sobre el otorgamiento del Título Profesional de Ingeniero de Minas y demás documentos que escoltan el expediente administrativo, y;

CONSIDERANDO:

Que, la Constitución Política del Perú en su artículo 18° prevé que cada Universidad es autónoma en su régimen normativo, de gobierno, académico, administrativo y económico, y el artículo 8° de la Ley N° 30220, Ley Universitaria, establece que la referida autonomía inherente a las Universidades, se ejerce de conformidad con la Constitución y las Leyes de la República e implica las organizaciones de su sistema académico, económico y administrativo, así como la administración de sus bienes y rentas, elaborar su presupuesto y aplicar sus fondos con la responsabilidad que impone la Ley;

Que, de conformidad con la Ley N° 28520 de fecha 23/05/2005, se creó la Universidad Nacional de Moquegua, cuyo artículo 1° dispone: "créase la Universidad Nacional de Moquegua como persona jurídica de derecho público interno, con sede en la ciudad de Moquegua, Provincia de Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua". Asimismo, a través de la Resolución del Consejo Directivo N° 103-2017-SUNEDU/CD, el Concejo Directivo de la SUNEDU, le otorgó la Licencia Institucional a la Universidad Nacional de Moquegua; la misma que fue modificada a través de la Resolución del Consejo Directivo N° 135-2022-SUNEDU/CD;

Que, el artículo 29° de la Ley Universitaria, Ley N° 30220, establece que, aprobada la ley de creación de una universidad pública, el Ministerio de Educación (MINEDU), constituye una Comisión Organizadora integrada por tres (3) académicos de reconocido prestigio, que cumplan los mismos requisitos para ser Rector (...). Esta Comisión tiene a su cargo la aprobación del estatuto, reglamentos y documentos de gestión académica y administrativa de la universidad, formulados en los instrumentos de planeamiento, así como su conducción y dirección hasta que se constituyan los órganos de gobierno que, de acuerdo a la presente Ley, le correspondan";

Que, mediante Resolución Viceministerial N° 011-2024-MINEDU de fecha 31/01/2024, se reconformó la Comisión Organizadora de la Universidad Nacional de Moquegua, integrada por los académicos: Dr. Jorge Lázaro Franco Medina, como Presidente; Dr. Edwin Molina Porcel, como Vicepresidente Académico y Dr. Avid Roman Gonzalez, como Vicepresidente de Investigación;

Que, el artículo 58° de la Ley Universitaria, Ley N° 30220, concordado con el artículo 14° del Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua, aprobado con Resolución de Comisión Organizadora N° 578-2021-UNAM, establecen que el **Consejo Universitario es el máximo órgano de gestión, dirección y ejecución académica y administrativa de la universidad.** En el caso de la Universidad Nacional de Moquegua, dada su condición y naturaleza, corresponde ejercer dicha atribución a la Comisión

Domicilio Fiscal: Prolongación Av., Ancash S/N - Moquegua
RUC: 20449347448 - Teléfono: (053) 670168
Página Web: www.unam.edu.pe

///... **Resolución de Comisión Organizadora N° 367-2024-UNAM/CO**

Organizadora quien hace las veces de Consejo Universitario, disposición relacionada con la Resolución Viceministerial N° 244-2021-MINEDU y sus modificatorias;

Que, el artículo 44° de la Ley N° 30220, Ley Universitaria, señala que las universidades otorgan los grados académicos de Bachiller, Maestro, Doctor y los Títulos Profesionales que correspondan, a nombre de la Nación (...);

Que, el numeral 45.2 del artículo 45° de la Ley N° 30220, Ley Universitaria, precisa **los requisitos mínimos para la obtención del título profesional, como son: el grado de Bachiller y la aprobación de una tesis** o trabajo de suficiencia profesional. Asimismo, establece que el título profesional solo se puede obtener en la universidad en la cual se haya obtenido el grado de bachiller;

Que, mediante Resolución de Comisión Organizadora N° 1153-2021-UNAM, se aprobó el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, el mismo que fue modificado a través de las Resoluciones de Comisión Organizadora N° 410; 453 y 890-2022 y N° 880-2023-UNAM el cual establece los requisitos y norma los procedimientos para la obtención de los grados académicos y títulos profesionales conferidos por esta Casa Superior de Estudios;

Que, mediante la Carta N° 051-2024-GYT/UNAM-PCAS, el Especialista del Área de Grados y Títulos, remite a Secretaría General, la relación de un (1) bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, quien se encuentran apto para la expedición del Título Profesional de Ingeniero de Minas, al haber cumplido satisfactoriamente con los requisitos legales y reglamentarios[1], exigidos en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, conforme lo señala la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, razón por la cual Secretaría General incluye el expediente como punto de agenda para ser tratado en Sesión de Comisión Organizadora de fecha 29 de mayo de 2024;

Que, se ha establecido como atribución de la Comisión Organizadora de la UNAM, la facultad de conferir los grados académicos y los títulos profesionales (...), por lo que en mérito al pedido del Secretario General y debatido el caso en Sesión Ordinaria de fecha 29 de mayo de 2024, se acordó por

---

[1] Artículo 122°. - Requisitos para la obtención del Título Profesional
Para obtener el Título Profesional el interesado deberá presentar ante su Escuela Profesional un expediente con la siguiente documentación:

a. Solicitud dirigida al Director de la Escuela Profesional o quien haga sus veces, indicando la fecha y numero de comprobante de pago.
b. Dos (2) fotografías de frente, tamaño pasaporte a color con fondo blanco (con traje formal); para garantizar la seguridad ciudadana.
c. Dos ejemplares de la Tesis, del Trabajo de Suficiencia Profesional o Informe del Examen Profesional en físico, uno para la Biblioteca y otro para la Escuela Profesional, y un CD con la versión digital.
d. Formulario de autorización del graduado para la publicación de la Tesis, Trabajo de Suficiencia Profesional o Informe de Examen Profesional en el repositorio.
e. Declaración Jurada de originalidad de la Tesis, Trabajo de Suficiencia Profesional o Informe de Examen Profesional.

La Escuela Profesional es responsable de completar el expediente del bachiller en un plazo máximo de 3 días hábiles y derivar a la Oficina de Secretaría General, adjuntando los siguientes documentos:

a. Copia del acta de sustentación indicando la modalidad de obtención del título profesional.
b. Constancia de "no adeudo" de Bienes a la Universidad, bienes a los Laboratorios Básicos y de Especialidad, material bibliográfico; dichos documentos deberán ser refrendados por los responsables a cargo.

Domicilio Fiscal: Prolongación Av., Ancash S/N - Moquegua
RUC: 20449347448 - Teléfono: (053) 670168
Página Web: www.unam.edu.pe

unanimidad **conferir a nombre de la Nación el Título Profesional de Ingeniero de Minas, por la modalidad de la Sustentación de Tesis, a un (1) Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional de Moquegua**;

Estando en uso de las facultades y atribuciones conferidas en el artículo 18° de la Constitución Política del Perú; la Ley N° 30220, Ley Universitaria; el Documento Normativo denominado: "Disposiciones para la Constitución y Funcionamiento de las Comisiones Organizadoras de las Universidades Públicas en proceso de Constitución", aprobado mediante la Resolución Viceministerial N° 244-2021-MINEDU y sus modificatorias, y en la Resolución Viceministerial Nº 011-2024-MINEDU, así como en el Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua y demás normas concordantes;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO: **CONFERIR**, a nombre de la Nación el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS**, por la modalidad de la Sustentación de Tesis, al Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Nacional de Moquegua, que se consigna en el listado siguiente:

1. **RENE ARNALDO CONDORI TICONA**

TESIS : "OPTIMIZACIÓN DE COSTOS MEDIANTE EL DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA, APLICANDO EL MÉTODO HOLMBERG EN LA GALERÍA 686 NIVEL 2170 EN LA EMPRESA MINERA YANAQUIHUA S.A.C."; cuyo Asesor fue el Dr. Ernesto Laricano Flores

ARTÍCULO SEGUNDO: **AUTORIZAR,** a la Secretaría General de la Universidad Nacional de Moquegua, expedir y registrar los Diplomas correspondientes para su otorgamiento.

ARTÍCULO TERCERO: **ENCARGAR** al Área de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, para que realice las acciones pertinentes conducentes, relacionadas con la inscripción de los grados y títulos en el Registro de Grados y Títulos de la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria - SUNEDU.

ARTÍCULO CUARTO: **NOTIFICAR,** la presente Resolución a todas las instancias y dependencias administrativas y académicas de la Universidad Nacional de Moquegua, para su conocimiento, cumplimiento y demás fines pertinentes.

ARTÍCULO QUINTO: **ENCARGAR,** a la Oficina de Tecnología de la Información, la publicación de la presente Resolución en el portal de transparencia de la Universidad Nacional de Moquegua.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, CÚMPLASE Y ARCHÍVESE.

DR. JORGE LAZARO FRANCO MEDINA
Presidente de la Comisión Organizadora
Universidad Nacional de Moquegua

ABOG. KEVIN YUVER CHIHUAN QUISPE
Secretario General
Universidad Nacional de Moquegua

Domicilio Fiscal: Prolongación Av., Ancash S/N - Moquegua
RUC: 20449347448 - Teléfono: (053) 670168
Página Web: www.unam.edu.pe