

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



T E S I S

**Estandarización de seccionamiento de 8 x 9 con 8 de longitud
para reducir costos operativos en la empresa
MINCOTRALL EIRL - MARSA**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Nilton David VALERIO PALOMINO

Asesor:

Mg. Edwin Elías SANCHEZ ESPINOZA

Cerro de Pasco – Perú - 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



T E S I S

**Estandarización de seccionamiento de 8 x 9 con 8 de longitud
para reducir costos operativos en la empresa
MINCOTRALL EIRL - MARSA**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Teodoro Rodrigo SANTIAGO ALMERCÓ
PRESIDENTE

Ing. Toribio GARCIA CONTRERAS
MIEMBRO

Ing. Julio César SANTIAGO RIVERA
MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios porque a él le debo todo lo que tengo y todo lo que soy, por la sabiduría, entendimiento y conocimiento que me da día con día, gracias a el que me fortalece y me llena de oportunidades y misericordia cada mañana.

A mis padres, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo nos han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcarnos el ejemplo del esfuerzo y valentía de no temer las adversidades porque Dios está con nosotros siempre

A mis hermanos, porque de alguna u otra forma ellos han influido en mi vida con el tiempo, experiencia y confianza que tienen hacia mí, es por eso que se los dedico a ellos.

A mis docentes de la carrera de Ingeniería de Minas, como símbolo de gratitud, respeto y admiración por la labor que a diario realizan, por compartir su conocimiento con cada uno de nosotros, por la atención y el tiempo que nos brindan durante el ciclo escolar.

A todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mis padres, quienes me acompañaron durante todo mi trayecto estudiantil y de vida, enseñándome a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos, brindándome siempre su apoyo incondicional, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

A mis hermanos, por acompañarme durante todo este arduo camino y compartir conmigo alegrías y fracasos. Por brindarme sus consejos los cuales me ayudaron a afrontar los retos que se han presentado a lo largo de mi vida.

A mis docentes de la carrera de Ingeniería de Minas gracias por su tiempo, por su apoyo, así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

Al Ing. Edwin Sánchez por toda la colaboración brindada, durante la elaboración de este proyecto.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

RESUMEN

La presente tesis plantea como objetivo general el de Realizar una propuesta de estandarización de las labores de 8' x 9' x 8' que nos permita reducir costos operativos en la empresa MINCOTRALL EIRL - MARSA. Respecto a la metodología, la investigación es de tipo aplicativo, con un nivel descriptivo, y el diseño es experimental y la técnica utilizada fue la observación, documental, trabajo de campo.

- Las características más resaltantes del diagnóstico de la perforación y voladura para las secciones de 8' x 9' x 6' fueron: longitud de perforación 6 pies, la perforación se realizó en tres tipos de roca buena, regular, mala; el costo por metro lineal fue de 845.07 S/m. el avance promedio por disparo fue de 1.56 m lo que significó un 95 % de eficiencia, concluyendo que no se llega a cumplir con la meta programada.

- La propuesta de diseño para la perforación y voladura para secciones de 8' x 9' x 8' y longitudes de perforación de 8 pies, se tubo los siguientes resultados: longitud de perforación 8', se trabajó en iguales condiciones que las perforaciones de 6 pies de longitud, se tuvo una eficiencia de perforación del 92%, la productividad se elevó y se mantuvo por encima de los 405.00 metros por mes, el avance por disparo fue de 2.07 metros por disparo superando el 100 % de lo programado, los costos de perforación y voladura disminuyeron llegando a 793.35 S/metro lineal.

- Como conclusión final diremos que al realizar la comparación en los dos tipos de perforación y voladura tanto de 6 pies y de 8 pies se llega a la conclusión que el costo de la perforación y voladura en frentes con perforaciones de 8 pies en menor llegando a 793.35 S/m. con un ahorro de 51.72 S/m, lo que significa un ahorro de 6.12 %

Palabras clave: Estandarización, costos, malla de perforación, parámetros de rendimiento.

ABSTRACT

This thesis proposes as a general objective to make a proposal for the standardization of the work of 8'x 9' x 8' that allows us to reduce operating costs in the company MINCOTRALL EIRL - MARSA. Regarding the methodology, the research is of an applicative type, with a descriptive level, and the design is experimental and the technique used was observation, documentary, field work.

- The most outstanding characteristics of the diagnosis of drilling and blasting for the 8' x 9' x 6' sections were: drilling length 6 feet, the drilling was carried out in three types of rock: good, regular, bad; the cost per linear meter was 845.07 S/m. the average advance per shot was 1.56 m, which meant 95% efficiency, concluding that the scheduled goal was not met.

- The design proposal for drilling and blasting for sections of 8' x 9' x 8' and drilling lengths of 8 feet, the following results were obtained: drilling length 8', worked under the same conditions as the drilling of 6 feet in length, there was a drilling efficiency of 92%, productivity rose and remained above 405.00 meters per month, the advance per shot was 2.07 meters per shot, exceeding 100% of the programmed, the drilling and blasting costs decreased reaching 793.35 S/linear meter.

- As a final conclusion, we will say that when comparing the two types of drilling and blasting, both 6-foot and 8-foot, it is concluded that the cost of drilling and blasting in fronts with 8-foot drilling is less, reaching 793.35 S/m. with a saving of 51.72 S/m, which means a saving of 6.12%

Keywords: Standardization, costs, perforation mesh, performance parameters.

INTRODUCCION

En toda operación minera subterránea la perforación y voladura es una de las actividades de gran importancia en el cumplimiento de objetivos programados, y en este aspecto debe tenerse presente el avance por cada voladura que se realice y lo cual influirá en los costos operativos.

Vemos que el cumplimiento de los programas de avance por parte de la Empresa Especializada MINCOTRALL se ha visto disminuidos debido a factores como la lentitud de los disparos en secciones de 6 pies, disminuyendo la productividad, conllevando a que el avance de disparo disminuya, disminuye el rendimiento y eleva el costo operativo de trabajos diarios.

Viendo estos aspectos nuestra investigación tiene como finalidad proponer una estandarización de las secciones de minado con la finalidad de permitir que los avances diarios sean mayores y como resultado se incremente la productividad reduciendo a su vez los costos operativos.

DESCRIPCION DE LOS CAPITULOS

En cuanto a la estructura de la investigación se realizará por capítulos siguiendo el siguiente planteamiento:

- El capítulo I aborda la planificación del estudio, es aquí donde se presentará el planteamiento del problema. Particularmente, se señalarán el Problema General de esta investigación, así como los problemas específicos. Así mismo, se procederá a delimitar los Objetivos, tanto el general como los específicos. A continuación, se plantea la justificación y la importancia de llevar a cabo esta investigación. Para concluir este capítulo se expondrán las limitaciones que implico elaborar estas tesis.

- El Capítulo II trata sobre el Marco Teórico. En este capítulo comentamos los trabajos que anteceden más relevantes para la investigación, entre nacionales e internacionales, con el fin de recoger las distintas experiencias de las empresas que han implantado este sistema y tomando cuenta las respectivas limitaciones presentadas. Por otra parte, se llevará a cabo un análisis de las distintas bases teóricas expuestas por los autores consultados que servirán de fundamento para esta tesis. Por último, se hará una revisión de terminología básica relacionada a las labores de voladura.
- El Capítulo III aborda el enfoque metodológico. En este se exponen el método que se utilizó para investigar durante el desarrollo de la tesis. Seguidamente, el nivel y tipo de investigación. También, como parte de este capítulo se tratará: el diseño sobre el que se elabora este trabajo; la población y muestra. Por último, se cerrará esta parte con el análisis de los datos por medio de técnicas e instrumentos especialmente seleccionados.
- Capítulo IV estará destinado a la presentación de la investigación. Para luego exponer las conclusiones y recomendaciones respectivas. Por último, se detallará las referencias bibliográficas.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRAC

INTRODUCCION

ÍNDICE

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	2
1.3.	Formulación del problema	2
1.3.1.	Problema general:.....	2
1.3.2.	Problema específicos:.....	3
1.4.	Formulación de objetivos.....	3
1.4.1.	Objetivo general:.....	3
1.4.2.	Objetivos específicos:	3
1.5.	Justificación de la investigación.	3
1.6.	Limitaciones de la investigación.	4

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes del estudio	5
2.2.	Bases teóricas - científicas	8
2.3.	Definición de términos básicos	13
2.4.	Formulación de hipótesis.....	14
2.4.1.	Hipótesis general:	14

2.4.2. Hipótesis específicas:	14
2.5. Identificación de variables	14
2.6. Definición operacional de variables e indicadores	16

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación:.....	17
3.2. Nivel de investigación:.....	17
3.3. Métodos de investigación:	18
3.4. Diseño de investigación:	18
3.5. Poblacion y muestra	19
3.6. Técnicas e instrumentos de recoleccion de datos	19
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigacion ..	20
3.8. Tecnicas de procesamiento y analisis de datos.....	21
3.9. Tratamiento estadistico	21
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica.....	21

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN Y DISCUSION DE LA INVESTIGACION

4.1. Descripción del trabajo de campo	22
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	25
4.3. Prueba de hipótesis.....	35
4.4. Discusión de resultados	54

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXO

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Operacionalización de variables	16
Tabla N°2: Accesibilidad de la Mina MARZA.....	23
Tabla N°3: Mano de obra personal	30
Tabla N°4: Perforadora y accesorios.....	31
Tabla N°5: Accesorios de Barretilla.....	32
Tabla N°6: Perforaciones y costos.	33
Tabla N°7: Costo de aceros de perforación.....	33
Tabla N°8: Costo de explosivos.....	34
Tabla N°9: Costo de brocas.....	34
Tabla N°10: Costos de equipos mecanizados	35
Tabla N°11: Indicadores de Costos de Voladura	37
Tabla N°12: Indicadores en rendimientos de perforación.....	38
Tabla N°13: Estructura de precio unitarios de avances crucero de 8' x 9' (6 pies).....	39
Tabla N°14: Cuadro de distribución de taladros y tipo de explosivo utilizado (RMR 100 – 60).....	44
Tabla N°15: Factores de avance.....	45
Tabla N°16: Cuadro de distribución de taladros y tipo de explosivo utilizado (RMR 59 – 35).....	47
Tabla N°17: Factores de avance.....	47
Tabla N°18: Cuadro de distribución de taladros y tipo de explosivo utilizado (RMR 34 – 10).....	49
Tabla N°19: Factores de avance.....	50
Tabla N°20: Estructura de precio unitarios de avances crucero de 8' x 9' (8 pies).....	52
Tabla N°21: Comparación de la Estructura de Costos	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Ubicación de la mina MARZA	23
Figura N°2: Secciones de las medidas de la labor de 8'x9'	26
Figura N°3: Malla de carguío de sección de 8'x9' (RMR 100 – 60).....	27
Figura N°4: Malla de perforación de secciones de 2,4 m x 2,7m y barreno de 8 pies (RMR 100–60).....	28
Figura N°5: Malla de perforación de secciones de 2,4 m x 2,7m y barreno de 6 pies (RMR 59 – 35).....	29
Figura N°6: Malla de perforación de secciones de 2,4 m x 2,7m y barreno de 6 pies (RMR 34 – 10).....	29
Figura N°7: Malla de perforación en sección de 8' x 9' x 6 pies.....	36
Figura N°8: Distribución de cartuchos en taladros<wq	37
Figura N°9: Avance por disparo en secciones de 8' x 9' por 6 pies	40
Figura N°10: Cumplimiento mensual en secciones de 8' x 9' por 6 pies	41
Figura N°11: Malla de perforación de secciones de 8 x 9	42
Figura N°12: Malla de carguío de sección de 8'x9'.....	43
Figura N°13: Malla de perforación de secciones de 2,4 m x 2,7m y barreno de 8 pies (RMR 100 – 60).....	44
Figura N°14: Distribución de detonadores no eléctricos	45
Figura N°15: Malla de perforación de secciones de 2,4 m x 2,7m y barreno de 8 pies (RMR 59 – 35).....	46
Figura N°16: Distribución de detonadores no eléctricos	48
Figura N°17: Malla de perforación de secciones de 2,4 m x 2,7m y barreno de 8 pies	49
Figura N°18: Distribución de detonadores no eléctricos (RMR 34 – 10).....	50
Figura N°19: Distribución de los cartuchos del taladro de corona	51
Figura N°20: Avance por disparo en secciones de 8' x 9' por 8 pies	52
Figura N°21: Avance por disparo en secciones de 8' x 9' por 8 pies	52

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema

La minería tiene un rol importante en la economía mundial ya que esta permite la generación del valor agregado, de las divisas, los ingresos por impuestos, la inversión privada y la creación de empleos en los diferentes rubros que requiera ya sean minas por tajo abierto como subterráneas. El Perú es un país que cuenta con grandes reservas de minerales y cuya actividad principal es la minería, la cual aporta gran porcentaje del PBI y se tiene las diferentes minas entre las cuales destacan ANTAMINA, YANACOCCHA, MARSALL, EL GRUPO VOLCAN, EL GRUPO BUENAVENTURA entre otras, siendo así que parte del desarrollo nacional depende de la explotación de los recursos minerales que se encuentran en el subsuelo y estos recursos deben ser explotados de forma racional. Es así que en toda operación minera subterránea es de gran importancia el cumplimiento de objetivos programados, debe tenerse presente la reducción de costos operativos en los diferentes procesos de las operaciones mineras.

Vemos que el cumplimiento de los programas de avance por parte de la Empresa Especializada MINCOTRALL se ha visto disminuidos debido a factores como la lentitud de los disparos en secciones de 6 pies, disminuyendo la productividad, conllevando a que el avance de disparo disminuya, disminuye el rendimiento y eleva el costo operativo de trabajos diarios. Viendo estos aspectos nuestra investigación tiene como finalidad proponer una estandarización de las secciones de minado con la finalidad de permitir que los avances diarios sean mayores y como resultado se incremente la productividad reduciendo a su vez los costos operativos.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

La presente investigación se llevará a cabo en las instalaciones de la Compañía Minera MARSA S.A. a través de la Empresa Especializada MINCOTRALL EIRL.

1.2.2. Delimitación temporal

El proyecto tiene estimado una duración de seis meses el cual inicie del mes de enero del 2022 a julio del 2022.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál debe ser la propuesta de estandarización de las labores de 8' x 9' x 8' que nos permita reducir costos operativos en la empresa MINCOTRALL EIRL - MARSA?

1.3.2. Problema específicos

- a. ¿Cuál es el diagnóstico de la voladura antes de la estandarización de las labores de 8' x 9' x 8' que nos permita reducir costos operativos en la empresa MINCOTRALL EIRL - MARSAS?
- b. ¿Cuál debe ser el diseño a implantar en la estandarización de las labores de 8' x 9' x 8' que nos permita reducir costos operativos en la empresa MINCOTRALL EIRL - MARSAS?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Realizar una propuesta de estandarización de las labores de 8' x 9' x 8' que nos permita reducir costos operativos en la empresa MINCOTRALL EIRL - MARSAS.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Determinar el diagnóstico de la voladura antes de la estandarización de las labores de 8' x 9' x 8' que nos permita reducir costos operativos en la empresa MINCOTRALL EIRL - MARSAS.
- b. Diseñar la estandarización de las labores de 8' x 9' x 8' que nos permita reducir costos operativos en la empresa MINCOTRALL EIRL - MARSAS.

1.5. Justificación de la investigación

Actualmente toda empresa minera debe ser competitiva y lograr mejoras productivas y seguras para poder ser rentable y a su vez asuma cambios fundamentales para su constante mejora.

Es así que para poder reducir costos operativos se deben evaluar las secciones de extracción, esto permitirá la mejora de avances diarios y reducción de costos innecesarios, garantizando alcanzar los objetivos trazados por los empresarios.

1.6. Limitaciones de la investigación

La presente investigación tiene la aprobación de trabajos por parte de la empresa sin tener un limitante que pueda evitar la realización de los trabajos.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

➤ 1er antecedente

En la tesis: “reducción de costos operativos mediante la estandarización de malla de perforación - voladura, para labores horizontales: sección 4.0 m. x 4.0 m., MINA SOCORRO - UCHUCCHACUA.” De (Correa, Iparraguirre, 2016) como objetivo se planteó “reducir los costos en el proceso de producción de la mina”, usando estándares en el ciclo de minado en las diferentes labores mineras, para lo cual se determinó un “estándar de la malla de perforación”. Como conclusión se llegó a establecer un estándar de la malla de “perforación y voladura que condujo a la reducción de los costos operativos”.

➤ 2do antecedente

En la investigación: “optimización de costos en perforación y voladura estandarizando malla para sección 2.40m x 2.40m EN LA EMPRESA CANCER E.I.R.L. – MARSA” de (DE LA CRUZ , 2018) nos dice que su objetivo es el de contar con una “estandarización de la malla de perforación y

voladura usando el método Holmberg”, debido a que la malla que se emplea no responde a los resultados esperados lo cual incrementaba los costos operativos. Con la aplicación de este nuevo estándar se redujo la cantidad de taladros, se bajó los costos, el tiempo de perforación y aumentando la eficiencia. Llegando a una conclusión de haber mejorado “la malla de perforación y una reducción de los costos”.

➤ **3er antecedente**

Por otra parte, en la tesis: “Influencia de la estandarización de la malla de perforación y voladura en las sobre roturas para labores de sección 3.5 m. x 3.5 m. en un macizo rocoso de clase IV aplicando el Modelo matemático de áreas de influencias; en la Compañía Minera Raura S.A. 2018” (Leiva, 2019) cuyo objetivo era el de contar con “un estándar de la malla de perforación en rocas de calidad IV” mediante la aplicación del modelo de áreas de influencia. Esta estandarización se aplicó para labores de 3.5 m x 3.5 m.

Como conclusión se obtuvo una disminución de la sobre rotura en la voladura de las labores mineras con galerías, frentes, cruceros, rampas, lo que condujo a una disminución de los costos de explotación.

➤ **4to antecedente**

El autor de la investigación: “Reducción de los costos unitarios con la estandarización de la malla de perforación y voladura en labores de avance de LA U. E. A. SAN HILARIÓN - CORPORACIÓN MINERA VIRGEN DE LA MERCED SAC. – PERIODO 2017” (Pachas, 2017) nos dice que su objetivo fue el reducir costos en la perforación y voladura mediante el establecimiento de un estándar de la malla de perforación.

Como conclusión se obtuvo un aumento de las utilidades en un 8.6 % con la aplicación de la estandarización en la perforación y voladura, así mismo se corrigió otros malos hábitos que se tenían en las “operaciones de perforación y voladura”.

➤ **5to antecedente**

(Supo, 2019), con su investigación titulada “Control y estandarización de los costos de perforación y voladura para mejorar los parámetros técnicos en Cía. Minera Yanaquihua”, tuvo como objetivo mejorar la calidad de las labores buscando estabilidad, seguridad y costos adecuados mediante la uniformización de la perforación y voladura, el cual tuvo una investigación de énfasis cuantitativa.

Primeramente, en cuanto a la voladura se tuvo una mejora en los disparos de las galerías, rampas, cruceros alcanzando un rendimiento por disparo de 1.32 m/disparo. En segundo lugar, al contabilizar los costos que significa una voladura se obtuvo un costo de 174.40 \$/m de avance.

➤ **6to antecedente**

(Ynquilla, 2018), con una investigación “Diseño de mallas de perforación para la estandarización del frente de la galería de desarrollo nivel intermedio de la corporación minera Ananea s.a.”, tuvo como objetivo “determinar el diseño de mallas de perforación adecuadas para la estandarización de la sección del frente de la galería de desarrollo nivel intermedio de la Corporación Minera Ananea S.A.” El cual tuvo una investigación de carácter descriptivo y explicativo. Tuvo como resultado que se mejoró y se redujo la cantidad de taladros en dicha galería. Llegando a la conclusión que para realizar un nuevo diseño de malla de

perforación se tiene que realizar una adecuada distribución de taladros con la colocación de una adecuada carga y realizar un buen cálculo de burden y espaciamiento.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Descripción

En la empresa Mincotrall EIRL - Marsa se han venido generando problemas ya que los costos no son los esperados, es por eso que la optimización de los procesos es una tendencia en las labores de la mina, para poder maximizar las utilidades.

También vemos que:

Los costos mensuales en la mayoría de veces se incrementan por la pérdida de los insumos que se genera en la minería. Por otro lado, la relación de productividad es moderada y baja respectivamente, lo que implica que la empresa debe reaccionar de manera inmediata frente a estos problemas complejos, lo cual presenta la explotación subterránea de tajeo por subniveles, ya que es posible reducir los costos operativos en la minería subterránea, principalmente en el área de mina, gestionando el cambio de método de minado en una parte del proceso operativo (Santos, 2019).

2.2.2. Sección de una labor minera

Una labor es cualquier excavación que se hace al terreno o macizo rocoso para poder explotar un yacimiento, dándole así una medida exacta (sección), ya sea si es en minería convencional, semimecanizada y mecanizada. Por otro lado, existen labores verticales (piques, chimeneas, posos y echaderos tanto de mineral

como desmonte) y horizontales (túnel galerías, cruceros y niveles)., también se entiende como:

“Toda actividad que se realice en un territorio, y que tenga como objeto la preparación y desarrollo de actividades relacionadas a la exploración y explotación minera (laboreo minero), y que no haya sido definida como faena minera por las leyes o reglamentos” (Pincay, Encarnación, & Gonzàles, 2020).

2.2.3. Productividad Laboral

Es aquella parte del crecimiento de la producción que no es explicada por el capital o el trabajo. Existen distintas áreas de intervención para mejorar la productividad, tanto a nivel de empresas mineras como del estado, entre las áreas que se toman en cuenta son la tecnología y la autonomía e iniciativa con la que trabajan los laboradores (Sanchez & Hartleb, 2020).

2.2.4. Estandarización de seccionamiento en minera

Es la que genera beneficios que disminuyen los costos y ayuda a que las empresas mineras puedan contar con una visión en un tiempo real de todos sus trabajos y procesos, que a su vez realicen disponer de sus datos con precisión, a lo que esto conlleva proveer flexibilidad para adaptar rápidamente sus negocios y sus procesos productivos (Guedea & Garcia, 2019).

2.2.5. Diferentes Costos de Producción

❖ Costos directos

Son aquellos que intervienen directamente en el proceso de producción, estos están asociados a los costos requeridos para la extracción de una unidad de explotación ya sea en tonelada, metro cúbico, gramo y quilate. Estos también están definidos en primer lugar por la mano de obra que se emplea en la

extracción, el costo del manejo de maquinaria y equipo, materiales e insumos directos como: explosivos, combustibles y otros requeridos para el montaje de tareas de extracción, considerando también las depreciaciones de maquinaria y equipos, herramientas, el consumo de energía eléctrica, agua, etc. Todos estos, afectan directamente la explotación. Por otro lado, algunos costos sirven para todo el proceso de extracción de los minerales, estos tendrán que proporcionar de acuerdo a su consumo por actividades (Pachas, 2017).

❖ **Costos indirectos**

Aquellos que no interviene directamente en el proceso de producción, pero son importantes para su desarrollo, donde estos costos lo constituyen las siguientes actividades o procesos: sostenimiento, ventilación, iluminación, seguridad, higiene minera, topografía, preparación, etc. las cuales no están directamente asociadas a la extracción ya que son importantes e imprescindibles para poder arrancar, cargar y transportar los minerales explotados en frente y trasladarlos al primer descargue (Pachas, 2017)

❖ **Costos operativos**

Es necesario de incurrir para la elaboración de un producto este caso extraer el mineral o hacer un buen seccionamiento a la labor minera ya sea de manera directa (mano de obra, materiales, inventarios de materia prima e insumos) o indirecta que son los servicios de apoyo a la producción, en otras palabras, es satisfacer la demanda del mercado vendiéndole un producto o servicio por más dinero de lo que cuesta su producción, de manera que permita obtener una utilidad (Azamar & Uribe, 2017).

2.2.6. Características del macizo rocoso

La importancia de las características del macizo rocoso en la posibilidad de aplicación de un método de explotación, y su influencia en el dimensionado de las explotaciones, pueden servir como criterios para realizar una clasificación de los mismos, basada en la resistencia del macizo rocoso, Para ello, existen diferentes metodologías que cuantifican la calidad del macizo rocoso y permiten adaptar o recomendar el soporte según las características específicas del macizo que son:

- **Alteración**

La alteración en las zonas mineralizadas es mayor, ya que los fluidos hidrotermales afectan de manera directa al cuerpo de veta. Los procesos ambientales, como el agua meteórica infiltrada por la mayor porosidad secundaria, aumentan la alteración del macizo rocoso. Estas alteraciones se traducen en la disminución de la resistencia de la roca intacta, de la cohesión y fricción entre discontinuidades y la deformabilidad de la roca (BLANCO, 2018).

- **Abertura**

Esta característica hace referencia a la separación entre las discontinuidades por su carácter de veta, estas tienen una mayor apertura que son rellenas por sulfuros, calcita, cuarzo, etc. (BLANCO, 2018).

- **Rugosidad**

La rugosidad son las ondulaciones sobre la superficie de la discontinuidad, estas irregularidades tienen gran influencia en el comportamiento geomecánica del macizo rocoso (BLANCO, 2018).

2.2.7. Labores Mineras

- **Cruceros y Galerías**

“Son labores horizontales con secciones de 1.2m x 1.8m y 1.8m x 2.1m o más según las dimensiones del yacimiento, estas secciones son realizadas con fines exploratorios, para dar accesos y servicios a las zonas de trabajo. se definen por el nivel principal o intermedio y la dureza o tipo de roca” (Azamar & Uribe, 2017).

- **Subniveles**

“Son labores horizontales de 0.9 m x 1.8 m de sección, realizadas durante la etapa de preparación a partir de una chimenea sobre el nivel principal y sirven para delimitar el inicio del área de explotación” (Azamar & Uribe, 2017).

- **Piques**

“Los piques son labores verticales o inclinados, sirve para el acceso de materiales, personal, equipos, herramientas. Además, para la extracción o izaje de mineral y para las diversas conducciones necesarias en el funcionamiento de la mina tales como, energía eléctrica, aire comprimido y desagüe” (Azamar & Uribe, 2017).

- **Chimeneas**

“Es una excavación vertical o inclinada construida desde un nivel inferior a uno superior con la finalidad de transportar material o para permitir el paso de aire y ventilar los lugares de trabajo. Las chimeneas pueden ser de varios compartimientos, y se construyen normalmente en mineral y en menor escala en estéril” (Azamar & Uribe, 2017).

2.3. Definición de términos básicos

Perforación

“Es una de las operaciones más importantes en la actividad minera, cual sea el método que escoja cada minería, la principal función es de estar girando continuamente un barreno para que la roca revisa diferentes cortes en diferente posición. La perforación se realiza de acuerdo al diferente tipo de terrenos y el método de explotación va a depender de la capacidad del yacimiento o si la minería sea convencional, semimecanizado o mecanizada” (Azamar & Uribe, 2017).

Malla de perforación

Es un conjunto de taladros que se perforan en un frente con un determinado orden es decir tienen una ubicación, dirección, inclinación y profundidad determinados y que a su vez permiten obtener un buen avance, a reducir los gastos de perforación y la cantidad de explosivos, ayuda a mantener el tamaño o la sección uniforme y también ayuda a determinar el orden y salida de los taladros (Philippe, Otaño, & Waston, 2021).

Voladura

“Es uno de los medios principales para la extracción del mineral ya sea en las operaciones de minería a cielo abierto o subterráneas con el objetivo principal de fragmentar la roca, y para esto se necesitará mayor cantidad de explosivos que sean necesarios” (Philippe, Otaño, & Waston, 2021).

Voladura Controlada

“Es la que ayuda a la voladura principal a la sobre excavación y a reducir la vibración que puede generar la voladura. Es la mejor alternativa para la explotación de estructuras débiles e inestables” (Gilberto, 2018).

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La propuesta de estandarización de las labores de 8'x 9' x 8' nos permita reducir costos operativos en la empresa MINCOTRALL EIRL – MARSA.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a. Al contar con el diagnóstico de la voladura antes de la estandarización de las labores de 8'x 9' x 8' nos permita reducir costos operativos en la empresa MINCOTRALL EIRL - MARSA.
- b. Al diseñar la estandarización de las labores de 8'x 9' x 8' nos permita reducir costos operativos en la empresa MINCOTRALL EIRL – MARSA.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable para la hipótesis general

✓ **Variable independiente:**

Estandarización de las labores de 8'x 9' x 8'

✓ **Variable dependiente:**

Reducir costos.

2.5.2. Variable para las hipótesis específicas

A. Variable para la hipótesis específicas

✓ **Variable independiente:**

Diagnóstico de la voladura

✓ **Variable dependiente:**

Reducir costos

B. Variable para la hipótesis específicas:

✓ **Variable independiente:**

Diseño de la estandarización

✓ **Variable dependiente:**

Reducir costos

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla N°1: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable Dependiente	Los costos operativos son aquellos que son necesarios en incurrir para la elaboración de un producto, ya sea en mano de obra, materiales, inventarios de materia prima e insumos.	Costo de perforación	Costo de mano de obra Costo de materiales y herramientas = <i>Precio Unitario x Incidencia</i> Costo de implementos de seguridad = <i>Precio Unitario x Incidencia</i>
Costo Operativo		Costo de voladura	Costo de equipos de contrata = Costo de explosivos por disparo =
Variable Independiente	Se basa en establecer las entradas y salidas de cada uno de los procesos obteniendo entonces un nivel de calidad constante, ya que ayuda a que las empresas mineras puedan contar con una visión en un tiempo real de todos sus trabajos y procesos.	Dimensiones del corte	Diámetro equivalente: $DH = Dh \times \sqrt{N}$ Profundidad del taladro: $H = 0.15 + 34.1 \phi - 39.4 \phi^2$ Eficiencia del avance: $L = 0.95 \times H$ Número de taladros: $Nt = P / E + K \times S$ Cálculo del burden para los cuadradores: $B1 = 1.5 \times DH$ $B2 = B1 \times \sqrt{2}$ -- $B3 = 1.5 \times B2 \times \sqrt{2}$ Cálculo del espaciamiento: $Se1 = 1.5 \times B1$ $Se2 = 1.5 \times B2 \times \sqrt{2}$ $Se3 = 1.5 \times B3 \times \sqrt{2}$
Estandarización de seccionamiento		Tipos de taladros para la perforación	Taladros tipo corona: $B = 0.012 \times \left(\frac{2SGe}{SGr+1.5} \right) \times De$ Taladros tipo de piso o arrastres: $B = 0.012 \times \left(\frac{2SGe}{SGr+1.5} \right) \times De$ Taladro tipo cuadradores o hastiales: $B = 0.012 \times \left(\frac{2SGe}{SGr+1.5} \right) \times De$ Taladro auxiliares o ayudas: $B = 0.012 \times \left(\frac{2SGe}{SGr+1.5} \right) \times De$

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Viene a ser de tipo aplicada esto a razón de que se tiene valoración en el estudio en cada una de las variables, estructurando datos cuantificables los que conllevan a resolver los lineamientos formulados en los objetivos propuestos.

3.2. Nivel de investigación

Es de investigación descriptiva, el cual realizara un análisis del objeto de estudios, las cuales determinaran sus características y propiedades.

3.3. Métodos de investigación

Se aplicaron el método científico como un método general, porque permitió poder desarrollar los objetivos sin ningún problema, el cual contiene conjuntos de normas que regula el proceso de investigación que se está realizando. Apoyado por el método inductivo deductivo.

3.4. Diseño de investigación

Según Miranda y Villasís (2019) nos dice que “el diseño de la investigación es el plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación y responder al planteamiento”.

La investigación tiene un diseño experimental, porque se tomarán los datos de campos reales realizando las diferentes pruebas para obtención de esta data, además es descriptiva debido a que manifiesta el fenómeno dando a detallar todo lo que ocurre.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

“La población es el conjunto de individuos u objetos que compartes características” Por otro lado, la población estuvo conformada por los trabajos que se realizaron en la extracción del mineral de la empresa MINCOTRALL EIRL MARSA. Para ello, (Díaz & Apaolaza, 2020), mencionan que se basa en algunas características que son observables en un momento o lugar que sea determinado.

3.5.2. Muestra

La muestra posee las características principales, el cual estuvo conformada por la sección de estandarización, el cual se trabajó en la investigación. Para ello, (Rendón & Villasís, 2017), mencionan “que es el subconjunto de la población que ha sido estudiada, generalmente se utiliza para sacar las conclusiones de la población, por otro lado, la muestra es una parte representativa de la población”.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos es una fase necesaria e importante para un estudio estadístico. Según (Ríos, 2017), se basa para el proceso de información que se requiere para la investigación, ya que los datos que se recolectan pueden ser cualitativos y cuantitativos, el cual puede ser recopilado en diferentes fuentes, por otra parte, es muy esencial para poder garantizar la integridad y la calidad del estudio, por otro lado, la recolección de datos permite en responder las preguntas necesarias para poder evaluar los resultados y poder anticipar las tendencias y probabilidades que se pueden presentar.

3.6.1. Técnicas

Es un conjunto de las operaciones que van encaminadas para poder representar documentos. (Hernández, y otros, 2018), dice se puede producir en un triple acceso, el cual es un “proceso de comunicación, ya que posibilita la recuperación de la información para poder transmitir, ya que también existe un proceso de transformación, donde el documento primario se convierte y un análisis secundario, y por último el proceso de analítico sintético, por otro lado, permite establecer la coherencia del sujeto u objeto que se está observando en la investigación con el fin de extraer la mayor cantidad de datos”

3.6.2. Instrumentos

- **Ficha de registro para la recolección de datos de costos**

Permiten registrar los datos significativos de las fuentes consultadas, por otro lado, se basa es almacenar los datos o dejar constancia de ello en algún tipo de documento. (Hernández, 2017), menciona que facilita las observaciones estructuradas, donde el observador tiene derecho a conocer

los aspectos a observar, para poder completar la información con exactitud, el cual permite ajustar, mejorar o modificar los objetivos que se han planificado.

Los instrumentos utilizados para la recolección de información de la investigación fueron los siguientes:

- Hojas de vale de explosivos.
- Hojas de reporte de operaciones.
- Fichas de registro en el sistema.
- Equipo de medición, estación total Leica flexline TS07.
- Equipo para procesamiento de datos, laptop.

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

3.7.1. Selección

Los datos considerados para la elaboración de este trabajo de investigación son tomados de bases de datos históricos y toma de datos con equipos de topografía para la medición de las labores.

3.7.2. Validación

Los datos para obtención y análisis de reducción de costos operativos en avances de disparos de 8 pies de longitud son válidos, debido a que dichos datos se obtuvieron del resultado de voladuras y la medición final de la Empresa Marsa a la Empresa Especializada Mincotrall.

3.7.3. Confiabilidad

Los datos obtenidos para la reducción de costos operativos en avances de disparo de 8 pies de longitud, cuenta con alta confiabilidad, pues estos datos fueron tomados durante meses en las distintas labores con diferentes tipos de roca.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se hace referencia a la estadística descriptiva y a la estadística inferencial, descriptiva porque se tomará datos de la empresa ya sea de costos de operación y del seccionamiento 8x9 para determinar el área de estudio y brindar acabo los resultados posibles en los costos operativos.

3.9. Tratamiento estadístico

Se aplicaron métodos estadísticos descriptivos. Se han creado tablas y gráficos para proporcionar una clasificación y un análisis comparativo de los datos, lo que permite conocer los parámetros de la muestra para procesar los datos recién adquiridos. La cuenta requerida para desarrollar estos cálculos se realiza mediante el programa Excel.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

Para ello la orientación ética de la investigación tenemos a la parte positiva ya que esta investigación fue de beneficio donde el proyecto ayudó a conseguir la reducción de los costos operativos de la empresa. También vemos que no hubo ningún daño en el proceso de la investigación y que no ocurrió ningún riesgo a la hora de recopilar datos de la empresa ya sea en la labor y en los costos operativos, y por último tenemos el comportamiento humano actuamos con honestidad, veracidad respetando los valores de las personas.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Aspectos generales

4.1.1.1. Ubicación

La mina se encuentra ubicado en “el anexo de Llacuabamba, distrito de Parcoy, Provincia de Pataz, Departamento de la Libertad; en el flanco Oeste de la Cordillera Oriental a 180 km. Hacia el Este de la ciudad de Trujillo a una altura de 3900 m.s.n.m” (DE LA CRUZ , 2018).

Figura N°1: Ubicación de la mina MARZA



4.1.1.2. Accesibilidad

La mina es accesible por dos medios, por carretera y vía aérea, como vemos en el cuadro siguiente.

Tabla N°2: Accesibilidad de la Mina MARZA

ACCESIBILIDAD			
TRAMO	DISTANCIA	VIA	ESTADO
Lima-Trujillo	562 km	Carretera	Asfaltado
Trujillo- Chiran	34 km	Carretera	asfaltado
Chiran- Chagual	307 km	Carretera	Trocha
Chagual- Mina Gigante	70 km	Carretera	Trocha
Lima - Pías	70 minutos	Aéreo	Comercial
Trujillo - Pías	45 minutos	Aéreo	Comercial

4.1.1.3. Método de explotación Long Wall

Conocido también como Long Wall mining, se aplica en depósitos en forma de estratos de potencia uniforme, normalmente en ocurrencias de grandes extensiones. Puesto que el área de trabajo debe ser bien soportada.

Las minas de oro de Sudáfrica emplean este método en rocas duras, mientras que en rocas suaves se aplica en minas de carbón y en muchos lugares, sobre todo en Europa y Norte América, en Perú, la mina Poderosa tiene Long Wall y “short Wall”, y se encuentra en el Batolito de Pataz al igual que nuestro yacimiento (DE LA CRUZ , 2018)

○ **Geometría del yacimiento:**

Forma: Irregular.

Potencia: Variable, 0.10 m. a 0.80 m.

Buzamiento: Sub horizontales con 30°.

Ley promedio: 11 gr/ton. (DE LA CRUZ , 2018)

4.1.1.4. Preparación del block

- **Galería;** desarrollada en el nivel inferior con sección 2.10 m. x 2.40 m. labor que avanza a lo largo de la estructura mineralizada, y luego sirve para el transporte del mineral, ver **Figura N°1**.
- **By-pass;** con sección 2.10 m. x 2.40 m. que comunica a dos labores, generalmente **para** dar más eficiencia a la explotación.
- **Chimeneas;** se prepara las chimeneas con dirección al buzamiento (30°) de forma **ascendente** con sección 1.50 m x 1.50 m, alcanzando una longitud de 20 m.
- **Subniveles;** el primer subnivel base se desarrolla encima de la galería dejando **un** puente de 4 m. la sección del subnivel es de 1.20 m. x 1.80 m. El segundo sub nivel intermedio tendrá una sección de 1.20 m. x 1.80 m. y una corrida de 20.0 m.

- **Cara libre; tendrá** la misma característica que una chimenea sobre veta y la sección será de 2.4 m x 1.20 m, para **facilitar** el inicio de la perforación del corte en dirección del rumbo de la veta.

El costo de preparación de una chimenea central en el método de explotación Long Wall (LG) es equivalente e incluso menor a los costos generado por las caras libre empleado en el método de explotación Corte y Relleno (C&R) (DE LA CRUZ , 2018)

4.1.1.5. Explotación

- Perforación y Voladura.
- Selectividad.
- Limpieza.
- Sostenimiento.
- Relleno (DE LA CRUZ , 2018)

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Diagnóstico de la perforación

La empresa Minera Aurífera Retamas S.A. ubicada al norte del Perú, tiene como empresa especializada en la ejecución de las diferentes labores a Mincotral E.I.R.L.

Los servicios que brinda la mencionada empresa especializada comprenden labores lineales como desarrollo, galerías, Bye Pass y cruceros. Terminado los trabajos en forma mensual se mide para su valorización y liquidación posterior. Ambas partes ejecutan el contrato sobre la base de un precio unitario con costos y gastos fijos. La estructura del precio unitario esta descrito por Mano de obra, implementos de seguridad, materiales, herramientas, equipos.

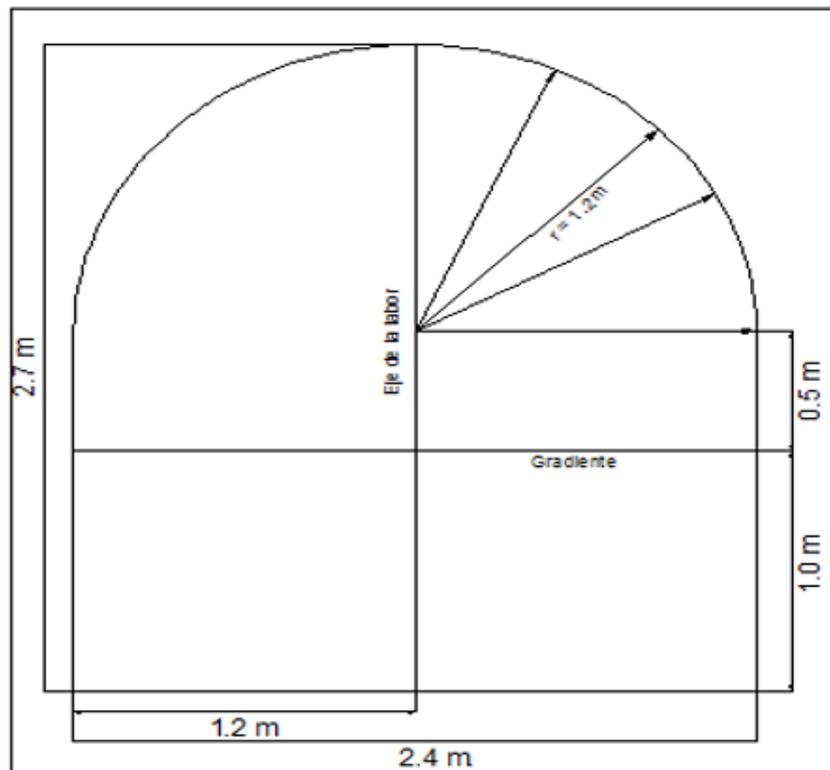
Estos aspectos técnicos de un determinado proceso pueden ser alterados por iniciativa propia, bajo la responsabilidad y conocimiento del despacho profesional para reducir el resultado final. En este trabajo de investigación, hubo un problema con el estándar establecido en el contrato e indicado en el precio unitario.

Para perforaciones de 6 pies se tiene las siguientes características:

Se utilizan barras cónicas de 4 y 6 pies de longitud y brocas de 38 y 36 mm para perforaciones. Y los taladros de alivio utilizan barra de 4 y 6 pies con rimadoras de 64 mm. Después se tienen figuras de las mallas de perforaciones y carguío de las dimensiones con la que la minera explota donde la figura 1 son las secciones de medidas de las vetas.

4.2.1.1. Sección de las medidas de la labor de 8' x 9'

Figura N°2: Secciones de las medidas de la labor de 8'x9'.



4.2.1.2. Tipos de rocas de las labores mineras

Para la distribución de malla de perforación se tiene los taladros y a su vez se tiene las labores con RMR de tres tipos encontrados en la zona:

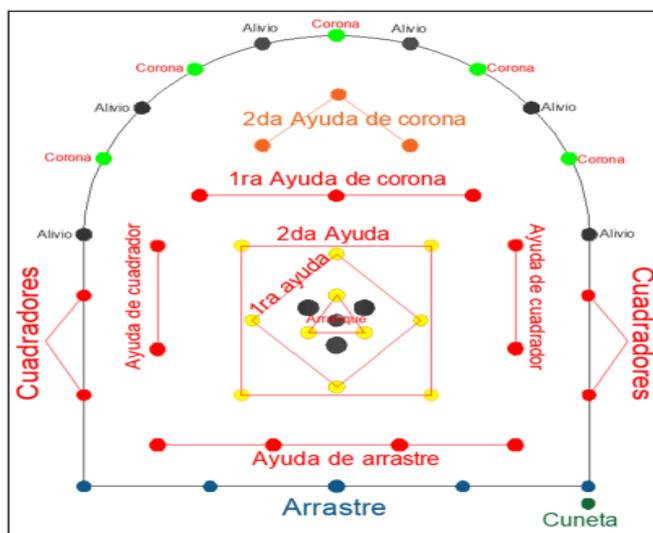
- Roca buena RMR 100 – 60, se tiene un macizo rocoso de un porcentaje del 5% al 10%.
- Roca regular RMR 59 – 35, se tiene un macizo rocoso entre 15% al 25%.
- Roca mala RMR 34 – 10, se tiene un macizo rocoso entre 30% hasta indeterminado,

4.2.1.3. Malla de perforación de secciones de 2,4 m x 2,7m y barreno de 6 pies (RMR 100 – 60).

Para roca buena RMR 100 – 60.

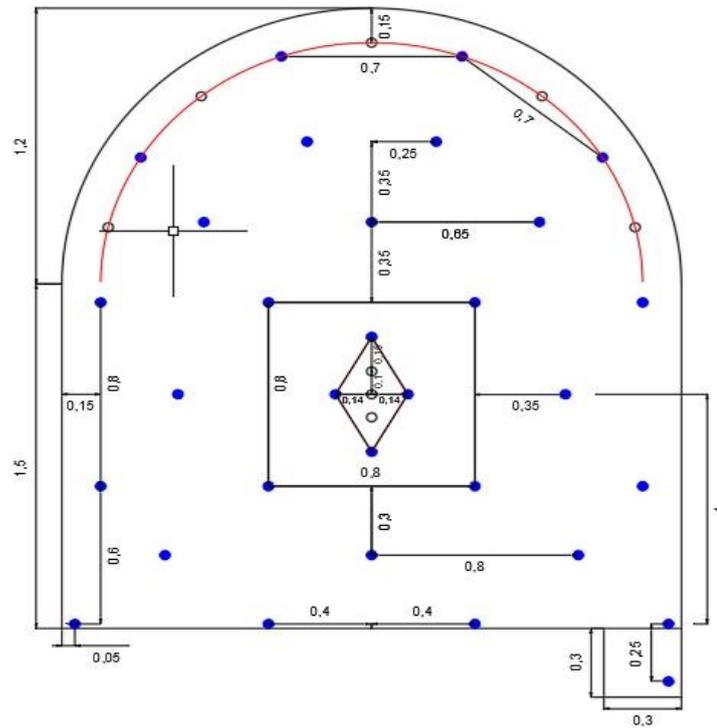
La figura 3, detalla las diferentes características que tiene una veta durante la exploración del mineral y las secciones donde actúan los taladros perforadores.

Figura N°3: Malla de carguío de sección de 8`x9` (RMR 100 – 60).



Fuente: MARSA.

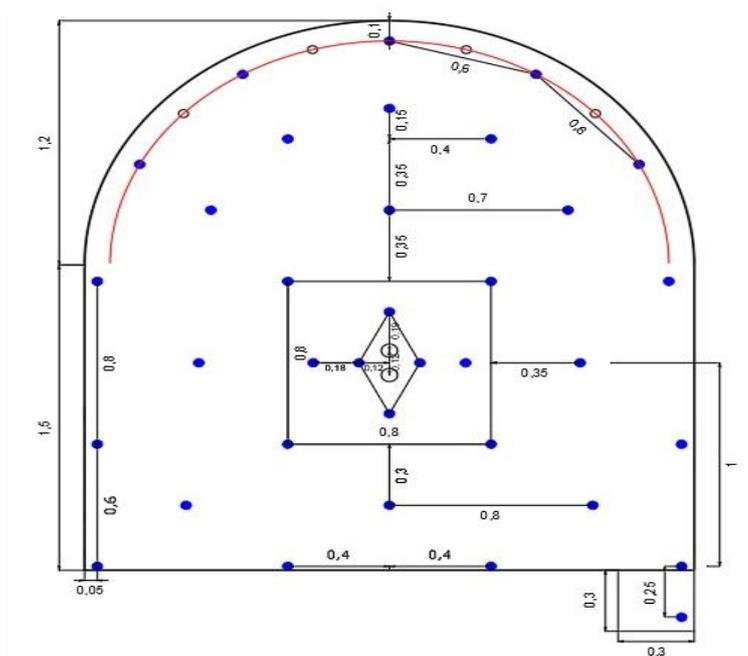
Figura N°5: Malla de perforación de secciones de 2,4 m x 2,7m y barreno de 6 pies (RMR 59 – 35).



4.2.1.5. Malla de perforación de secciones de 2,4 m x 2,7m y barreno de 6 pies (RMR 34 – 10).

Para Roca mala RMR 34 – 10

Figura N°6: Malla de perforación de secciones de 2,4 m x 2,7m y barreno de 6 pies (RMR 34 – 10).



4.2.2. Costos operativos actuales

Los costos operativos para las secciones de la que se explota, se distribuyen en los siguientes cuadros.

4.2.2.1. Costos de mano de obra

Para la mano de obra se tienen los siguientes cuadros.

Tabla N°3: Mano de obra personal

Mano de Obra Directa (Obreros) S/.			
	Jornal Básico.	Leyes Sociales Mina	Leyes Sociales Superficie
Maestros	68.38	149.68%	135.28%
Ayudantes	60.93	149.68%	135.28%
Peones	58.95	149.68%	135.28%
Proveedor	23.91	149.68%	135.28%
Operador Scoop	81.35	149.68%	135.28%
Carrilano	58.95	149.68%	135.28%
Operador Robot	93.35	149.68%	135.28%
Ingeniero residente	3,090	94.12%	91.90%
Ingeniero de Seguridad	3,090	94.12%	91.90%
Capataz	1,710	94.12%	91.90%
Inspector de Seguridad	1040		
Bodeguero	840		

Elaboración: Fuente propia.

En la tabla anterior se muestra los sueldos base de los trabajadores de la empresa minera las cuales varía según las leyes sociales en campamento como fuera de este.

4.2.2.2. Costos perforación, repuestos y mantenimiento

Para las perforaciones, repuestos y mantenimientos se tiene el siguiente cuadro.

Tabla N°4: Perforadora y accesorios.

Perforadora y Accesorios		
	Vida Útil	V.U. Ponderado
Vida útil de Perforadora Seco	85,000 pies perforados	
Vida útil de Perforadora Atlas Copco 16 - Puma	100,000 pies perforados	
Vida útil de Perforadora Atlas Copco 34 - Leopardo	120,000 pies perforados	
- Vida útil de Perforadora Neumática Jackleg RNP 250X	100,000 pies perforados	100,000

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.3. Costos accesorios de barretilla y barreno

En la anterior tabla muestra algunos accesorios y la cantidad de vida útil a cuanto se va a tener que modificar.

Tabla N°5: Accesorios de Barretilla.

Descripción	Total, s/.	Unid.
Barretilla (barra acuñadora) de aluminio de 3,0 m (10 pies)	48.0900	Pza
Barretilla (barra acuñadora) de aluminio de 3,6 m (12 pies)	54.6963	Pza
Barretilla (barra acuñadora) de aluminio de 1.80 m (6 pies)	31.4435	Pza
Barretilla (barra acuñadora) de aluminio 2.4 m (8 pies)	39.6140	Pza
Barra cónica h22 x 11ø x 3' n/p 9050-4864	206.1513	Pza
Barra cónica h22 x 11ø x 4' n/p 90504865	232.6600	Pza
Barra cónica h22 x 11ø x 5' n/p 9050-4867	269.1159	Pza
Barra cónica h22 x 11ø x 8' n/p 90504871	342.3961	Pza
Barra cónica h22 x 11ø x 6' n/p 90504868	305.5797	Pza
Barra piloto h22 x 4 pies n/p 900-0297	467.9933	Pza
Barra piloto h22 x 6 pies n/p 90000300	507.4143	Pza
Barra piloto h22 x 8 pies n/p 90000301	533.225	Pza
Barra helicoidal a615 g75 tipo 19 mm x 1.50 mts	9.4381	Pza
Barra helicoidal a615 g75 19 mm x 2.40 mts	13.9642	Pza
Barra helicoidal a615 g75 tipo 19 mm x 1.80 mts	10.4866	Pza
Adaptador integral sae 1045 bahe 19 mm (barra helicoidal)	264.1033	Pza
Barra helicoidal de 19 mm x 3.00 mts	17.7570	Pza
Barra helicoidal a615 g75 tipo 19 mm x 1.80 mts	9.9570	Pza
Barra helicoidal a615 g75 tipo 19 mm x 1.50 mts	8.7532	Pza
Barra helicoidal a615 g75 19 mm x 2.40 mts	11.2444	Pza
Barra conica h22 x 11ø x 2' n/p 90510204		Pza
Barra piloto 3'		Pza

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.4. Costo de perforadora y repuestos

Tabla N°6: Perforaciones y costos.

Tipo de perforaciones		Precio S/.	Costo x pie perforado
Perforadora Seco		11,640.2900	0.1370
Perforadora Atlas Copco 16 - Puma		11,997.5850	0.1200
Perforadora Atlas Copco 34 - Leopardo		13,810.4760	0.1151
Perforadora Neumática Jackleg RNP 250X		13,703.3200	0.1370
		13,703.3200	0.1370
Costo Promedio.			0.1136
Repuestos Perf. Seco	90% del costo de perforadora		0.1230
Repuestos Perf. Atlas Copco 16 - Puma	85% del costo de perforadora		0.1020
Repuestos Perf. Atlas Copco 34 - Leopardo	100% del costo de perforadora		0.1200
Repuestos Perf. RNP 250X	90% del costo de perforadora		0.1233
90.00%			0.1233

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.5. Costos de aceros de perforación

Tabla N°7: Costo de aceros de perforación.

Tipo de barreno	Unid	Precio S/.	Costo x pie perforado
Barra Cónica 2'	Pza	0.0000	0.0000
Barra Cónica 3'	Pza	206.1513	0.2750
Barra Cónica 4'	Pza	232.6600	0.3100
Barra Cónica 5'	Pza	269.1159	0.3590
Barra Cónica 6'	Pza	305.5797	0.4070
Barra Cónica 8'	Pza	342.3961	0.4570
Barra Cónica 10'	Pza		0.0000

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.6. Costos de explosivos

Tabla N°8: Costo de explosivos.

Tipos de explosivos	Unid	Precio S/
Dinamita 45	Car	0.0000
Dinamita 65	Car	0.7257
Fulminante N° 8	Pza	0.5760
Guía	Pie	0.1449
Conectores para mecha rápida	Pza	0.5120
Igniter cord mecha rápida color verde	mt.	1.6091
Carmex de 6' (1.80m) (Caja x 300und.)	Pza	2.1991
Carmex de 7' (2.10m) (Caja x 300und.)	Pza	2.3430
Carmex de 8' (2.40m) (Caja x 300und.)	Pza	2.5381

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.7. Costos de brocas

Tabla N°9: Costo de brocas.

Tipo de broca	Unid	Precio	Costo x pie perforado S/.
Broca Cónica de 36 mm.	Pza	70.7849	0.2022
Broca Cónica de 38 mm.	Pza	74.8097	0.2137
Broca Rimadora 64 mm.	Pza	715.1200	1.7878

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.8. Costos de equipos mecanizados

Las tablas anteriores indican los costos de cada elemento utilizado en las perforaciones y también por pie perforado, pero se debe tener precio de las maquinarias que se utiliza en las exploraciones y por ello se tiene la siguiente tabla resumen:

Ítem	Unid	Alquiler Equipo x hr.		Costo Petróleo S/. hr.	Costo / tarea S/.
		Precio \$	Precio S/.		

Jumbo Electrohidráulico de 12 pies	US\$/h	70.00	231.0000		231.00
Jumbo Electrohidráulico de 14 pies	US\$/h	90.00	297.0000		297.00
Scooptram Elect. 1.50 yd3	US\$/h	33.77	111.4400		111.44
Scooptram 2.2yd3	US\$/h	45.00	148.5000	20.74	169.24
Scooptram 2.5 yd3	US\$/h	45.00	148.5000	20.74	169.24
Scooptram 3.5 yd3	US\$/h	50.00	165.0000	29.04	194.04
Scooptram 4.2 yd3	US\$/h	55.00	181.5000	33.19	214.69
Scooptram 0.75 yd3	US\$/h	22.08	72.8600	8.3	81.16
Scooptram Elect. 2.50 yd3	US\$/h	45.00	148.5000		148.50

Tabla N°10: Costos de equipos mecanizados

Fuente: *Elaboración propia.*

Para la propuesta técnica y económica se tendrá en cuenta los tres tipos de rocas encontrado en las vetas y son las siguientes:

- ✓ Roca buena RMR.
- ✓ Roca regular RMR.
- ✓ Roca mala RMR.

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Propuesta técnica y económica de la perforación y voladura

4.3.1.1. Diseño de perforación y voladura para barrenos de 6 pies

Para calcular del precio unitario se obtiene a partir del tipo de roca regular, y se tiene las siguientes consideraciones en la malla de perforación en secciones de 2.4 m x 2.7 m:

- Se utilizan barras cónicas de longitudes de 4 y 6 pies de longitud
- Usar brocas de 38 y 36 mm para perforaciones.

Figura N°8: Distribución de cartuchos en taladros <wq



Fuente: Marsa.

4.3.1.2. Costo de labores con secciones de 2.4 m x 2.7 m x 6 pies

Los factores ya arriba mencionados conducen a obtener los siguientes indicadores y costos, los cuales permiten el incremento en costos en donde las empresas especializadas se ven desfavorecidas porque afecta su rentabilidad.

4.3.1.3. Parámetros de rendimiento de perforación

Tabla N°11: Indicadores de Costos de Voladura

OPERACIÓN	REAL
LABOR	FRENTE (6 pies)
Sección	2.40 m x 2.70 m
VOLADURA	
Dinamita de 65%	23 kg
Fulminantes	37 und
Mecha de seguridad	258 m
Conectores	37 und
Igniter cord	24 m
Total S/. por disparo	396.59

Fuente: Área de costos de la Empresa Especializada

Tabla N°12: Indicadores en rendimientos de perforación

OPERACIÓN	REAL
LABOR	FRENTE (6 pies)
Sección	2.40 m x 2.70 m
PERFORACIÓN	
Tipo de roca	Regular
Longitud de barra	1.80 m
Longitud efectiva de perforación	1.7 m
Eficiencia de Perforación	94.44%
Densidad de material	2.70 ton/m ³
Volumen a romper por disparo	9.40 m ³ /disparo
Tonelaje obtenido por disparo	25.38 ton/disparo
PARÁMETROS DE PERFORACIÓN	
Diametro de brocas	36, 38, 64 mm
Espaciamiento	0.30 cm
Burden	0.15 cm
Numero de taldros	39 taladros
RENDIMIENTOS	
Avance por disparo	1.56 m/disparo
Rendimiento ml/hg	0.53 ml/hg
Rendimiento en avance	91.76%
Factor de Perforación	6.65 m/m ³
Taladros perforados por hora	12 taladros/h
Toneladas rotas por taladro	0.6 t/taladro
Tiempo de posicionamiento/empate	0.10 hr
Tiempo efectivo de perforación	1.96 hr
Tiempo de retiro	0.31 hr
Tiempos muertos	0.87 hr
Tiempo total de perforación	3.26 hr

Fuente: Área de costos de la Empresa Especializada

4.3.1.4. Costos unitarios de avance crucero de 8' x 9' x 6'

Tabla N°13: Estructura de precio unitarios de avances crucero de 8' x 9' (6 pies)

CRUCERO DE 8' X 9' (6 PIES)								
TIPO DE ROCA:	SEMIDURA				Factor Carga:	2.37 kg/m3		
N° Taladros	39 und				Eficiencia de perforación:	94.97%		
N° Tal.carg.:	37 und				Longitud de taladro:	1.7 m		
EQUIPOS:	PERFORADORA JACK LEG - PALA NEUMATICA				Eficiencia de voladura:	95.00%		
SECCION:	2.40 m x 2.70 m				Avance/Disparo:	1.65 m		
Longitud de barreno:	6 pies				Volumen Roto	9.7 m3		
P.E.	2.7 tn/m3				Disparo/Guardia:	1 und		
ITEM	DESCRIPCION	INCIDENCIA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL (S./m)	Sub Total (S./m)	Total (S./m)
1.- MANO DE OBRA								
	Maestro Perforista	1.000	Tarea	1.00	68.38	41.44		
	Ayudante Perforista	1.000	Tarea	2.00	60.93	73.85		
	Peón	0.300	Tarea	1.00	58.95	10.72		
	Leyes Sociales: Obrero	149.680	%			188.62		
							314.63	314.63
3.- MATERIALES Y HERRAMIENTAS								
	Aceros de perforación						93.82	
	Barreno de 4'	0.208	Unid	1.00	232.66	29.33		
	Barreno de 6'	0.104	Unid	1.00	305.58	19.26		
	Barra Piloto 6'	0.008	Unid	1.00	507.41	2.46		
	Broca Conica de 36 mm.	0.223	Unid	1.00	70.78	9.56		
	Broca Conica de 38 mm.	0.446	Unid	1.00	74.81	20.21		
	Broca Rimadora 64 mm.	0.030	Unid	1.00	715.12	13.00		
	Accesorios de Perforación y Voladura						9.75	
	Manguera de Jebe 1/2" d	0.008	mt	15.00	2.77	0.21		
	Manguera de Jebe 1" d	0.008	Unid	15.00	5.99	0.45		
	Adaptador recto de 1"	0.008	Unid	1.00	13.65	0.07		
	Valvula de aguja de 3/8"	0.008	mt	1.00	50.46	0.25		
	Atacador	0.017	Unid	1.00	10.50	0.11		
	Guiador	0.017	Unid	3.00	10.50	0.32		
	Sacabarrenos	0.005	Unid	1.00	7.00	0.02		
	Cucharilla	0.005	Unid	1.00	3.00	0.01		
	Pintura Spray Rojo	0.143	mt	1.00	9.63	0.83		
	Caballote	0.003	Unid	1.00	338.28	0.57		
	Aceite	0.464	Gln	1.00	24.54	6.91		
	Herramientas Manuales	1.000	Tarea	1.00	5.37	3.53	3.53	
	Implementos de seguridad	1.000	Tarea	4.00	3.94	9.55	9.55	
	Lamparas mineras	1.000	tarea	4.00	0.96	2.33	2.33	
							118.98	118.98
4.- EQUIPOS DE CONTRATA								
	Perforadora Jack Leg	1.000	pp	222.23	0.14	18.45		
	Repuestos de Jack Leg	1.000	pp	222.23	0.12	16.57		
							35.02	35.02
5.- EXPLOSIVOS								
	Dinamita de 65%	1.00	uni	283.00	0.73	124.47		
	Fulminantes	1.00	uni	37.00	0.58	12.92		
	Mecha de seguridad	1.00	m	258.00	0.14	22.66		
	Conectores	1.00	uni	37.00	2.54	56.91		
	Igniter cord	1.00	m	24.00	1.61	23.41		
							240.36	240.36
6.- SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS								708.99
7.- COSTOS INDIRECTOS								
	Imprevistos	%		5%		23.43		
	Medicinas	%		2.00%		6.29		
	Gastos Generales	%		0%		0.00		
	Utilidad	%		15%		106.35		
							136.07	136.07
TOTAL COSTO x METRO LINEAL EN DOLARES (S./ML)								845.07

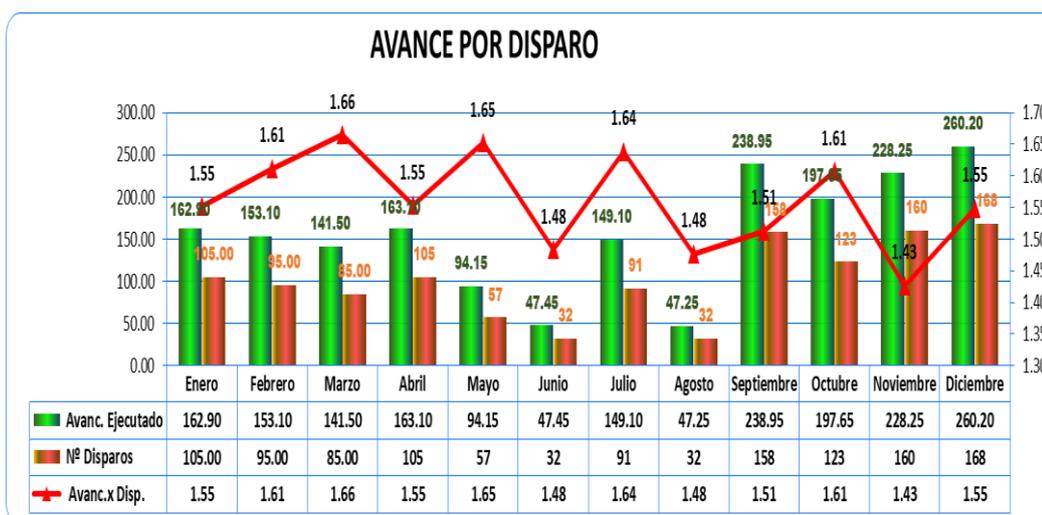
Fuente: Elaboración propia

Para una sección de 2.4 m x 2.70 m con 6 pies, el costo se sitúa en 845.07 Soles por metro lineal tal como se muestra en la tabla 13, por consecuencia la empresa especializada se presenta expectante a la situación del costo operativo de perforación y voladura.

4.3.1.5. Indicadores

Se recolecto los datos de todos los meses del año 2020 como se muestra en la figura 9, donde se obtuvo un promedio de avance por disparo de 1.56 m y 95 % de eficiencia con respecto al parámetro dado por la empresa Marsa de 1.65 m.

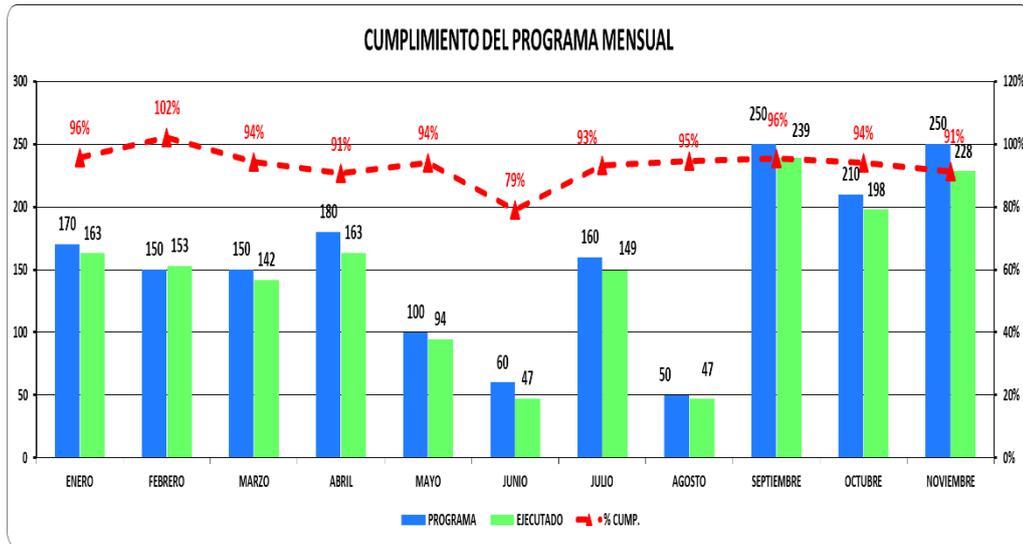
Figura N°9: Avance por disparo en secciones de 8' x 9' por 6 pies



Fuente: Elaboración propia

La empresa especializada Mincotrall tenía deficiencia con respecto al cumplimiento mensual del año 2020, ello conlleva disminución de las valorizaciones a 93 % y por consecuencia disminuye las utilidades generadas por la dicha contrata.

Figura N°10: Cumplimiento mensual en secciones de 8' x 9' por 6 pies



Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Propuesta de Diseño de la perforación y voladura para barrenos de 8 pies

4.3.2.1. Presentación de datos

Los resultados de la investigación se obtienen por ensayo y error, siguiendo este procedimiento. Con base en los parámetros actuales, se propusieron nuevas alternativas en cuanto a estándares y costos. Obviamente, cambiar estos estándares tenía como objetivo reducir los costos.

4.3.2.2. Malla de perforación con barrenos de 8 pies<aw4

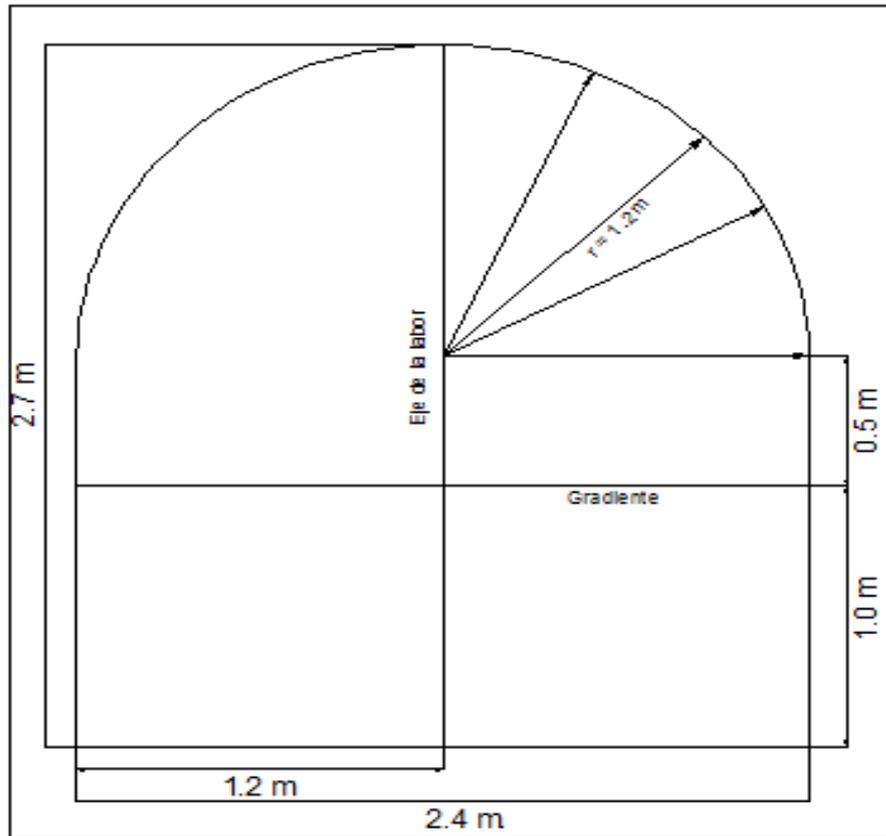
Se recolectaron información de campo la cual permite realizar la investigación, a su vez se tiene el resumen de lo obtenido en campo con los siguientes instrumentos de recolección de información.

Para perforaciones de 8 pies se tiene las siguientes características:

- ✓ Se utilizan barras cónicas de longitudes de 4, 6 y 8 pies de longitud y brocas de 38 y36 mm para las perforaciones.

- ✓ A su vez se tiene taladros de alivio los cuales se utilizan barras pilotos de 4 y 8 pies con rimadoras de 64 mm.

Figura N°11: Malla de perforación de secciones de 8 x 9



Fuente: MARSA`.

Para la distribución de malla de perforación se tiene los taladros y a su vez se tiene las labores con RMR de tres tipos encontrados en la zona:

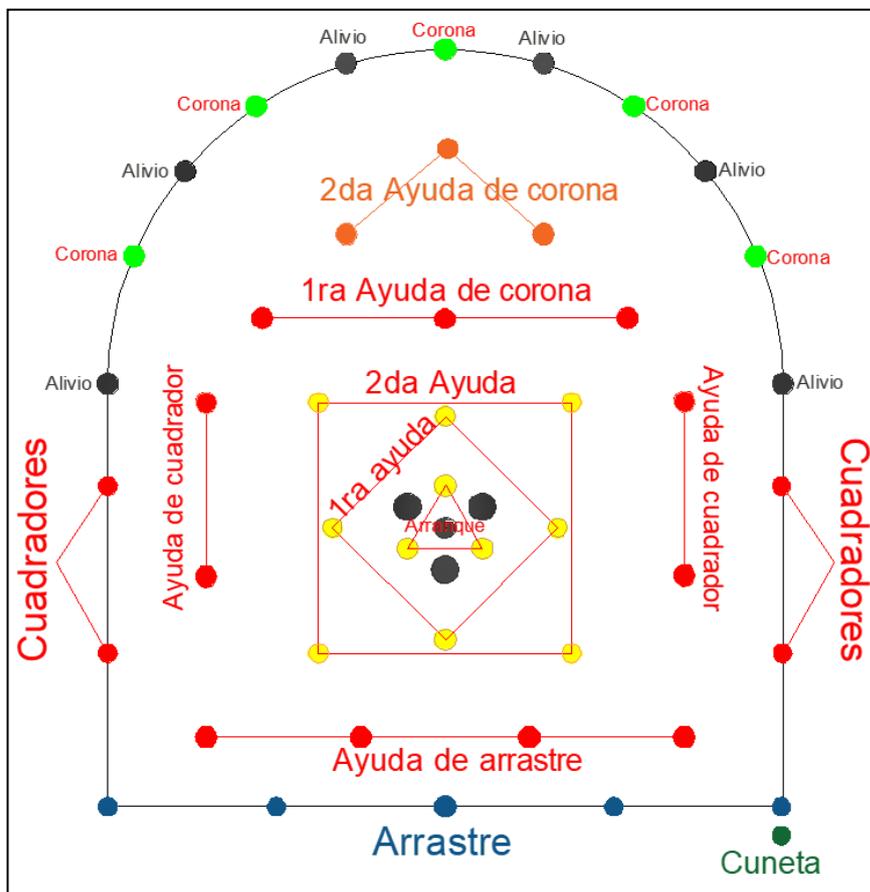
- ✓ Roca buena RMR 100 – 60, se tiene un macizo rocoso de un porcentaje del 5% al 10%.
- ✓ Roca regular RMR 59 – 35, se tiene un macizo rocoso entre 15% al 25%.
- ✓ Roca mala RMR 34 – 10, se tiene un macizo rocoso entre 30% hasta indeterminado.

4.3.2.3. Malla de perforación y voladura para RMR (100–60) 2.40 m X 2.70m

Para roca buena RMR 100 – 60.

La figura 12, detalla las diferentes características que tiene una veta durante la exploración del mineral y las secciones donde actúan los taladros perforadores.

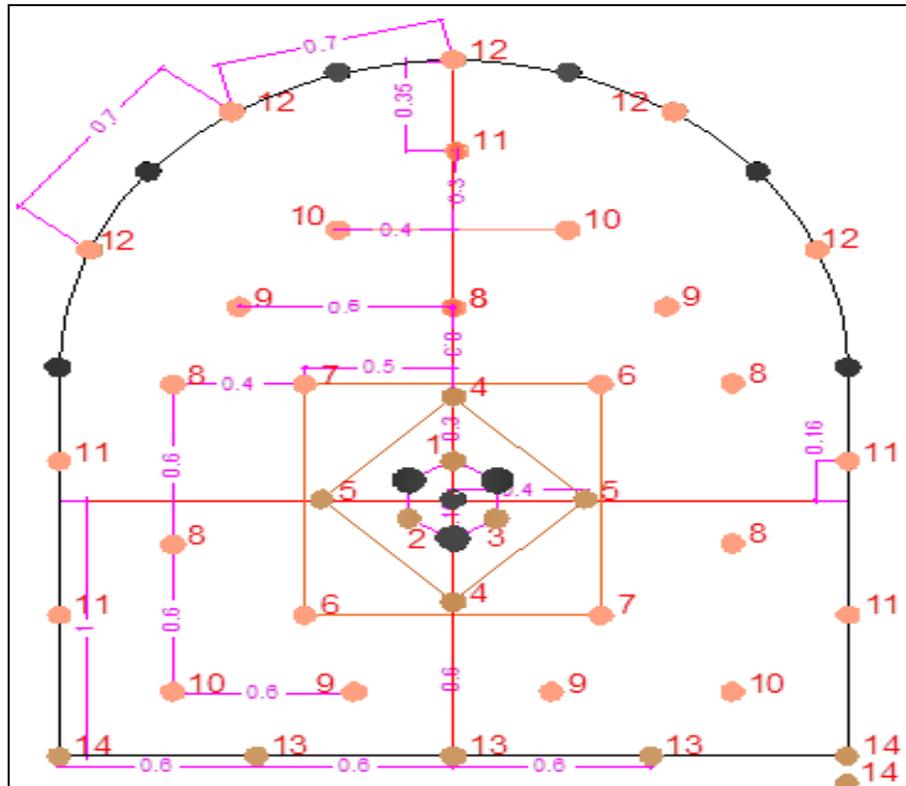
Figura N°12: Malla de carguío de sección de 8`x9



Fuente: MARSA.

La figura 13 muestra la malla de perforación y las dimensiones exactas donde se distribuyen los explosivos que se colocan para las secciones de búsqueda.

Figura N°13: Malla de perforación de secciones de 2,4 m x 2,7m y barreno de 8 pies (RMR 100 – 60).



Fuente: MARSA.

La tabla 14, muestra los datos que se obtienen de la figura anterior, donde se tiene la distribución de explosivos y de los taladros en una sección de exploración.

Tabla N°14: Cuadro de distribución de taladros y tipo de explosivo utilizado (RMR 100 – 60).

	N° TAL	EXPLOSIVOS					TOTAL	PESO / CARTUCHO	PESO TOTAL
		CARTUCHOS POR TALADRO	GELATINA 75% 1 1/8X8	SEMEXSA 65% 7/8X7"	EXADIT45% 7/8X7"				
Distribucion de Taladros	N° TAL								
Arranque	3	10	30	0	0	30	0.174	5.22	
1° Ayud. Arranque	4	10	40	0	0	40	0.174	6.96	
2° Ayud. Arranque	4	9	0	36	0	36	0.081	2.92	
Ayud. Cuadrador	4	9	0	36	0	36	0.081	2.92	
Cuadradores	4	8	0	32	0	32	0.081	2.59	
1° Ayud. Corona	3	9	0	27	0	27	0.081	2.19	
2° Ayud. Corona	3	9	0	27	0	27	0.081	2.19	
Corona	5	6	0	30	0	0	0.081	2.43	
Ayud. Arrastre	4	9	36	0	0	36	0.081	6.26	
Arrastre	5	10	50	0	0	50	0.081	8.70	
Cuneta	1	10	10	0	0	10	0.081	1.74	
TOTAL	40		166	188	0	294.00		44.11	

Fuente: MARSA.

La tabla 15, muestra los factores de avance durante la exploración.

Tabla N°15: Factores de avance

FACTORES DE AVANCE		
DATOS	UNIDADES	RESULTADOS
TOTAL DE EXPLOSIVO	Kg	44.11
LONG. DE PERFORACION	m	2.3
AVANCE (92%)	m/disp	2.12
SECCION	m2	6.48
VOLUMEN	m3	13.71
TONELAJE		37.0
FACTOR DE CARGA	Kg/ml	20.85
	Kg/tn	1.19
	Kg/m3	3.22

Fuente: MARSA.

La figura14, tiene la distribución de los detonadores no eléctricos que son utilizados durante las perforaciones.

Figura N°14: Distribución de detonadores no eléctricos

DISTRIBUCION DE DETONADORES NO ELECTRICOS															
SERIE DNE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Arranque	1	1	1												
1° Ayud. Arranque				2	2										
2° Ayud. Arranque						2	2								
Ayud. Cuadrador								4							
Cuadradores											4				
1° Ayud. Corona								1	2						
2° Ayud. Corona										2	1				
Corona												5			
Ayud. Arrastre									2	2					
Arrastre													3	2	
Cuneta															1
TOTAL	40														

Fuente: MARSA.

Tabla N°16: Cuadro de distribución de taladros y tipo de explosivo utilizado (RMR 59 – 35).

		EXPLOSIVOS						
		CARTUCHOS POR TALADRO	GELATINA 75% 1 1/8X8	SEMEKSA 65% 7/8X7"	EXADIT45% 7/8X7"	TOTAL	PESO / CARTUCHO	PESO TOTAL
Distribución de Taladros	N° TAL							
Arranque	3	10	30	0	0	30	0.174	5.22
1° Ayud. Arranque	4	10	40	0	0	40	0.174	6.96
2° Ayud. Arranque	4	9	0	36	0	36	0.081	2.92
Ayud. Cuadrador	4	9	0	36	0	36	0.081	2.92
Cuadradores	4	8	0	32	0	32	0.081	2.59
1° Ayud. Corona	3	9	0	27	0	27	0.081	2.19
2° Ayud. Corona	1	9	0	9	0	9	0.081	0.73
Corona	5	6	0	30	0	0	0.081	2.43
Ayud. Arrastre	3	9	0	27	0	27	0.081	2.19
Arrastre	5	10	50	0	0	50	0.081	8.70
Cuneta	1	10	10	0	0	10	0.081	1.74
TOTAL	37		130	197	0	267.00		38.58

Fuente: MARSA.

La tabla 17. muestra los factores de avance durante la exploración.

Tabla N°17: Factores de avance

FACTORES DE AVANCE		
DATOS	UNIDADES	RESULTADOS
TOTAL DE EXPLOSIVO	Kg	38.58
LONG. DE PERFORACION	m	2.3
AVANCE (92%)	m/disp	2.12
SECCION	m2	6.48
VOLUMEN	m3	13.71
TONELAJE		37.0
FACTOR DE CARGA	Kg/ml	18.23
	Kg/tn	1.04
	Kg/m3	2.81

Fuente: MARSA.

La figura 16, tiene la distribución de los detonadores no eléctricos que son utilizados durante las perforaciones.

Figura N°16: Distribución de detonadores no eléctricos

DISTRIBUCION DE DETONADORES NO ELECTRICOS															
SERIE DNE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Arranque	1	1	1												
1° Ayud. Arranque				2	2										
2° Ayud. Arranque						2	2								
Ayud. Cuadrador								4							
Cuadradores											4				
1° Ayud. Corona								1							
2° Ayud. Corona									2	1					
Corona												5			
Ayud. Arrastre									1	2					
Arrastre													3	2	
Cuneta															1
TOTAL	37														

Fuente: MARSÁ

4.3.2.5. Malla de perforación y voladura para RMR (34 - 10) 2.40 m x 2.70 m para roca mala RMR 34 – 10

La figura 17, detalla las diferentes características que tiene una veta durante la exploración del mineral y las secciones donde actúan los taladros perforadores.

La tabla19, muestra los factores de avance durante la exploración.

Tabla N°19: Factores de avance (RMR 34 – 10)

FACTORES DE AVANCE		
DATOS	UNIDADES	RESULTADOS
TOTAL DE EXPLOSIVO	Kg	19.01
LONG. DE PERFORACION	m	2.3
AVANCE (92%)	m/disp	2.12
SECCION	m2	6.48
VOLUMEN	m3	13.71
TONELAJE		37.0
FACTOR DE CARGA	Kg/ml	8.98
	Kg/tn	0.51
	Kg/m3	1.39

Fuente: MARSA.

La figura 18, tiene la distribución de los detonadores no eléctricos que son utilizados durante las perforaciones.

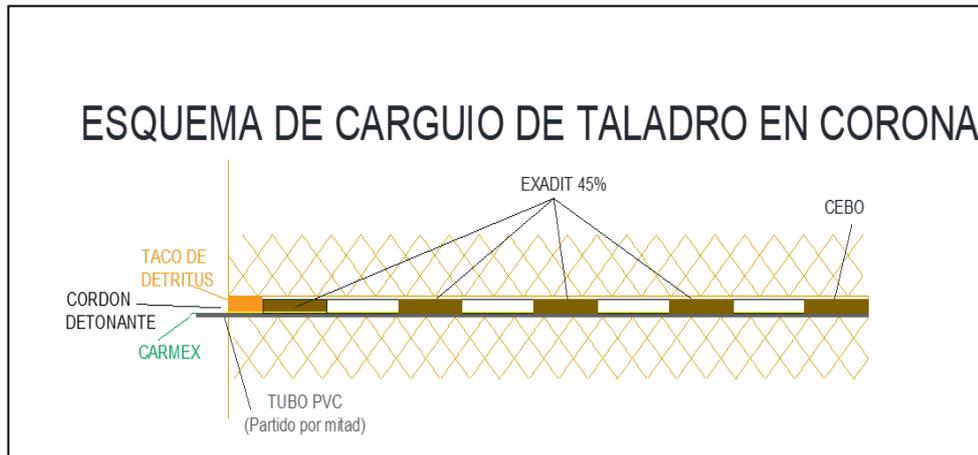
Figura N°18: Distribución de detonadores no eléctricos (RMR 34 – 10).

DISTRIBUCION DE DETONADORES NO ELECTRICOS															
SERIE DNE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Arranque	1	2													
1° Ayud. Arranque			2	2											
2° Ayud. Arranque					2	2									
Ayud. Cuadrador							2								
Cuadradores									4						
1° Ayud. Corona							1								
2° Ayud. Corona								3							
Corona										5					
Arrastre											2	2			
Cuneta														1	
TOTAL	31														

Fuente: MARSA.

Al describir los tres tipos de rocas encontrados durante las exploraciones se tiene un esquema para el carguío del taladro y se tiene en la siguiente figura:

Figura N°19: Distribución de los cartuchos del taladro de corona



Fuente: MARSA.

4.3.2.6. Análisis e interpretación de resultados

✿ Productividad

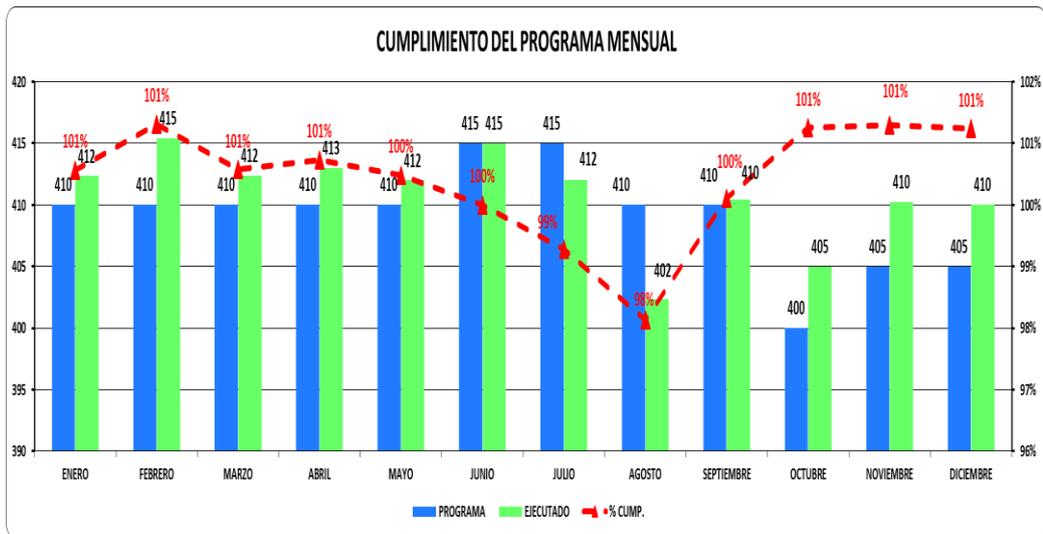
Se ejecutaron las labores con los nuevos parámetros de perforación y voladura en el cual se muestra los resultados

Figura N°20: Avance por disparo en secciones de 8' x 9' por 8 pies



Fuente: Elaboracion Propia

Figura N°21: Avance por disparo en secciones de 8' x 9' por 8 pies



Fuente: Elaboración Propia

4.3.2.7. Costos

Tabla N°20: Estructura de precio unitarios de avances crucero de 8' x 9' (8 pies)

CRUCERO DE 8' X 9' (8 PIES)								
TIPO DE ROCA:	SEMIDURA				Factor Carga:	1.91 kg/m ³		
N° Taladros	42	und			Eficiencia de perforación:	94.97%		
N° Tal.carg.:	37	und			Longitud de taladro:	1.7 m		
EQUIPOS:	PERFORADORA JACK LEG - PALA NEUMATICA				Ediciencia de voladura:	95.00%		
SECCION:	2.40 m x 2.70 m				Avance/Disparo:	2.16 m		
Longitud de barreno:	8	pies			Volumen Roto	12.65 m ³		
P.E.	2.7	tn/m ³			Disparo/Guardia:	1 und		
ITEM	DESCRIPCION	INCIDENCIA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL (S/. /m)	Sub Total (S/. /m)	Total (S/. /m)
1.- MANO DE OBRA								
	Maestro Perforista	1.0000	Tarea	1.00	68.38	31.66		
	Ayudante Perforista	1.0000	Tarea	2.00	60.93	56.42		
	Peón	0.3000	Tarea	1.00	58.95	8.19		
	Leyes Sociales: Obrero	149.6800	%			144.08		
							240.35	240.35
3.- MATERIALES Y HERRAMIENTAS								
	Aceros de perforación						174.77	
	Barra Conica 4'	0.2240	Unid	1.00	232.66	24.13		
	Barra Conica 6'	0.1120	Unid	1.00	305.58	15.84		
	Barra Conica 8'	0.4480	Unid	1.00	342.40	71.02		
	Barra Piloto 4'	0.0107	Unid	1.00	467.99	2.31		
	Barra Piloto 8'	0.0107	Unid	1.00	533.23	2.63		
	Broca Conica de 36 mm.	0.4800	Unid	1.00	70.78	15.73		
	Broca Conica de 38 mm.	0.4800	Unid	1.00	74.81	16.62		
	Broca Rimadora 64 mm.	0.0800	Unid	1.00	715.12	26.49		
	Accesorios de Perforación y Voladura						7.45	
	Manguera de Jebe 1/2" d	0.0083	mt	15.00	2.77	0.16		
	Manguera de Jebe 1" d	0.0083	Unid	15.00	5.99	0.35		
	Adaptador recto de 1" p/pe	0.0083	Unid	1.00	13.65	0.05		
	Valvula de aguja de 3/8" p/	0.0083	mt	1.00	50.46	0.19		
	Atacador	0.0167	Unid	1.00	10.50	0.08		
	Guiador	0.0167	Unid	3.00	10.50	0.24		
	Sacabarrenos	0.0050	Unid	1.00	7.00	0.02		
	Cucharilla	0.0050	Unid	1.00	3.00	0.01		
	Pintura Spray Rojo	0.1429	mt	1.00	9.63	0.64		
	Caballote	0.0028	Unid	1.00	338.28	0.44		
	Aceite	0.4643	Gln	1.00	24.54	5.28		
	Herramientas Manuales	1.0000	Tarea	1.00	5.37	2.70		2.70
	Implementos de seguridad	1.0000	Tarea	4.00	3.94	7.29		7.29
	Lamparas mineras	1.0000	tarea	4.00	0.96	1.78		1.78
							193.99	193.99
4.- EQUIPOS DE CONTRATA								
	Perforadora Jack Leg	1.00	pp	222.23	0.14	14.10		
	Repuestos de Jack Leg	1.00	pp	222.23	0.12	12.65		
							26.75	26.75
5.- EXPLOSIVOS								
	Dinamita de 45%	1.00	uni	0.00	0.63	0.00		
	Dinamita de 65%	1.00	uni	297.00	0.73	99.78		
	Dinamita de 75%	1.00	uni	50.00	0.89	20.53		
	CARMEX DE 7" (2.10 M)	1.00	uni	2.00	2.34	2.17		
	FANEL LP 3.0 MTS	1.00	m	37.00	4.43	75.88		
	CORDON DETONANTE	1.00	uni	15.00	0.86	5.96		
	MECHA RAPIDA	1.00	m	0.30	1.61	0.22		
							204.55	204.55
6.- SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS								665.64
7.- COSTOS INDIRECTOS								
	Imprevistos		%	5%		23.05		
	Medicinas		%	2.00%		4.81		
	Gastos Generales		%	0%		0.00		
	Utilidad		%	15%		99.85		
							127.71	127.71
TOTAL COSTO x METRO LINEAL EN DOLARES (S/. /ML)								793.35

Fuente: Elaboración Propia

4.4. Discusión de resultados

4.4.1. Comparación de resultados

Tabla N°21: Comparación de la Estructura de Costos:

ITEM	DESCRIPCIÓN	FRENTE (6 pies) (S/. /m)	FRENTE (8 pies) (S/. /m)	DIFERENCIA (S/. /m)	VARIACION %
1	MANO DE OBRA	314.63	240.35	74.29	23.61
2	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	118.98	193.99	-75.01	-63.05
	Aceros de perforación	93.82	174.77	-80.95	-86.28
	Accesorios de Perforación y Voladura	9.75	7.45	2.30	23.61
	Herramientas Manuales	3.53	2.70	0.83	23.61
	Implementos de seguridad	9.55	7.29	2.25	23.61
	Lamparas mineras	2.33	1.78	0.55	23.61
3	EXPLOSIVOS	240.36	204.55	35.81	14.90
4	EQUIPOS DE CONTRATA	35.02	26.75	8.27	23.61
5	SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS	708.99	665.64	43.36	6.12
6	COSTOS INDIRECTOS	136.07	127.71	8.37	6.15
7	TOTAL COSTO x METRO LINEAL EN SOLES	845.07	793.35	51.72	6.12

Fuente: Propia

4.4.2. Análisis y Discusión de resultados

La Empresa Mincotrall IERL, empresa especializada en actividades del rubro minera presta sus servicios a la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A., Los servicios que brinda la mencionada empresa especializada comprenden labores lineales como desarrollo, galerías, Bye Pass y cruceros.

En esta investigación evaluaremos la perforación y voladura de frentes, para poder diseñar y proponer el cambio en cuanto al avance de los frentes con barrenos de 8 pies de longitud, actualmente se desarrollan labores de 6 pies de longitud de avance lo que cumplía las metas programadas.

El diagnóstico realizado nos dio la siguiente información: las labores de desarrollo de galerías se realizan con perforaciones de taladros de 6 pies de longitud y brocas de 38 y 36 mm, las secciones que se llevan a cabo tienen una

dimensión de 2.4 m x 2.7 m, realizándose en tres tipos de rocas de acuerdo a la geomecánica de la mina; tenemos roca buena de RMR 100 – 60, roca regular de RMR de 59 – 35 y roca mala de RMR 34- 10.

Los costos operativos actuales están determinados en relación a la mano de obra del personal, del costo de perforación, costo de repuestos, mantenimiento, accesorios de aceros de perforación, costo de equipos y repuestos, costo de explosivos y los costos indirectos.

En la evaluación de la perforación con barrenos de 6 pies se obtuvo los parámetros: se trabaja con secciones de 2.4 m x 2.7 m longitudes de taladro de 6 pies, en roca dura realizándose 39 taladros (37 cargados y 2 vacíos), el costo de la voladura y perforación fue de 845.07 S/metro lineal, repartido en mano de obra 314.63 S/m, materiales y herramientas 118.98 S/m, equipo de contrata 35.02 S/m, explosivos 240.36, costos indirectos 136.07 S/m.

En cuanto al avance de la perforación por disparo por mes fue variado así vemos que el mejor avance fue en el mes de diciembre llegando a 260.20 m, y el menor avance fue en el mes de agosto llegando a 47.25 metros debido a los problemas que presentaba el terreno.

En cuanto al avance por disparo promedio fue de 1.56 m lo que significa un 95 % de eficiencia.

El número de disparo fue también variado durante los meses, así tenemos que el mes que se tuvo mayor cantidad de disparo fue diciembre con 168 disparos por mes y el mes de menor disparo junio y agosto con 32 disparos cada uno.

En cuanto al cumplimiento de la meta en la perforación, en cada mes vemos que en la mayoría de los meses no se llegó al meta programado, llegando a un 96 % o un 79% salvo el mes de febrero que se llegó a un 102 % de cumplimiento.

Referente a la propuesta de la perforación y voladura para longitudes de 8 pies, vemos que se tiene el siguiente análisis.

Se realizó trabajos de perforación y voladura en los tres tipos de rocas establecidos por el departamento de geomecánica, teniendo los siguientes resultados:

- ✪ Para rocas de RMR de 100 – 60 se realizó 40 taladros, usando 44 kg/disparo, llegando a un 92 % de avance por disparo, un factor de carga de 1.19 kg/tn.
- ✪ Para rocas de RMR de 59 – 35 se realizó 37 taladros, usando 38.58 kg/disparo, llegando a un 92 % de avance por disparo, un factor de carga de 1.04 kg/tn.
- ✪ Para rocas de RMR de 34 – 10, se realizó 31 taladros, usando 19.01 kg/disparo, llegando a un 92 % de avance por disparo, un factor de carga de 0.51 kg/tn.

La productividad se elevó en todos los meses y se mantuvo por encima de los 405.00 metros por mes, en cuanto al número de disparos se elevó llegando a 204 en el mes de junio y en lo referente al avance por disparo en promedio fue de 2.07 metros por disparo superando lo programado en casi todos los meses salvo de los meses de julio y agosto que fue de 99.1 % y 98 % respectivamente.

En lo referente a los costos que conlleva la perforación y voladura para avances de 8 pies de longitud se tuvo los siguientes resultados; el costo de mano de obra 240.35 S/m, materiales y herramientas 193.99 S/m, equipos de contrata

26.75 S/m, explosivos 204.55 S/m, costos indirectos 127.71 S/m, totalizando en 793.35 S/m.

Finalmente, al realizar la comparación en los dos tipos de perforación y voladura tanto de 6 pies como el de 8 pies se llega a la conclusión que el costo de la perforación y voladura en frentes con perforaciones de 8 pies es menor llegando a 793.35 S/m. con un ahorro de 51.72 S/m, lo que significa un ahorro de 6.12 %

CONCLUSIONES

1. Al contar con un diagnóstico de la perforación y voladura actividad que realiza la Empresa Especializado Mincotrall IERL para la Minera Aurífera Retamas S.A. fue posible mejorar algunos parámetros de la perforación y por consiguiente reducir los costos en este rubro.
2. Las características más resaltantes del diagnóstico de la perforación y voladura para las secciones de 8' x 9' x 6' fueron: longitud de perforación 6 pies, la perforación se realizó en tres tipos de roca buena, regular, mala; el costo por metro lineal fue de 845.07 S/m. el avance promedio por disparo fue de 1.56 m lo que significó un 95 % de eficiencia, concluyendo que no se llega a cumplir con la meta programada.
3. La propuesta de diseño para la perforación y voladura para secciones de 8' x 9' x 8' y longitudes de perforación de 8 pies, se tubo los siguientes resultados: longitud de perforación 8', se trabajó en iguales condiciones que las perforaciones de 6 pies de longitud, se tuvo una eficiencia de perforación del 92%, la productividad se elevó y se mantuvo por encima de los 405.00 metros por mes, el avance por disparo fue de 2.07 metros por disparo superando el 100 % de lo programado, los costos de perforación y voladura disminuyeron llegando a 793.35 S/metro lineal.
4. Como conclusión final diremos que al realizar la comparación en los dos tipos de perforación y voladura tanto de 6 pies como el de 8 pies se llega a la conclusión que el costo de la perforación y voladura en frentes con perforaciones de 8 pies en menor llegando a 793.35 S/m. con un ahorro de 51.72 S/m, lo que significa un ahorro de 6.12 %

RECOMENDACIONES

1. Para la presente investigación se recomienda impulsar el estudio para difundirlo y así lograr mejoras significativas las condiciones de la perforación y voladura, reduciendo costos operativos y obteniendo ganancias, como la disminución de accidentes en el laboreo diario.
2. Se recomienda hacer una propuesta de reducción del tipo de explosivo utilizado para lograr una mejor optimización de los procesos, aprovechando y reduciendo más los costos operativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Azamar, A., & Uribe, S. (2017). Ley minera metálica en El Salvador. *Redalyc*, 10(10).
Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5535/553559586010/553559586010.pdf>
- Bernaola, J., Castilla, J., & Herrera, J. (2013). *Perforacion y voladura de rocas en mineria*. DEPARTAMENTO DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS, Universidad Poitecnica de Madrid.
- BLANCO, J. (2018). “*CARACTERIZACIÓN GEOMECAÁNICA PARA EL ANÁLISIS DE PERNOS HYDRABOLT EN EL SOSTENIMIENTO DE LABORES SUBTERRÁNEAS COMPAÑÍA MINERA CASAPALCA*”. [tesis de licenciamiento U.N.DANIEL ALCES CARRION] Repositorio institucional U.N.Danel Alcides Carrion de Cerro de Pasco.
- Correa, Iparraguirre, L. (2016). “*REDUCCIÓN DE COSTOS OPERATIVOS MEDIANTE LA ESTANDARIZACIÓN DE MALLA DE PERFORACIÓN - VOLADURA, PARA LABORES HORIZONTALES: SECCIÓN 4.0 m. x 4.0 m., MINA SOCORRO - UCHUCCHACUA*.”. [Tesis de licenciamiento U.N. de Trujillo, Sede Huamachuco] repositorio institucional de la U.N. de Trujillo.
- DE LA CRUZ , O. (2018). “*OPTIMIZACIÓN DE COSTOS EN PERFORACIÓN Y VOLADURA ESTANDARIZANDO MALLA PARA SECCIÓN 2.40m x 2.40m EN LA EMPRESA CANCER E.I.R.L. – MARSA*”. [tesis de licenciamiento Universidad Nacional de Trujillo] repositorio institucional Universidad Nacional de Trujillo.
- Díaz, I., & Apaolaza, R. (2020). Una propuesta metodológica para identificar gentrificaci3n a partir de los censos de poblaci3n. *Estudios Demogr3ficos y Urbanos*, 35(3), 629-661. Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/312/31264845003/31264845003.pdf>
- ENAEEX. (s.f.). *Manual de tronadura ENAEEX S.A.* ENAEEX, Gerencia tecnica.
- EXSA. (s.f.). *Manual practico de voladura, 4ta edicion.* exsa.

- Guedea, H., & Garcia, F. (2019). Semantic (Big) Data Analysis: An Extensive Literature Review . *Latamt*, 17(5). Obtenido de <https://latamt.ieeer9.org/index.php/transactions/article/view/673/207>
- HERNANDEZ, FERNANDES, BAPTISTA, R. (2014). *Metodologia de la investigacion* (sexta edicion ed.). (M. e. S.A., Ed.)
- Instituto Geologico y Minero de España. (1987). *Manual de perforacion y voladura de rocas*. Instituto Geologico y Minero de España.
- Leiva, M. (2019). *Influencia de la estandarización de la malla de perforación y voladura en las sobre roturas para labores de sección 3.5 m. x 3.5 m. en un macizo rocoso de clase IV aplicando el “Modelo matemático de áreas de influencias”*; en la *Compañía Minera Raura S.A.*
- Pachas, Y. (2017). *REDUCCIÓN DE LOS COSTOS UNITARIOS CON LA ESTANDARIZACIÓN DE LA MALLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA EN LABORES DE AVANCE DE LA U. E. A. SAN HILARIÓN - CORPORACIÓN MINERA VIRGEN DE LA MERCED SAC. – PERIODO 2017*. [tesis de licenciamiento U.N. Santiago Antunez de Mayolo] repositorio institucional de la U.N. Santiago Antunez de Mayolo.
- Philipe, N., Otaño, J., & Waston, R. (2021). Índice de extinción de las tensiones al detonar cargas explosivas en el macizo gnéisico de la mina Catoca. *Redalyc*, 37(2). Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/2235/223568255007/223568255007.pdf>
- Pincay, W., Encarnación, M., & Gonzàles, A. (2020). La contaminación ambiental ocasionadapor la minería en la provincia de El Oro. *Revista Internacional de Administración*. Obtenido de <https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/eg/article/view/2437/2228>
- Rendón, M., & Villasís , M. (2017). El protocolo de investigación V: el cálculo del tamaño de muestra. *Alergía*, 64(2), 220-227. Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/4867/486755083009/486755083009.pdf>
- Ríos, R. (2017). Metodología para la investigación y redacción. Obtenido de <https://www.eumed.net/libros-gratis/2017/1662/index.html?id=1662>

- Sanchez, F., & Hartleb, P. (2020). Innovation in the Mining Industry: Technological Trends and a Case Study of the Challenges of Disruptive Innovation. *Springer*. Obtenido de <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s42461-020-00262-1.pdf>
- Santos, C. (2019). Gestión Logística y su influencia para reducir costos operacionales en la empresa de transportes Ave Fénix SAC. *Revista CIENCIA Y TECNOLOGÍA*. Obtenido de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/2526>
- Supo, W. (2019). *CONTROL Y ESTANDARIZACION DE LOS COSTOS DE PERFORACION Y VOLADURA PARA MEJORAR LOS PARAMETROS TECNICOS EN CÍA. MINERA YANAQUIHUA*. Arequipa : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/9633/IMsurawy.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ynquilla, J. (2018). *DISEÑO DE MALLAS DE PERFORACIÓN PARA LA ESTANDARIZACIÓN DEL FRENTE DE LA GALERÍA DE DESARROLLO NIVEL INTERMEDIO DE LA CORPORACIÓN MINERA ANANEA S.A.* Puno: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7228/Ynquilla_Mamani_Jairsino.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXO

Matriz de consistencia

TITULO: “Estandarización de seccionamiento de 8x9 con 8 de longitud para reducir costos operativos en la empresa MINCOTRALL EIRL-MARSA”				
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>1.3.1 Problema General ¿Cuál debe ser la propuesta de estandarización de las labores de 8´x 9´ x 8´ que nos permita reducir costos operativos en la empresa MINCOTRALL EIRL - MARSA?</p> <p>1.3.2 Problema Específicos a. ¿Cuál es el diagnóstico de la voladura antes de la estandarización de las labores de 8´x 9´ x 8´ que nos permita reducir costos operativos en la empresa MINCOTRALL EIRL - MARSA? b. ¿Cuál debe ser el diseño a implantar en la estandarización de las labores de 8´x 9´ x 8´ que nos permita reducir costos operativos en la empresa MINCOTRALL EIRL - MARSA?</p>	<p>1.4.1 Objetivo General Realizar una propuesta de estandarización de las labores de 8´x 9´ x 8´ que nos permita reducir costos operativos en la empresa MINCOTRALL EIRL - MARSA.</p> <p>1.4.2 Objetivos Específicos a. Determinar el diagnóstico de la voladura antes de la estandarización de las labores de 8´x 9´ x 8´ que nos permita reducir costos operativos en la empresa MINCOTRALL EIRL - MARSA. b. Diseñar la estandarización de las labores de 8´x 9´ x 8´ que nos permita reducir costos operativos en la empresa MINCOTRALL EIRL - MARSA.</p>	<p>1.1.1 Hipótesis General La propuesta de estandarización de las labores de 8´x 9´ x 8´ nos permita reducir costos operativos en la empresa MINCOTRALL EIRL - MARSA– MARSA.</p> <p>1.1.2 Hipótesis Específicas a. Al contar con el diagnóstico de la voladura antes de la estandarización de las labores de 8´x 9´ x 8´ nos permita reducir costos operativos en la empresa MINCOTRALL EIRL - MARSA. b. Al diseñar la estandarización de las labores de 8´x 9´ x 8´ nos permita reducir costos operativos en la empresa MINCOTRALL EIRL - MARSA.</p>	<p>2.5.1 Variable para la Hipótesis General Variable independiente Estandarización de las labores de 8´x 9´ x 8´ Variable dependiente Reducir costos. Variable para las Hipótesis Específicas Variable para la Hipótesis Específicas a Variable independiente Diagnóstico de la voladura Variable dependiente Reducir costos Variable para la Hipótesis Específicas b Variable independiente Diseño de la estandarización Variable dependiente Reducir costos</p>	<p>4.5. Tipo de investigación tipo aplicada 4.6. Métodos de investigación Método científico, Apoyado por el método inductivo deductivo. Diseño experimental</p>

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

✓ Formato de reporte de Vales de explosivos usados en las labores mineras.

VALE DE SALIDA DE EXPLOSIVOS						N° 00001			
ALMACÉN	<input type="text"/>	BODEGA	<input type="text"/>	FECHA	<input type="text"/>	GUARDIA (D/N)	<input type="text"/>	CÓD. FIRMA	<input type="text"/>
CENTRO DE COSTO	<input type="text"/>			LABOR:	<input type="text"/>				
CODIGO DE LABOR	<input type="text"/>			NIVEL:	<input type="text"/>				
ANÁLISIS CONTRATA	<input type="text"/>			EMPRESA:	<input type="text"/>				
INTENCIÓN DEL DISPARO:		AVANCE	<input type="text"/>	CIRCADO	<input type="text"/>	DESQUINCHE	<input type="text"/>	ENSANCHE	<input type="text"/>
		PLASTEO	<input type="text"/>	CUNETA	<input type="text"/>	RECARGA	<input type="text"/>		

MATERIAL	CJS	UND	CANTIDAD	MATERIAL	CJS	UND	CANTIDAD
DINAMITA SEMEXA 65% 7/8" x 7"		Cart		MECHA RÁPIDA		Mto	
DINAMITA EXADIT 45% 7/8" x 7"		Cart		CARMEX 1.8 MTS		Pzas	
PENTACORD 5P		Mto		CARMEX 2.1 MTS		Pzas	
DINAMITA SEMEXA 65% 1 1/8" x 7"		Cart		CARMEX 2.4 MTS		Pzas	
DINAMITA GELATINA 75% 1 1/8" x 7"		Cart					
EMULNOR 5000 1" x 7"		Cart					

FANEL 3 MTS	#	CANT	#	CANT	FANEL 3 MTS	#	CANT	#	CANT
	1		6			11		16	
	2		7			12		17	
	3		8			13		18	
	4		9			14		19	
	5		10			15		20	

CANTIDAD DE TALADROS:	<input type="text"/>	PERFORISTA:	<input type="text"/>
PIES PERFORADOS:	<input type="text"/>	N° MÁQUINA:	<input type="text"/>

	NOMBRES	FIRMA
SOLICITADO POR:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
AUTORIZADO POR:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
DESPACHADO POR:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
RECIBIDO POR:	<input type="text"/>	<input type="text"/>

✓ Marcado de malla, Carguío de taladros con explosivos y amarre de faneles.



✓ Equipo de medición, estación total Leica FlexLine TS07.



✓ Equipo para procesamiento de datos Lenovo Intel(R) Core(TM) i5-10300H CPU @ 2.50GHz.

