



**VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**

TESIS

**MALLA DE PERFORACIÓN CON ENTUBADO PARA
OPTIMIZAR LA VOLADURA – NV - 450 NORTE EN LA
MINA HUARÓN S.A.C. – 2018**

Presentado por:

Bach. RETIZ CONDOR, Abel

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO DE MINAS

PASCO – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A mi esposa e hijos por su apoyo incondicional durante mi vida personal, laboral y profesional.

AGRADECIMIENTO

Mis sinceros agradecimientos a la Empresa Minera Pan American S, A. Huarón por darme la oportunidad de laborar en dicha empresa y a los ingenieros:

Ing. Cristian Vía Asensio.

Superintendente de Mina Pan American Silver S.A.C. Huarón

Por los consejos, apoyo, experiencia profesional y apoyo en materiales y equipos.

Ing. Manuel Castro Angobaldo.

Jefe de zona del NV 450 Norte de Pan American Silver S.A.C. Huarón.

Por su buena disposición en datos de planeamiento.

Ing. Pavel Alvarez Alvarez.

Jefe de Guardia de 450 Norte de Pan American Silver S.A.C

Por su gran ayuda en proporcionar información de equipos de perforacion y apoyo de experiencia profesional.

Tec. Miguel Ángel Marrón Hinostraza.

Supervisor de Área de capacitación de Pan American Silver S.A.C. Huarón

Por su gran apoyo y experiencia profesional.

A Todo los Colaboradores de Cuadrilla dos del NV 450 Norte.

Por su gran contribución en la realización experimental del actual tesis de su experiencia laboral.

RESÚMEN

Pan American Silver S.A.C. Huarón, es una empresa dedicada a la producción de minerales polimetálicas, para lo cual la primera fase es la excavación subterránea en la cual es indispensable efectuar perforaciones y voladuras. Para la empresa, en el desenvolvimiento de sus actividades extractivas, es substancial el progreso expresado en metros lineales ya que de estos resultados depende la adquisición de utilidades. Es por ello que en el actual trabajo de investigación intitulado “Malla de perforación con entubado para optimizar la voladura – NV – 450 - Norte en la Mina Huarón S.A.C.- 2018”, la implementación de los tubos PVC ha sido un instrumento clave para lograr los programas del plan del minado; con lo que se ha conseguido grandes beneficios en disminución de tiempos de carguío y minimización de uso de explosivos.

Como investigadores creemos firmemente que con el entubado se optimizó la voladura, ya que se ha logrado optimizar las longitudes de avance en un 44%, reducción de tiempos de carguío en 55.56% y la reducción del uso de explosivos en 11.39%, afirmaciones que se sustentan en 40 muestras que fueron evaluadas; siendo el diseño de investigación de tipo experimental.

SUMMARY

Pan American Silver S.A.C. Huarón, is a company dedicated to the exploitation of polymetallic minerals, for which the first stage is the underground excavation where it is necessary to execute drilling and blasting. For the company, in the development of its extractive activities, the progress expressed in linear meters is important since the results of utilization depend on these results. That is why in this research work entitled “Drilling mesh with tubing to optimize blasting – NV – 450 - North in Mina Huarón S.A.C. - 2018”, The implementation of PVC pipes has been a key element in achieving the mining plan programs; which has achieved great benefits in reducing loading times and minimizing the use of explosives.

As researchers, we strongly believe that blasting was optimized with tubing, since it has been possible to optimize feed lengths by 44%, reduce loading times by xx% and reduce the use of explosives by 11.39%, claims that they support 40 samples that were evaluated; Being the type research design experience.

SINTESIS

La presente investigación detalla malla de perforación con entubado de taladros para la optimización la voladura en la RP 10 del-NV- 450 Norte de Pan American Silver S.A.C. Huarón, para ello se ha tomado 40 muestras de perforaciones de frente de 4.0x4.2m de la rampa en mención labores tomando una muestra por día donde se ha aplicado trabajos de perforación y voladura dándonos resultados favorables aplicando. Malla de perforación con entubado para optimizar la voladura para. Alcanzar el metraje programado del día, del mes y anual y así optimizando la voladura – 450 Norte.

El cambio para la perforación y voladuras ha sido fundamental a través de una capacitación continua a los supervisores, perforistas y cargadores por la empresa Pan American Silver S.A.C.Huaron. Estos mismos son los que nos proporcionan los accesorios de voladura. También se ha podido lograr un mejor avance lineal en las voladuras, siendo este mismo de 3.60 a 3.80 mts de avance con una efectividad de voladura de 95% de una perforación de 3.90mts. Así mismo se ha podido reducir los tiempos de carguío de explosivos de un antecedente de 1hora 30 minutos. y con los taladros perforados y taladros entubados con tubos de pvc de 46 mm de 12 pies el carguío redujo a 40 minutos con taladros entubados, de una forma indirecta se logrado mejorar la optimización de mejora en la voladura y la longitud de avance por cada disparo y el carguío de frentes debido a que solo se manejan iniciadores de distribución de taladros del frente y el adecuado retardo de salida y la distribución de accesorios en el frente según retardo para el arranque , cuadradores, ayudas, coroca, arrastre y hastiales.

INDICE GENERAL

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	iv
Summary	v
Síntesis	vi
Índice general	vii
Índice de tablas	xii
Índice de figuras	xiii
Índice de cuadros	xiv
Índice de gráficos	xv
Introducción	xvi

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.1.1. Geología Regional.	2
1.1.2. Geología Local	9
1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	11
1.2.1. Delimitación Espacial	11
1.2.2. Delimitación temporal	12
1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12

1.3.1 Problema General	13
1.3.2. Problemas Específicos	13
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	13
1.4.1. Objetivo General	13
1.4.2. Objetivos Específicos	13
1.5. FORMULACIÓN DE HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.5.1. Hipótesis General	13
1.5.2. Hipótesis Específicas	14
1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	14
1.6.1. Variable Independiente	14
1.6.2. Variable Dependiente	14
1.6.3. Operacionalización de Variables	14
1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACION	16
1.7.1. Tipo de Investigación	16
1.7.2. Nivel de Investigación	16
1.7.3. Método de Investigación	16
1.7.4. Diseño de Investigación	16
1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.8.1. Población	17
1.8.2. Muestra	17
1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	18

1.9.1. Técnicas.	18
1.9.2. Instrumentos.	18
1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.10.1 Justificación	18
1.10.1.1. Importancia.	19

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.1.1. Antecedentes nacionales	20
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	23
2.2. BASES TEORICAS	28
2.2.1. Malla de perforación	28
2.2.2. Características de rocas	31
2.2.2.1. Distribución de taladros	33
2.2.2.2. Voladura	37
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	43

CAPÍTULO III

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO	47
3.1.1. Confiabilidad del instrumento	47
3.1.2. Validación del instrumento	50

3.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES.	51
3.2.1. Características de la roca	51
3.2.2. Distribución de taladros	55
3.2.3. Tiempo de carguío de explosivo.....	59
3.2.4. Explosivos	62
3.3. PRUEBA DE NORMALIDAD	64

CAPÍTULO IV 72

PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS 72

4.1. PRUEBA DE HIPOTESIS	74
4.1.1. Hipótesis General.....	74
4.1.2. Hipótesis específicas.....	77

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	84
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	88
FUENTES DE INFORMACIÓN	89
ANEXOS	90
Anexo 1. Matriz de Consistencia	91
Anexo 2. Cuadro T- Student	92
Anexo 3. Tabla Geomecánica de Panamerican Huaron (1 – 2 – 3)	93
Anexo 4. Metodología de Aplicación de la Tabla Geomecánica De Panamerican Huaron (1 – 2 – 3)	94

Anexo 5. Tubos de PVC de 38 mm	95
Anexo 6. Explosivos Anfo – Dinamita	96
Anexo 7. Equipo de Perforación Jumbo S1D4	96
Anexo 8. Equipo Jumbo En Perforación De La Rampa 10	97
Anexo 9. Taladros de alivio perforados	98
Anexo 10. Entubado de Taladros	99
Anexo 11. Carguíos de Taladros Entubados	100

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ruta hacia Pan American Silver S.A.C.Huaron.	12
Tabla 2. Matriz de mitades partidas para el cálculo de fiabilidad	48
Tabla 3 Estadísticas de Confiabilidad	49
Tabla 4. Tiempo de carguío de malla de perforación sin entubado	60
Tabla 5. Tiempo de carguío de malla de perforación con entubado	61
Tabla 6. Datos de perforación sin entubado y perforación con entubado	66
Tabla 7. Prueba de Normalidad Hipótesis General	67
Tabla 8. Datos de tiempo de carguío sin entubado y tiempo de carguío con entubado ..	68
Tabla 9. Prueba de Normalidad Hipótesis Especifica 1	69
Tabla 10. Datos de explosivos utilizados sin entubado y explosivos utilizados con entubado	70
Tabla 11. Prueba De Normalidad Hipótesis Específica 2	71
Tabla 12. Matriz de análisis de datos.	73
Tabla 13. Datos para contrastación de hipótesis	74
Tabla 14. Perforación con el uso de tubos y Perforación sin el uso n tubos pvc	75
Tabla 15. Prueba de T Student para Hipótesis General	75
Tabla 16. Estadísticas de muestras emparejadas	76
Tabla 17. Estadísticos de Explosivos Utilizados Antes y Después	78
Tabla 18. Prueba de T Student para Hipótesis Especifica 1	78
Tabla 19. Estadísticas de Muestras Emparejadas	79
Tabla 20. Estadísticos de Tiempo de Carguío Antes y Después	81
Tabla 21. Prueba de T Student para Hipótesis Especifica	81
Tabla 22. Estadísticas de Muestras Emparejadas y Medias.	82

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plano geológico.	3
Figura 2. Esquema Estratigráfico de Huarón.	8
Figura 3. Esquema Estructural de Huarón.	10
Figura 4. Ubicación de Mina Huarón.....	11
Figura 5. Diseño de Investigación.....	17
Figura 6. Diseño taladro de arranque	34
Figura 7. Método de Mitades Partidas con software SPSS Statistics	49
Figura 8. Comparativo de fiabilidad	50
Figura 9. Evaluación Geomecánica enero - 2017	52
Figura 10. Evaluación Geomecánica setiembre - 2018.....	54
Figura 11. Diseño de Malla de Perforación (sin entubado) Sección 4.00 m x 4.20 m	56
Figura 12 Diseño de Malla de Perforación (con entubado) Sección 4.00 m x 4.20 m	58
Figura 13. Campana de Gauss para Hipótesis General	76
Figura 14. Campana de Gauss para Hipótesis Especifica 1	79
Figura 15. Campana de Gauss para Hipótesis Especifica 2	82

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Operacionalizacion de Variable Independiente y Variable Dependiente..	15
Cuadro 2. Datos de Campo	30
Cuadro 3. Calidad de Roca	33
Cuadro 4. Interpretación de la prueba de normalidad normalidad.....	67
Cuadro 5. Interpretación de normalidad	69
Cuadro 6. Interpretación de normalidad	71

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Comparativos de Perforación sin Entubado y Perforación con uso de Tubos pvc.	77
Gráfico 2. Comparativos con tiempo de carguío con Tubos pvc.....	80
Gráfico 3. Comparativos de Explosivos Utilizados Antes y Después.	83

INTRODUCCIÓN

La presente Investigación es intitulada “Malla de perforación con entubados para optimizar la voladura en la RP 10 del NV 450 Norte Pan American Silver S.A.C.Huaron 2017 – 2018”. Es un trabajo que reconoce los beneficios y detalla por desobediencia de programas de avances mensuales la insuficiencia inadecuada de metrajes de avances en los labores de elaboración en los disparos realizados según el procedimiento del minado causando problemas operacionales asimismo se notó un enorme empleo de material explosivos que venían provocando sobre fractura y/o sobre excavación ocasionando la desequilibrio del macizo rocoso y el quebrantamiento de los estándares en el trabajo originando multas y mayor coste en sostenimiento. Por ello se plantea en el actual trabajo de investigación el uso de malla de perforación con entubado para optimizar la voladura aplicando perforaciones efectivas de 13 a 12 pies de longitud, haciendo un excelente utilización de explosivos y tomando controles para dicha mejora se aplicó taladros perforados y taladros entubados en un porcentaje de 94 a 95%, existe una relación entre la malla de perforación con entubado en el tiempo de carguío de explosivos, asimismo minimiza el uso de explosivos.

El trabajo de investigación se divide en cinco capítulos, el primero describe lugar y accesos, topografía, geología local, estratigrafía y geología estructural. Basada en la conjetura, describe la situación problemática, demarcación, formulación de problemas, objetivos e hipótesis de la investigación, Operacionalización de variables, tipo y nivel de investigación, procedimiento y diseño, técnicas e instrumentación, población, muestra, justificación e importancia. También, se da alcances de los antecedentes de investigación.

El segundo capítulo define marco teórico, antecedentes de nuestra investigación bases teóricas y glosario de términos y aspectos de toma de datos de malla de perforación con entubados para así optimizar la voladura.

El tercer capítulo menciona demostración de resultados confiabilidad y la validación de instrumentos, análisis cuantitativos de los variables, la prueba de normalidad y la prueba de hipótesis.

El cuarto capítulo describe el desarrollo de contraste y pruebas de la hipótesis general y de las hipótesis específicas.

El quinto capítulo esta basados discusiones de los resultados, conclusiones, recomendaciones y fuentes de información.

El autor.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Entre de las actividades mineras, industria y tecnología, se van desarrollando nuevas técnicas y métodos y en el zona minero fundamentalmente, se buscan mejores estándares de productividad. En la Empresa Pan American Silver S.AC. dedicada a la aprovechamiento y remoción de bienes naturales no renovables como Cu, Ag, Pb, Zn (mineral), se implementó el empleo de malla de perforación con entubado para optimizar la voladura aplicando el procedimiento de taladros perforados y taladros entubados con tubos de pvc de 46mm Ø, de 12 pies, para lograr la programación mensual; igualmente, para el cumplimiento del tonelaje considerado por el área de planeamiento de Pan American Silver S.A.C. apuesta por nuevas tecnologías de optimización de perforación y voladura, es asimismo como implementa el método de malla de perforación con entubado para optimizar la voladura.

Para mejor conocimiento de la zona, donde se desarrolló el presente trabajo, se detalla la geología regional y local de Pan American Silver S.A.C. Huarón, describiendo el tipo de terreno y principales minerales de extracción de minerales que produce.

1.1.1. Geología Regional.

La empresa Pan American Silver S.A.C.Huarón desarrolla sus actividades en la franja geológica denominada como Falla Casapalca. Las Unidades lito - estratigráficas que afloran en la zona minera de Animón-Huarón están constituidos por sedimentos de ambiente geomorfológico de naturaleza “molásico” que son conocidos como “Capas Rojas”, rocas volcánicas dacíticas y andesíticas con plutones - hipabisales .

En la zona abundan las “Capas Rojas” pertenecientes al Conjunto Casapalca que se encuentra considerablemente distribuida a lo amplio de la Cadena Occidental, a partir la divisoria continental hacia el oriente y está constituido por areniscas arcillas y margas de tonalidad rojiza y verdusca.

En capas delgadas con algunos lechos de aglomerados y esporádicos límites lenticulares de calizas grises, se aprecia un espesor de 2,4 metros.

En manera contraria a las “Capas Rojas” y otras unidades litológicas del cretáceo, se tiene una serie de rocas volcánicas con espesores variables, constituidos por una cadena de derrames piroclastos y lávicos, fundamentalmente dacíticos, andesíticas y riolitos pertenecientes al Conjunto Calipuy que, a menudo muestran una pseudo - estratificación sub - horizontal en carácter de bancos medianos a gruesos con colores variados de plumizo, verdusco y morados. Localmente tienen intercalaciones de areniscas, lutitas y calizas tremendamente silicificadas que podrían pertenecer a una

a) Rocas sedimentarias

Concerniente a rocas sedimentarias, se disponen las siguientes:

Grupo Pucará (Triásico Superior - Jurásicos Inferior

Éste conjunto se le conoce igualmente con la denominación de calizas Uliachín está formado por dolomías calizas grises claras y rojizas intercaladas con pequeños límites de carbón.

El afloramiento más característico de éste conjunto está en el lugar de Canchacucho a 10.1 km al noreste de Huarón.

En el tramo sur de éste compuesto sedimentario tenemos calizas de tono plumizo radiante con ciertas concreciones, gafas o bandas de chert equidistantes a la estratificación.

En dicho afloramiento el comienzo no está expuesta y exclusivamente se conocen 105 m. de potencia. Mediante una divergencia angular al conjunto Casapalca y Volcánica Huayllay.

Formación Casapalca: (Capas Rojas) (Cretáceo Superior - Terciario Inferior).

En esta alineación en el cual se emplaza la mineralización de la zona minera de Huarón y está conformado por la siguiente secuencia

De la superficie hacia la cubierta, por una continuidad de areniscas, margas y lutitas marrón (200 m. aproximadamente).

Conglomerados silíceos estilo clastos adecuadamente redondeados con cierta semejanza en el tamaño (1 cm a 15 cm) con matriz principal arenácea y ligeras estratificaciones; son conocidas como beta Bernabé (40 m).

Continuación de limonitas y areniscas, sedimentos calcáreos dolomitizados y silicificados de tono grisáceo templado y violáceo, en el lado oriente del anticlinal de la mina Huarón; en el lado occidente intercalados con cherts y aglomerados, son conocidos como - cherts de Sevilla (25 m).

Agglomerados que abarcan la silicificación de los cherts y areniscas, limolitas calcáreas y lutitas de tono rojizo (100 m).

Margas, lutitas y areniscas de tono rojizo y verdes grisáceas con delgadas capas de caliza (100 - 200 m).

Formación Bigarrada: (terciario inferior paleoceno).

El calificativo denominado por Harrison R. a una serie Vulcano - sedimentario, combinado principalmente por tufos y brechas de tono rojo, areniscas y aglomerados característicos por su considerable tamaño, por tanto algunos clastos llegan a lograr 1.5 m de diámetro en una matriz con arena.

Suprayace a las capas de tono rojo mediante una divergencia angular, el tramo supremo de ésta alineación ha sido erosionado, tanto en algunas Zonas, cercana al Volcánico - Huayllay mediante divergencia angular (200 m de potencia aproximadamente).

b) Depósitos recientes (cuaternario).

Habitualmente son depósitos fluvioglaciares como turbales, morrenas y conos de escombros a su vez estas cubren las partes que se encuentran mas bajas.

Rocas Ígneas o Intrusivas (terciario inferior):

Son forma de cuerpos no regulares de desigual tamaño que afloran en el espacio en carácter de diques.

Debido al debilitamiento de las fuerzas producidas por las placas tectónicas en el tramo convexo del anticlinal, se originaron zonas de debilidad a lo extenso de las cuales se produjeron rupturas que sirvieron para el transporte y posicionamiento de fluidos que contengan cuarzo.

Los diques verticales longitudinales se presentan en aglomeración de 6 diques, en la parte interna de un cuerpo cuya porción más ancha tiene 1.4 km. y de alineación N - 25°W.

El afloramiento es réplica digno a las fallas normales post- intrusivo y pre-mineral que alcanza incluso 360 m. En potencia. Estos diques verticales transversales incluyen el tramo oriental del anticlinal con orientación E-W y N86°W, distribuidos en una zona de 300 m. de ancho que se adelgaza hacia el Este.

En la región céntrica del anticlinal los diques verticales longitudinales y transversales se unen consiguiendo superior potencia.

Dichos diques han desplazado estrechamente los horizontes litológicos y no han generado metamorfismo de contacto en las rocas ajenas, encontrándose alterados (seritización, caolinización, epidotización y fuerte piritización).

Rocas Volcánicas

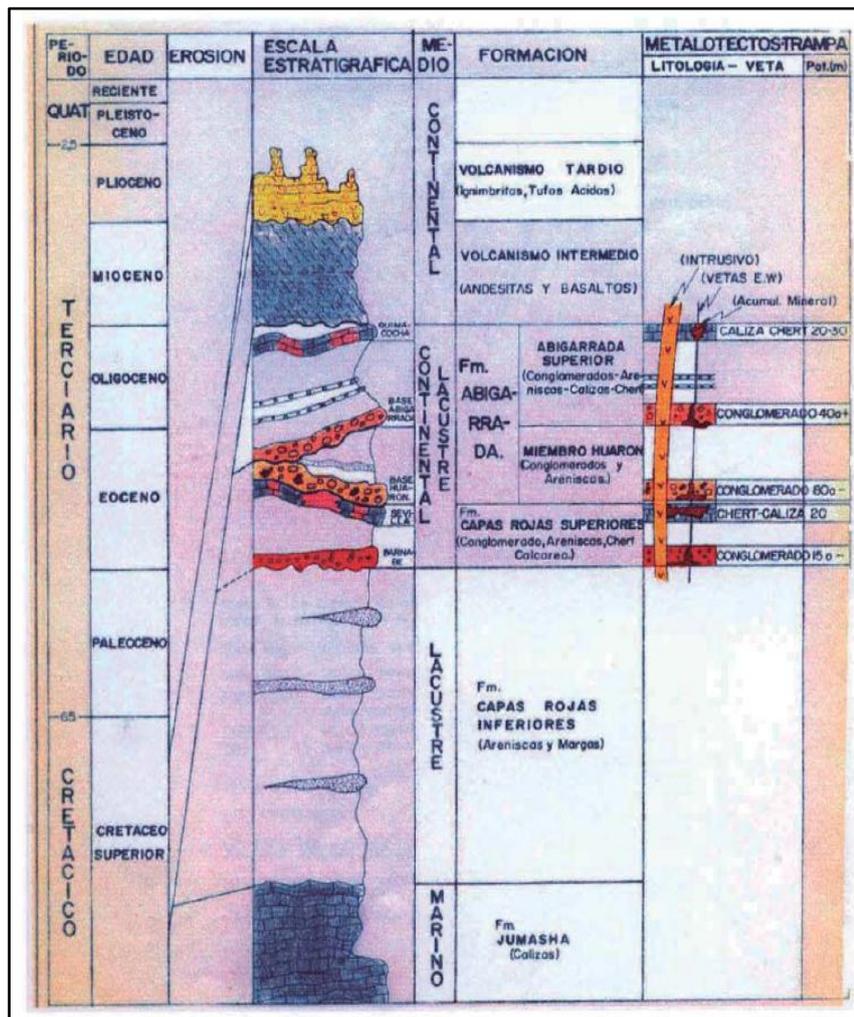
Volcánico - Huayllay (tercio superior plioceno).

Está conformado por tufos grisáceos, cenizas volcánicas de aspecto acedo, identificándola como una riolita - riodacita de partícula gruesa de tono plomizo rojizo claro, distribución fluida y aparición de cuarzos de 1 mm a 5 mm, asimismo como cristales de biotita en absoluto desorden.

Algunas veces se tiene aparición de fibrolita o sillimanita que nos hace pensar en una ignimbrita.

En el área de Huayllay - Canchacucho (calera) cubren una gran expansión estas rocas con formas veleidosas, fruto del intemperismo.

Pertenece al Conjunto Pucará, formaciones Casapalca, Abigarrada mediante una divergencia angular (100 m a 200 m). Lo explicado podemos observar en la Figura 2



Fuente: Área de Geología de Huarón.

Figura 2. Esquema Estratigráfico de Huarón.

c) Geología Estructural.

Estos sedimentos pre-terciarios y terciarios por función de la orogénesis, han sido forzosamente plegados dando parte a la creación de anticlinales, y se orientan en modo local $N24^{\circ}W$, que forma porción de la cadena de los Andes.

d) Clima y vegetación.

La temperatura es seca, tundra o frígido en los meses de abril - noviembre, con presencia de lluvias torrenciales y nevada en los meses de diciembre - marzo, con un clima medio de $5^{\circ}C.$ - $5^{\circ}C.$, carente de

flora arbórea; superficie protegido de pastos naturales, musgos, ichos y líquenes.

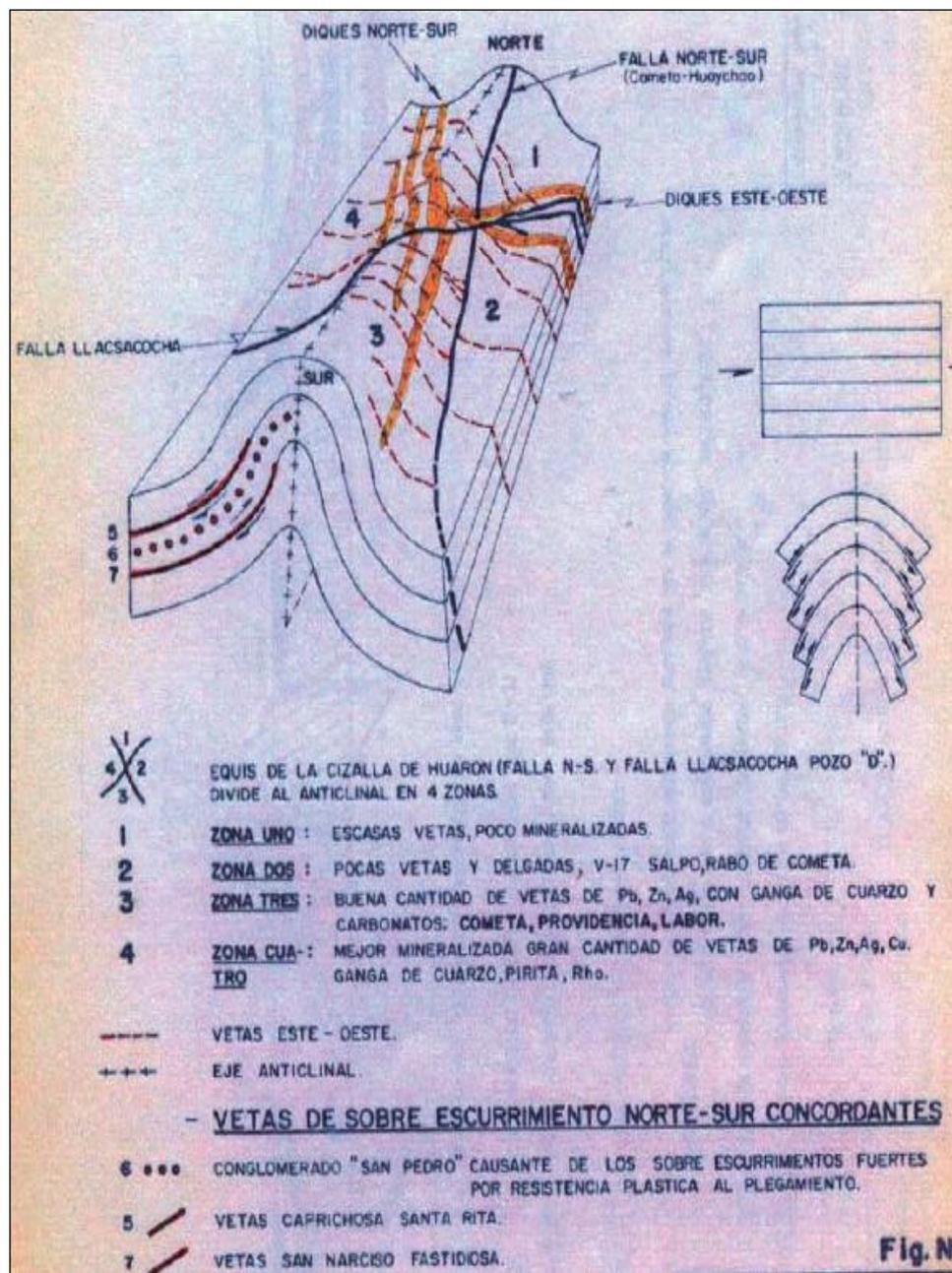
e) Topografía.

Tiene un relieve típico accidentado por su posición en el lado oriental de la cadena occidental de los Andes, en el cual nos evidencia antiguos valles en estilo de artesa en “U”, como resultado de la actividad glaciaria, dejando permanentes lagunas con escalones a su vez están intercomunicadas por un drenaje habitual. En las partes bajas como Huayllay, La Calera y San José, los rasgos glaciares se presentan por la aparición de morrenas, los cuales están conformados por detritos de desigual litología (areniscas, margas, cuarcitas, lodolitas, etc.) a su vez estas muestran las estrías, características del transporte de morrenas; su elevación varía a partir los 4100 a 4245m.s.n.m., proporcionando una superioridad de la composición mineralizada; característica del relieve por su procedimiento orogénico andino y por los efectos que genera los pliegues geológicos.

1.1.2. Geología Local

La mina de Huarón, según la litología está formado por sedimentos que reflejan un periodo de elevación y una intensa despojación. Las “Capas Rojas” del Conjunto Casapalca donde presentan dos tipos de periodos de sedimentación: El período más arcaico es el más potente con 1,410 a 1,500 metros de espesor y el período más nuevo tiene una potencia de 820 a 920 metros, según se evidencia en la Figura 3. Cada período en su tramo subyacente se caracteriza por la exuberancia de aglomerados y areniscas, en su tramo superior contienen horizontes de

chert, piro clásticos y yeso. La granulometría de los clastos y su alineación indican que los materiales han venido del Oriente, posiblemente de la sector presentemente ocupada por la Cadena Oriental de los andes.



Fuente: Geología Minera Huarón.

Figura 3 Esquema Estructural de Huarón.

1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

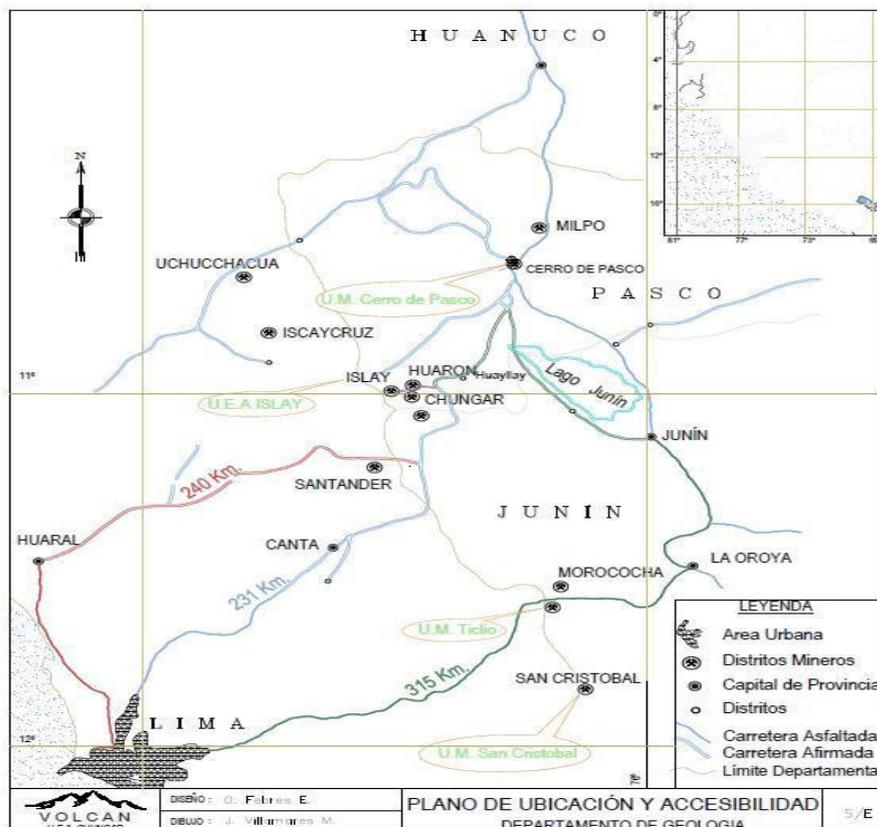
1.2.1. Delimitación Espacial

La actual investigación se ha desarrollado en el espacio de operación de la empresa Pan American Silver Huaron, cuyo sector minero se encuentra situado en la Jurisdicción de Huayllay, Provincia de Pasco, Departamento de Pasco, en un área aproximada de 15.1 km², como se aprecia en la Figura 4; en el costado oriental de la cadena occidental de los Andes, geográficamente se ubica en las siguientes coordenadas:

Longitud : 76° 26' 25" Oeste

Latitud : 11 01' 37" Sur

El yacimiento minero, se encuentra ubicada a una altitud que comprende los 4,200 a 4,800 m.s.n.m,



Fuente: Departamento de Geología Pan American Silver S.A.C.Huarón.

Figura 4. Ubicación de Mina Huarón.

Se encuentran esencialmente dos vías, en la Tabla 1. Mostramos los accesos carrozables y una vía férrea, las cuales se muestran

Tabla 1. Ruta hacia Pan American Silver S.A.C.Huaron.

RUTA	DISTANCIA	TIEMPO
	km.	h.
Lima – Oroya – Shelby – Huayllay – Mina Huaron	313	6
Lima – Canta – Mina Chungar – Mina Huaron	230	5
Lima – Huaral – Mina Chungar – Mina Huaron	240	6

Fuente Elaboración Propia

1.2.2. Delimitación temporal

La investigación se realizó en el periodo de marzo del 2017 a noviembre del 2018, periodo en el cual se utilizó la malla de perforación con entubados y así optimizar la voladura - Nivel - 450 – Norte, Pan American Silver - Huarón

1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El tema de costos es un indicador de progreso a lo cual en la sociedad es de mucha polémica. Las empresas buscan disminuir los costos optimizando la materia prima, bienes humanos y sobre todo procesos. Pan American Silver S.A.C. Huarón no es distinto a este tipo de circunstancias, en el interés de optimizar los costos de voladura se ha implementado el uso de malla de perforación con entubados para optimizar la voladura. A continuación, se detalla el esquema de problemas particular es el componente clave para mejorar los trabajos.. La rutina del personal no controla la eficacia de trabajo (malla de perforación, ejemplar de roca, tiros cortados, las multas por sobre - excavación, sin referir con los costos de producción, costos de mantenimiento, costos de sostenimiento, y otros problemas de ejecución.

1.3.1 Problema General

¿La malla de perforación con entubado optimiza la voladura - Nv - 450 Norte en la Mina Huarón S.A.C – 2018?

1.3.2 Problemas Específicos

- a) ¿Cuál es la relación entre la malla de perforación con entubado y el tiempo de carguío de explosivo - Nv - 450 Norte en la Mina Huarón S.A.C – 2018?
- b) ¿La malla de perforación con entubado minimiza el uso de explosivos - Nv - 450 Norte en la Mina Huarón S.A.C – 2018?

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.4.1. Objetivo General

Determinar, sí la malla de perforación con entubado optimiza la voladura - Nv - 450 Norte en la Mina Huarón S.A.C – 2018.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a) Establecer la relación entre de la malla de perforación con entubado y el tiempo de carguío de explosivo - Nv - 450 Norte en la Mina Huarón S.A.C – 2018.
- b) Evaluar, sí la malla de perforación con entubado minimiza el uso de explosivos - Nv - 450 Norte en la Mina Huarón S.A.C – 2018.

1.5. FORMULACIÓN DE HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Hipótesis General

La malla de perforación con entubado, sí optimiza la voladura en el Nv - 450 Norte en la mina Huaron S.A.C – 2018

1.5.2. Hipótesis Específicas

- a) Existe una relación lineal entre la malla de perforación con entubado y el tiempo de carguío de explosivo - Nv - 450 Norte en la mina Huarón S.A.C – 2018.
- b) La malla de perforación con entubado, sí minimiza el uso de explosivos - Nv -450 Norte en la Mina Huarón S.A.C – 2018.

1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. Variable Independiente

Malla de perforación con entubado

Son las distribuciones de taladros en el área a de trabajo de un frente determinado, usando tubos de pvc para una Influencia de la longitud de taladros y el diámetro de la misma.

1.6.2. Variable Dependiente

Voladura

Es la operación de quebrantar o fraccionar la roca, el suelo rígido. Utilizadas para lograr un objetivo pre determinado, Pueden ser monitoreadas o no monitoreadas.

1.6.3. Operacionalización de Variables

En el Cuadro 1, detallamos la operacionalización de variables, mostrando nuestra variable dependiente e independiente, así como también, nuestras dimensiones e indicadores.

Cuadro 1. Operacionalización de Variable Independiente y Variable Dependiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES
MALLA DE PERFORACION	La perforación es una acción mecánica que consiste en realizar taladros en la roca a la roca, aplicando nuevos diseño de malla de perforación, taladros perorados taladros entubados.	La perforación efectiva se realiza con un buen paralelismo de taladros Realzar un buen barrido de taladros perforados pintado de malla de perforación según la sección de la labor 4*4.2mt perforar taladros de 13 Pies de longitud perforar con 4 taladros de alivio.	Características de roca	Indice RMR
				Indice GSI
				Indice RQD
			Distribucion de taladros	Taladro de Arranque
				Taladros de Produccion
				Taladros de Ayuda
				Taladros de cuadradores
				Taladros de Alzas y Contorneo
				Taladros de Arrastre
				Paralelismo de Taladros
Tubos de PVC				
VARIABLES	DEFINICION	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES
VOLADURA	Los explosivos es el conjunto de accesorios que permiten la iniciación de la voladura en los frentes, elegir explosivos de buena calidad para optimizar la eficiencia en la voladura.	Realizar voladura controlada en la corona y astiales en la corona realizar carguío co Semexa 45 de 1 ¼*8	Tiempo de carguío	Longitud de Perforacion
				Eficiencia de Carguío
			Explosivos	Tipo de Explosivo
				Cantidad de Explosivo

Fuente. Elaboración Propia

1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

1.7.1. Tipo de Investigación

- Según el tipo de pregunta planteada en el problema, la investigación es: **Aplicada, descriptiva Correlacional**
- Según el método de contratación de la Hipótesis: **De causa a efecto, aplicativo y Correlacional.**
- Según el método de estudio de variables es: **Cuantitativas.**

1.7.2. Nivel de Investigación

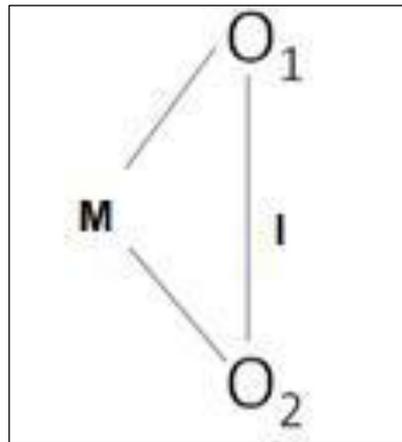
El nivel de la investigación se adapta al nivel descriptivo, debido a que los datos han sido tomados en el campo y referidos a la malla de perforación con entubado.

1.7.3. Método de Investigación

La presente investigación se ejecutó según el Método - Científico analítico, basado en las características peculiares del análisis de los datos del NV 450 Norte Pan American Silver S.A.C.Huaron. De los años 2017 hacia el 2018.

1.7.4. Diseño de Investigación

A continuación en la Figura 5, visualizamos el diseño que utilizamos en la presente investigación, el mismo que es de carácter experimental. El diseño es la siguiente.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Diseño de Investigación

Donde:

O1 = Medición Antes de la aplicación de la variable Independiente.

M = Muestra.

O2 = Medición luego de aplicar la variable Independiente.

I = Aplicación de nuestra Variable Independiente.

1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1. Población

Está conformado por las labores de avance ubicados en el nivel 450 en la RP 10, de la Veta Productora: Constancia y Alianza.

1.8.2. MUESTRA

La muestra representativa está establecida por 40 muestras de las labores del Nivel 450 norte de la RP 10 Pan American Silver S.A.C Huarón.

Para escoger la muestra no se aplicó la estadística, porque se ha determinado de manera práctica.

1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

1.9.1. Técnicas.

La técnica usada en la investigación principalmente fue la recopilación de datos, tomadas in situ en la RP 10 en el NV 450 norte, de las labores desarrolladas durante el periodo 2017 al 2018.

1.9.2. Instrumentos.

El elemento que hemos utilizado para la recopilación de datos es la Matriz de Análisis de datos, operación que requiere el procesamiento estadístico preciso. Además, se ha dispuesto el uso de:

- * Cuaderno de campo
- * Flexómetro
- * Reporte del perforista
- * Reporte de supervisión
- * Estación total

1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.10.1 Justificación

Debido a que en nuestro país generalmente, se utiliza el diseño de la malla de perforación tradicional, en la mina Huarón, por el desconocimiento de nuevas métodos y tecnologías, se ha observado la necesidad de implementar una técnica de perforación, con el uso de tubos pvc, con la finalidad de

cumplir los metrajes programados por cada voladura, para optimizar la voladura mayor eficiencia en longitud

Por tal razón creemos que se justifica el desarrollo de esta investigación, debiendo mencionar que el entubado sólo se realiza máximo hasta un 95% de un frente.

1.10.1.1. Importancia.

La malla de perforación con entubado para optimar la voladura es importante, debido a que se relaciona con la longitud de avance por cada voladura y es necesario la integración de nuevas tecnologías de voladura para disminuir cada vez más los costos, no dejando de lado la importancia de administrar de forma adecuada los recursos. Sabiendo todo lo mencionado líneas arriba, creemos que es importante la aplicación de este sistema de perforación en toda las zonas de la unidad de Huarón para obtener y homogenizar los beneficios significativamente en las cuatro zonas de la mina Huarón.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes nacionales

Gaona, (2015), realizo la investigación: *Optimización de la Voladura, en la Mina la Virgen– Huamachuco - Trujillo.*

En su investigación llego a las siguientes conclusiones. Se podrá reducir el número de explosivos por metro, en la formación explosiva en los taladros que van de 20 kg/ml a 25 kg /ml.

Incrementara apreciablemente el índole granulometrico ya que no necesita voladura de carácter secundario.

El fraccionamiento requerido se logra aplicando la correlación de Burden y espaciado menor a 1 en un prototipo de malla en forma triangular, donde aumenta el coeficiente de potencia y detonación de cada uno de los taladros en tiempos

distintos. Asimismo la repartición de fuerza en el taladro influye apreciablemente en los productos en la desintegración de la roca.

Al cambiar las mallas para distintos tipos de rocas, la malla triangular se aplica en roca muy resistente, la cual es considerablemente efectiva ya que nos facilita una adecuada repartición de la energía del explosivo usado en la roca. En la elaboración de su labor rompedor eliminando voladuras secundarias y granulometría abundante no previsto.

Se podrán minimizar costos con el nuevo planteamiento de diseño de perforación y voladura.

Se podrá elevar la productividad de 13 200 a 26 200 Tn/día aumentando la elevación de los bancos de 6.5 a 12 m).

El Coeficiente de rigidez de 2.68 nos favorece para un buen fraccionamiento.

La inspección de la disparo de roca depende de los tiempos de detonación de cada uno de los taladros, se mide el tiempo de los distintos taladros.

Con la manifestación de agua en los taladros será esencial incrementar la densidad de los explosivos para lograr resultados formidables en la voladura.

Comentario.- El presente investigación me sirvió para reducir la cuantía de explosivos por ml de avance en un frontis de perforación de sección que mide 4.0 m x 4.2 m.

Santana, (2014), realizo la investigación: Diseño de malla para la perforación y la voladura de distintas frentes usando el modelo matemático de Holmberg también incluye el Índice de volabilidad presentada por Lylli, en la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP).

Su investigación llego a las conclusiones que se mencionan a continuación.

1. El ciclo de valor de la producción minera - metalúrgica comenzó con las acciones en binomiales de carácter unitario de perforación y voladura, culminando con la elaboración de los concentrados y/o metales, es por eso se tiene una gran consideración a esta etapa
2. Su trabajo se basó en el cálculo de cargas necesarias para el posterior diseño de la malla de perforación asimismo voladura.
3. Al poder involucrar los parámetros de la geomecánica en su diseño de malla de perforación y voladura, obtuvo cargas que están en relación del modelo de la geomecánica para cada una de las labores realizadas.
4. A la hora de la práctica se involucró a las áreas de geomecánica, planeamiento y gestión en el diseño de la malla de perforación y voladura.
5. El factor o coeficiente de carga logró incrementarse de un 3.55 kg/m³ a 3.35 kg/m³.
6. Al optimizar el desarrollo de penetración y voladura la conservación no es representativa por descarga que es de 99.50 US\$/disparo, a cambio si consideró a otros procesos con presencia de implicaciones, aun si por cada guardia se poseen 3 disparos de frentes, al día sería 6 disparos, el ahorro es de 597.12 US\$/día.

Comentario.- el presente trabajo de investigación me sirvió como una fuente de apoyo para poder aplicar el diseño de malla de perforación en labores mecanizadas.

Villagómez, (2012), realizó su Tesis: Diseño de Malla de Perforación y Voladura en el BY PASS de 976 – E, Aplicando el Modelo Matemático denominado Áreas de Influencia, en la Unidad Minera San Genaro. En la

Facultad de Ingeniería de Minas - Universidad Nacional de Huancavelica. Y llego a las conclusiones siguientes

1. Se ha decidido que el diseño de malla de perforación fue optimo en el desarrollo de las frentes. Mediante la Tesis realizada, concluimos que la voladura controlada en las labores lineales será efectiva, con estética y un buen soporte minimizado caída de rocas y reduciendo costos.
2. Se disminuye taladros de perforación (Desquinchado) por consecuente madera y explosivos.
3. Se homogeneiza en labores lineales el modelo de malla de perforación de acorde al ejemplar de roca que se presenta.
4. En conclusión se aplica el modelo detallado de las áreas de influencias con lo que se ha conseguido optimar el progreso de las labores del By pass.
5. Se realizó el procesamiento de datos de la malla de perforación usando parámetros como: Perforación, explosivos y la roca para poseer resultados óptimos y eficientes.
6. Al aplicar el diseño de malla de perforación y voladura inspeccionada se redujo la sobre rotura y se obtuvo superficies lisas en el By pass 976 -E,
7. Con la detonación controlada se logra la estabilización del corte de labores By pass.

Comentario.- El presente tesis me sirvió como guía para realizar una voladura controlada.

2.1.2. Antecedentes internacionales.

Sepúlveda, (2015), realizó una investigación: Procedimiento de negocios para la Compañía de Servicios a la minería para poder internacionalizar un Nuevo

Desarrollo de Tronadura. En la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas - Departamento de Ingeniería Industrial - Universidad de Chile. Finalmente a las siguientes conclusiones:

En fundamento a los diagnósticos desarrollados anticipadamente, la indagación recopilada de las proyecciones de la explotación en Chile, que afectan claramente al comercio del progreso de tronadura en Chile, y la indagación obtenida a través de diferentes fuentes de información, es viable establecer las conclusiones siguientes.

La compañía dispone de características estrechamente importantes como por ejemplo un especialista internacional en el campo de tronadura, el cual desarrolla la malla y los cálculos de ingeniería obligatorio; entendimiento del desarrollo realizado en el país de Australia, el cual puede ser aplicado en Chile; discernimiento de profesionales internacionales en el campo, que podrían ser usadas como ingreso a este negocio considerablemente cerrado de la malla de tronadura en Chile, y esta permite relacionarse paso a paso para lograr alcanzar a los grandes actores de la minería que se da en Chile.

Por distinto sector, internamente en las principales barreras de ingreso son la inexperiencia del mercado chileno, problema de localizar a profesionales aptos e idóneos y la gran capacidad dentro de la fábrica. Por casualidad las barreras puede ser superadas a la breve prórroga, que puedan facilitar su CV para sincerarse y dar paso a como un inexperto competidor, donde la competitividad disminuye por la cantidad de proyectos que están en cobertura en los próximos años.

Según diálogos con personas que se encuentran inmersos de la gran minería, se estimó que una defensa de ingreso notable proviene a partir de las propias empresas de la gran explotación, debido a que muchos sectores mineros no

cuentan con suficiente superficie específica en el cual los que distribuyen con nuevas ideas puedan exponerlos, por lo que hace fuertemente confuso para nuevas empresas que deseen inscribirse al negocio lo logren, ya que absolutamente no serán escuchadas.

Conjuntamente en una diálogo efectuado por Osvaldo Urzúa en la Universidad - Chile, en donde se le consulto si en su compañía, BHP Billiton, existe la circunstancia de plantear nuevas metodologías que fueran en soporte a distintos problemas mineros que ellos quizás no hubiesen encontrado, y lo que dijo fue que no había ningún cuerpo en la compañía que hiciera estas reuniones, asimismo indica que si esta distinta función no entregaba una disminución de gastos de al menos cien millones de dólares, el modelo no sería escuchado por ninguno, ya que no están dispuestos a cambiar procesos ya establecidos en la compañía, porque que no valdrían la acción si no se disminuiera costos en al menos esa cuantía (Urzúa, 2014).

Finalmente Andrés Aguirre refiere a que “Estamos cautos, pensamos que la industria del metal va a ser bondadoso, pero las señales no impulsando necesariamente un reembolso de la inversión” (Norpress.cl, 2014). En fundamento a los resultados obtenidos en el procedimiento económico relacionado al diagnóstico de sensación, el espacio desalentador es el único que mostró un que la transformación a ejecutar no es beneficioso entregando un VAN de -600 millones de pesos, por lo que no se recomienda en función a su inversión. Caso distinto, para los escenarios originarios y esperanzadores, el espacio base entrego un VAN mayor a los 210 millones de pesos y una TIR que supera el 30%. De esta forma, el contexto optimista logro aún mejores resultados, entregando un VAN muy cerca a los 700 millones y una TIR del 50%.

Comentario.- en la investigación nos indica una asociación estratégica para extender nacional y/o internacionalmente en tronadura.

Ramírez, (2014), en su investigación: Acerca de la optimización de prácticas de operación en la penetración de pozos del saliente ecuatoriano para la disminución de período no fructífero y de período intangible. Facultad de Ciencias de la Ingeniería - Universidad Estatal Península de Santa Elena. Se determino los siguientes objetivos:

Determinar el período de penetración no productiva intangible.

Poder diseñar las prácticas de optimización en los periodos de perforación de pozos.

Reducirlos tiempos operacionales productivos en la perforación.

Nos menciona las siguientes conclusiones.

Los tiempos considerados no productivos fueron causado por: las herramientas del ensamble de fondo, bombas, acondicionamiento del hoyo y los equipos del taladro.

La sección que registró mayores problemas fue la 12 ¼", conformada por las formaciones Tiyuyacu, Tena y Napo, en especial, la primera, donde las ROP fueron bajas con respecto a las diferentes brocas empleadas (HCD605X).

En lo referente al tiempo plano, las actividades que demandaron mayor tiempo fueron: instalación del preventor de reventones (mayores a 3 horas), tomas de registros eléctricos (mayores a 3 horas) y cementación del casing (mayores a 2.5 horas).

En la perforación, las operaciones que demandaron mayor tiempo en cada una de las secciones fueron el armado del ensamble del fondo del pozo (mayores a 3 horas) y en el acondicionamiento del lodo.

Comentario: Mediante un análisis en tiempo de carguío trabajamos para optimizar el tiempo de carguío en Nv – 450 – RP – 10

Zubieta (2013), realizó su investigación: Aprovechamiento y Exportación de Concentrados de Oro a los Estados Unidos de América

Llegó a las siguientes conclusiones:

La composición productiva del tramo revela un desplome de la productividad de concentrados de oro de 2.91 a 2.48 de toneladas métricas finas en correspondencia al primer período de 2010-2011. Y se concluye que la productividad de concentrados de oro desde 2000-2005 sufre una caída, origen de la mala incentivación a la productividad inclusive la mercancía ilícita; pero, a partir de la gestión 2006 al 2012 podemos observar dilatación en la productividad con superior intensidad en 2012 porque el gobierno creó una compañía acumuladora (E.B.O.)

Se concluye que el oro tiene un precio de exportación ya que es utilizado como previsión de precio por todos los países ya que su economía es más estable de ahí el atractivo por el jactancioso mineral sigue íntegro tanto como protección hacia la debilitación del dólar como contra el peligro de la inflación.

Se llega a la conclusión que el proceder referente a los precios internacionales del oro al presente está en aumento a raíz de la alteración del dólar lo cual ha influido de manera próspera para la explotación minera. A partir del año 2006 la labor minera aurífera en Bolivia se encuentra en una fase de reactivación, tanto que el año 2009 el precio del mineral de oro llegó al costo más alto captado históricamente, el precio medio del mineral conocido como oro fue de \$962,33 la onza, lo mismo que equivale a un incremento del 11% con respecto al año 2008 y todo gracias al aumento de los precios internacionales y una superior petición en

los diferentes tipos de mineral. La petición de los concentrados de oro crece a partir de 2006 hacia la actualidad a principio que los pozos mineros disminuyen su obtención a causa de que este material se va agotando según el tiempo avanza y se presume que para el futuro puede llegar a desaparecer.

Se llega a la conclusión que los compradores del oro engloba a todos los países del planeta por ser este un mineral con características especiales jactancioso por los bancos centrales de diversos países del mundo. Carrera de Economía - Tesis de Grado: - Para poder efectuar un estudio de las Exportaciones de Minerales de Bolivia, debe tomarse en cuenta la productividad de oro, por la importancia de los resultados. A ello debe incrementar, los precios internacionales que tienen los minerales, debido que, estas cotizaciones son la información principal del crecimiento en la productividad de minerales. - Al analizarse las exportaciones de minerales hacia pasar con economía estable, no debe dejarse de lado la productividad de la Empresa Minera - San Cristóbal que a partir del año 2008 exporta (concentrado de Plomo, Plata y Zinc).

Comentario.- Esto se tomó como guía de la práctica de perforación y voladura teniendo en cuenta en las futuras generaciones.

2.2. BASES TEORICAS

2.2.1. Malla de perforación

Es la delineación de la penetración para la sección de la labor puede ser tanto circular como rectangular y está de acorde a la sección del conducto subterráneo; si ésta es muy estrecha será provechoso aumentar la del tapón para garantizar la profundidad de avance. Se prefiere la penetración con taladros paralelos teniendo en cuenta la cisura de arranque en forma cilíndrico con dos o más taladros conocidos como alivio. (Manual EXSA, 2000)

Dependiendo de la anchura de corte puede lograr perforarse incluso un par arranques con expulsión simultánea para conseguir aceleradamente una superior perfil independiente. La perspectiva más significativa es el grosor del tapón, que además está en concordancia a la sección.

Éste es uno de los trabajos donde más riesgos se corre a la hora de realizar la voladura, fundamentalmente en las fases de acabado de penetración y en tanto el el ensamble del detonación, porque la capa delgada puede llegar a colapsar en cualquier instante si la fuerza de la columna de agua es muy elevada.

A. Evaluación de los parámetros actuales de perforación.

Con el fin de optimar los avances en los distintos frentes de progreso se ha estimado los siguientes parámetros de perforación:

➤ **Estructura geológica:**

Tiene predominio en el diseño de la respectiva malla de perforación, por lo que es necesario una evaluación de carácter geomecánico de la roca que conforma el frente donde se está trabajando. Se ha determinado diversas clases de mallas acorde al RMR calculado en diferentes labores de progreso en relación al estado en el que se encuentra roca.

➤ **Incumplimiento del diseño de perforación:**

La malla de perforación es pintada anticipadamente en cuadros y a nivel de la corona, cuyo acatamiento queda a juicio del que esta perforando, ya que en muchos casos puede alterar, lo cual podría originar soplo truncado o general de los taladros y ello puede intervenir en la longitud del taladro.

➤ **Deficiencias en el modo de perforación:**

Entre estos tenemos la carencia de similitud de los taladros estas pueden ser: distancia incompleta, variaciones en la declinación, taladros de alivio insuficientes, espaciamientos inapropiados.

B. División del área del túnel en secciones.

Para poder reducir cálculos de peso, se permite fraccionar el frente de la Rampa en 5 secciones (A - E). Cada unidad debe ser tratado de manera independiente y en representación específica en tanto del diseño de malla de perforación y voladura:

- _ Sección en los cortes.
- _ Taladros de pared y sección de perforación.
- _ Taladro de arrastre.
- _ Taladro de contorno.

C. Datos de campo

En el Cuadro 2. Detallamos datos de campo de acuerdo a la investigación, referenciando la labor, nivel, tipo de máquina, largo, ancho etc.

Cuadro 2. Datos de Campo

Labor minera	RAMPA 10
Nivel	450
Tipo de máquina	JUMBO S1 D4 (Atlas Coop)
Sección de Rampa	4.0M
Ancho	4.0M
Alto	4.20m
Altura de longitud de arco	4.20m
Diámetro de taladro	51mm
Longitud de taladro	13 pies
Taladro vacío	4
Tipo de corte	Corte quemado
Tipo de roca	Marga gris argilicas

Fuente de elaboración propia

2.2.2. Características de rocas

Son compuestos naturales conformados por uno o más tipos de minerales con proporciones diversas, cuyas masas solidas resultantes constituyen una unidad de la corteza terrestre. El granito compuesto de cuarzo, feldespato y mica es una roca poli mineral; mientras la caliza compuesta de calcita y lutitas de arcilla son rocas mono minerales. (Rivera Mantilla, Geología General, 2005)

a) **INDICE RMR:**

Esta categorización se fundamenta en el índice RMR (Rock Más Rating) desarrollado en el país de Sudáfrica por Bieniawski (1973) que da una apreciación de la característica del sólido rocoso, y tiene en cuenta estos factores:

- Índice de excelencia de la roca.
- Resistencia a compresión de la roca.
- Condición en que están las juntas..
- Espacio de separación de juntas.
- Evaluar la corrección y la orientación.
- Si existe presencia del liquido elemento.

Estos factores se cuentan mediante una cadena de parámetros donde se define factores para dichos parámetros, cuya adición en cada proceso nos da el índice de calidad RMR y esta puede variar de 0 a 100

Los objetivos de esta sistematización son:

- Dividir el sólido rocoso en grupos.
- Proporcionar un buen principio de intelecto de las características del sólido rocoso.
- Determinar y/o apreciar la calidad del sólido rocoso.

- Proporcionar una planificación y el diseño de la estructura en roca estando al alcance datos de cuantificación necesaria para dar alternativas de solución a los problemas de ingeniería.
- Estas se clasifican en rocas en 5 clases, en cada clase se calculan los valores e inmediatamente se estipula los factores que intervienen en nuestra categorización. En la tabla Geomecánica se visualizan: tipos de roca, características y fortaleza de la roca.

Determinación de la máxima abertura y el tiempo de auto soporte en labores.

ESR = 4, para labores en mineras de carácter temporal.

De igual (Ancho, diámetro y altura de la excavación expresada en (m), Relación de sostenimiento de excavación (ESR), Dimensión de la excavación (De), Máximo abierto sin sostenimiento = $2 * ESR \cdot Q^{0.4}$, $GSI = (9 * \log(Q) + 44)$, $RMR = (GSI + 5)$

b) INDICE GSI

Para su utilización general, sobre todo en sólido rocoso de mala propiedad se ha dispuesto a usar el índice geológico de resistencia, conocido como GSI (geological strenght index), lo cual se puede valorar a partir de la valoración de RMR. (Hoek, 1995)

$$GSI = RMR_{89} - 5$$

(m, s y α) se calculan mediante las ecuaciones siguientes.

$$m = m_i * e^{\frac{GSI - 100}{28}}$$

- Sólidos rocosos con $GSI > 25$ (buena - mediana calidad)

$$m = m_i * e^{\frac{GSI - 100}{28}}$$

Donde: $\alpha = 0,5$

- Solidos rocosos con GSI <25 (mala calidad)

$$S = 0 \quad \text{y} \quad \alpha = 0,5 - \frac{\text{GSI}}{200}$$

c) INDICE RQD (ROCK QUALITY DESIGNATION):

Rock Quality Designation “RQD” es una sistematización de rocas para obras en la ingeniería, para la investigación que se está efectuando utilizaremos el cálculo de la carga. (Deree At Al, 1969)

En el Cuadro 3. Vemos la correlación entre la cuantía numérica RQD y la calidad de la roca a partir del punto de vista relacionado intrínsecamente con la ingeniería.

Cuadro 3. Calidad de Roca

Calidad de Roca	
<25%	Muy mala
25 -50%	Mala
50- 75%	Regular
75-90%	Buena
90-100%	Muy buena

Fuente: Deree At Al, 1969.

2.2.2.1. Distribución de taladros

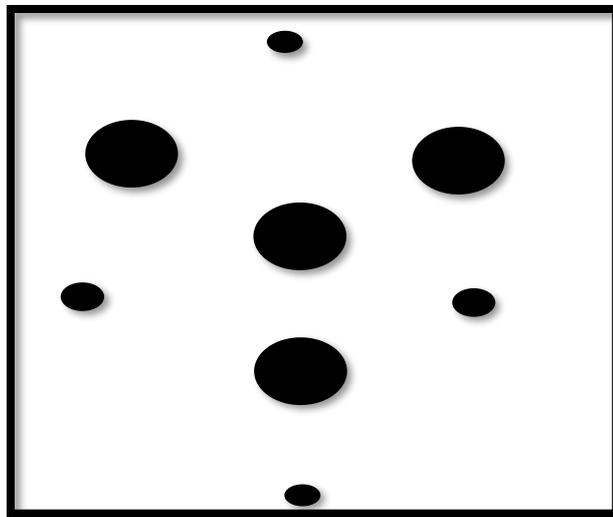
Son procedimientos subterráneos donde la perforación tiene que ser vertical a ella, esta esta alineada con el eje del agujero, por consiguiente es muy dificultoso de disparar si no se dispone del alivio adecuado con taladros vacíos similares a los cargados con explosivos. Si tiene el alivio conveniente cuando se detonan los primeros taladros, el excedente de la voladura se soplará. (Manuel F. PEÑA, 2011).

a) **Taladro de arranque:**

Son los taladros ubicados al centro, que se disparan primero para formar el hoyo inicial. Por lo general se cargan de 1,3 - 1,5 veces más que los demás, o sea son taladros que nos sirven de pase para la malla de perforación. (Manual EXSA, 2000)

En la , vemos **el tipo de corte de arranque.**

Hallando su diámetro equivalente (ee)



Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Diseño taladro de arranque

$$0(e) = (do/n)$$

Donde:

n = cantidad de taladros vacíos

do = diámetro de taladro de alivio

0e = Diámetro del taladro de arranque

Se puede perforar con barrenos de distinta medida y al redondear al mínimo se denominara perforación efectiva especificada en el diseño del equipo de perforación.

➤ **Brocas Utilizadas**

Taladros Rimados 120 mm

Taladros de producción 51 mm

b) Taladro de ayuda:

Se le denominan así a los taladros que acordonan a los taladros de arranque y determinan los horizontes hacia la orificio elemental. De acorde a la extensión de los frentes varía su cantidad y colocación denominando a las primeras ayudas (taladros de contracueles), segunda y terceras (taladros de rotura o franqueo). Salen en segunda representación. (Manual EXSA, 2000)

c) Taladro de cuadradores:

Conocidos también como taladros laterales (o taladros hastiales) que siempre forman el extremo del túnel. (Manual EXSA, 2000).

d) Taladro de alzas y contorneo:

Se denominan así a los que conforman la cubierta o cúpula del túnel. Asimismo se les conoce como taladros de corona. En voladura de sección (smooth blasting) se disparan juntos las alzas y los cuadradores, en modo instantáneo y al final de toda la serie, determinándolos habitualmente como, “taladros periféricos”. (Manual EXSA, 2000)

e) Taladro de arrastre:

Son los que corresponden al suelo del túnel o claustro; estas se disparan al finalizar toda la serie. (Manual EXSA, 2000)

f) Paralelismo de taladros:

Varía según el espécimen de roca, características del aparato perforador y procedimiento de perforación. Deben poseer la superior llanura y el modo de alineamiento para que los explosivos sean debidamente distribuido (en otras palabra debe de haber buen Desquinchado para así no tener problemas al colocar los taladros.

En la superioridad de trazos de perforación la similitud entre taladros es de trascendental jerarquía para la combinación de las cargas de explosión en toda la voladura. (Manual EXSA, 2000)

g) Tubos de PVC:

Es empleado en diferentes tipos de servicios básicos, conveniente, principalmente por la gran diversidad de accesorios que existe en el medio (codos, mangos de enganche, cascos reductores, enlaces para sistema de desagüe a la red pública, etc.) son diversos usos con los que cuenta, como además su pequeño peso y su corto tiempo y accesible colocación. (construmatica.com)

Los diferentes tipos instalaciones con conducto de pvc permiten un flujo accesible de los desechos y fácilmente eliminan los restos que puede haber, debido a la faceta lisa interna de los tubos y demás conexiones.

El conducto de pvc habitualmente de tono plumizo o claro, se provee en diferentes diámetros de 32 - 50 mm, con elementos de enlace y acople acordes a cada solicitud de los diámetros.

2.2.2.2. Voladura

Es un procedimiento en tercera dimensión, en el cual las presiones que generan los explosivos confinados internamente del taladro perforado en la roca en si, originan una región de alta congregación de energía y como consecuencia produce dos efectos dinámicos: fraccionamiento y deslizamiento. (Manual EXSA, 2000)

El inicial se refiere al tamaño fragmentos que se producen, a su repartición por tamaños en porcentaje (%), mientras que el supletorio se refiere al desplazamiento de la concentración de roca triturada. (Manual EXSA, 2000).

Tiempo de carguío:

Se define como el tiempo necesario para el proceso de carguío de un frente en explotaciones subterráneas ya sea: frente de mineral o de desmonte; antes de cargar el frente el personal encargado para la labor debe de estar capacitado y entrenado en el uso de explosivos, y a la vez debe contar con su autorización correspondiente (Sucamec)

a) Longitud de perforación

En la cisura de cuatro secciones, el fondo de los taladros puede calcularse con la próxima expresión: (Manual EXSA, 2000)

$$L = 0,15 + 34,1 x \varnothing_2 , -39,4(\varnothing_2)^2$$

Donde:

L : longitud del taladro, en metros (m).

\varnothing : diámetro del taladro conocido como alivio, en milímetros (mm)

Cuando se usan diversos taladros vacíos, la ecuación seguirá válida solo si se hace lo siguiente:

$$\varnothing_2 = \varnothing_1 \sqrt{N^\circ \text{ tal}}$$

Donde:

\varnothing_2 : Diámetro de los taladros vacíos, en metros (m).

$N^\circ \text{ tal.}$: Cantidad de taladros.

\varnothing_1 : Diámetro de taladros conocidos como producción, en metros (m).

b) Eficiencia de carguío

Consiste en lograr el máximo carguío al menor tiempo. (Manual EXSA, 2000)

Explosivos:

Son composiciones o mezclas de elementos en etapa maciza, líquida o gaseosa, que por intermedio de evoluciones químicas de carácter oxidante, con la capacidad de cambiar en un tiempo muy efímero, del precepto de una porción de microsegundo, en elementos gaseosos y densos, cuyo tamaño original se transforma en una mezcla gaseosa que llega a lograr considerablemente altas temperaturas y como secuela también muy excesivas presiones. (Manual EXSA, 2000)

a) Cebo

Se precisa como un elemento de carácter explosivo que contiene un iniciador (que se convierte en el llamado cebo). Se convierte en un reforzador para que inicie la columna explosiva y a un mayor en rocas duras y difíciles de romper.

b) Tipos De Cebo

Los cebos se pueden localizar en diferentes tamaños y diferentes combinaciones. Los más pequeños se usan en mineras subterráneas que pueden presentarse inclusive 20.5 kg de explosivos internamente al taladro, mientras que en los cebos mayores apuntan a mineras superficiales y obras civiles también llamada booster que puede asistir a más de 20 kg de explosivo dentro del taladro.

Konya y Albarran (1998) "Diseño de voladura", hace referencia a la tipología Explosivos Industriales, y estos son:

c) Explosivos Industriales:**Dinamitas**

El explosivo se encuentra el explosivo se encuentra dentro de los grupos de altas detonaciones con una velocidad de detonación de 7600 m/s por su contenido de nitroglicerina, debido la susceptibilidad presentada las dinamitas brindan mejor seguridad a la hora de detonar dentro del taladro. Dentro del grupo de las dinamitas hay subdivisiones estas son: dinamitas granuladas y dinamitas gelatina.

- Dinamitas granuladas

Dentro de estas dinamitas granuladas existe clasificación en como son: dinamita pura la cual es de carácter simple, dinamita extra de alta concentración y también dinamita extra de baja concentración.

- Dinamita pura

La dinamita de carácter puro está conformado por nitrato de sodio, nitroglicerina, combustibles de azufre, carbono y antiácidos, actualmente la dinamita pura es el explosivo más comerciable. Éstos

explosivos disponen alto carácter de simpatía debido a esta particularidad se utilizan en diferentes obras civiles y mineras ya que es posible economizar grandes cantidades de dinero ya que las respectivas cargas no precisan detonadores ni enlace del conjunto de iniciación.

- **Dinamitas extra de alta densidad**

Las dinamitas de esta alta concentración son más utilizadas. Es parecido a la dinamita de carácter puro excepto de que la porción de la nitroglicerina y nitrato de sodio se reemplazan con el elemento nitrato de amonio. Esta dinamita es menos sensible a la colisión y a la fricción de la dinamita pura, se utiliza en minas, canteras y diversas obras civiles.

- **Dinamitas extra de baja densidad**

Estas dinamitas son parecidas en su constitución a las de alta concentración a diferencia que contiene mayor cantidad de nitrato de amonio en su constitución, debido a que la envoltura contiene gran porción del nitrato de amonio, su fuerza o la capacidad es parcialmente baja, estos tipos de dinamitas son muy provechosos en rocas blandas o voladuras contrastadas.

- **Dinamitas gelatina**

Estas dinamitas se dividen en: gelatinas puras, dinamitas semigelatinas y gelatina de amonio.

- **Dinamitas gelatina pura**

Este tipo de dinamitas esencialmente son geles explosivos con superior contenido de nitrato de sodio, azufre y combustibles adicionales. Una emulsión pura debido a su constitución es más invulnerable al agua que las dinamitas de carácter puro.

- **Dinamitas gelatina de amonio**

También conocidas como gelatinas: extras o especiales, es una combinación de gelatina de carácter puro a la que se adiciona nitrato de amonio para su sustituir la nitroglicerina y el nitrato de sodio, estas dinamitas son 33 adecuadas para situaciones donde haya presencia de humedad y se utiliza como cebo para empezar en labores con existencia de humedad y agua.

- **Dinamitas semigelatinas**

Estas dinamitas son parecidos a las gelatinas de amonio salvo un superior conjunto de combinación de nitroglicerina, nitrato de sodio que sustituye con nitrato de amonio. Las dinamitas en la emulsión son tienen menor resistencia al líquido elemento y más aseguibles cotejadas con emulsiones de amonio.

d) **Agentes Explosivos:**

- **Anfo**

Es una combinación entre nitrato de amonio entre 94.6%, petróleo y aceites residuales de 4.4%. Con una densidad aproximada 0.8 – 1.2 gr/cm³, alcanza una velocidad de detonación de 3200m/s.

Una combinación de uno y otro, equilibrada de oxígeno es un surtidor de energía explosiva más económico que se pueda conseguir hoy en día, asimismo existe mezclas de ANFO con partículas de aluminio además llamados elementos explosivos aluminizados - secos, pero a su vez también aumenta los costos Anfo encartuchado Se utiliza prácticamente en taladros húmedos donde no existe bombeo de aguas, se puede usar anfo aluminizados encartuchado o también llamado ampo densificado que contiene aproximadamente el 20% de prills.

- **Anfo a granel**

Se compone de granos de nitrato de amonio adicionado diésel, este agente de voladura puede colocarse y mezclarse dentro de camiones para hacer descargados en los taladros, la debilidad del Anfo es no funcionar en taladros que contengan agua o son húmedos.

- **Anfo pesado**

El Anfo de tipo pesado es la mezcla de granos de nitrato de amonio, suspensión y diésel, la virtud de este agente de voladura es si existe manifestación del líquido elemento lo desplazara por su superior presencia de voladura, habitualmente son combinados en camiones particulares, para suministrar la resistencia al líquido elemento, se recomienda usar el 50% de suspensión (polvo aluminizados y aceites) en la mezcla de nitrato de amonio y diésel..

e) **Cantidad de explosivo**

En voladura la cuantía de explosivo usado tiene que ser considerablemente próxima a lo mínimo esencial para poder desglosar la roca. Menos cantidad significa poseer una voladura defectuosa y, por el contrario, una demasía de cantidad significa superior inversión y riesgos de accidentes, debiéndose tenerse en cuidado que el exceso de cantidad adicionado al taladro origina un lanzamiento cuya violencia es proporcional a dicha demasía en m³, se calcula que el centro de gravedad de la voladura podría moverse varios metros hacia enfrente por cada 0,10 kg/m³ de demasía de carga, siendo aún superior el peligro de propagación de trozos diminutos a distancias no visibles (flying rock). (Manual EXSA, 2000)

Se aplicó el modelo matemático de Konya:

$$Dc = D^2 * \pi * \frac{de}{4000}$$

Donde:

- * Dc = Densidad de la carga (kg/m)
- * D = Diámetro del taladro (mm)
- * de = Gravedad o densidad específica del explosivo (g/cm³)

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS:

Boca mina

Es la boca que sirve de ingreso a la mina.

By pass

Es un trabajo subalterno que nos sirve para dar travesía a los equipos, maquinarias y personal hasta la misma labor.

Cajas

Es la parte estéril a ambas partes de las menas, denominados hastial derecho e izquierdo.

Cartucho

Dispositivo de la dinamita, donde este es el que lleva el detonante.

Cebo

Unidad de cartucho que lleva el detonante.

Carga de columna

Explosivo ubicado por superpuesto a la carga de fondo que alcanza incluso el límite.

Desmonte

Es un elemento estéril o de baja pureza y se encuentra por debajo de la ley económica.

Disparo

Es la explosión del tiro de la carga explosiva.

Explosivo

Es aquella sustancia que por alguna causa extrema (roce, calor percusión) pueden reaccionar generando una detonación.

Frente

Es la parte donde trabaja o perfora el barreno explotando la veta.

Galería

Son labores extendidas que no tienen evacuación inmediata al exterior y están designadas al traslado de cargas, transporte del personal, ventilación acorde a la dirección del mineral.

Ganga

Son minerales que no disponen de valor financiero pero estas se encuentran en las respectivas vetas.

Jaula

Asesor que sirve para ascender y descender por los piques.

Laboreo

Aptitud de examinar las minas haciendo las perforaciones necesarias sacando las menas (tipo metal) aprovechables.

Ley de cabeza

Ley de mineral que sale de la yacimiento antes del procedimiento de transformación.

Malla de perforación

Diseño para la aplicación de perforación.

Manto

Cuerpo de mineral de grosor uniforme poco anguloso o semi - horizontal.

Mena

Filón de mineral que existe aún en las minas contenido de minerales comerciales.

Minado

El procedimiento de aprovechamiento con subniveles, utilizando material detrítico e hidráulico una diferencia de taladros largos comprende de dos fases: la primera es la fase de elaboración y la segunda es la fase de explotación.

Mineral

Es un compuesto innato de constitución química, definida habitualmente como solido e inorgánico, que posee contenidos económicos destacado como menas (tipo metal).

Nivel

Conjunto de labores, todo alrededor de a la misma elevación en la totalidad de las minas los distintos niveles están situados a profundidad generalmente de 30 a 55 m.

Rampa

Trabajo en yacimiento inclinado, que puede tratar sobre la veta para examinarla y extraerla el mineral, debe estar proyectada en función al equipo que se va a utilizar con una desviación adecuada.

Pique

Es un trabajo minero hacia el subterráneo, labor que se ejecuta en dirección al suelo.

Relleno

Desperdicio o desmonte para nivelar una franja o capa de aprovechamiento minero.

Socavon

Es un trabajo extendido que dispone de una evacuación directa al exterior y está asignado a los diferentes servicios que requieran de trabajos mineros.

Veta

Estructura o grietas en las rocas que ha sido sustituidos con sustancias de tipo metálico.

CAPÍTULO III

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1 CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

3.1.1. Confiabilidad del instrumento

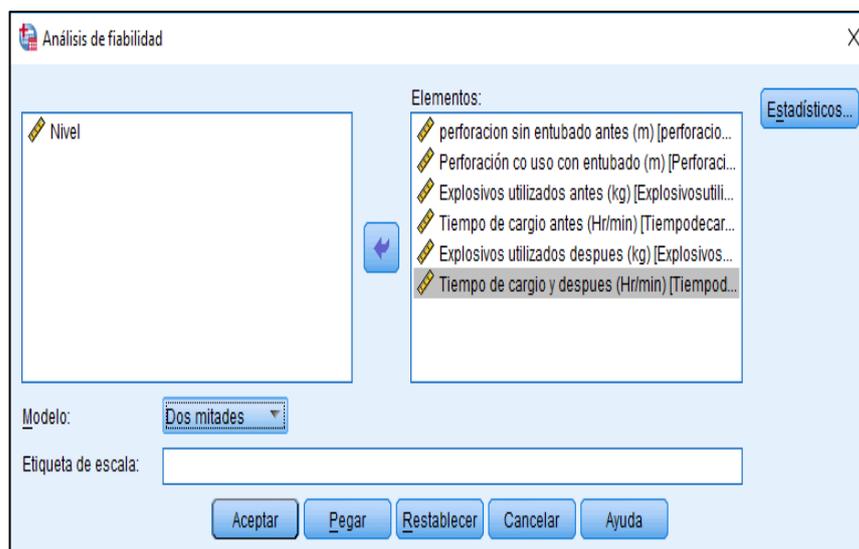
La confiabilidad del instrumento de la presente investigación, ha sido medida por el método de mitades partidas que detallamos en la Tabla 2, el cual muestra la repartición de datos pares e impares por igual.

Tabla 2. Matriz de mitades partidas para el cálculo de fiabilidad

Labor	Impar	Veta	perforacion sin entubado antes(m)	perforacion con uso de entubado (m)	Explosivos (Anfo) utilizados antes (kg)	Explosivos (Anfo) utilizados despues (kg)	Tiempo carguio antes (Hr/min)	Tiempo de carguio y despues (Hr/min)	Par	Veta	perforacion sin entubado antes(m)	perforacion con uso de entubado (m)	Explosivos (Anfo) utilizados antes (kg)	Explosivos (Anfo) utilizados despues (kg)	Tiempo carguio antes (Hr/min)	Tiempo de carguio y despues (Hr/min)
RP 10 N	1	Productora	2.55	3.65	137	120	1:35	0:4	2	Productora	2.55	3.67	137	125	1:35	0:45
RP 10 N	3	Productora	2.45	3.61	135	115	1:25	0:39	4	Productora	2.55	3.65	137	118	1:35	0:38
RP 10 N	5	Productora	2.55	3.64	137	120	1:35	0:45	6	Constancia	2.45	3.6	135	117	1:25	0:43
RP 10 S	7	Constancia	2.45	3.56	137	116	1:35	0:41	8	Constancia	2.55	3.54	137	120	1:35	0:47
RP 10 S	9	Constancia	2.45	3.66	135	116	1:25	0:41	10	Constancia	2.45	3.59	135	122	1:25	0:45
RP 10 N	11	Productora	2.55	3.64	137	112	1:35	0:35	12	Productora	2.55	3.66	137	120	1:35	0:45
RP 10 N	13	Productora	2.55	3.63	135	115	1:25	0:42	14	Productora	2.55	3.57	137	120	1:35	0:42
RP 10 N	15	Productora	2.55	3.65	137	118	1:35	0:45	16	Constancia	2.45	3.54	135	119	1:25	0:38
RP 10 S	17	Constancia	2.45	3.53	137	116	1:35	0:43	18	Constancia	2.45	3.6	135	125	1:25	0:44
RP 10 S	19	Constancia	2.45	3.49	135	115	1:25	0:39	20	Constancia	2.45	3.62	135	119	1:25	0:45
RP 10 N	21	Productora	2.55	3.6	137	118	1:35	0:38	22	Productora	2.55	3.6	135	123	1:25	0:37
RP 10 N	23	Productora	2.55	3.6	137	119	1:35	0:35	24	Productora	2.55	3.55	135	114	1:25	0:38
RP 10 N	25	Productora	2.55	3.55	137	122	1:35	0:39	26	Productora	2.55	3.55	137	120	1:35	0:37
RP 10 N	27	Productora	2.55	3.5	135	117	1:25	0:45	28	Productora	2.55	3.5	137	115	1:35	0:35
RP 10 N	29	Productora	2.55	3.6	135	120	1:25	0:38	30	Productora	2.55	3.6	137	120	1:35	0:41
RP 10 S	31	Constancia	2.45	3.6	135	115	1:25	0:46	32	Constancia	2.45	3.6	135	116	1:25	0:38
RP 10 S	33	Constancia	2.45	3.65	137	119	1:35	0:35	34	Constancia	2.45	3.65	135	120	1:25	0:42
RP 10 S	35	Constancia	2.45	3.67	137	117	1:35	0:38	36	Constancia	2.45	3.55	135	120	1:25	0:37
RP 10 S	37	Constancia	2.45	3.6	135	116	1:25	0:38	38	Constancia	2.45	3.6	135	119	1:25	0:35
RP 10 S	39	Constancia	2.45	3.6	135	115	1:25	0:35	40	Constancia	2.45	3.6	137	120	1:35	0:35

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 7, detallamos la manera de cómo se alimentó los datos para encontrar el valor de fiabilidad con el SPSS Statistics, por medio del método de mitades partidas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Método de Mitades Partidas con software SPSS Statistics

En la Tabla 3, se detalla el resultado de probabilidad calculado de por el factor de dos mitades, Obteniendo un valor 0.899 el cual se llevara a su correspondiente interpretación.

Tabla 3 Estadísticas de Confiabilidad

Estadísticas de fiabilidad			
Alfa de Crombach	Parte 1	Valor	,097
		N de elementos	3^a
	Parte 2	Valor	,018
		N de elementos	3^b
	N total de elementos		6
Correlación de formularios			,173
Coeficientes de	Longitud igual		,895
Spearman-Brown	Longitud desigual		,895
Coeficiente de dos mitades de Guttman			,899

Fuente: Elaboración propia

Con esta fórmula podemos interpretar el Alfa de Cronbach.

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_t^2} \right]$$

Donde

s_i^2 : varianza del item numero uno

s_t^2 : varianza de los valores totales visualizados

k : número de preguntas o tambien llamados items.

Mediante el cálculo de dos mitades de Guttman nuestro valor es 0.899, valor que según la Figura 8, se encuentra en el rango de 0.81 a 1.00, lo cual nos indica que los datos son de alta confiabilidad.

Escala de Interpretación de la magnitud del Coeficiente de Confiabilidad

Rangos	Magnitud
0,81 a 1,00	Muy Alta
0,61 a 0,80	Alta
0,41 a 0,60	Moderada
0,21 a 0,40	Baja
0,01 a 0,20	Muy Baja

Nota. Tomado de Ruiz (2002) y Pallella y Martins (2003)

Fuente. Ruiz (2002)

Figura 8 . Comparativo de fiabilidad

3.1.2. Validación del instrumento

El elemento que hemos utilizado para la recolección de nuestros datos es la Matriz de Análisis de datos, que en Pan American Silver S.A.C. HUARON se ha

procesado durante los años 2017 al 2018. Para garantía de la validación del instrumento nos guiamos por la experiencia de los jefes de guardia, supervisores, perforistas, cargadores. Además, detallo que esta investigación tiene carácter descriptivo por darse la característica de la investigación. Personalmente he sido uno de los colaboradores que trabajó con el mejoramiento de la malla de perforación para optimizar la voladura.

3.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES.

Según la tipología de la investigación es de tipo variable continua, por ende, se detallan el análisis cuantitativo a través de la hipótesis formulada (general). Se ha utilizado el software SPSS Statistics (versión 22), el análisis descriptivo se muestra en las siguientes tablas.

3.2.1. Características de la roca

En la , se presenta la ficha de evaluación geomecánica de la RP – 10, donde se aplicó el sistema convencional (sin entubado), cuyo macizo rocoso presentaba los siguientes parámetros:

- * GSI : Fracturado bueno FB
- * RMR : Rango de 51 - 60 (Tipo roca III A)

Con los parámetros antes citados, se establece un tiempo de autoaporte de 6 meses, la utilización de perno sistemático de 1.50 m x 1.50 m., con una distribución triangular (cinta metálica ocasional), con recomendación de un sistema 7 – 6 por fila.



**Pan American
SILVER HUARÓN S.A.**

UNIDAD MINERA HUARÓN
FORMATO DE RECOMENDACIÓN GEOMECÁNICA

Ejecutado por: Abel García Baldeón
 Nivel: 450 Zona: Noite 500 Labor: RA-10
 Fecha: 29 / 01 / 2017 Guardia: Día Hora: 10:59 AM
 Responsables de Labor: CIA. HUARÓN CONTRATA

MAPEO GEOMECANICO METODO GSI				CROQUIS DE UBICACIÓN		
		PARED IZQUIERDA	TECHO	PARED DERECHO		
CALIDAD DE ROCA	ESTRUCTURA (Fractura / m)	7	8	7		
	CONDICIÓN DE ABERTURA	Corados	Corados	Corados		
	CONDICIÓN DE RELLENO					
	FRAGMENTACIÓN	lig. Pujon	lig. Pujon	lig. Pujon		
	RESISTENCIA AL GOLPE DE PICOTA	2	2	2		
CLASIFICACIÓN G.S.I.		F1B	F1B	F1B		
FACTORES INFLUYENTES		2	2	2		
SOSTENIMIENTO		B	B	B		

FACTORES INFLUYENTES
 1.- AGUA 2.- FRACTURAS PARALELAS 3.- FRACTURAS SUB HORIZONTALES 4.- CRUCE DE LABOR

TIPO	SECCIÓN (1.5-3.0 mt)	SECCIÓN (3.0 - 5.0 mt)	SECCIÓN (5.0 - 20 mt)
A (RMR 61-80) BUENA	PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.70 m, distribución triangular ó puntal de madera Ø 6-7" espaciado a 2.0 m en cajas de buzamiento (45-75°) ó relleno	PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.70 m, distribución triangular	PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.50 m, distribución triangular ó relleno
B (RMR 51 - 60) REGULAR III-A	PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.50 m, distribución triangular ó puntal de madera Ø 6-7" espaciado a 1.5 m en cajas de buzamiento(45-75°) ó relleno	PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.50 m, distribución triangular (cinta metálica ocasional)	PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.20 m, distribución triangular ó relleno (cinta metálica ocasional)
C (RMR 41-50) REGULAR III B	PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.50 m, distribución cuadrada + malla electrosoldada ó puntal de madera Ø 6-7" espaciado a 1.2 m en cajas de buzamiento (45-75°) ó relleno	PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.50 m, distribución cuadrada + malla electrosoldada ó cinta metálica	PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.50 m, distribución cuadrada + malla electrosoldada ó relleno.
D (RMR 31-40) MALA A	PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 0.75 m distribución triangular + malla electrosoldada ó puntal de madera Ø 6-7" espaciado a 1.0 m en cajas de buzamiento (45-75°) ó relleno	1.- PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.70 m, distribución triangular + shotcrete 2" (fibra metálica 20 Kg/m3) ó 2.- Cimbra metálica espaciado a 1.50 m	PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.50 m, distribución triangular + shotcrete 2" (fibra metálica 20 Kg/m3) ó relleno
E (RMR 21-30) MALA B	Cuadro cónico ó cojo de madera Ø 7 - 8" espaciado a 1.2 m, topado e encribado y enrejado ó relleno	1.- PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.50 m, distribución triangular + shotcrete 2" (fibra metálica 30 Kg/m3) ó 2.- Cimbra metálica espaciado a 1.20 m ó 3.- Arco noruego Fe Ø 1/2" espaciado a 2.0 m	PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.20 m, distribución triangular + shotcrete 3" (fibra metálica 30 Kg/m3) ó relleno
F (RMR 0-20) (MUY MALA)	Cuadro cónico ó cojo de madera Ø 7 - 8" espaciado a 1.0 m, topado e encribado y enrejado ó relleno	1.- PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.20 m, distribución cuadrada + shotcrete 3" (fibra metálica 30 Kg/m3) ó 2.- Cimbra metálica espaciado a 1.0 m ó 3.- Arco noruego Fe Ø 1/2" espaciado a 1.2 m	1.- PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.03 m, distribución cuadrada + shotcrete 3" (fibra metálica 30 Kg/m3) ó relleno 2.- Sólo aplica a Labores temporales

Tiempo de Autosopte

RMR (0-20) GSI - F	2 Hrs	RMR (21-30) GSI - E	12 Hrs	RMR (31-40) GSI - D	1 día	RMR (41-50) GSI - C	1 Sem	RMR (51-60) GSI - B	6 meses	RMR (61-80) GSI - A	1 año
-----------------------	-------	------------------------	--------	------------------------	-------	------------------------	-------	------------------------	---------	------------------------	-------

TIPOS DE ELEMENTOS DE SOPORTE A EMPLEAR

<input type="checkbox"/> Perno Helicoidal 7"	<input type="checkbox"/> Perno Helicoidal 5"
<input checked="" type="checkbox"/> Perno Swellex 7"	<input type="checkbox"/> Perno Swellex 5"
<input type="checkbox"/> Split Set 7"	<input type="checkbox"/> Split Set 5"
<input type="checkbox"/> Malla Electrosoldada	<input type="checkbox"/> Cinta Metálica
<input type="checkbox"/> Shotcrete 2"	<input type="checkbox"/> Shotcrete 3"
<input type="checkbox"/> Cimbra	<input type="checkbox"/> Arco Noruego
<input type="checkbox"/> Cuadro Madera	<input type="checkbox"/> Puntal de Madera
<input type="checkbox"/> Relleno Detritico	<input type="checkbox"/> Relleno Hidráulico
<input type="checkbox"/> Relleno Cementado	<input type="checkbox"/> Otro

Calores Perno Swellex (dist. 7-6)

Ø Broca 33-37 mm Ø Broca 36-38 mm

OBSERVACIONES:

** Análisis detallado de las Hojadas y Corros.
 * Controlar y verificar según norma (A-003 u.20)
 * Calores Perno Swellex 7"*

[Signature]
DPTO. GEOMECÁNICA

SUPERVISOR MINA

Fuente. Área Geomecánica Huarón

Figura 9. Evaluación Geomecánica enero - 2017

Seguidamente en la Figura 10, se muestra la ficha de evaluación geomecánica de la RP – 10, donde se aplicó el sistema modificado (con entubado), cuyo macizo rocoso presentaba los siguientes parámetros:

- * GSI : Fracturado regular FR
- * RMR: Rango de 31 - 40 (Mala A)

Con los parámetros antes citados, se establece un tiempo de autoaporte de 1 día, la utilización de perno sistemático de 1.70 m x 1.70 m. con distribución triangular + shocrete de 2” (fibra metálica 20 k/m³), sistema 7 – 6 por fila.



**Pan American
SILVER HUARÓN S.A.**

UNIDAD MINERA HUARÓN
FORMATO DE RECOMENDACIÓN GEOMECÁNICA

Ejecutado por: JUAN BLIBORBE CARHUACORAN
 Nivel: 450 Zona: NORTE 300 Labor: 740 10 (t)
 Fecha: 24 / SET / 2018 Guardia: JCA Hora: 09:20 am
 Responsables de Labor: CIA. HUARÓN CONTRATA

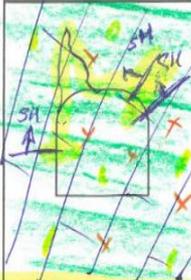
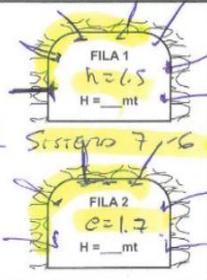
MAPEO GEOMECANICO METODO GSI			CROQUIS DE UBICACIÓN		
			PARED IZQUIERDA	TECHO	PARED DERECHO
CALIDAD DE ROCA	ESTRUCTURA (Fractura / ml)		06	12	05
	CONDICIÓN DE FRACTURAS	Abertura	CERRADO	ABIER	CERRADO
		Relleno	DURO	SUDURO	DURO
		Rugosidad	L. RUG	W50	L. RUG
		RESISTENCIA AL GOLPE DE PICOTA	1-2	ISUP	42
	CLASIFICACION G.S.I.	F/R	F/R	F/R	
FACTORES INFLUYENTES			2	2	2
SOSTENIMIENTO			C	D	C

1.- AGUA 2.- FRACTURAS PARALELAS 3.- FRACTURAS SUB HORIZONTALES 4.- CRUCE DE LABOR

TIPO	SECCIÓN (1.5-3.0 mt)	SECCIÓN (3.0 - 5.0 mt)	SECCIÓN (5.0 - 20 mt)
A (RMR 61-80) BUENA	PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.70 m, distribución triangular ó puntal de madera Ø 6-7" espaciado a 2.0 m en cajas de buzamiento (45-75°) ó relleno	PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.70 m, distribución triangular	PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.50 m, distribución triangular ó relleno
B (RMR 51 - 60) REGULAR III-A	PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.50 m, distribución triangular ó puntal de madera Ø 6-7" espaciado a 1.5 m en cajas de buzamiento (45-75°) ó relleno	PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.50 m, distribución triangular (cinta metálica ocasional)	PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.20 m, distribución triangular ó relleno (cinta metálica ocasional)
C (RMR 41-50) REGULAR III B	PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.50 m, distribución cuadrada + malla electrosoldada ó puntal de madera Ø 6-7" espaciado a 1.2 m en cajas de buzamiento (45-75°) ó relleno	PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.50 m, distribución cuadrada + malla electrosoldada ó cinta metálica	PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.50 m, distribución cuadrada + malla electrosoldada ó relleno.
D (RMR 31-40) MALA A	PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 0.75 m distribución triangular + malla electrosoldada ó puntal de madera Ø 6-7" espaciado a 1.0 m en cajas de buzamiento (45-75°) ó relleno	PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.70 m, distribución triangular + shotcrete 2" (fibra metálica 20 Kg/m3) ó 2.- Cimbra metálica espaciado a 1.50 m	PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.50 m, distribución triangular + shotcrete 2" (fibra metálica 20 Kg/m3) ó relleno
E (RMR 21-30) MALA B	Cuadro cónico ó cojo de madera Ø 7 - 8" espaciado a 1.2 m, topeado e encribado y enrejado ó relleno	1.- PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.50 m, distribución triangular + shotcrete 2" (fibra metálica 30 Kg/m3) ó 2.- Cimbra metálica espaciado a 1.20 m ó 3.- Arco noruego Fe Ø 1/2" espaciado a 2.0 m	PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.20 m, distribución triangular + shotcrete 3" (fibra metálica 30 Kg/m3) ó relleno
F (RMR 0-20) (MUY MALA)	Cuadro cónico ó cojo de madera Ø 7 - 8" espaciado a 1.0 m, topeado e encribado y enrejado ó relleno	1.- PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.20 m, distribución cuadrada + shotcrete 3" (fibra metálica 30 Kg/m3) ó 2.- Cimbra metálica espaciado a 1.0 m ó 3.- Arco noruego Fe Ø 1/2" espaciado a 1.2 m	1.- PERNO SISTEMÁTICO espaciado a 1.00 m, distribución cuadrada + shotcrete 3" (fibra metálica 30 Kg/m3) ó relleno 2.- Solo aplica a Labores temporales

Tiempo de Autosorte

RMR (0-20) GSI - F	2 Hrs	RMR (21-30) GSI - E	12 Hrs	RMR (31-40) GSI - D	1 día	RMR (41-50) GSI - C	1 Sem	RMR (51-60) GSI - B	6 meses	RMR (61-80) GSI - A	1 año
--------------------	-------	---------------------	--------	---------------------	-------	---------------------	-------	---------------------	---------	---------------------	-------

TIPOS DE ELEMENTOS DE SOPORTE A EMPLEAR		LITOLÓGIA / ESTRUCTURAL	CHIMENEA MECANIZ./CONVEN.	DISTRIBUCIÓN SISTEMÁTICA DE PERNOS
<input type="checkbox"/> Perno Helicoidal 7'	<input type="checkbox"/> Perno Helicoidal 5'		<p>ROCA SUECA CON P DESVIADA POR UNO - FALLA RMR=40 RQD=39% GSI=14/12 TIPO="D"</p>	
<input checked="" type="checkbox"/> Perno Swellex 7'	<input type="checkbox"/> Perno Swellex 5'			
<input type="checkbox"/> Split Set 7'	<input type="checkbox"/> Split Set 5'			
<input type="checkbox"/> Malla Electrosoldada	<input type="checkbox"/> Cinta Metálica			
<input checked="" type="checkbox"/> Shotcrete 2"	<input type="checkbox"/> Shotcrete 3"			
<input type="checkbox"/> Cimbra	<input type="checkbox"/> Arco Noruego			
<input type="checkbox"/> Cuadro Madera	<input type="checkbox"/> Puntal de Madera			
<input type="checkbox"/> Relleno Detritico	<input type="checkbox"/> Relleno Hidráulico			
<input type="checkbox"/> Relleno Cementado	<input type="checkbox"/> Otro			
<input checked="" type="checkbox"/> SHOTCRETE 2" EN BONA DE FALLA EN BASTON	<input type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/> Ø Broca 33-37 mm	<input type="checkbox"/> Ø Broca 36-38 mm			

OBSERVACIONES: ZONA DE FALLA LOCAL LANZADO DE SHOTCRETE EN BASTON COMO INDICA CROQUIS (RELLENAR LA FALLA) + SWELLE EN FILA SISTEMA 7-6 2º DESITE ATENCIONES DE TODA LA PARED TANTO HASTA ALER Y CORONADO NOCA FRACTURARU

DPTO. GEOMECANICA
1. NUNOFEZ

SUPERVISOR MINA

Fuente. Área Geomecánica Huarón

Figura 10. Evaluación Geomecánica setiembre - 2018

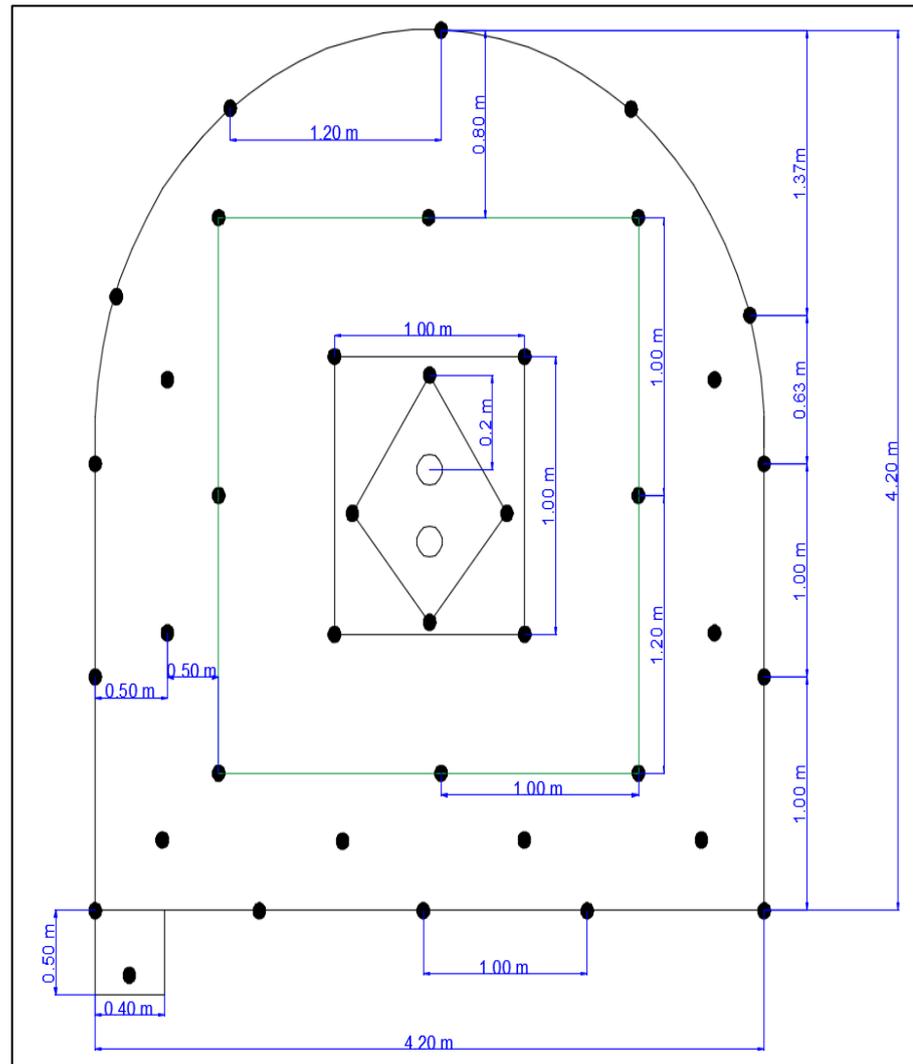
Resultado comparativo

El análisis geomecánico consta de diversos criterios o parámetros de evaluación, los cuales se detallan en los Anexos 3 y 4. De las caracterizaciones obtenidas en la RP – 10, podemos citar que el macizo rocoso donde se aplicó el sistema convencional (sin entubado), era una roca buena, mientras que la zona donde se aplicó el sistema modificado (con entubado) era fracturada regular, por lo que era necesario mejorar el tipo de sostenimiento.

3.2.2. Distribución de taladros

Continuando con el análisis, detallamos en la Figura 11, la distribución de los respectivos taladros en la malla de perforación NV - 450 norte en la mina Huarón sección de (4.0 m x 4.20 m roca regular), utilizado con el método convencional (sin entubado), cuyas cantidades se detalla a continuación:

Taladros de Arranque:	4
Taladros de Alivio de arranque:	3
Taladros de primera Ayuda:	4
Taladros de segunda Ayuda:	4
Taladros de tercera Ayuda:	4
Taladros de Ayuda de cuadradores:	4
Taladros de Cuadradores (hastiales):	4
Taladros de Corona:	4
Taladros de Alivio de corona:	0
Taladros de Ayuda de Arrastre:	4
Taladros de Arrastre:	5
Taladro de cuneta:	1
Total de taladros:	42
Taladros de producción:	39



Fuente: Elaboración Propia

Figura 11. Diseño de Malla de Perforación (sin entubado) Sección 4.00 m x 4.20 m

En la Figura 12, la distribución de los taladros en la malla de perforación NV - 450 norte en la mina Huarón sección de (4.0 m x 4.20 m roca regular), utilizado con el método modificado (con entubado), cuyas cantidades se detalla a continuación:

Taladros de Arranque:	4
Taladros de Alivio de arranque:	4
Taladros de primera Ayuda:	4
Taladros de segunda Ayuda:	4
Taladros de tercera Ayuda:	4
Taladros de Ayuda de cuadradores:	4
Taladros de Cuadradores (hastiales):	4
Taladros de Corona:	5
Taladros de Alivio de corona:	4
Taladros de Ayuda de Arrastre:	4
Taladros de Arrastre:	5
Taladro de cuneta:	1
Total de taladros:	47
Taladros de producción:	39

Resultado comparativo

La malla de perforación sin entubado nos proporciona sobrerotura en la corona por no contar con taladros de alivio, en tanto que en el taladro de arranque sí se utilizaron dos taladros de alivio. En la malla de perforación con entubado, se evitó sobreroturas en la corona por la inclusión de taladros de alivio; mientras que en el taladro de arranque se utilizó cuatro taladros de alivio; lo cual nos permitió la aplicación de una voladura controlada.

3.2.3. Tiempo de carguío de explosivo

Los datos de los tiempos de carguío, son datos que han sido tomados directamente insitu, es decir que se ha contabilizado desde el inicio del carguío del primer taladro y hasta culminar el carguío del taladro N° 39.

Los valores del tiempo de carguío de las 40 muestras, con el método convencional (sin entubado), tal como se visualiza en la Tabla 4.

Los respectivos valores del tiempo de carguío de las 40 muestras, con el método modificado (con entubado), se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Tiempo de carguío de malla de perforación con entubado

Nivel	Veta	Tiempo de carguío - despues (Hr/min)
450	Productora	0.40
450	Productora	0.45
450	Productora	0.39
450	Productora	0.38
450	Productora	0.45
450	Constancia	0.43
450	Constancia	0.41
450	Constancia	0.47
450	Constancia	0.41
450	Constancia	0.45
450	Productora	0.35
450	Productora	0.45
450	Productora	0.42
450	Productora	0.42
450	Productora	0.45
450	Constancia	0.38
450	Constancia	0.43
450	Constancia	0.44
450	Constancia	0.39
450	Constancia	0.45
450	Productora	0.38
450	Productora	0.37
450	Productora	0.35
450	Productora	0.38
450	Productora	0.39
450	Productora	0.37
450	Productora	0.45
450	Productora	0.35
450	Productora	0.38
450	Productora	0.41
450	Constancia	0.46
450	Constancia	0.38
450	Constancia	0.35
450	Constancia	0.42
450	Constancia	0.38
450	Constancia	0.37
450	Constancia	0.38
450	Constancia	0.35
450	Constancia	0.35
450	Constancia	0.35

Fuente : Elaboración propia

Resultado comparativo

El tiempo de carguío es fundamental en todo proceso de extracción de minerales, por ello notamos que el tiempo de carguío con el sistema convencional (sin entubado) era promedio de 1 hora 30 minutos por frente, en tanto que, al realizar el carguío bajo el sistema modificado (con entubado) se empleó tan solamente un tiempo promedio de 40 minutos segundos por frente; lo cual significa una reducción notable en el tiempo de carguío de 50 minutos por frente, siendo más eficiente y fácil de maniobrar para los colaboradores.

3.2.4. Explosivos

Cantidad de explosivos utilizados con la malla de perforación sin entubado

Para el cálculo de la cantidad de explosivos utilizados, se aplicó el modelo matemático de Konya, el cual se muestra.

$$Dc = D^2 * \pi * \frac{de}{4000}$$

Seguidamente se procede a reemplazar la fórmula con los datos correspondientes al sistema convencional (sin entubado), para calcular el peso por metro línea, de un frente modelo, donde:

$$* Dc = \text{kg/m}$$

$$* D = 51 \text{ mm}$$

$$* de = 0.9 \text{ g/cm}^3$$

$$Dc_{\phi 51} = \frac{(51)^2 * 3.1416 * 0.9}{4000} = 1.84 \text{ kg/ml}$$

En el sistema convencional y considerando el tipo del macizo rocoso, se utilizaba taladros de 3.048 m (10 pies), dicha longitud por el efecto de

acumulación de ditritos en el taladro, se estima que la longitud efectiva es de un 84% aproximadamente, lo que finalmente arroja una medida de 2.55 m. en promedio.

De acuerdo a lo indicado en el Manual práctico de voladura 2000 (voladura controlada 11) de Exsa, el carguío de explosivos debe realizarse a un 75% de la longitud efectiva.

Teniendo una longitud efectiva de carguío de 2.55 m y aplicando lo indicado en el párrafo anterior, nuestra longitud final es de 1.91 m.

Para calcular el peso de explosivo a utilizar en un taladro, aplicamos la siguiente fórmula:

$$Dc_{taladro} = Dc * l \left(\frac{kg}{taladro} \right)$$

Reemplazando los valores, se obtiene un peso de 3.51 kg/taladro y para un total de 39 taladros, de un frente modelo, el peso total asciende a 136.89 kg.

Cantidad de explosivos utilizados con la malla de perforación con entubado

Para nuestro cálculo de cantidad de explosivos utilizados, se aplicó el modelo matemático de Konya, el cual se muestra.

$$Dc = D^2 * \pi * \frac{de}{4000}$$

Seguidamente se procede a reemplazar la fórmula con los datos correspondientes al sistema modificado (con entubado), para calcular el peso por metro líneal, donde el diámetro inicial del taladro de 51 mm, disminuye por el uso del tubo PVC a 40 mm:

$$Dc_{\phi 51} = \frac{(40)^2 * 3.1416 * 0.9}{4000} = 1.13 \text{ kg/ml}$$

En el sistema modificado, es decir con entubado y considerando el tipo del macizo rocoso, se propuso el uso de taladros de 3.66 m (12 pies), dicha longitud no varía porque el efecto de acumulación de ditritos en el taladro no se presenta por ser el método con entubado, por lo que se aplicó directamente lo indicado en el Manual práctico de voladura 2000 (voladura controlada 11) de Exsa, que el carguío de explosivos debe realizarse a un 75% de la longitud efectiva.

Teniendo una longitud efectiva de carguío de 3.66 m y aplicando lo indicado en el párrafo anterior, nuestra longitud final es de 2.75 m.

Para calcular el peso de explosivo a utilizar en un taladro, aplicamos la siguiente fórmula:

$$Dc_{taladro} = Dc * l \left(\frac{kg}{taladro} \right)$$

Reemplazando los valores, se obtiene un peso de 3.11 kg/taladro y para un total de 39 taladros, el peso total asciende a 121.29 kg.

Resultado comparativo

La cantidad de explosivo utilizado en 39 taladros con el método convencional (sin entubado) se estima en promedio de 136.89 kg, en tanto que, en la perforación con entubado se estima que se utilizó 121.29 kg de explosivo, encontrándose un ahorro promedio de 15.60 kg de explosivo por frente; logrando de esa manera reducir el uso de explosivos.

3.3. PRUEBA DE NORMALIDAD

Para las pruebas de normalidad se tomaron los datos estadísticos que se recolectaron durante el periodo de prueba, los cuales se sometieron a cálculo con el SPSS Statistics y de acuerdo con las hipótesis formuladas. A continuación se

detallas las pruebas de normalidad para cada una de ellas. Además, detallamos que según el número de nuestras muestras que es de 40, adoptamos la prueba de normalidad - Shapiro Wilk.

Hipótesis General

En la Tabla 6, mostramos los 40 datos de la RP 10 de NV 450 Norte, correspondientes a la perforación sin entubado y la perforación con entubado, en Pan American Silver S.A.C. Huarón, datos que fueron ingresados e interpretados con el SPSS Statistics.

Tabla 6. Datos de perforación sin entubado y perforación con entubado

Labor	Nivel	Veta	Perforacion sin entubado (m)	Perforacion con entubado (m)
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.65
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.67
RP 10 N	450	Productora	2.45	3.61
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.65
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.64
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.6
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.56
RP 10 S	450	Constancia	2.55	3.54
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.66
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.59
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.64
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.66
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.63
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.57
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.65
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.54
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.53
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.6
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.49
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.62
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.6
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.6
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.6
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.55
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.55
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.55
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.5
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.5
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.6
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.6
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.6
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.6
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.65
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.65
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.67
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.55
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.6
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.6
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.6
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.6

Fuente: Elaboración propia

Prueba de Normalidad:

En la Tabla 7, mostramos la prueba de normalidad, establecida en base a Shapiro Wilk y hallada con el SPSS Statistics, donde se observan los valores de 0.174 para la perforación sin entubado y de 0.113 para la perforación con entubado.

Tabla 7 Prueba de Normalidad Hipótesis General

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Perforación con entubado (m)	,231	20	,007	,993	20	,174
Perforación sin entubado (m)	,169	20	,136	,993	20	,113

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo indicado en el Cuadro 4, de interpretación de la prueba de normalidad, vemos que los valores calculados son mayores al valor de significancia, por lo se afirma que los datos de perforación derivan de una distribución normal.

Cuadro 4. Interpretación de la prueba de normalidad normalidad.

Normalidad		
0.174	>	0.05
0.113	>	0.05

Fuente: Elaboración propia

Hipótesis específica 1

En la Tabla 8, mostramos los 40 datos de la RP 10 de NV 450 Norte, correspondientes a los tiempos de carguío sin entubado y tiempos de carguío con entubado, en Pan American Silver S.A.C. Huarón, datos que fueron ingresados e interpretados con el SPSS Statistics.

Tabla 8. Datos de tiempo de carguío sin entubado y tiempo de carguío con entubado

Labor	Nivel	Veta	Tiempo de carguío antes (Hr/min)	Tiempo de carguío y despues (Hr/min)
RP 10 N	450	Productora	1:35	0:4
RP 10 N	450	Productora	1:35	0:45
RP 10 N	450	Productora	1:25	0:39
RP 10 N	450	Productora	1:35	0:38
RP 10 N	450	Productora	1:35	0:45
RP 10 S	450	Constancia	1:25	0:43
RP 10 S	450	Constancia	1:35	0:41
RP 10 S	450	Constancia	1:35	0:47
RP 10 S	450	Constancia	1:25	0:41
RP 10 S	450	Constancia	1:25	0:45
RP 10 N	450	Productora	1:35	0:35
RP 10 N	450	Productora	1:35	0:45
RP 10 N	450	Productora	1:25	0:42
RP 10 N	450	Productora	1:35	0:42
RP 10 N	450	Productora	1:35	0:45
RP 10 S	450	Constancia	1:25	0:38
RP 10 S	450	Constancia	1:35	0:43
RP 10 S	450	Constancia	1:25	0:44
RP 10 S	450	Constancia	1:25	0:39
RP 10 S	450	Constancia	1:25	0:45
RP 10 N	450	Productora	1:35	0:38
RP 10 N	450	Productora	1:25	0:37
RP 10 N	450	Productora	1:35	0:35
RP 10 N	450	Productora	1:25	0:38
RP 10 N	450	Productora	1:35	0:39
RP 10 N	450	Productora	1:35	0:37
RP 10 N	450	Productora	1:35	0:45
RP 10 N	450	Productora	1:35	0:35
RP 10 N	450	Productora	1:25	0:38
RP 10 N	450	Productora	1:35	0:41
RP 10 S	450	Constancia	1:25	0:46
RP 10 S	450	Constancia	1:25	0:38
RP 10 S	450	Constancia	1:35	0:35
RP 10 S	450	Constancia	1:25	0:42
RP 10 S	450	Constancia	1:35	0:38
RP 10 S	450	Constancia	1:25	0:37
RP 10 S	450	Constancia	1:25	0:38
RP 10 S	450	Constancia	1:25	0:35
RP 10 S	450	Constancia	1:25	0:35
RP 10 S	450	Constancia	1:35	0:35

Fuente: Elaboración propia

Prueba de Normalidad:

En la Tabla 9, mostramos la prueba de normalidad, establecida en base a Shapiro Wilk y hallada con el SPSS Statistics, donde se observan los valores de 0.084 para el tiempo de carguío sin entubado y de 0.054 para el tiempo de carguío con entubado.

Tabla 9 Prueba de Normalidad Hipótesis Especifica 1

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo de carguío sin entubado (Hr/min)	,189	20	,058	,916	20	,084
Tiempo de carguío con entubado (Hr/min)	,144	20	,200	,906	20	,054

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo indicado en el Cuadro 5, de interpretación de la prueba de normalidad, vemos que los valores calculados son mayores al valor de significancia, por lo se ratifica que los datos de tiempo de carguío derivan de una distribución normal.

Cuadro 5. Interpretación de normalidad

Normalidad		
0.084	>	0.05
0.054	>	0.05

Fuente: Elaboración propia

Hipótesis específica 2

En la Tabla 10, mostramos los 40 datos de la RP 10 de NV 450 Norte, correspondientes a la cantidad de explosivos utilizados en la perforación sin entubado y cantidad de explosivos utilizados en la perforación con entubado, en Pan American Silver S.A.C. Huaron, datos que fueron ingresados e interpretados con el SPSS Statistics.

Tabla 10. Datos de explosivos utilizados sin entubado y explosivos utilizados con entubado

Labor	Nivel	Veta	Explosivos utilizados sin entubado (kg)	Explosivos utilizados con entubado (kg)
RP 10 N	450	Productora	137	120
RP 10 N	450	Productora	137	125
RP 10 N	450	Productora	135	115
RP 10 N	450	Productora	137	118
RP 10 N	450	Productora	137	120
RP 10 S	450	Constancia	135	117
RP 10 S	450	Constancia	137	116
RP 10 S	450	Constancia	137	120
RP 10 S	450	Constancia	135	116
RP 10 S	450	Constancia	135	122
RP 10 N	450	Productora	137	112
RP 10 N	450	Productora	137	120
RP 10 N	450	Productora	135	115
RP 10 N	450	Productora	137	120
RP 10 N	450	Productora	137	118
RP 10 S	450	Constancia	135	119
RP 10 S	450	Constancia	137	116
RP 10 S	450	Constancia	135	125
RP 10 S	450	Constancia	135	115
RP 10 S	450	Constancia	135	119
RP 10 N	450	Productora	137	118
RP 10 N	450	Productora	135	123
RP 10 N	450	Productora	137	119
RP 10 N	450	Productora	135	114
RP 10 N	450	Productora	137	122
RP 10 N	450	Productora	137	120
RP 10 N	450	Productora	135	117
RP 10 N	450	Productora	137	115
RP 10 N	450	Productora	135	120
RP 10 N	450	Productora	137	120
RP 10 S	450	Constancia	135	115
RP 10 S	450	Constancia	135	116
RP 10 S	450	Constancia	137	119
RP 10 S	450	Constancia	135	120
RP 10 S	450	Constancia	137	117
RP 10 S	450	Constancia	135	120
RP 10 S	450	Constancia	135	116
RP 10 S	450	Constancia	135	119
RP 10 S	450	Constancia	135	115
RP 10 S	450	Constancia	137	120

Fuente: Elaboración propia

Prueba de Normalidad:

Tabla 11, mostramos la prueba de normalidad, establecida en base a Shapiro Wilk y hallada con el SPSS Statistics, donde se observan los valores de 0.055 para la cantidad de uso de explosivos sin entubado y de 0.112 y para la cantidad de uso de explosivos con entubado.

Tabla 11 Prueba De Normalidad Hipótesis Específica 2

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Explosivos utilizados sin entubado (kg)	,182	20	,083	,907	20	,055
Explosivos utilizados con entubado (kg)	,224	20	,010	,923	20	,112

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo indicado en el Cuadro 6, de interpretación de la prueba de normalidad, vemos que los valores obtenidos son mayores al valor de significancia, por lo se afirma que los datos de la cantidad de uso de explosivos derivan de una distribución normal.

Cuadro 6. Interpretación de normalidad

Normalidad		
0.055	>	0.05
0.112	>	0.05

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

Para las pruebas de las hipótesis propuestas, en la Tabla 12, mostramos la matriz de análisis de datos, con los promedios de Rp 10 (N) y la RP 10 (S) desde 2017 al 2018 en diferentes ámbitos de estudio. La recolección de datos brindará resultados con el software SPSS Statistics (versión 22) y el software Microsoft Excel a cada interrogante formulada.

Tabla 12. Matriz de análisis de datos.

Labor	Nivel	Veta	perforacion sin entubado antes(m)	perforacion con uso de entubado (m)	Explosivos (Anfo) utilizados antes (kg)	Explosivos (Anfo) utilizados despues (kg)	Tiempo carguo antes (Hr/min)	Tiempo de carguo y despues (Hr/min)
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.65	137	120	1:35	0:4
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.67	137	125	1:35	0:45
RP 10 N	450	Productora	2.45	3.61	135	115	1:25	0:39
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.65	137	118	1:35	0:38
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.64	137	120	1:35	0:45
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.6	135	117	1:25	0:43
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.56	137	116	1:35	0:41
RP 10 S	450	Constancia	2.55	3.54	137	120	1:35	0:47
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.66	135	116	1:25	0:41
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.59	135	122	1:25	0:45
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.64	137	112	1:35	0:35
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.66	137	120	1:35	0:45
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.63	135	115	1:25	0:42
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.57	137	120	1:35	0:42
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.65	137	118	1:35	0:45
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.54	135	119	1:25	0:38
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.53	137	116	1:35	0:43
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.6	135	125	1:25	0:44
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.49	135	115	1:25	0:39
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.62	135	119	1:25	0:45
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.6	137	118	1:35	0:38
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.6	135	123	1:25	0:37
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.6	137	119	1:35	0:35
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.55	135	114	1:25	0:38
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.55	137	122	1:35	0:39
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.55	137	120	1:35	0:37
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.5	135	117	1:25	0:45
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.5	137	115	1:35	0:35
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.6	135	120	1:25	0:38
RP 10 N	450	Productora	2.55	3.6	137	120	1:35	0:41
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.6	135	115	1:25	0:46
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.6	135	116	1:25	0:38
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.65	137	119	1:35	0:35
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.65	135	120	1:25	0:42
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.67	137	117	1:35	0:38
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.55	135	120	1:25	0:37
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.6	135	116	1:25	0:38
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.6	135	119	1:25	0:35
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.6	135	115	1:25	0:35
RP 10 S	450	Constancia	2.45	3.6	137	120	1:35	0:35

Fuente: Elaboración Propia

Para la ejecución de contraste de hipótesis, se tendrá consideración lo siguiente datos, que se aprecian en la Tabla 13, siendo el margen de error 0.05, la confiabilidad de 95%, grado de libertad 20 y valor crítico según el Anexo 3 de (+/- 1.725), el cual nos será de utilidad para elaborar la gráfica de la campana de Gauss.

Tabla 13. Datos para contrastación de hipótesis

Margen de Error	Confiabilidad	Valor Crítico	Grados de Libertad
0.05%	95%	(+/-)1.725	20

Fuente: Elaboración Propia

4.1. PRUEBA DE HIPOTESIS:

4.1.1 Hipótesis General

Hipótesis Alterna

La malla de perforación con entubado, sí optimiza la voladura en el Nv - 450 Norte en la mina Huaron S.A.C – 2018.

Hipótesis Nula

La malla de perforación con entubado, no optimiza la voladura en el Nv - 450 Norte en la mina Huaron S.A.C – 2018.

Primeramente, en la Tabla 14, verificamos el análisis cuantitativo correspondiente a la perforación sin entubado con un valor estadístico de 2.50 y para perforación con entubado, un valor estadístico de 3.596.

Tabla 14 Perforación con el uso de tubos y Perforación sin el uso n tubos pvc

	Descripcion	Estadístico	Error estándar	
Perforacion sin entubado antes(m)	Media	2.5000	.00801	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2.4838	
		Límite superior	2.5162	
	Media recortada al 5%		2.5000	
	Mediana		2.5000	
	Varianza		.003	
	Desviación estándar		.05064	
	Mínimo		2.45	
	Máximo		2.55	
	Rango		.10	
	Rango intercuartil		.10	
	Asimetría		0.000	.374
	Curtosis		-2.108	.733
	Perforacion con uso de entubado (m)	Media	3.5968	.00762
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	3.5813	
		Límite superior	3.6122	
Media recortada al 5%			3.5983	
Mediana			3.6000	
Varianza			.002	
Desviación estándar			.04817	
Mínimo			3.49	
Máximo			3.67	
Rango			.18	
Rango intercuartil			.09	
Asimetría			-4.61	.374
Curtosis			-4.36	.733

Fuente: Elaboración propia

Aceptando que los datos derivan de una distribución normal, como en la Tabla 15, se observa el valor del test estadístico: T Student de 184.692.

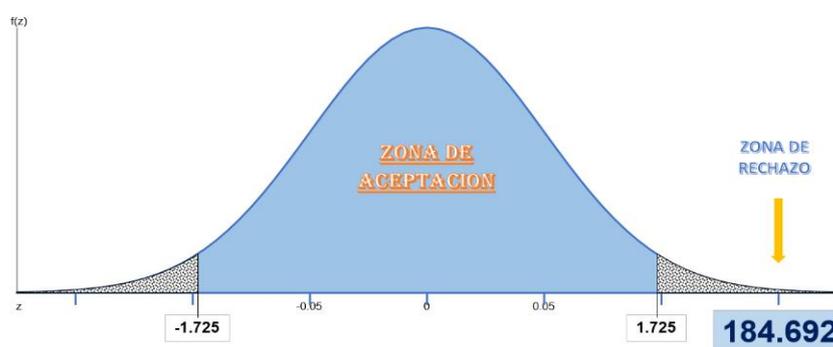
Tabla 15. Prueba de T Student para Hipótesis General

	Media	Desviación estándar	Medida de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	sig
				Inferior	Superior			
Perforación con entubado (m)	1,09425	,06729	,01064	1,07273	1,11577	184,692	20	.000
perforación sin entubado (m)								

Fuente: Elaboración Propia

Campana de Gauss:

Mediante la tabla de cuantiles, se obtiene el valor crítico de ± 1.725 , con 40 grados de libertad, según se indica en la Figura 13, el valor T Student de 184.692 obtenido, recae en la zona de rechazo; por ello, se aprueba la hipótesis alterna que señala que “La malla de perforación con entubado, sí optimiza la voladura en el Nv - 450 Norte en la mina Huaron S.A.C – 2018”.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 13. Campana de Gauss para Hipótesis General

En la Tabla 16, se presenta la media, desviación estándar de la hipótesis general, obtenidas de los datos de la perforación sin entubado y también la perforación con entubado.

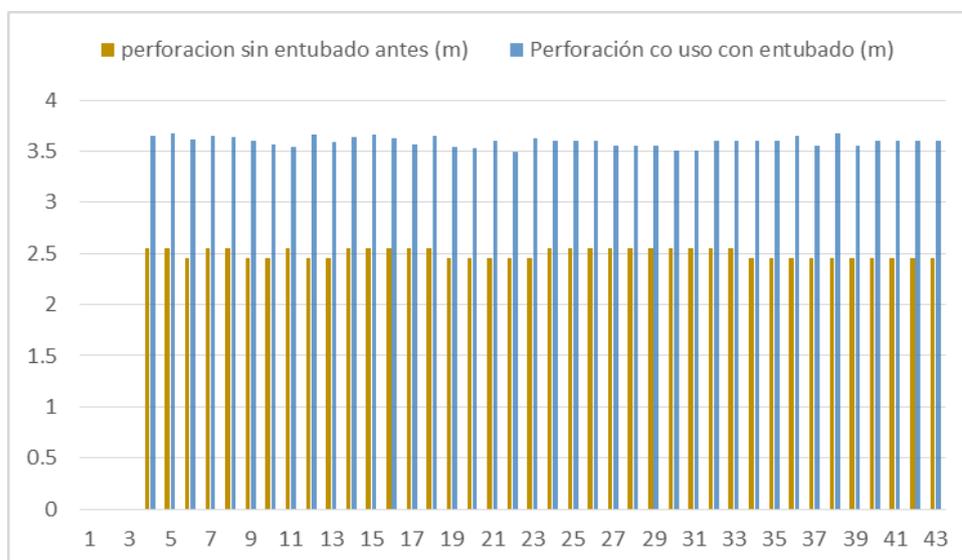
Tabla 16 Estadísticas de muestras emparejadas

	Media	N	Desviación estándar	Medida de error estándar
Perforación con entubado (m)	3,5942	40	,04793	,00758
perforación sin entubado (m)	2,5000	40	,05064	,00801

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, en el Gráfico 1. Comparativos de Perforación sin Entubado y Perforación con uso de Tubos pvc., se detallan los valores de la perforación sin

entubado y con el uso de tubos pvc, notándose evidentemente la diferencia de la longitud de avance, lo cual permite optimizar la voladura.



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 1. Comparativos de Perforación sin Entubado y Perforación con uso de Tubos pvc.

4.1.2 Hipótesis específicas

Hipótesis Especifica 1

Hipótesis Alterna

Existe un vínculo de manera lineal entre la malla de perforación con entubado y el tiempo de carguío de explosivo - Nv - 450 Norte en la mina Huarón S.A.C – 2018.

Hipótesis Nula

No existe una relación lineal entre la malla de perforación con entubado y el tiempo de carguío de explosivo - Nv - 450 Norte en la mina Huarón S.A.C – 2018.

En primer lugar, en la Tabla 17, verificamos el análisis cuantitativo correspondiente a tiempo de carguío sin entubado con un valor estadístico de 1.30 y para tiempo de carguío con entubado un valor estadístico de 0.401.

Tabla 17 Estadísticos de Explosivos Utilizados Antes y Después

		Descripcion	Estadístico	Error estándar
Tiempo carguío sin entubado (Hr/min)		Media	1.300	0.008
		95% de intervalo de confianza para la media		
		Límite inferior	1.284	
		Límite superior	1.316	
		Media recortada al 5%	1.300	
		Mediana	1.300	
		Varianza	0.003	
		Desviación estándar	0.050	
		Mínimo	1.250	
		Máximo	1.350	
		Rango	0.100	
		Rango intercuartil	0.100	
		Asimetría	0.000	0.369
		Curtosis	-2.077	0.724
Tiempo de carguío con entubado (Hr/min)		Media	0.401	0.006
		95% de intervalo de confianza para la media		
		Límite inferior	0.389	
		Límite superior	0.413	
		Media recortada al 5%	0.400	
		Mediana	0.390	
		Varianza	0.001	
		Desviación estándar	0.037	
		Mínimo	0.350	
		Máximo	0.470	
		Rango	0.120	
		Rango intercuartil	0.060	
		Asimetría	0.205	0.369
		Curtosis	-1.193	0.724

Fuente: Elaboración propia

Aceptando que los datos derivan de una distribución normal, como en la Tabla 18 se observa que el valor del test estadístico T Student es de 88.614.

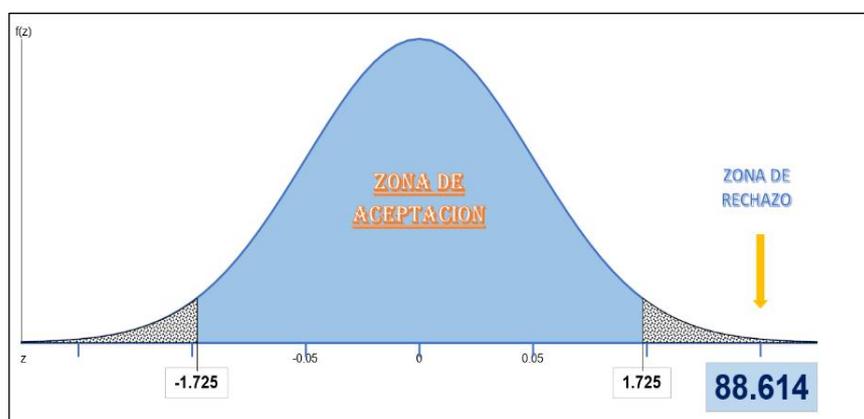
Tabla 18 Prueba de T Student para Hipótesis Especifica 1

	Media	Desviación estándar	Medida de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	sig
				Inferior	Superior			
Tiempo de carguío sin entubado (hr/min)								
Tiempo de carguío con entubado (hr/min)	,89900	,06416	,01015	,87848	,91952	88,614	20	,000

Fuente: Elaboración propia.

Campana de Gauss:

Mediante la tabla de cuantiles, se obtiene el valor crítico ± 1.725 , con 40 grados de libertad, como se visualiza en la Figura 14; de nuestro análisis obtenemos el valor de T Student de 88.614, el cual recae en la zona de rechazo, por ello, se apueba la hipótesis alterna que señala “Existe una relación lineal entre la malla de perforación con entubado y el tiempo de carguío de explosivo - Nv - 450 Norte en la mina Huarón S.A.C – 2018”.



Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Campana de Gauss para Hipótesis Especifica 1

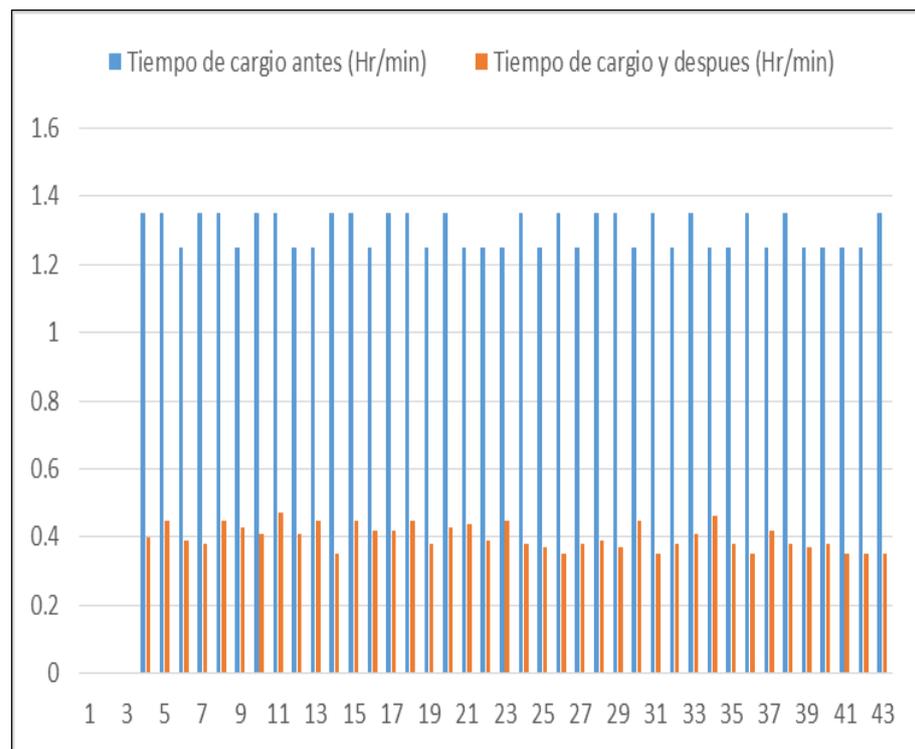
En la Tabla 19, se presenta la media, desviación estándar de la hipótesis específica 1, obtenidas de la data tiempo de carguío con el método convencional (sin entubado) y tiempo de carguío con el método modificado (con entubado).

Tabla 19 Estadísticas de Muestras Emparejadas

	Media	N	Desviación estándar	Medida de error estándar
Tiempo de carguio con entubado (hr/min)	1,3000	40	,05064	,00801
Tiempo de carguio sin entubado (hr/min)	,4010	40	,03740	,00591

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en el , se detallan los tiempos de carguío con el método convencional (sin entubado) y tiempos de carguío con el método modificado con uso de tubos pvc; por frente perforado, evidenciándose que dichos tiempos han disminuido.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2. Comparativos con tiempo de carguío con Tubos pvc

Hipótesis Especifica 2

Hipótesis Alterna

La malla de perforación con entubado, sí minimiza el uso de explosivos - Nv - 450 Norte en la Mina Huarón S.A.C – 2018.

Hipótesis Nula

La malla de perforación con entubado, no minimiza el uso de explosivos - Nv - 450 Norte en la Mina Huarón S.A.C – 2018.

Previamente, en la Tabla 20, verificamos el análisis cuantitativo correspondiente a explosivos utilizados sin entubado con un valor estadístico de 136.00 y para explosivos utilizados con entubado un valor estadístico de 118.325.

Tabla 20. Estadísticos de Tiempo de Carguío Antes y Después

Descripción		Estadístico	Error estándar	
Explosivos (Anfo) utilizados antes (kg)	Media	136.000	.1601	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	135.676	
		Límite superior	136.324	
	Media recortada al 5%		136.000	
	Mediana		136.000	
	Varianza		1.026	
	Desviación estándar		1.0127	
	Mínimo		135.0	
	Máximo		137.0	
	Rango		2.0	
	Rango intercuartil		2.0	
	Asimetría		0.000	.374
	Curtosis		-2.108	.733
	Explosivos (Anfo) utilizados despues (kg)	Media	118.325	.4591
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	117.396	
		Límite superior	119.254	
Media recortada al 5%			118.250	
Mediana			119.000	
Varianza			8.430	
Desviación estándar			2.9035	
Mínimo			112.0	
Máximo			125.0	
Rango			13.0	
Rango intercuartil			4.0	
Asimetría			.248	.374
Curtosis			.012	.733

Fuente: Elaboración propia.

Aceptando que los datos derivan de una distribución normal, en la Tabla 21, se procede a realizar el test estadístico: T Student, obteniendo el valor de 38.154.

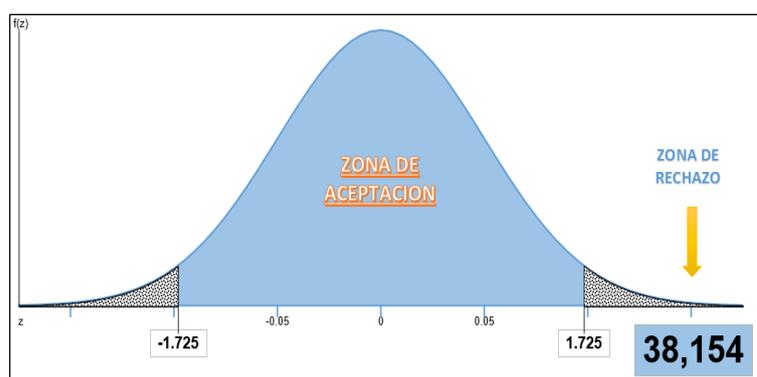
Tabla 21. Prueba de T Student para Hipótesis Especifica

	Media	Desviación estándar	Medida de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	sig
				Inferior	Superior			
Explosivos utilizados sin entubado (kg)	17,6750	2,9298	,4632	16,7380	18,6120	38,154	20	,000
Explosivos utilizados con entubado (kg)								

Fuente: Elaboración propia.

Campana de Gauss:

Mediante la tabla de cuantiles, se obtiene los valores de: valor crítico ± 1.725 y grados de libertad de 40, en la Figura 15, analizamos valor T Student 38.154 el cual recae en la zona de rechazo, por ello, se aprueba la hipótesis alterna que señala “La malla de perforación con entubado, sí minimiza el uso de explosivos - Nv -450 Norte en la Mina Huarón S.A.C – 2018”



Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Campana de Gauss para Hipótesis Especifica 2

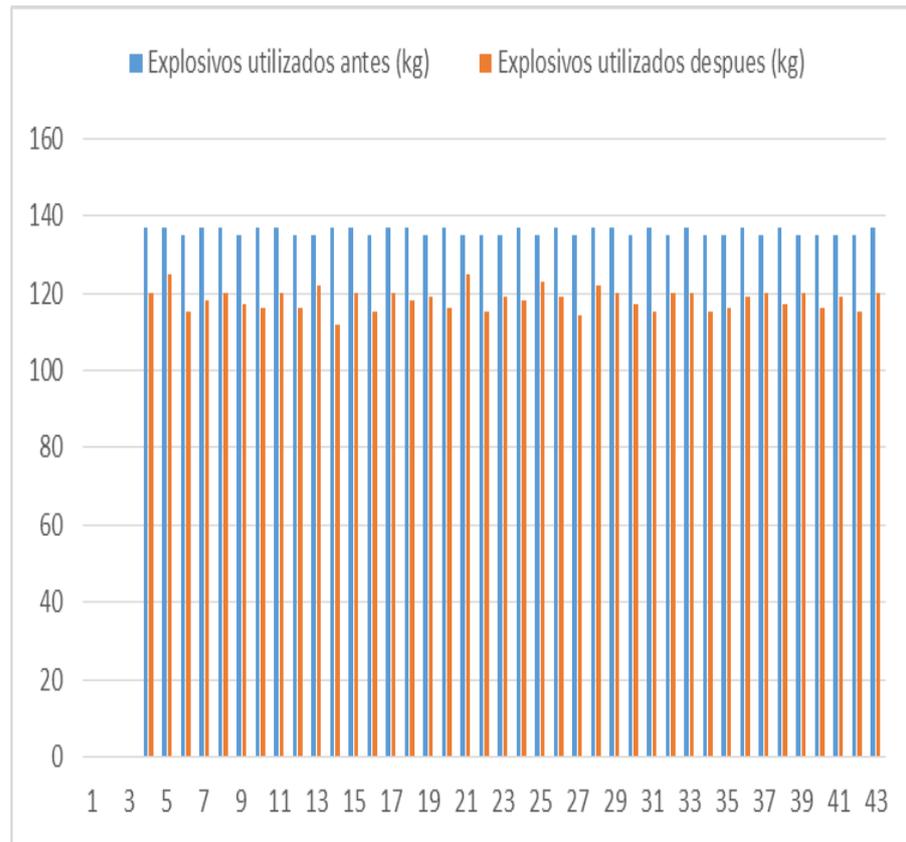
En la Tabla 22, examinamos la hipótesis alternativa a través explosivo utilizado sin entubado y explosivo utilizado con entubado.

Tabla 22. Estadísticas de Muestras Emparejadas y Medias.

	Media	N	Desviación estandar	Medida de error estandar
Explosivo utilizado sin entubado (kg)	1,3000	40	,05064	,00801
Explosivo utilizado con entubado (kg)	,4010	40	,03740	,00591

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en el Gráfico 3, se detalla la cantidad de explosivos utilizados sin entubado y la cantidad de explosivos utilizados con uso de tubos pvc por el frente perforado por medio de gráficos comparativos.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. Comparativos de Explosivos Utilizados Antes y Después.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

- Con los resultados conseguidos en cuanto a la optimización de la voladura en el Nv – 450 Norte, es decir la perforación sin entubado nos brinda un avance promedio final de 2.50 metros, lo cual aquejaba menor volumen de producción. Al aplicar la perforación con entubado se aumentó eficientemente los metros perforados, siendo así que en promedio se avanzó a 3.60 metros. Por ello se demostró que al implementar los tubos pvc en la perforación se logró avanzar 1.10 metros en promedio, generando así más producción en la explotación de minerales en el NV -450 de la mina Huaron. Por lo que se acepta la hipótesis general la cual dice “La malla de perforación con entubado, sí optimiza la voladura en el Nv - 450 Norte en la mina Huaron S.A.C – 2018” .Afirmación que concuerda con lo expresado por Zubieta (2013), donde en su investigación: Explotación y Exportación de Concentrados de Minerales de Oro a Estados Unidos de América menciona que la estructura productiva del sector revela una caída de la producción de concentrados de mineral de oro de 2.92 a 2.49 de toneladas métricas finas en relación al

primer trimestre de 2010-2011. Y se concluye que la producción de concentrados de oro desde la gestión 2000-2005 sufre una baja, a causa de la mala incentivación a la producción e incluso el contrabando; sin embargo, desde la gestión 2006-2012 al aplicar el método de perforación mixto se observa un gran incremento en la producción con mayor énfasis e innovación de procesos en 2012 porque el gobierno creó una empresa acumuladora (E.B.O.).

Como notamos en ambos casos el problema principal es el incremento de producción, es así que al ganar metros perforados incrementamos el tonelaje de producción gracias a la innovación de nuevos métodos como el uso de tubos pvc. Siendo de manera óptima y efectiva en la investigación.

- El tiempo de carguío sin entubado tenía en promedio de 1 hora 30 minutos (90 min) por frente. Siendo así que al implementar los tubos pvc se logró disminuir este mismo a 50 minutos (0.67 h) por frente. Logrando tener una diferencia de 50 min en promedio, los cuales son aprovechados para realizar otras actividades relacionadas con el trabajo; por lo que se acepta la hipótesis específica 1 que dice “La malla de perforación con entubado optimiza en el tiempo de carguío de explosivo - Nv - 450 Norte en la mina Huarón S.A.C – 2018 ”, lo cual concuerda con Ramírez, (2014), en su investigación: Estudio de optimización de prácticas operacionales en la perforación de pozos del oriente ecuatoriano para la reducción de tiempo no productivo y de tiempo invisible ilt. En la Facultad de Ciencias de la Ingeniería Carrera de la Universidad Estatal Península de Santa Elena. Determino En lo referente al tiempo plano, las actividades que demandaron mayor tiempo fueron: instalación del preventor de reventones (mayores a 3 horas), tomas de registros eléctricos (mayores a 3 horas) y cementación del casing (mayores a 2.5 horas). En la perforación, las operaciones que demandaron mayor tiempo en cada una de las secciones

fueron el armado del ensamble del fondo del pozo (mayores a 3 horas) y en el acondicionamiento del lodo.

Por medio de la identificación de problemas sujetos a la generación de tiempo excesivo en la perforación de frentes, podemos implementar nuevo métodos de trabajo. Logrando así en ambos casos, minimizar los tiempos de acuerdo a la actividad mencionada.

- Por último, el uso de explosivos sin entubado por frente, era en promedio de 136.89 kg en 39 taladros y, mediante la implementación de tubos pvc se logró reducir en promedio a 121.29 kg por frente, es así que se logra minimizar el consumo de explosivos en 15.60 kg promedio por frente; por lo que se acepta la hipótesis específica 2 que dice “La malla de perforación con entubado, sí minimiza el uso de explosivos - Nv - 450 Norte en la Mina Huarón S.A.C – 2018”, afirmación que concuerda con lo expresado por Gaona, (2015), en su investigación: *Optimización de la Voladura, Mina la Virgen – de la Compañía Minera San Simón S.A. – Huamachuco Trujillo*. En la Facultad de Ingeniería de Minas en la Universidad Nacional de Piura, donde concluye que logro disminuir la cantidad de explosivos por metro lineal, en la columna explosiva en los taladros de 25 kg/ml a 20 kg /ml. Por aplicar una relación de Burden y espaciamiento menor a 1 en un patrón de malla triangular, aumentando el factor de potencia y la detonación de cada taladro, por lo que se demuestra que en ambos casos, se logró disminuir el uso de explosivos de manera eficiente.

CONCLUSIONES

Se concluye que, la malla de perforación con entubado sí optimiza la voladura en el Nv - 450 Norte en la Mina Huarón S.A.C., debido a que los metros perforados del método sin entubado era de 2.50 metros, mientras que al aplicar el entubado correctamente en los taladros aumentamos en un promedio de 1.10 metros por taladro, lográndose alcanzar una longitud de 3.60 metros de perforación efectiva, representando un incremento del 44% .

Igualmente se concluye que, la malla de perforación con entubado sí optimiza el tiempo de carguío de explosivo en el Nv - 450 Norte en la mina Huarón S.A.C., ya que el tiempo de carguío sin entubado por frente era de 1 h 30 min (95 min). Siendo así que al implementar los tubos pvc se logró disminuir este mismo a 0.67 h (40 min) por frente. Logrando tener una diferencia de 50 min en promedio, tiempo que era utilizado en sensibilizar a los trabajadores.

Por último, la malla de perforación con entubado, sí minimiza el uso de explosivos en el Nv - 450 Norte en la Mina Huarón S.A.C., en razón a que el uso de explosivos con el método convencional (sin entubado) por frente, era en promedio de 136.89 kg; en tanto que mediante la implementación del método modificado (con entubado), se logró reducir en promedio a 121.29 kg por frente, es así que se logra minimizar el consumo de explosivos en 15.60 kg promedio por frente.

RECOMENDACIONES

Se recomienda aplicar el uso de malla de perforación con entubados, para optimizar las voladuras en todas las labores de progreso de la mina Pan American Silver S.A.C., como un método estándar para alcanzar resultados favorables.

Evaluar y decidir el uso de tubos de pvc, en los frentes a perforar en las áreas de desarrollo de galerías, cruceros, bypass, a fin de poder alcanzar optimizaciones de longitudes de avance por cada voladura realizada con una efectividad acorde del programado.

En los procesos de perforación usar guidores para una buena equidistancia de los taladros en la corona y hastiales, perforar con cuatro taladros de alivio en arranque y corona, en las etapas de carguío tener una buena distribución de accesorios, según la secuencia de salida para evitar tiros cortados y tiros soplados en cada voladura realizada.

Capacitar a los perforistas y/o a los operadores de los equipos electrohidráulicos jumbos Axera, Troedon, Boomer y Muky, como también a los cargadores del frente, por ser equipos nuevos a implementar.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Cáceres (2017) Optimización de perforación y voladura diseño de malla perforación Mina Marsa
Universidad Nacional Altiplano – Puno.
- Exsa (2000) Manual práctico de voladura (voladura controlada 11)
- Exsa (2006) Manual práctico de voladuras y propiedades físicas pág. (161).
- Konya (1998) Diseño de voladura, tipología de explosivos.
- Llanque, E. (1995) Explotación Subterránea - Métodos y casos Prácticos. Universidad Nacional
del Altiplano.
- López, J. (2007) Manual Tecnológico de Perforación y aplicación de sondeos TGE – 1994. En
operación minera PUCP- Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Rene, W. (s.f.) Diseño de Malla de Perforación Subterráneo Aplicando un Modelo Matemático
de áreas de influencia Ingeniero de minas CIP 110595 – Perú
- Reglamento Seguridad (2017). Perforación y voladura sub capítulo IV D.S # 023-2017 Salud
Ocupacional.
- Valencia (s.f.). Evaluación Geomecánica.

ANEXOS

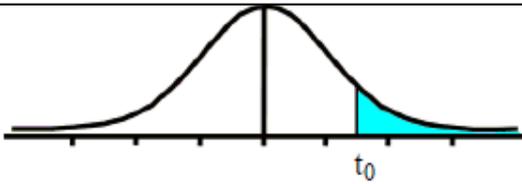
Anexo 1. Matriz de Consistencia

MAPA DE PERFORACION CON ENTUBADO PARA OPTIMIZAR LA VOLADURA - NV - 450 NORTE EN LA MINA HUARON S.A.C - 2018

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	POBLACION Y MUESTRA	DISEÑO
General	General	Hipótesis General	Independiente				
¿La malla de perforación con entubado optimiza la voladura - Nv - 450 Norte en la Mina Huarón S.A.C – 2018?	Determinar si la malla de perforación con entubado optimiza la voladura - Nv - 450 Norte en la Mina Huarón S.A.C – 2018	La malla de perforación con entubado sí optimiza la voladura - Nv - 450 Norte en la Mina Huarón S.A.C – 2018	Malla de Perforacion con Entubado	Mecanica de Rocas	Indice RMR	<p>Población Conformado por las labores de desarrollo ubicados en el nivel 450 en la RP 10, de la Veta Productora, Constancia y Alianza..</p> <p>Muestra La muestra representativa esta determinada por 40 muestras del Nivel 450 norte de la RP 10, Pan American Silver S.A. Huaron</p>	<p>Método: Descriptivo.</p> <p>Nivel de Investigación: Descriptivo.</p> <p>Diseño: Aplicativo Correlacional</p> <p>El diseño se diagrama de la siguiente manera:</p> <pre> graph TD M --- O1 O1 --- O2 M --- O2 </pre> <p>Donde:</p> <p>O1 = Medición Antes de la aplicación de la variable independiente.</p> <p>M = Muestra.</p> <p>O2 = Medición después de la aplicación de la variable independiente.</p> <p>I = Aplicación de la Variable Independiente.</p>
					Indice GSI		
					Indice RQD		
				Distribucion de Taladros	Taladro de Arrancue		
					Taladros de Alivio		
					Taladros de Produccion		
					Taladros de Ayuda		
					Taladros de Cuadradores		
					Taladras Alzas y Contorno		
					Taladro de Arrastre		
					Paralelismo de Taladros		
					Tubos PVC		
Específicos	Específicos	Específicas	Dependiente				
¿Cuál es la relación entre la malla de perforación con entubado y el tiempo de carguío de explosivos - Nv - 450 Norte en la Mina Huarón S.A.C – 2018?	Establecer la relación entre la malla de perforación con entubado y el tiempo de carguío de explosivos - Nv - 450 Norte en la Mina Huarón S.A.C – 2018	Existe una relación lineal entre la malla de perforación con entubado y el tiempo de carguío de explosivos - Nv - 450 Norte en la Mina Huarón S.A.C – 2018	Voladura	Tiempo de Carguio de Explosivo	Longitud de Perforacion		
					Eficiencia de Carguio		
¿La malla de perforación con entubado minimiza el uso de explosivos - Nv - 450 Norte en la Mina Huarón S.A.C – 2018?	Evaluar si la malla de perforación con entubado minimiza el uso de explosivos - Nv - 450 Norte en la Mina Huarón S.A.C – 2018	La malla de perforación con entubado sí minimiza el uso de explosivos - Nv - 450 Norte en la Mina Huarón S.A.C – 2018		Explosivos	Tipo de Explosivo		
					Cantidad de Explosivo		

Anexo 2. Cuadro T- Student

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7970
25	0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874

Anexo 4. Metodología de Aplicación de la Tabla Geomecánica De Panamerican Huaron (1 – 2 – 3)

Metodología de Aplicación

El deprendimiento de roca se evita colocando el soporte adecuado en el momento oportuno. Pan American Silver Huaron S.A. practica y ejecuta de acuerdo a nuestra legislación, Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional D.S. 024-2016-EM-Art. 213 el principio de "Labor Avanzada, Labor Sostenible".

El Método Simplificado GSI (Índice Geológico de Resistencia), es un método de Evaluación Geomecánica que a partir de dos parámetros: **Condición Estructural** (Número de fracturas por metro lineal) y **Condición Superficial** (Resistencia al golpe) aplicando el método de Arco Rotatorio (Hasleberg y Corona) se determina de manera práctica el sostenimiento a ser empleado.

PROCEDIMIENTO:

1. Practicar ABC MINERO. Ventilación, regado y desaste de rocas
2. Selección de Tabla Geomecánica.
3. Identificar la sección de labor.
4. Seleccionar Tabla Geomecánica (*)
5. Identificación de los sistemas de discontinuidades dominantes in-situ.
6. Parámetro: **Condición estructural.**
7. Extender el Fluorómetro y/o cinta métrica (1.0m) en forma lineal y enumerar las fracturas que intersectan en un metro lineal.
8. Parámetro: **Condición Superficial.**
9. Evaluación de la resistencia al Golpe de Martillo de Geólogo y/o barrella identificando el número de golpes en el cual se provoca el fracturamiento de la matriz rocosa, además de identificar las condiciones de: abertura, rugosidad, relleno y alteración (se recomienda identificar la intersección de 02 a 03 planos de discontinuidad para el golpe de resistencia).
10. En la tabla Geomecánica seleccionada
 - Al lado izquierdo se ubica el parámetro de **CONDICIÓN ESTRUCTURAL**, el cual en dirección hacia la parte inferior el Número de Fracturas incrementa hasta alcanzar la denominación de "Intensamente Fracturado", seleccionar la celda que se adecua o asemeja al resultado obtenido en el ítem N°04 y trazar una línea horizontal imaginaria.
 - En la parte superior y a la derecha se ubica el parámetro de **CONDICIÓN SUPERFICIAL**, en dirección hacia la derecha el grado de resistencia por efectos de golpe de picota se degrada hasta la denominación de "Se resquebraja profundamente", seleccionar la celda que se adecua o asemeja al resultado obtenido en el ítem N°05 y trazar una línea vertical imaginaria.
 - La intersección de los dos líneas imaginarias nos identifica la celda con la clasificación GSI obtenida (E), MFR, LFR, IMP, etc.) y el color de la celda nos identifica el Tipo de sostenimiento a emplear, los colores están codificados desde el Tipo A hasta el Tipo F.
 - De ubicar en la Celda dos colores, la selección del Tipo de color, dependerá de la penalidad por Factores Influyentes (**), degradando siempre hacia el lado derecho.
 - La descripción del sostenimiento a emplear se encuentra ubicada en la parte izquierda superior de la tabla Geomecánica.

Restricciones:

1. No iniciar colocación de soporte sin haber desastado antes completamente.
2. No acumular taluderos para instalación de permos.
3. No instalar permos con orientación paralela al plano de discontinuidad de las fracturas.
4. No usar Shorcates sobre mallas cargadas de fragmentos de rocas sueltas.
5. No usar Shorcates a una distancia mayor a 1,50 m, frente con carga, libre de desaste de roca presión de aire menor a 4 bares.
6. No instalar cimbres sin apoyo al piso, no verticales y sin asegurar a los bastidos.
7. No instalar permos split en rocas de clasificación (D), (E) y (F).

Tiempo de Autosoporte:

RMR (6-30) GSI: A	RMR (7-30) GSI: B	RMR (8-30) GSI: C
1 año	5 meses	1 semana

Tiempo de Elementos de soporte a emplear:

RMR (6-30) GSI: A	RMR (7-30) GSI: B	RMR (8-30) GSI: C
1 año	5 meses	1 semana

Tiempo de Elementos de soporte a emplear:

RMR (9-20) GSI: E	RMR (10-20) GSI: F
12 horas	2 horas

Factores Influyentes:

1. Agua (Acido o Higróscopico).
2. Fracturas Paralelas.
3. Fracturas Sub-horizontales.
4. Cruz de Labores.

Tipos de Labor:

1. Labor Permanente (Mayor a 6 meses): Denominarse a Rampas, Cruces, Chimenes, By Pass, Cintas, etc.
2. Labor temporal (Menor a 6 meses): Denominarse Sub-Nivel, Ventanas, Galenas, Tajes de explotación, By pass de extracción y otros.

Tipos de Tablas Geomecánicas:

Pan American Silver Huaron S.A. emplea 02 Tablas Geomecánicas de acuerdo al comportamiento Geomecánico de sus labores de Desarrollo, preparación y explotación.

Distribución de permos:

A. CUADRA.

B. TRIANGULAR.

Metodología de Aplicación

El deprendimiento de roca se evita colocando el soporte adecuado en el momento oportuno. Pan American Silver Huaron S.A. practica y ejecuta de acuerdo a nuestra legislación, Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional D.S. 024-2016-EM-Art. 213 el principio de "Labor Avanzada, Labor Sostenible".

El Método Simplificado GSI (Índice Geológico de Resistencia), es un método de Evaluación Geomecánica que a partir de dos parámetros: **Condición Estructural** (Número de fracturas por metro lineal) y **Condición Superficial** (Resistencia al golpe) aplicando el método de Arco Rotatorio (Hasleberg y Corona) se determina de manera práctica el sostenimiento a ser empleado.

PROCEDIMIENTO:

1. Practicar ABC MINERO. Ventilación, regado y desaste de rocas
2. Selección de Tabla Geomecánica.
3. Identificar la sección de labor.
4. Seleccionar Tabla Geomecánica (*)
5. Identificación de los sistemas de discontinuidades dominantes in-situ.
6. Parámetro: **Condición estructural.**
7. Extender el Fluorómetro y/o cinta métrica (1.0m) en forma lineal y enumerar las fracturas que intersectan en un metro lineal.
8. Parámetro: **Condición Superficial.**
9. Evaluación de la resistencia al Golpe de Martillo de Geólogo y/o barrella identificando el número de golpes en el cual se provoca el fracturamiento de la matriz rocosa, además de identificar las condiciones de: abertura, rugosidad, relleno y alteración (se recomienda identificar la intersección de 02 a 03 planos de discontinuidad para el golpe de resistencia).
10. En la tabla Geomecánica seleccionada
 - Al lado izquierdo se ubica el parámetro de **CONDICIÓN ESTRUCTURAL**, el cual en dirección hacia la parte inferior el Número de Fracturas incrementa hasta alcanzar la denominación de "Intensamente Fracturado", seleccionar la celda que se adecua o asemeja al resultado obtenido en el ítem N°04 y trazar una línea horizontal imaginaria.
 - En la parte superior y a la derecha se ubica el parámetro de **CONDICIÓN SUPERFICIAL**, en dirección hacia la derecha el grado de resistencia por efectos de golpe de picota se degrada hasta la denominación de "Se resquebraja profundamente", seleccionar la celda que se adecua o asemeja al resultado obtenido en el ítem N°05 y trazar una línea vertical imaginaria.
 - La intersección de los dos líneas imaginarias nos identifica la celda con la clasificación GSI obtenida (E), MFR, LFR, IMP, etc.) y el color de la celda nos identifica el Tipo de sostenimiento a emplear, los colores están codificados desde el Tipo A hasta el Tipo F.
 - De ubicar en la Celda dos colores, la selección del Tipo de color, dependerá de la penalidad por Factores Influyentes (**), degradando siempre hacia el lado derecho.
 - La descripción del sostenimiento a emplear se encuentra ubicada en la parte izquierda superior de la tabla Geomecánica.

Restricciones:

1. No iniciar colocación de soporte sin haber desastado antes completamente.
2. No acumular taluderos para instalación de permos.
3. No instalar permos con orientación paralela al plano de discontinuidad de las fracturas.
4. No usar Shorcates sobre mallas cargadas de fragmentos de rocas sueltas.
5. No usar Shorcates a una distancia mayor a 1,50 m, frente con carga, libre de desaste de roca presión de aire menor a 4 bares.
6. No instalar cimbres sin apoyo al piso, no verticales y sin asegurar a los bastidos.
7. No instalar permos split en rocas de clasificación (D), (E) y (F).

Tiempo de Autosoporte:

RMR (6-30) GSI: A	RMR (7-30) GSI: B	RMR (8-30) GSI: C
1 año	5 meses	1 semana

Tiempo de Elementos de soporte a emplear:

RMR (9-20) GSI: E	RMR (10-20) GSI: F
12 horas	2 horas

Factores Influyentes:

1. Agua (Acido o Higróscopico).
2. Fracturas Paralelas.
3. Fracturas Sub-horizontales.
4. Cruz de Labores.

Tipos de Labor:

1. Labor Permanente (Mayor a 6 meses): Denominarse a Rampas, Cruces, Chimenes, By Pass, Cintas, etc.
2. Labor temporal (Menor a 6 meses): Denominarse Sub-Nivel, Ventanas, Galenas, Tajes de explotación, By pass de extracción y otros.

Tipos de Tablas Geomecánicas:

Pan American Silver Huaron S.A. emplea 02 Tablas Geomecánicas de acuerdo al comportamiento Geomecánico de sus labores de Desarrollo, preparación y explotación.

Distribución de permos:

A. CUADRA.

B. TRIANGULAR.

Metodología de Aplicación

El deprendimiento de roca se evita colocando el soporte adecuado en el momento oportuno. Pan American Silver Huaron S.A. practica y ejecuta de acuerdo a nuestra legislación, Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional D.S. 024-2016-EM-Art. 213 el principio de "Labor Avanzada, Labor Sostenible".

El Método Simplificado GSI (Índice Geológico de Resistencia), es un método de Evaluación Geomecánica que a partir de dos parámetros: **Condición Estructural** (Número de fracturas por metro lineal) y **Condición Superficial** (Resistencia al golpe) aplicando el método de Arco Rotatorio (Hasleberg y Corona) se determina de manera práctica el sostenimiento a ser empleado.

PROCEDIMIENTO:

1. Practicar ABC MINERO. Ventilación, regado y desaste de rocas
2. Selección de Tabla Geomecánica.
3. Identificar la sección de labor.
4. Seleccionar Tabla Geomecánica (*)
5. Identificación de los sistemas de discontinuidades dominantes in-situ.
6. Parámetro: **Condición estructural.**
7. Extender el Fluorómetro y/o cinta métrica (1.0m) en forma lineal y enumerar las fracturas que intersectan en un metro lineal.
8. Parámetro: **Condición Superficial.**
9. Evaluación de la resistencia al Golpe de Martillo de Geólogo y/o barrella identificando el número de golpes en el cual se provoca el fracturamiento de la matriz rocosa, además de identificar las condiciones de: abertura, rugosidad, relleno y alteración (se recomienda identificar la intersección de 02 a 03 planos de discontinuidad para el golpe de resistencia).
10. En la tabla Geomecánica seleccionada
 - Al lado izquierdo se ubica el parámetro de **CONDICIÓN ESTRUCTURAL**, el cual en dirección hacia la parte inferior el Número de Fracturas incrementa hasta alcanzar la denominación de "Intensamente Fracturado", seleccionar la celda que se adecua o asemeja al resultado obtenido en el ítem N°04 y trazar una línea horizontal imaginaria.
 - En la parte superior y a la derecha se ubica el parámetro de **CONDICIÓN SUPERFICIAL**, en dirección hacia la derecha el grado de resistencia por efectos de golpe de picota se degrada hasta la denominación de "Se resquebraja profundamente", seleccionar la celda que se adecua o asemeja al resultado obtenido en el ítem N°05 y trazar una línea vertical imaginaria.
 - La intersección de los dos líneas imaginarias nos identifica la celda con la clasificación GSI obtenida (E), MFR, LFR, IMP, etc.) y el color de la celda nos identifica el Tipo de sostenimiento a emplear, los colores están codificados desde el Tipo A hasta el Tipo F.
 - De ubicar en la Celda dos colores, la selección del Tipo de color, dependerá de la penalidad por Factores Influyentes (**), degradando siempre hacia el lado derecho.
 - La descripción del sostenimiento a emplear se encuentra ubicada en la parte izquierda superior de la tabla Geomecánica.

Restricciones:

1. No iniciar colocación de soporte sin haber desastado antes completamente.
2. No acumular taluderos para instalación de permos.
3. No instalar permos con orientación paralela al plano de discontinuidad de las fracturas.
4. No usar Shorcates sobre mallas cargadas de fragmentos de rocas sueltas.
5. No usar Shorcates a una distancia mayor a 1,50 m, frente con carga, libre de desaste de roca presión de aire menor a 4 bares.
6. No instalar cimbres sin apoyo al piso, no verticales y sin asegurar a los bastidos.
7. No instalar permos split en rocas de clasificación (D), (E) y (F).

Tiempo de Autosoporte:

RMR (6-30) GSI: A	RMR (7-30) GSI: B	RMR (8-30) GSI: C
1 año	5 meses	1 semana

Tiempo de Elementos de soporte a emplear:

RMR (9-20) GSI: E	RMR (10-20) GSI: F
12 horas	2 horas

Factores Influyentes:

1. Agua (Acido o Higróscopico).
2. Fracturas Paralelas.
3. Fracturas Sub-horizontales.
4. Cruz de Labores.

Tipos de Labor:

1. Labor Permanente (Mayor a 6 meses): Denominarse a Rampas, Cruces, Chimenes, By Pass, Cintas, etc.
2. Labor temporal (Menor a 6 meses): Denominarse Sub-Nivel, Ventanas, Galenas, Tajes de explotación, By pass de extracción y otros.

Tipos de Tablas Geomecánicas:

Pan American Silver Huaron S.A. emplea 02 Tablas Geomecánicas de acuerdo al comportamiento Geomecánico de sus labores de Desarrollo, preparación y explotación.

Distribución de permos:

A. CUADRA.

B. TRIANGULAR.

Anexo 5. Tubos de PVC de 38 mm



Anexo 6. Explosivos Anfo – Dinamita



Anexo 7. Equipo de Perforación Jumbo S1D4



Anexo 8. Equipo Jumbo En Perforación De La Rampa 10



Anexo 9. Taladros de alivio perforados



Anexo 10. Entubado de Taladros



Anexo 11. Carguños de Taladros Entubados

