

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

**Rendimiento de la columna de perforación para equipos de taladros
largos, Compañía Minera Suyamarca – Unidad Pallancata**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Abraham Victor ROJAS TRINIDAD

Asesor:

Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA

Cerro de Pasco - Perú – 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

**Rendimiento de la columna de perforación para equipos de taladros
largos, compañía minera Suyamarca – unidad Pallancata**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Ing. Toribio GARCIA CONTRERAS
PRESIDENTE

Mg. Raul FERNANDEZ MALLQUI
MIEMBRO

Ing. Julio Cesar SANTIAGO RIVERA
MIEMBRO



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

Facultad de Ingeniería de Minas

Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”



INFORME DE ORIGINALIDAD N° 010-2025

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

Presentado por:
Bach. ROJAS TRINIDAD, Abraham Victor

Escuela de Formación Profesional
Ingeniería de Minas

Tipo de trabajo:
Tesis

Título del trabajo
“RENDIMIENTO DE LA COLUMNA DE PERFORACIÓN PARA EQUIPOS DE TALADROS LARGOS, COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA”

Asesor:
Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA

Índice de Similitud: **5%**

Calificativo
APROBADO

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

Cerro de Pasco, 12 de junio de 2025.

Sello y Firma del responsable
de la Unidad de Investigación

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida, la salud y la fuerza para culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A mi familia, por su apoyo, por sus palabras de ánimo y por estar siempre a mi lado, celebrando mis logros.

Este logro no es solo mío. Es de todos ustedes.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios, por brindarme la vida, la salud y la fortaleza para culminar esta etapa académica, iluminando siempre mi camino con sabiduría y esperanza.

A mi **madre**, por ser mi pilar, mi ejemplo y mi mayor fuente de amor y fortaleza. Gracias por tu apoyo incondicional, tus palabras de aliento, tus sacrificios y por estar siempre a mi lado en cada paso de este camino. Este logro también es tuyo.

A mi **padre**, por su constante apoyo, por sus consejos y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mis **hermanos**, por su comprensión y apoyo emocional durante todo el proceso de formación. Sus muestras de cariño fueron esenciales para seguir adelante.

A mis **docentes y asesores**, por compartir sus conocimientos, por sus valiosas orientaciones y por contribuir a mi formación profesional.

A todos los que, de una u otra manera, formaron parte de este proceso, mi gratitud más sincera.

RESUMEN

A continuación, se plantea el siguiente trabajo titulado: “RENDIMIENTO DE LA COLUMNA DE PERFORACIÓN PARA EQUIPOS DE TALADROS LARGOS, COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA”. Plantea como objetivo lo siguiente, Determinar los rendimientos de la columna de perforación de los equipos de taladros largos, en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA. La hipótesis principal fue: El rendimiento de los aceros de perforación para los equipos de taladros largos se halla dentro de los parámetros establecidos por la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA, y son descartados en la mayoría de los casos por desgaste normal. Respecto a la metodología, la investigación tipo APLICADA, y de un nivel descriptivo, explicativo, el diseño es no experimental, y la muestra a tomar fue elegida directamente, labores donde se estaban explotando por taladros largos, estas fueron zona Santa Rosa labor BA- 8506, fila 151 – 160; labor BA – 8506, fila 161 – 175; zona Santa Angela labor BA - 000 + 600, BA – 000 + 20, BA – 000 + 10

Finalizando la investigación, se han permitido realizar las conclusiones y recomendaciones respectivas

Palabras claves: Rendimiento, perforación, barreno, broca shank, taladros largos.

ABSTRACT

The research carried out, which is titled: "PERFORMANCE OF THE DRILLING COLUMN FOR LONG DRILL EQUIPMENT, MINING COMPANY SUYAMARCA – PALLANCATA UNIT". Its objective is the following: Determine the performance of the drilling column of the long drilling equipment, in the SUYAMARCA MINING COMPANY – PALLANCATA UNIT. The main hypothesis was: The performance of drilling steels for long drilling equipment is within the parameters established by MINING COMPANY SUYAMARCA – PALLANCATA UNIT, and are discarded in most cases due to normal wear. Regarding the methodology, the APPLIED type research, and at a descriptive, explanatory level, the design is non-experimental, and the sample to be taken was chosen directly, works where they were being exploited by long drills, these were Santa Rosa area work BA- 8506, row 151 – 160; work BA – 8506, row 161 – 175; Santa Angela area labor BA - 000 + 600, BA – 000 + 20, BA – 000 + 10

Completing the investigation, the respective conclusions and recommendations have been made.

Keywords: Performance, drilling, drilling, shank drill bit, long drills.

INTRODUCCIÓN

En la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA Terminado todo el proceso de planificación para la explotación del yacimiento minero la etapa con la que se da inicio es la perforación seguido de la voladura, estas etapas son las más importantes las cuales deben realizarse con el mejor cuidado porque de ello dependerá las eficiencias de las demás etapas.

Por otra parte, la perforación tiene factores que se puede controlar y otros que no se pueden controlar.

Dentro de los aspectos controlables está el uso de la columna de perforación (brocas, barras, sank) los cuales podemos seleccionar de acuerdo con factores como el terreno, equipos de perforación, método de explotación.

En la Compañía Minera hay necesidad de conocer los rendimientos que tiene cada componente de la columna de perforación para poder ver la calidad y su influencia en los costos o poder realizar mejoras, así como también determinar causas que dificultan un buen rendimiento.

La siguiente tesis está estructurada a manera de capítulos que a continuación se resumen brevemente:

En el primer capítulo se aborda la problemática de la investigación relacionado con el rendimiento de los aceros de perforación, para ello se planteó el problema y los objetivos, el mismo se elaboró la hipótesis de trabajo con sus variables, se señalaron la delimitación y los límites de este trabajo para cerrar este capítulo.

El segundo capítulo se enfoca en el desarrollo del marco teórico relacionado al rendimiento de los aceros de perforación para lo cual buscamos antecedentes referentes al tema, también analizamos las bases teóricas que mencionan los autores terminando con la terminología usada en la tesis.

El tercer capítulo está orientado al análisis metodológico que se empleó en esta tesis, para ello se tuvo que definir el tipo y el nivel de investigación, así como su diseño,

los grupos poblacionales y muestrales, los instrumentos y las técnicas para a recolectar y procesar los datos necesarios.

El capítulo cuatro está destinado a la presentación de los resultados relacionados al rendimiento de los aceros de perforación usados en la mina Pallancata.

Finalmente, se elaboran las conclusiones y se ponen a consideración las recomendaciones necesarias. Asimismo, también se elabora la relación de la bibliografía completa usada para este trabajo.

INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Delimitación de la investigación	2
1.2.1. Delimitación espacial	2
1.2.2. Delimitación temporal	2
1.3. Formulación del problema.....	2
1.3.1. Problema general	2
1.3.2. Problema Específicos	2
1.4. Formulación de Objetivos	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Justificación de la investigación	3
1.6. Limitaciones de la investigación.....	4

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio	39
2.2. Bases teóricas científicas.....	41
2.2.1. Perforación	41
2.2.2. Métodos de perforación	42

2.2.3.	Perforación con martillo en cabeza (OTH)	43
2.2.4.	Perforación con martillo de fondo (DTH)	44
2.2.5.	Perforación rotativa.....	45
2.2.6.	Clases de perforación	46
2.2.7.	Perforación a cielo abierto	48
2.2.8.	Minería subterránea.....	49
2.2.9.	Equipo de perforación subterránea	51
2.2.10.	Aceros de perforación.....	53
2.3.	Definición de términos conceptuales.....	59
2.4.	Formulación de la hipótesis	61
2.4.1.	Hipótesis general	61
2.4.2.	Hipótesis específicas	61
2.5.	Identificación de variables.....	62
2.5.1.	Variables para la hipótesis general	62
2.5.2.	Variables para la hipótesis específicas	62
2.6.	Enfoque filosófico – epistémico.....	62

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1.	Tipo de Investigación	67
3.2.	Nivel de investigación	67
3.3.	Características de la investigación.....	67
3.4.	Métodos de investigación	68
3.5.	Diseño de investigación	68
3.6.	Procedimiento del muestreo	68
3.5.1.	Población.....	68
3.5.2.	Muestra	68
3.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	68
3.6.1.	Técnicas	68

3.6.2. Instrumentos.....	68
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	69
3.9. Orientación ética.....	69

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	70
4.1.1. Aspectos generales de la mina	70
4.1.2. Consideraciones técnicas antes de la evaluación del rendimiento	76
4.1.3. Rendimiento Broca retractil t38-64 mm.....	79
4.1.4. Rendimiento barras m/f - T38.	85
4.1.5. Rendimiento Shank Adapter- T38.....	86
4.1.6. Observación de las malas prácticas operacionales.....	87
4.1.7. Desviación de taladros.....	90
4.2. Discusión de resultados.....	94
4.2.1. Rendimiento de brocas de 64 mm en taladros largos	94
4.2.2. Rendimiento de las barras M/F – Barras de 1.2 m. y 1.5 m.....	94
4.2.3. Rendimiento del Shank.....	95
4.2.4. Desviación de taladros.....	95

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Acciones de la perforación rotopercutiva.....	43
Figura 2. Perforación con martillo en cabeza (OTH).....	43
Figura 3. Perforación con martillo de fondo (DTH)	44
Figura 4. Desviaciones en la perforación con OTH y DTH	45
Figura 5. Perforación rotativa	45
Figura 6. Perforadora manual.....	47
Figura 7. Perforadora mecanizada	47
Figura 8. Perforación a cielo abierto.....	49
Figura 9. Método de explotación Cámaras y pilares.....	50
Figura 10. Método de explotación Cut and fill.....	50
Figura 11. Método de explotación Block Caving.....	51
Figura 12. Jumbo de avance	52
Figura 13. Equipo Boomer y adaptación de los aceros de perforacion.	52
Figura 14. Equipo Rocket Boomers de Atlas Copco para sostenimiento de rocas.....	53
Figura 15. Varillaje roscado (Top Hammer).....	53
Figura 16. Varillaje para martillo Down The Hole.....	54
Figura 17. Tren de varillaje para Top Hammer en equipos mecanizados	54
Figura 18. Shank Adapter (adaptador de culata)	55
Figura 19. Elementos del shank adapter	55
Figura 20. Shank adapter tipos	56
Figura 21. Coupling (Acople).....	56
Figura 22. Barras de extensión	57
Figura 23. Brocas roscadas	57
Figura 24. Características de las brocas roscadas	58
Figura 25. Unión de la broca con el barreno.....	58
Figura 26. Brocas rimadoras	59
Figura 27. Ubicación de la Mina Pallancata.....	71

Figura 28. Método de corte y relleno ascendente.....	72
Figura 29. Preparación de subniveles	73
Figura 30. Preparando cara libre y perforando los taladros largos	74
Figura 31. Voladura del tajeo y limpieza.....	74
Figura 32. Relleno del tajeo	75
Figura 33. Topeado completamente el ultimo subnivel.....	75
Figura 34. Minado de la siguiente columna	76
Figura 35. Columna de perforación	76
Figura 36. Velocidad de perforación m/min, broca retráctil roca I	80
Figura 37. Velocidad de perforación m/min, terreno abrasivo, roca II	82
Figura 38. Velocidad de perforación m/min, roca muy abrasiva, roca III.....	84
Figura 39. Combinación de barras usadas con nuevas	88
Figura 40. Desgaste prematuro del Shank	88
Figura 41. Mal desembonado de las barras	89
Figura 42. Mal limpieza de los taladros	89
Figura 43. Limpieza del taladro utilizando tubo casing	90
Figura 44. El stinger no bloquea el techo	91
Figura 45. Medición de los taladros.....	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formas de perforación.....	42
Tabla 2. Accesibilidad a la Mina Pallancata.....	70
Tabla 3. Accesorios de perforación	77
Tabla 4. Parámetros de los equipos de perforación.....	78
Tabla 5. Tipo de rocas encontradas	79
Tabla 6. Rendimiento broca retráctil t38-64 mm. ba -8506 fila 151 – 160	80
Tabla 7. Proceso de desgaste del inserto y cuerpo de broca en roca dura.....	81
Tabla 8. Rendimiento broca retráctil t38-64 mm. ba -8506 fila 161 – 175	81
Tabla 9. Proceso desgaste de inserto y cuerpo de la broca 06 (roca abrasiva).	82
Tabla 10. Rendimiento broca retráctil t38-64 mm. +10.+20+600	83
Tabla 11. Proceso de desgaste del inserto y cuerpo de broca 13 roca muy abrasiva con panizo.....	85
Tabla 12. Rendimiento de la barra del equipo Boomer TID N° 04.....	86
Tabla 13. Rendimiento de la barra del equipo Boomer TID N° 04.....	86
Tabla 14. Rendimiento shank adapter- t38	87
Tabla 15. Cuadro de desviaciones permitidas	92
Tabla 16. Porcentaje de desviación de los taladros.....	93

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Planteamiento del problema

Actualmente en la industria minera para llevar adelante procesos de optimización se debe efectuar el análisis y la evaluación de todas las operaciones unitarias, especificando cada uno de los detalles que estas comprenden en el objetivo de extraer mineral. (Afeni y Osasan, 2009).

Entre estas operaciones se destaca la perforación y voladura, debido a que se trata de una metodología de arranque muy difundida por su rendimiento operativo que permite obtener una cantidad mayor de material en un periodo de tiempo más corto (Melieh et al., 2009).

Terminado todo el proceso de planificación para la explotación del yacimiento minero la etapa con la que se da inicio es la perforación seguido de la voladura, estas etapas son las más importantes las cuales deben realizarse con el mejor cuidado porque de ello dependerá las eficiencias de las demás etapas.

Por otra parte, la perforación tiene factores que se puede controlar y otros que no se pueden controlar.

Dentro de los aspectos controlables está el uso de la columna de perforación (brocas, barras, sank) los cuales podemos seleccionar de acuerdo a factores como el terreno, equipos de perforación y método de explotación.

En la Compañía Minera hay necesidad de conocer los rendimientos que tiene cada componente de la columna de perforación para poder ver la calidad y su influencia en los costos o poder realizar mejoras, así como también determinar causas que dificultan un buen rendimiento.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

El presente estudio se ejecutará en las instalaciones de la Empresa minera Suyamarca, unidad Pallancata, dicho asiento minero se encuentra en la localidad de Ayacucho, provincia de Parinacochas, distrito de Coronel Castañeda.

1.2.2. Delimitación temporal

Está previsto que la realización del presente trabajo abarque los meses julio a diciembre del año 2023.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuáles son los rendimientos de la columna de perforación para los equipos de taladros largos, en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA?

1.3.2. Problema Específicos

- a. ¿Qué rendimiento presenta las brocas de perforación para los equipos de taladros largos, en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA?

- b. ¿Qué rendimiento presenta las barras, el shank de perforación para los equipos de taladros largos, en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA?
- c. ¿Cuáles son las causas que generan la desviación de taladros largos durante la perforación, en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar los rendimientos de la columna de perforación de los equipos de taladros largos, en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Determinar el rendimiento de las brocas de perforación para los equipos de taladros largos, en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA
- b. Determinar el rendimiento de las barras, el shank de perforación para los equipos de taladros largos, en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA
- c. Determinar las causas que generan la desviación de taladros largos durante la perforación, en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA.

1.5. Justificación de la investigación

Podemos encontrar las siguientes justificaciones durante la realización de la investigación.

Justificación práctica

Mediante la presente investigación será posible evaluar el rendimiento de las brocas, barras y sank de los equipos de perforación usados para taladros

largos y poder ver la calidad de dichos accesorios y hacer algunas correcciones o mejorar su funcionamiento.

Justificación teórica

Con la investigación podemos obtener información o conocimientos nuevos sobre los accesorios de perforación utilizados en taladros largos como de las brocas, barras y shank, los cuales pueden servir de referencia para otros estudios.

Justificación económica

Los resultados obtenidos en la investigación nos indicaran la posibilidad de reducir costos o realizar mejoras en el rendimiento de los aceros de perforación o realizar correcciones en las desviaciones de los taladros, los cuales al final reducirán costos que beneficie a la empresa.

1.6. Limitaciones de la investigación

Se espera encontrar pocos elementos limitantes durante ejecución de esta investigación debido a que la empresa no ofreció su apoyo en todo momento.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

Tenemos los siguientes antecedentes:

Primer antecedente:

En el trabajo titulado “Optimización del uso de aceros de perforación para el método de minado Bench and Fill en la Veta Mary unidad minera Carahuacra de Volcán Compañía Minera S.A.A.” de (ORE, 2019) su objetivo fue mejoramiento de los aceros de perforación cuando se explota la veta Mary. Y como conclusión se tuvo.

- Se logro mejorar el rendimiento de los aceros de perforación con el uso del diagrama de Ishikawa
- Las barras de 64 mm tuvieron un rendimiento de 12 \$por cada 10 metros perforados, la rimadora de 127 mm dio cada 4 m una reducción de 4.8 \$
- El tiempo de perforación se redujo en 23 min por cada 10 taladros perforados.
- Los costos de perforación se redujeron a 2.94 \$/guardia y en 0.15 \$/taladro
- Los costos de acero de perforación del Simba S7D tuvo una reducción en 2,795.59 \$/anual y de 93.17 \$/mensual.

Segundo antecedente:

En la tesis “Análisis de la vida útil de aceros de perforación para evaluar costos operativos en galerías Compañía Minera San Cristóbal S.A.A” presentado por los Srs. (QUITO, BABILONIA, 2020) plantearon como objetivo

Mediante la evaluación de la vida útil de los aceros de perforación ver su influencia en los costos de la ejecución de una galería en mina San Cristóbal.

Como conclusiones se tiene.

- Contando con los parámetros de perforación en condiciones normales para los equipos Epiroc, tanto para perforaciones en frentes como en taladros largos se tuvo una reducción de 14 min. Por cada 45 taladros perforados con brocas de 51 mm y una longitud de 12 pie.
- Económicamente se tuvo un costo de los aceros de perforación de 11,497 \$/anual y de 383 \$/mensual.

Tercer antecedente:

La tesis “EVALUACION DE COLUMNAS DE PERFORACION DE EQUIPOS SANDVIK Y ATLAS COPCO EN LAS OPERACIONES DE LA UP. ANDAYCHAGUA VOLCAN S.A.A.” de (QUISPE, 2017) el objetivo fue el de realizar una evaluación económica de la perforación conociendo los costos y parametros de los aceros de perforación.

Como conclusión nos dice.

Al usar equipos de Atlas Copco se tuvo un ahorro de 42,126 \$ acumulados en la perforación, con respecto a los aceros de perforación se obtuvo un ahorro de 0.53 \$/m cuando se perfora en mineral y de 0.17 \$/m cuando se perfora en desmonte.

Una buena selección de los aceros de perforación trae consigo una buena fragmentación, un buen avance, buen rendimiento y reducción de costos.

Cuarto antecedente:

En la tesis “OPTIMIZACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LOS ACEROS DE PERFORACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS EN MINA SAN VICENTE – CIA. SAN IGNACIO DE MOROCOCHA S.A.A. AÑO 2018” de (APARCO, GARCIA, 2019) plantearon como objetivo ver cómo se puede reducir los costos al mejorar la vida útil de los aceros de perforación.

Como conclusión se tiene.

- Se logro mejorar la vida útil de las brocas de perforación llegando a una mejora de 35 % de vida útil, incrementando 1124.15 pies/broca.
- Se mejoro la vida útil de las barras de perforación de 12 pies aumentando en 31 % y un incremento de 3,914.16 pies perforados por barra.
- En cuanto a costos de uso de aceros de perforación se redujo 1435 \$/mes y de 17,220 \$/año
- También se mejoró la voladura obteniendo menos sobre rotura y mejores avances.

2.2. Bases teóricas científicas

2.2.1. Perforación

En el contexto de las operaciones de voladura se puede definir este concepto como la operación que tiene por objetivo realizar orificios cilíndricos sobre la superficie de algún cuerpo compacto, estos orificios reciben el nombre de barrenos, deben presentar una distribución y un ángulo de inclinación previamente diseñados para que puedan producir un arranque adecuado, generando de esta manera un nivel de fragmentación y desplazamiento adecuado en una sección específica del cuerpo de rocas, estos orificios o barrenos sirven para recibir las cargas de explosivos que posteriormente serán detonados siguiendo una secuencia previamente definida he busca obtener fragmentos de material con una medida precisa buscando reducir las vibraciones y las posibles proyecciones de material.

Tenemos varias formas de perforación, como vemos:

Tabla 1. Formas de perforación

FORMAS DE PERFORACION	
Mecánicos	-Percusión -Rotación -Rotopercusión
Térmicos	-Soplete -Plasma -Fluido caliente -Congelación
Hidráulicos	-Chorro de agua -Erosión -Cavitación
Sónicos	-Vibración de alta frecuencia
Químicos	-Microvoladura -Disolución
Eléctricos	-Arco eléctrico -Inducción magnética
Sísmicos	-Rayo laser
Nucleares	-Fusión -Fisión

2.2.2. Métodos de perforación

Tenemos:

Perforación rotopercutiva

Este tipo de perforaciones requiere que la energía se transfiera por medio de un pistón que golpea el adaptador de la culata, lo que produce una onda de tensión que viaja a lo largo del taladro hasta impactar en el fondo logrando con ello fragmentar el material.

Su funcionamiento se basa en cuatro principios la percusión, la rotación, el empuje, el barrido (UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE, 2010)

La percusión.

Son los golpes generados por el pistón las cuales originan las ondas de choque que se transmiten a la broca a través del barreno.

Rotación

Es el giro que realiza la broca para que los golpes sean realizados en distintas direcciones.

Empuje

Es la fuerza que ejerce el barreno sobre la roca para generar el rompimiento de la roca.

Barrido

Es la extracción de los detritos que se producen durante la perforación.

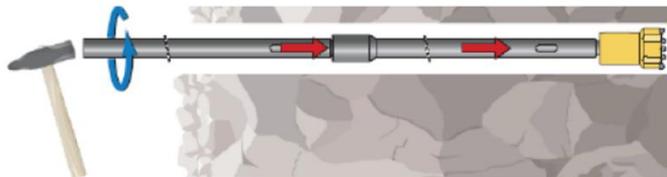
Figura 1. Acciones de la perforación rotopercutiva



2.2.3. Perforación con martillo en cabeza (OTH)

Es la perforación que se realiza cuando la rotación y percusión se produce fuera del taladro, pudiendo ser neumáticas e hidráulicas.

Figura 2. Perforación con martillo en cabeza (OTH)



Perforaciones neumáticas

En este tipo de perforación el impacto lo realiza el pistón sobre la barra y esta sobre la broca lo que fragmenta la roca.

En cada golpe el barreno gira a una posición diferente para producir un corte nuevo, y mediante el agua o aire se retira los detritos que se generan durante la perforación.

Los equipos más usados son Jack Hammer, Jack Leg, Stoper.

Estos equipos cuentan con:

- Un cilindro y su porta varillas

- El pistón que genera el golpe sobre el barreno
- La válvula reguladora del paso del aire
- Un mecanismo de rotación
- Barrido sistematizado

Perforadoras hidráulicas

Estas perforadoras tienen los mismos elementos de una perforadora neumática, la diferencia radica en que no emplean aire comprimido, pero si emplean un motor que activa un grupo de bombas que suministran aceite para generar el movimiento de los componentes de la perforadora.

Algunos equipos son: Boomer E1 – Dh, Boomer L2 D. Simba 1354.

Dentro de sus ventajas tenemos menor consumo de energía, menor costo, mayor capacidad de perforación, facilidad de automatización.

2.2.4. Perforación con martillo de fondo (DTH)

En este tipo de perforadoras el elemento de percusión o martillo se halla en el fondo del taladro, los otros elementos de rotación y empuje se hallan en superficie; los martillos de mayor diámetro son más efectivos que los de pequeño diámetro.

Figura 3. Perforación con martillo de fondo (DTH)

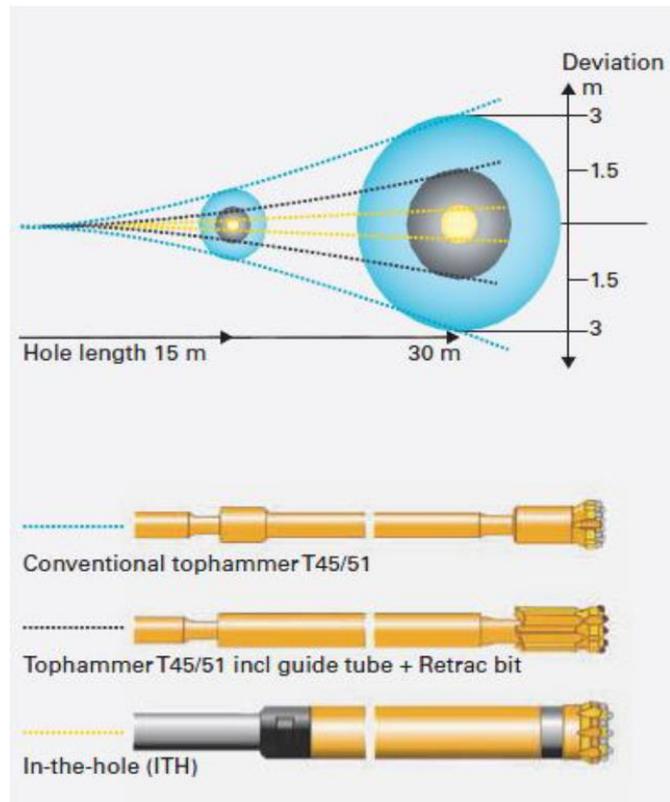


Dentro de sus ventajas tenemos

- Velocidad de perforación constante e independiente de la profundidad
- Mayor aprovechamiento de la energía neumática
- Menos ruido
- Menor fatiga de las varillas

- Menos desviaciones

Figura 4. Desviaciones en la perforación con OTH y DTH



2.2.5. Perforación rotativa

En estas perforadoras su funcionamiento está basado en la rotación permanente de la herramienta adicionalmente a la fuerza de empuje.

En estas condiciones la roca se fragmenta debido a las fuerzas compresivas y de corte que actúan en combinación.

Figura 5. Perforación rotativa



Están generalmente montadas sobre orugas o neumáticos

Sus elementos de funcionamiento son las siguientes

Unidad de potencia

Estos equipos obtienen de manera primaria la potencia de una fuente eléctrica o de un motor de diésel.

Mecanismo de rotación

La rotación se transmite a través de la columna de barras, mediante un motor eléctrico o hidráulico.

Mecanismo de empuje

Para una penetración eficiente la fuerza de empuje dependerá de la resistencia de roca y el diámetro de perforación y es generado por un motor hidráulico.

Mecanismo de barrido

La limpieza de los taladros se realiza con aire comprimido accionadas mediante uno o dos compresoras.

2.2.6. Clases de perforación

En la industria minera podemos encontrar varias clases de perforación, como vemos.

Perforación manual

El método manual se lleva a cabo por los mismos trabajadores que manipulan equipos especiales que se limitan a escalas pequeñas, y cuya área de labor también se limita a dimensiones pequeñas donde no se puede por razones operativas utilizar otro tipo de equipo.

Figura 6. Perforadora manual



Perforación mecanizada

Estos equipos van montados sobre plataformas de alto tonelaje y bien resistentes; desde una cabina instalada en la perforadora se controla los parámetros de perforación.

Figura 7. Perforadora mecanizada



Su aplicación es variada para diferentes tipos de trabajo tanto superficial como subterráneo así tenemos.

- **Perforación de bancos**

Equipos para perforaciones en tajo abierto y barrenos verticales.

- **Perforación de avance**

Utilizados en minería subterránea en perforaciones horizontales como en galerías, rampas, frontones, túneles.

- **Perforaciones de producción**

Equipos para frentes de explotación, tajeos de mineral.

- **Perforaciones de chimeneas**

Utilizados en minería subterránea o en obras civiles, así tenemos chimeneas Blind Hole, Raise Boring, Alimak,

- **Perforación con recubrimiento**

Utilizado en rocas cubiertas con materiales sin consolidar y donde se aplica recubrimientos durante la perforación.

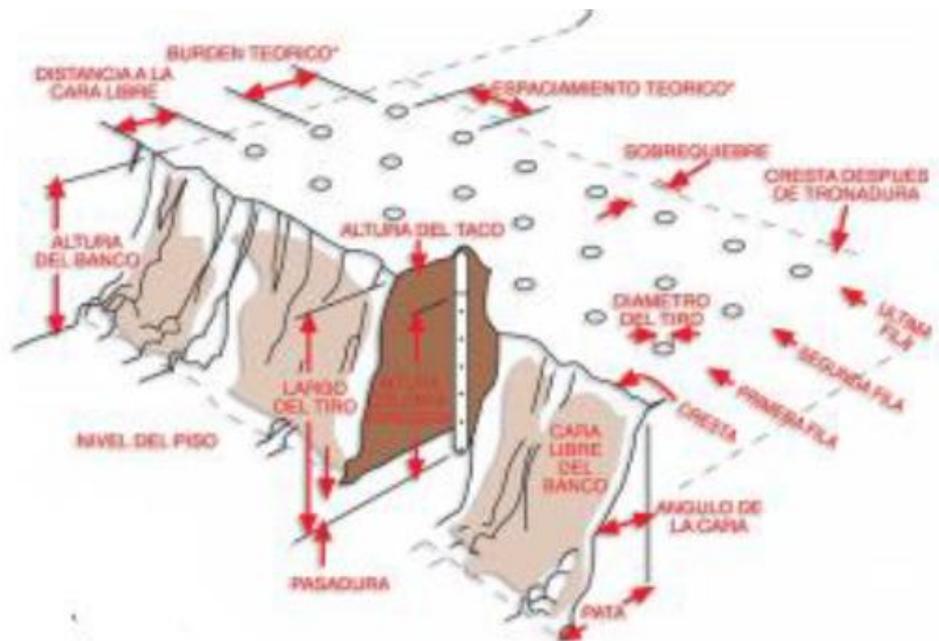
- **Perforación para sostenimiento de rocas**

Aplicado en tajo abierto, labores subterráneas, obras civiles en los diferentes tipos de sostenimiento pernos, cables.

2.2.7. Perforación a cielo abierto

Para realizar una perforación a cielo abierto se tiene que diseñar la malla de perforación teniendo en cuenta los parámetros de perforación como el burden, espaciamiento, taco, sobre perforación, precorte, buffer, fragmentación.

Figura 8. Perforación a cielo abierto



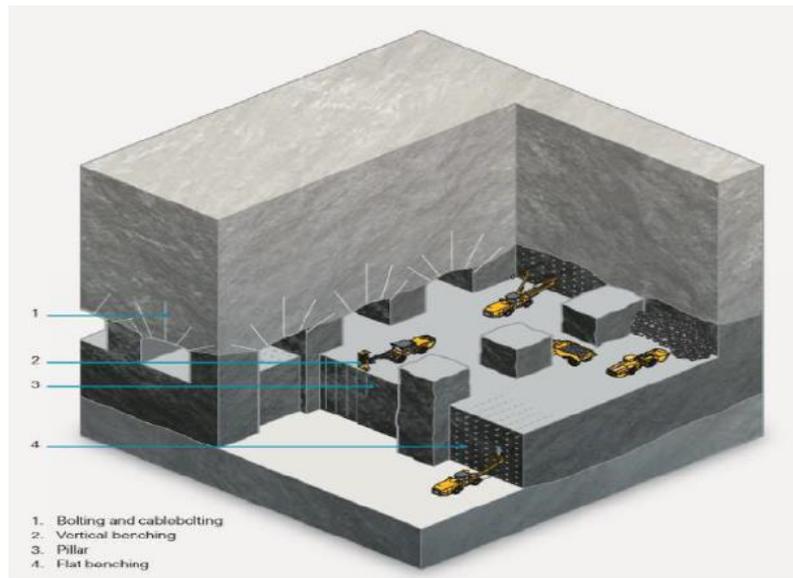
2.2.8. Minería subterránea

Se aplica este tipo de explotación de los yacimientos cuando la razón estéril mineral resulta antieconómico, seleccionando un método de explotación que depende del tipo de roca, mineralización, costos, etc.

Se pueden identificar tres grupos en los que se clasifican estos métodos:

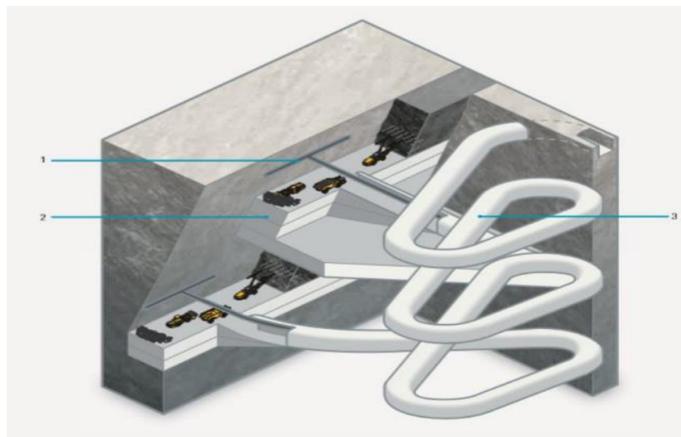
Métodos auto soportables. Método con cámaras abiertas y pilares tenemos, Sublevel Stopping, Shrinkage Stopping, Stope and Pillar y Room and Pillar, entre otros.

Figura 9. Método de explotación Cámaras y pilares



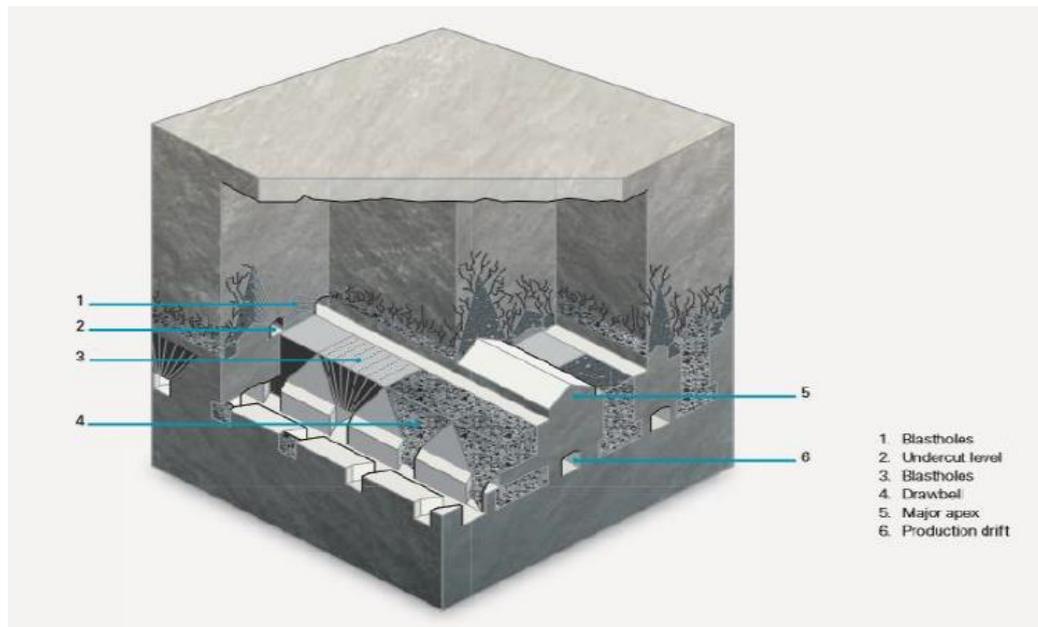
Métodos soportados artificialmente. Método donde las cámaras deben ser rellenadas para su soporte, tenemos los métodos Cut and Fill, Bench and Fill, Shrinkage, Vertical Cráter Retreat, etc.

Figura 10. Método de explotación Cut and fill



Métodos de hundimiento. Método poco selectivo, no usan soporte como en los métodos anteriores. Tenemos Block/Panel Caving, Sublevel Caving, Longwall Mining, etc

Figura 11. Método de explotación Block Caving



2.2.9. Equipo de perforación subterránea

Los equipos para perforaciones en labores subterráneas tienen los mismos principios que los equipos para tajo abierto es decir el principio de percusión y rotación los que son transmitidos a los barrenos y brocas para poder perforar las rocas y realizar la voladura.

Son también conocidos como Jumbos, encontrándose en el mercado una variedad de modelos como:

- Rail Drill. Perforadoras sobre rieles
- Cavo Drill. Perforadoras sobre neumáticos
- Track Drill. Perforadoras sobre orugas.

Jumbo de avance

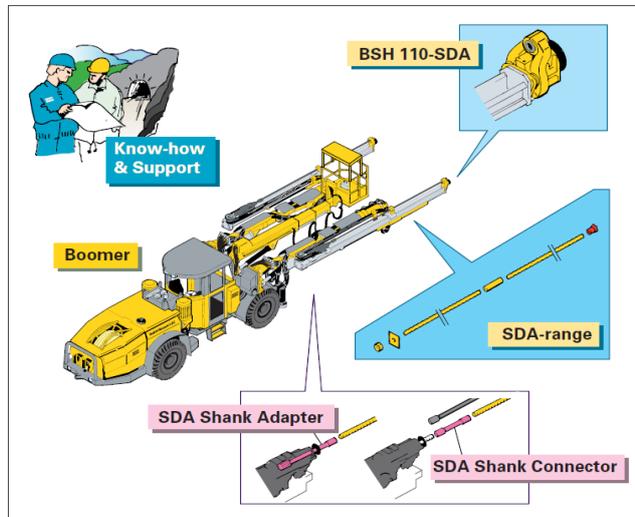
Este tipo de equipos están destinados específicamente para perforaciones en operaciones mineras a niveles de subsuelo enfrentes debido a que presentan una perforación con longitudes variables.

Figura 12. Jumbo de avance



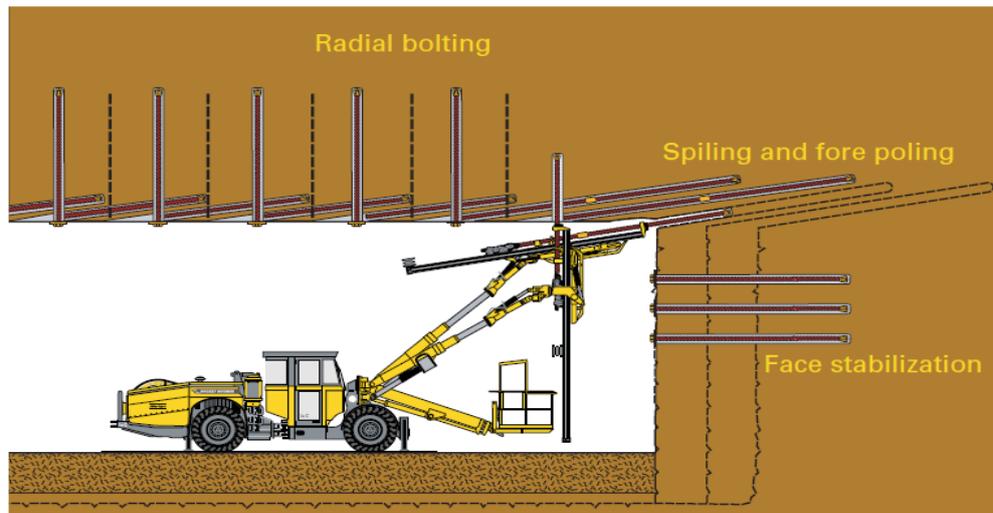
De acuerdo al trabajo que puedan hacer los equipos tenemos perforadoras para bancos, para avances de galerías y túneles ahí tenemos las perforadoras Boomer.

Figura 13. Equipo Boomer y adaptación de los aceros de perforación.



Para trabajos de producción tenemos las perforadoras Simba, para trabajos de chimeneas y piques tenemos las Raise Boring y para sostenimiento de rocas, los equipos Rocket Boomers

Figura 14. Equipo Rocket Boomers de Atlas Copco para sostenimiento de rocas



2.2.10. Aceros de perforación

Los aceros de perforación son parte integrante de todo equipo de perforación en gran medida en los equipos mecanizados, así tenemos el equipo Top Hammer tanto para minería subterránea como para superficial.

Figura 15. Varillaje roscado (Top Hammer)



Figura 16. Varillaje para martillo Down The Hole

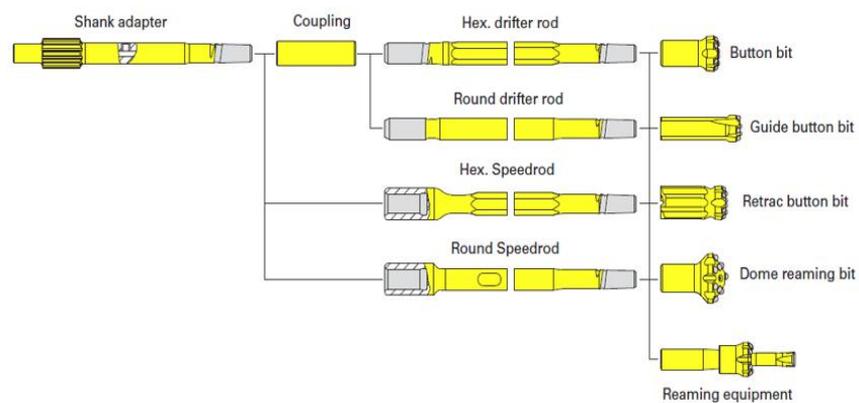


Tren de varillaje para un equipo mecanizado

Los aceros de perforación para un equipo mecanizado de perforación están compuestos del:

- Shank adapter o adaptador de culata o culatín
- Coupling o copla
- Drifter rod o barras de perforación
- Button bit o brocas

Figura 17. Tren de varillaje para Top Hammer en equipos mecanizados



Shank Adapter (adaptador de culata)

Es el elemento que transmite la energía de impacto y rotación de la perforadora, fabricado con carbono endurecido, cada perforadora tiene un adaptador distinto

Figura 18. Shank Adapter (adaptador de culata)



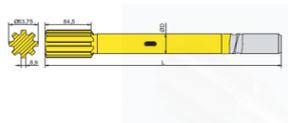
Figura 19. Elementos del shank adapter



Shank adapter tipos y diámetro de rosca

Figura 20. Shank adapter tipos

Atlas Copco COP 1440, COP 1550, COP 1638, COP 1838,



Drifting		
Thread	Product No.	
R32 (1¼")	90516087	40
R38 (1½")	90516098	40
T38 (1½")	90516120	43
SR38 (1½")	90516106	42

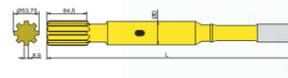
Atlas Copco COP 1132



Bolting, drifting	
Thread	Product No.
R28 (1⅞")	90515869
SR28 (1⅞")	90515871
R32 (1¼")	90515862

Alas para conexión con la perforadora.

Atlas Copco COP 1440, COP 1550, COP 1838



Bench drilling	
Thread	Product No.
R32 (1¼")	90516158
TC35 (1⅞")	90516342
T38 (1½")	90516184
T45 (1¾")	90516206
T51 (2")	90516217



Coupling (Acople)

Por medio de este elemento se transmite la energía. Sus dimensiones estarán sujetas a las especificaciones de las roscas de los otros elementos que se conectarán como son barras de extensión o el shank y la barra.

Los acoples presentan forma de rosca tipo R, tipo T o mixtos.

Además, están considerados dentro de la columna de perforación como los componentes más débiles.

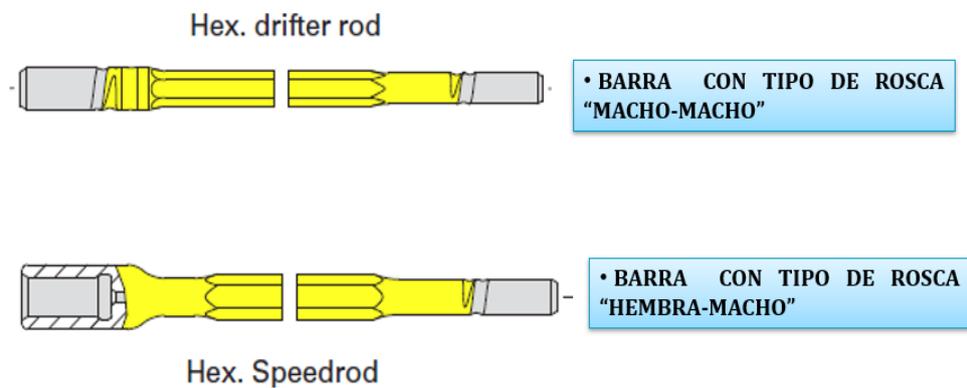
Figura 21. Coupling (Acople)



Barras de extensión

Este tipo de elementos están diseñados con el objetivo de que puedan resistir impactos de nivel alto, así como la flexión y las fuerzas de rotación. por las características de su operación las secciones hexagonales de las barras contendrán más material, lo cual le dotará de más fuerza en comparación con las barras de sus mismas dimensiones, pero con otro diseño. (ATLAS COPCO, 2012)

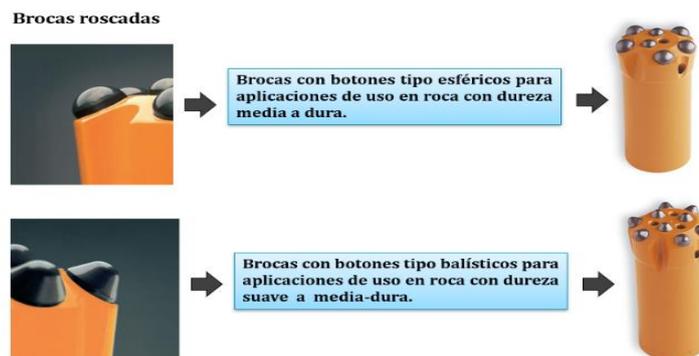
Figura 22. Barras de extensión



Brocas roscadas

Este tipo de brocas entran en contacto directo con el material y de esta manera evitan el desgaste, tenemos las Brocas con botones tipo esféricos para aplicaciones de uso en roca con dureza media a dura y las Brocas con botones tipo balísticos para aplicaciones de uso en roca con dureza suave a media-dura. (ATLAS COPCO, 2012)

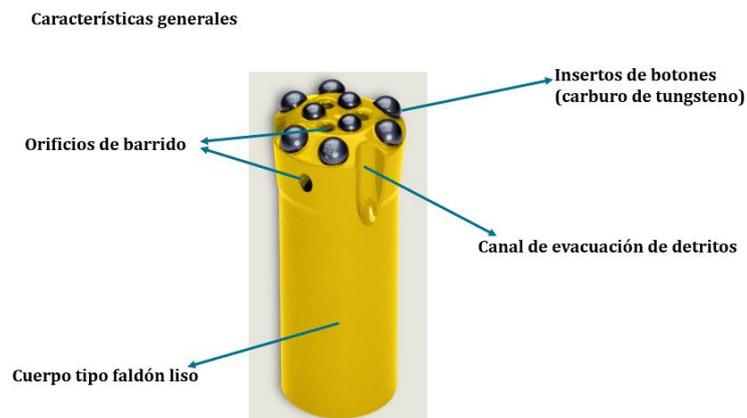
Figura 23. Brocas roscadas



Dentro de sus características podemos mencionar:

- Tienen insertos de botones (carburo de tungsteno)
- Poseen orificios de barrido
- Canal de evacuación de detritos
- Cuerpo tipo faldón liso

Figura 24. Características de las brocas roscadas



La unión de la broca con el barreno se realiza en sentido anti horario.

Figura 25. Unión de la broca con el barreno



Brocas rimadoras

Los tiros huecos se realizan utilizando este tipo de brocas, lo que permitirá usar como cara libre a dichos tiros, porque presentan un diámetro mayor. Para realizar estas operaciones, denominadas escariados, se necesita

perforar un piloto con un bit de dimensiones 35-45 mm. La que posteriormente será ensanchada hasta alcanzar el diámetro entre 67-127 mm.

Figura 26. Brocas rimadoras



2.3. Definición de términos conceptuales

Acople

Básicamente, este es el dispositivo que permite transmitir la energía. Los tipos de rosca que presenten los elementos que se conectarán determinarán la medición del acople, generalmente se puede utilizar roscas de tipo R o tipo T.

Afilado de brocas

Este aspecto resulta de una importancia crucial, debido a que puede garantizar un trabajo en condiciones óptimas, lo que permite establecer una velocidad adecuada de perforación cuidando los niveles necesarios. En el caso de que las brocas presenten un desgaste muy pronunciado, la operación se alargará inútilmente, lo que representará un incremento de costo al cambiar las brocas desgastadas.

Barra

Este dispositivo es el que permite prolongar la sarta de perforación, sus secciones pueden ser hexagonales o redondas, y presentan un extremo en el cual acoplar un adaptador de mayor dimensión.

Broca

La columna de perforación encuentra su término en este dispositivo, Es por ello por lo que a través de él se descarga la fuerza hacia la roca, el impacto que se genera por la acción de perforación se logra por medio de este dispositivo al transmitir la fuerza que recibe de la sarta de perforación.

Brocas rimadoras

Que trate de los elementos finales de una columna de perforación, se diferencian de una broca convencional por su diámetro que generalmente es el doble, este tipo de brocas pueden ofrecer un alivio al momento en que se arranca un frente. Para el uso de este tipo de brocas se puede emplear un adaptador piloto o una rimadora tipo domo.

Columna de perforación

Denominado tren de perforación o sarta de perforación, debido a que conforma un conjunto de elementos unidos entre sí mediante roscas, los elementos de una columna son el sank, la copla, la barra, y la broca (SANDVIK, 2014)

Perforadora

El sistema de perforación encuentra en este dispositivo su razón de ser, debido a que es el encargado de convertir la energía original en fuerza de impacto. normalmente se puede poner en marcha este tipo de sistemas por medio de mecanismos neumáticos o hidráulicos, estos dispositivos pueden alcanzar en 1 minuto los 3000 golpes o en detalles específicos los $3,000/60=50\text{Hz}$ que equivalen a 50 golpes/segundo.

Perforación

La manera más general de definir esta acción es entenderla como la actividad por la cual se produce un orificio con distribuciones y geometrías previamente diseñadas utilizando medios mecánicos sobre el macizo. Los tipos de perforación se distinguen de acuerdo con sus aplicaciones.

Perforación de Producción

Este tipo de perforación está destinada a las operaciones por las que se extrae distintos tipos de minerales y que por lo mismo se realizan en operaciones mineras. Normalmente su ejecución responde a un programa de producción que se establece antes de su ejecución.

Perforación en Minería Subterránea

Este tipo de operaciones se aplican en niveles subterráneos, generalmente son utilizados en sectores de avance de frentes de explotación, también pueden ser empleados para construir piques y chimeneas.

Shank (Adaptador de Culata)

A este dispositivo se le conoce como el adaptador de la culata. Su disposición está fija en las perforadoras que se encargan de recibir la energía de rotación, el empuje y el impacto, de manera que puedan transmitir a la columna de perforación la energía hacia la broca.

2.4. Formulación de la hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El rendimiento de los aceros de perforación para los equipos de taladros largos se halla dentro de los parámetros establecidos por la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA, y son descartados en la mayoría de los casos por desgaste normal.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a. El rendimiento que presenta las brocas de perforación para los equipos de taladros largos, se halla dentro de los parámetros establecidos por la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA.
- b. El rendimiento que presenta las barras, el sank de perforación para los equipos de taladros largos, se halla dentro de los parámetros

establecidos por la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA.

- c. Al determinar las causas que generan la desviación de taladros largos durante la perforación, podremos saber cuánto nos falta para trabajar con el estándar permisible, Indicar algunos procedimientos que nos ayudaran a reducir la desviación en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variables para la hipótesis general

- Rendimiento de los aceros de perforación
- Estándar establecido

2.5.2. Variables para la hipótesis específicas

- Rendimiento de broca
- Rendimiento de la barra, Sank
- Desviación de taladros
- Parámetro establecido

2.6. Enfoque filosófico – epistémico

Al enmarcar la presente propuesta de tesis dentro de una aproximación de tipo científico desde distintos puntos de análisis es posible abordar una problemática específica del campo minero como lo es el rendimiento de los aceros de perforación para los equipos de taladros largos. Aun así, los resultados que obtengamos de esta problemática nos podrán parecer distintos si realizamos su aplicación en otras circunstancias o desde otras especialidades.

Este contraste demuestra que nuestra actitud científica puede ser enfocada desde una perspectiva distinta de la cual inicialmente la planteamos. En esas circunstancias deberemos considerar un juicio o una evaluación distinta

a nuestra manera de abordar el problema inicialmente. Esta situación argumentativa nos muestra que la labor científica puede resultar compleja si se la emprende desde un punto de vista restringido. Es por ello que en la siguiente investigación debemos ocupar el lugar del investigador científico más cercano al área del desarrollo de nuestro tema, es decir al área minera y sus necesidades específicas.

En ese sentido para abordar la problemática específica que nos presenta la actividad minera tenemos de nuestro lado, como la herramienta más eficiente a nuestros fines académicos y empresariales, al quehacer científico, aunque siempre debemos ser conscientes de que existen distintos modos para aproximarnos a una problemática y cada uno de ellos pueden ser legítimos y mostrar resultados efectivos y satisfactorios para determinados requerimientos.

A partir de esta compleja estructuración de los saberes y los puntos de vista debemos ser conscientes de que el camino científico no es el único que nos ayudará a entender los fenómenos del mundo, sin embargo, este camino nos puede ofrecer métodos para corroborar y validar nuestras evidencias y sobre todo pensar nuestro lugar dentro de la problemática específica. Es por ello por lo que el método científico cobra importancia vital para este tipo de investigaciones debido a que nos permite ubicarnos por encima de nuestros juicios personales e incluso sociales y culturales para poder establecer conocimientos o principios argumentativos que puedan apoyar juicios ser aceptados por su carácter neutral y abstracto que además respondan directamente a las cuestiones que una problemática específica plantea.

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de Investigación

La investigación que desarrollaremos de tipo APLICADA, debido a que determinaremos rendimientos de los aceros de perforación como la broca, la barra, el sank, y velocidad de perforación.

3.2. Nivel de investigación

En cuanto al nivel de investigación diremos que tendrá un nivel descriptivo, explicativo porque vamos a describir el rendimiento de los elementos de la perforación en qué condiciones se realiza la perforación y explicaremos el porqué de las desviaciones de los taladros tratando de ver las causas que lo producen.

3.3. Características de la investigación

La investigación se basó en analizar y recopilar datos no numéricos para comprender y describir el rendimiento de los aceros. La característica más notable en nuestra investigación es que vamos a describir el procedimiento y emitir juicios al respecto.

3.4. Métodos de investigación

El método a emplear será el método de la investigación científica, teniendo en cuenta los métodos específicos deductivo y de análisis, porque de las perforaciones que se realizan aplicando los principios o teorías universales será posible deducir los rendimientos de los aceros de perforación, luego analizar estos datos, así como también analizar las causas de desviación de los taladros largos y poder sacar las conclusiones.

3.5. Diseño de investigación

El diseño a emplear será el diseño no experimental transversal, ya que en nuestra investigación no modificaremos las variables y lo realizaremos en un momento determinado.

3.6. Procedimiento del muestreo

3.5.1. Población

Todas las labores donde se emplea el método de explotación con taladros largos, zona Santa Rosa y Santa Angela.

3.5.2. Muestra

La muestra a tomar fue elegida directamente, labores donde se estaban explotando por taladros largos, estas fueron zona Santa Rosa labor BA- 8506, fila 151 – 160; labor BA – 8506, fila 161 – 175; zona Santa Angela labor BA - 000 + 600, BA – 000 + 20, BA – 000 + 10.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

- La observación directa
- Recopilación documental
- Muestreo de rendimiento de la columna de perforación

3.6.2. Instrumentos

Dentro de los instrumentos tendremos.

- Libreta de campo
- Planos
- 17 Brocas retractiles 64 mm, Cód. 130049
- 02 Broca Escariadora 127 mm, Cód. 090021
- 10 barras M/F 4 pies Cód., 210044
- 10 barras M/F 5 pies Cód., 210030
- 02 Shank T38 cod. 450500 – (Stope Master)
- 01 Shank T 38 Cod 450551 – (Boomer T1D)
- Otros documentos

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Contando con la información sobre el rendimiento de los aceros de perforación procederemos a ordenarlos, procesarlo y obtener resultados del rendimiento de este elemento es decir de rendimiento de la broca, barra, sank de cada labor para lo cual haremos uso de tablas en Excel, el procesador Word.

3.9. Orientación ética

A lo largo de la investigación que llevaremos a cabo estaremos comprometidos con los principios de la ética de nuestra profesión, practicando la veracidad, respeto, el anonimato, la confidencialidad, respeto a las personas e instituciones.

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.1.1. Aspectos generales de la mina

Ubicación

El yacimiento de Pallancata, se encuentra ubicado en el departamento de Ayacucho, provincia de Parinacochas, localidad de Coronel Castañeda y alcanza los 4200 m.s.n.m.

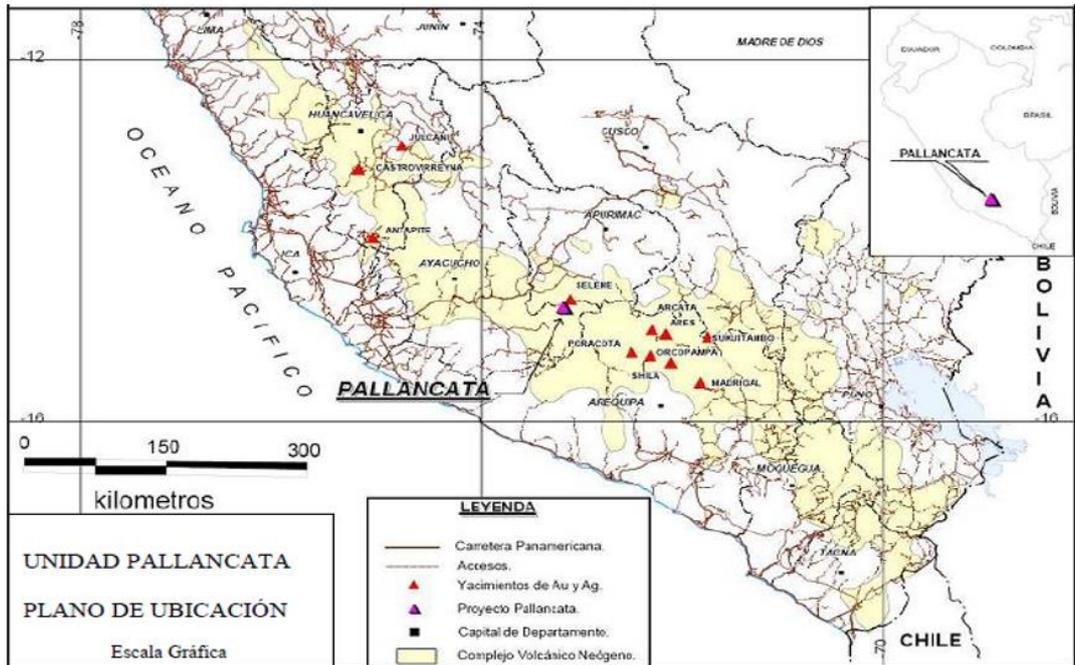
Accesibilidad

Se puede acceder a la zona de estudio por medio la carretera Lima-Nazca-Puquio Izcahuaca, que aproximadamente cubre 770 km. Luego de lo cual se debe continuar por los 45 km de una trocha carrozable que termina en las instalaciones de la mina. Todo el recorrido tiene unas 13 horas de duración.

Tabla 2. *Accesibilidad a la Mina Pallancata*

RUTA	DISTANCIA (km)	TIEMPO (horas)	CARRETERA
Lima - Nazca	460	6	Asfaltada
Nazca-Puquio-Izcahuaca	310	6	Asfaltada
Izcahuaca- Pallancata	45	1	Afirmada
TOTAL	815	13	

Figura 27. Ubicación de la Mina Pallancata



MINA

Los métodos de explotación que se utilizan en la mina Pallancata son corte y relleno ascendente para la zona de Ranichico, Rina y minado por subniveles con taladros largos para la zona de Pallancata Este por las condiciones geotécnicas, la ubicación y geometría de la mineralización, también por los costos de operación frente a los otros métodos de explotación.

Métodos de Explotación

a. Corte y Relleno Ascendente

Se utiliza este método para la zona de Ranichico por el fuerte buzamiento de 60° NW que tiene la veta luisa y 75° NW de buzamiento de la veta Rina.

Este método es el que más se utiliza en los tajeo de la unidad Pallancata, consiste en aplicar una metodología de realce. Básicamente se trata de que el mineral es arrancado por franjas orientadas verticalmente, desde el sector inferior hasta el sector superior del tajeo.

de la galería, para luego proceder a su limpieza utilizando labores transversales que provienen de un By pass ubicado paralelo a la galería.

Básicamente, el diseño consiste aparte de ejecutar las galerías, draw points y un By Pass de extracción, implementar rampas operativas y Subniveles de sección para el equipamiento LHD.

Veamos la secuencia en forma resumida.

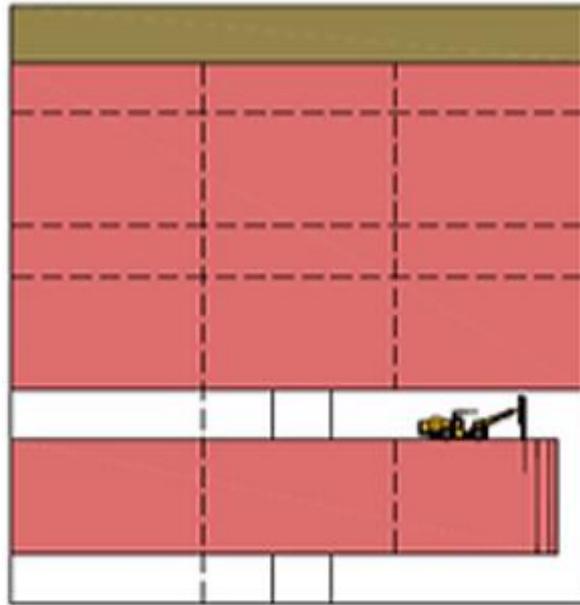
1. Desde el acceso se preparan los subniveles superior e inferior colocando el sostenimiento adecuado para que estén estables.

Figura 29. Preparación de subniveles



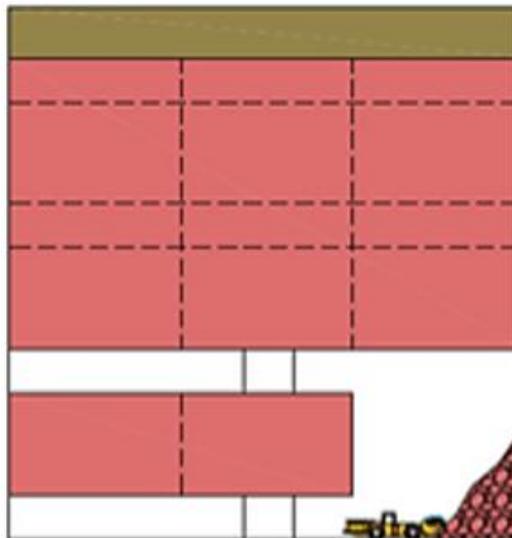
2. Se prepara la cara libre y posteriormente se perfora los taladros de producción

Figura 30. Preparando cara libre y perforando los taladros largos



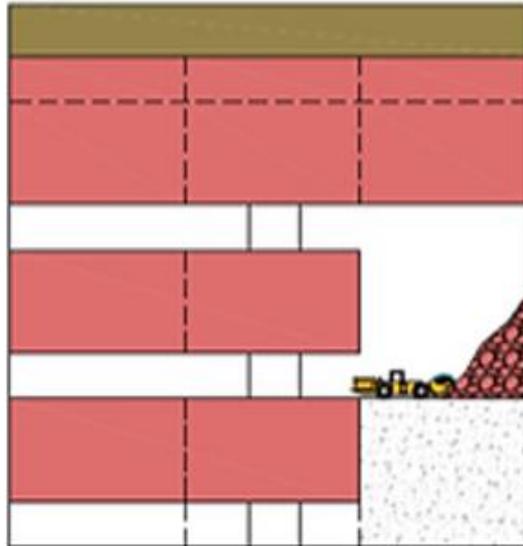
3. Se realiza el banqueo del mineral según la longitud del tajeo establecido, luego se hace la limpieza con scoop a control remoto

Figura 31. Voladura del tajeo y limpieza



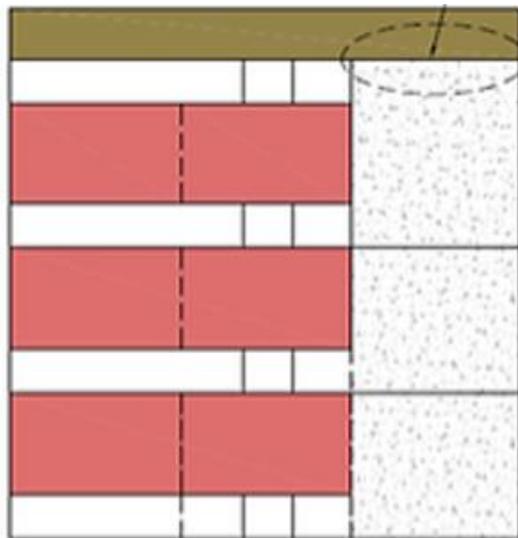
4. Terminado la explotación del nivel se rellena hasta completar el piso del siguiente subnivel, luego se repite el ciclo en el siguiente corte.

Figura 32. Relleno del tajeo



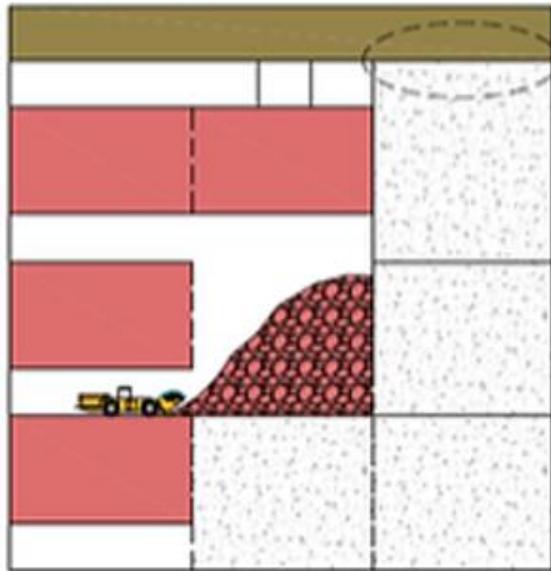
5. Una vez que se alcanza el ultimo subnivel superior, este debe estar completamente topeado al techo para garantizar la estabilidad local y global.

Figura 33. Topeado completamente el ultimo subnivel



6. Luego de minar la primera columna, se procede el minado de la columna adyacente siguiente siguiendo la misma secuencia.

Figura 34. Minado de la siguiente columna



4.1.2. Consideraciones técnicas antes de la evaluación del rendimiento

a. Accesorios de perforación empleados en la perforación

Se hizo uso de los siguientes accesorios de perforación

- Shank Adapter Shak COP 1838T HM38 038/525
- Barra M/F ROD TUN M/F HM38
- Broca Retráctil BIT BTN RET 064 HM38
- Broca Rimadora BIT BTN PILOT 127 – HM38

Figura 35. Columna de perforación



Tabla 3. Accesorios de perforación

Accesorios de perforación empleados				
Shank Adapter		Barra M/F	Broca Retráctil	Broca Rimadora
SHAK COP 1838T		ROD TUN M/F HM38	BIT BTN RET 064 - HM38	BIT BTN PILOT 127 - HM 38
Cod. 450551		Cod.210044 (4Ft)	Cod. 140031	Cod.090021
Cod.450500		Cod.210030(5Ft)		

b. Datos técnicos broca retráctil

- Código. 140031;
- Diámetro. 64 mm;
- Diseño. Cara plana, Aletas angulares, bordes cortantes (06);
- Insertos. Hemisféricos, 06 Perimetrales (11mm.), y 03 Frontales (10mm.);
- Barrido. 03 orificios frontales, 01 orificio lateral.

c. Aceros de perforación utilizados.

- 17 Brocas retractiles 64 mm, Cód. 130049
- 02 Broca Escariadora 127 mm, Cód. 090021
- 10 barras M/F 4 pies Cód., 210044
- 10 barras M/F 5 pies Cód., 210030
- 02 Shank T38 cod. 450500 – (Stope Master)
- 01 Shank T 38 Cod 450551 – (Boomer T1D).

d. Factores influyentes en el rendimiento de los aceros de perforación.

El muestreo del rendimiento de los aceros de perforación para equipo taladros largos se está realizando en condiciones de operación actual. Los factores influyentes en el rendimiento de los aceros son:

- a) **Terreno** - Factor no controlable
- b) **Operación** - Se puede controlar mediante capacitaciones.
- c) **Equipo de perforación** - Se puede controlar haciendo mantenimiento preventivo, cambio oportuno de repuestos y control de parámetros de perforación.
- d) **Parámetros de perforación equipos**

Tabla 4. *Parámetros de los equipos de perforación*

Parámetros de los equipos de perforación												
Parámetros	STOPE MASTER 01				STOPE MASTER 02				BOOMER T10 - 04			
	Nominales		Encontrados		Nominales		Encontrados		Nominales		encontradas	
	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta
Presión de rotación	50	90	50	80	50	90	50	80	40	60	40	60
Presión de percusión	100	160	100	150	100	160	100	150	140	200	140	180
Presión de avance	50	90	0	0	50	90	40	80	50	90	50	80
Presión de agua	6	7	7	7	6	7	7	7	10	12	10	10
RPM	165		162		165		165		180-200		181	

e) Características de terreno

Uno de los factores que condicionan el desgaste de los aceros es el tipo de roca encontrada, esta clasificación se hizo según el desgaste de las brocas.

Se encontraron 04 tipos de Roca en las zonas donde se hizo la prueba.

Tabla 5. Tipo de rocas encontradas

TIPO DE ROCA ENCONTRADAS					
ZONA	TIPO	ZONA	ESTRUCTURA	ROCA	OBSERVACION
Santa Rosa	1	BA-8506 fila 151-160	Sílice gris, FeS, cuarzo 100%	III con fracturas	Mayor desgaste en el inserto de la broca, extremadamente duro
	2	BA-8506 fila 161-175	Sílice Gris, FeS, brecha silisificada, óxidos en fracturas cuarzo 90%	IIIB abrasivo	Desgaste equitativo en inserto y cuerpo de la broca
Santa Angela	3	BA-000,+600 BA-000,+20	Sílice Gris, FeS, brecha silisificada, óxidos en fracturas cuarzo 80%	IV muy abrasivo	Mayor desgaste en cuerpo de la broca
	4	BA-000,+10	Sílice Gris, FeS, brecha, óxidos en fracturas cuarzo 80%	IVB abrasivo con panizo	Desgaste solamente en el cuerpo de la broca

4.1.3. Rendimiento Broca retractil t38-64 mm.

Para saber el rendimiento de las brocas retractiles de 64 mm se clasifico de la siguiente manera:

- Por zonas, se hizo prueba en las zonas de Santa Rosa y Santa Ángela.
- Tipo de Roca existente. Se clasificó según su dureza y composición mineral.
- Por condición, (afilada y sin afilar), otro factor que se tomó en cuenta.

1. Zona Pallancata Este - (Santa Rosa).

Roca I.- La labor donde se hizo la prueba fue en el BA -8506

Fila 151 – 160, el tipo de roca encontrada fue, Roca tipo III dura, con contenido de sílice Gris Oscuro en un 100%, con presencia de fallas.

Donde el mayor desgaste en la broca fue en el Inserto.

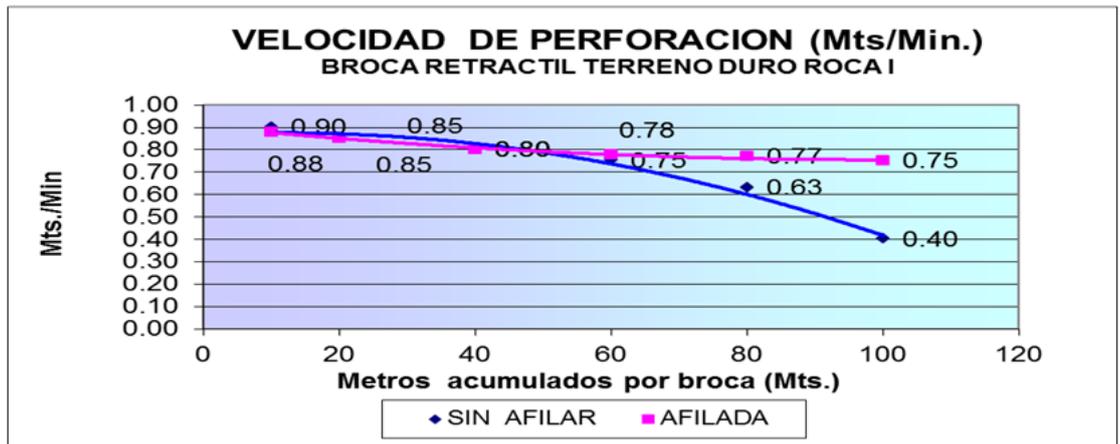
Tabla 6. Rendimiento broca retráctil t38-64 mm. ba -8506 fila 151 – 160

RENDIMIENTO BROCA RETRACTIL T38-64 MM. BA -8506 Fila 151 – 160							
Zona	Roca	Condición	Brocas	Fecha ingreso	Metros perforados	Estado	Motivo descarte
Santa Rosa	Tipo I Roca dura con fracturas silice gris 100%, mayor desgaste en los insertos	Sin afilar	1	15/08/23	72	descartado	Rotura inserta
			2	16/08/23	84	Descartado	Rotura inserta
			3	17/08/23	84	Descartado	Rotura inserta
		Afilado	4	18/08/23	108	Descartado	Rotura inserta
		5	18/08/23	96	Descartado	Rotura inserta	

El rendimiento promedio para este tipo de terreno sin afilar fue 80 Mts, afilando fue 102 Mts un 27.5% más afilando la broca.

Medición de velocidad de perforación

Figura 36. Velocidad de perforación m/min, broca retráctil roca I



En la gráfica se observa cuando la broca no está afilada la velocidad de perforación disminuye en un 50% dificultando el tiempo de perforación.

Proceso de desgaste del inserto y cuerpo de broca en roca dura.

Tabla 7. Proceso de desgaste del inserto y cuerpo de broca en roca dura.

Proceso de desgaste del inserto y cuerpo de broca en roca dura.						
Zona	Tipo de roca	Metros acumulados	Desgaste diámetro cuerpo	Desgaste diámetros inserto	Afilado	Observaciones
Santa Rosa BA-8506 FILA 162-173	Roca dura	0	64 mm	64 mm	No	Descarte por rotura inserto lateral
		12	63 mm	63.5 mm	No	
		24	62.5 mm	62.4 mm	No	
		36	61.7 mm	61.9 mm	No	
		48	61.0 mm	61.1 mm	No	
		60	60.6 mm	60.6 mm	No	
72	60.1 mm	60.1 mm	No			

En el cuadro se muestra la progresiva de desgaste de la broca Nro. 01 en terreno duro donde el mayor desgaste es en el inserto de la broca.

Roca II.- En la zona Santa Rosa (BA-8506) Fila 161-175, se encontró otro tipo de terreno, roca IIIB, terreno abrasivo con fracturas, presencia de cuarzo 90%, óxidos en fracturas.

Donde el desgaste de la broca es equitativo entre el inserto y cuerpo.

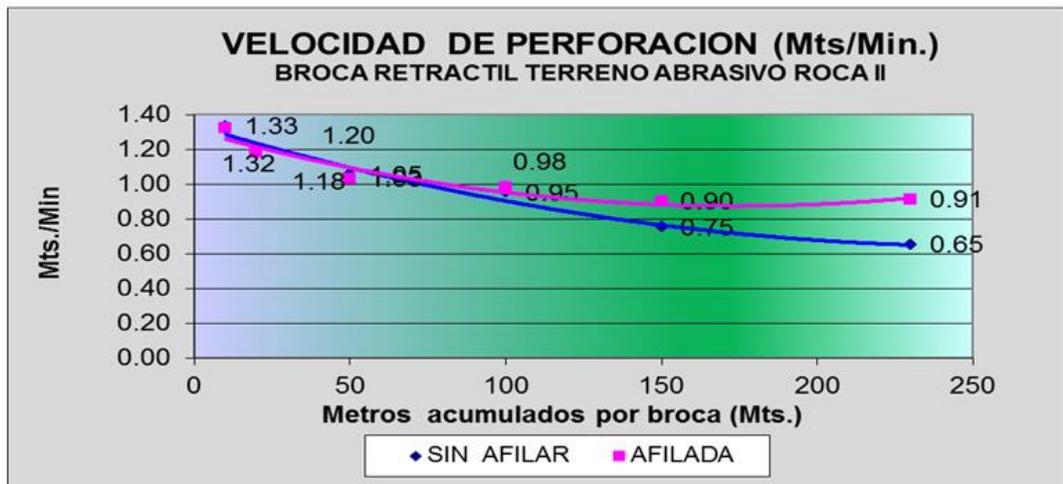
Tabla 8. Rendimiento broca retráctil t38-64 mm. ba -8506 fila 161 – 175

RENDIMIENTO BROCA RETRACTIL T38-64 MM. BA -8506 Fila 161 – 175							
Zona	Roca	Condición	Brocas	Fecha ingreso	Metros perforados	Estado	Motivo descarte
Santa Rosa	Tipo II Roca abrasiva con fracturas presencia de cuarzo 80%, óxidos, desgaste proporcional en cuerpo e inserto	Sin afilar	6	21/09/23	180	descartado	Rotura inserta
			7	22/09/23	168	Descartado	Rotura inserta
			8	23/09/23	204	Descartado	Rotura inserta
		Afilado	9	24/09/23	216	Descartado	Rotura diametral
		10	25/09/23	228	Descartado	Rotura inserta	

El rendimiento en este tipo de terreno (abrasivo) fue 184 Mts, sin afilar, afilando fue 222 Mts. un 21 % más, el desgaste fue equitativo tanto para el inserto y cuerpo de la broca.

Medición de la velocidad de perforación

Figura 37. Velocidad de perforación m/min, terreno abrasivo, roca II



El grafico muestra la velocidad disminuye en un 30% cuando la broca no está afilada.

Proceso desgaste de inserto y cuerpo de la broca 06 (roca abrasiva).

Tabla 9. Proceso desgaste de inserto y cuerpo de la broca 06 (roca abrasiva).

Proceso de desgaste del inserto y cuerpo de broca 06 en roca abrasiva.						
Zona	Tipo de roca	Metros acumulados	Desgaste diámetro cuerpo	Desgaste diámetros inserto	Afilado	Observaciones
Santa Rosa BA-8506 FILA 162-173	Roca dura	0	64 mm	64 mm	No	Descarte por rotura inserto lateral
		24	63 mm	63.8 mm	No	
		48	61.9 mm	63.4 mm	No	
		88	60.1 mm	62.6 mm	No	
		112	59.2 mm	61.9 mm	No	
		148	57.6 mm	61.6 mm	No	
		180	55.5 mm	60.2 mm	No	

En el cuadro se muestra la progresiva de desgaste de la broca 06 donde el desgaste es equitativo en cuerpo e inserto de la broca.

2. Zona Pallancata Oeste - (Santa Ángela).

En la zona Pallancata Oeste se encontraron 02 tipos de roca, esta clasificación se hizo en función al desgaste de la broca.

Roca III.- El tipo de roca encontrada fue Roca IV, terreno abrasivo fracturado, presencia de cuarzo 80%, óxidos.

Donde el desgaste en el cuerpo es mayor que el en el inserto de la broca.

Roca IV.- El tipo de roca encontrada roca tipo IVB terreno muy abrasivo con presencia de panizo.

Donde el desgaste es solamente es el cuerpo de la broca.

Tabla 10. Rendimiento broca retráctil t38-64 mm. +10.+20+600

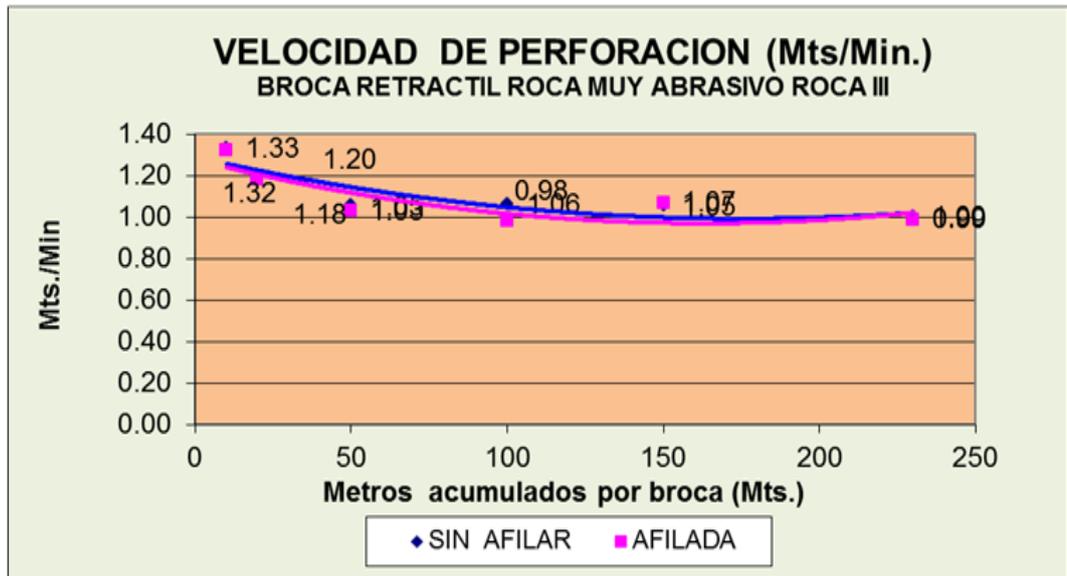
RENDIMIENTO BROCA RETRÁCTIL T38-64 MM. +10.+20+600							
Zona	Roca	Condición	Brocas	Fecha ingreso	Metros perforados	Estado	Motivo descarte
Santa Angela	Tipo III Roca abrasiva con fracturas presencia de cuarzo 70%, mayor desgaste en el cuerpo de la broca	Sin afilar	11	16/09/23	233	descartado	Desgaste de cuerpo
			12	18/09/23	222	Descartado	Desgaste de cuerpo
			13	23/09/23	284	Descartado	Desgaste de cuerpo
	TIPO IV Roca muy abrasiva con panizo, presencia de cuarzo 70%	Afilado	14	24/09/23	225	Descartado	Desgaste de cuerpo
		Afilado	15	25/09/23	224	Descartado	Desgaste de cuerpo
	desgaste solamente en el cuerpo de la broca	Sin afilar	16	28/09/23	189	Descartado	Desgaste de cuerpo
			17	29/09/23	192	Descartado	Desgaste de cuerpo

- El rendimiento promedio fue broca sin afilar fue 224 mts, de igual manera la broca afilada tiene un rendimiento de 225 mts. La diferencia no es mucha ya que el descarte de la broca es más por desgaste de cuerpo.

- La broca Nro. 15 se utilizó en perforación de realce sacándole 66 Mts más, un máximo provecho.

Medición de velocidad de perforación

Figura 38. Velocidad de perforación m/min, roca muy abrasiva, roca III



En la gráfica se ve que no hay mucha diferencia en la velocidad de perforación entre la broca afilada y sin afilar debido al terreno abrasivo, el desgaste de inserto es mínimo.

Proceso de desgaste de inserto y cuerpo de la broca (roca muy abrasiva)

Tabla 11. Proceso de desgaste del inserto y cuerpo de broca 13 roca muy abrasiva con panizo

Proceso de desgaste del inserto y cuerpo de broca 13 roca muy abrasiva con panizo						
Zona	Tipo de roca	Metros acumulados	Desgaste diámetro cuerpo	Desgaste diámetros inserto	Afilado	Observaciones
Santa Angela +10, +20, +600	Roca muy abrasiva	0	64 mm	64 mm	No	Descarte por desgaste de cuerpo y broca
		60	62 mm	64 mm	No	
		120	60.1 mm	63.8 mm	No	
		168	59.3 mm	63.7 mm	No	
		210	57.7 mm	63.3 mm	No	
		240	55.6 mm	62.9 mm	No	
		265	54.3 mm	62.8 mm	No	

En el cuadro se observa que el desgaste de la broca es mucho mayor en el cuerpo debido terreno existente

4.1.4. Rendimiento barras m/f - T38.

El rendimiento de las barras M/F -T38, se fijó por equipo de perforación, de igual manera que en las brocas los factores que condicionan el rendimiento son: Terreno, operación, equipo.

Stope Master 02

En el Stope Master 02 se hizo seguimiento de una columna de perforación con barras de 1.20 Mts. En la Zona Santa Ángela, en condiciones de operación normal.

Tabla 12. Rendimiento de la barra del equipo Boomer TID N° 04

Rendimiento de la barra del equipo Boomer TID N° 04								
Equipo	Zona de trabajo	Barra	Longitud de barra	Fecha de ingreso	Fecha de descarte	Metros perforados	Mts/barra	Motivo descarte
Stope Master 02	Pallancata Oeste BA+200SE BA+0029 BA+1032	10	1.2 m.	11/10/23	19/10/23	1920	192	Desgaste de hilos del coupling

En el cuadro se muestra el rendimiento de la barra de 1.2 Mts. Stope Master 02, en condiciones de operación Normal. Cuyo descarte de la barra fue por desgaste de los hilos de couplin.

Boomer T1D N° 04

En el Boomer T1D se está haciendo seguimiento de una columna de perforación con barras de 1.5 Mts., Zona Santa Ángela, en condiciones de operación Normal

Tabla 13. Rendimiento de la barra del equipo Boomer TID N° 04

Rendimiento de la barra del equipo Boomer TID N° 04								
Equipo	Zona de trabajo	Barra	Longitud de barra	Fecha de ingreso	Fecha de descarte	Metros perforados	Mts/barra	Motivo descarte
Boomer TID#4	Pallancata Oeste	10	1.5 m.	22/09/23	02/10/23	2941.145	249.145	Desgaste de hilos del coupling

4.1.5. Rendimiento Shank Adapter- T38.

El rendimiento del Shank Adapter se hizo también en función al equipo de perforación.

Tabla 14. Rendimiento shank adapter- t38

RENDIMIENTO SHANK ADAPTER- T38						
Equipo	Zona de trabajo	SHANK	Fecha ingreso	Fecha descarte	Metros perforados	Motivo descarte
Stope Master 02	Pallancata Oeste	1	11/08/23	25/08/23	1606.38	Descarte por desgaste de hilo
Stope Master 02	Pallancata Oeste	2	22/08/23	28/08/23	1538.24	Descarte por desgaste de hilo
Boomer T1D#4	Pallancata Oeste	3	11/08/23	11/08/23	1570.53	Descarte por desgaste de hilo

4.1.6. Observación de las malas prácticas operacionales

Durante la realización de la investigación se pudo observar que los operadores realizan actos durante la perforación los cuales mencionamos a continuación.

Combinación de barras usadas con nuevas.

Se ha observado, cuando se atascan dos o tres barras de una columna nueva se buscan reemplazo barras usadas, No se debe mezclar barras usadas con nuevas, los hilos del Couplin de las barras usadas están desgastados, estas rosan los hilos del Shank y de otras barras nuevas, acortando la vida de estos componentes.

Figura 39. Combinación de barras usadas con nuevas



En la foto se observa que los hilos de la barra usada están gastados, estos hilos al ser mezclados con barras y shank nuevo aceleran el desgaste de estos componentes.

Figura 40. Desgaste prematuro del Shank



En la foto se observa el desgaste prematuro del shank debido a utilizar barras con hilos desgastados.

Mal desembonado de barras.

He podido notar esta práctica en casi el 80 % de los operadores.

Cuando realizan este trabajo se debe de aplicar menor presión al retorno con el fin que el desembonado sea correcto.

Cuando se ejerce demasiada presión de retorno ocurre una fricción más de lo normal entre el hilo del shank y el acople de la barra.

Es por eso que hoy, el desgaste del hilo en toda la columna de perforación es prematuro.

El diámetro de couplin de la barra nueva es 58 mm y el diámetro de desgaste es a 52 mm, pero se está descartando a 54 mm. debido al desgaste prematuro de los hilos del couplin.

Figura 41. Mal desembonado de las barras



En la foto se observa, T1D#1 al momento de desembonado el shank choca con un hastial de couplin de la barra, ejerciendo fricción cte, y acelerando el desgaste de los hilos del Shank, eh hilos del couplin de la barra.

Limpieza de los taladros:

Una mala costumbre al realizar la perforación se olvida de evacuar el detritus de taladro.

Al trabajar en estas condiciones ayuda a desgastar los aceros.

Es recomendable lavar el taladro con frecuencia esto ayudara a mantener un taladro limpio y mejorara el rendimiento de los aceros de perforación.

Figura 42. Mal limpieza de los taladros



En foto se observa, el detritus que evacua del taladro, regresan al taladro ocasionado:
- Acumulación de detritus en la columna con ello el desgaste prematuro de las couplin de las barras.
- Posible atascamiento de la columna.

Figura 43. Limpieza del taladro utilizando tubo casing



Se utilizó el tubo casing, en la perforación de dos taladros observando:

- Mayor velocidad de perforación
- El detritus ya no regresa al taladro. con ello desacelera el desgaste de la couplin de la barra.

4.1.7. Desviación de taladros

Objetivo

Determinar las causas que generan la desviación de taladros, cuantificarlas de tal forma que podamos saber cuánto nos falta para trabajar con el estándar permisible, indicar algunos procedimientos que nos ayudaran a reducir la desviación.

Factores que influyen en la desviación de taladros:

- Estabilización del equipo
- Velocidad de perforación
- Características del terreno
- Longitud del Taladro
- Emboquillado de taladro
- La presión de avance en la perforación.

Estabilización del equipo:

- Actualmente solo se estabiliza con un solo Stinger que es el inferior.
- El fin de estabilizar la viga es para mantener una rectitud de los taladros.

Figura 44. El stinger no bloquea el techo



El stinger superior no bloquea el techo debido a que la sección es muy elevada

Habilidad del operador:

El 70% de la desviación es por habilidad del perforista ya que al momento de perforar no regula la presión de avance de acuerdo al terreno, ocasionando la desviación del taladro.

El perforista con experiencia va regular la potencia de trabajo de acuerdo al tipo de terreno.

Esto significa habilidad, experiencia, para poder perforar un taladro de calidad.

Características del terreno:

En la mayoría de las zonas, el terreno se presenta muy fracturado con presencia de fallas.

Medición de taladros:

Cuadro de desviaciones permitidas

Tabla 15. Cuadro de desviaciones permitidas

Cuadro de desviaciones permitidas		
Desviación optima	Menor a 2 %	Trabajo muy técnico y profesional
Desviación permisible	De 2 – 5 %	
Desviación mala	De 5 – 8 %	Trabajo con problemas
Desviación catastrófica	Mayor a 8 %	

La medición de los taladros se realizó utilizando el siguiente método:

Figura 45. Medición de los taladros



Bajo esta técnica se ha podido determinar el % de desviación en el BA-8605 (Zona Santa Rosa).

Tabla 16. Porcentaje de desviación de los taladros

DATOS DE CAMPO							
BA-8605(BF)							
N° de Fila	N° de Taladro	Grado de inclinación	Profundidad de Taladro	Profundidad luz de linterna	Diametro de taladro	Desviacion del Taladro	% Desviacion
F155	1	77.31	11.9	11.1	0.064	0.294	2.94%
	2	75.6	12.1	10.5	0.064	0.340	3.40%
F156	1	77.5	12	9.4	0.064	0.417	4.17%
	2	76	12.1	11.4	0.064	0.288	2.88%
F157	1	77.5	12.1	12	0.064	0.260	2.60%
	2	76	12.3	7.3	0.064	0.727	7.27%
F158	1	80.7	12.1	6.5	0.064	0.887	8.87%
	2	78.5	12	7.5	0.064	0.655	6.55%
F159	1	80.5	11.9	11.8	0.064	0.260	2.60%
	2	78.7	11.9	8.6	0.064	0.490	4.90%
F160	1	79.7	11.8	9.2	0.064	0.421	4.21%
	2	78.4	11.8	11.4	0.064	0.274	2.74%

En el cuadro se observa las mediciones que se hizo en el BA-8605

El 75% tiene una desviación permisible (2% -5%)

El 17 % tiene una desviación mala (5% -8%)

El 8% tiene una desviación catastrófica (8% a más)

Observaciones encontradas

Taladros largos

- El descarte de las barras se está haciendo por desgaste de los hilos del couplin, debido al mal desembonado de las barras.
- También se ve al momento del desembonado la rosca del Shank choca en un hastial del couplin de la barra ocasionado fricción constante entre el Shank y el couplin de la barra, acelerando el desgaste de estos componentes. Falta central la mordaza con la mesa de la perforadora.

Desviación de taladros.

- En el 70% de los perforistas se observa que le dan mucha presión de avance durante la perforación y a esto añadiendo el tipo de terreno existente ocasionan la desviación.
- En las mediciones que se hizo para ver la desviación de los taladros, en los taladros desviados, estos empezaban a partir de los 08 metros.

4.2. Discusión de resultados

Análisis y resultados

Habiendo realizado el análisis podemos llegar a los siguientes resultados:

4.2.1. Rendimiento de brocas de 64 mm en taladros largos

Se tiene:

a. Zona Santa Rosa

Roca I, dura sílice gris 100%. Desgaste solamente inserto.

Sin afilar..... 80 mts

Afilar..... 102 mts **27.5% +**

Roca II abrasiva, desgaste equitativo en inserto y cuerpo.

Sin afilar..... 180 mts

Afilada..... 222 mts **23% +**

b. Zona Santa Angela

Roca III, IV, Abrasivo panizado, mayor desgaste cuerpo de la broca.

Sin afilar..... 224mts

Afilada..... 225 mts.

4.2.2. Rendimiento de las barras M/F – Barras de 1.2 m. y 1.5 m.

El rendimiento de las barras M/F- barras 1.2 Mts, 1.5Mts. Se realizó en función al equipo de perforación y en las condiciones de operación actual.

STOPE MASTER 02.

Se realizó en la zona Santa Ángela con 10 barras de 1.2 Mts.

Rendimiento por barra..... **192 Mts/ Barra**

BOOMER T1D# 4.

Se está realizando en la zona Santa Ángela, con barras de 1.5 Mts.

Rendimiento por barra..... **294.145 Mts/Barra.**

4.2.3. Rendimiento del Shank

El rendimiento de Shank Coop Se realizó en función al equipo de perforación y en las condiciones de operación actual.

- Shank (01) stope master 02.....**1606.38 Mts**
- Shank (02) stope master 01.....**1538.24 Mts.**
- Shank (03) Boomer T1D #4.....**1570.5 Mts**

4.2.4. Desviación de taladros

En la medición de 12 taladros en la BA-8605 Santa Rosa se vio:

El 75% (9 taladros) tiene una desviación permisible (2% -5%)

El 25% (3 taladros) tiene una desviación mala (5% - mas)

CONCLUSIONES

1. Rendimiento de brocas de 64 mm en taladros largos

Se tiene:

a. Zona Santa Rosa

Roca I, dura sílice gris 100%. Desgaste solamente inserto.

Sin afilar..... 80 mts

Afilar..... 102 mts **27.5% +**

Roca II abrasiva, desgaste equitativo en inserto y cuerpo.

Sin afilar..... 180 mts

Afilada..... 222 mts **23% +**

b. Zona Santa Angela

Roca III, IV, Abrasivo panizado, mayor desgaste cuerpo de la broca

Sin afilar..... 224 mts

Afilada..... 225 mts.

2. Rendimiento de las barras M/F – Barras de 1.2 m. y 1.5 m.

El rendimiento de las barras M/F- barras 1.2 Mts, 1.5Mts. Se realizó en función al equipo de perforación y en las condiciones de operación actual.

STOPE MASTER 02.

Se realizó en la zona Santa Ángela con 10 barras de 1.2 Mts.

Rendimiento por barra..... **192 Mts/ Barra**

BOOMER T1D# 4.

Se está realizando en la zona Santa Ángela, con barras de 1.5 Mts.

Rendimiento por barra..... **294.145 Mts/Barra.**

3. Rendimiento del Shank

El rendimiento de Shank Coop Se realizó en función al equipo de perforación y en las condiciones de operación actual.

- Shank (01) stope master 02.....**1606.38 Mts**

- Shank (02) stope master 01.....**1538.24 Mts.**

- Shank (03) Boomer T1D #4.....**1570.5 Mts**

4. Desviación de taladros

En la medición de 12 taladros en la BA-8605 Santa Rosa se vio:

El 75% (9taladros) tiene una desviación permisible (2% -5%)

El 25% (3 taladros) tiene una desviación mala (5% - mas)

RECOMENDACIONES

Taladros Largos

1. Las presiones de perforación (percusión, avance, rotación, barrido), deben estar bien reguladas, las presiones mal reguladas ocasionan desgaste prematuro de los aceros de perforación.
2. No mezclar barras usadas con nuevas, cambio oportuno de los repuestos de los equipos de perforación.

Desviación de Taladros

3. Para evitar las desviaciones, durante la perforación, el perforista debe controlar la presión de avance en función al tipo de terreno, ya que se ha visto excesiva presión de avance, ocasionando la desviación de taladros.
4. Se debe cuantificar el rango de desviaciones, para ello debe llevarse la estadística clasificándola por: Zona, equipo y operador de tal forma que se pueda ubicar fácilmente donde es la falla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APARCO, GARCIA, A. (2019). *Optimización de la vida útil de los aceros de perforación para la reducción de costos en mina san vicente – cia. San ignacio de morococha s.a.a. año 2018.* [tesis de licenciamiento Universidad Nacional De Huancavelica] repositorio institucional Universidad nacional de Huancavelica.
- ATLAS COPCO. (2012). *Lineas de perforacion Magnum SR35.*
- ATLAS COPCO. (2012). *Rock Drilling Tools.*
- BADAJOS, M. (2020). *Tu tesis en cinco pasos.*
- Baena , G. (2014). *Metodología de la investigacion.* Grupo Editorial Patria.
- BAENA , G. (2017). Metodología de la investigacion. En G. E. PATRIA (Ed.).
- BERNAL, C. (2010). *Metodología de la investigacion, tercera edicion.* Pearson Educacion de Colombia Ltda.
- Bernaola, J., Castilla, J., & Herrera, J. (2013). *Perforacion y voladura de rocas en mineria.* DEPARTAMENTO DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS, Universidad Poitecnica de Madrid.
- CALUA, F. (2019). *Propuesta de minimización de tiempos improductivos para una mayor producción en carguío y acarreo en cia. Minera coimolache s.a.* [tesis de licenciamiento, U.N. de Cajamarca]repositirio institucional U.N.Cajamarca.
- CELIS, H. (2016). *“Reducción de la desviación de taladros largos implementando menores longitudes de perforación de taladros para bancos de producción de 20 metros de altura en Sublevel Stopping con Simbas H1254, en el cuerpo Casapalca 4 en el nivel 11 -11A, Mina Casapalca.* [tesis de licenciamiento. U.N.de Trujillo] repositorio institucional U.N. de Trujillo.
- Chirinos, A. (2015). *Control de aceros de perforación, factores que influyen la vida útil, su relación con el paralelismo y profundidad en el proyecto de expansión k-115 jjc contratistas generales s.a. sociedad minera cerro verde.* [tesis de licenciatura, U. N. San Agustin de Arequipa.

- DIEGO, A. (2020). *Aplicación de taladros largos para la reducción de costos operativos en el tajo 012 del nivel 18 – zona La Oroya, Compañía Minera Casapalca S. A. – 2019.* [tesis de licenciamiento Universidad continental] repositorio institucional Universidad continental.
- ENAEX. (s.f.). *Manual de tronadura ENAEX S.A.* ENAEX, Gerencia tecnica.
- EXSA. (s.f.). *Manual practico de voladura, 4ta edicion.* exsa.
- Hernandez ; Fernandez; Baptista, R. (2014). *Metodologia de la investigacion, sexta edicion.* McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Instituto Geologico y Minero de España. (1987). *Manual de perforacion y voladura de rocas.* Instituto Geologico y Minero de España.
- Ministeri de Renergia y Minas, D.S. 024 -2016. (2016). *Reglamento de seguridad y salud en el trabajo.* Lima: Diario El Peruano .
- ORE, C. (2019). *Optimización del uso de aceros de perforación para el método de minado Bench and Fill en la Veta Mary unidad minera Carahuacra de Volcan Compañía Minera S.A.A.* [tesis de licenciamiento Universidad continental] repositorio institucional Universidad Continental.
- QUISPE, J. (s.f.). *Evaluacion de columnas de perforacion de equipos sandvik y atlas copco en las operaciones de la up. Andaychagua volcan s.a.a.* [tesis de licenciamiento Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga .
- QUITO, BABILONIA, J. (2020). *Análisis de la vida útil de aceros de perforación para evaluar costos operativos en galerías Compañía Minera San Cristóbal S.A.A.* [tesis de licenciamiento Universidad Continental] repositorio institucional Universidad Continental.
- RESEMIN. (2016). *Equipos de perforacion.*
- SANDVIK. (2014). *Aceros de perforacion, Volcan Compañía Minera S.A.A. Cerro de Pasco.*
- UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE CHILE. (2010). *Extraccion Mina I.*

ANEXOS

Anexo A

Instrumentos de Recolección de datos

Parámetros de los equipos de perforación												
Parámetros	STOPE MASTER 01				STOPE MASTER 02				BOOMER T10 - 04			
	Nominales		Encontrados		Nominales		Encontrados		Nominales		Encontradas	
Presión de rotación												
Presión de percusión												
Presión de avance												
Presión de agua												
RPM												

TIPO DE ROCA ENCONTRADAS					
ZONA	TIPO	ZONA	ESTRUCTURA	ROCA	OBSERVACION
Santa Rosa	1	BA-8506 fila 151-160			
	2	BA-8506 fila 161-175			
Santa Angela	3	BA-000,+600 BA-000,+20			
	4	BA-000,+10			

RENDIMIENTO BROCA RETRACTIL T38-64 MM. BA -8506 Fila 151 – 160							
Zona	Roca	Condición	Brocas	Fecha ingreso	Metros perforados	Estado	Motivo descarte
Santa Rosa	Tipo I	Sin afilar					
	Roca dura con fracturas silice gris 100%, mayor desgaste en los insertos						
		Afilado					

Proceso de desgaste del inserto y cuerpo de broca en roca dura.						
Zona	Tipo de roca	Metros acumulados	Desgaste diámetro cuerpo	Desgaste diámetros inserto	Afilado	Observaciones
Santa Rosa BA-8506 FILA 162-173	Roca dura					

Rendimiento de la barra del equipo Boomer TID N° 04								
Equipo	Zona de trabajo	Barra	Longitud de barra	Fecha de ingreso	Fecha de descarte	Metros perforados	Mts/barra	Motivo descarte
Stope Master 02	Pallancata Oeste BA+200SE BA+0029 BA+1032							

RENDIMIENTO SHANK ADAPTER- T38						
Equipo	Zona de trabajo	SHANK	Fecha ingreso	Fecha descarte	Metros perforados	Motivo descarte
Stope Master 02	Pallancata Oeste					
Stope Master 02	Pallancata Oeste					
Boomer T1D#4	Pallancata Oeste					

Anexo B

Matriz de Consistencia

Título: “RENDIMIENTO DE LA COLUMNA DE PERFORACIÓN PARA EQUIPOS DE TALADROS LARGOS, COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA”				
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>Problema general</p> <p>¿Cuáles son los rendimientos de la columna de perforación para los equipos de taladros largos, en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>a. ¿Qué rendimiento presenta las brocas de perforación para los equipos de taladros largos, en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA?</p> <p>b. ¿Qué rendimiento presenta las barras, el sank de perforación para los equipos de taladros largos, en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA?</p> <p>c. ¿Cuáles son las causas que generan la desviación de taladros largos durante la perforación, en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar los rendimientos de la columna de perforación de los equipos de taladros largos, en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>a. Determinar el rendimiento de las brocas de perforación para los equipos de taladros largos, en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA</p> <p>b. Determinar el rendimiento de las barras, el sank de perforación para los equipos de taladros largos, en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA</p> <p>c. Determinar las causas que generan la desviación de taladros largos durante la perforación, en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA</p>	<p>Hipótesis General El rendimiento de los aceros de perforación para los equipos de taladros largos se halla dentro de los parámetros establecidos por la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA, son descartados en la mayoría de los casos por desgaste normal</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>a. El rendimiento que presenta las brocas de perforación para los equipos de taladros largos, se halla dentro de los parámetros establecidos por la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA</p> <p>b. El rendimiento que presenta las barras, el sank de perforación para los equipos de taladros largos, se halla dentro de los parámetros establecidos por la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA</p> <p>c. al determinar las causas que generan la desviación de taladros largos durante la perforación, podremos saber cuánto nos falta para trabajar con el estándar permisible, Indicar algunos procedimientos que nos ayudaran a reducir la desviación en la COMPAÑÍA MINERA SUYAMARCA – UNIDAD PALLANCATA</p>	<p>Variables para la hipótesis general</p> <p>Rendimiento de los aceros de perforación</p> <p>Estándar establecido</p> <p>Variables para la hipótesis específicas</p> <p>Rendimiento de broca</p> <p>Rendimiento de la barra, Sank</p> <p>Desviación de taladros</p> <p>Parámetro establecido</p>	<p>-Tipo de I APLICADA</p> <p>-Nivel de I. descriptivo, explicativo</p> <p>-Método de I métodos</p> <p>específicos deductivo</p> <p>-Diseño de I. no experimental transversal</p> <p>-Muestra de I zona Santa Rosa labor BA- 8506, fila 151 – 160; labor BA – 8506, fila 161 – 175; zona Santa Angela labor BA - 000 + 600, BA – 000 + 20, BA – 000 + 10</p>