

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y
CIVIL**
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS:

**Optimización de los accesorios de la columna de perforación y
su incidencia en los costos por metros perforados, en la Unidad
Minera Islay - CIA Volcan año 2020**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO DE MINAS

PRESENTADO POR:

Bach. Roy Antonio MEZA QUISPE

ASESOR:

Mg.Ing. Kelvis BERROCAL ARGUMEDO

AYACUCHO - PERÚ

2024

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a mi familia que fueron eje y motor en gran parte de mi vida, a mis hijos, un agradecimiento a las personas que confiaron en mí en todo momento de ser una persona dedicada al trabajo, al estudio y de ser un gran profesional.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	2
ÍNDICE	3
AGRADECIMIENTO.....	12
RESUMEN.....	13
CAPÍTULO I.....	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	15
1.2. Formulación del problema	16
1.3. Planteamiento de hipótesis	16
1.4. Objetivo.....	17
1.5. Justificación	18
1.6. alcance y limitaciones.....	19
1.7. Variables de investigación	20
1.8. Metodología de Investigación.....	20
1.9. Matriz de consistencia.....	22
CAPITULO II.....	23
GENERALIDADES	23
2.1. Entorno físico.....	23
2.2. Entorno geológico.....	30
2.2.1 Geología Regional.....	30

CAPITULO III	47
MARCO TEORICO	47
3.1. Antecedentes	47
3.2. Bases teóricas	50
3.3. Definición de términos	61
CAPITULO IV	63
REPRESENTACION DE RESULTADOS	63
4.1. Presentación de resultados	63
4.2. Análisis e interpretación de datos	80
4.3. Desarrollo de Trabajo	94
4.4. Discusión de resultados	167
4.5. Contrastación de hipótesis	168
CONCLUSIONES	172
RECOMENDACIONES	173
Bibliografía.....	174

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Mapa de Ubicación de la Mina Islay</i>	23
Figura 2 <i>Unidades Litoestratigráficas del Área de la Mina Islay</i>	33
Figura 3 <i>Geología Local Mina Islay</i>	39
Figura 4 <i>Geología Estructural Mina Islay - Animón.</i>	41
Figura 5 <i>Mineralización en Vetas, Mantos y Diseminados Mina Islay</i>	43
Figura 6 <i>Relación Entre la Velocidad de Perforación y Resistencia a la Compresión</i>	52
Figura 7 <i>Fundamento de Perforación por Rotopercusión</i>	56
Figura 8 <i>Barrido, Salida de Detritus</i>	57
Figura 9 <i>La Relación entre la Velocidad de Penetración y Empuje</i>	58
Figura 10 <i>Movimiento de Brocas por Rotación</i>	59
Figura 11 <i>Diseño de Malla de la Rampa Sur(-)</i>	66
Figura 12 <i>Diseño de Malla del S/N 500</i>	68
Figura 13 <i>Descripción de perforadora Cop1838 de la marca EPIROC.</i>	69
Figura 14 <i>Descripción de perforadora Cop1838 de la marca EPIROC.</i>	69
Figura 15 <i>Descripción de perforadora Cop1838 de la marca EPIROC.</i>	70
Figura 16 <i>Descripción de Barra de Perforación</i>	71
Figura 17 <i>Descripción y tipo de Barra de Perforación</i>	71
Figura 18 <i>Descripción y Partes de una Broca de Perforación</i>	72
Figura 19 <i>Tacómetro, Evidencia un RPM Inadecuado para broca de 51 mm</i>	75
Figura 20 <i>Relación entre la Velocidad de Corte (Vc) y RPM Según el Diámetro de Broca.</i>	75
Figura 21 <i>RPM de 185 Adecuado para Broca 51mm</i>	77
Figura 22 <i>RPM de 93 Adecuado para Rimadora 102mm</i>	77
Figura 23 <i>RPM de 93 Adecuado para Rimadora 102mm</i>	79
Figura 24 <i>Resistencia a la fatiga vs ciclos de esfuerzos</i>	81
Figura 25 <i>Rendimiento de Broca Botón R32 X 51mm Esf en los meses de Enero a Julio-2020</i>	82
Figura 26 <i>Desgaste y Sobre Perforación de las Brocas</i>	83

Figura 27 <i>Desgaste Habitual de las Barras de Perforación</i>	84
Figura 28 <i>Desgaste Periférico de Botones de las Brocas de Perforación.</i>	86
Figura 29 <i>Desgaste Delantero del Soporte (Dowell)</i>	87
Figura 30 <i>Falta de Control del Paralelismo de Taladro</i>	88
Figura 31 <i>Afiladora Eléctrica de la marca Rock Tools Perú.</i>	89
Figura 32 <i>Inspección de los Centralizadores</i>	90
Figura 33 <i>Entrega de las brocas a inicio de la guardia</i>	91
Figura 34 <i>Diagrama Ishikawa de Causa y Efecto de la Vida Útil de los Accesorios de Perforación.</i> 92	
Figura 35 <i>Maquinas neumáticas de Afilado de Brocas</i>	94
Figura 36 <i>Especificaciones del Desgaste de Broca</i>	96
Figura 37 <i>Posición Adecuada de Afilado de Brocas del Personal Capacitado</i>	96
Figura 38 <i>Afiladora eléctrica de la marca Rock Tools Perú</i>	97
Figura 39 <i>Realizando el Respectivo Afilado Supervisado</i>	98
Figura 40 <i>Desgaste en los hilos por la percusión alta o percusión en vacío</i>	99
Figura 41 <i>Energía Cinética del Pistón se Transmite a la Barra en Forma de Onda de Choque</i>	100
Figura 42 <i>La Fuerza de Avance se Transmite al Soporte Mecánicamente</i>	101
Figura 43 <i>Método de Rotación y Trituración</i>	101
Figura 44 <i>Barrido Adecuado</i>	102
Figura 45 <i>Posicionamiento Adecuado</i>	103
Figura 46 <i>Metros Perforados por Labor en Mineral y Desmonte</i>	120
Figura 47 <i>Metros Perforados por Tipo de Roca</i>	121
Figura 48 <i>Velocidad de penetración pie/min broca 51 mm – Nv 1150 Labor SN-400 RSUR</i>	123
Figura 49 <i>Tiempo de perforación 36 taladros de 12 pies broca 51mm – Nv 1150 Labor SN-400 RSUR</i>	124
Figura 50 <i>Rendimiento alcanzado en agosto-2020</i>	130
Figura 51 <i>Cuadro Comparativo Metros Perforados Y Rimados De Enero A Julio/ Agosto 2020</i>	133
Figura 52 <i>Cuadro Comparativo Total de Metros Perforados De Enero A Julio/ Agosto 2020</i>	133

Figura 53 Rendimiento Alcanzado Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20- Shank Cop1838 T38 D38 L435mm	135
Figura 54 Rendimiento Alcanzado Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20- Acople T38/T38	136
Figura 55 Rendimiento Alcanzado Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20- Barra TUN T38-H35-R32 X 14' ...	137
Figura 56 Rendimiento Alcanzado Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20- Broca Botón R32 X 51mm Esf.....	137
Figura 57 Rendimiento Alcanzado Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20- Rimadora Domo R32 X 102 mm...	138
Figura 58 Resumen de rendimientos Alcanzado de accesorios de perforación de Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20.....	139
Figura 59 Cuadro Comparativo Metros Perforados Y Rimados De Ene-20 a Jul-20 / Agosto 2020	140
Figura 60 Cantidad de aceros de perforación antes y durante estudio	142
Figura 61 Costo total accesorios de perforación (US\$) en Agosto 2020	145
Figura 62 Resumen de costos en accesorios de perforación De Ene-20 a Jul-20 VS Agosto 2020...	146
Figura 63 Consumo y costo (US\$) De SHANK COP1838 T38 D38 L435MM De Ene-20 a Jul-20 VS Agosto 2020 (Antes y Durante Estudio).....	148
Figura 64 Consumo y costo (US\$) De ACOPLA T38/T38 De Ene-20 a Jul-20 VS Agosto 2020 (Antes y Durante Estudio).....	149
Figura 65 Consumo y costo (US\$) De BARRA TUN T38-H35-R32 X 14' De Ene-20 a Jul-20 VS Agosto 2020 (Antes y Durante Estudio).....	149
Figura 66 Consumo y costo (US\$) De BROCA BOTON R32 X 51MM ESF De Ene-20 a Jul-20 VS Agosto 2020 (Antes y Durante Estudio).....	150
Figura 67 Consumo y costo (US\$) De RIMADORA DOMO R32 X 102MM De Ene-20 a Jul-20 VS Agosto 2020 (Antes y Durante Estudio).....	151
Figura 68 Costo en accesorios de perforación (US\$) Ene-20 A Jul-20 Vs Agosto 20.....	152
Figura 69 Comparativo de costos Metros Perforados de Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20	155
Figura 70 Cuadro Comparativo Metros Perforados Y Rimados De Ene-20 a Jul-20 VS Agosto 2020	157

Figura 71 Costo Inicial Metro Perforado por labor con JUMBO B S1D_N°55 (Ene-20 a Jul-20).. 158

Figura 72 Costo final de Metro Perforado por cada labor con JUMBO B S1D_N°55 (Ago-20)..... 160

Figura 73 Diagrama de la Prueba T para la Docimasia de la Hipótesis 169

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ruta y Vías de Acceso al Proyecto..... 24

Tabla 2 Distancias a Centros Poblados más Cercanos 25

Tabla 3 Distribución de los Operadores de Equipo en la Explotación por Compañía 27

Tabla 4 Distribución del Personal en la Explotación por Compañía..... 28

Tabla 5 Zona de Mineralización de la Mina Islay 44

Tabla 6 Resumen de Reservas Mina Islay - Junio 2017..... 45

Tabla 7 Resumen de Recursos Minerales Mina Islay – junio 2017 46

Tabla 8 Relación Entre la Perforabilidad y Resistencia a la Compresión 51

Tabla 9 Especificaciones Técnicas de la Rampa Sur (-) y Malla de Perforación Estándar 65

Tabla 10 Especificaciones Técnicas de la S/N 500 y el Estándar de la Malla de Perforación 67

Tabla 11 Resumen de Presiones de Trabajo de Equipo JUMBO B S1D_N°55 encontrados vs regulados para un RMR 48 Tipo de Roca III-B..... 79

Tabla 12 Rendimiento de Broca Botón R32 X 51mm Esf en los meses de Enero a Julio-2020 82

Tabla 13 Rendimiento de Accesorio de perforación en los meses de Enero a Julio-2020 82

Tabla 14 Lista de Salida de Shank Cop1838 435MM con los Respetivos Operadores..... 104

Tabla 15 Lista de Personal, Salida de Coupling T38/T38 (Acople) 104

Tabla 16 Lista de Personal, Salida de Barras de 14 pies 105

Tabla 17 Lista de Personal, Salida de Brocas 105

Tabla 18 Lista de Personal, Salida de Rimadora 102mm..... 106

Tabla 19 Control de Accesorios de Perforación en Metros Perforados 106

Tabla 20 Control de Accesorios de Perforación en Metros Perforados 113

Tabla 21 Consumo de accesorios de perforación antes del trabajo de optimización..... 118

Tabla 22 Rendimiento de los accesorios de perforación antes del trabajo de optimización	119
Tabla 23 Resumen de Metros Perforados del Jumbo B S1D-N°55 en el Agosto de 2020.....	120
Tabla 24 Resumen de metros perforados de JUMBO B S1D_N°55 en el mes Junio y Julio de 2020 considerando tipo de roca.	121
Tabla 25 Análisis de perdida de penetración en la roca – Nv 1150 Labor SN-400 de Zona Baja RSUR	122
Tabla 26 Resumen de Metros Perforados Alcanzado por Shank Cop1838 T38 D38 L435mm, Mes Agosto 2020 del JUMBO B S1D_N°55.....	125
Tabla 27 Resumen de Metros Perforados Alcanzado por COUPLING T38/T38, Mes Agosto 2020 del JUMBO B S1D_N°55.....	126
Tabla 28 Resumen de Metros Perforados Alcanzado por Barra TUN T38-H35-R32 X 14', Mes Agosto 2020 del JUMBO B S1D_N°55.....	127
Tabla 29 Resumen de Metros Perforados Alcanzado por Broca botón R32 X 15mm Esf., Mes Agosto 2020 del JUMBO B S1D_N°55.....	128
Tabla 30 Resumen de Metros Perforados Alcanzado por Rimadora Domo R32 X 102mm, Mes Agosto 2020 del JUMBO B S1D_N°55.....	129
Tabla 31 Resumen de Metros Perforados Alcanzado por cada accesorios de perforación, Mes Agosto 2020 del JUMBO B S1D_N°55.....	130
Tabla 32 Resumen de consumo de accesorios de perforación de Enero a Julio / Agosto 2020del JUMBO B S1D_N°55.....	131
Tabla 33 Resumen de metros perforados de Enero a Julio/ Agosto 2020del JUMBO B S1D_N°55.	132
Tabla 34 Resumen de rendimientos alcanzados de accesorios de perforación de Enero a Julio 2020 (antes de estudio) del JUMBO B S1D_N°55.....	134
Tabla 35 Resumen de rendimientos alcanzados de accesorios de perforación de Enero a Julio / Agosto 2020 (antes VS después de estudio) del JUMBO B S1D_N°55.	134
Tabla 36 Rendimientos alcanzado de Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20 Shank Cop1838 T38 D38 L435mm.	135

Tabla 37 Rendimientos alcanzado de Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20 de Acople T38/T38	136
Tabla 38 Rendimientos alcanzado de Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20de Barra TUN T38-H35-R32 X 14'	
.....	136
Tabla 39 Rendimiento Alcanzado Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20- Broca Botón R32 X 51mm Esf	137
Tabla 40 Rendimiento Alcanzado Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20- Rimadora Domo R32 X 102 mm	138
Tabla 41 Resumen de rendimientos Alcanzado de accesorios de perforación de Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20.....	139
Tabla 42 Resumen de número de taladros Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20 del JUMBO B S1D_N°55...	140
Tabla 43 Resumen de consumo de accesorios de perforación Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20del JUMBO B S1D_N°55.....	141
Tabla 44 Resumen Final del Total de Accesorios Utilizados Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20.....	142
Tabla 45 Resumen de Costo (US\$) / Accesorio de perforación.	143
Tabla 46 Resumen de total de Costo (US\$) en Accesorio de perforación Agosto 2020.	144
Tabla 47 Resumen de costos en accesorios de perforación Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20del JUMBO B S1D_N°55	145
Tabla 48 Resumen de Consumo y costo (US\$) De Accesorios De Perforación De Ene-20 a Jul-20 VS Agosto 2020 (Antes y Durante Estudio).....	147
Tabla 49 Resumen Costos en Accesorios De Perforación (US\$) Ene-20 a Jul-20 VS Agosto 2020 (Antes y Durante Estudio)	151
Tabla 50 Calculo de Costo/ Metro Perf (US\$) en equipo JUMBO B S1D_N°55 - Agosto 20.....	153
Tabla 51 Resumen de Costo/ Metro Perf (US\$) en equipo JUMBO B S1D_N°55	154
Tabla 52 Resumen de Costo/ Metro Perf (US\$).....	156
Tabla 53 Cálculo del Costo Inicial de Metro Perforado por cada labor con JUMBO B S1D_N°55 (Ene-20 a Jul-20)	158
Tabla 54 Cálculo de Costo de Metro Perforado por cada labor con JUMBO B S1D_N°55 (Ago-20)	159
Tabla 55 Resumen Comparativo Inicial y Final de Cálculo de consumo y de Costos en Metros	

<i>Perforados.....</i>	161
Tabla 56 <i>Resumen consumo, Cálculo Metros Perforados, rendimiento alcanzado, costos de accesorios de perforación y Costos US\$ / Metro Perforado.....</i>	162
Tabla 57 <i>Resumen Final del Total de Accesorios Utilizados y Costo Final (Ago-20).....</i>	163
Tabla 58 <i>Resumen de Costo de Operación</i>	164
Tabla 59 <i>Tiempo de Toma de datos</i>	164

AGRADECIMIENTO

Quiero comenzar agradeciendo a nuestro Divino por concederme fe y determinación a lo largo de mi vida y carrera profesional. A mis padres, por la educación, la inspiración y los sabios consejos que me brindaron. A la Empresa ROCK TOOLS PERÚ S. A.C. por darme la confianza de conocer el rubro importante de los accesorios enfocados a la perforación mediante una gestión innovadora a través de los contratos costo por metro perforado y consignación como: asistencia y asesoría técnica a diferentes unidades mineras del Perú; en donde pude aprender más sobre el papel crucial del ciclo de perforación en el ciclo de trabajo, lo que me ayudó a aumentar mi conocimiento al respecto.

RESUMEN

La tesis titulada: “OPTIMIZACIÓN DE LOS ACCESORIOS DE LA COLUMNA DE PERFORACIÓN Y SU INCIDENCIA EN LOS COSTOS POR METROS PERFORADO, EN LA UNIDAD MINERA ISLAY – CIA VOLCAN AÑO 2020” es producto de la interacción y preocupación de investigar el excesivo consumo de accesorios de barrenación en las labores de avance respecto a lo planificado el año 2020, debiéndose a diversos factores, entre ellos; el tipo de roca, control de la vida útil de accesorios, el diámetro óptimo en función al tipo de roca, en este contexto mencionamos la siguiente premisa ¿Cuál es la incidencia en la optimización de los accesorios de la columna de perforación en la reducción de los costos por metros perforados?, y se planteó como objetivo el optimizar los accesorios de la columna de perforación a fin de reducir los costos por metros perforado. El tipo de investigación es aplicada de nivel descriptiva-explicativa, con un diseño de investigación cuasi experimental, la población de estudio fue las labores de avance y como muestra las labores; S/N 500 Nv_190, CO-011 Nv_180, S/N 200 Nv_160, S/N 300 Nv_160, RP SUR Nv_150, la recolección de datos se realizó mediante investigación bibliográfica y de campo, y sus instrumentos que fueron los libros, fichas y datos del consumo de los accesorios. Los resultados muestran un 20% de incidencia del control de vida útil y un 30% de incidencia en el cambio de diámetro, estos hallazgos se relacionan de forma positiva y significativa con la reducción de costos de la unidad minera Islay.

Palabras clave: Optimización, vida útil, accesorios de perforación, costos de metrado, columna de perforación

INTRODUCCIÓN

La perforación y voladura es una de las operación de mayor incidencia en el proceso extractivo del mineral, y uno de los factores de mayor problemática es el alto consumo de aceros de perforación, razón por el cual es de importancia la investigación denominada “OPTIMIZACIÓN DE LOS ACCESORIOS DE LA COLUMNA DE PERFORACIÓN Y SU INCIDENCIA EN LOS COSTOS POR METROS PERFORADO, EN LA UNIDAD MINERA ISLAY – CIA VOLCAN AÑO 2020”, para lo cual se desarrolla en cuatro capítulos; Capítulo I referido al planteamiento del problema, capítulo II Generalidades, Capítulo III Marco Teórico, Capítulo IV presentación de resultados. Permitiendo desarrollar una investigación a fin de poder alcanzar os objetivos propuestos

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

En el contexto mundial en las dos últimas décadas, la perforación como parte del ciclo de minado más importante en el proceso extractivo de mineral viene experimentando avances tecnológicos de gran importancia, enfocándose especialmente en los equipos y/o maquinarias de perforación, así mismo, en los accesorios de la columna de perforación. Donde los sistemas neumáticos se da un gran paso a los sistemas hidráulicos, trayendo consigo toda la complejidad no solo en la variabilidad de los equipos sino en la generación de empresas dedicadas a la consignación de accesorios en función a la calidad y particularidad de cada mina. Estos hechos evidenciados permitieron dar paso a nuevas empresas especializadas con el objetivo de brindar asesoramiento técnico y continuo en cada centro minero, este hecho permite tener un control adecuado que sin duda maximiza las ganancias y minimizar pérdidas en este ciclo operativo importante.

En la minera Islay se viene explotando a través del método subterráneo corte y relleno ascendente, permitiéndole extraer 600 Tn/día, y dentro de los ciclos operativos que demanda mayor costo es el de perforación debido a un elevado consumo de los accesorios de la columna de perforación, dentro de los factores se puede mencionar; rendimientos deficientes, bajo vida útil de los accesorios debido al mal cuidado y afilado de brocas, desconocimiento del comportamiento sistémico de los accesorio de la columna de perforación, importancia del manejo, cambio, y cuidado de accesorios de perforación, otro de los factores de mayor relevancia es debido al tipo de roca que se presenta en los diversos frentes de trabajo, así como también el poco o nulo control de la columna de perforación. Además, el incumplir los

estándares de perforación, se traduce como un elemento a tener en cuenta que afecta al rendimiento de la columna de perforación y en la unidad minera Islay pues, no se cumple con estos estándares al 100%.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Formulación del problema general

¿Cuál es la incidencia en la optimización de los accesorios de la columna de perforación en la reducción de los costos por metros perforados en la Unidad Minera Islay -CIA Volcan año 2020?

1.2.2. Formulación del problema específico

- a) ¿ En qué medida el control de la vida útil del shank, coupling y barra de la columna de perforación influye en la reducción de costos por metros perforado en la Unidad Minera Islay -CIA VOLCAN año 2020?
- b) ¿En qué medida el diámetro óptimo de perforación influye en la reducción de costos por metros perforado en la Unidad Minera Islay -CIA VOLCAN año 2020?
- c) ¿Cuál es la incidencia del aguzado de brocas de perforación en la reducción de los costos por metros perforado en la Unidad Minera Islay -CIA VOLCAN año 2020?

1.3. Planteamiento de hipótesis

1.3.1. Formulación de hipótesis general

La optimización de los accesorios de la columna de perforación reduce los costos por metros perforado en la Unidad Minera Islay - CIA VOLCAN año 2020.

1.3.2. Formulación de hipótesis específicas

- a) El control de la vida útil del shank, coupling y barra de la columna de perforación, reduce los costos por metros perforado en la Unidad Minera Islay -CIA VOLCAN año 2020.
- b) El diámetro óptimo de perforación reduce los costos por metros perforado en la Unidad Minera Islay - CIA VOLCAN año 2020.
- c) El aguzado de brocas de perforación influye en la reducción de los costos por metros perforado en la Unidad Minera Islay -CIA VOLCAN año 2020.

1.4. Objetivo

1.4.1. Objetivos generales

Optimizar los accesorios de la columna de perforación a fin de reducir los costos por metros perforado en la Unidad Minera Islay -CIA VOLCAN año 2020.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Determinar los resultados del control en la vida útil del shank, coupling y barra de la columna de perforación en reducir los costos por metros perforado.
- b) Determinar el diámetro óptimo de perforación a fin de reducir los costos por metros perforado.
- c) Determinar los resultados del afilado de brocas de perforación en la reducción de los costos por metros perforado.

1.5. Justificación

1.5.1. Justificación teórica

Optimizar la vida útil de los accesorios de perforación es parte del objetivo de mejorar los estándares existentes mediante controles adecuados de los aceros de perforación, así como inspecciones previas de los trabajos de perforación en las labores horizontales y de producción in situ para minimizar los costos. Para familiarizarse con el propósito e incrementar la eficiencia, se solicitará continuamente la retroalimentación de los empleados y la capacitación se actualizará continuamente para que los empleados sean conscientes del objetivo, esto mejorará los ciclos de producción. En general, es más probable que problemas humanos como estos afecten la vida de un accesorio: posicionamiento, disposición de barrenos, puntos inexactos en el frente de perforación, emboquillamiento incorrecto, problemas de paralelismo, equipos con fallas mecánicas, centralizadores en mal estado, presiones del equipo inadecuados (rotación, percusión y avance); además, cuestiones naturales (fisuras, fracturas, tipo de terreno) también tienen un impacto menor. Estos aspectos afectan en los programas de costos mineros mensuales, trimestrales y anuales. (Aparco & Garcia , 2019, pág. 25)

1.5.2. Justificación practica

La Unidad Minera Islay debido a la criticidad del elevado costo en la perforación, requirió los servicios de la empresa GEMIN MINING CONSTRUCTION ROCK TOOLS PERÚ SAC a fin de proponer soluciones a los diversos problemas que se viene presentando en los diversos frentes de explotación. Producto del análisis, seguimiento se determinó los diversos problemas que a la fecha viene presentando como; el desgaste prematuro de los accesorios, deficiencias en el control de afilado de brocas y el diámetro optimo sin reducir el

factor de seguridad, el tipo de terreno, estado de los equipos de perforación y capacitación del operador.

Por lo cual esta investigación tiene como objetivo proponer soluciones optimas en los accesorios de la columna de perforación sin afectar el factor de seguridad ni alterar la malla de perforación, lo cual permitirá estandarizar el aguzado de las brocas en el particular tipo de terreno que tiene la Mina Islay y descartar los accesorios de la columna de perforación en un punto crítico a fin de mejorar los rendimientos y maximizar los metros perforado.

1.6. Alcance y limitaciones

1.6.1. Alcance

Se considero en el estudio al área de operación mina, que está a responsabilidad de la empresa especializada GEMIN MINING CONSTRUCTION ROCK TOOLS PERÚ SAC, entre los niveles Nv 180, donde se desarrolló el laboreo de preparación y la explotación, Nv-190 y Nv-160.

1.6.2. Limitaciones

Los resultados y datos del presente trabajo de investigación son propios de la Unidad Minera Islay, debido a que las condiciones geotécnicas, geológicas del yacimiento, son distintas en cada unidad minera. Razón por la cual hubo deficiencias en adquirir información para desarrollar el presente trabajo.

1.7. Variables de investigación

1.7.1. Variable Dependiente:

Reducción de costos por metros perforado

Indicadores

- Costo Unitario por metro perforado de accesorios de perforación.

1.7.2. Variable Independiente:

Optimización de los accesorios de la columna de perforación.

Indicadores

- Metros Perforados en frentes (m)
- Calidad de accesorios (und)
- Cantidad de accesorios consumidos (Und)

1.8. Metodología de Investigación.

1.8.1. Tipo de investigación.

Investigación aplicada.

1.8.2. Nivel de investigación

Investigación Descriptiva-Correlacional.

1.8.3. Diseño

Cuasi Experimental - Transversal

1.8.4. Población

Labores de avance de la Unidad Minera Islay

1.8.5. Muestra

- S/N 500 N_v_190
- CO-011 N_v_180
- S/N 200 N_v_160
- S/N 300 N_v_160
- RP SUR N_v_150

1.9 Matriz de consistencia

Título: OPTIMIZACIÓN DE LOS ACCESORIOS DE LA COLUMNA DE PERFORACIÓN Y SU INCIDENCIA EN LOS COSTOS POR METROS PERFORADOS, EN LA UNIDAD MINERA ISLAY – CIA VOLCAN AÑO 2020

PROBLEMA	Objetivos	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA DE INVESTIGACION
Problema general	Objetivo general	Hipótesis General	V. independiente	
¿Cuál es la incidencia en la optimización de los accesorios de la columna de perforación en la reducción de los costos por metros perforado en la Unidad Minera Islay - CIA Volcan año 2020?	Optimizar los accesorios de la columna de perforación a fin de reducir los costos por metros perforado en la Unidad Minera Islay -CIA volcan año 2020	La optimización de los accesorios de la columna de perforación reduce los costos por metros perforado en la Unidad Minera Islay -CIA Volcan año 2020.	Optimización de los accesorios de la columna de perforación. Indicadores. Metros Perforados en frentes (m) Calidad de accesorios (und) Calidad de macizo rocoso ((Tipo de roca) * Cantidad de accesorios consumidos (Und)	Método de investigación Científico Tipo de investigación Aplicada Nivel de investigación Descriptiva-Explicativa Diseño de investigación Cuasi Experimental Universo Unidad minera Islay. Población Frentes y Tajos de producción de la mina Muestra S/N 500 Nv_190 CO-011 Nv_180 S/N 200 Nv_160 S/N 300 Nv_160 RP SUR Nv_150
Problema Especifico	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	V. dependiente	
¿En qué medida el control de la vida útil del shank, coupling y barra de la columna de perforación influye en la reducción de los costos por metros perforado en la Unidad Minera Islay - CIA Volcan año 2020?	Determinar el control en la vida útil del shank, coupling y barra de la columna de perforación para reducir los costos por metros perforado en la Unidad Minera Islay -CIA Volcán año 2020.	El control de la vida útil del shank, coupling y barra de la columna de perforación, reduce los costos por metros perforado en la Unidad Minera Islay -CIA Volcan año 2020.	Reducción de costos por metros perforado. Indicadores. Costo Unitario de accesorios de perforación en frentes Costo unitario de accesorios de perforación de sostenimiento	
¿En qué medida el diámetro óptimo de perforación influye en la reducción de costos por metros perforado en la Unidad Minera Islay -CIA Volcan año 2020?	Determinar el diámetro óptimo de perforación a fin de reducir los costos por metros perforado en la Unidad Minera Islay - CIA Volcan año 2020.	El diámetro de perforación optima reduce los costos por metros perforado en la Unidad Minera Islay - CIA Volcan año 2020.		
¿Cuál es la incidencia del afilado de brocas de perforación en la reducción de los costos por metros perforado en la Unidad Minera Islay -CIA Volcan año 2020?	Determinar los resultados del afilado de brocas de perforación en la reducción de los costos por metros perforado en la Unidad Minera Islay -CIA Volcan año 2020.	El afilado de brocas de perforación influye en la reducción de los costos por metros perforado en la Unidad Minera Islay -CIA Volcan año 2020.		

CAPITULO II

GENERALIDADES

2.1. Entorno físico

2.1.1. Ubicación y acceso.

2.1.1.1. Ubicación

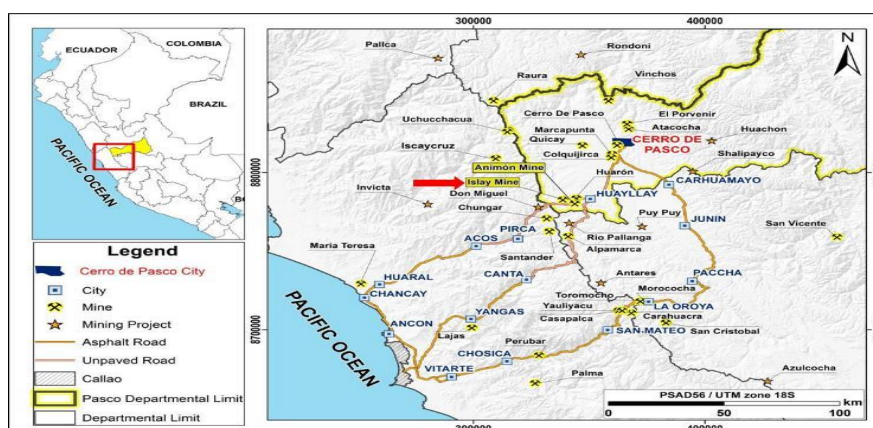
La minera subterránea Islay se encuentra en el Paraje Comunhuasi de la Estancia Islay perteneciente a la localidad de San Agustín de Huaychao, a orillas de la Laguna Shegue, perteneciente al distrito de Huayllay, provincia y departamento de Pasco.

La Mina posee una rampa principal conectada a la bocamina cuyas coordenadas UTM son: Zona 18 S, N 8 782 871, E 339 957.

Además, se encuentra a una altitud de 4 600 m.s.n.m. Mientras que las instalaciones del área Industrial, que se encuentran al sur de la boca mina, tienen una elevación promedio de 4625 m.s.n.m.

Figura 1

Mapa de Ubicación de la Mina Islay



Nota. Extraído de Departamento de Planeamiento.

2.1.1.2. Acceso.

La mina es posible por vía terrestre mediante tres rutas desde Lima a la U.E.A. Animón, la primera ruta es por la carretera central tiene un recorrido de 304 Km, uniendo las ciudades de la Oroya y Cerro de Pasco, realizando en 7 hrs de viaje en bus. A partir de este punto nos dirigimos al Noroeste, por una trocha carrozable de 16 km, en el centro poblado de San Agustín de Huaychao, hasta llegar a la Unidad Minera Islay. El tiempo de recorrido de esta trocha es de aproximadamente 30 minutos.

Tabla 1

Ruta y Vías de Acceso al Proyecto

Tramo	Distancia (Km)	Tiempo	Tipo de Vía
Ayacucho- Lima-Huaral-Animón- Mina Islay	797.00	16:00 hrs	Asfaltada y afirmada
Ayacucho-Lima-Canta-Animón - Mina Islay	791.00	15:00 hrs	Asfaltada y afirmada
Ayacucho-Huancayo-La Oroya-Cerro de Pasco-Huayllay	581.00	15:00 hrs	Asfaltada y afirmada
Ayacucho-Huancayo-La Oroya-Cerro de Pasco-Mina Islay	527.00	12:00 hrs	Trocha carrozable

Nota. Plan de Minado 2018 - Mina Islay

Tomando como referencia los centros poblados más cercanos a la ubicación de la Mina, la distancia en línea recta desde los centros poblados a la mina se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2*Distancias a Centros Poblados más Cercanos*

De	A	Distancia (Km)
Islay	Huaychao	4.67
Islay	U.E.A. Animòn	16.00
Islay	Santo Rosario	3.80
Islay	Paraje Comunhuasi	0.45

Nota. Plan de Minado 2018 - Mina Islay.

2.1.2. Topografía.

La unidad se encuentra a 4600 msnm y está ubicada en la cordillera andina en su zona central. Su relieve son principalmente depresiones geológicas con formaciones lagunares que señalan una anisotropía como consecuencia de los esfuerzos tectónicos.

Producto de la erosión glaciaria y pluvial, su meseta andina se vio alterada originando subsidencias lacustres con depósitos morrénicos en los flancos de los cerros y depósitos de detritos de talud en la base de los cerros.

2.1.3. Recursos naturales.

2.1.3.1. Recursos hídricos.

Geográficamente, se encuentra entre la microcuenca de la laguna Shegue y cinco microcuencas más de la localía. Esta laguna está regulada de tal manera que su descarga está a la microcuenca Huaroncocha.

Los flujos empiezan en las lagunas Shegue y Quimacocha, que vierten sus aguas en la laguna Huaroncocha. Sin embargo, la laguna Naticocha no tiene salida, por lo cual mediante el uso de compuertas se realiza su descarga hacia la laguna Lacsacocha, abasteciendo así a la localidad de Huayllay.

La microcuenca Shegue tiene un área de 35 km² y un perímetro de 28 km, además la laguna Shegue ocupa 5.5 km², formando parte de la microcuenca.

2.1.3.2. Recursos mineros.

El complejo metalogénico de Huarón abarca la unidad Islay, donde se observa una superficie sedimentaria con depósitos volcánico-sedimentarios, predominando las rocas clásticas y volcano clásticas y estratos sub horizontales de tobas dacíticas y marga. CON respecto a la alteración regional se describe como intensa y compuesta por diferentes grados de alteración hidrotermal.

El yacimiento mineral con presencia de Zn, Pb y Ag se encuentra en vetas y cuerpos hidrotermales. Los cuerpos de la mina se particulariza por los brechamiento y craquelamiento con disseminación de sulfuros, conteniendo en gran medida vetas y algunos casos vetillas en forma discontinuas.

2.1.3.3. Recursos humanos.

El sistema de trabajo para desarrollar las labores mineras del Proyecto Islay es atípico, 14 días de trabajo y 7 días de descanso. Este sistema de trabajo es para todo el personal, además las labores se realizan en dos turnos y son distribuidos de la siguiente manera.

Tabla 3*Distribución de los Operadores de Equipo en la Explotación por Compañía*

Equipo	Personal C.I.A. (14x7)	Guardia A	Guardia B	Guardia C	Total Persona l
02 Simba	Operario Simba	2	2	2	6
	Ayudante Simba	2	2	2	6
02 Jumbo	Operario Jumbo	2	2	2	6
	Ayudante Jumbo	2	2	2	6
01 Scooptram 6 yd ³ (telemando)	Operario Scoop	1	1	1	3
01 Scooptram 6 yd ³ (telemando)	Operario Scoop	1	1	1	3
02 Scooptram 6 yd ³	Operario Scoop	1	1	1	3
02 Jumbo Empernador	Operario Jumbo	2	2	2	6
	Ayudante Jumbo	2	2	2	6
01 Scaler	Operario Scaler	1	1	1	3
01 Tractor	Operario Tractor	1	1	1	3
01 Camión (4 tn)	Operario Camión	1	1	1	3
01 Utilitario	Operario Utilitario	1	1	1	3
01 Camioneta pick up	Chofer camioneta	1	1	1	3
01 Camioneta pick up	Chofer camioneta	1	1	1	3

Equipo	Personal C.I.A. (14x7)	Guardia A	Guardia B	Guardia C	Total Personal
Otros		10	10	10	30
Total					93

Nota. “Plan de Minado 2020 - Mina Islay”

Tabla 4

Distribución del Personal en la Explotación por Compañía

ACTIVIDAD	PERSONAL CIA	Total
Supervisión Mina	Superintendente Mina	1
	Jefe De Guardia	3
	Técnico de Voladura	1
	Servicios Mina	1
Supervisión Soporte	Geólogo	3
	Geomecánico	3
	Topógrafos	3
	Ing. Planeamiento	3
	Diseñadores	2
	Ing. Seguridad	2
	Inspector de Seguridad	2

ACTIVIDAD	PERSONAL CIA	Total
	Asistente Administrativo	1
Servicios	Logística	2
	Ventilación	2
	Electricista	1
Mantenimiento	Mecánico	1
	Bombeo	1
	Supervisor	1
Gestión Humana	Relaciones HH	1
Total		33
Cantidad de personal en operaciones		143

Nota. “Plan de Minado 2020 - Mina Islay”

2.1.4. Clima, flora y fauna.

2.1.4.1. Clima.

Se puede percibir que en la zona es un clima típico de puna, frígido y seco, con temperaturas de 3° a 4° bajo cero. Durante el primer trimestre hay presencia de precipitaciones pluviales, mientras que en el segundo trimestre hay presencia de heladas. El resto del año es un clima seco.

La vegetación es pobre por falta de material aluvial, pero se puede observar “ichu” y otros pastos silvestres como predominantes en la zona.

2.2. Entorno geológico.

2.2.1. Geología Regional.

2.2.1.1. Estratigrafía.

A nivel regional, la concesión Santiago de Oropesa No. 1, se ubica en la Carta Geológica Nacional a escala 1/100000 (INGEMMET), en la zona Noroeste de la Hoja 23 K “Ondores”. Morfoestructuralmente se localiza en las Altiplanicies Interandinas del Perú Central, que separan la Cordillera Occidental de la Cordillera Oriental.

La estratigrafía tectónica de la zona presenta formaciones de origen lacustre de la Formación Casapalca que pertenece a la era Cretácico Superior – Paleoceno, y de la era Mio-Plioceno se observan rocas volcanoclásticas denominadas como Volcánicos Huayllay, siendo intersectadas por rocas plutónicas e hipabisales de la era Mio-Plioceno. A lo largo de un eje de pliegue que va de norte a sur, se pliegan las secuencias sedimentarias de la Formación Casapalca.

Dos sistemas de fallas regionales NW-SE delimitan el área, uno el sistema de fallas Corrimientos del Marañón y el sistema de fallas Huayllay (Rodríguez et al., 2011). Los sistemas de fallas en mención, actuando como controles estructurales, originaron importantes depósitos polimetálicos en la región como el caso del Distrito Minero Chungar – Huarón.

Formación Casapalca

El color rojizo característico del grupo Casapalca es producto de la presencia de lutitas, limonitas y areniscas de color rojizo. Sobre la base se observan diferentes niveles de conglomerados con presencias de clastos de calizas, areniscas rojas, intrusivos y esquistos subangulares, y sobre la cima se observa calizas blancas, mayormente predominantes, intercaladas con areniscas conglomerádicas rojizas. Se observa también capas de sedimentación; las capas en la parte inferior se caracterizan por la abundancia de conglomerados y areniscas, en las capas superiores contienen horizontes de chert, yeso y piroclastos.

Las concesiones de Islay N° 6 y N° 4 muestran el afloramientos y en la perforaciones diamantinas realizadas en la Formación Casapalca, muestran presencia de margas ferruginosas rojizas, margas bituminosas, horizontes de conglomerados polimícticos, lentes de calizas micríticas con nódulos de chert, niveles de areniscas, secuencias volcanoclásticas y horizontes de lutitas. Producto del plegamiento en la Formación Casapalca se encuentran sinclinales y anticlinales con eje de pliegue NNW-SSE, además la Formación Casapalca se manifiesta como la roca hospedante de la mineralización de la zona, tanto de las vetas como de mantos (secuencias calcáreas).

Volcánicos Mio-Pliocénicos

El volcánico Callipuy reposa y se encuentra discordante a la Formación Casapalca. El origen del Volcánico Callipuy se data como un depósito producto de la erosión y plegamiento sobre la Formación Casapalca. Se encuentra formado principalmente por rocas piroclásticas, lavas ácidas e ignimbritas dacíticas y presenta un afloramiento extenso que cubre las

concesiones Islay 4 y Electrum, además tiene un espesor de hasta 1000 m donde su composición varía de andesitas a riolitas

Brecha freato-magmática

Fue reconocida por sondajes diamantinos realizadas bajo la laguna Shegue durante la concesión Gastón. Presenta una estructura tabular con un diámetro de 400 m y está constituida por fragmentos polimícticos, subangulosos a redondeados, de diferentes tamaños siendo los más grandes de 1 m. Además, se puede presenciar polvo de roca y fragmentos de cuarzo. Los fragmentos más recientes identificados son clastos de intrusivos dacíticos, con bordes pastosos y dúctiles, reacomodados en la matriz de la brecha.

Figura 2

Unidades Litoestratigráficas del Área de la Mina Islay

CENOZOICO										MESOZOICO									
TERCIARIO										CRETACEO									
INFERIOR										SUPERIOR									
EOCENO										PALEOCENO									
CALPUY										PUÇARA									
SUPERIOR										CHAMBARA									
MIOCUENO										CASA PA L									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIOCUENO									
MIOCUENO										MIO									

Cuaternario

Hacia el fondo del valle, se halla material cuaternario producto de los depósitos coluviales, aluviales, fluviales formando bofedales y depósitos lacustres compuestas por limos, arenas finas y material orgánico. Se puede encontrar desde finas capas que cubren el rocoso sedimentario hasta capas más potentes que cubren la concesión Santiago de Oropesa No. 1 en los márgenes de la sub cuenca.

Rocas Intrusivas

Debido al tectonismo característico de la región se originaron terrenos de tensión o de debilidad a lo largo del área, produciendo rupturas en el anticlinal. Estas rupturas permitieron que el magma, de composición monzonítica cuarcífera, circule y se precipite formando diques, que dependiendo de su dirección dieron origen a los diques axiales, longitudinales y transversales.

Presentándose como un conjunto de 6 diques con una orientación N25°W, estos conforman los diques longitudinales con una anchura máxima de 1.4 km. Esta anchura se ve reducida progresivamente conforme los diques tienen un recorrido al norte o sur. Respecto al norte se reduce en sus 3 km de recorrido y 5 km hacia el sur, ocasionando que en superficie alcance un ancho de 350 m.

Por otra parte, los diques transversales se localizan distribuidos en una zona de 300 m de ancho, se presentan en la parte oriental del anticlinal, observándose tres diques con orientados E-W y N85°W, tendiendo adelgazarse al Este transversales y se extienden por 350 a 400 m de longitud.

2.2.2. Geología Local.

Geológicamente la Mina Islay se encuentra en el complejo metalogénico de Huarón, donde se observa una superficie sedimentaria con depósitos volcánico-sedimentarios, predominando las rocas clásticas y volcano clásticas. La ocurrencia se manifiesta en estratos de tobas dacíticas y margas; y la alteración regional es fuerte, con distintos niveles de alteración hidrotermal.

El yacimiento mineral con presencia de Zn, Pb y Ag se encuentra en vetas y cuerpos hidrotermales. Los cuerpos caracterizados por brechas y fisuras, también presentan sulfuros diseminados en vetas y vetillas.

El Complejo Metalogénico Huarón incluye los siguientes sistemas de yacimiento: Sistema Huarón, Sistema Animón, Sistema Islay. Este último influye en la Mina Islay, por lo tanto, es detallada a continuación:

Sistema Islay

El sistema de Islay tiene la morfología de un cimode de gran tamaño donde contiene a varias estructuras como Veta Islay, Veta Islay Piso, Veta Lizeth, Veta Sur y Manto Anita principalmente. Además, este sistema es un yacimiento epitermal que tiene a la calcita como capa guía.

Veta Islay

Con un rumbo entre N 35-55°W y buzamiento de 75° SW, la veta Islay es la estructura geoeconómica más importante del Sistema Islay. Tiene una longitud de 450 m y una potencia promedio de 1.50 m, sin embargo, presenta tramos de 10 m de ancho.

Según los testigos obtenido de las perforaciones diamantina de hasta 160 m, esta veta es económicamente explotable hasta los 250 m de longitud, donde se encuentran minerales principalmente de plata como galena argentífera, esfalerita, calcita y rodocrosita, además encontrando minerales de ganga como dolomita, rodonita, cuarzo, pirita, calcita y rodocrosita sin la presencia de plata. Esta mineralización presenta texturas variables como brecha, crustiforme, bandeamientos y textura masiva.

Veta Islay Piso

Es la segunda estructura más importante del sistema Islay con características muy similares a la veta Islay. Está constituida por la presencia de minerales carbonatadas como. “rodocrosita, calcita acompañados de disseminaciones y venillas de sulfuros y otros como esfalerita, galena argentífera, sulfonales de plata, cuarzo y rodonita; donde se observan diferentes texturas: de brecha, crustiforme, bandeamientos y textura masiva” (Huamán,2018, p.11).

Presenta un rumbo de entre S 15-41°E y un buzamiento de 65- 75° SW, además después de una evaluación de yacimientos, se determinó que esta estructura proporciona 450 m como recurso mineral de las cuales 350 m son evaluados como reservas. “En las proximidades a la veta Islay, se presentan otras estructuras como: Vetas Shegue, Ramal1, Ramal 2, Ramal 3, Vetilla Tensional Paralela, y entre brechas hidrotermales que deben ser evaluadas, geológica y estructuralmente” (Huamán,2018, p.11).

Litológicamente el área de la Mina está conformada por lo siguiente:

Rocas sedimentarias

En el interior de la mina se observan pequeños afloramientos de la Formación Casapalca con características similares a los afloramientos regionales. La presencia de calizas grises con marcas de chert y de grano fino, señalan que son parte del Miembro Quimacocha de estratos rojizos.

En su mayoría, las calizas presentes solo son residuos producto de su gran resistencia y acompañadas a estas también observamos margas grises y rojas que varían a lutitas calcáreas manteniendo el mismo color; también se reconocen areniscas verdosas de grano medio, variando a conglomerádicas, con clastos redondeados a sub redondeados de cuarzo y líticos.

Los afloramientos que se encuentran en la mina y pertenecen a la parte más baja de la cuenca, no cubren una gran superficie en la mina y no están definidos, es más, son tratados como detritos productos de la erosión en el macizo rocoso. Mientras que el afloramiento que ocurre en la parte norte de la falda del Cerro Jatungalaj presenta margas verdosas, lutitas rojas y en la parte alta calizas oscuras con lentes de chert; el conjunto tiene rumbo promedio N25°E buzando 14°SE.

En el afloramiento al norte de la mina Islay se puede observar calizas disturbadas intercaladas con areniscas verdosas y algunos tufos volcánicos, pero con una fuerte presencia de chert negro. Este paquete varía en rumbo de N12°E a N08°W, con buzamientos al oeste.

Rocas volcánicas

Tufos Dacíticos. - En el Cerro Jatungalaj ocurre un afloramiento de origen volcánico con la presencia de tufos blancos grisáceos a tufo lavas con composición dacíticas. Según un análisis mineralógico de los fenocristales se observan plagioclasas anhedrales y cuarzo subredondeado hasta de 3 mm hialino, en una matriz blanquecina; deleznable. Producto de la mineralización, ya sea en vetillas o diseminados, presente en esta zona, se alteró el afloramiento

en gran parte de su área. En el sector norte y al sur de la mina se puede encontrar una ocurrencia que cubren las calizas presentes denominadas Capas Rojas y que, por el contenido de mineralización, debe corresponder al Volcánico Calipuy del Terciario Medio.

Un afloramiento de litología similar se encuentra a 1,5 km al este de la mina Islay, pero este afloramiento está pseudoestratificado, tiene una pendiente de 18° al suroeste y no cuenta con ninguna mineralización. Se estima que pertenezca al Pleistoceno.

Lavas Andesíticas. – De composición andesítica y textura porfírica, se presentan afloramientos de mantos lávicos muy fracturados al este del proyecto constituidos por fenocristales de 2 a 3 mm de plagioclasa anhedral y máficos de tamaño fino, con una variación en sus tonalidades de grises a violáceos. Los afloramientos que se dan en la Concesión se encuentran teñidos por óxidos de hierro producto del intemperismo en la pirita y limonita presentes en el afloramiento y que corresponden al Volcánico Calipuy.

Además, es de consideración indicar la presencia de material cuaternario que cubre aproximadamente el 70% del área de la Mina. Sus potencias son variables y en ellas se han desarrollado persistentes bofedales.

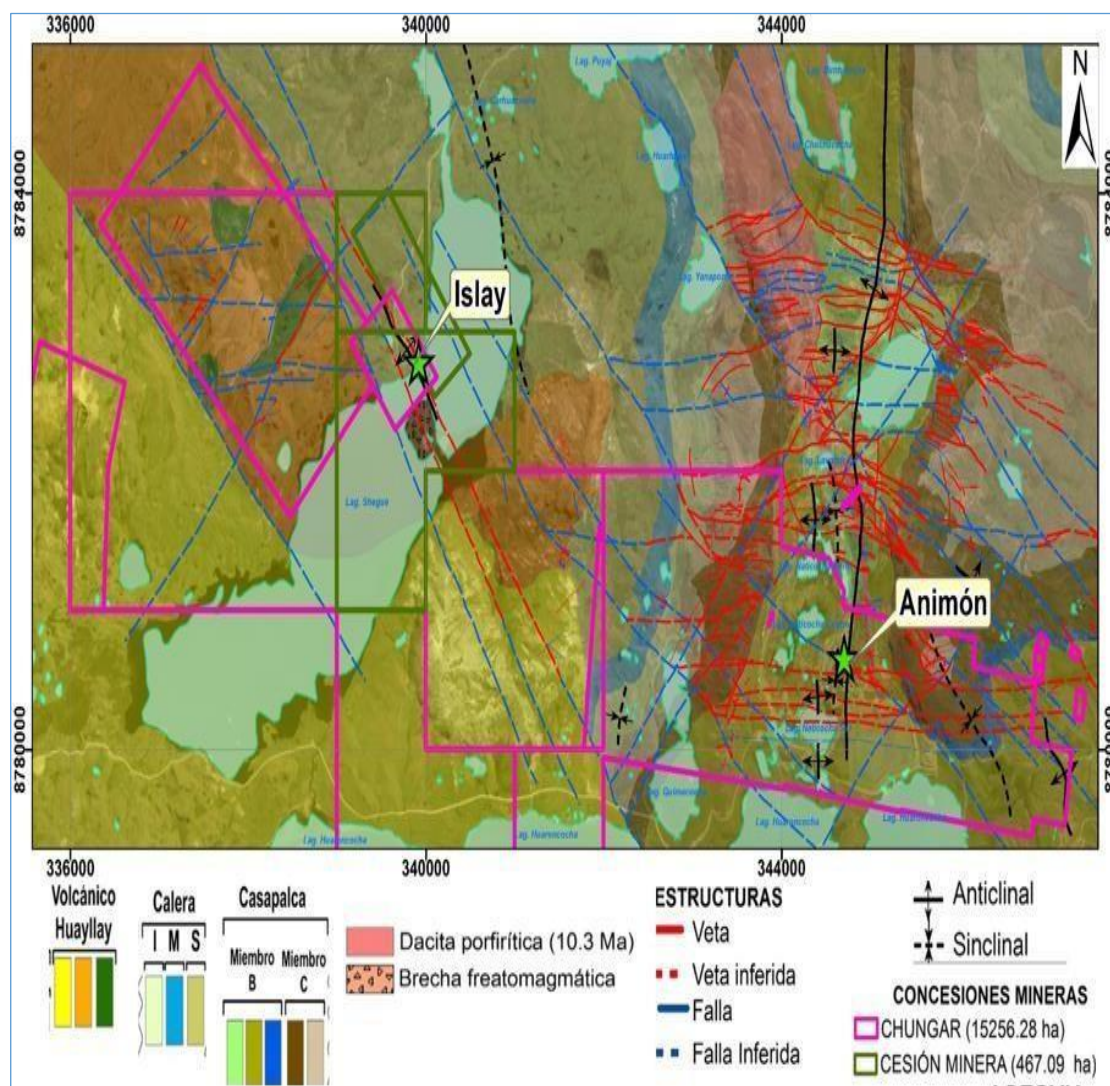
Rocas intrusivas

En general no se presentan afloramientos muy importantes, sin embargo, es relevante mencionar que al este de la mina Islay aflora una roca porfídica en la base de una pila volcánica andesítica y que está constituida por fenocristales de plagioclasa de grano fino en masa afanítica blanca. Es claro deducir que este afloramiento es producto de las fallas de rumbo de las que forma parte a modo de diques, pero no tiene relación con las andesitas presentes ya que debido a la alteración estas sufren un blanqueamiento. Por consiguiente el afloramiento se

Dado que se encuentra a 500 m de la mina Islay, se encontraron en el interior de la mina finos sills de composición pórfido dacítico con pirita diseminada. Hecho que podría estar relacionado al intrusito explicado en el párrafo anterior.

Figura 3

Geología Local Mina Islay



Nota. Compañía Minera Chungar.

2.2.3. Geología Estructural.

Incluye parámetros estructurales que están ligados a la estabilidad de las excavaciones subterráneas, en los que tenemos en cuenta la orientación de los estratos, fallas geológicas, pliegues y discontinuidades.

El impacto de los planos de discontinuidad en la estabilidad de las excavaciones está influenciado por su orientación, número de familias, espaciamiento y características entre sí.

Las propiedades del macizo rocoso son establecidas, en gran parte, por las discontinuidades y las características de estas, por lo que, en las estaciones micro tectónicas se considera estos elementos muy importantes, juntamente con la rugosidad, continuidad, separación, alteración de las cajas y propiedades de relleno. Según Huamán (2018):

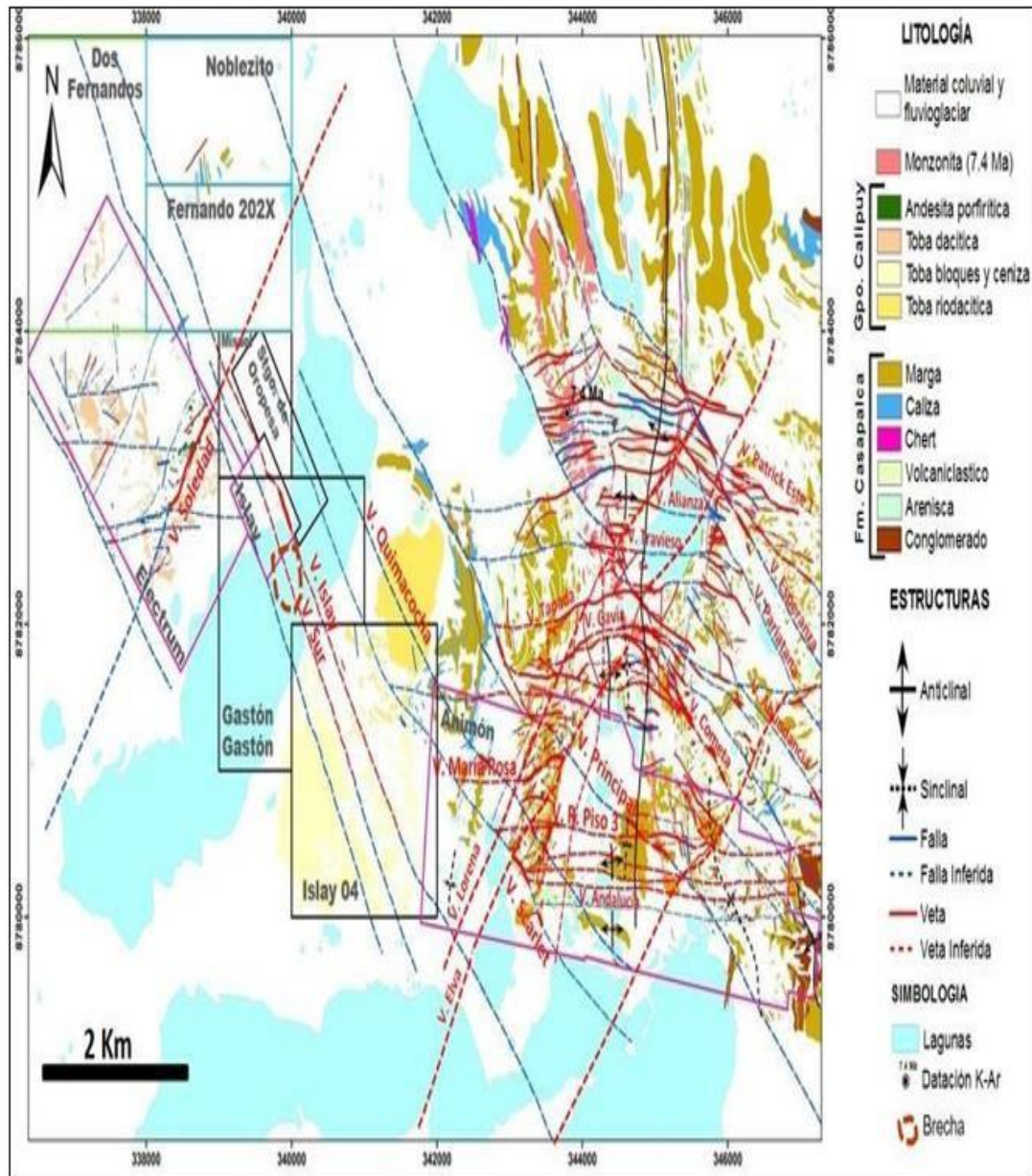
Menciona que al oeste de la veta Islay se encuentra las unidades volcánicas. Es en estas unidades donde se encuentran evidencias de fallamiento, las cuales forman todo un sistema de fallamiento con una orientación N 40°– 60° E y con un buzamiento de alto ángulo al oeste como respuesta a esfuerzos compresivos NE con una componente horizontal del tipo sinextral. Este sistema de fallas se presenta con zonas anchas de brechamiento, con componentes silicificados y la presencia de mineralización. La falla principal de este sistema aflora en los 4300 msnm, perdiéndose por la cubierta cuaternaria. (p.14)

Por otra parte, las fallas en las unidades sedimentarias en superficie o labores son muy confusas, y perturban a las secuencias sedimentarias. Debido a la mineralización existente, estas fallas sufrieron un desplazamiento antes y después de la mineralización, siendo la más importante el fallamiento antes de la mineralización porque las vetas se emplazaron a lo largo

de los planos de falla. Además, se lograron localizar dos fallas después de la mineralización ya que estas afectan a las vetas presentes en el yacimiento.

Figura 4

Geología Estructural Mina Islay - Animón.



Nota. Compañía Minera Chungar.

2.2.4. Geología Económica.

Vetas.

Forman un sistema con buzamiento SW y un rumbo N30W, con presencia de cuarzo y carbonatos como relleno con una textura propia de un medio epitermal. Además, la mineralización son metales base de plata y sulfosales. Las estructuras principales que forman este sistema son: Veta Islay, Veta Islay Piso, Veta Lizeth, Veta Sur, Veta Sur techo.

Asociación mineralógica:

Como minerales de mena son: Sulfosales y sulfuros de plata, galena, esfalerita. Y minerales de ganga: Cuarzo, calcita, rodocrosita, fluorita pirita.

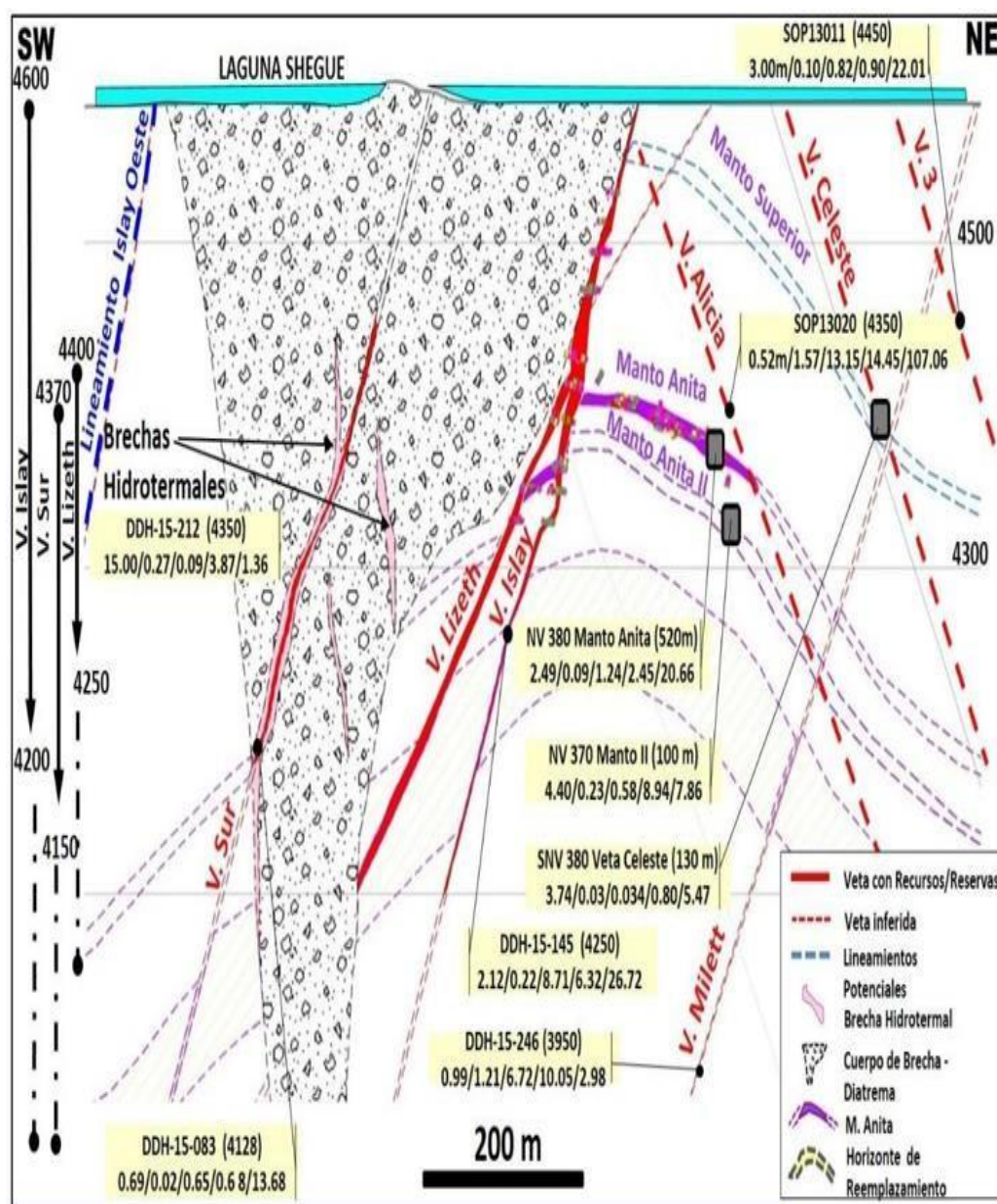
Mantos.

Presentan un rumbo NW-SE que es paralelo a la veta Islay y un buzamiento de 20° a 30° hacia el Este. La geometría de los mantos está relacionada y determinada por la estratificación en la zona y a lo largo de estos se encuentran horizontes de chert con fuerte reemplazamiento de sílice y disseminación de sulfuros. La presencia de carbonatos que contienen sulfuros está asociado a la intensa mineralización de la zona.

Manto Anita: Sulfosales de plata, galena. Manto Anita II: Sulfosales de plata, con mayor presencia de galena.

Figura 5

Mineralización en Vetas, Mantos y Diseminados Mina Islay



Nota. Compañía Minera Chungar S.A.A. Zonamiento de la mineralización en Veta

Tabla 5

Zona de Mineralización de la Mina Islay

NIVEL VETA	DOMINIO EN VETA	ENSAMBLE EN LA VETA POR EVENTO MINERALIZANTE	VETA				NIVEL VETA	CAJA		
			ESTILO MINERAL MENA	TEXTURA GANGA	LEY Zn (%) ANIMÓN	LEY Ag (Oz) ISLAY (*)		ALTERACIONES HIDROTERMALES		
								ARGILICA	FILICA	PROPILITICA
ALTO	1	Carbonatos (calcita)-Oxs Mn±fluorita	Diseminado (anómalo)	Masiva, carbonate bladed (lamelar).	0.05-1.00	0.10-2.00	ALTO	Haloisita-caolinita± esmectita-carbonatos	Esmectita-illita± carbonatos	Clorita-carbonatos
	2A	Carbonatos (rodocrosita)>cuarzo	Venillas (marginal)	Lattice bladed, moss, granular.	1.00-5.00	2.00-5.00	ZONA MINERALIZADA			
	2B	Carbonatos (rodocrosita)-cuarzo-sulfuros/Sulfosales Plata(*)	Venillas+diseminado (económico)	Lattice, granular.	5.00-12.00	5.00-12.00				
	3	Mineralización masiva de sulfuros/Sulfosales Plata(*)	Bandas+venillas+diseminado (alta ley)	Granular, lattice.	> 12	> 12				
	4A	Cuarzo>carbonatos (rodocrosita)±rodonita-sulfuros/Sulfosales Plata(*)	Venillas+diseminado (económico)	Cuarzo granular a sub-cristalizado.	5.00-12.00	5.00-12.00				
	4B	Cuarzo>carbonatos (rodocrosita)- rodonita	Venillas (marginal)	Cuarzo cristalizado, crustiforme, comb, cocada.	3.00-5.00	3.00-5.00				
		Cuarzo-pirita-sulfuros		Cuarzo cristalizado						
RAIZ	5	cobre±clorita	Venillas (marginal)	crustiforme, brechada.	< 3.00	< 3.00	RAIZ	Pirofilita-dickita- caolinita-cuarzo.	Sericita-fengita-cuarzo	Epidota-albita, cuarzo,clorita-carbonatos.

Nota. “Plan de Minado 2020 - Mina Islay”

CUADRO DE RESERVAS

Siguiendo los principios de transparencia, información completa y verídica, y personal calificado; las cuales forman parte de los principales principios del reglamento del Instituto Australásico de Minería y Metalurgia (AIMM), se realizó la estimación de reservas y recursos que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6

Resumen de Reservas Mina Islay - Junio 2017

Clase	TMS DIL	P.E.	Ancho Veta	Ancho Minado	Dilución %	Cu %	Pb %	Zn %	Oz Ag	\$ VPT
Probado	333,720	2.74	7.52	7.73	16.01 %	0.06	0.87	2.4	7.01	106.54
Probable	572,234	2.71	5.02	5.6	20.71 %	0.05	0.79	1.91	7.22	104.24
Total TMS	905,955	2.72	5.94	6.38	18.98 %	0.06	0.82	2.09	7.14	105.09

Nota. Compañía Minera Chungar.

Los recursos geológicos se filtran aplicando las diluciones presentes en las operaciones mineras para obtener reservas probadas, probables y recursos.

Tabla 7*Resumen de Recursos Minerales Mina Islay – junio 2017*

Clase	TMS	P.E.	Ancho Veta	% Cu	% Pb	% Zn	Oz Ag
Medido	222,236	2.61	4.29	0.03	0.45	0.87	3.32
Indicado	882,682	2.64	5.47	0.02	0.31	0.78	3.08
Inferido	3,677,816	2.71	6.96	0.04	0.66	1.41	5.23
Total, TMS	4,782,735	2.7	6.56	0.04	0.59	1.27	4.74

Nota. Compañía Minera Chungar.

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes

El contexto nacional e internacional se tomará en cuenta para la elaboración del presente capítulo.

3.1.1. A nivel internacional

Mayoral (2012). En su tesis titulada "Optimización técnico-económico de perforación de barrenos en terrenos homogéneos. Búsqueda de leyes de desgaste para brocas de perforación." En la minería o construcción civil, la perforación sobre macizo rocoso es un desafío a nivel técnico y humano, ya sea para un fin en la actividad minera como la extracción de materias primas necesarias para el desarrollo de tecnología y creación de riqueza dentro de una sociedad o para la construcción de infraestructuras que permitan este desarrollo. Se da como conclusión, Con los datos de campo obtenidos, no se puede garantizar una ley matemática que prediga la curva de desgaste de la broca. Sin embargo, el análisis de estos datos nos muestra dos sectores en el comportamiento de la curva. El primer sector nos muestra un mayor pendiente en la curva hasta alcanzar el plano de desgaste del 20 %, y el segundo sector nos muestra donde la curva se suaviza. Entonces, a medida que el plano de desgaste se acentué, la broca será más sensible a los cambios de pendientes en la ley que lo origine.

3.1.2. A nivel nacional

Quispe (2017), en su tesis Evaluación de columnas de perforación de equipos Sandvik y Atlas Copco en las operaciones de la UP. Andaychagua VOLCAN S.A.A. tiene como

propósito conocer los parámetros y costos de la columna de barrenación en equipos Sandvik & Atlas Copco para su mejor evaluación económica en los costos de perforación. El primero objetivo del estudio es analizar los equipos de perforación de Atlas Copco y Sandvik y su incidencia en los parámetros de perforación, costos y rendimiento, además de implementar un programa de capacitación en temas de perforación y seguridad a los operadores. La metodología de este trabajo implica realizar investigaciones sobre parámetros dinámicos de perforación, calcular cargas y distancias, diseñar mallas de perforación, explosivos y accesorios, equipos de perforación; con el propósito de tener una perforación de alto rendimiento en los equipos Atlas Copco y Sandvik. Con la obtención de datos producto del estudio realizado en campo, nos apoyamos de softwares de análisis para realizar los cálculos correspondientes y obtener proyecciones certeras. Concluyendo que tras una buena elección de los equipos podemos tener un ahorro favorable, en el caso de U. P. Andaychagua - Volcan S.A.A., de 42 126.71 US\$. Siendo los equipos de Atlas Copco los que tienen un mejor margen de ahorro de 0.53 y 0.171 US\$ por cada metro perforado de producción de mineral y desmonte.

Urquiza (2019), los aceros de perforación son los que tienen mayor incidencia en los costos de perforación, siendo el barreno y la broca los más críticos en esta etapa. Lo que significa que es en esta etapa donde observamos la vida útil de la broca en trabajos de perforación, el consumo de los aceros de perforación y los elementos durante las actividades que se ejecutan con el propósito de aumentar la vida útil de los aceros de perforación. Así mismo, se logró conocer los elementos que afectan la eficiencia de los aceros de perforación. El artículo tiene como objetivo: Estudio de los elementos que afectan la vida útil de los aceros de perforación en minería de socavón. Mientras que la hipótesis es, la vida útil de los aceros de perforación en minería de socavón es afectada por diferentes elementos.

Oré (2019), en la Unidad Minera Carahuacra de Volcan Compañía Minera S.A.A, investigo la optimización de los accesorios de barrenación en el método de Bench and Fill en la Veta Mary, observa las variables que intervienen en el uso adecuado de los accesorios de perforación. Las variables a considerar son los controles relevantes para el análisis de los parámetros de perforación, el tipo de roca perforada, plan de afilado y la habilidad del operador. Si estas variables superan la ratio esperada, se espera un incremento en la eficiencia de los accesorios de perforación y por ende una reducción de costos. Además, al relacionar estas variables con un enfoque de velocidad de perforación se logra concluir que el desgaste de la broca es inversamente proporcional a la velocidad de perforación. Con una broca de 64 mm de diámetro se pueden perforar 10 metros adicionales al mes, lo que se transforma en un ahorro de \$ 12 al mes. Además, con una rimadora de 127 mm de diámetro se pueden perforar 4 metros adicionales al mes, lo que se transforma en un ahorro de \$ 4.8 al mes. En resumen, en el año 2018 se obtuvo un ahorro mensual de \$ 605.62 y un ahorro anual de \$ 18168.72 como consecuencia de una mayor eficiencia (3.87% más) en los aceros de perforación respecto al año 2017 en la Unidad Productora Carahuacra.

Abanto & Vázquez (2016), en su investigación enfocada a la reducción de costos en las operaciones unitarias de perforación y voladura centrando en el mantenimiento de brocas de 45 y 102mm en la empresa CONMICIV S.A.C EN CMH S.A”, realizada en la Universidad Nacional de Trujillo y con el fin de analizar el desempeño de los accesorios de perforación y disminuir costos al extender su vida útil, el trabajo tiene como objetivo presentar una metodología de prueba adecuada. Esta metodología, para el cálculo del rendimiento, incluirá los parámetros de la perforación, que impactan en aumentar la vida útil de los accesorios de perforación; un sistema de control, para un informe de consumo de aceros de perforación; un plan de capacitación mensual en PyV.

3.2. Bases teóricas

a) Optimización de la vida útil:

Para Aparco & Garcia (2019, citado en Del Carpio, 2005) “Al mejorar las condiciones típicas a las que está expuesto un elemento, se puede maximizar la vida útil de este. La roca, el equipo de perforación y los accesorios de perforación conforman el sistema de perforación de roca. Los accesorios de perforación durarán más debido a una comprensión más amplia y profunda de las características y funcionalidad de cada uno de estos componentes”. (pág. 28)

Entonces, el mayor conocimiento de los accesorios y factores de perforación sirve de base para el correcto procedimiento y adecuado uso de accesorios en la etapa de perforación, por ende, garantiza el mayor rendimiento de los accesorios de perforación que significará más metros perforados, y por lo tanto un ahorro en el costo de perforación.

b) Resistencia a la compresión:

Para Aparco & Garcia (2019, citado en Gidson, W,1984) manifiesta que “Es un indicador de cuánta presión puede soportar una muestra de roca antes de romperse. Además, el índice de perforabilidad de la roca es más utilizada y es inversamente proporcional a su resistencia a la compresión, es decir, si una roca tiene una resistencia a la compresión de 2000 bar, la velocidad de penetración es de 90 cm/min; mientras que, en una roca menos resistente, la velocidad de penetración será mayor”.

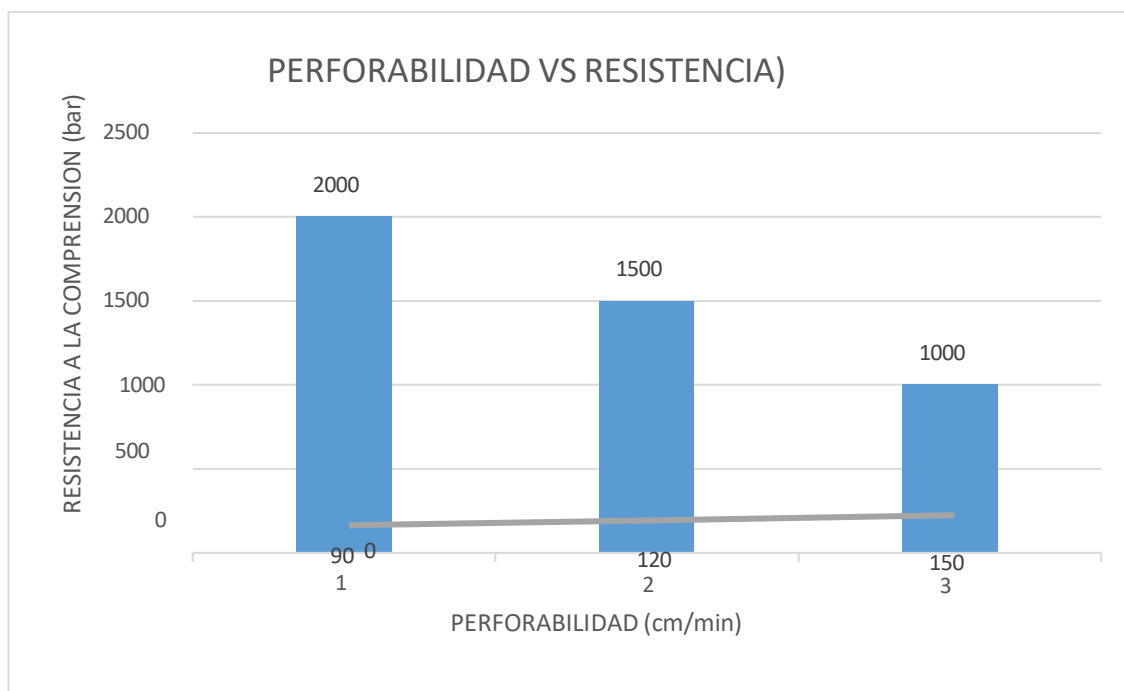
Tabla 8
Relación Entre la Perforabilidad y Resistencia a la Compresión

Perforabilidad vs resistencia	
Perforabilidad (cm/min)	Resistencia a la Compresión (bar)
90	2000
120	1500
150	1000

Nota. Material extraído de Aparco & Garcia (2019)

Figura 6

Relación Entre la Velocidad de Perforación y Resistencia a la Compresión



Nota. Aparco & Garcia (2019)

En el diagrama se puede visualizar la frecuencia de la relación entre la perforabilidad y la resistencia a la comprensión que es inversamente proporcional. Por lo tanto, a menor resistencia de la roca mayor será la velocidad de perforación, por tal razón este análisis no conviene realizar para los cálculos del rendimiento ya que en la practica el terreno es muy cambiante a cada paso, de modo que, la evaluación se realiza día a día mientras el trabajo se ejecuta y según las teorías de macizo rocoso de la perforabilidad de la roca obtenido de mineral de grano y estructura.

c) Vida útil de los accesorios de perforación

Según Umasi W. (2013) “Varias características de la roca, incluida su resistencia, tienen un impacto en el rendimiento de la broca. La velocidad de rotación está influenciada por el tipo de roca que se está perforando; en todos los casos, la velocidad oscilará entre 50 y 80 rpm. La velocidad de penetración aumentará a medida que aumente la velocidad de rotación, pero esto también dará como resultado un mayor desgaste de los aceros de perforación.”. (pág. 110)

El tiempo que un accesorio de perforación puede funcionar eficazmente se conoce como vida útil, la cual está especificada por el fabricante y depende del material con el que está fabricada. El deterioro de los accesorios de perforación se refiere a un proceso en el cual la vida útil disminuye como resultado del tipo de herramienta (configuración), la formación rocosa y las fuerzas utilizadas en ellos. Las siguientes razones son las principales causas del deterioro de accesorios:

Minerales que se encuentran en las rocas, incluido su tamaño, composición y dureza. Dureza, abrasividad y durabilidad de la roca. Profundidad y velocidad de corte o perforación. Existencia de fuerzas de impacto en las herramientas (perforación en roca fisurada) "al vacío" o condiciones cambiantes. Tipo de corte o perforación (percusión, "rasgado", rotación). Presencia de enfriadores entre la roca y la herramienta. Sistema eficiente de remoción y evacuación de detritus. Resistencia y dureza del material con el que están construidas los accesorios. (Aparco y García, 2019,p.309)

d) Perforación

Negreiros (2020) nos dice que “ La primera actividad del ciclo minero es la perforación de rocas, que consiste en realizar agujeros o perforaciones en la roca para luego colocar explosivos en su interior y provocar la explosión de la roca. El método más común es utilizar un martillo rotopercutor para perforar porque se puede utilizar tanto en rocas blandas como duras”. (pág. 04)

En las labores horizontales, para la perforación mecanizada se usa un Jumbo Atlas Copco Electro-Hidráulico de un brazo, consiste en la perforación de taladros en paralelo en frentes de avance.

e) Tipos de Perforación

A.- Perforación Manual: Se lleva a cabo con equipos ligeros (Jackleg, Stopper) “Se usa una perforadora convencional. Los agujeros de diámetro pequeño se perforan utilizando un barreno integrado de punta bisel que funciona con aire comprimido y tritura la roca dentro del taladro. Como resultado, cada vez que la perforadora golpee al barreno, se utilizará un

movimiento de rotación automático haciendo que la roca sea perforada en un círculo con un diámetro igual al suyo”. (Torres, 2020)

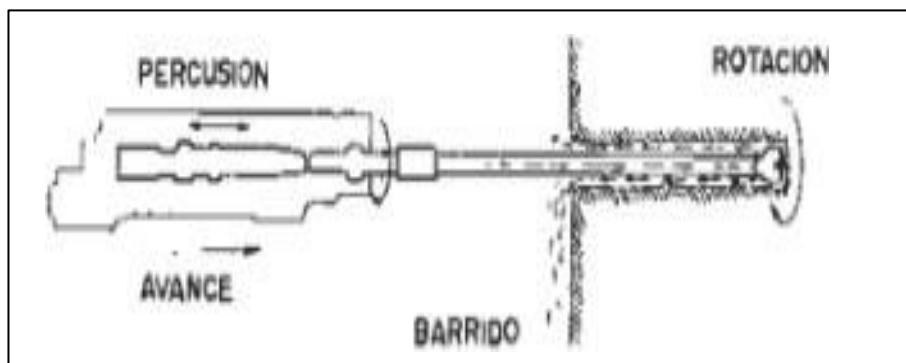
B.- Perforación Mecánica: según Lopez et al. (2019) afirma que “Una estructura mecánica sobre la que se monta el equipo de perforación ofrece al operador un entorno de trabajo confortable. Estos armazones o chasis pueden ser remolcados o autopropulsados cuando están montados sobre ruedas u orugas”. (pág. 15)

f) Fundamentos de la Perforación Rotopercutiva

El tradicional sistema de perforación rotopercutiva nace en el siglo XIX. Según Lopez et al. (2019) sostiene que “Estos equipos funciona transfiriendo energía de percusión, que se origina cuando el piston golpea a un elemento que a su vez transfiere la energía producida a través del barreno hasta la broca”. (pág. 24)

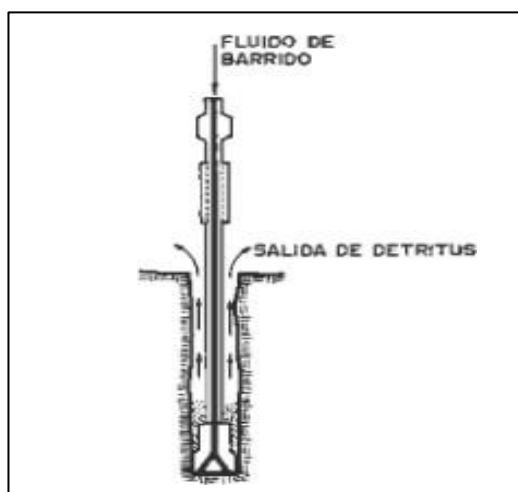
De acuerdo al origen de la energía de percusión, se presenta dos sistemas de acuerdo a la posición del martillo.

- ✓ Martillo en cabeza; según Lopez et al. (2019) manifiesta que “en este tipo de sistema, la rotación y percusión se transmiten a través del varillaje hasta al broca. Los martillos pueden ser de accionamiento neumático o hidráulico”.
- ✓ Martillo en fondo; según Lopez et al. (2019) manifiesta que “ en este tipo de sistema, la rotación se realiza en la cabeza y la percusión se ejecuta sobre la broca. Mientras que la rotación puede ser accionada neumática o hidráulicamente, el pistón se controla neumáticamente”.

Figura 7*Fundamento de Perforación por Rotopercusión*

Nota. Manual de Perforación de Rocas de López Jimeno

A.- Barrido: Para una perforación eficaz, se requiere mantener limpio el fondo de los barrenos eliminando los detritos a medida que se acumulan. De no realizar este proceso, se necesitará mucha energía para triturar estos detritos, además podría provocar obstrucciones, y mayormente desgaste y disminución del rendimiento. Para realizar el barrido de los detritos, se bombea un fluido a presión (aire, agua o espuma) hacia el fondo del taladro a través de un orificio central de la varilla, el cual emerge por aberturas en la broca. (Lopez et al., 2019, pág. 27)

Figura 8*Barrido, Salida de Detritus*

Nota. Manual de Perforación de Rocas de López Jimeno

También en barrido con aire se realiza en minas tajo abierto ya que el polvo generado puede eliminarse mediante captadores.

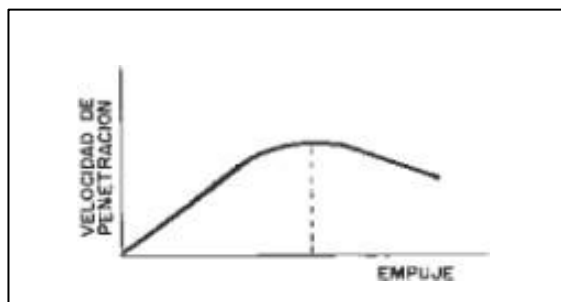
Lopez et al., 2019 sostiene que el sistema mas utilizado en las perforaciones subterranes es el barrido con agua que ademas sirve como reductor o controlador de polvo, pero implica una reduccion de rendimiento de 10% al 20%. Mientras es complementario el barrido con espuma, ayuda en la extarcion de detrtitus actua como sellador en las paredes del barrenos cuando atraviesa materiales sueltos.

B.- Empuje: La roca debe recibir la energía producida por el mecanismo percutor, por lo que la broca debe estar en constante contacto con el fondo del taladro. Esto se logra mediante el empuje producido por el cilindro de avance o motor, el cual debe estar adecuado al tipo de roca y broca. Los efectos negativos de un empuje deficiente incluyen; disminución de la velocidad de penetración, desgaste de los aceros de perforación más rápidamente, menor presión del varillaje sobre el macizo. Por otro lado, un empuje excesivo también ralentiza la

velocidad de penetración, dificulta la extracción de la varilla, mayor desgaste de los aceros de perforación y se produce una mayor vibración que ocasiona la desviación del barreno. (Lopez et al., 2019, pág. 27)

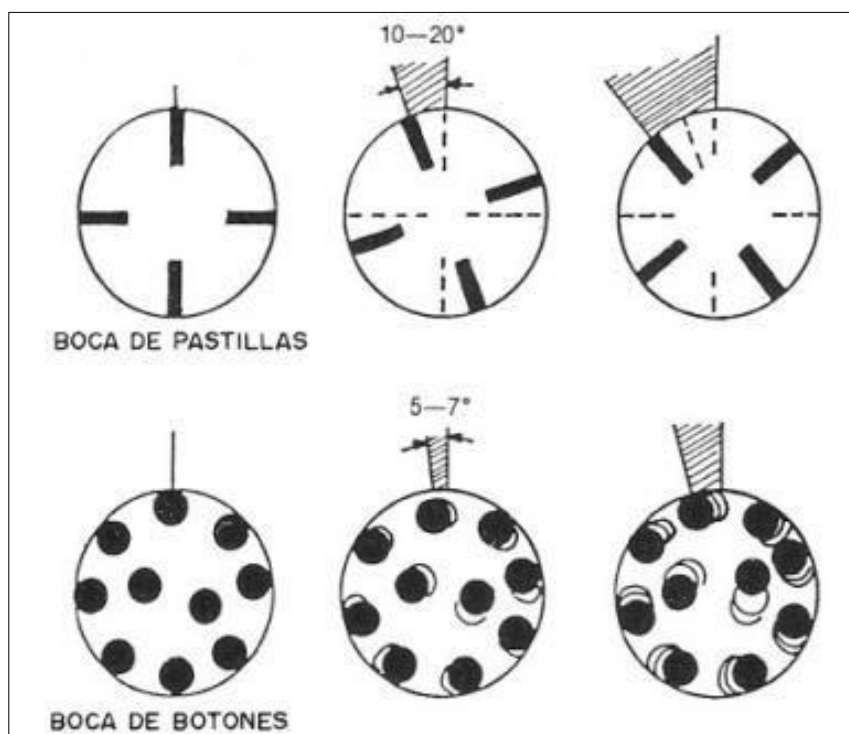
Figura 9

La Relación entre la Velocidad de Penetración y Empuje



Nota. Manual de Perforación de Rocas de López Jimeno

C.- Rotación: Lopez et al., 2019 sostiene que la rotación hace que la broca golpee la roca en ángulos diferentes y sucesivos, con el fin de que el impacto se realice en distintos puntos para triturar la roca con mayor facilidad en el fondo del taladro. La velocidad de rotación varía de acuerdo al tipo de terreno que se encuentra. Con ángulos de giro de 10° a 20° , las velocidades de rotación más comunes se encuentran entre 80 y 150 revoluciones por minuto y con diámetros de 51 a 89 mm oscilaría entre 40 y 60 revoluciones por minuto, que proporcionan ángulos de giro entre 5° y 7° en las brocas de patillas y botones respectivamente.

Figura 10*Movimiento de Brocas por Rotación*

Nota. Manual de Perforación de Rocas de López Jimeno

D.- Percusión: La energía cinética "E" del pistón se propaga como una onda de choque a través de la varilla desde el martillo hasta la broca. Esta onda se propaga rápidamente y el diseño del pistón tiene un impacto significativo en su periodo y frecuencia. Parte de la energía que llega a la broca se transforma y realiza con éxito el triturado de la roca y la energía restante se refleja de regreso al varillaje. Es un desafío evaluar la efectividad de esta transmisión porque depende de una variedad de variables, tales como; el tipo de roca, características del pistón, características del varillaje, diseño de la broca, etc. Además, cabe señalar que las pérdidas de energía provocadas por la reflexión y la fricción en los lugares donde se conectan las varillas por medio de manguitos se convierten en calor, provocando un desgaste de los componentes del equipo. (Lopez et al., 2019, pág. 26)

La fuerza de percusión es uno de los elementos que más influye en la velocidad de penetración. De acuerdo a como están construidos los equipos de perforación, la energía que se produce por golpe en un martillo es transferida a lo largo del varillaje hasta la broca, provocando que la energía producida sea reducida en su recorrido. Esta energía puede calcularse de la siguiente manera.

$$\text{Energía/Golpe (Ec)} = p_m \times A_p \times V_p$$

Donde:

- E_c = Energía por golpe
- p_m = Presión del fluido que transmite la energía dentro del cilindro
- A_p = Área del pistón, V_p = Velocidad del pistón

La potencia del martillo (P_m) es entonces la energía por golpe multiplicada por la frecuencia de impactos:

$$P_m = E_c \times n_g \text{ Donde:}$$

- n_g = Frecuencia de impactos.

El sistema de percusión hace uso entre el 80 y 85% de la potencia que entrega el equipo.

Accesorios de Perforación

En la Unidad Minera Islay-CIA Volcán de Sierra Sumaq Rumi se usan explosivos y accesorios de voladura de la empresa EXSA. La carga explosiva es el ANFO y como cebo se usa Emulsión de 85% con retardos N° 8 de fulminantes, tiene el propósito de romper la cohesión del mineral, optimizando el flujo gravitacional en el Sublevel Caving, para lo cual juega un papel importante la carga lineal en estos taladros de 2.62 Kg/m y el factor de carga programado de 0.26 Kg/TM.

Extracción de Mineral Roto

Dependiendo del trabajo a ejecutar, el tamaño de los fragmentos del macizo rocoso mediante la tronadura debe ser el óptimo, generalmente el material volado no puede ser demasiado gruesa ni demasiado fina, ya que esto genera inconvenientes en el carguío del material. Para un análisis debe de analizar el % de bancos grandes que tendrán aplicar voladura secundaria.

3.3. Definición de términos

Macizo rocoso: Conjunto de matriz rocosa y discontinuidades. Sus propiedades geomecánicas e hidráulicas está determinadas por el tipo, frecuencia y orientación de los planos de falla, producto de sus características heterogéneo, discontinuo y frecuentemente anisotrópico (Apshana B. et al., 2011, pág. 15)

Matriz rocosa: según Gonzalez de Vallejo et al., (2002) define que “es el material rocoso que no presenta discontinuidades, o tambien es la roca intacta. Aunque se considera continuo, presenta características heterogéneas y anisotrópicas debido a las condiciones de su

origen y su respectiva cristalogénesis mineral. Se distingue mecánicamente por su peso específico, resistencia y deformabilidad”. (pág. 123)

Estratificación: Formación paralela o sub paralela en capas de los sedimentos rocosos en su proceso de sedimentación.

Estrato: Es un tipo de roca que se crea por el proceso de diagénesis por el depósito de partículas de origen rocosa.

Labores de desarrollo: según Chura L., (2016) manifiesta que “son labaroes horizontales o inclinados en el maciso rocoso esteril que facilitará el acceso y explotación de un depósito mineral. El tipo de método utilizado y la maquinaria involucrada en el proceso determinarán el ancho de la excavación”. (pág. 73)

CAPITULO IV

REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

Realizando los ensayos y observaciones en campo; labores de la Unidad Minera Islay-Cía. Minera Volcan tales como S/N 500, CO-011, S/N200, S/N-300, Rampa Sur, se obtuvo un conjunto de resultados producto de la medición en los parámetros de perforación y voladura mayormente en un tipo de roca regular. Estos ensayos y observaciones, primeramente, fueron aceptados y aprobados por la empresa, y se espera que según los hallazgos obtenidos se pueda brindar un aporte muy importante que pueda aprovechar la empresa. Como se señaló en renglones atrás, estos resultados son el fruto de los experimentos y mediciones en las labores de perforación y voladura centrado en el análisis de los accesorios de perforación como son Shank COP 1834 de 435mm, acople o adaptador T38/T38, brocas botón de R32 x 51 mm, barras de perforación de 14 pies y rimadora domo 102 x R32 de marca Rock Tools Perú.

De acuerdo al seguimiento de consumo de los accesorios de perforación en atapas establecidas, es fundamental afilar las brocas y utilizar adecuadamente los accesorios de perforación; además, el proceso de perforación en sí debe realizarse con extrema precaución, desde la selección del equipo y accesorios de perforación hasta finalizar la voladura. También es preciso indicar que la vida útil de los accesorios de perforación depende de las condiciones in situ del macizo rocoso.

El consumo de los accesorios de perforación, luego de optimizar la vida útil de estos, es analizado respecto al consumo antes de la optimización para luego conocer los resultados

en los costos de las labores de avance y precisamente más detallado en los accesorios de perforación.

Por último, para obtener la fiabilidad en los cálculos que nos brindara los resultados, se utilizó el programa estadístico IBM SPSS 23.0 para procesar los datos.

4.1.1. Descripción de las labores de avance

a) Rampa SUR (-): Esta labor de rampa en negativo se ubica en el Nv. 180, en la zona de Islay Piso, y funciona como acceso principal con una sección de 4.5 x 4.5 m donde se emplea el equipo de perforación Jumbo, y para la limpieza un Scoop de 6 Yd³ de capacidad. Esta labor cumple con los estándares de seguridad como señalización adecuada, sistema de ventilación y servicios básicos necesarios para continuar el avance.

Para aliviar el tiempo de limpieza en un ciclo de minado, esta labor se conecta a dos cámaras de acumulación de desmonte; uno que se encuentra al inicio de la rampa y el otro a 80 metros de esta. El material de estas cámaras es llevado a superficie para ser evacuados y/o servir como relleno para los próximos tajeos cercanas a la labor.

Tabla 9*Especificaciones Técnicas de la Rampa Sur (-) y Malla de Perforación Estándar*

Especificaciones de la labor	
Labor	Rampa Sur (-)
Sección	4.5m x 4.5m
Nivel	180
RMR	40-50 (48)
Clase	Regular
GSI	MF/R
Densidad	2.7
Descripción accesorios de Perforación.	
Diámetro de Broca (mm)	51
Diámetro de Rimador (mm)	102
Longitud del barreno (pies)	14
Longitud de perforación (pies)	12
Eficiencia de utilización de barra de Perforación (%)	85.7%
Total de taladros	44

Nota. Elaboración propia.

50.00 metros de esta. El material de estas cámaras es llevado a superficie para ser evacuados y/o servir como relleno para los próximos tajeos cercanas a la labor.

Tabla 10

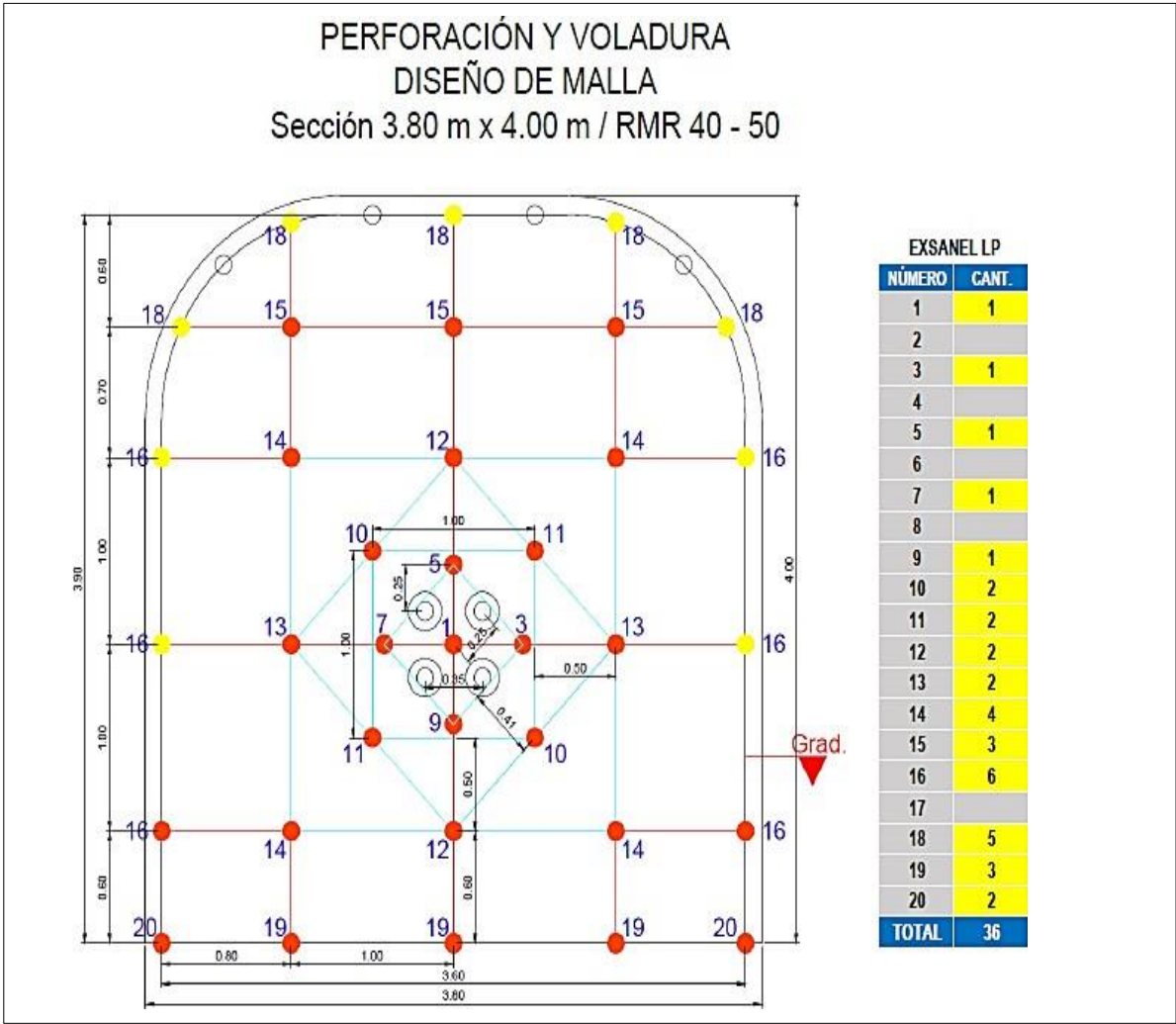
Especificaciones Técnicas de la S/N 500 y el Estándar de la Malla de Perforación

Especificaciones de la labor	
Labor	S/N 500
Sección (m)	3.8m x 4.0m
Nivel	190
RMR	51
Clase	Regular
GSI	MF/R
Densidad	2.7
Descripción accesorios de Perforación.	
Diámetro de broca (mm)	51
Diámetro de rimadora (mm)	102
Longitud del barreno (pies)	14
Longitud de perforación (pies) proyecto	12
Eficiencia de utilización de barra de Perforación (%)	85.7%
Total de taladros	36

Nota. Elaboración propia

Figura 12

Diseño de Malla del S/N 500



Nota. “Plan de Minado 2020 - Mina Islay”

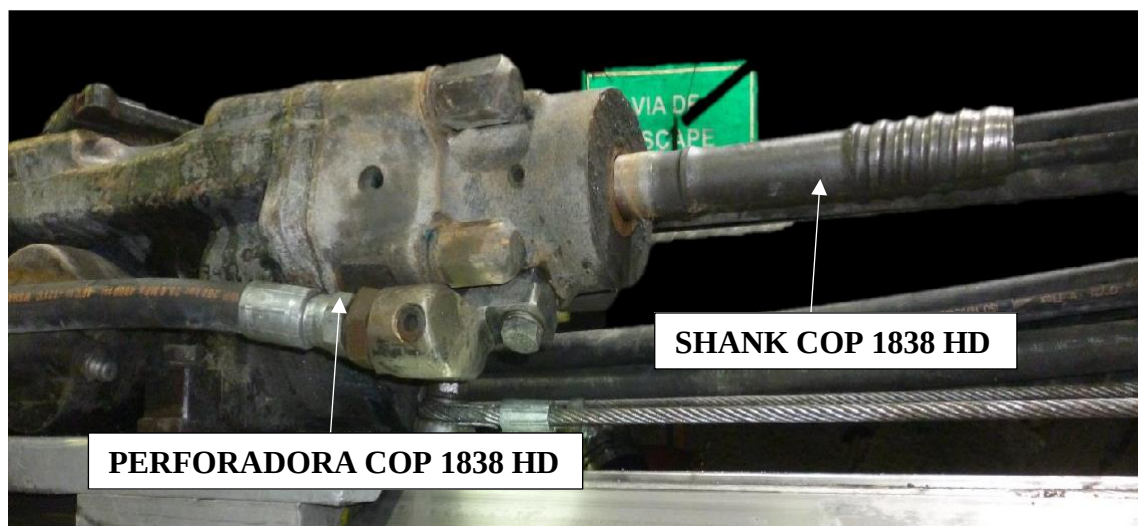
4.1.2. Descripción de elementos de perforación

a) **Shank Adapter:** Un adaptador de vástago (shank adapter en inglés) es un accesorio utilizado en la perforación de rocas y minería subterránea; El adaptador de vástago se inserta en la máquina perforadora y se conecta a las barras de perforación con o sin un acople o adaptador (Cupling). Se tiene de dos tipos Shank, macho (con acople) y hembra (sin acople). Los adaptadores de vástago vienen en diferentes tamaños y

tipos para adaptarse a diferentes modelos de máquinas perforadoras y herramientas de corte de roca.

Figura 13

Descripción de perforadora Cop1838 de la marca EPIROC.



Nota. Material extraído de Epiroc

Figura 14

Descripción de perforadora Cop1838 de la marca EPIROC.



Nota. Material extraído de Epiroc-2020.

b) Acople o adaptador: El manguito de acoplamiento, es un accesorio utilizado en la perforación de rocas y se usa para unir el Shank adaptar y las barras de perforación (rosca T38). También llamado manguito de acoplamiento se utiliza comúnmente en equipos de perforación de exploración y minería subterránea, también se pueden utilizar y permite unir dos barras delgadas de perforación (barras macho-macho) para aumentar la profundidad de la perforación.

Figura 15

Descripción de perforadora Cop1838 de la marca EPIROC.

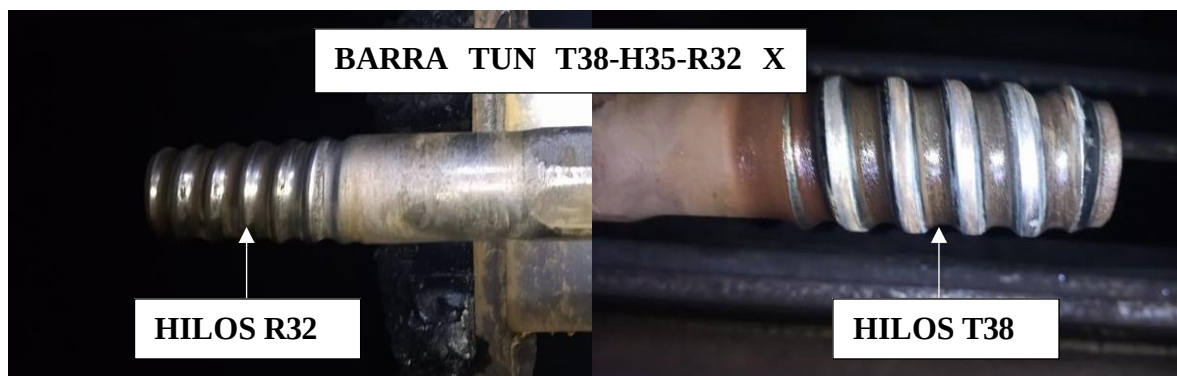


Nota. Elaboración propia.

c) Barras: Consiste en una barra metálica, diseñada para transmitir la energía de rotación y percusión a las brocas, y conseguir perforar el frente rocoso. Para el caso actual se usará barrenos de 14 pies tipo hexagonales, hilo tipo cuerda, que se usan para taladros de paso único de la marca Rock Tools Perú.

Figura 16

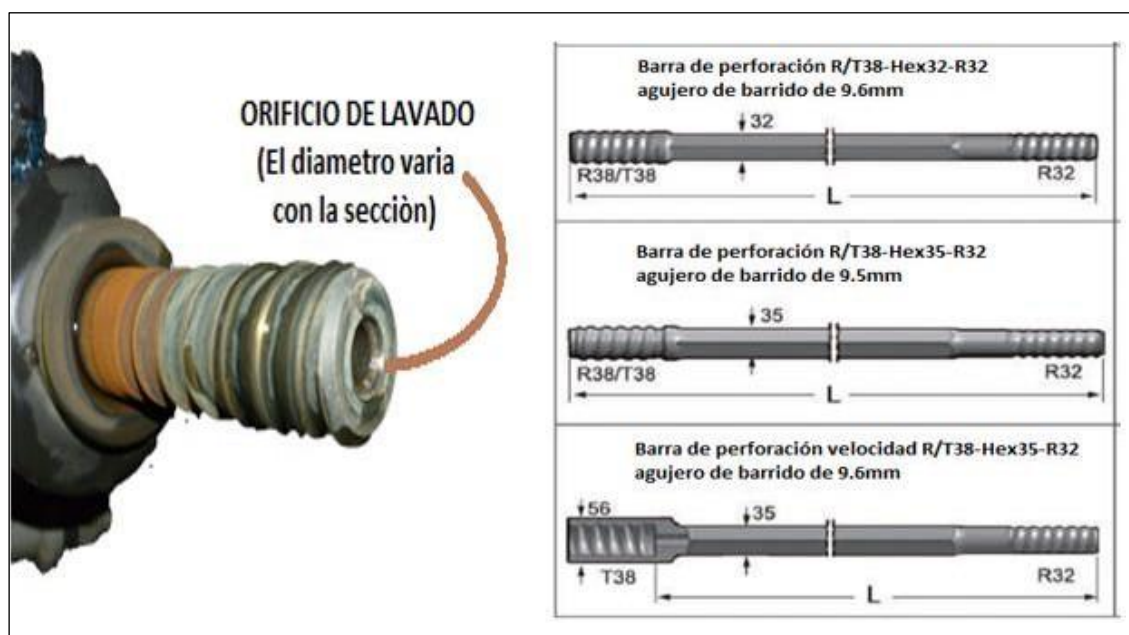
Descripción de Barra de Perforación



Nota. Material extraído de Epiroc

Figura 17

Descripción y tipo de Barra de Perforación



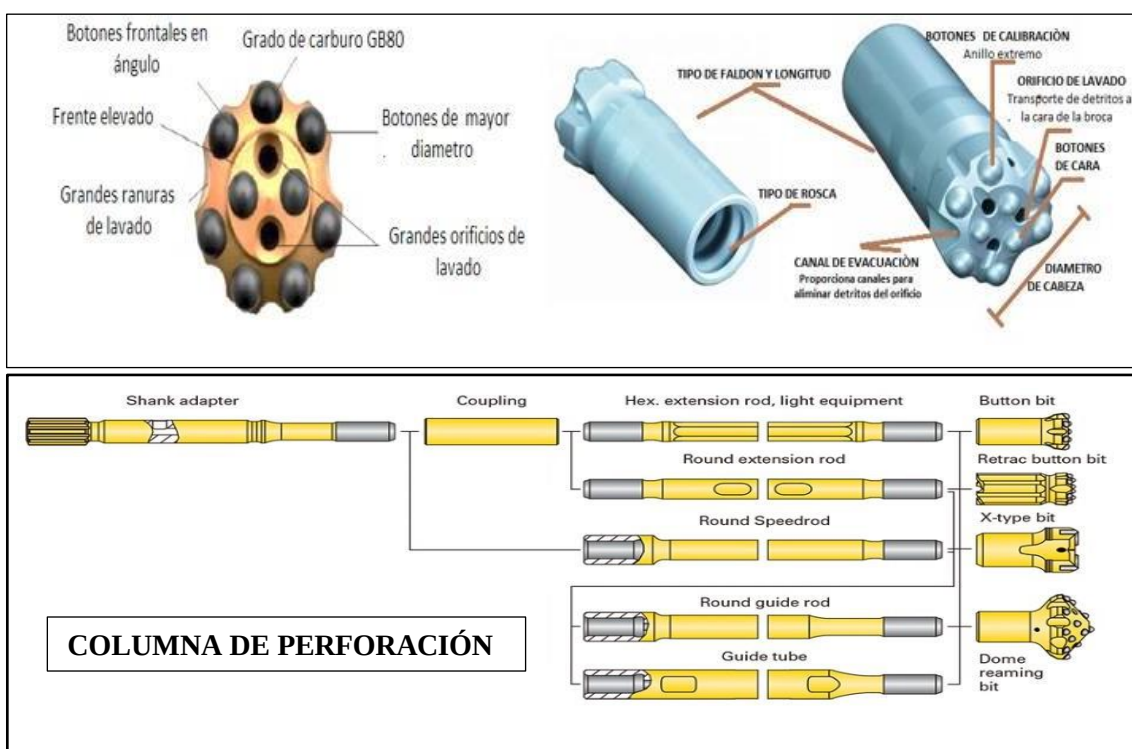
Nota. Material extraído de Epiroc

- d) Brocas de perforación:** Se utilizan para perforar material rocoso y vienen en diferentes diámetros, siendo los diámetros de 35 mm para sostenimientos y 51 mm para los equipos Jumbo.

El fluido del barrido circula por un orificio central y dos laterales, y para remover el detrito del taladro, la broca cuenta con hendiduras en la cabeza por donde el detrito es expulsado al exterior del taladro. Para compensar el desgaste de la broca y así evitar un desgaste sobre el barreno, la broca está diseñada con la cabeza más ancha, en forma de conicidad. (Lopez J. et al., 2019, pág. 63)

Figura 18

Descripción y Partes de una Broca de Perforación



Nota. Material extraído de Rock Tools

4.1.3. Presiones de trabajo

Es muy importante saber los límites adecuados de presiones de trabajo del equipo de perforación; sabiendo que los equipos tienen un diseño desde fabrica las cuales no son las adecuadas en relación al tipo de roca en la que se va trabajar; de tal manera que no garantiza un trabajo optimo; al regular dicho parámetro, se obtendrá un trabajo óptimo y una mayor vida

útil de los accesorios de perforación y se debe de tomar en cuenta. Según Aparco y García (2019):

La presión para el posicionamiento: Es la presión inicial del proceso de perforación y se encarga del funcionamiento de la bomba principal para iniciar el sistema de perforación, el cual debe estar regulada entre los 200 a 200 bares de presión. La presión de emboquillado: Este trabajo de perforación se inicia con las presiones en baja las cuales fueron establecidas en lo siguiente: de Rotación (40 bar), Percusión (130bar) y Avance en baja (40 bar), hasta llegar por lo mínimo 3 pies de perforación siendo este punto el adecuado de perforación para luego incrementar a full la perforación (perforación en alta). La presión de rotación: Se regula de acuerdo a dos parámetros, el tipo de motor y el tipo de roca. Para el caso de la perforadora COP1838 HD la presión se regula entre los 40 a 50bar. La presión de percusión: Es la presión que origina la energía de impacto (golpes/minuto) a partir del movimiento del pistón, además se ve afectada por el tipo de roca donde se realiza la perforación. Esta presión en emboquillado debe estar en 130 bar y en perforación en 150 a 180 bar. La presión de avance: responsable del rendimiento en el avance del barreno debido a que una baja presión genera una pérdida de energía a lo largo de la barra. Esta presión en emboquillado debe estar en 40 a 60 bar y en perforación en 60 a 80 bar. Además, dependerá del tipo de roca y fallas que se encuentre en la perforación. Si el manómetro indica una presión mayor a 80 bar, esto significa que hay presencia de roca fracturada, suave y cuando esta sobrepasa los 85 bar, se debe activar automáticamente el sistema anti atasques. La presión de agua: Esta presión debe estar regulada en 10 bar como mínimo y con un máximo de 12 bar. Si es mayor a los 12 bar se está afectando la broca y botones de perforación, y cuando esta presión cae la bomba búster se apaga

automáticamente. El agua no solo es para eliminar las partículas de roca producto de perforación a su vez cumple con la refrigeración de columna de perforación desde el Shank hasta la broca o rimadora). La presión de aire: La presión mínima de aire debe marcar en 3 bar (43.5113 PSI) (libras por pulgada cuadrada). Si la presión es menor a este, se tendrá problemas en la lubricación de la perforadora. La presión del dumping: Es la presión que sirve como mecanismo de protección de amortiguación del pistón de impacto de la COP, la cual debe estar en los 45 bar. Las Revoluciones Por Minuto (RPM) óptimo para la perforación depende de un factor externo como el tipo de roca dureza, agresividad, fractura miento, que esté perforando y del diámetro de la broca y la frecuencia de percusión. Las RPM de la perforadora son reguladas por un técnico calificado. (p. 56)

Al realizar la inspección a JUMBO B S1D_N°55, se evidencio que tenía 220.6 RPM, lo cual es superior en un 25% de lo establecido para este tipo de trabajo según diseño, cuando debe de ser 185 RMP para broca y para rimadora 93 RMP, dicho dato fue obtenido con el uso adecuado del tacómetro.

Figura 19

Tacómetro, Evidencia un RPM Inadecuado para broca de 51 mm



Nota. Elaboración propia.

Tacómetro con 220.6 Revoluciones por Minuto, siendo inadecuado para el tipo de broca de 51 mm. Para determinar los valores de RPM, se tiene 2 maneras para dicho calculo; según velocidad de corte y según frecuencia de percusión de perforadora

➤ **Según velocidad de corte.**

Figura 20

Relación entre la Velocidad de Corte (Vc) y RPM Según el Diámetro de Broca.

VDAD. CORTE	Ø BROCA Y REVOLUCIONES POR MINUTO																
m/min.	2	2,5	3	4	5	6,5	8	10	13	16	20	25	30	40	50	63	80
25	3.979	3.183	2.652	1.989	1.592	1224	995	795	612	497	398	318	265	198	159	126	99
30	4.775	3.820	3.183	2.387	1.910	1469	1.194	995	735	596	477	382	318	238	190	151	119
35	5.570	4.456	3.714	2.785	2.228	1.714	1.393	1.114	857	696	557	445	371	278	222	176	139
40	6.366	5.092	4.245	3.183	2.456	1958	1.592	1.273	979	795	636	509	424	318	255	202	159
45	7.162	5.730	4.775	3.581	2.865	2.204	1.790	1.432	1.102	895	716	572	477	358	286	227	179
50	7.958	6.366	5.305	3.978	3.183	2.448	1.990	1.592	1.224	995	795	636	530	398	318	252	198
55	8.754	7.002	5.836	4.376	3.501	2.693	2.188	1.750	1.346	1.094	875	700	584	438	350	277	218
60	9.550	7.639	6.366	4.775	3.820	2.938	2.388	1.910	1.469	1.194	955	764	636	477	382	303	238

Nota. Elaboración propia.

Formula de conversión:

$$RPM = \frac{Vc * 1.000}{D * 3.1416}$$

$$Vc = \frac{RPM * D * 3.1416}{1.000}$$

Donde:

RPM: Revoluciones Por Minuto.

VC: Velocidad Corte en m/min.

Haciendo uso de fórmula de conversión se tiene los siguientes datos, se está considerado este tipo de RPM en cada uno de los accesorios con respecto.

Se tiene broca de 51mm:

RPM:?

Vc: 30 m/min (Por tabla)

Ø: 51mm

Π :3.1416

$$RPM = \frac{30x1000}{51x3.1416}$$

$$RPM = 187.2$$

Figura 21

RPM de 185 Adecuado para Broca 51mm



Nota. Elaboración propia.

Se tiene para rimadora 102mm:

RPM:?

Vc: 30 m/min (hallado interpolando)

Ø: 102mm

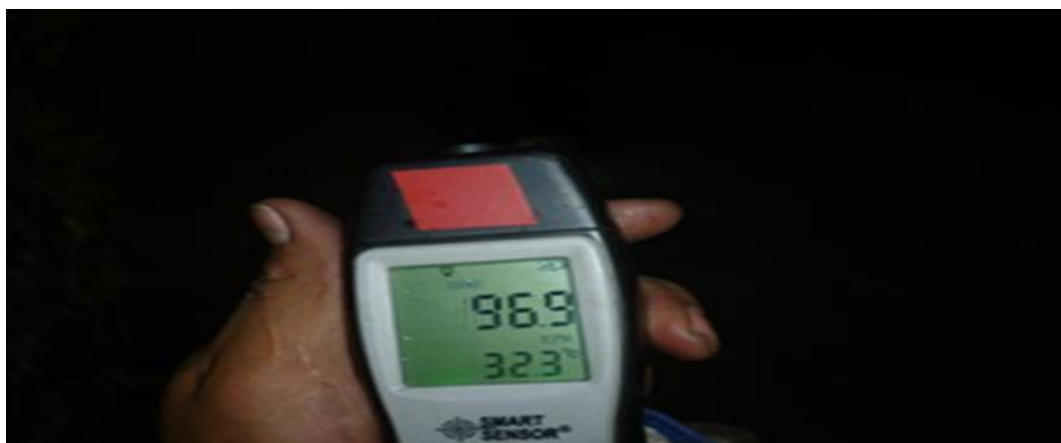
Π :3.1416

$$RPM = \frac{30 \times 1000}{102 \times 3.1416}$$

$$RPM = 93.6$$

Figura 22

RPM de 93 Adecuado para Rimadora 102mm



Nota. Elaboración propia.

- Según frecuencia de percusión de perforadora

$$RPM = \frac{F \times Y \times 60}{3,1416 \times D}$$

Donde:

F: Frecuencia de perforadora (hz)

D: Diámetro de la broca (mm)

Parámetros Y:

Y:10...13 Roca normal.

Y: 8...9 Roca abrasiva.

Se tiene broca de 51mm:

RPM:?

F: 55 Hz (perforadora COP1838- Epiroc).

D: 51mm.

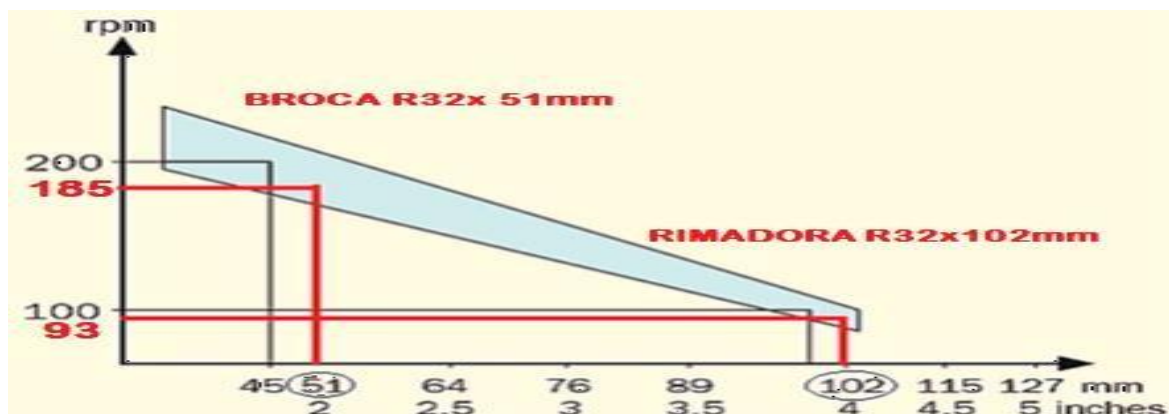
Y: 8...9 Roca abrasiva. (para cálculo se tomará 9 por roca abrasiva)

$$RPM = \frac{55 \times 9 \times 60}{3.1416 \times 51}$$

$$RPM = 185.36$$

Figura 23

RPM de 93 Adecuado para Rimadora 102mm



Nota. Elaboración propia

Tabla 11

Resumen de Presiones de Trabajo de Equipo JUMBO B S1D_N°55 encontrados vs regulados para un RMR 48 Tipo de Roca III-B

Presiones de perforación	Parámetros Encontrados		Parámetros regulados (Nominal)	
	Emboquillado	Perforación Plena	Emboquillado	Perforación Plena
	(baja) (Bar)	(Alta) (Bar)	(baja) (Bar)	(Alta) (Bar)
Potación	40-50	50-70	40 a 45	45 a 50
Percusión	150-190	190-200	130 a 150	150 a 180
Avance	60-75	75-85	40 a 60	60 a 80
Amortiguación (dumping)		55		45
Aire		03		03
Agua	05	08	05	12
RPM	Broca 220.6	Rimadora 160	Broca 185	Rimadora 93

Nota. Elaboración propia

4.2. Análisis e interpretación de datos

4.2.1. Análisis de las brocas de perforación

No solo se trata de adquirir el mejor producto del mercado para tener una eficiencia óptima en la perforación, sino que también es un paso de pruebas en campo donde se determina su rendimiento y nos permita garantizar que el producto adquirido es el adecuado para las condiciones de trabajo. Es así como la calidad del producto se refleja en su rendimiento. En la mina Islay se han tenido en cuenta los factores pertinentes de acuerdo con las especificaciones técnicas ofrecidas por nuestra empresa y se eligieron las brocas de insertos esféricos de 51 mm de diámetro con 7 insertos (05 laterales de 11mm y 02 frontales de 09 mm) para la perforación, teniendo como objetivo un rendimiento encima de los 500.0 metros (1640.0 pies) perforados de vida útil.

Sin embargo, el trabajo no solo culmina en la elección del producto que garantice una perforación óptima, sino que se debe realizar un monitoreo constante al uso adecuado de este y como se ve afectado los otros accesorios. De ser necesario se le brindara el apoyo a través del afilado de la broca o su cambio dependiendo del estado de este.

Las brocas deben tener un plan de afilamiento, si no son afiladas oportunamente estos pierden una vida útil de 40 a 45% menos del cual se estima, lo cual también afectaría al desgaste de los otros componentes del equipo de perforación.

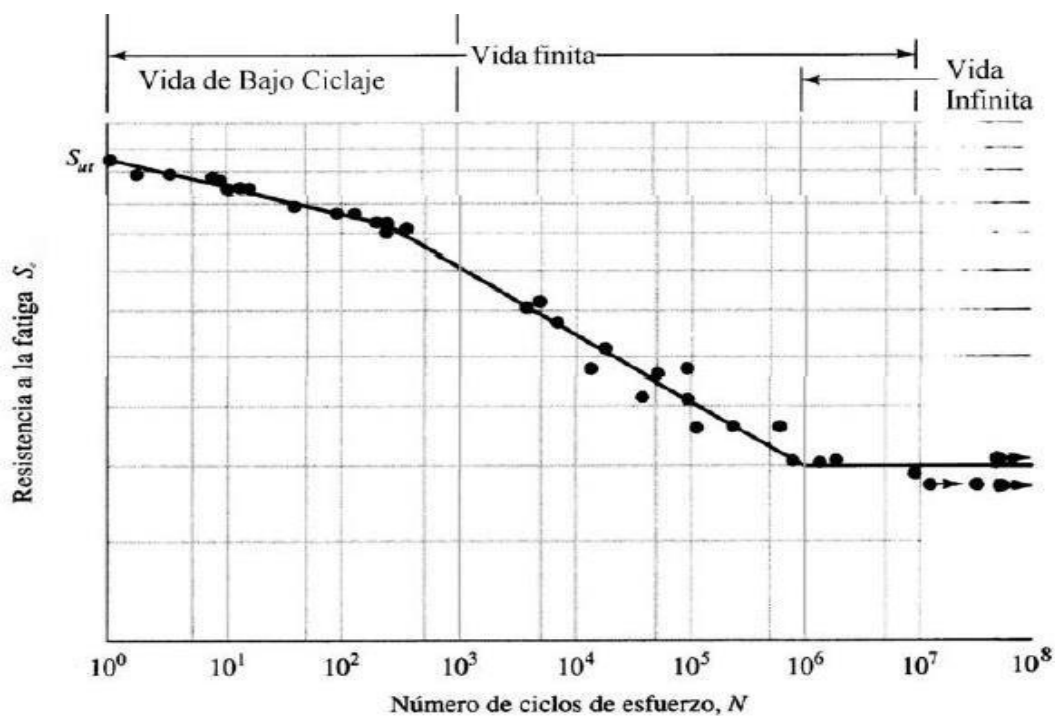
Fatiga de las brocas: Debido a un incremento en la energía del varillaje, las brocas son expuestas a soportar presiones mayores para los que fue fabricada, provocando la fatiga de la broca. Esta fatiga se produce por factores de terreno, por variaciones de presiones en el quipo o por mala operación. Entonces entendemos como fatiga de la broca al umbral de rotura donde la broca al ser usada ya no puede realizar su trabajo.

a. Definición del Limite Fatiga

El límite de fatiga es el punto en el que el material de acero puede fallar por la acumulación de pequeñas fisuras debido a la aplicación de fuerzas sucesivas sobre ella. Si estas fuerzas no se aminoran, se produce la rotura del material. Conocida también como umbral de transición de vida del material y se refiere al proceso de tensión o fatiga que ocurre en el acero como resultado de las fuerzas que actúan sobre el material. Se visualiza de mejor manera este criterio en el siguiente diagrama.

Figura 24

Resistencia a la fatiga vs ciclos de esfuerzos



Nota. Elaboración propia.

Tabla 12

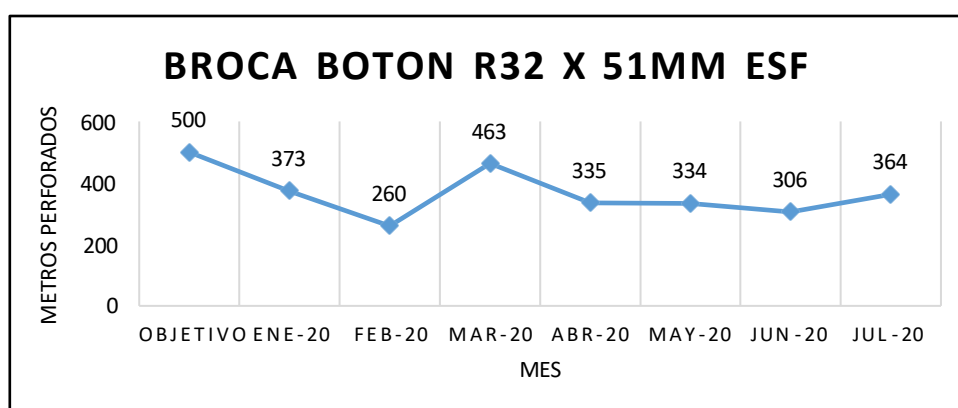
Rendimiento de Broca Botón R32 X 51mm Esf en los meses de Enero a Julio-2020

Accesorio de perforación	OBJETIVO	01/20	02/20	03/20	04/20	05/20	06/20	07/20	%
Broca Botón R32 X 51mm Esf	500	373	260	463	335	334	306	364	70%

Nota. Elaboración propia.

Figura 25

Rendimiento de Broca Botón R32 X 51mm Esf en los meses de Enero a Julio-2020



Nota. Elaboración propia.

Interpretación de la tabla: En la tabla se evidencia los rendimientos alcanzados durante los meses Enero a Julio del 2020; dichos rendimientos fueron resultado de los consumo y metros perforados por el equipo Jumbo B S1D_N°55; siendo en el mes de febrero se registró un rendimiento de 260 metros perforados.

Tabla 13

Rendimiento de Accesorio de perforación en los meses de Enero a Julio-2020

Accesorio de perforación	OBJETIVO	01/20	02/20	03/20	04/20	05/20	06/20	07/20	%
Shank Cop1838 T38 D38 L435mm	7000	4545	4761	4619	4913	4798	6552	4982	72%
Acople T38/T38	5000	4545	2380	4619	3685	3598	3276	4982	77%
Barra Tun T38-H35-R32 X 14'	3500	1705	2380	1732	1843	1599	1872	2491	56%
Broca Botón R32 X 51mm Esf	500	373	260	463	335	334	306	364	70%
Rimadora Domo R32 X 102mm	450	331	315	498	338	457	294	373	83%

Nota. Elaboración propia.

Figura 26*Desgaste y Sobre Perforación de las Brocas**Nota.* Elaboración propia.

El rendimiento de la broca de perforación depende de la calidad del macizo rocoso, por eso es importante conocer como la broca actúa en diferentes campos, ya que una propiedad del macizo rocoso es que este es anisotrópico. Por ello, para garantizar una vida útil más extensa de la broca, se brinda las consideraciones técnicas en como el terreno influye en la presión de trabajo.

En la Unidad Minera Islay se tiene un consumo considerable de brocas, esto debido a que no se realiza el control adecuado en el despacho de accesorios a los operadores de equipos Jumbo, además que en la mina se dejó de lado un plan de afilamiento de brocas.

El aumento del consumo de brocas está relacionada a los siguientes factores.

- No disponer de personal capacitado para el afilamiento de brocas.
- Control deficiente en el despacho de brocas a los operadores de equipos Jumbo.
- Presiones de perforación y RPM de equipos jumbo deficientes.
- Centralizadores de equipos jumbo en mal estado o inexistentes.

En consecuencia, a partir de estos parámetros, la perforación es una actividad que influye en el rendimiento de la voladura, alrededor del 80 %. De este resultado es preciso mencionar que la perforación es una actividad primordial a tener en cuenta.

4.2.2. Análisis de las barras de perforación

Como en el caso de las brocas, las pruebas de las barras hexagonales de 14 pies tuvieron resultados que señalan un aumento en los rendimientos en las perforaciones de paso único.

En la Unidad Minera Islay se tiene un consumo considerable de estas barras, esto debido a que no se realiza el control adecuado en el despacho de accesorios a los operadores de equipos Jumbo, además que en la mina este aumento de consumo también está relacionado a las roturas prematuras de las barras de perforación por causas operativas y mecánicas.

Figura 27

Desgaste Habitual de las Barras de Perforación



Nota. Elaboración propia.

Al realizar trabajos con presiones y RPM deficientes, la barra de perforación se ve expuesto a esfuerzos muy distintos a los producidos por el terreno. Esta diferencia de presiones

provoca en la barra esfuerzos excesivos que generan pandeamientos hasta provocar una rotura. Es por esta razón que se requiere la asesoría de un personal calificado en estos temas.

Estas son las razones por las que las barras de perforación se desgastan más rápidamente; “Falta de control en el cambio de barra, deficiente uso y manipuleo de las barras, RPM deficiente de equipos jumbo, centralizadores de equipos jumbo en mal estado o inexistentes”(Aparco y García, 2019, p.61).

Recalcando lo importante de la perforación sobre la voladura, una barra deficiente provocará desviaciones en la perforación, una transferencia de energía rotativa y percutiva deficiente. Estos parámetros apoyarán en el desgaste prematuro de los componentes.

4.2.3. Monitoreo de los accesorios en actividad

Durante el análisis de la columna sobre los accesorios de perforación realizadas con los equipos Jumbo S1D BOOMER, se permitió determinar valores positivos y negativos con respecto a la vida útil de dichos accesorios. Este tipo de análisis permitió evidenciar ciertas deficiencias en el proceso de la perforación, que a continuación se describe:

- a) Los equipos de perforación trabajan con RPM muy altas.
- b) Presiones de perforación elevadas (percusión, rotación, avance).
- c) Uso inadecuado de los accesorios de perforación.
- d) No se realiza en control de paralelismos de taladros.
- e) No hay un plan de afilado de brocas.
- f) Equipos con problemas mecánicos.
- g) Control deficiente en el despacho de accesorios a los operadores de equipos Jumbo.

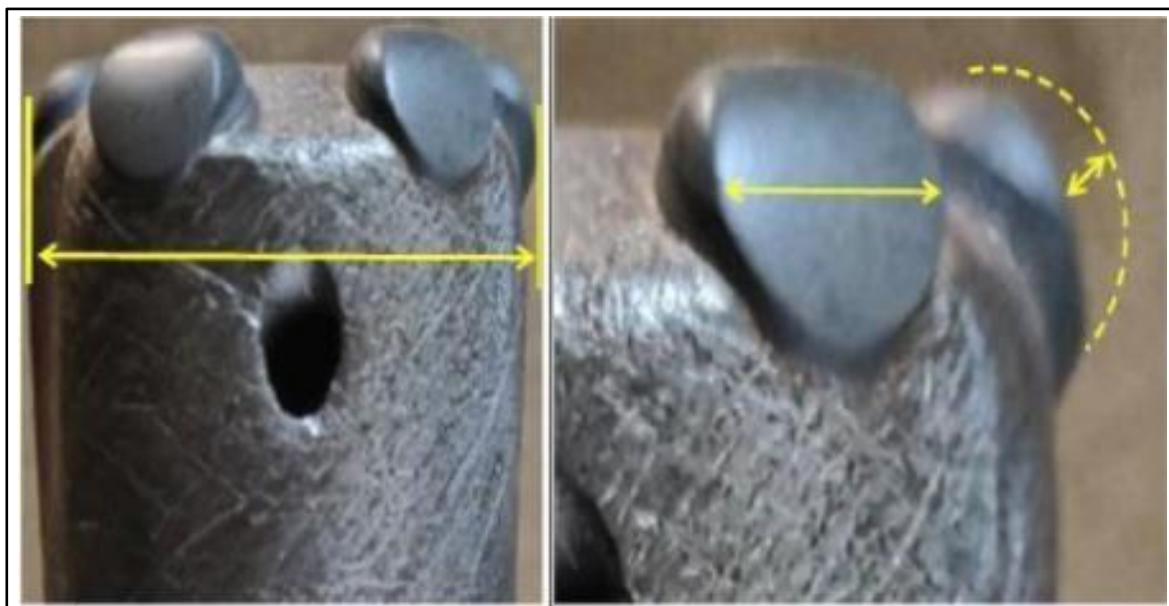
a) Presiones de perforación en equipos frontonero

Consecuencias de un RPM inadecuado:

- Aumento del desgaste sobre la periferia de la broca de perforación, lo que se traduce en un mayor consumo de brocas de perforación.
- Aumento del desgaste sobre la superficie de la barra de perforación, lo que ocasiona que la barra se vuelva más flexible provocando que los taladros se desvíen.
- En el proceso de emboquillado las brocas botón R32x51mm, presentan fracturas en los insertos periférico y frontal por excesiva RPM.

Figura 28

Desgaste Periférico de Botones de las Brocas de Perforación.



Nota. Elaboración propia.

Los estabilizadores delanteros (dowel) se encuentran muy desgastados, y para evitar un mal posicionamiento en la perforación, se recomienda realizar el cambio del producto. Considerar la manipulación y posicionamiento de viga al iniciar la perforación

En el proceso de posicionamiento de la viga se observó que el dowel presenta desgaste y en otros casos son mal operados permitiendo un daño prematuro de las brocas.

Figura 29

Desgaste Delantero del Soporte (Dowell)



Nota. Elaboración propia.

Esta realidad se convierte en costos de perforación más elevados por el incremento en el uso de accesorios. De ahí la importancia del análisis de la data, para poder solucionar los problemas críticos presentes en la mina Islay durante esta actividad de perforación y así aumentar la vida útil de los accesorios.

- b) Falta de control del paralelismo de taladros. La falta de control del paralelismo de taladros puede causar problemas en los accesorios de perforación. Para evitar este problema, es importante asegurarse de que las brocas estén nueva o afiladas, antes de comenzar a la perforación y utilizar dispositivos de guía para mantener el taladro; es importante inspeccionar periódicamente las brocas y reemplazarlas cuando sea necesario para garantizar que estén en óptimas condiciones de funcionamiento.

Figura 30

Falta de Control del Paralelismo de Taladro



Nota. Elaboración propia.

- c) Inexistencia de trabajo de afilado de brocas.

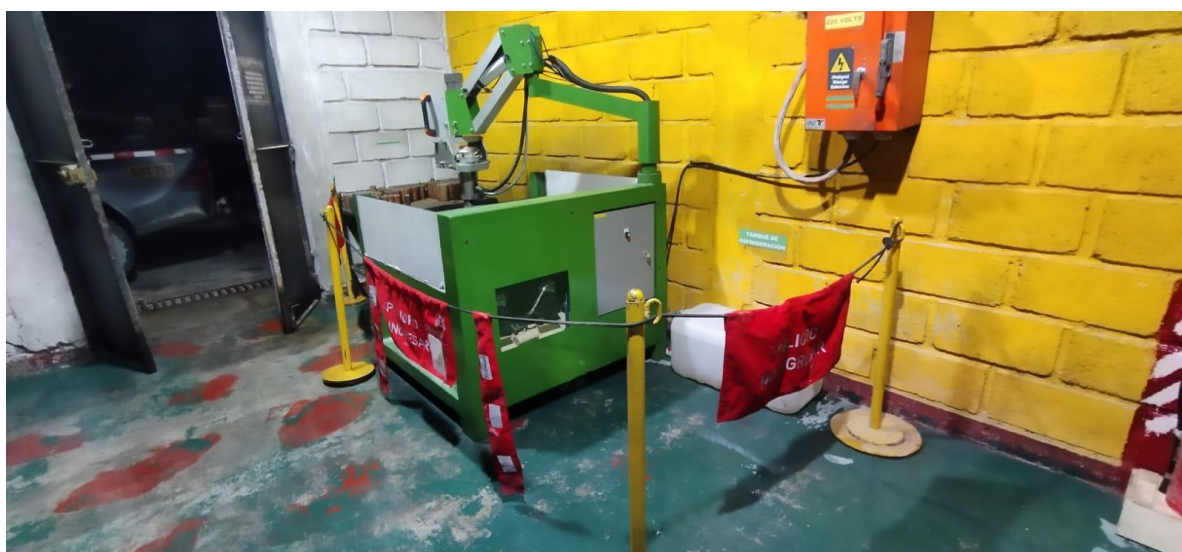
Por falta de los equipos y la inexistencia de un procedimiento o estándar para afilado de brocas el personal no realizaba el afilado de brocas oportunamente, teniendo como

principal problema por falta de aire comprimido en la unidad Islay (150 Psi de presión requerida para funcionamiento de afiladora neumática).

Teniendo este problema de falta de aire comprimido en la unidad Islay, se busca una afiladora que no requiera línea de aire comprimido, se implementa afiladora Eléctrica (generador de su propio aire para afilado)

Figura 31

Afiladora Eléctrica de la marca Rock Tools Perú.



Nota. Elaboración propia.

- d) Equipos de perforación con deficiencia en los centralizadores. Es importante tener en cuenta que los centralizadores y guiados son componentes críticos que ayudan a la barra mantener la dirección, evitando fatiga en la barra. Por lo tanto, es fundamental asegurarse de que estos componentes estén en buenas condiciones antes de comenzar cualquier operación de perforación.

Si se detectan deficiencias en los centralizadores o guiados de viga de perforación durante una inspección de rutina, es recomendable reemplazarlos de inmediato para evitar cualquier problema potencial en el futuro. Además, es importante llevar a cabo

interrupciones periódicas para asegurarse de que todo el equipo de perforación está en buenas condiciones y funcionando correctamente.

Figura 32

Inspección de los Centralizadores



Nota. Elaboración propia.

e) Falta de control en entrega de accesorios de perforación.

Al momento de entregar brocas nuevas a los operadores se optó por dar el doble de lo que se entregaba al inicio, ya que al final de la guardia las brocas retornaban sobre-perforadas y con roturas prematuras casi imposibles de reparar con la afiladora.

Figura 33

Entrega de las brocas a inicio de la guardia



Nota. Elaboración propia.

4.2.4. Análisis causa – efecto

Haciendo uso del diagrama Ishikawa, se presenta un resumen de los factores más importantes que influyen en la vida útil de los accesorios de perforación en la mina Islay.

Este análisis es necesario para poder determinar las causas de los parámetros que influyen en la vida útil de los accesorios de perforación y así precisar los efectos de estos mismos.

Figura 34

Diagrama Ishikawa de Causa y Efecto de la Vida Útil de los Accesorios de Perforación.



Nota. Elaboración propia.

A. Causas:

Saber qué afecta la vida útil de los accesorios de perforación será importante para determinar qué hacer a continuación.

- *Recurso humano:* Causa, rendimiento deficiente, producto de la ausencia de capacitaciones en el tema de uso y aspectos técnicos de los accesorios de perforación por parte del personal de ROCK TOOLS PERÚ a sus operadores.
- *Recurso material:* Causa, rendimiento deficiente, producto de la falta de un plan de afilado a las brocas de perforación de tipo inserto (Botones esféricos).
- *Recurso tecnológico:* Causa, rendimiento deficiente, producto de la ausencia de capacitaciones en el tema de equipos, rpm y presiones de trabajo inadecuadas hacia los operadores.

- *Entorno laboral:* Causa, rendimiento deficiente, por la ausencia de reportes geomecánicos del tipo de terreno en el trabajo.

B. Acciones Correctivas:

Luego de saber qué afecta la vida útil de los accesorios de perforación, se inicia el proceso de toma de decisiones para mejorar este aspecto. Por ello se sugieren las siguientes acciones correctivas.

- *Recurso humano:* capacitación continua y permanente, por parte de personal calificado de la empresa en el área de perforación y voladura, así mismo, capacitación en el uso adecuado por parte de personal técnico del proveedor.
- *Recurso material:* Realizar un plan de afilado de las brocas de acuerdo a una capacitación técnica del proveedor.
- *Recurso tecnológico:* Con participación del proveedor y personal calificado de la empresa, realizar una inspección y posterior auditoria a los equipos de perforación y sostenimiento, para regular las presiones y rpm de trabajo.
- *Entorno laboral:* Solicitar la recomendación geomecánica para una labor de perforación sobre el tipo de terreno, para poder garantizar un mejor manejo de los accesorios de perforación y aumentar la vida útil de estos.

4.3. Desarrollo de Trabajo

4.3.1. Medidas de Control

a) Uso inadecuado de tipo de Copa para afilado de brocas

Figura 35

Maquinas neumáticas de Afilado de Brocas

Con copas de afilado Rock Tools Perú	Con copas de afilado CME
	
	
• Mantiene la forma de inserto (forma balística) • Al momento de afilar no daña matriz (cuerpo). • Alarga vida útil (cumplimiento de rendimiento garantizado)	• Deformación de inserto (cono trunco) • Al momento de afilar Daña matriz (cuerpo) ya que no es copa de afilado adecuada. • Acorta vida útil.

Nota. Elaboración propia.

b) Capacitación de afilado de brocas.

Consiste en la restauración aproximada del inserto a su estado original, utilizando una afiladora.

Se cuenta con un espacio de trabajo adecuado para la actividad y con una afiladora eléctrica al 100%. (energía 220 voltios, velocidad 20000 rpm, fuerza de motor: 1.5kw, presión de aire de trabajo: 100psi).

Para el afilado se requiere copas esféricas de 09mm (frontales) y copas de 11 mm (periféricos) (para broca 51mm R32).

Sobre Perforación

- Excesiva sobre perforación daña a los accesorios y la perforadora.
- Las brocas en estas condiciones no se podrán restituidas a su forma original.
- Disminuye la velocidad de penetración. accesorio

Afilado

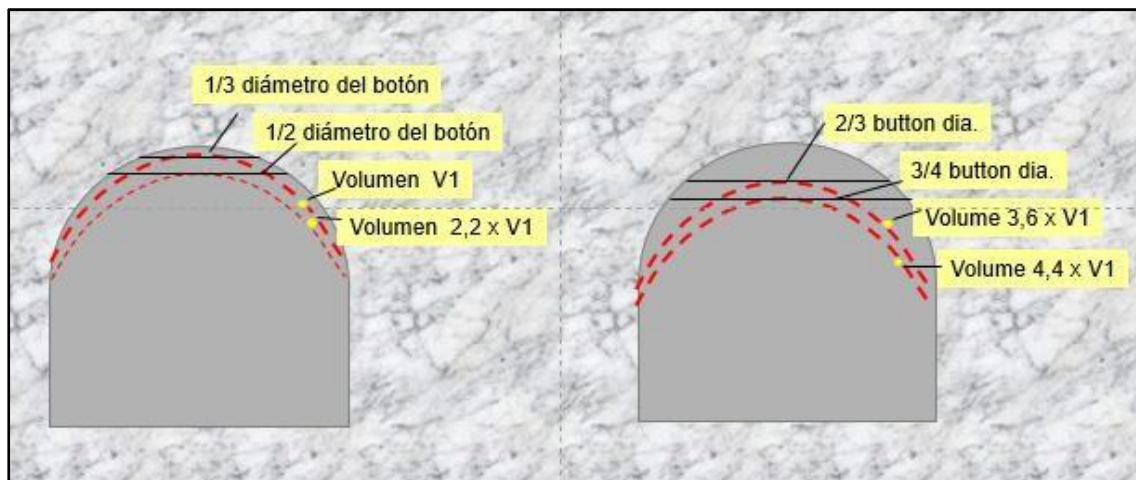
- Remover el exceso de acero entre los botones.
- Restaurar la abertura entre el cuerpo del acero y los botones como una broca nueva.
- Restaurar el botón a su forma original.

Beneficios del Correcto Afilado

- Incremento de la velocidad de penetración.
- Reduce los niveles de esfuerzo en los accesorios de perforación y la máquina.
- Incremento de la productividad.
- Reduce la desviación de los taladros.
- Reducción de Costos en Accesorios.

Para realizar el trabajo se necesita de un personal calificado que cumpla con los estándares de seguridad y calidad en el afilado y rectificado. Sin embargo, a la fecha no se cuenta con personal que se encargue del trabajo.

- Cuando se haya desgastado un tercio de la medida original del inserto, será necesario afilar la broca.

Figura 36*Especificaciones del Desgaste de Broca**Nota.* SANDVIK Mining y Construction (s.f.)

- Se necesita realizar un plan de seguimiento al desgaste de la broca por tipo de terreno, para determinar el tiempo aproximado que una broca necesite el afilado, esto considerando el desgaste de 1/3 del inserto.

Figura 37*Posición Adecuada de Afilado de Brocas del Personal Capacitado**Nota.* Elaboración propia.

Figura 38

Afiladora eléctrica de la marca Rock Tools Perú



Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Como se observa es la implementación de afiladora eléctrica al 100% con energía requerida de 220 voltios, con ella incorporado una compresora de 100 Psi. (para sistema neumático), con capacidad para el afilado de 8 brocas en serie.

Figura 39

Realizando el Respectivo Afilado Supervisado



Nota. Elaboración propia

Para una correcta afilado de brocas se tiene en cuenta un procedimiento de trabajo que permita tener un control administrativo a fin de estandarizar y garantizar este tipo de control que es de mucho aporte a incremento de vida útil de las brocas (anexo 6)

c) Capacitación a operadores en parámetro de perforación

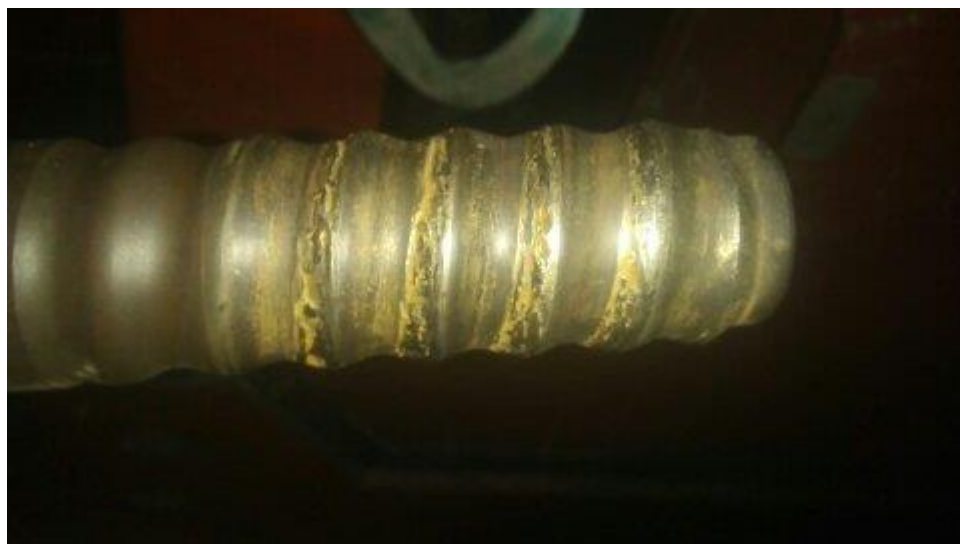
No solo deber ser capacitado el personal responsable del afilado de brocas, la capacitación también deber ser a los operadores de los equipos de perforación Jumbo (S1D BOOMER –Atlas Copco) en la importancia de conocer los parámetros de perforación para aumentar la vida útil de los accesorios de perforación, en un correcto paralelismo en la perforación, y en una adecuada distribución y espaciamiento de taladros.

Se capacitó en:

- **Percusión:** siendo la principal presión para rotura de roca en taladro.
- Una percusión demasiado alta: disminuye la vida útil de los accesorios, se presenta en picaduras en hilos de barra, Shank y salida de inserto en brocas de perforación (percusión en vacío).

Figura 40

Desgaste en los hilos por la percusión alta o percusión en vacío



Nota. Elaboración propia

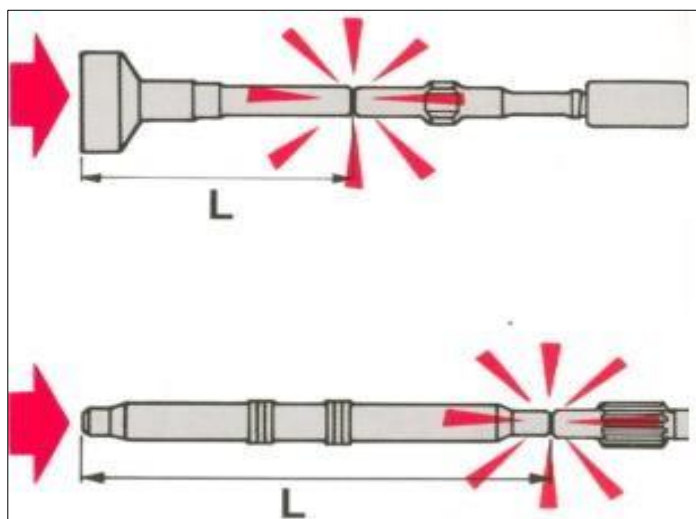
Una percusión demasiado baja: Pobre penetración, incrementa en tiempo de perforación, haciendo que el golpe dado por el pistón de perforadora no este equilibrada con el avance.

Las bajas presiones en el trabajo son cuando se realiza:

- Emboquillado
- Perforaciones en terreno fracturado
- Desacople

Figura 41

Energia Cinetica del Piston se Transmite a la Barra en Forma de Onda de Choque



Nota. SANDVIK Rock Tools ([SRT], s.f.)

- **Avance**

Avance muy alto:

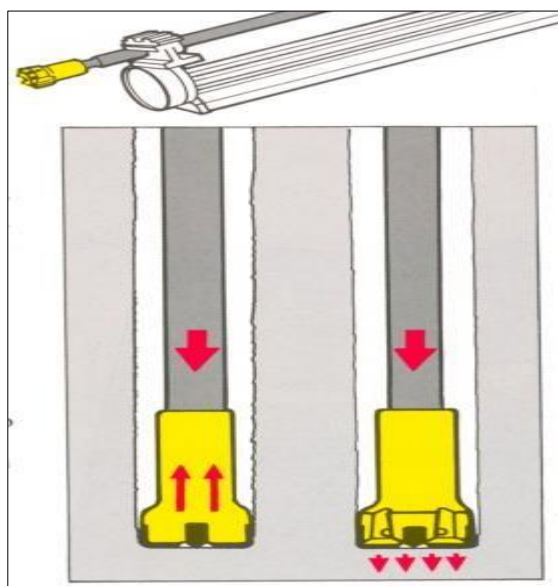
- La barra tiene tendencia a doblarse.
- Se origina desviaciones en el taladro.

Avance muy baja:

- Desgaste de los hilos.
- Disminución de la vida útil de los accesorios de perforación.

Figura 42

La Fuerza de Avance se Transmite al Soporte Mecánicamente



Nota. SANDVIK Rock Tools ([SRT], s.f.)

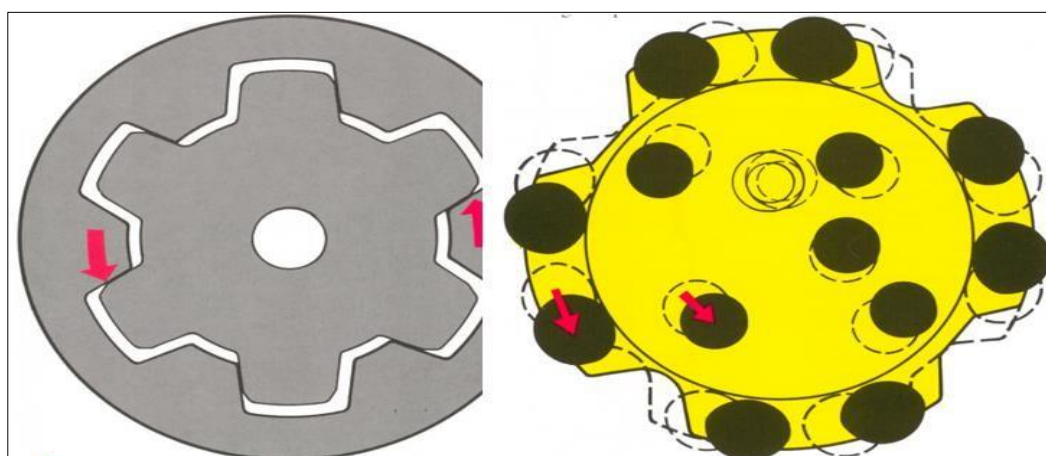
- **Rotación**

MUY ALTA: Corta vida de la broca.

MUY BAJA: La velocidad de penetración disminuye, aumentando el riesgo de atascado.

Figura 43

Método de Rotación y Trituración



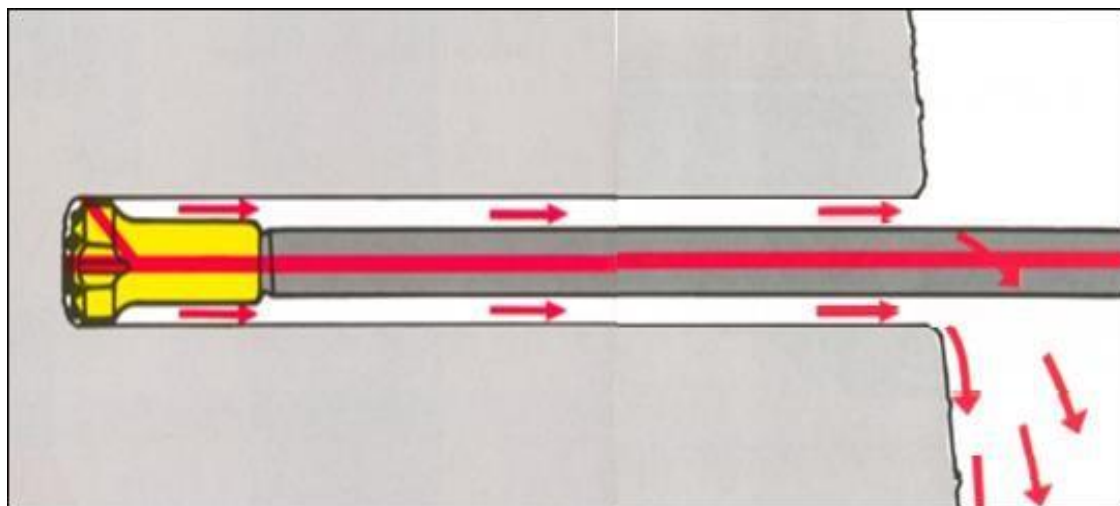
Nota. SANDVIK Rock Tools ([SRT], s.f.)

- **Barrido:**

Es la evacuación del detrito producto de la perforación y se puede realizar mediante el uso de agua, aire o espuma a presión, además sirve como enfriamiento del accesorio. El espacio entre el taladro y la barra determina la velocidad de flujo. Un espacio grande ocasiona una baja velocidad de flujo, mientras que un espacio insuficiente puede generar atascamientos y recristalización del accesorio.

Figura 44

Barrido Adecuado



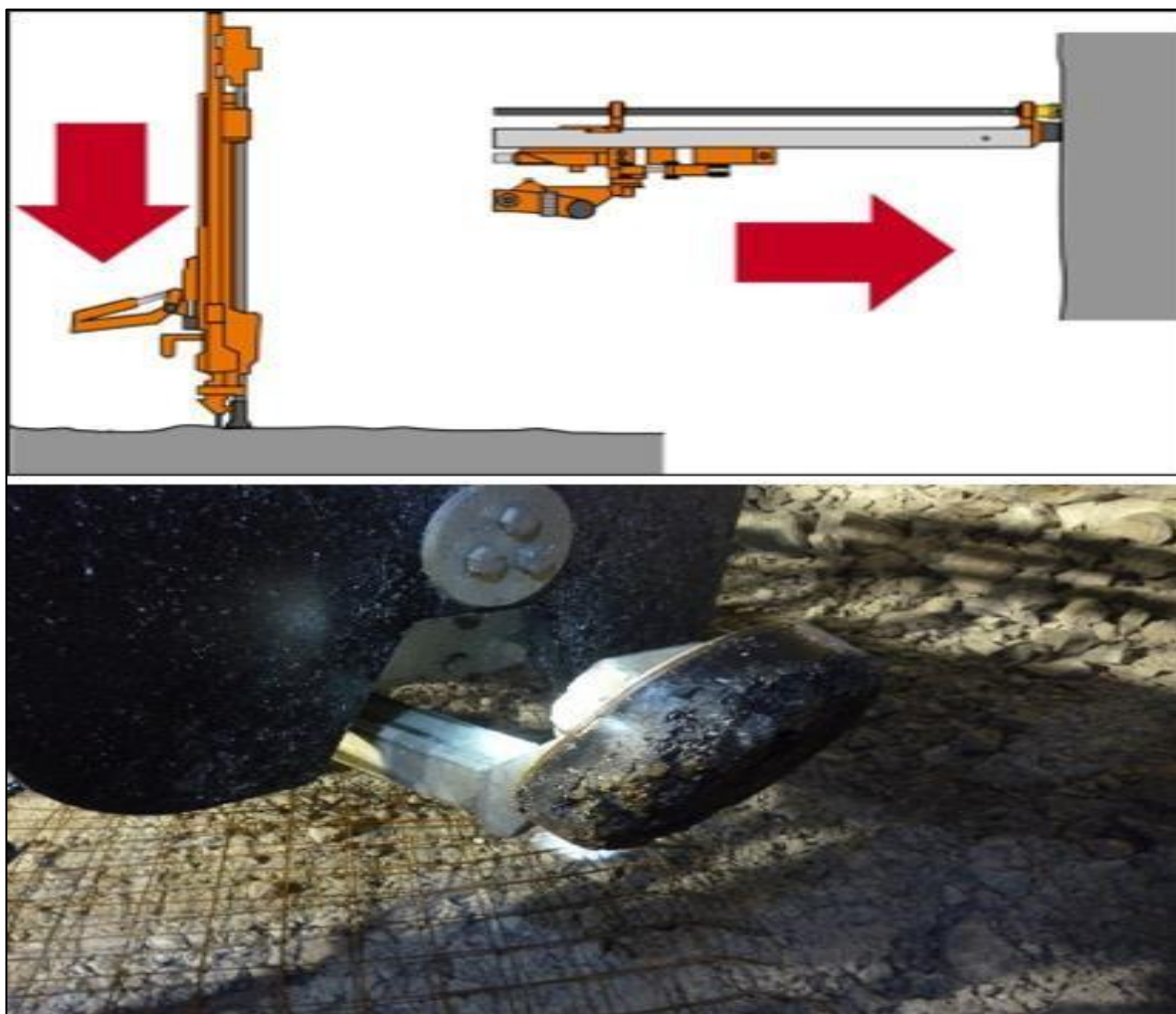
Nota. SANDVIK Rock Tools ([SRT], s.f.)

- **Posicionamiento:**

Para evitar vibraciones o movimientos de la viga durante la perforación, se fija al macizo rocoso los estabilizadores (Dowel).

Figura 45

Posicionamiento Adecuado



Nota. SANDVIK Rock Tools ([SRT], s.f.)

4.3.2. Control de los accesorios de perforación en las labores de avance con los respectivos equipos

a) Control de salida de accesorios de perforación

a.1. Jumbo B S1D_N°55

Tabla 14

Lista de Salida de Shank Cop1838 435MM con los Respectivos Operadores

Shank COP1838 T38 D38 L435MM - Mes Agosto_2020						
Fecha	Equipo	Operador	Cantidad	N° Shank	Descripción	Código Rock Tools
23/07/20	B S1D_N°55	Nelson Luis campos	01	1	SHANK COP1838 T38 D38 L435MM	RTP-COP1838-38T38-435
3/07/20	B S1D_N°55	Narciso Rapri Vargas	01	2	SHANK COP1838 T38 D38 L435MM	RTP-COP1838-38T38-435

Nota. Elaboración propia.

Tabla 15

Lista de Personal, Salida de Coupling T38/T38 (Acople)

Coupling T38/T38 - Mes Agosto_2020						
Fecha	Equipo	Operador	Cantidad	N° Acople	Descripción	Código Rock Tools
23/07/20	B S1D_N°55	Nelson Luis campos	01	1	COUPLING T38/T38	RTP-T38/T38-55-190
7/08/20	B S1D_N°55	Narciso Rapri	01	2	COUPLING T38/T38	RTP-T38/T38-55-190
20/08/20	B S1D_N°55	Narciso Rapri	01	3	COUPLING T38/T38	RTP-T38/T38-55-190

Nota. Elaboración propia.

Tabla 16*Lista de Personal, Salida de Barras de 14 pies*

Barra TUN T38-H35-R32 X 14' - Mes Agosto_2020						
Fecha	Equipo	Operador	Cantidad	N° Barra	Descripción	Código Rock Tools
23/07/20	B S1D_N°55	Nelson luis campos	01	1	BARRA TUN T38-H35-R32 X 14'	RTP-T38-H35-SR35-4310
31/07/20	B S1D_N°55	Alfredo Luis Rapri	01	2	BARRA TUN T38-H35-R32 X 14'	RTP-T38-H35-SR35-4310
11/08/20	B S1D_N°55	Narciso Rapri Vargas	01	3	BARRA TUN T38-H35-R32 X 14'	RTP-T38-H35-SR35-4310
20/08/20	B S1D_N°55	Narciso Rapri Vargas	01	4	BARRA TUN T38-H35-R32 X 14'	RTP-T38-H35-SR35-4310

Nota. Elaboración propia.

Tabla 17*Lista de Personal, Salida de Brocas*

BROCA BOTÓN R32 X 51MM ESF - MES AGOSTO_2020						
Fecha	Equipo	Operador	Cantidad	N° Broca	Descripción	Código Rock Tools
23/07/20	B S1D_N°55	Nelson Luis Campos	02	1, 2	Broca botón R32 X 51mm ESF	RTB-51R32-200/512-35-12
24/07/20	B S1D_N°55	Alfredo Luis Rapri	02	3, 4	Broca botón R32 X 51mm ESF	RTB-51R32-200/512-35-12
25/07/20	B S1D_N°55	Alfredo Luis Rapri	01	5	Broca botón R32 X 51mm ESF	RTB-51R32-200/512-35-12
26/07/20	B S1D_N°55	Narciso Rapri Vargas	02	6	Broca botón R32 X 51mm ESF	RTB-51R32-200/512-35-12
27/07/20	B S1D_N°55	Alfredo Luis Rapri	01	7	Broca botón R32 X 51mm ESF	RTB-51R32-200/512-35-12
29/07/20	B S1D_N°55	Nelson Luis Campos	01	8	Broca botón R32 X 51mm ESF	RTB-51R32-200/512-35-12
30/07/20	B S1D_N°55	Narciso Rapri Vargas	02	9	Broca botón R32 X 51mm ESF	RTB-51R32-200/512-35-12
31/07/20	B S1D_N°55	Narciso Rapri Vargas	01	10	Broca botón R32 X 51mm ESF	RTB-51R32-200/512-35-12
31/07/20	B S1D_N°55	Nelson Luis Campos	01	11	Broca botón R32 X 51mm ESF	RTB-51R32-200/512-35-12
5/08/20	B S1D_N°55	Hans Luis Huertas	01	12	Broca botón R32 X 51mm ESF	RTB-51R32-200/512-35-12
6/08/20	B S1D_N°55	Alfredo Luis Rapri	02	13	Broca botón R32 X 51mm ESF	RTB-51R32-200/512-35-12
11/08/20	B S1D_N°55	Alfredo Luis Rapri	01	14	Broca botón R32 X 51mm ESF	RTB-51R32-200/512-35-12
12/08/20	B S1D_N°55	Nelson Luis Campos	01	15	Broca botón R32 X 51mm ESF	RTB-51R32-200/512-35-12
13/08/20	B S1D_N°55	Alfredo Luis Rapri	01	16	Broca botón R32 X 51mm ESF	RTB-51R32-200/512-35-12
17/08/20	B S1D_N°55	Nelson Luis Campos	01	17	Broca botón R32 X 51mm ESF	RTB-51R32-200/512-35-12
17/08/20	B S1D_N°55	Nelson Luis Campos	01	18	Broca botón R32 X 51mm ESF	RTB-51R32-200/512-35-12
19/08/20	B S1D_N°55	Narciso Rapri Vargas	01	19	Broca botón R32 X 51mm ESF	RTB-51R32-200/512-35-12
19/08/20	B S1D_N°55	Nelson Luis Campos	01	20	Broca botón R32 X 51mm ESF	RTB-51R32-200/512-35-12
20/08/20	B S1D_N°55	Nelson Luis Campos	01	20	Broca botón R32 X 51mm ESF	RTB-51R32-200/512-35-12
22/08/20	B S1D_N°55	Narciso Rapri Vargas	01	22	Broca botón R32 X 51mm ESF	RTB-51R32-200/512-35-12
22/08/20	B S1D_N°55	Nelson Luis Campos	01	23	Broca botón R32 X 51mm ESF	RTB-51R32-200/512-35-12

Nota. Elaboración propia.

Tabla 18*Lista de Personal, Salida de Rimadora 102mm*

Rimadora DOMO R32 X 102MM - Mes Agosto 2020						
Fecha	Equipo	Operador	Cantidad	Nº Rimadora	Descripción	Código Rock Tools
23/07/20	B S1D_N°55	Nelson Luis campos	01	1	RIMADORA DOMO R32 X 102MM	RTB-102R32-113/1613-35-22
13/08/20	B S1D_N°55	Narciso Rapri Vargas	01	2	RIMADORA DOMO R32 X 102MM	RTB-102R32-113/1613-35-22
20/08/20	B S1D_N°55	Narciso Rapri Vargas	01	3	RIMADORA DOMO R32 X 102MM	RTB-102R32-113/1613-35-22

Nota. Elaboración propia.

b) Control de los accesorios (metros perforados) utilizado del jumbo en su respectiva labor

b.1. Control de metros perforados antes del estudio realizado del Jumbo S1D_N°55

Del 22 de junio del 2020 al 22 de julio del 2020

Tabla 19*Control de Accesorios de Perforación en Metros Perforados*

Fecha	Operador	Guardia	Tipo Roca	Nº Tal.	Rimados	L. Barra	Total, MP Tal. Prod	Total MP Rimado	Total MP
22/06/20	Nelson Luis Campos	Dia	mineral	32	4	12	117.0	14.6	131.7
22/06/20	Nelson Luis Campos	Dia	mineral	32	4	12	117.0	14.6	131.7
22/06/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0
22/06/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	desmonte	34	4	12	124.4	14.6	139.0

Fecha	Operador	Guardia	Tipo Roca	Nº Tal.	Rimados	L. Barra	Total, MP Tal. Prod	Total MP Rimado	Total MP
23/06/20	Nelson Luis Campos	Dia	desmonte	34	4	12	124.4	14.6	139.0
23/06/20	Nelson Luis Campos	Dia	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0
23/06/20	Nelson Luis Campos	Dia	mineral	34		12	124.4	0.0	124.4
23/06/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0
23/06/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	desmonte	34	4	12	124.4	14.6	139.0
23/06/20	Nelson Luis Campos	Dia	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0
23/06/20	Nelson Luis Campos	Dia	desmonte	34	4	12	124.4	14.6	139.0
23/06/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	desmonte	34	4	12	124.4	14.6	139.0
23/06/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	desmonte	34	4	12	124.4	14.6	139.0
24/06/20	Nelson Luis Campos	Dia	desmonte	34	4	12	124.4	14.6	139.0
24/06/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0
25/06/20	Nelson Luis Campos	Dia	desmonte	34	4	12	124.4	14.6	139.0
25/06/20	Nelson Luis Campos	Dia	desmonte	34	4	12	124.4	14.6	139.0
25/06/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	desmonte	34	4	12	124.4	14.6	139.0
25/06/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0
25/06/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	desmonte	34	4	12	124.4	14.6	139.0
25/06/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	desmonte	34	4	12	124.4	14.6	139.0
25/06/20	Nelson Luis Campos	Noche	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0
25/06/20	Nelson Luis Campos	Noche	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0

Fecha	Operador	Guardia	Tipo Roca	Nº Tal.	Rimados	L. Barra	Total, MP Tal. Prod	Total MP Rimado	Total MP
25/06/20	Nelson Luis Campos	Noche	desmonte	34	4	12	124.4	14.6	139.0
26/06/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	desmonte	34	4	12	124.4	14.6	139.0
26/06/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	desmonte	34	4	12	124.4	14.6	139.0
26/06/20	Nelson Luis Campos	Noche	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0
26/06/20	Nelson Luis Campos	Noche	desmonte	34	4	12	124.4	14.6	139.0
27/06/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0
27/06/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	desmonte	34	4	12	124.4	14.6	139.0
27/06/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	desmonte	34	4	12	124.4	14.6	139.0
27/06/20	Nelson Luis Campos	Noche	mineral	32	4	12	117.0	14.6	131.7
27/06/20	Nelson Luis Campos	Noche	desmonte	34	4	12	124.4	14.6	139.0
28/06/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	desmonte	25	4	12	91.4	14.6	106.1
28/06/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	desmonte	34	4	12	124.4	14.6	139.0
29/06/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	desmonte	34	4	12	124.4	14.6	139.0
29/06/20	Nelson Luis Campos	Noche	desmonte	32	4	12	117.0	14.6	131.7
29/06/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	desmonte	34		12	124.4	0.0	124.4
30/06/20	Nelson Luis Campos	Noche	desmonte	34	4	12	124.4	14.6	139.0
30/06/20	HANS LUIS	Dia	desmonte	32	4	12	117.0	14.6	131.7
30/06/20	Narciso Rapri Vargas	Noche	mineral	24		12	87.8	0.0	87.8
01/07/20	Narciso Rapri Vargas	Noche	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0

Fecha	Operador	Guardia	Tipo Roca	Nº Tal.	Rimados	L. Barra	Total, MP Tal. Prod	Total MP Rimado	Total MP
01/07/20	Narciso Rapri Vargas	Noche	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0
02/07/20	Alfredo Luis Rapri	Dia	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0
02/07/20	Alfredo Luis Rapri	Dia	mineral	25		12	91.4	0.0	91.4
02/07/20	Narciso Rapri Vargas	Noche	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0
02/07/20	Narciso Rapri Vargas	Noche	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0
03/07/20	Alfredo Luis Rapri	Dia	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0
03/07/20	Narciso Rapri Vargas	Noche	mineral	32	4	12	117.0	14.6	131.7
03/07/20	Narciso Rapri Vargas	Noche	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0
03/07/20	Narciso Rapri Vargas	Noche	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0
03/07/20	Alfredo Luis Rapri	Dia	mineral	25		12	91.4	0.0	91.4
03/07/20	Narciso Rapri Vargas	Noche	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0
04/07/20	Narciso Rapri Vargas	Noche	desmonte	34	4	12	124.4	14.6	139.0
04/07/20	Narciso Rapri Vargas	Noche	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0
05/07/20	Alfredo Luis Rapri	Dia	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0
05/07/20	Alfredo Luis Rapri	Dia	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0
05/07/20	Narciso Rapri Vargas	Noche	mineral	32	4	12	117.0	14.6	131.7
06/07/20	Nelson Luis Campos	Dia	desmonte	34	4	12	124.4	14.6	139.0
06/07/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0
07/07/20	Nelson Luis Campos	Dia	mineral	32	4	12	117.0	14.6	131.7

Fecha	Operador	Guardia	Tipo Roca	Nº Tal.	Rimados	L. Barra	Total, MP Tal. Prod	Total MP Rimado	Total MP
07/07/20	Nelson Luis Campos	Dia	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0
07/07/20	Nelson Luis Campos	Dia	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0
07/07/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	mineral	22		12	80.5	0.0	80.5
08/07/20	Nelson Luis Campos	Dia	mineral	32	4	12	117.0	14.6	131.7
08/07/20	Nelson Luis Campos	Dia	mineral	36	4	12	131.7	14.6	146.3
08/07/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	desmonte	36	4	12	131.7	14.6	146.3
09/07/20	Nelson Luis Campos	Dia	mineral	32	4	12	117.0	14.6	131.7
09/07/20	Nelson Luis Campos	Dia	mineral	36	4	12	131.7	14.6	146.3
09/07/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	desmonte	36	4	12	131.7	14.6	146.3
10/07/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	mineral	34	4	12	124.4	14.6	139.0
10/07/20	Nelson Luis Campos	Dia	desmonte	36	4	12	131.7	14.6	146.3
10/07/20	Nelson Luis Campos	Dia	mineral	32	4	12	117.0	14.6	131.7
10/07/20	Nelson Luis Campos	Dia	mineral	36	4	12	131.7	14.6	146.3
11/07/20	Nelson Luis Campos	Dia	mineral	32	4	12	117.0	14.6	131.7
11/07/20	Nelson Luis Campos	Dia	desmonte	36	4	12	131.7	14.6	146.3
11/07/20	Nelson Luis Campos	Dia	desmonte	36	4	12	131.7	14.6	146.3
11/07/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	desmonte	30		12	109.7	0.0	109.7
11/07/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	desmonte	36	4	12	131.7	14.6	146.3
12/07/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	desmonte	36	4	12	131.7	14.6	146.3

Fecha	Operador	Guardia	Tipo Roca	Nº Tal.	Rimados	L. Barra	Total, MP Tal. Prod	Total MP Rimado	Total MP
12/07/20	Nelson Luis Campos	Noche	mineral	36	4	12	131.7	14.6	146.3
12/07/20	Nelson Luis Campos	Noche	desmonte	36	4	12	131.7	14.6	146.3
13/07/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	desmonte	36	4	12	131.7	14.6	146.3
13/07/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	mineral	32	4	12	117.0	14.6	131.7
13/07/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	desmonte	25	4	12	91.4	14.6	106.1
13/07/20	Nelson Luis Campos	Noche	mineral	32	4	12	117.0	14.6	131.7
13/07/20	Nelson Luis Campos	Noche	desmonte	32	4	12	117.0	14.6	131.7
13/07/20	Nelson Luis Campos	Noche	desmonte	36	4	12	131.7	14.6	146.3
14/07/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	mineral	32	4	12	117.0	14.6	131.7
14/07/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	desmonte	36	4	12	131.7	14.6	146.3
14/07/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	desmonte	36	4	12	131.7	14.6	146.3
14/07/20	Nelson Luis Campos	Noche	desmonte	32	4	12	117.0	14.6	131.7
14/07/20	Nelson Luis Campos	Noche	mineral	32	4	12	117.0	14.6	131.7
15/07/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	mineral	32	4	12	117.0	14.6	131.7
15/07/20	Nelson Luis Campos	Noche	desmonte	38	4	12	139.0	14.6	153.6
16/07/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	mineral	36	4	12	131.7	14.6	146.3
16/07/20	Nelson Luis Campos	Noche	desmonte	38	4	12	139.0	14.6	153.6
17/07/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	mineral	36	4	12	131.7	14.6	146.3
17/07/20	Nelson Luis Campos	Noche	desmonte	36	4	12	131.7	14.6	146.3

Fecha	Operador	Guardia	Tipo Roca	Nº Tal.	Rimados	L. Barra	Total, MP Tal. Prod	Total MP Rimado	Total MP
18/07/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	mineral	36	4	12	131.7	14.6	146.3
18/07/20	Nelson Luis Campos	Noche	desmonte	36	4	12	131.7	14.6	146.3
19/07/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	mineral	38	4	12	139.0	14.6	153.6
19/07/20	Nelson Luis Campos	Noche	desmonte	36	4	12	131.7	14.6	146.3
20/07/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	mineral	36	4	12	131.7	14.6	146.3
20/07/20	Nelson Luis Campos	Noche	desmonte	38	4	12	139.0	14.6	153.6
20/07/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	desmonte	36	4	12	131.7	14.6	146.3
15/07/20	Nelson Luis Campos	Dia	desmonte	38	4	12	139.0	14.6	153.6
20/07/20	Nelson Luis Campos	Noche	desmonte	33	4	13	130.8	15.8	146.6

Número de Taladros Perforados	3675
Número de Taladros Rimados	408
Total de números de taladros	4083
Metros perforados(m)	13451.74
Metros Rimados (m)	1493.52
TOTAL DE METROS PERFORADOS (m)	14945.25

Nota. Elaboración propia

b.2. Control de metros perforados en estudio del equipo Jumbo S1D_N°55

Del 23 de julio de 2020 al 22 de agosto de 2020

Tabla 20

Control de Accesorios de Perforación en Metros Perforados

Fecha	Operador	Guardia	Labor	Tipo Roca	Nº Tal. Perf.	Nº Tal. Rim.	L. Efec. Perf. (pies)	Total MP
23/07/20	Nelson Luis Campos	Dia	SN(500)190-ISLP-0	Mineral	36	4	12	146.3
23/07/20	Nelson Luis Campos	Dia	SN(300)160-MJAZ-0	Mineral	36	4	12	146.3
23/07/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	SN(200)160-SUR-0	Mineral	34	4	12	139.0
23/07/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	AC(400)150-RPSUR-3	Desmonte	36	4	12	146.3
24/07/20	Nelson Luis Campos	Dia	AC(400)150-RPSUR-3	Desmonte	36	4	12	146.3
24/07/20	Nelson Luis Campos	Dia	SN(300)160-MJAZ-0	Mineral	34	4	12	139.0
24/07/20	Nelson Luis Campos	Dia	SN(300)160-MJAZ-0	Mineral	34	4	12	139.0
24/07/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	SN(500)190-ISLP-0	Mineral	34	4	12	139.0
24/07/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	AC(400)150-RPSUR-3	Desmonte	36	4	12	146.3
25/07/20	Nelson Luis Campos	Dia	SN(300)160-MJAZ-0	Mineral	32	4	12	131.7
25/07/20	Nelson Luis Campos	Dia	AC(400)150-RPSUR-3	Desmonte	36	4	12	146.3
25/07/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	AC(400)150-RPSUR-3	Desmonte	36	4	12	146.3
25/07/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	CO(300)180-MJAZ-11	Desmonte	34	4	12	139.0
26/07/20	Nelson Luis Campos	Dia	SN(500)190-ISLP-0	Desmonte	34	4	12	139.0
26/07/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	SN(300)160-MJAZ-0	Mineral	34	4	12	139.0
27/07/20	Nelson Luis Campos	Dia	AC(400)150-RPSUR-3	Desmonte	36	4	12	146.3
27/07/20	Nelson Luis Campos	Dia	AC(400)150-RPSUR-3	Desmonte	36	4	12	146.3

Fecha	Operador	Guardia	Labor	Tipo Roca	Nº Tal. Perf.	Nº Tal. Rim.	L. Efec. Perf. (pies)	Total MP
27/07/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	CO(300)180-MJAZ-11	Desmonte	34	4	12	139.0
27/07/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	CO(300)180-MJAZ-11	Mineral	34	4	12	139.0
29/07/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	CO(300)180-MJAZ-11	Desmonte	36	4	12	146.3
29/07/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	AC(400)150-RPSUR-3	Desmonte	36	4	12	146.3
29/07/20	Nelson Luis Campos	Noche	SN(200)160-SUR-0	Mineral	36	4	12	146.3
29/07/20	Nelson Luis Campos	Noche	SN(300)160-MJAZ-0	Mineral	36	4	12	146.3
29/07/20	Nelson Luis Campos	Noche	AC(400)150-RPSUR-3	Desmonte	36	4	12	146.3
30/07/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	CO(300)180-MJAZ-11	Desmonte	36	4	12	146.3
30/07/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	AC(400)150-RPSUR-3	Desmonte	36	4	12	146.3
30/07/20	Nelson Luis Campos	Noche	SN(200)160-SUR-0	Mineral	36	4	12	146.3
30/07/20	Nelson Luis Campos	Noche	AC(400)150-RPSUR-3	Desmonte	38	4	12	153.6
31/07/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	SN(300)160-MJAZ-0	Mineral	36	4	12	146.3
31/07/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	CO(300)180-MJAZ-11	Desmonte	36	4	12	146.3
31/07/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	AC(400)150-RPSUR-3	Desmonte	36	4	12	146.3
31/07/20	Nelson Luis Campos	Noche	SN(200)160-SUR-0	Mineral	34	4	12	139.0
31/07/20	Nelson Luis Campos	Noche	AC(400)150-RPSUR-3	Desmonte	36	4	12	146.3
2/08/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	AC(400)150-RPSUR-3	Desmonte	36	4	12	146.3
2/08/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	CO(300)180-MJAZ-11	Desmonte	36	4	12	146.3
3/08/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	SN(500)190-ISLP-0	Desmonte	36	4	12	146.3
3/08/20	Nelson Luis Campos	Noche	SN(500)190-ISLP-0	Desmonte	34	4	12	139.0

Fecha	Operador	Guardia	Labor	Tipo Roca	Nº Tal. Perf.	Nº Tal. Rim.	L. Efec. Perf. (pies)	Total MP
4/08/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	SN(500)190-ISLP-0	Desmonte	34	4	12	139.0
4/08/20	Nelson Luis Campos	Noche	SN(500)190-ISLP-0	Desmonte	36	4	12	146.3
5/08/20	Hans Luis Huertas	Dia	SN(200)160-SUR-0	Desmonte	34	4	12	139.0
5/08/20	Narciso Rapri Vargas	Noche	SN(200)160-SUR-0	Mineral	36		12	131.7
6/08/20	Narciso Rapri Vargas	Noche	SN(500)190-ISLP-0	Mineral	38	4	12	153.6
6/08/20	Narciso Rapri Vargas	Noche	AC(400)150-RPSUR- 3	Desmonte	36	4	12	146.3
7/08/20	Alfredo Luis Rapri	Dia	SN(200)160-SUR-0	Mineral	34	4	12	139.0
7/08/20	Alfredo Luis Rapri	Dia	SN(500)190-ISLP-0	Mineral	34	4	12	139.0
7/08/20	Narciso Rapri Vargas	Noche	AC(400)150-RPSUR- 3	Desmonte	36	4	12	146.3
7/08/20	Narciso Rapri Vargas	Noche	SN(500)190-ISLP-0	Mineral	34	4	12	139.0
8/08/20	Alfredo Luis Rapri	Dia	SN(500)190-ISLP-0	Mineral	34	4	12	139.0
8/08/20	Narciso Rapri Vargas	Noche	SN(200)160-SUR-0	Mineral	36	4	12	146.3
8/08/20	Narciso Rapri Vargas	Noche	AC(400)150-RPSUR- 3	Desmonte	36	4	12	146.3
8/08/20	Narciso Rapri Vargas	Noche	SN(500)190-ISLP-0	Mineral	38		12	139.0
9/08/20	Alfredo Luis Rapri	Dia	SN(500)190-ISLP-0	Mineral	38		12	139.0
9/08/20	Narciso Rapri Vargas	Noche	SN(500)190-ISLP-0	Mineral	39		12	142.6
10/08/20	Narciso Rapri Vargas	Noche	AC(400)150-RPSUR- 3	Desmonte	34	4	12	139.0
10/08/20	Narciso Rapri Vargas	Noche	SN(500)190-ISLP-0	Mineral	38		12	139.0
11/08/20	Alfredo Luis Rapri	Dia	SN(300)160-MJAZ-0	Mineral	34	4	12	139.0
11/08/20	Alfredo Luis Rapri	Dia	SN(500)190-ISLP-0	Mineral	34	4	12	139.0

Fecha	Operador	Guardia	Labor	Tipo Roca	Nº Tal. Perf.	Nº Tal. Rim.	L. Efec. Perf. (pies)	Total MP
11/08/20	Narciso Rapri Vargas	Noche	SN(200)160-SUR-0	Mineral	36	4	12	146.3
12/08/20	Nelson Luis Campos	Dia	AC(400)150-RPSUR- 3	Desmonte	36		12	131.7
12/08/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	SN(500)190-ISLP-0	Mineral	36	4	12	146.3
13/08/20	Nelson Luis Campos	Dia	SN(300)160-MJAZ-0	Mineral	38	4	12	153.6
13/08/20	Nelson Luis Campos	Dia	SN(500)190-ISLP-0	Mineral	38	4	12	153.6
13/08/20	Nelson Luis Campos	Dia	AC(400)150-RPSUR- 3	Desmonte	36	4	12	146.3
13/08/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	SN(500)190-ISLP-0	Mineral	36		12	131.7
14/08/20	Nelson Luis Campos	Dia	SN(300)160-MJAZ-0	Mineral	38		12	139.0
14/08/20	Nelson Luis Campos	Dia	SN(500)190-ISLP-0	Mineral	36	4	12	146.3
14/08/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	SN(300)160-MJAZ-0	Mineral	38	4	12	153.6
14/08/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	AC(400)150-RPSUR- 3	Desmonte	36	4	12	146.3
15/08/20	Nelson Luis Campos	Dia	SN(300)160-MJAZ-0	Mineral	36	4	12	146.3
15/08/20	Nelson Luis Campos	Dia	SN(500)190-ISLP-0	Mineral	36	4	12	146.3
15/08/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	AC(400)150-RPSUR- 3	Desmonte	36	4	12	146.3
15/08/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	SN(300)160-MJAZ-0	Mineral	34	4	12	139.0
16/08/20	Nelson Luis Campos	Dia	SN(300)160-MJAZ-0	Mineral	36	4	12	146.3
16/08/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	SN(300)160-MJAZ-0	Mineral	34	4	12	139.0
17/08/20	Nelson Luis Campos	Dia	AC(400)150-RPSUR- 3	Desmonte	36		12	131.7
17/08/20	Nelson Luis Campos	Dia	SN(300)160-MJAZ-0	Mineral	34	4	12	139.0
17/08/20	Nelson Luis Campos	Dia	SN(300)160-MJAZ-0	Mineral	35	4	12	142.6

Fecha	Operador	Guardia	Labor	Tipo Roca	Nº Tal. Perf.	Nº Tal. Rim.	L. Efec. Perf. (pies)	Total MP
17/08/20	Nelson Luis Campos	Dia	SN(300)160-MJAZ-0	Mineral	35	4	12	142.6
18/08/20	Nelson Luis Campos	Dia	SN(300)160-MJAZ-0	Mineral	36	4	12	146.3
18/08/20	Nelson Luis Campos	Dia	SN(300)160-MJAZ-0	Desmonte	36	4	12	146.3
18/08/20	Nelson Luis Campos	Dia	AC(400)150-RPSUR-3	Desmonte	36	4	12	146.3
18/08/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	AC(400)150-RPSUR-3	Desmonte	36	4	12	146.3
18/08/20	Alfredo Luis Rapri	Noche	AC(400)150-RPSUR-3	Desmonte	34	4	12	139.0
19/08/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	AC(400)150-RPSUR-3	Desmonte	36		12	131.7
19/08/20	Nelson Luis Campos	Noche	SN(300)160-MJAZ-0	Mineral	36	4	12	146.3
19/08/20	Nelson Luis Campos	Noche	SN(500)190-ISLP-0	Desmonte	34	4	12	139.0
20/08/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	AC(400)150-RPSUR-3	Desmonte	36	4	12	146.3
20/08/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	SN(300)160-MJAZ-0	Mineral	34		12	124.4
20/08/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	AC(400)150-RPSUR-3	Desmonte	34	4	12	139.0
20/08/20	Nelson Luis Campos	Noche	SN(300)160-MJAZ-0	Mineral	34	4	12	139.0
20/08/20	Nelson Luis Campos	Noche	SN(500)190-ISLP-0	Desmonte	32		12	117.0
20/08/20	Nelson Luis Campos	Noche	AC(400)150-RPSUR-3	Desmonte	36	4	12	146.3
20/08/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	SN(300)160-MJAZ-0	Mineral	36	4	12	146.3
20/08/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	AC(400)150-RPSUR-3	Desmonte	36	4	12	146.3
20/08/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	SN(500)190-ISLP-0	Desmonte	36	4	12	146.3
20/08/20	Nelson Luis Campos	Noche	SN(500)190-ISLP-0	Desmonte	36	4	12	146.3
20/08/20	Nelson Luis Campos	Noche	SN(300)160-MJAZ-0	Mineral	36		12	131.7

Fecha	Operador	Guardia	Labor	Tipo Roca	Nº Tal. Perf.	Nº Tal. Rim.	L. Efec. Perf. (pies)	Total MP
22/08/20	Narciso Rapri Vargas	Dia	SN(300)160-MJAZ-0	Mineral	38	4	12	153.6
22/08/20	Nelson Luis Campos	Noche	SN(500)190-ISLP-0	Desmonte	36	4	12	146.3

Número de Taladros Perforados	3520
Número de Taladros Rimados	344
Total de números de taladros	3865
Metros perforados(m)	12878.41
Metros Rimados (m)	1258.20
TOTAL DE METROS PERFORADOS (m)	14136.62

Nota. Elaboración propia

c) RESULTADOS

c.1. Los datos tomados antes del estudio de la optimización de los accesorios de perforación

Los siguientes datos muestran los resultados tomados antes del estudio de la optimización de los accesorios de perforación.

Tabla 21

Consumo de accesorios de perforación antes del trabajo de optimización

Accesorio de perforación	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20
SHANK COP1838 T38 D38 L435MM	3	2	3	3	3	2	3
ACOPLE T38/T38	3	4	3	4	4	4	3
BARRA TUN T38-H35-R32 X 14'	8	4	8	8	9	7	6
BROCA BOTÓN R32 X 51MM ESF	33	33	27	40	39	39	37
RIMADORA DOMO R32 X 102MM	4	3	3	4	3	4	4
Consumo Total de Accesorio de perforación	51	46	44	59	58	56	53

Nota. Elaboración propia

Descripción: En la tabla se muestra el resumen de accesorios de perforación empelados en cada mes en el equipo Jumbo. B S1D_N°55; estas serán más detallados en los siguientes cuadros.

Tabla 22

Rendimiento de los accesorios de perforación antes del trabajo de optimización

Accesorio de perforación	OBJETIVO	01/20	02/20	03/20	04/20	05/20	06/20	07/20	REND.	%
									PONDERADO	
Shank Cop1838 T38 D38 L435mm	7000	4545	4760	4618	4914	4798	6552	4982	5,024	72%
Acople T38/T38	5000	4545	2380	4618	3685	3598	3276	4982	3,869	77%
Barra Tun T38-H35-R32 X 14'	3500	1704	2380	1732	1843	1599	1872	2491	1,945	56%
Broca Botón R32 X 51mm Esf	500	373	259	463	334	334	306	364	347	70%
Rimadora Domo R32 X 102mm	450	331	315	497	337	457	294	373	372	83%

Nota. Elaboración propia

Descripción: Se tiene el control total del JUMBO B S1D_N°55 antes del estudio realizado, en el cual se utilizó un total de 194 und de brocas de 51mm y 50 und de barra de 14' obteniendo un metraje de 85175.1 m con una eficiencia 70% en las brocas y 94195.3 m en las barras con una eficiencia del 56%. Además, 2 brocas llegaron a una eficiencia de 43% y 2 barras a una eficiencia de 37%. Los cuales, con el estudio realizado, los rendimientos se incrementan tal como se muestra en los cuadros siguientes.

Tabla 23

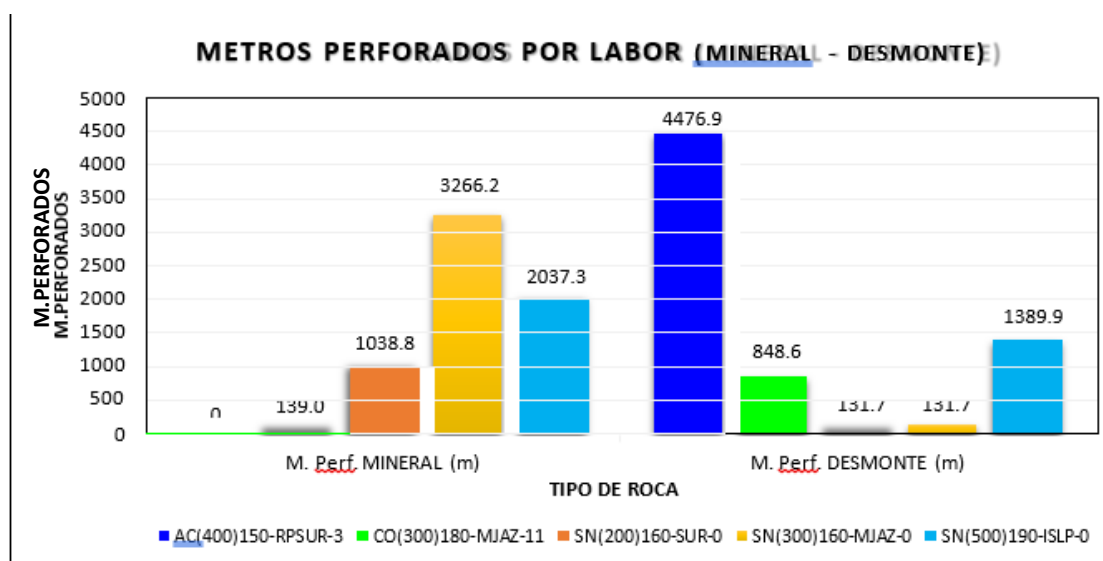
Resumen de Metros Perforados del Jumbo B S1D-N°55 en el Agosto de 2020

Zonas	Equipo	Labor	Mineral	Desmonte	Total Metros
Operaciones	Jumbo B S1D_N°55	AC(400)150-RPSUR-3	-	4476.9	4476.9
		CO(300)180-MJAZ-11	139.0	863.2	1002.2
		SN(200)160-SUR-0	1133.9	139.0	1272.9
		SN(300)160-MJAZ-0	3555.2	146.3	3701.5
		SN(500)190-ISLP-0	2278.7	1404.5	3683.2
Total			7106.7	7029.9	14136.6

Nota. Elaboración propia

Figura 46

Metros Perforados por Labor en Mineral y Desmante



Nota. Elaboración propia

Descripción: En el cuadro se muestra el resumen del JUMBO B S1D_N°55 con labores específicas y los metros perforados en cada una de ellas; estas serán más detallados en los siguientes cuadros.

Tabla 24

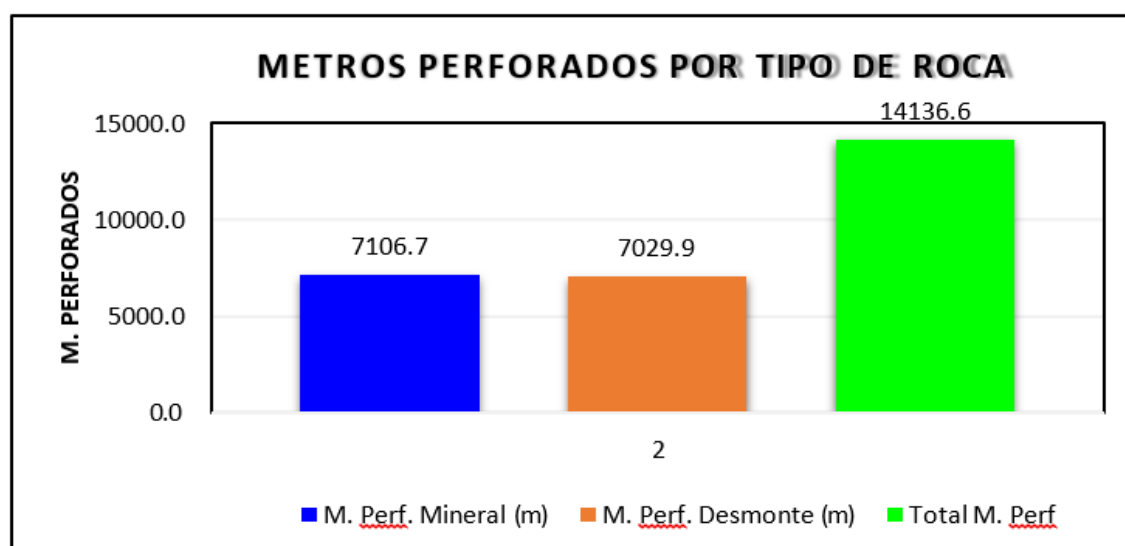
Resumen de metros perforados de JUMBO B S1D_N°55 en el mes Junio y Julio de 2020 considerando tipo de roca.

EQUIPO	Labor De Perforación	M. Perf. Mineral (m)	M. Perf. Desmonte (m)	Total M. Perf
JUMBO B S1D_N°55	Todas las labores	7106.7	7029.9	14136.6

Nota. Elaboración propia

Figura 47

Metros Perforados por Tipo de Roca



Nota. Elaboración propia

Descripción: En el cuadro se muestra el resumen del JUMBO B S1D_N°55, los metros perforados de acuerdo al tipo de roca siendo mayor la perforación en la roca de tipo mineral con 7106.7 metros perforados y en desmonte con 7029.9 metros perforados con un acumulado total de 14136.6 metros perforados durante el mes de agosto de 2020.

c.2. Análisis de la Velocidad de Perforación Labor SN- 400 de la Zona Baja RSUR

La velocidad de perforación y el tiempo de perforación de un taladro son factores muy importantes que intervienen en la producción.

Un mejor manejo de la velocidad de perforación radica en un uso menor del tiempo empleado en la perforación de taladros, para así aumentar la producción y disminuir los costos en función del uso del equipo.

Los análisis sobre el equipo S1D se realizó en labores de desarrollo para perforaciones de 12 pies, y el cuadro a continuación detalla la comparación de una broca afilada y una sin afilar con respecto a la velocidad de perforación.

Tabla 25

Análisis de perdida de penetración en la roca – Nv 1150 Labor SN-400 de Zona Baja RSUR

Análisis de perforación de penetración en la roca	Broca Botón R32 X		Broca Botón R32 X		Diferencia
	51mm Esf (Afilada)		51mm Esf (Sin Afilar)		
Broca Botón R32 X 51mm Esf	1 Taladro	36 Taladros	1 Taladro	36 Taladros	
Min/Tal De 12 Pies	2.23		2.52		0.29
Tiempo De Perforación /Taladro (Min)	00:02:14		00:02:31		00:00:17
Tiempo Total De Perforación / Frente (Min)	80.4		90.6		
Tiempo Total De Perforación / Frente (Hora)		01:20:24		01:30:36	00:10:12
Velocidad De Penetración Pie/Min	5.37		4.76		0.61

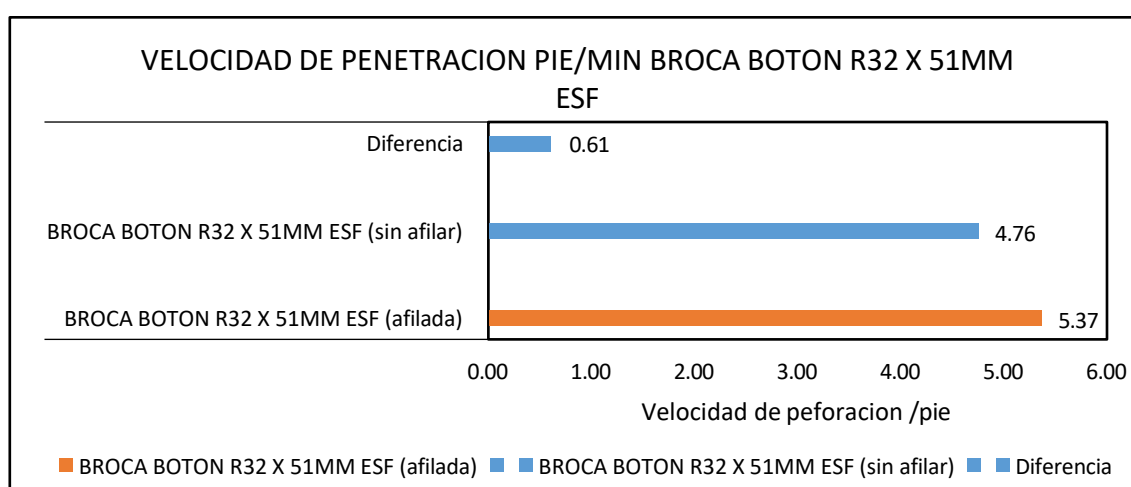
Nota. Elaboración propia

Descripción: Del cuadro se puede observar que el tiempo de perforación empleado de una broca sin afilar es mucho mayor que una broca afilada, en términos numéricos, se está hablando de unos 12 minutos más que demora la actividad de perforación.

En la siguiente figura se muestra la velocidad de penetración pie/min para un taladro con una broca de 51 mm.

Figura 48

Velocidad de penetración pie/min broca 51 mm – Nv 1150 Labor SN-400 RSUR



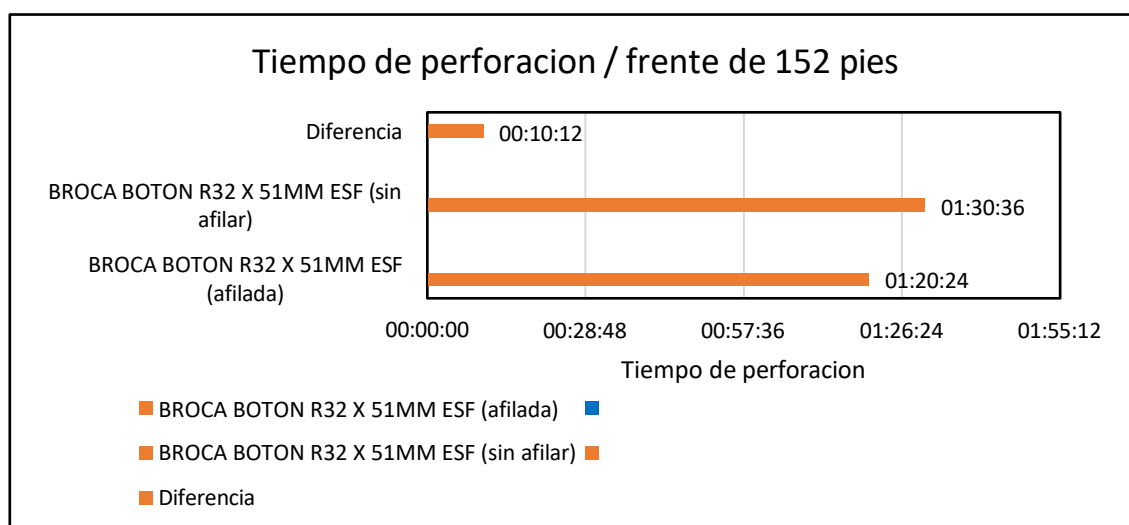
Nota. Elaboración propia

Análisis: El gráfico detalla la velocidad de penetración de la broca de 51 mm, que son 4.76 pies/minuto sin afilar y 5.37 pies/minuto afilado.

El tiempo necesario para perforar un frente de avance con un barreno de 14 pies se muestra en el siguiente gráfico.

Figura 49

Tiempo de perforación 36 taladros de 12 pies broca 51mm – Nv 1150 Labor SN-400 RSUR



Nota. Elaboración propia

Análisis e Interpretación: En el gráfico se compara el tiempo de perforación usando la broca de 51 mm, afilada y sin afilar, de un frente de avance de 36 taladros. Como se observa el tiempo de perforación con la broca sin afilar es mayor, 01hr:30min:36seg, mientras que el tiempo de perforación con la broca afilada es de 01hr:20min:24seg. Esto debido a que el afilado de la broca aumenta el rendimiento de una broca desgastada. Siendo así que tiempo de perforación con la broca afilada es el óptimo, teniendo un ahorro de 10 min.

Tabla 26

Resumen de Metros Perforados Alcanzado por Shank Cop1838 T38 D38 L435mm, Mes Agosto 2020 del JUMBO B S1D_N°55

METROS PERFORADOS POR SHANK COP1838 T38 D38 L435MM - AGOSTO_2020							
N° Accesorio	Accesorio de perforación	N° Taladros Perf.	Long de Perf. (pies)	M. Perf. (M. acumula)	Vida útil (m)	Rendimiento Alcanzado	Motivo de cambio
1	Shank Cop1838 T38 D38 L435mm	1920	12.0	7026.2	7000.0	100%	Desgaste en hilos T38
2	Shank Cop1838 T38 D38 L435mm	1944	12.0	7110.4	7000.0	102%	Desgaste en hilos T38
TOTAL N°DE TALADROS						3865	
RENDIMIENTO PROM. M. PERF.						7068.3	
RENDIMIENTO ALCANZADO (%)						101%	
TOTAL DE METROS PERF.						14136.62	

Nota. Elaboración propia

Descripción: En el cuadro se muestra el resumen del JUMBO B S1D_N°55, el consumo de Shank Cop1838 T38 D38 L435mm, se usó 02 unidades, alcanzando 3865 talados perforados, acumulando 14136.6 metros perforados, alcanzado un rendimiento de 101% y se muestra el motivo de cambio (Desgaste en hilos T38).

Tabla 27

Resumen de Metros Perforados Alcanzado por COUPLING T38/T38, Mes Agosto 2020 del JUMBO B S1D_N°55

METROS PERFORADOS POR ACOPLE (COUPLING) T38/T38 - AGOSTO_2020							
N°	Accesorio de	N°	Long de	M. Perf. (M.	Vida	Rendimiento	Motivo de cambio
Accesorio	perforación	Taladros	Perf.	acumula)	útil (m)	Alcanzado	
		Perf.	(pies)				
1	Acople T38/T38	1287	12	4707.3	5000.0	94%	Desgaste en hilos T38
2	Acople T38/T38	1257	12	4597.6	5000.0	92%	Desgaste en hilos T38
3	Acople T38/T38	1320	12	4831.7	5000.0	97%	Desgaste en hilos T38
TOTAL N°DE TALADROS						3865	
RENDIMIENTO PROM. M. PERF.						4712.2	
RENDIMIENTO ALCANZADO (%)						94%	
TOTAL DE METROS PERF.						14136.62	

Nota. Elaboración propia

Descripción: En el cuadro se muestra el resumen del JUMBO B S1D_N°55, el consumo de Acople (COUPLING) T38/T38, se usó 03 unidades, alcanzando 3865 talados perforados, acumulando 14136.62 metros perforados, alcanzado un rendimiento de 94% y se muestra el motivo de cambio (Desgaste en hilos T38).

Tabla 28

Resumen de Metros Perforados Alcanzado por Barra TUN T38-H35-R32 X 14', Mes Agosto 2020 del JUMBO B S1D_N°55

METROS PERFORADOS POR BARRA TUN T38-H35-R32 X 14'- AGOSTO_2020							
N°	Accesorio de perforación	N° Taladros	Long de Perf.	M. Perf. (M. acumula)	Vida útil (m)	Rendimiento Alcanzado	Motivo de cambio
1	Barra TUN T38-H35-R32 X 14'	769	12	2812.7	3500.0	80%	Rotura/ operación
2	Barra TUN T38-H35-R32 X 14'	1008	12	3686.9	3500.0	105%	Desgaste en aristas
3	Barra TUN T38-H35-R32 X 14'	1109	12	4056.3	3500.0	116%	Desgaste en aristas
4	Barra TUN T38-H35-R32 X 14'	979	12	3580.8	3500.0	102%	Desgaste en aristas
TOTAL N° DE TALADROS						3865.00	
RENDIMIENTO PROM. M. PERF.						3534.2	
RENDIMIENTO ALCANZADO (%)						101%	
TOTAL DE METROS PERF.						14136.62	

Nota. Elaboración propia

Descripción: En el cuadro se muestra el resumen del JUMBO B S1D_N°55, el consumo de Barra TUN T38-H35-R32 X 14', se usó 04 unidades, alcanzando 3865 talados perforados, 14136.62 metros perforados, alcanzado un rendimiento de 101% y se muestra el motivo de cambio (Rotura/ operación - Desgaste en aristas).

Tabla 29

Resumen de Metros Perforados Alcanzado por Broca botón R32 X 15mm Esf., Mes Agosto 2020 del JUMBO B S1D_N°55

METROS PERFORADOS POR BROCA BOTON R32 X 51MM ESF - AGOSTO_2020							
N° Accesorio	Accesorio de perforación	N° Taladros Perf.	Long de Perf. (pies)	M. Perf. (M. acumula)	Vida útil (m)	Rendimiento Alcanzado	Motivo de cambio
1	Broca botón R32 X 15mm Esf.	148	12	541.3	500.0	108%	Desgaste en insertos
2	Broca botón R32 X 15mm Esf.	160	12	585.2	500.0	117%	Desgaste en insertos
3	Broca botón R32 X 15mm Esf.	159	12	581.6	500.0	116%	Desgaste en insertos
4	Broca botón R32 X 15mm Esf.	162	12	592.5	500.0	119%	Desgaste en insertos
5	Broca botón R32 X 15mm Esf.	164	12	599.8	500.0	120%	Desgaste en insertos
6	Broca botón R32 X 15mm Esf.	144	12	526.7	500.0	105%	Desgaste en insertos
7	Broca botón R32 X 15mm Esf.	168	12	614.5	500.0	123%	Desgaste en insertos
8	Broca botón R32 X 15mm Esf.	164	12	599.8	500.0	120%	Desgaste en insertos
9	Broca botón R32 X 15mm Esf.	162	12	592.5	500.0	119%	Desgaste en insertos
10	Broca botón R32 X 15mm Esf.	156	12	570.6	500.0	114%	Desgaste en insertos
11	Broca botón R32 X 15mm Esf.	165	12	603.5	500.0	120%	Desgaste en insertos
12	Broca botón R32 X 15mm Esf.	94	12	343.8	500.0	69%	Salida de insertos
13	Broca botón R32 X 15mm Esf.	153	12	559.6	500.0	112%	Desgaste en insertos
14	Broca botón R32 X 15mm Esf.	154	12	563.3	500.0	113%	Desgaste en insertos
15	Broca botón R32 X 15mm Esf.	152	12	556.0	500.0	111%	Desgaste en insertos
16	Broca botón R32 X 15mm Esf.	148	12	541.3	500.0	108%	Desgaste en insertos
17	Broca botón R32 X 15mm Esf.	161	12	588.9	500.0	118%	Desgaste en insertos
18	Broca botón R32 X 15mm Esf.	144	12	526.7	500.0	105%	Desgaste en insertos
19	Broca botón R32 X 15mm Esf.	159	12	581.6	500.0	116%	Desgaste en insertos
20	Broca botón R32 X 15mm Esf.	154	12	563.3	500.0	113%	Desgaste en insertos
20	Broca botón R32 X 15mm Esf.	147	12	537.7	500.0	108%	Desgaste en insertos
22	Broca botón R32 X 15mm Esf.	154	12	563.3	500.0	113%	Desgaste en insertos

23	Broca botón R32 X 15mm Esf.	149	12	545.0	500.0	109%	Desgaste en insertos
TOTAL N°DE TALADROS						3520	
RENDIMIENTO PROM. M. PERF.						559.9	
RENDIMIENTO ALCANZADO (%)						112%	
TOTAL DE METROS PERF.						12878.41	

Nota. Elaboración propia

Descripción: En el cuadro se muestra el resumen del JUMBO B S1D_N°55, el consumo de Broca botón R32 X 15mm Esf., se usó 23 unidades, alcanzando 3520 talados perforados, acumulando 12878.4 metros perforados, alcanzado un rendimiento de 112% y se muestra el motivo de cambio (Salida de insertos-Desgaste en insertos).

Tabla 30

Resumen de Metros Perforados Alcanzado por Rimadora Domo R32 X 102mm, Mes Agosto 2020 del JUMBO B S1D_N°55

METROS PERFORADOS POR RIMADORA DOMO R32 X 102MM - AGOSTO_2020							
N° Accesorio	Accesorio de perforación	N° Taladros Perf.	Long Perf. (pies)	M. Perf. (M. acumula)	Vida útil (m)	Rendimiento Alcanzado	Motivo de cambio
1	Rimadora Domo R32 X 102mm	113	12	413.3	450.0	92%	Desgaste en insertos
2	Rimadora Domo R32 X 102mm	122	12	446.2	450.0	99%	Desgaste en insertos
3	Rimadora Domo R32 X 102mm	109	12	398.7	450.0	89%	Desgaste en insertos
TOTAL N°DE TALADROS							344.00
RENDIMIENTO PROM. M. PERF.							419.4
RENDIMIENTO ALCANZADO (%)							93%
TOTAL DE METROS PERF.							1258.20

Nota. Elaboración propia

Descripción: En el cuadro se muestra el resumen del JUMBO B S1D_N°55, el consumo de Rimadora Domo R32 X 102mm, se usó 03 unidades, alcanzando 344 talados perforados,

acumulando 1258.20 metros perforados, alcanzado un rendimiento de 93% y se muestra el motivo de cambio (Desgaste en insertos).

Tabla 31

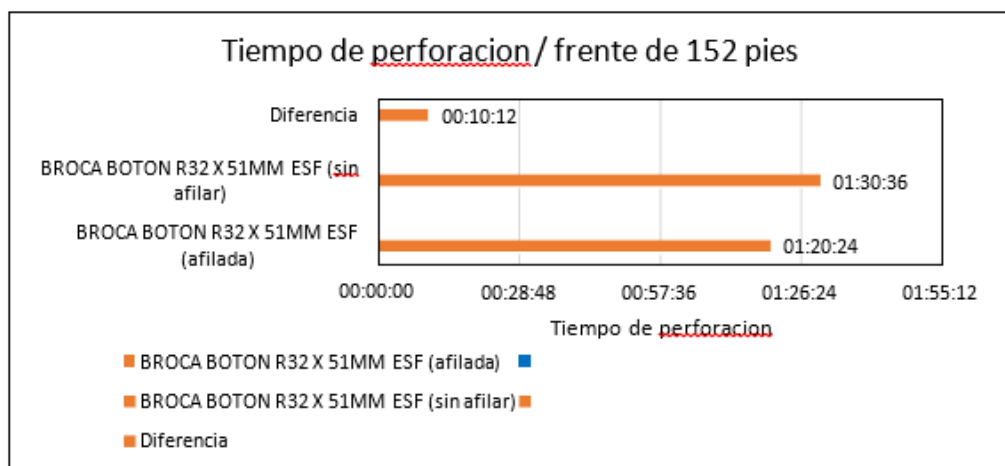
Resumen de Metros Perforados Alcanzado por cada accesorios de perforación, Mes Agosto 2020 del JUMBO B S1D_N°55

Equipo	Accesorio de perforación	OBJETIVO (m)	Ago-20	
			Rend. Alcanzado	%
S1D_N°55	Shank Cop1838 T38 D38 L435mm	7000.0	7068.3	101%
	Acople T38/T38	5000.0	4712.2	94%
	Barra Tun T38-H35-R32 X 14'	3500.0	3534.2	101%
	Broca Botón R32 X 51mm Esf.	500.0	559.9	112%
	Rimadora Domo R32 X 102mm	450.0	419.4	93%

Nota. Elaboración propia

Figura 50

Rendimiento alcanzado en agosto-2020



Nota. Elaboración propia

Descripción: En el cuadro se muestra el resumen del JUMBO B S1D_N°55, los metros perforados de Shank Cop1838 T38 D38 L435mm, Barra TUN T38-H35-R32 X 14' y Broca

botón R32 X 15mm Esf. tienen un rendimiento de 101%, 101% y 112% respectivamente; dichos accesorios superaron el objetivo de vida útil; por otro lado, el Acople (Coupling) T38/T38 y Rimadora Domo R32 X 102mm tienen un rendimiento de 94%, 93% respectivamente; sin diferentes factores motivo por el cual no se supera la vida útil establecida, siendo dichos accesorios que se corta el control por temas de cierre de mes y fin de mes de prueba.

d) Cuadros comparativos antes y durante estudio de consumo, metros perforados y rendimientos por mes de accesorios de perforación.

Tabla 32

Resumen de consumo de accesorios de perforación de Enero a Julio / Agosto 2020 del JUMBO B S1D_N°55

Equipo	Accesorio de perforación	01/20	02/20	03/20	04/20	05/20	06/20	07/20	08/20
JUMBO B S1D_N°55	Shank Cop1838 T38 D38 L435mm	3	2	3	3	3	2	3	2
	Acople T38/T38	3	4	3	4	4	4	3	3
	Barra Tun T38-H35-R32 X 14'	8	4	8	8	9	7	6	4
	Broca Botón R32 X 51mm Esf	33	33	27	40	39	39	37	23
	Rimadora Domo R32 X 102mm	4	3	3	4	3	4	4	3
Consumo Total de Accesorio de perforación		51	46	44	59	58	56	53	35

Nota. Elaboración propia

Descripción: En el cuadro se muestra el resumen del JUMBO B S1D_N°55, el consumo de Shank Cop1838 T38 D38 L435mm 02 unidades, Acople T38/T38 02 Unidades, Barra Tun T38-H35-R32 X 14' 04 Unidades, Rimadora Domo R32 X 102mm 03 Unidades y Broca Botón R32 X 51mm Esf 23 unidades, este último su reducción en consumo es significativa de antes 37 unidades a ahora 23 unidades; El consumo total de accesorios de perforación para el equipo JUMBO B

S1D_N°55 durante este período es el siguiente: Ene-20: 51 unidades, Feb-20: 46 unidades Mar-20: 44 unidades, Abr-20: 59 unidades, May-20: 58 unidades, Jun-20: 56 unidades, Jul-20: 53 unidades y Ago-20: 35 unidades

Tabla 33

Resumen de metros perforados de Enero a Julio/ Agosto 2020 del JUMBO B S1D_N°55

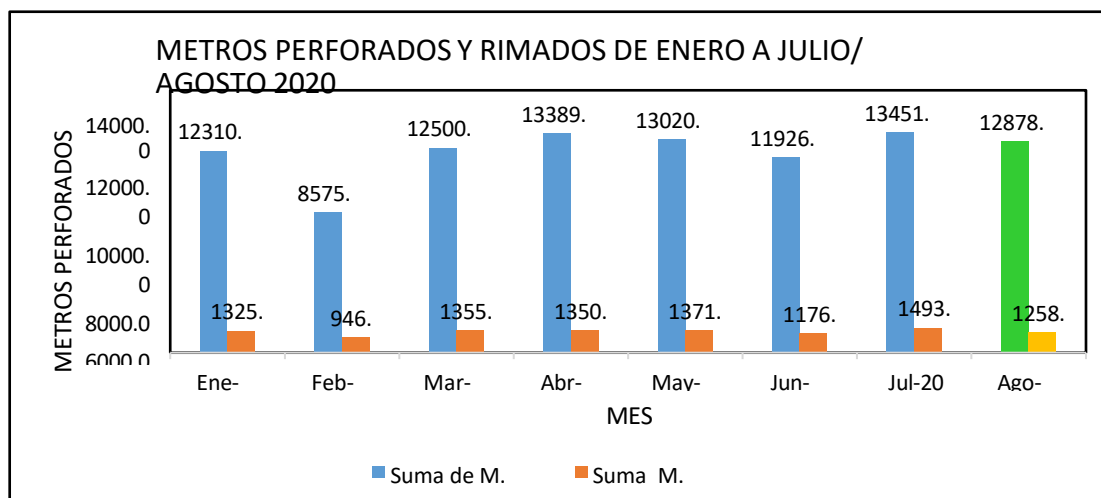
EQUIPO	Mes	Suma de M. Perf.	Suma M. RIMADO	Suma de TOTAL M. Perf.
JUMBO B S1D_N°55	Ene-20	12310.3	1325.9	13636.1
	Feb-20	8575.2	946.1	9520.3
	Mar-20	12500.5	1355.8	13856.2
	Abr-20	13389.5	1350.9	14740.4
	May-20	13020.4	1371.6	14393.0
	Jun-20	11926.5	1176.5	13103.0
	Jul-20	13451.7	1493.5	14945.3
	Ago-20	12878.4	1258.2	14136.6

Nota. Elaboración propia

Descripción: En el cuadro se muestra el resumen de metros perforados con el JUMBO B S1D_N°55, en el cual se observa que durante los meses anteriores se perfora mayor metraje, en Julio se obtiene 14945.3 metros perforados y en agosto -2020 se obtiene 14136.6 metros perforados, lo cual no refleja optimización de accesorios de perforación.

Figura 51

Cuadro Comparativo Metros Perforados Y Rimados De Enero A Julio/ Agosto 2020

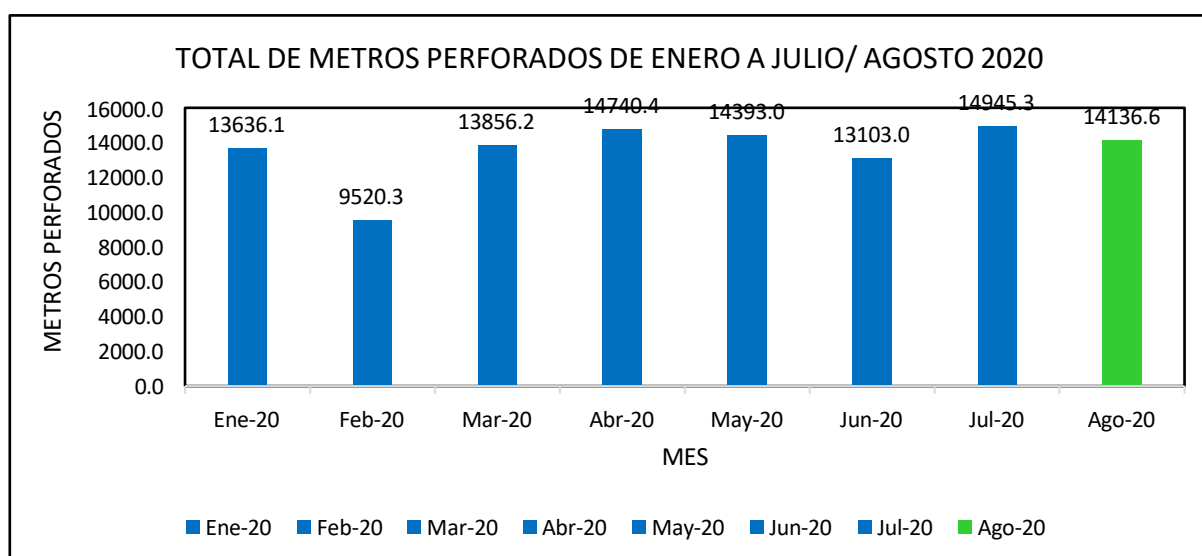


Nota. Elaboración propia

Descripción. – en el cuadro se muestra el resumen de metros perforados de antes y después de la prueba del trabajo de optimización de los accesorios de perforación (metros perforados y metros rimados independientemente).

Figura 52

Cuadro Comparativo Total de Metros Perforados De Enero A Julio/ Agosto 2020



Nota. Elaboración propia

Descripción. – en el cuadro se muestra el resumen de metros perforados de antes y después de la prueba del trabajo de optimización de los accesorios de perforación, en el cual se puede evidenciar un incremento de 14136.6 metros perforados.

Tabla 34

Resumen de rendimientos alcanzados de accesorios de perforación de Enero a Julio 2020 (antes de estudio) del JUMBO B S1D_N°55.

Accesorio de perforación	Objetivo	01/20	02/20	03/20	04/20	05/20	06/20	07/20	Rend. Pond. Anual	%
Shank Cop1838 T38 D38 L435mm	7000	4545	4760	4618	4914	4798	6552	4982	5,024	72%
Acople T38/T38	5000	4545	2380	4618	3685	3598	3276	4982	3,869	77%
Barra Tun T38-H35-R32 X 14'	3500	1704	2380	1732	1843	1599	1872	2491	1,945	56%
Broca Botón R32 X 51mm Esf	500	373	259	463	334	334	306	364	347	70%
Rimadora Domo R32 X 102mm	450	331	315	497	337	457	294	373	372	83%

Nota. Elaboración propia

Tabla 35

Resumen de rendimientos alcanzados de accesorios de perforación de Enero a Julio / Agosto 2020 (antes VS después de estudio) del JUMBO B S1D_N°55.

Accesorio de perforación	01/20	02/20	03/20	04/20	05/20	06/20	07/20	08/20	Rend. Pond Anual	%
Shank Cop1838 T38 D38 L435mm	4545	4760	4618	4914	4798	6552	4982	7068	5,280	75%
Acople T38/T38	4545	2380	4618	3685	3598	3276	4982	4712	3,975	79%
Barra Tun T38-H35-R32 X 14'	1704	2380	1732	1843	1599	1872	2491	3534	2,144	61%
Broca Botón R32 X 51mm Esf.	373	259	463	334	334	306	364	560	374	75%
Rimadora Domo R32 X 102mm	331	315	497	337	457	294	373	419	378	84%

Nota. Elaboración propia

Realizando un análisis de rendimientos alcanzados a cada uno de los accesorios de perforación antes de Ene-20 a Jul-20(Antes De Estudio) / Ago-20 (Durante Estudio) del JUMBO B S1D_N°55

Tabla 36

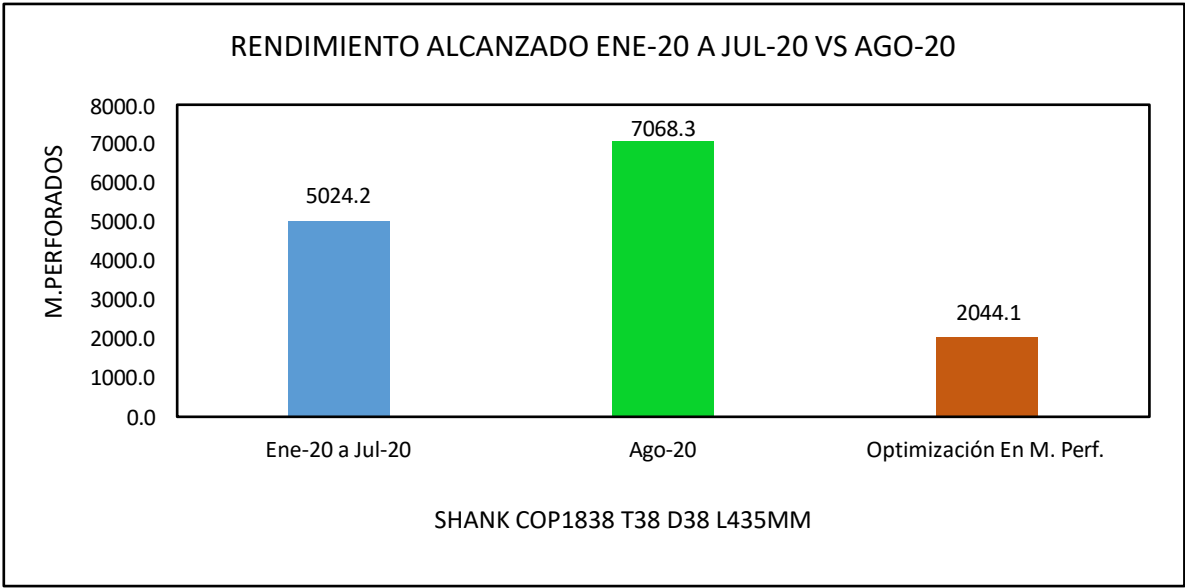
Rendimientos alcanzado de Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20 Shank Cop1838 T38 D38 L435mm.

Equipo	Accesorio de perforación	OBJETIVO (m)	Ene-20 a Jul-20	Ago-20	% Optimización	Optimización En M. Perf.
JUMBO B	Shank Cop1838 T38 D38	7000.0	5024.2	7068.3	↑ 29%	↑ 2044.1
S1D_N°55	L435mm		72%	101%		

Nota. Elaboración propia

Figura 53

Rendimiento Alcanzado Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20- Shank Cop1838 T38 D38 L435mm



Nota. Elaboración propia.

Tabla 37

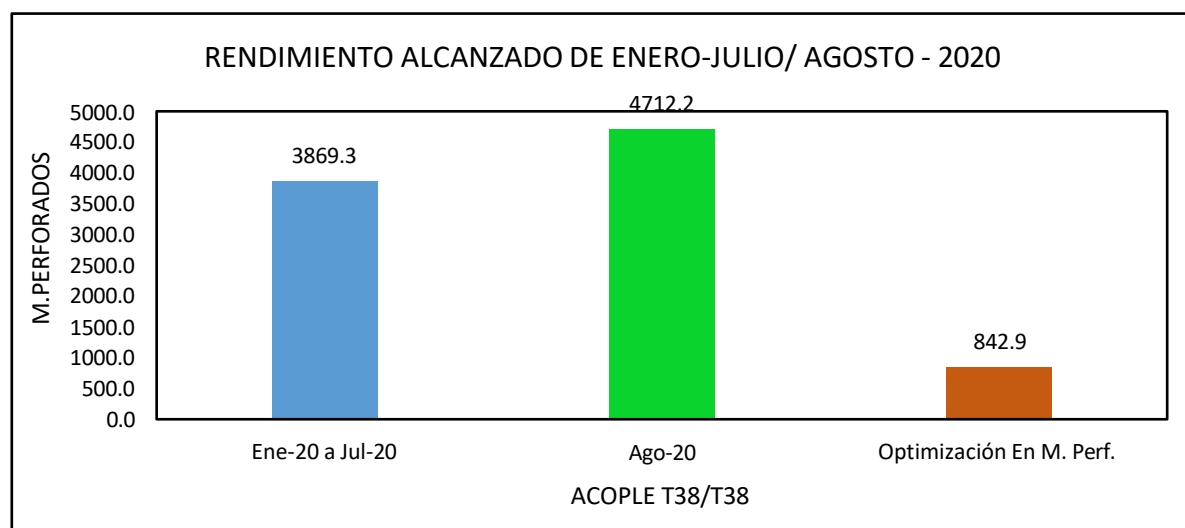
Rendimientos alcanzado de Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20 de Acople T38/T38

Equipo	Accesorio de perforación	OBJETIVO (m)	Ene-20 a Jul-20	Ago-20	% Optimización	Optimización En M. Perf.
JUMBO B	Acople T38/T38	5000.0	3869.3	4712.2	↑ 18%	↑ 842.9
S1D_N°55			77%	94%		

Nota. Elaboración propia

Figura 54

Rendimiento Alcanzado Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20- Acople T38/T38



Nota. Elaboración propia

Tabla 38

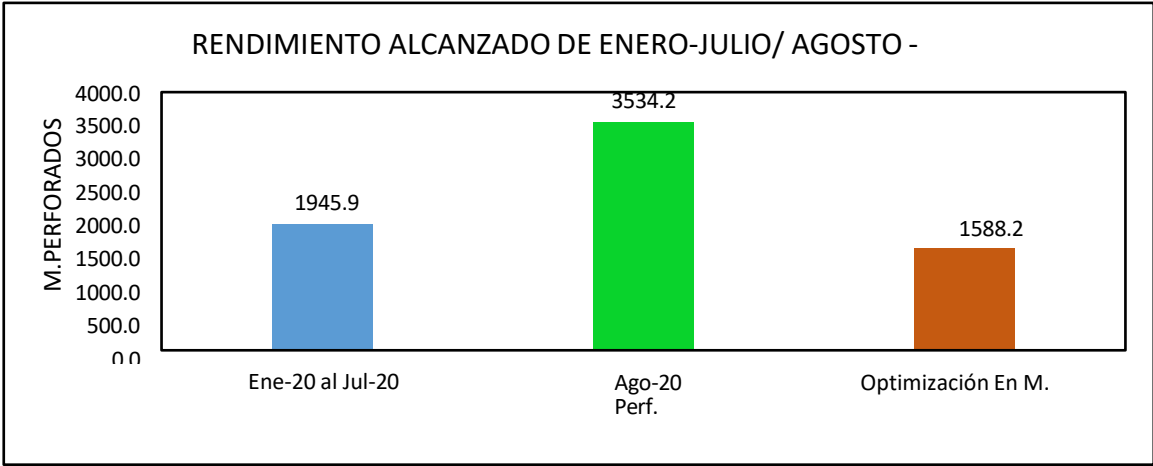
Rendimientos alcanzado de Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20de Barra TUN T38-H35-R32 X 14'

Equipo	Accesorio de perforación	OBJETIVO (m)	Ene-20 a Jul-20	Ago-20	% Optimización	Optimización En M. Perf.
JUMBO B	Barra TUN T38-H35-R32 X 14'	3500.0	1945.9	3534.2	45%	1588.2
S1D_N°55			56%	101%		

Nota. Elaboración propia

Figura 55

Rendimiento Alcanzado Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20- Barra TUN T38-H35-R32 X 14'



Nota. Elaboración propia

Tabla 39

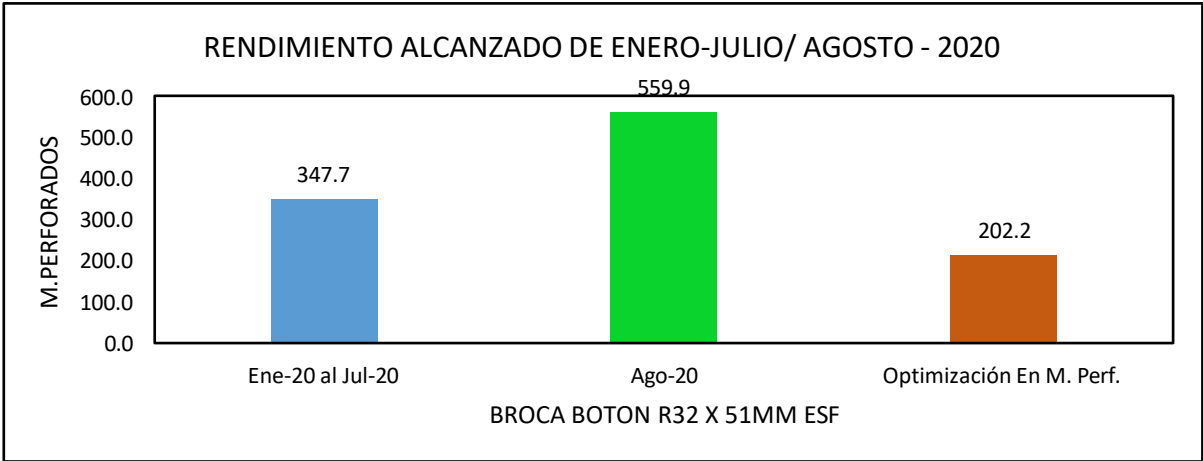
Rendimiento Alcanzado Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20- Broca Botón R32 X 51mm Esf

Equipo	Accesorio de perforación	OBJETIVO (m)	Ene-20 a Jul-20	Ago- 20	% Optimización	Optimización En M. Perf.
JUMBO B	Broca Botón R32 X 51mm Esf	500.0	347.7	559.9	42%	202.2
S1D_N°55			70%	112%		

Nota. Elaboración propia

Figura 56

Rendimiento Alcanzado Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20- Broca Botón R32 X 51mm Esf



Nota. Elaboración propia

Tabla 40

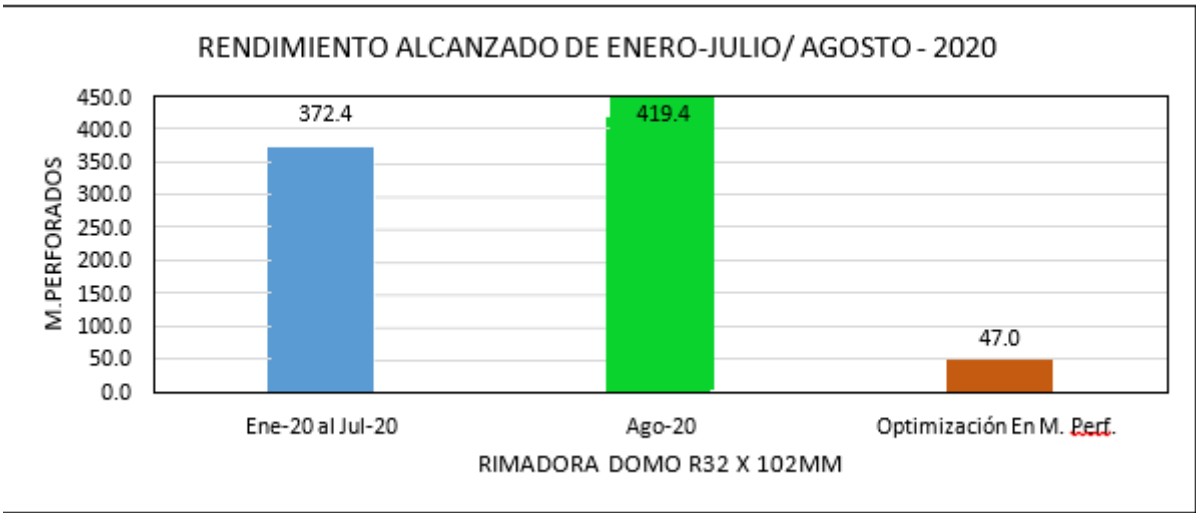
Rendimiento Alcanzado Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20- Rimadora Domo R32 X 102 mm

Equipo	Accesorio de perforación	Objetivo (m)	Ene-20 a Jul-20	Ago- 20	% Optimización	Optimización En M. Perf.
JUMBO B	Rimadora Domo R32 X 102	450.0	372.4	419.4	10%	47.0
S1D_N°55	mm		83%	93%		

Nota. Elaboración propia.

Figura 57

Rendimiento Alcanzado Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20- Rimadora Domo R32 X 102 mm



Nota. Elaboración propia.

Tabla 41

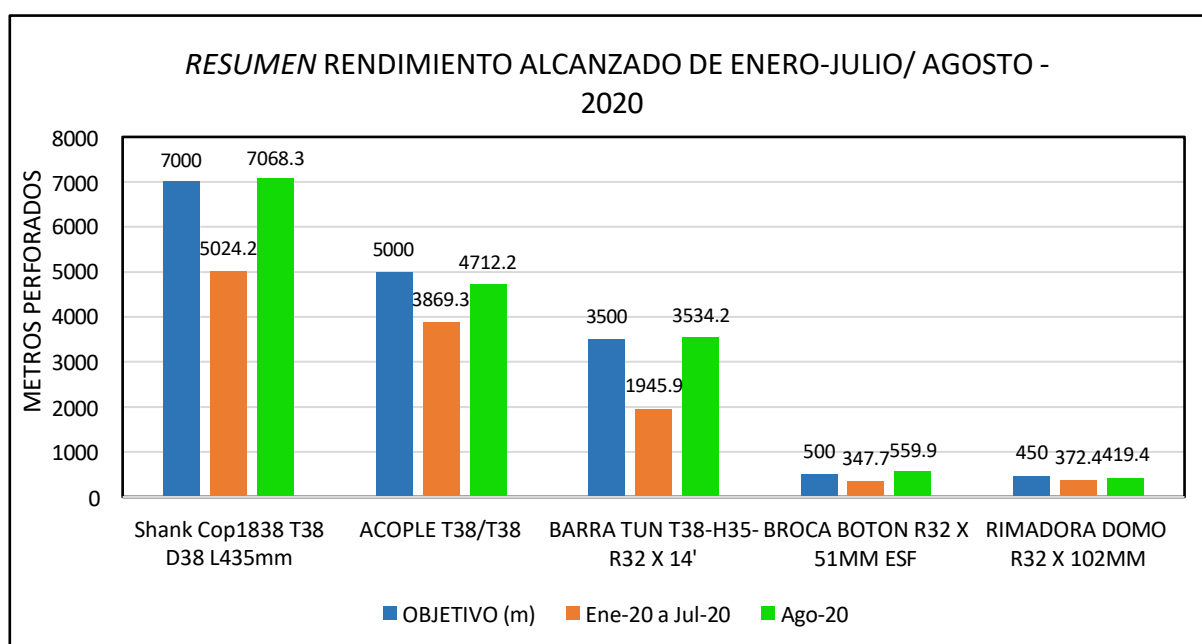
Resumen de rendimientos Alcanzado de accesorios de perforación de Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20.

Equipo	Accesorio de perforación	OBJETIVO (m)	Ene-20 a	Ago-	Optimización	
			Jul-20	20	%	M. Perf.
JUMBO B S1D_N°55	Shank Cop1838 T38 D38 L435mm	7000	5024.2	7068.3	29%	2044.1
	Acople T38/T38	5000	3869.3	4712.2	18%	842.9
	Barra Tun T38-H35-R32 X 14'	3500	1945.9	3534.2	45%	1588.2
	Broca Botón R32 X 51mm Esf	500	347.7	559.9	42%	202.2
	Rimadora Domo R32 X 102mm	450	372.4	419.4	10%	47.0

Nota. Elaboración propia

Figura 58

Resumen de rendimientos Alcanzado de accesorios de perforación de Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20.



Nota. Elaboración propia

Tabla 42

Resumen de número de taladros Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20 del JUMBO B S1D_N°55

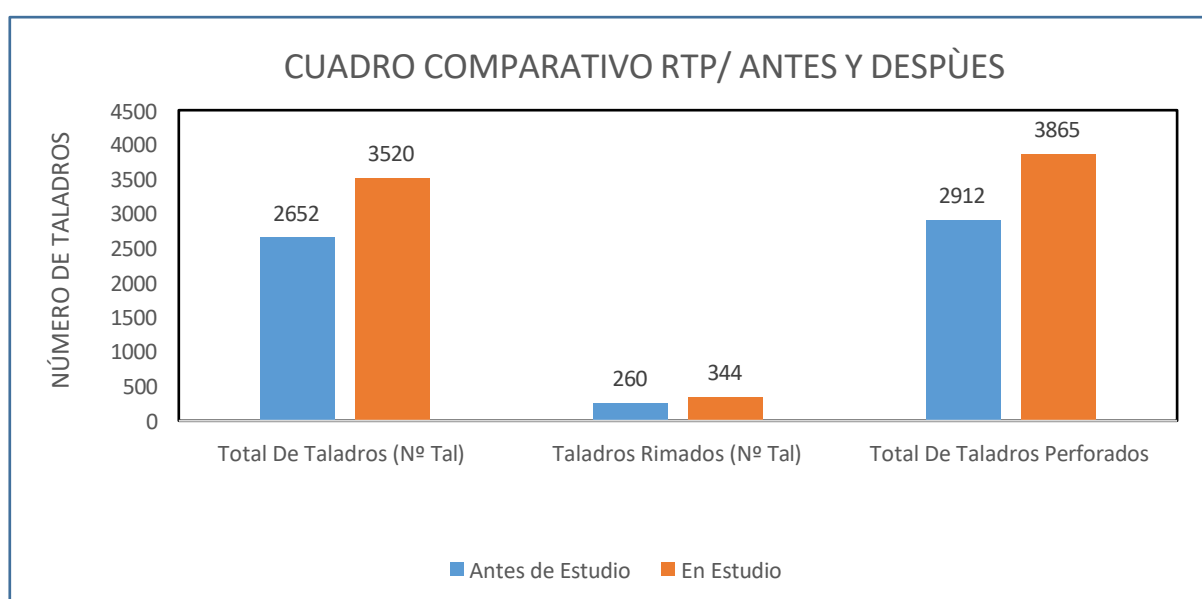
EQUIPO	Número de Taladros	Antes de Estudio (Nº Tal)	En Estudio (Nº Tal)
		Ene-20 a Jul-20	Ago-20
S1D_N°55	JUMBO B Taladros Perf.	2652	3520
	Taladros Rimados	260	344
	Total De Taladros	2912	3865

Nota. Elaboración propia

Descripción: La tabla muestra el número de taladros antes y durante un estudio realizado en el equipo JUMBO B S1D_N°55. Antes del estudio (Ene-20 a Jul-20), se contabilizaron 2652 taladros perforados, durante el estudio (Ago-20), se realizó un total de 3520 taladros; de estos taladros, se contabilizaron que 260 antes del estudio y 344 durante el estudio fueron rimados, en total, se perforaron 2912 taladros antes del estudio y 3865 durante el estudio.

Figura 59

Cuadro Comparativo Metros Perforados Y Rimados De Ene-20 a Jul-20 / Agosto 2020



Nota. Elaboración propia

Tabla 43

Resumen de consumo de accesorios de perforación Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20 del JUMBO B S1D_N°55

Equipo	Accesorio De Perforación	01/20	02/20	03/20	04/20	05/20	06/20	07/20	08/20
JUMBO B S1D_N°55	Shank COP 1838 T38 D38 L435 mm	3	2	3	3	3	2	3	↓ 2
	Acople T38/T38	3	4	3	4	4	4	3	↓ 3
	Barreno Tun T38-H35-R32 X 14'	8	4	8	8	9	7	6	↓ 4
	Broca botón R32 X 48mm Bal	2	7	2	11				
	Broca botón R32 X 48mm Esf	13	1	3	5	7	8	8	
	Broca botón R32 X 51mm Esf	18	25	22	24	32	31	29	↓ 23
	Rimadora Domo R32 X 102mm	4	3	3	4	3	4	4	↓ 3
Consumo Total De Accesorio De Perforación		51	46	44	59	58	56	53	35

Nota. Elaboración propia

Descripción: La tabla muestra el consumo mensual de accesorios de perforación en el Equipo JUMBO B S1D_N°55 durante los meses de Enero a Julio-2020 VS Agosto-2020, en resumen, el consumo total de accesorios de perforación para el Equipo JUMBO B S1D_N°55 durante este periodo fue de 51 unidades en enero, 46 unidades en febrero, 44 unidades en marzo, 59 unidades en abril, 58 unidades en mayo, 56 unidades en junio, 53 unidades en julio y 35 unidades en agosto, en este último mes ya no se registra el consumos de Broca botón R32 X 48mm Bal. y Broca botón R32 X 48mm Esf:

Tabla 44

Resumen Final del Total de Accesorios Utilizados Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20

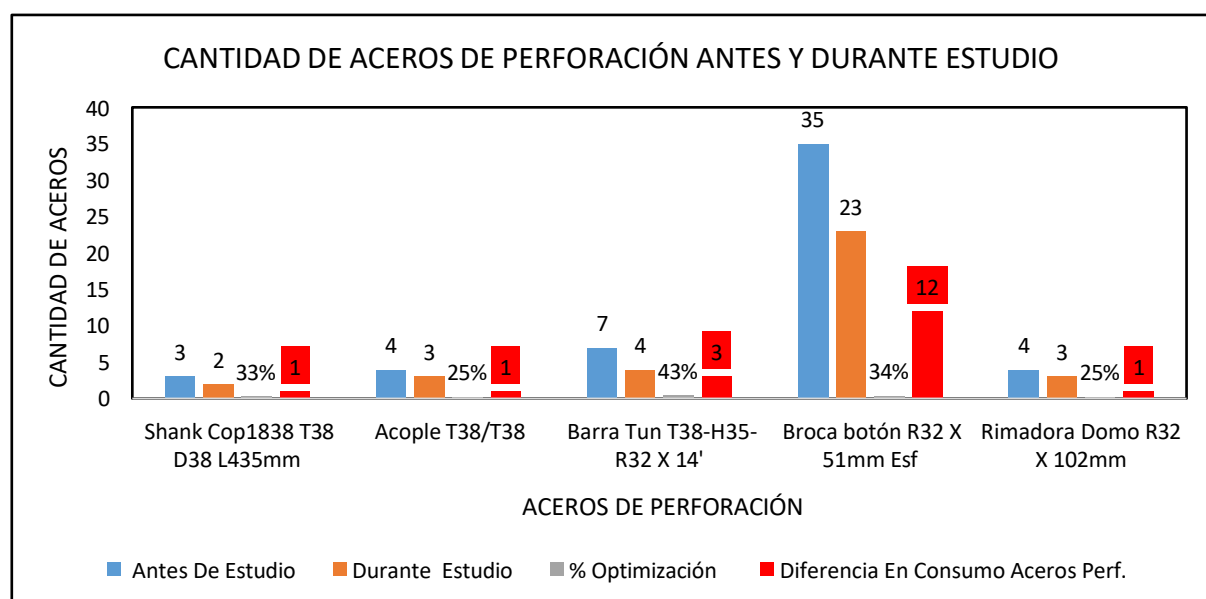
Equipo	Accesorio De Perforación	Cantidad de accesorios de Perforación			
		Antes De Estudio	Durante Estudio	% Optimización	Dif. En Consumo Accesorios Perf.
JUMBO B S1D_N°55	Shank Cop1838 T38 D38 L435mm	3	2	33%	↓ 1
	Acople T38/T38	4	3	25%	↓ 1
	Barreno Tun T38-H35-R32 X 14'	7	4	43%	↓ 3
	Broca botón R32 X 48mm Bal	6	0	100%	↓ 6
	Broca botón R32 X 48mm Esf	6	0	100%	↓ 6
	Broca botón R32 X 51mm Esf	35	23	34%	↓ 12
	Rimadora Domo R32 X 102mm	4	3	25%	↓ 1

Nota. Elaboración propia

Descripción: En el estudio de optimización de accesorios de perforación para el equipo JUMBO B S1D_N°55, se observaron los siguientes resultados, en resumen, se optimizo el consumo de accesorios de perforación en el equipo JUMBO B S1D_N°55, reducirá la utilización en varios de ellos y logrará una mejora en el porcentaje de optimización.

Figura 60

Cantidad de aceros de perforación antes y durante estudio



Nota. Elaboración propia

Descripción: El accesorio "Shank Cop1838 T38 D38 L435mm" tuvo una cantidad inicial de 3 unidades antes del estudio, y durante el estudio se reducir a 2 unidades. Esto representa una mejora del 33% en la optimización de este accesorio. El acople "T38/T38" tenía inicialmente 4 unidades y durante el estudio se redujo a 3 unidades. Esto representa una mejora del 25% en la optimización de este accesorio. La barra "Tun T38-H35-R32 X 14'" tenía inicialmente 7 unidades y durante el estudio se redujo a 4 unidades. Esto representa una mejora del 43% en la optimización de este accesorio. Las brocas "botón R32 X 48mm Bal" y "botón R32 X 48mm Esf" tenían inicialmente 6 unidades cada una, y durante el estudio no se redujo ninguna de ellas. Esto representa una optimización del 100% en el consumo de ambos accesorios. la broca "botón R32 X 51mm Esf" tenía inicialmente 35 unidades y durante el estudio se sacaron solo 23 unidades. Esto representa una mejora del 34% en la optimización de este accesorio. La rimadora "Domo R32 X 102mm" tenía inicialmente 4 unidades y durante el estudio se redujo a 3 unidades. Esto representa una mejora del 25% en la optimización de este accesorio.

4.3.2. Evaluación Financiera

Tabla 45

Resumen de Costo (US\$) / Accesorio de perforación.

Nº	Accesorio de perforación	Código	Unidad de medida	Valor Unitario/ Accesorio (US\$)
1	Shank Cop1838 T38 D38 L435mm	RTP-COP1838-38T38-435	Pza	255.00
2	Acople T38/T38	RTP-T38/T38-55-190	Pza	95.00
3	Barreno Tun T38-H35-R32 X 14'	RTP-T38-H35-R32-4310	Pza	430.00
4	Broca botón R32 X 51mm Esf.	RTP-51R32-200/512-35-12	Pza	65.00
5	Rimadora Domo R32 X 102mm	RTP-102R32-311/1203-35-22	Pza	85.00

Nota. Elaboración propia

Tabla 46

Resumen de total de Costo (US\$) en Accesorio de perforación Agosto 2020.

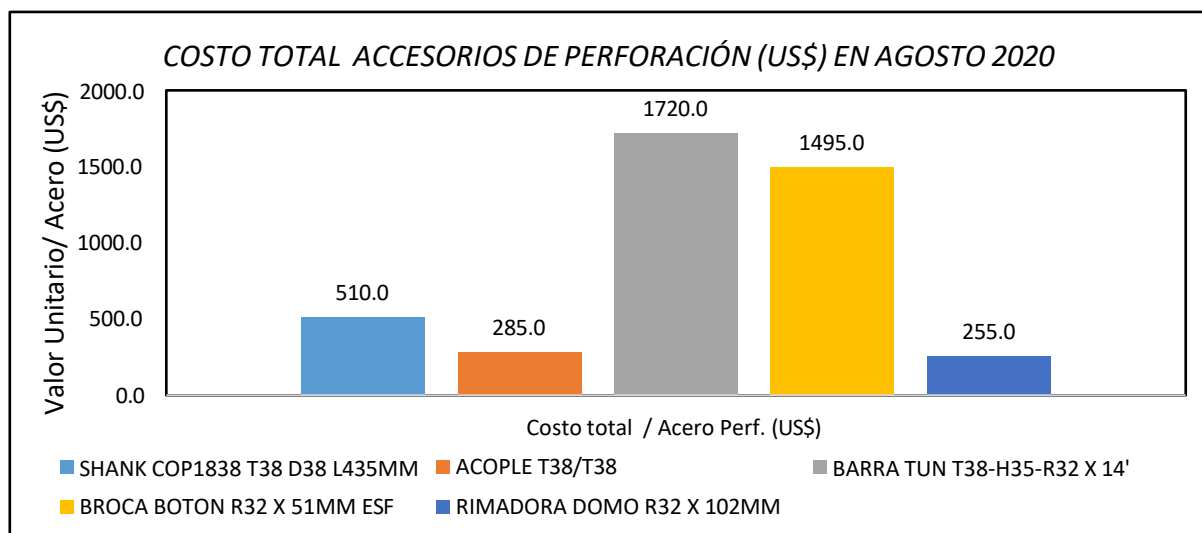
Equipo	Accesorio De Perforación	Ago-20	Costo / Accesorio	Costo total / Accesorio
			Perf. (US\$)	Perf. (US\$)
JUMBO B S1D_N°55	Shank Cop1838 T38 D38 L435mm	2	255.0	510.0
	Acople T38/T38	3	95.0	285.0
	Barreno Tun T38-H35-R32 X 14'	4	430.0	1720.0
	Broca botón R32 X 51mm Esf	23	65.0	1495.0
	Rimadora Domo R32 X 102mm	3	85.0	255.0
		35		4265.0

Nota. Elaboración propia

Descripción: *Accesorio de perforación 1: Shank Cop1838 T38 D38 L435mm (2 unidades) Costo por unidad: 255.0 US\$ Costo total: 510.0 US\$; Accesorio de perforación 2: Acople T38/T38 (3 unidades), Costo por unidad: 95.0 US\$, Costo total: 285.0 US\$; Accesorio de perforación 3: Barra Tun T38-H35-R32 X 14' (4 unidades), Costo por unidad: 430.0 US\$ Costo total: 1720.0 US\$; Accesorio de perforación 4: Broca botón R32 X 51mm Esf (23 unidades) Costo por unidad: 65.0 US\$, Costo total: 1495.0 US\$; Accesorio de perforación 5: Rimadora Domo R32 X 102mm (3 unidades), Costo por unidad: 85.0 US\$ Costo total: 255.0 US\$; En resumen, el costo total de los accesorios de perforación es de 4265.0 US\$.*

Figura 61

Costo total accesorios de perforación (US\$) en Agosto 2020



Nota. Elaboración propia

Tabla 47

Resumen de costos en accesorios de perforación Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20 del JUMBO B S1D_N°55

Accesorio de perforación	01/20	02/20	03/20	04/20	05/20	06/20	07/20	08/20
Shank Cop1838 T38 D38 L435mm	765.0	510.0	765.0	765.0	765.0	510.0	765.0	510.0
Acople T38/T38	285.0	380.0	285.0	380.0	380.0	380.0	285.0	285.0
Barreno Tun T38-H35-R32 X 14'	3440.0	1720.0	3440.0	3440.0	3870.0	3010.0	2580.0	1720.0
Broca botón R32 X 48mm Bal	116.0	406.0	116.0	638.0				
Broca botón R32 X 48mm Esf	715.0	55.0	165.0	275.0	385.0	440.0	440.0	
Broca botón R32 X 51mm Esf	1170.0	1625.0	1430.0	1560.0	2080.0	2015.0	1885.0	1495.0
Rimadora Domo R32 X 102mm	340.0	255.0	255.0	340.0	255.0	340.0	340.0	255.0
Costo total de accesorios de perforación /mes	6831.0	4951.0	6456.0	7398.0	7735.0	6695.0	6295.0	4265.0

Nota. Elaboración propia

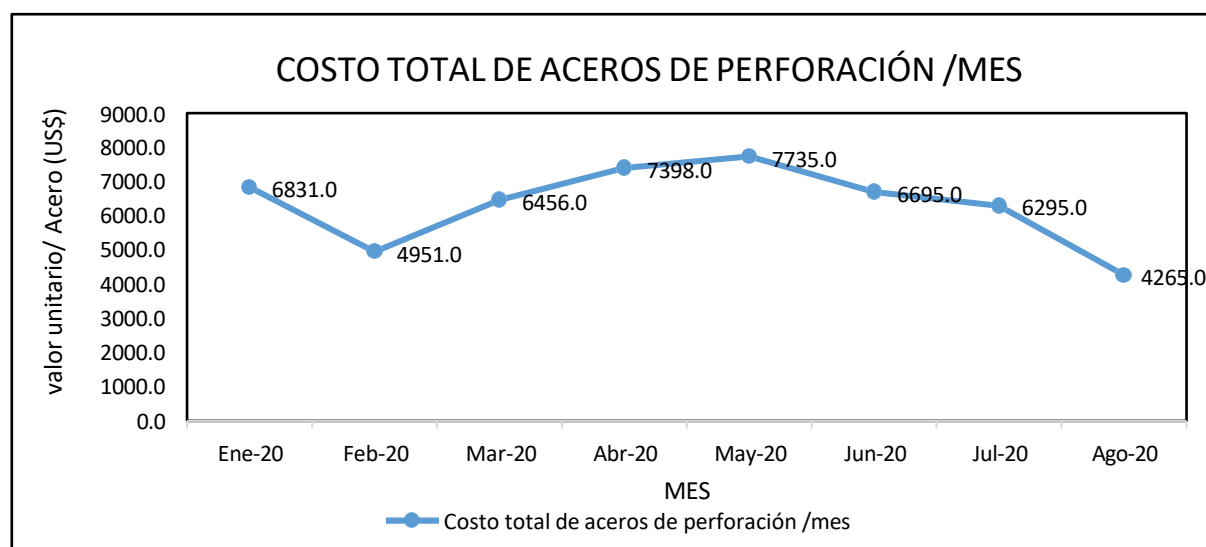
Descripción: Según los datos provistos, se muestra una lista de accesorios de perforación junto con sus costos mensuales en diferentes meses. Aquí está la interpretación: Barra Tun T38-

H35-R32 X 14': El costo de esta barra también varía en los meses. En enero, marzo y abril es de 3440.0. En febrero y agosto, el costo disminuye a 1720.0. En mayo, el costo menta a 3870.0, y en junio, baja a 3010.0. En julio, el costo disminuyendo aún más a 2580.0; Broca botón R32 X 51mm Esf: El costo de esta broca también varía en los meses. En enero, es de 1170.0. En febrero, aumenta a 1625.0. En marzo, disminuyendo ligeramente a 1430,0 y en abril vuelve a aumentar a 1560,0. En mayo, el costo más alto es de 2080.0. En junio, disminuyendo a 2015.0. En julio, el costo baja aún más a 1885.0, y en agosto, disminuyendo a 1495.0.

En cuanto al costo total de los accesorios de perforación por meses, se puede observar que los valores varían a lo largo de los meses. En general, el costo total es más alto en abril y mayo, con 7398.0 y 7735.0 respectivamente. El costo total más bajo se registra en agosto, con 4265.0.

Figura 62

Resumen de costos en accesorios de perforación De Ene-20 a Jul-20 VS Agosto 2020



Nota. Elaboración propia

Interpretación: En cuanto al costo total de los accesorios de perforación por meses, se puede observar que los valores varían a lo largo de los meses. En general, el costo total es más alto en abril y mayo, con 7398.0 y 7735.0 respectivamente. El costo total más bajo se registra en agosto, con 4265.0.

Tabla 48

Resumen de Consumo y costo (US\$) De Accesorios De Perforación De Ene-20 a Jul-20 VS Agosto 2020 (Antes y Durante Estudio)

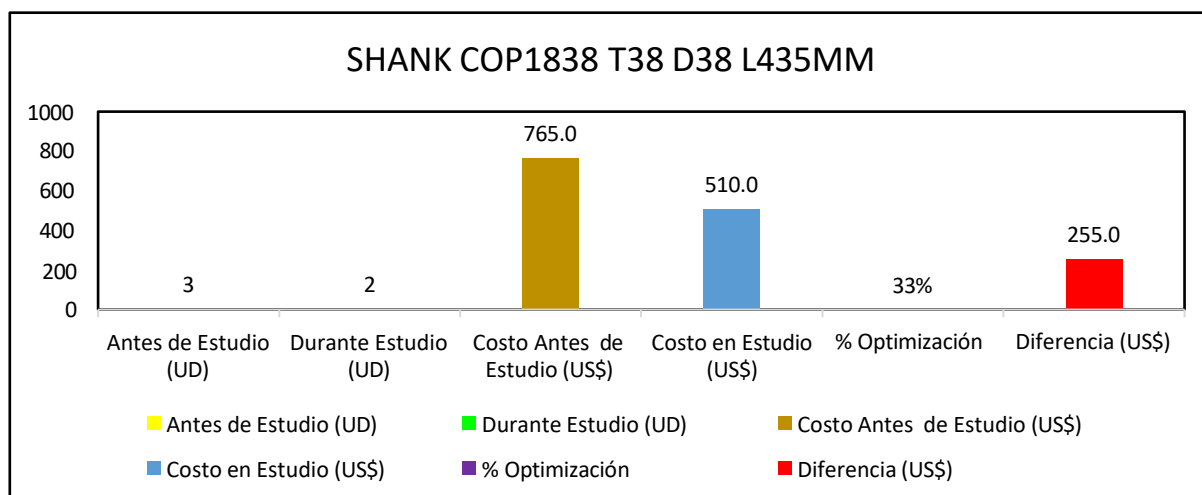
Accesorio de perforación	Antes (UD)	Estudio (UD)	Costo Antes De (US\$)	Costo Estudio (US\$)	% Optimización	Diferencia (US\$)
Shank Cop1838 T38 D38 L435mm	3	2	765.0	510.0	33%	255.0
Acople T38/T38	4	3	380.0	285.0	25%	95.0
Barreno Tun T38-H35-R32 X 14'	7	4	3010.0	1720.0	43%	1290.0
Broca Boton R32 X 51mm Esf	35	23	2275.0	1495.0	34%	780.0
Rimadora Domo R32 X 102mm	4	3	340.0	255.0	25%	85.0
		35	6770.0	4265.0		2505.0

Nota. Elaboración propia

Descripción: El accesorio de perforación que se describe es un conjunto de diferentes elementos utilizados en el proceso de perforación. Estos elementos incluyen: Shank Cop1838 T38 D38 L435mm, representa una optimización del 33%. La diferencia en el costo es de \$255.0; Acople T38/T38: representa una optimización del 25%. La diferencia en el costo es de \$95.0; Barra Tun T38-H35-R32 X 14': representa una optimización del 43%. La diferencia en el costo es de \$1290.0; Broca Botón R32 X 51mm Esf: representa una optimización del 34%. La diferencia en el costo es de \$780.0; Rimadora Domo R32 X 102mm representa una optimización del 25%. La diferencia en el costo es de \$85.0 y en resumen, el estudio realizado perfeccionado optimizar el costo de los accesorios de perforación, obteniendo ahorros significativos en cada elemento adquirido. La optimización total fue de \$2505.0.

Figura 63

Consumo y costo (US\$) De SHANK COP1838 T38 D38 L435MM De Ene-20 a Jul-20 VS Agosto 2020 (Antes y Durante Estudio)

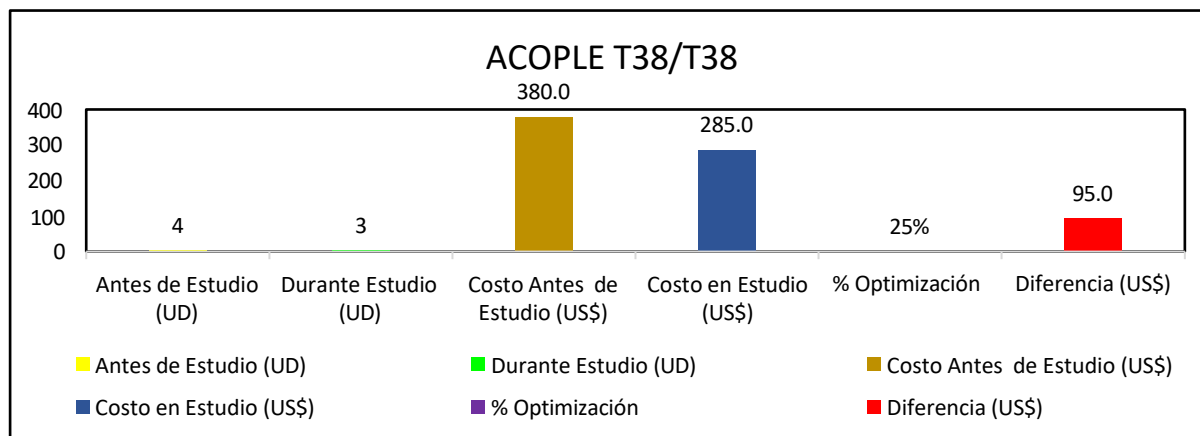


Nota. Elaboración propia

Interpretación: Shank Cop1838 T38 D38 L435mm: Es un tipo de vástago utilizado en la perforación, con una longitud de 435 mm y un diámetro de 38 mm. Se consumieron 03 unidades antes del estudio y se redujeron a 02 unidades durante el estudio. El costo antes era de \$765.0, pero se ajustó optimizar y reducir el costo a \$510.0, lo que representa una optimización del 33%. La diferencia en el costo es de \$255.0.

Figura 64

Consumo y costo (US\$) De ACOUPLE T38/T38 De Ene-20 a Jul-20 VS Agosto 2020 (Antes y Durante Estudio)

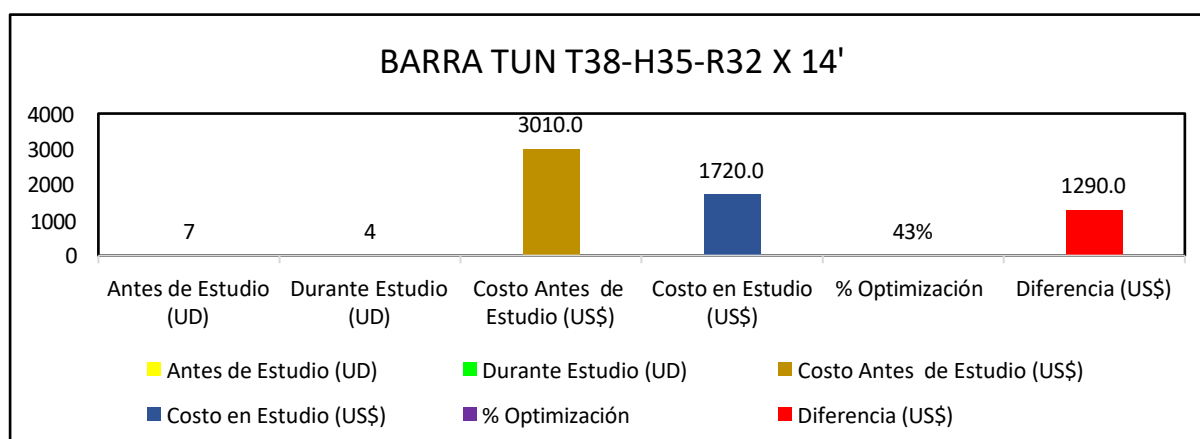


Nota. Elaboración propia

Interpretación: Acople T38/T38: Se refiere a un acondicionado utilizado para unir el Shank y barra de perforación. Se consumieron 04 unidades antes del estudio y se redujeron a 03 unidades durante el estudio. El costo antes del estudio era de \$380.0 y se redujo a \$285.0, lo que representa una optimización del 25%. La diferencia en el costo es de \$95.0.

Figura 65

Consumo y costo (US\$) De BARRA TUN T38-H35-R32 X 14' De Ene-20 a Jul-20 VS Agosto 2020 (Antes y Durante Estudio)

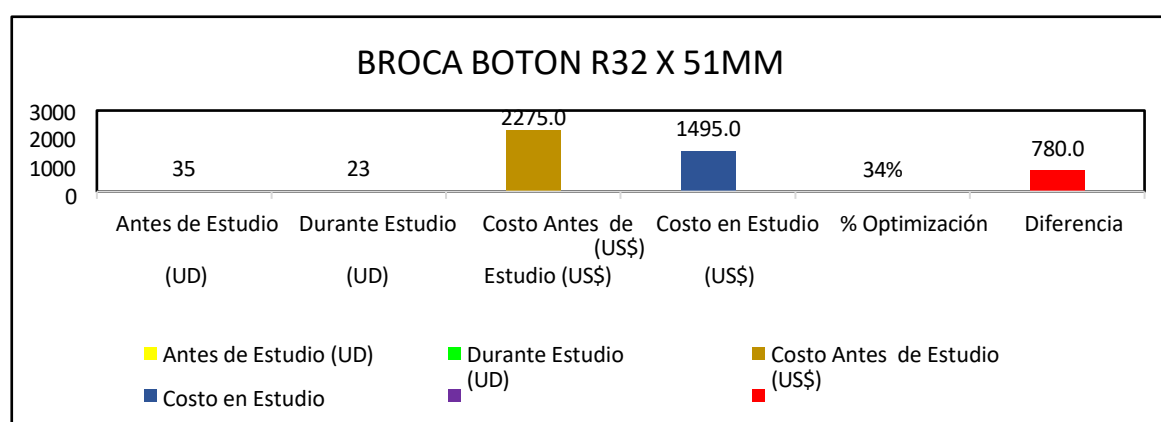


Nota. Elaboración propia

Interpretación: Barra Tun T38-H35-R32 X 14': barra de perforación con un diámetro de 35 mm y una longitud de 14 pies. Se consumieron 07 unidades antes del estudio y se redujeron a 04 unidades durante el estudio. El costo antes del estudio era de \$3010.0 y se redujo a \$1720.0, lo que representa una optimización del 43%. La diferencia en el costo es de \$1290.0.

Figura 66

Consumo y costo (US\$) De BROCA BOTON R32 X 51MM ESF De Ene-20 a Jul-20 VS Agosto 2020 (Antes y Durante Estudio)

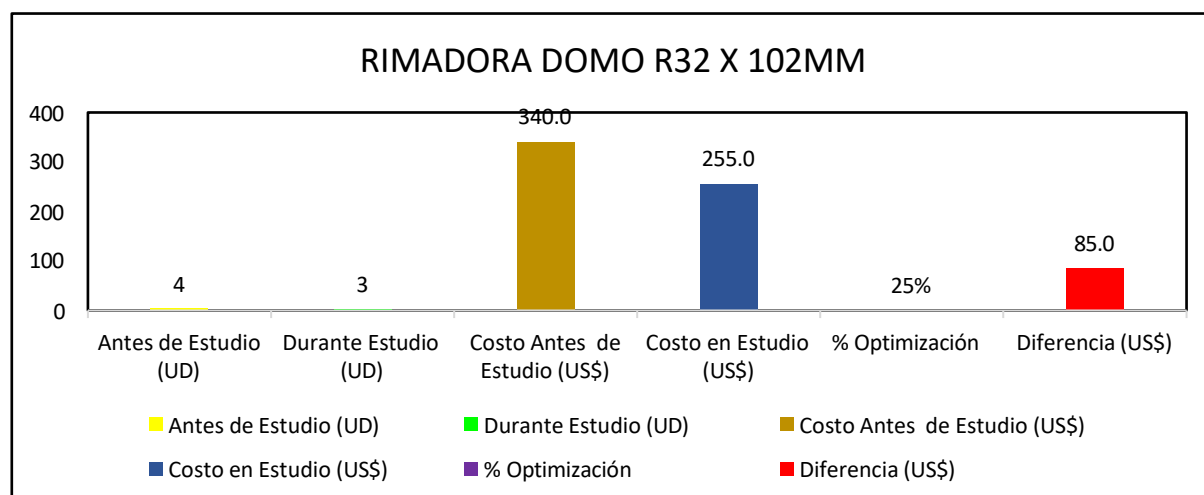


Nota. Elaboración propia

Interpretación: Broca Botón R32 X 51mm Esf: Se usaron 35 unidades antes del estudio y se redujeron a 23 unidades durante el estudio. El costo antes del estudio era de \$2275.0 y se redujo a \$1495.0, lo que representa una optimización del 34%. La diferencia en el costo es de \$780.0.

Figura 67

Consumo y costo (US\$) De RIMADORA DOMO R32 X 102MM De Ene-20 a Jul-20 VS Agosto 2020 (Antes y Durante Estudio)



Nota. Elaboración propia

Interpretación: Rimadora Domo R32 X 102mm: Se consumieron 04 unidades antes del estudio y se redujeron a 03 unidades durante el estudio. El costo antes del estudio era de \$340.0 y se redujo a \$255.0, lo que representa una optimización del 25%. La diferencia en el costo es de \$85.0.

Tabla 49

Resumen Costos en Accesorios De Perforación (US\$) Ene-20 a Jul-20 VS Agosto 2020 (Antes y Durante Estudio)

Equipo	Accesorio de perforación	Costo Antes	Costo En	% Optimización	Diferencia (US\$)
		De Estudio (US\$)	Estudio (US\$)		
JUMBO B SID_Nº55	Shank Cop1838 T38 D38 L435mm	765.0	510.0	33%	255.0
	Acople T38/T38	380.0	285.0	25%	95.0
	Barreno Tun T38-H35-R32 X 14'	3010.0	1720.0	43%	1290.0

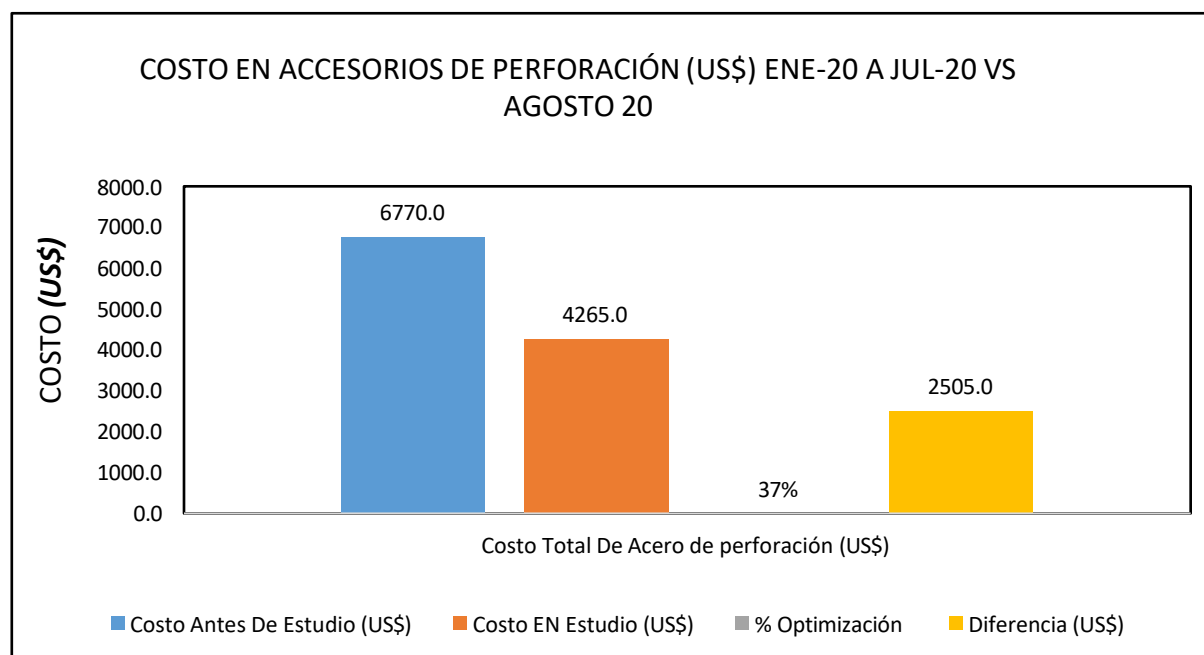
Broca botón R32 X 51mm Esf	2275.0	1495.0	34%	780.0
Rimadora Domo R32 X 102mm	340.0	255.0	25%	85.0
Costo Total en Accesorio de perforación (US\$)	6770.0	4265.0	37%	2505.0

Nota. Elaboración propia

Descripción: En general, el costo total de los accesorios de perforación antes del estudio era de \$6770.0, pero después de la optimización, se redujo a \$4265.0, lo que representa una optimización del 37%. La diferencia total en costos después de la optimización fue de \$2505.0.

Figura 68

Costo en accesorios de perforación (US\$) Ene-20 A Jul-20 Vs Agosto 20



Nota. Elaboración propia

Interpretación: En general, el costo total de los accesorios de perforación antes del estudio era de \$6770.0, pero después de la optimización, se redujo a \$4265.0, lo que representa una optimización del 37%. La diferencia total en costos después de la optimización fue de \$2505.0.

Tabla 50

Calculo de Costo/ Metro Perf (US\$) en equipo JUMBO B S1D_N°55 - Agosto 20

Equipo	Accesorio de perforación	Durante	Metros	Costos		
		Estudio	Perf.	US\$/	US\$/ Total	US\$/
		(UD)	acum.	Ac.Perf	en Ac.Perf	M.Perf
JUMBO B S1D_N°55	Shank Cop1838 T38 D38 L435mm	2	14136.6	255.0	510.0	0.036
	Acople T38/T38	3	14136.6	95.0	285.0	0.020
	Barreno Tun T38-H35-R32 X 14'	4	14136.6	430.0	1720.0	0.122
	Broca Botón R32 X 51mm Esf	23	12878.4	65.0	1495.0	0.106
	Rimadora Domo R32 X 102mm	3	1258.2	85.0	255.0	0.018
Total		35			4265.0	0.302

Nota. Elaboración propia

Descripción: Durante el estudio Agosto 20, se han perforado un total de 14.136,6 metros acumulados, los costos totales en accesorio de perforación son de \$4265.0 en total; el accesorio principal es el Shank Cop1838 T38 D38 L435mm, del cual se han utilizado 2 unidades a un costo de \$255.0 por unidad, con un costo total de \$510.0; se ha utilizado el acople T38/T38 en 3 unidades, con un costo de \$95.0 por unidad, lo que suma un total de \$285.0; además, se utilizaron 4 barras Tun T38-H35-R32 X 14' a un costo de \$430.0 por unidad, con un total de \$1720.0; las brocas, se utilizaron 23 brocas Botón R32 X 51mm Esf, con un costo de \$65.0 por unidad, lo que suma un total de \$1495.0 y por último, se usaron 3 rimadoras de domo R32 X 102mm, con un costo de \$85.0 por unidad, lo que suma un total de \$255.0, teniendo todos datos anteriores, se realiza el cálculos de costo por metro perforado obteniendo 0.302 US\$/m.

Tabla 51

Resumen de Costo/ Metro Perf (US\$) en equipo JUMBO B S1D_N°55

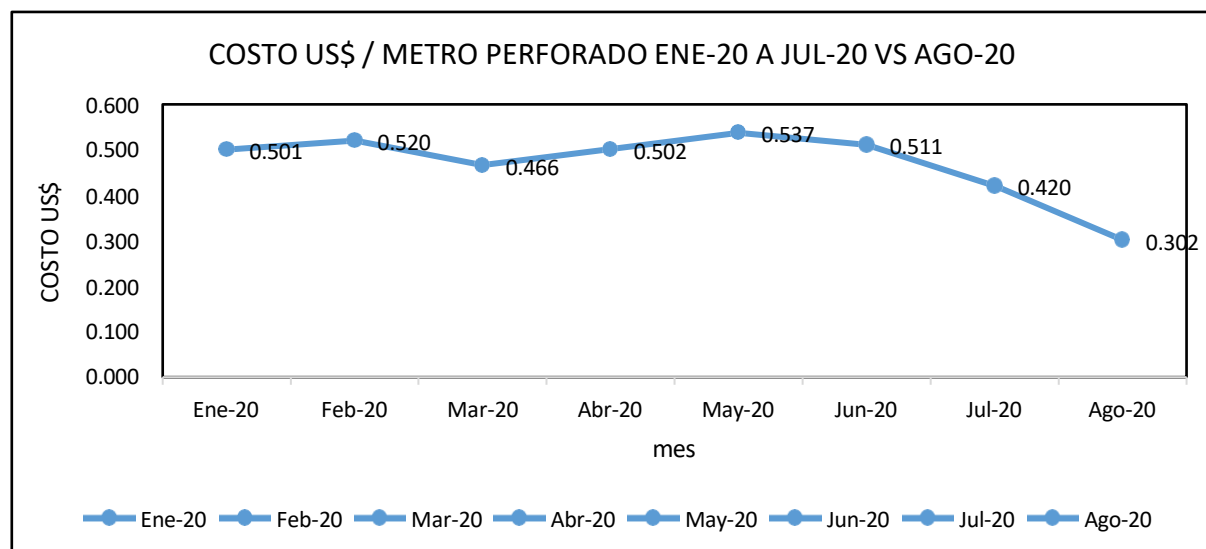
Mes	Metros perforados /mes (m)(2020)	Costo total de accesorios de Perf. /mes (US\$)	COSTO US\$ / Metro Perf.	PROMEDIO
Ene-20	13636.1	6831.0	0.501	
Feb-20	9520.3	4951.0	0.520	
Mar-20	13856.2	6456.0	0.466	
Abr-20	14740.4	7398.0	0.502	0.494
May-20	14393.0	7735.0	0.537	
Jun-20	13103.0	6695.0	0.511	
Jul-20	14945.3	6295.0	0.420	
Ago-20	14136.6	4265.0	0.302	0.302

Nota. Elaboración propia

Descripción: Según los datos proporcionados, se muestra la cantidad de metros perforados por mes en el año 2020, así como el costo total de los accesorios utilizados para la perforación y el costo promedio por metro perforado (Ene-20 A Jul-20) es de \$0.494 por metro perforado; en agosto de 2020 se perforaron 14,136.6 metros y los accesorios utilizados tuvieron un costo total de \$4,265.0, lo que resultó en un costo de \$0.302 por metro perforado.

Figura 69

Comparativo de costos Metros Perforados de Ene-20 a Jul-20 VS Ago-20



Nota. Elaboración propia

Interpretación: En mayo de 2020 se perforaron 14,393.0 metros y los accesorios utilizados tuvieron un costo total de \$7,735.0, lo que resultó en un costo promedio de \$0.537 por metro perforado. Siendo es mes con mayor costo por me perforado; en julio de 2020 se perforaron 14,945.3 metros y los accesorios usados tuvieron un costo total de \$6,295.0, lo que resultó en un costo promedio de \$0.420 por metro perforado observando un leve descenso en costos por metro perforado, durante agosto de 2020, mes en que se realiza los estudio; se perforaron 14,136.6 metros y los accesorios utilizados tuvieron un costo total de \$4,265.0, lo que resultó en un costo promedio de \$0.302 por metro perforado evidenciando la optimización de accesorios y con incidencia en costos por metro perforado.

Tabla 52*Resumen de Costo/ Metro Perf (US\$)*

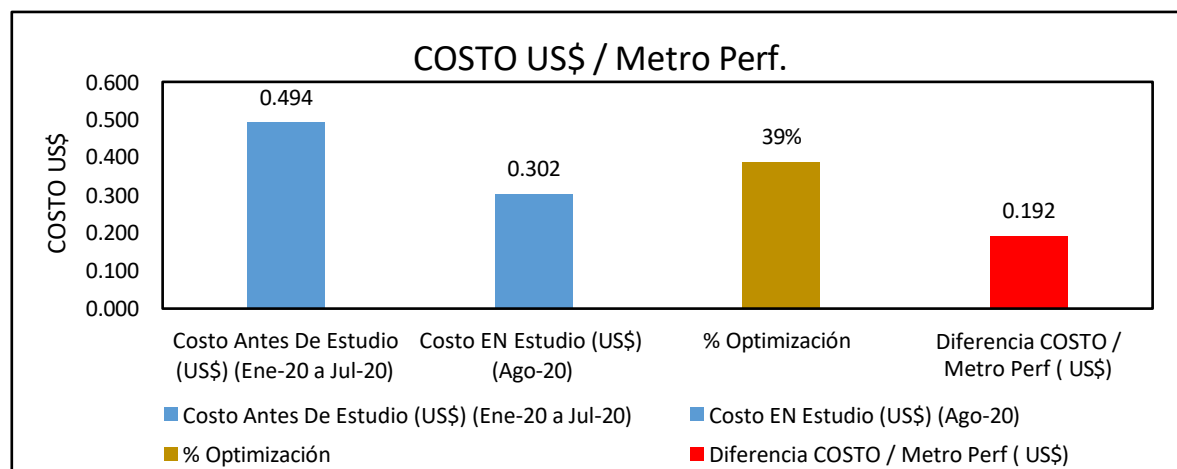
COSTO US\$	Costo Antes De Estudio (US\$) (Ene-20 a Jul-20)	Costo EN Estudio (US\$) (Ago-20)	% Optimización	Diferencia Costo / Metro Perf (US\$)
COSTO US\$ / Metro Perf.	0.494	0.302	39%	0.192

Nota. Elaboración propia

Descripción: En mayo de 2020 se perforaron 14,393.0 metros y los accesorios utilizados tuvieron un costo total de \$7,735.0, lo que resultó en un costo promedio de \$0.537 por metro perforado. Siendo es mes con mayor costo por me perforado; en julio de 2020 se perforaron 14,945.3 metros y los accesorios usados tuvieron un costo total de \$6,295.0, lo que resultó en un costo promedio de \$0.420 por metro perforado observando un leve descenso en costos por metro perforado, durante agosto de 2020, mes en que se realiza los estudio; se perforaron 14,136.6 metros y los accesorios utilizados tuvieron un costo total de \$4,265.0, lo que resultó en un costo promedio de \$0.302 por metro perforado evidenciando la optimización de accesorios y con incidencia en costos por metro perforado.

Figura 70

Cuadro Comparativo Metros Perforados Y Rimados De Ene-20 a Jul-20 VS Agosto 2020



Nota. Elaboración propia

Interpretación: Como se ve en la figura 69 el JUMBO B S1D- N°55, el costo por metro perforado antes del estudios es de es de 0.494 US\$;realizando las capacitaciones a operadores en el uso correcto de accesorios de perforación, mantenimiento adecuado y programado de equipo jumbo, y control correcto de parámetros de perforación (percusión, avance, rotación, RPM, dumping, presión de agua y aire) se logra reducir dicho costo, obteniendo un costos para el mes de agosto 2020 es de 0.302 US\$; haciendo una reducción de 0.192 US\$ lo que haciendo una reducción del 39%.

4.3.2. Evaluación Financiera

Tabla 53

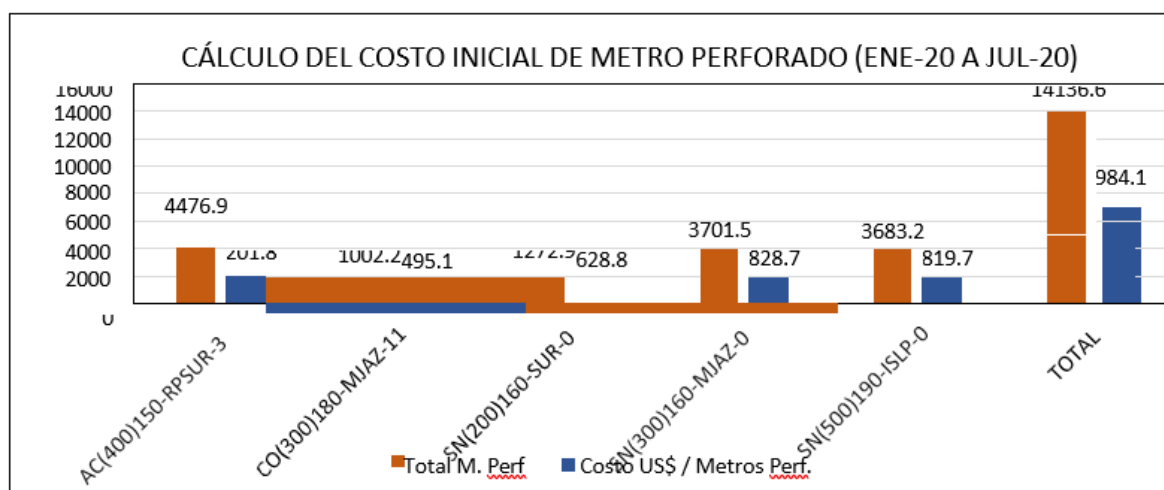
Cálculo del Costo Inicial de Metro Perforado por cada labor con JUMBO B S1D_N°55 (Ene-20 a Jul-20)

Equipo	Labor De Perforación	Total M.	US\$ / M.	Costo US\$ / Metros
		Perforados	Perforado	Perforados
JUMBO B S1D_N°55	AC(400)150-RPSUR-3	4476.9	0.494	2201.8
	CO(300)180-MIAZ-11	1002.2	0.494	495.1
	SN(200)160-SUR-0	1272.9	0.494	628.8
	SN(300)160-MIAZ-0	3701.5	0.494	1828.7
	SN(500)190-ISLP-0	3683.2	0.494	1819.7
TOTAL DE METROS PERFORADOS		14136.6		6984.1

Nota. Elaboración propia

Figura 71

Costo Inicial Metro Perforado por labor con JUMBO B S1D_N°55 (Ene-20 a Jul-20)



Nota. Elaboración propia

Interpretación: Como se ve en la **Tabla 54** el JUMBO B S1D- N°55 se ha perforado un total de 14.136,6 metros, teniendo un costo por metro perforado de US\$0.494, considerando costo

inicial (costo de Ene-20 a Jul-20); AC (400)150-RPSUR-3: tiene un costo total de US\$2,201.8; CO (300)180-MJAZ-11: tiene un costo total de US\$495,1; SN (200)160-SUR-0: tiene un costo total de US\$628,8. SN (300)160-MJAZ-0: tiene un costo total de US\$1,828.7; SN (500)190-ISLP-0: tiene un costo total de US\$1,819.7. En conjunto, el costo total de perforación es de US\$6,984.1.

Cálculo de Costos Final (Ago-20) de Metro Perforado en JUMBO B S1D_N°55

Tabla 54

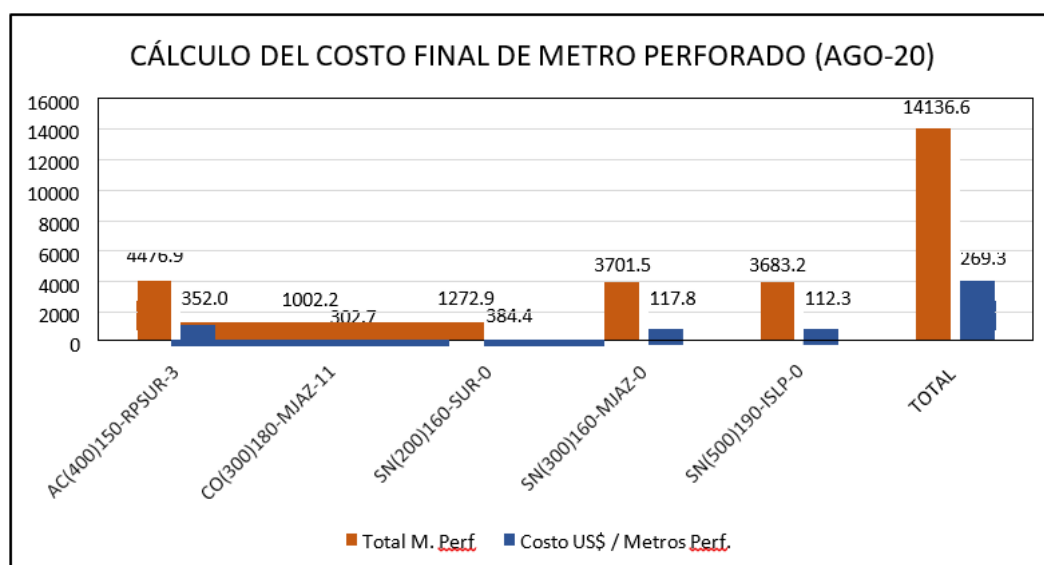
Cálculo de Costo de Metro Perforado por cada labor con JUMBO B S1D_N°55 (Ago-20)

Equipo	Labor De Perforación	Total M.	US\$ / M.	Costo US\$ / Metros
		Perforados	Perforado	Perforados
JUMBO B S1D_N°55	AC(400)150-RPSUR-3	4476.9	0.302	1352.024
	CO(300)180-MJAZ-11	1002.2	0.302	302.658
	SN(200)160-SUR-0	1272.9	0.302	384.401
	SN(300)160-MJAZ-0	3701.5	0.302	1117.850
	SN(500)190-ISLP-0	3683.2	0.302	1112.326
TOTAL DE METROS PERFORADOS		14136.6		4269.259

Nota. Elaboración propia

Figura 72

Costo final de Metro Perforado por cada labor con JUMBO B S1D_Nº55 (Ago-20)



Nota. Elaboración propia

Interpretación: Como se ve en la **Tabla 55** el JUMBO B S1D- Nº55 se ha perforado un total de 14.136,6 metros, teniendo un costo por metro perforado de US\$0.302, considerando costo final (costo de Ago-20); AC(400)150-RPSUR-3: tiene un costo total de US\$ 1,352.0; CO(300)180-MJAZ-11: tiene un costo total de US\$ 302.7; SN(200)160-SUR-0: tiene un costo total de US\$ 384.4. SN (300)160-MJAZ-0: tiene un costo total de US\$ 1,117.8; SN(500)190-ISLP-0: tiene un costo total de US\$1,112.3. En conjunto, el costo total de perforación es de US\$4,269.3.

Tabla 55

Resumen Comparativo Inicial y Final de Cálculo de consumo y de Costos en Metros Perforados.

Accesorio de perforación	Antes de Estudio (UD)	Durante Estudio (UD)	Costo de Accesorio (US\$)	Costo Antes de Estudio (US\$)	Costo en Estudio (US\$)	% Optimización	Diferencia (US\$)
Shank Cop1838 T38 D38 L435mm	3	2	255.0	765.0	510.0	33%	255.0
Acople T38/T38	4	3	95.0	380.0	285.0	25%	95.0
Barra Tun T38-H35-R32 X 14'	7	4	430.0	3010.0	1720.0	43%	1290.0
Broca Botón R32 X 51mm Esf	35	23	65.0	2275.0	1495.0	34%	780.0
Rimadora Domo R32 X 102mm	4	3	85.0	340.0	255.0	25%	85.0
		35		6770.0	4265.0		2505.0

Nota. Elaboración propia

Descripción: Shank Cop1838 T38 D38 L435mm experimenta una optimización del 33% durante el estudio. su uso durante el estudio resultó en un ahorro de \$255.0 en comparación con el costo inicial; Acople T38/T38, ha mostrado una optimización del 25% durante el estudio, durante el estudio resultó en un ahorro de \$95.0 en comparación con el costo inicial; Barra Tun T38-H35-R32 X 14' mostró una optimización del 43% durante el estudio, resultó en un ahorro de \$1290.0 en comparación con el costo inicial; Broca Botón R32 X 51mm Esf una optimización del 34% durante el estudio, durante el estudio resultó en un ahorro de \$780.0 en comparación con el costo inicial; Rimadora Domo R32 X 102mm mostró una optimización del 25% durante el estudio. El estudio resultó en un ahorro de \$85.0 en comparación con el costo inicial. el estudio resultó en ahorros significativos en comparación con los costos inicial.

Tabla 56

Resumen consumo, Cálculo Metros Perforados, rendimiento alcanzado, costos de accesorios de perforación y Costos US\$ / Metro

1.1.1

Accesorio de perforación		Rendimiento Vida Útil (m)	Durante Estudio (UD)	Metros Perf. Acumulados.	Rendimiento Obtenido	Eficiencia alcanzada	Costos			
							US\$/ Accesorio de Perf .	US\$/ Total en Accesorio Perf.	US\$/ M. Perf	
JUMBO B S1D_N°55	Shank Cop1838 T38 D38 L435mm	7000.0	2	14136.6	7068.3	101%	255.0	510.0	0.036	
	Acople T38/T38	5000.0	3	14136.6	4712.2	94%	95.0	285.0	0.020	
	Barra Tun T38-H35-R32 X 14'	3500.0	4	14136.6	3534.2	101%	430.0	1720.0	0.122	
	Broca Botón R32 X 51mm Esf	500.0	23	12878.4	559.9	112%	65.0	1495.0	0.106	
	Rimadora Domo R32 X 102mm	450.0	3	1258.2	419.4	93%	85.0	255.0	0.018	
Total			35					4265.0	0.302	

Nota. Elaboración propia

Tabla 57

Resumen Final del Total de Accesorios Utilizados y Costo Final (Ago-20)

Equipo	Acero De Perforación	Cantidad Inicial	Cantidad Final
		(Ene-20 A Jul-20) (Ud)	(Ago-20) (Ud)
JUMBO B S1D_N°55	Shank Cop1838 T38 D38 L435mm	3	2
	Acople T38/T38	4	3
	Barreno Tun T38-H35-R32 X 14'	7	4
	Broca Botón R32 X 51mm Esf	35	23
	Rimadora Domo R32 X 102mm	4	3
		53	35

Nota. Elaboración propia

4.3.2.1. Resultados de la evaluación financiera.

Para determinar los ratios financieros del proyecto se utilizará una tasa del 15% mensual y una duración del proyecto de tres meses. Los elementos que se deben tener en cuenta en la evaluación financiera se enumeran en la siguiente tabla.

- Costos de inversión (\$) \$ 4500,00
- Costos de operación mensual (\$) \$469,90

Tabla 58*Resumen de Costo de Operación*

RESUMEN DE COSTOS DE OPERACIÓN	\$/Tarea
Costo de depreciación	0,46
Costo de mano de obra \$/Tarea	4,28
Costo de energía	0,20
Costo de materiales	0,38
Costo de mantenimiento	0,35
Total de Costos de Operación	5,68

3 días

\$ 469,9

Nota. Elaboración propia**Tabla 59***Tiempo de Toma de datos*

Descripción	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
Inversión Inicial	-400.00	0	0	0	0
Costo de Operación (Mensual)	-169,9	-169,9	-169,9	-169,9	-169,9
Ahorro Mensual	0	387.41	387.41	387.41	387.41
Tasa de Interés Mensual	15%	15%	15%	15%	15%
Utilidad Neta	-\$569.9	\$207.51	\$207.51	\$207.51	\$207.51

Nota. Elaboración propia

Interpretación de la tabla: Según el cuadro, la utilidad neta anual será de 2619.12\$SU, además que en cuarto mes se está recuperando la inversión.

4.3.2.2. Resultados del cálculo del VAN.

Este método de cálculo utiliza la siguiente fórmula.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Bt - Ct}{(1 + t)^t}$$

Donde:

$Bt - Ct$ = Utilidad Neta Mensual.

Entonces:

$$VAN = \frac{-569.9}{(1 + 0.15)^0} + \frac{207.51}{(1 + 0.15)^1} + \frac{207.51}{(1 + 0.15)^2} + \frac{207.51}{(1 + 0.15)^3} + \frac{207.51}{(1 + 0.15)^4}$$

$VAN = \$ 51.09$ El cual es $VAN > 0$

$VAN (-) = -6.824$

4.3.2.3. Resultados del cálculo del TIR.

Este método de cálculo utiliza la siguiente fórmula.

$$TIR = \sum_{t=0}^n \frac{1 + TIR}{TIR(1 + t)^t}$$

$TIR = 19\%$ Se obtiene que $19\% > 15\%$

4.3.2.4. Resultados del Cálculo del Beneficio/Costo. (B/C)

Para usar el método B/C, primeramente, debemos actualizar el beneficio y costo obtenido durante el tiempo de duración del proyecto, alrededor de 4 meses.

Los datos actualizados se presentan a continuación:

Beneficio actualizado \$ 620.99

Costo actualizado \$ 569.9

Aplicando la fórmula (B/C).

$$B/C = \frac{620.99}{569.9} = 1.09$$

Este resultado de $1.09 > 1$, indica que el proyecto es rentable.

4.3.2.5. Resultados del tiempo de recuperación de la inversión

Estas cifras obtenidas son analizadas por el Departamento Económico y Financiero con la finalidad de comprobar y comparar la recuperación de la inversión en el tiempo proyectado.

Se emplea la fórmula a continuación:

$$400.00 * \frac{(1 + 0.15)^n - 1}{0.15(1 + 0.15)} = 615,179$$

Despejando “n” de la fórmula.

$n = 0.45$ años

$n = 0.45$ años (equivalente a 4 meses).

4.4. Discusión de resultados

Para garantizar que los resultados estén alineados al incremento de la vida útil de los accesorios de perforación, se comparará los datos antes y pues del estudio, afianzando así los resultados obtenidos.

En el proceso de optimizar la vida útil de los accesorios de perforación, también se conseguirá una cultura de mejora en los trabajos de voladura, en capacitar al personal aumentando sus conocimientos, el correcto uso de los accesorios de perforación, etc. Todos estos logros conseguidos influirán de manera positiva en el rendimiento. A partir de los resultados conseguidos en las labores de avance, se puede interpretar que se logró una respuesta positiva del estudio. Estadísticamente se consiguió obtener una diferencia entre el grupo de control y experimental, en el cual se obtuvo un rendimiento 112% en brocas y 101% en las barras, por tanto, con el respectivo trabajo de optimización de la vida útil de los accesorios de perforación se mejoró el rendimiento en un 29%, por consecuencia reduciendo el consumo de accesorios de perforación.

Para afianzar estos resultados, se realizó una prueba estadística usando la correlación de Karl Pearson.

Por lo tanto, los resultados del estudio nos permiten conjeturar que la vida útil de los accesorios de perforación se incrementa a partir de las recomendaciones y medidas correctivas planteadas, en específico la vida útil del Shank Cop1838 T38 D38 L435mm, Acople T38/T38, Barra Tun T38-H35-R32 X 14', Broca Botón R32 X 51mm Esf. y Rimadora Domo R32 X 102mm, y con ello una reducción del costo por consumo significativa en la Unidad Minera Islay.

4.5. Contrastación de hipótesis

4.5.1. Prueba de significancia de la hipótesis principal

- **Sistema de Hipótesis.**

Nula (Ho): La optimización de la vida útil de los accesorios de perforación influye significativamente en la reducción de costos en mina Islay

(H1): La optimización de la vida útil de los accesorios de perforación no influye significativamente en la reducción de costos en la Unidad Minera Islay

- **Nivel de significancia (α) y nivel de Confianza (γ)**

$$\alpha = 0,05 \quad = 5\% \quad \gamma = 1 - \alpha = 95\%$$

- **Estadístico de prueba**

La variable aleatoria sigue una muestra “t” con 11 grados de libertad.

$$t = r * \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

El valor crítico, tabulado “Vt” de la prueba para 11 grados de libertad (unilateral) y 0,05 de significancia es de 1,66 (obtenido de las correspondientes tablas estadísticas).

- **Cálculo de la estadística**

Reemplazando en la ecuación se tiene el valor calculado (Vc) de la “t”:

$$t = Vc = 0,20 * \sqrt{\frac{12-2}{1-0,20^2}} = 0,67$$

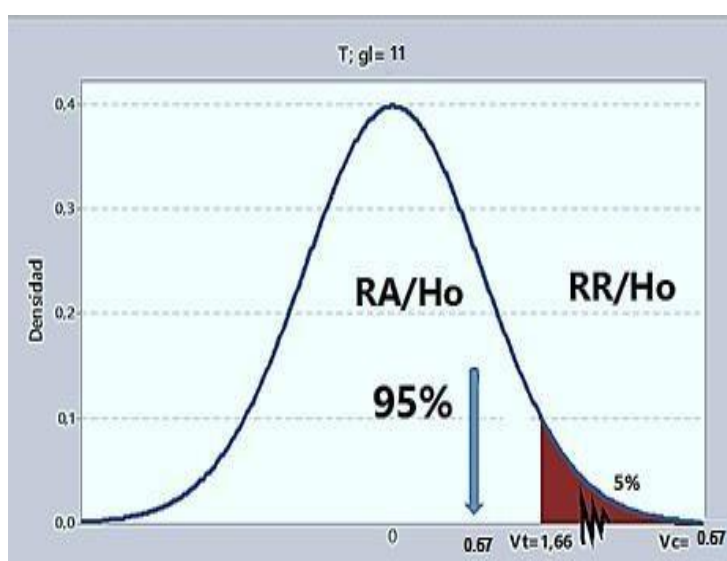
- **Toma de decisión**

Con base en el valor calculado y su valor crítico, tabulamos en la gráfica de la función "t", de la cual concluimos que $V_c < V_t$ ($0.67 < 1.66$). Con un 95% de certeza, podemos decir que se ha encontrado evidencia empírica para apoyar la Hipótesis Nula y rechazar la hipótesis alterna que dice: La optimización de la vida útil de los accesorios de perforación no influye significativamente en la reducción de costos en la Unidad Minera Islay.

En contraste, la optimización de la vida útil de los accesorios de perforación influye significativamente en la reducción de costos de la Unidad Minera Islay.

Figura 73

Diagrama de la Prueba T para la Docimasia de la Hipótesis



Nota. Elaboración propia

4.5.2. Prueba de significancia de la hipótesis específica

A continuación, se analizará la correlación de hipótesis específicas de la variable independiente y la variable dependiente en base al estadístico "r" de Pearson.

Empleando el mismo método para comprobar una hipótesis general, se probará las hipótesis de investigación específicas para garantizar que los resultados muestren una verdadera validez.

a) Prueba de la Primera Hipótesis Específica

Hipótesis Nula (H₀):

El control de la vida útil de la broca de perforación influye significativamente en la reducción de costos de la Unidad Minera Islay – Volcan compañía minera S.A.A.

Hipótesis Alterna (H₁):

El control de la vida útil de la broca de perforación no influye significativamente en la reducción de costos de la Unidad Minera Islay – Volcan compañía minera S.A.A.

DISCUSIÓN

Del cálculo realizado se puede observar que el valor de la relación “r” de Pearson que es r=31%. Luego reemplazamos en:

$$t = \frac{6 - 2}{Vc} = 0,31 \sqrt{1 - 0,31^2} = 0.65$$

Por lo que $Vc < Vt$ ($0.65 < 1.66$) el cual tiene un contraste de significancia de $p = 0,00 < 0,05$ por lo cual se acepta la hipótesis nula y rechaza automáticamente la hipótesis alterna, es decir:

El control de la vida útil de la broca de perforación influye significativamente en la reducción de costos de la Unidad Minera Islay – Volcan compañía minera S.A.A.

b) Prueba de la Segunda Hipótesis Específica

Hipótesis Nula (H₀):

El control de la vida útil de la barra de perforación influye significativamente en la reducción de costos de la Unidad Minera Islay – Volcan compañía minera S.A.A.

Hipótesis Alterna (H₁):

El control de la vida útil de la barra de perforación no influye significativamente en la reducción de costos de la Unidad Minera Islay – Volcan compañía minera S.A.A.

DISCUSIÓN

Del cálculo realizado se puede observar que el valor de la relación “r” de Pearson que es r=28%. Luego reemplazamos en:

$$t = \frac{6 - 2}{Vc} = \frac{0,28\sqrt{1 - 0,28^2}}{0,282} = 0,58$$

Por lo que $Vc < Vt$ ($0,58 < 1,66$) el cual tiene un contraste de significancia de $p = 0,00 < 0,05$ por lo cual se acepta la hipótesis nula y rechaza automáticamente la hipótesis alterna, es decir:

El control de la vida útil de la barra de perforación influye significativamente en la reducción de costos de la Unidad Minera Islay – Volcan compañía minera S.A.A.

CONCLUSIONES

- Como propósito general, se logró optimizar los accesorios de la columna de perforación alcanzando; como el Shank Cop1838 T38 D38 L435mm en un 101%, Barra Tun T38-H35-R32 X 14' EM UN 101%, Broca Botón R32 X 51mm Esf en un 112%, sin embargo, el acople T38/T38 y la rimadora domo R32 X 102mm se tuvo un promedio de 94%, respecto a la reducción de los costos fue de 0.494 US\$/M.Perf. a 0.302 US\$/M.Perf
- El primer sub-propósito se determinó aplicando los controles en la vida útil de la columna de perforación como el Shank Cop1838 T38 D38 L435mm de un objetivo de 7000m a 7068.3 m, la Barra Tun T38-H35-R32 X 14' EM UN 101% de un objetivo de 3500m se logró 3534.2m, sin embargo, el acople T38/T38 se tuvo como objetivo 5000m y se logró 4712.2m, esto gracias al reemplazó los accesorios a intervalos regulares, los accesorios nuevos y brocas afiladas pueden perforar con mayor rapidez, lo que puede reducir aún más los costos por metro perforado.
- Como segundo propósito se determinó que la Broca Botón R32 X 51mm ESF con 7 insertos (2 frontales y 5 laterales) y 3 orificios de barrido es la mejor opción debido a que se obtuvo una eficiencia de 112% logrando minimizar los costos.
- Los resultados obtenidos del control y un adecuado aguzado de las brocas es esencial para maximizar la rentabilidad y reducir los costos en la industria minera y en los procesos de perforación. De acuerdo al balance neto, se logró una reducción de costos por consumo de Acc. Perf. de 6770.0U\$\$/ mes a 4265.0U\$\$/ mes, ahorro de 2505.0U\$\$/.

RECOMENDACIONES

- Considerar incluir aspectos de composición de los aceros de perforación para poder estudiar el comportamiento de cada componente de la columna de perforación en función al tipo de roca.
- Se recomienda realizar un seguimiento más frecuente del desgaste de los accesorios como a fin de garantizar el control de la vida útil, así mismo, en futuras investigaciones considerar la implementación de nuevas tecnológicas y considerar en los estudios la calidad de los aceros de la columna de perforación
- Para futuras investigaciones considerar realizar con distintos de tipos de insertos en función del tipo de roca que permita evaluar el comportamiento de las brocas en función al tipo de roca de la unidad minera.
- Incluir el seguimiento del afilado de brocas con las tecnologías actuales, como el uso de afiladores automatizados, que permitirían tener un mayor acercamiento a la importancia de la calidad del afilado.

Bibliografía

- Abanto, & Vasquez. (2016). *Reducción de costos en las operaciones unitarias de perforación y voladura optimizando el mantenimiento de brocas de 45mm, rimadoras de 102mm y el consumo de explosivo en las labores de desarrollo que realiza la Empresa CONMICIV S.A.C EN CMH S.A.* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo]. Universidad Nacional de Trujillo.
<https://1library.co/document/9yn3j71q-reduccion-operaciones-unitarias-perforacion-optimizando-mantenimiento-explosivo-desarrollo.html>
- Aparco, A., & Garcia, J. A. (2019). *Optimización de la vida útil de los accesorios de perforación para la reducción de costos en la mina San Vicente-CIA. San Ignacio de Morococha S.A.A. año 2018*, [Tesis de grado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Universidad Nacional de Huancavelica.
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3180>.
- Apshana B., Y., Mora, I., Moscote, L. E., Pimienta, G. S., & Ortiz, E. V. (2011). *Caracterización y clasificación geomecánica del macizo rocoso, para determinar la estabilidad óptima de los taludes, en la cantera la primavera, municipio de bosconia, departamento del cesar*, [Tesis de grado, Fundación Universitaria Andina]. Fundación Universitaria Andina
<https://docplayer.es/45234581-Apshana-brito-yeliceth-mora-martinez-ivama-moscote-mendoza-luis-enrique-pimienta-correa-glenda-sarina-ortiz-ortiz-erika-viviana.html>
- Chura L., W. (2016). *Caracterización geomecánica del macizo rocoso y su aplicación en el diseño de sostenimiento en labores de desarrollo de la unidad económica administrativa Ana María – La Rinconada, 2016* [tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano]. Universidad Nacional del Altiplano
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4489>
- Gonzalez de Vallejo, L. L., Ferrer, M., Ortuño, L., & Oteo, C. (2002). *INGENIERÍA GEOLÓGICA*. Madrid: Pearson Educación.
- Lopez Jimeno, C., Lopez Jimeno, E., & Garcia Bermudez, P. (Setiembre de 2019). *Manual De Perforación Y Voladura De Rocas*.
<https://doku.pub/documents/manual-de-perforacion-y-voladura-de-rocas-lopez-jimeno-1q7jezre1zqv>
- Mayoral, R. (2012). *Optimización técnico-económico de perforación de barrenos en terrenos homogéneos. Búsqueda de leyes de desgaste para brocas de perforación, 2012*, [Tesis Doctoral, Universidad de Ovideo]. Universidad de Ovideo.
www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=BQHqZw4TDSI%3D
- Negreiros, L. M. (2020). *Aumento de la vida útil de los accesorios de perforación, mediante la técnica del afilado de brocas, disminuyendo el elevado consumo de los accesorios de perforación del túnel hidráulico del alto Piura-2020*, [Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo]. Universidad Nacional de Trujillo
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/16886>

- Ore, C. R. (2019). *Optimización del uso de accesorios de perforación para el método de minado Bench and Fill en la Veta Mary unidad minera Carahuacra de Volcan Compañía Minera S.A.A., 2019*, [Tesis de grado, Universidad Continental]. Universidad Continental
<https://hdl.handle.net/20.500.12394/7019>.
- Quispe, J. (2017). *Evaluación de columnas de perforación de equipos Sandvik y Atlas Copco en las operaciones de la UP. Andaychagua VOLCAN S.A.A., 2017*, [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2204>
- Quito, J. C., & Babilonio, R. (2020). *Análisis de la vida útil de accesorios de perforación para evaluar costos operativos en galerías Compañía Minera San Cristobal S.A.A., 2020* [Tesis de grado, Universidad continental]. Universidad continental
<https://hdl.handle.net/20.500.12394/8523>
- SANDVIK Mining y Construction. (s.f.). Sistema de Afilado.
- SANDVIK Rock Tools SRT. (s.f.). Manual de Perforación de Rocas. Teoría y Practica. Suecia.
- Umasi, W. (2013). *Estudio de comparación entre rendimientos en brocas de 12 1/4" en yacimientos skarn a tajo abierto para selección óptima, 2013*, [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3947/MIwiumc039.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Urquiza, H. E. (07 de 11 de 2019). *Análisis del consumo de barrenos y brocas en corporación minera Ananea S.A., 2019* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano]. Universidad Nacional del Altiplano.
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12327/Urquiza_Apaza_Hugo_Edgar.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Villalta, R. S. (20 de 09 de 2018). *Aplicación del método de explotación por taladros largos en veta virginia de la Unidad San Cristóbal de la Compañía Minera Volcan S.A.A., 2018*, [Tesis de Grado, Universidad Nacional del Altiplano]. Universidad Nacional del Altiplano.
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8198>.

ANEXOS

Anexo 1.

Control de la perforación de equipos jumbo en frentes de avance.



VISITA Y ASISTENCIA TÉCNICA

1.-DATOS GENERALES

FECHA:	11/08/2020	LABOR:	CO-011	NIVEL:	4180	GUARDIA:	DIA
EQUIPO:	JUMBO B S1D_N°55	OPERADOR:	Narciso Rapri Vargas				
TIPO DE PERFORACIÓN	PERFORACION EN FRENTE	TIPO DE ROCA:	REGULAR	R	RMR:		
			BUENA		41-50		

2.-DATOS TÉCNICOS (PARAMETROS DE PERFORACION)

PARAMETROS	PRESIÓN BAJA(Bar)		PRESIÓN ALTA(Bar)		OBSERVACIONES
	ESTABLECIDO	CAMPO	ESTABLECIDO	CAMPO	
PRESIÓN DE ROTACION	40-45	40	45-50	50	
PRESIÓN DE PERCUSIÓN	130-150	140	150-180	180	
PRESIÓN DE AVANCE	40-60	40	60-80	60	
PRESIÓN DE DUMPING	40-45		45		
RPM	BROCA	185	183		
	RIMADORA	93	93		
PRESIÓN DE AGUA	10-12 Bar		10		
PRESIÓN DE AIRE					

3.-DATOS CAMBIO DE BROCA POR TALADRO (SEGÚN RMR)

	RMR	N° CAMBIO ESTABLECIDO	N° CAMBIO EN CAMPO	OBSERVACIÓN
N° TALADROS / BROCA	RMR_31-40	18 Taladros	Taladros	
	RMR_41-50	14 Taladros	Taladros	
	RMR_51-60	10 Taladros	Taladros	

TIEMPO DE PERFORACIÓN BARRA DE 14'/ perforacion 12'

1°	00:02:20	4°	00:02:18	7°	00:02:26	10°	
2°	00:02:07	5°	00:02:33	8°	00:02:31	11°	
3°	00:02:29	6°	00:02:23	9°		PROM	00:02:23

4.-DATOS DE COLUMNA DE PERFORACIÓN

ACERO	ESTADO	DETALLE
SHANK	bien	
ACOPLE	bien	
BARRA	bien	
BROCA	bien	
RIMADORA	regular	necesita 1 broca adicional

3.-OBSERVACIONES

Sistema anti atasque deficiente
Se tiene variación en presión de agua, por momento se va el agua.

Anexo 2.*Tabla de Resumen total de metros perforados posterior a Ago-20.*

EQUIPO	Mes	M. Perforados	M. Rimados	Suma de TOTAL M. Perf.
	01-20	12310.3	1325.9	13636.1
	02-20	8575.2	946.1	9520.3
	03-20	12500.5	1355.8	13856.2
	04-20	13389.5	1350.9	14740.4
	05-20	13020.4	1371.6	14393.0
JUMBO B	06-20	11926.5	1176.5	13103.0
S1D_Nº55	07-20	13451.7	1493.5	14945.3
	08-20	12878.4	1258.2	14136.6
	09-20	12259.1	1227.7	13486.8
	10-20	12524.8	1158.2	13683.1
	11-20	12085.3	1133.9	13319.2
	Total	135022.7	13798.3	148820.0

Descripción: Después de un mes de estudio en agosto de 2020, se ha podido confirmar que, durante los meses de septiembre, octubre y noviembre de 2020 se ha mantenido un buen ritmo de perforación.

Anexo 3. Tablas de control de aceros de perforación

Tabla Control de total de consumos de accesorios de perforados posterior a Ago-20.

Equipo	Accesorio De Perforación	01/20	02/20	03/20	04/20	05/20	06/20	07/20	08/20	09/20	10/20	11/20
JUMBO B S1D_N°55	Shank Cop1838 T38 D38 L435mm	3	2	3	3	3	2	3	2	2	2	2
	Acople T38/T38	3	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3
	Barra Tun T38-H35-R32 X 14'	8	4	8	8	9	7	6	4	4	4	4
	Broca Boton R32 X 48mm Bal	2	7	2	11							
	Broca Boton R32 X 48mm Esf	13	1	3	5	7	8	8				
	Broca Boton R32 X 51mm Esf	18	25	22	24	32	31	29	23	26	31	26
	Rimadora Domo R32 X 102mm	4	3	3	4	3	4	4	3	3	3	3
Consumo Total de Acero de perforación		51	46	44	59	58	56	53	35	38	43	38

Descripción: Durante el transcurso de 2020, el equipo de perforación JUMBO B S1D_N°55 ha utilizado diversos accesorios para llevar a cabo su trabajo. A partir del mes de agosto, se ha observado un consumo de estos accesorios más equilibrado, siendo menor en comparación con los meses anteriores al estudio.

Anexo 4. Tablas de control de aceros de perforación

Tabla Resumen de rendimiento de accesorios de perforados posterior a Ago-20.

Accesorio De Perforación	Objetivo	01/20	02/20	03/20	04/20	05/20	06/20	07/20	08/20	09/20	10/20	11/20	REND. POND ANUAL	%
Shank Cop1838 T38 D38 L435mm	7000	4545	4761	4619	4913	4798	6552	4982	7068	6743	6842	6660	5,680.18	81%
Acople T38/T38	5000	4545	2380	4619	3685	3598	3276	4982	4712	4496	4561	4440	4,117.62	82%
Barra Tun T38-H35-R32 X 14'	3500	1705	2380	1732	1843	1599	1872	2491	3534	3372	3420	3330	2,479.80	71%
Broca Boton R32 X 51mm Esf	500	373	260	463	335	334	306	364	560	472	404	469	394.36	79%
Rimadora Domo R32 X 102mm	450	331	315	498	338	457	294	373	419	409	386	378	381.80	85%

Descripción: Durante el transcurso de 2020, el equipo de perforación JUMBO B S1D_N°55 ha empleado una variedad de accesorios para su la perforación. Sin embargo, a partir del mes de agosto, se ha observado un equilibrio constante en el rendimiento de estos accesorios. Es importante destacar que los meses de septiembre, octubre y noviembre del presente año han registrado rendimientos superiores en comparación con los meses anteriores al estudio.

Anexo 5. Tablas de control de aceros de perforación

Tabla Resumen de costo US\$ / Metro Perforados posterior a Ago-20.

Mes	Metros perforados /mes (2020)	Costo total de accesorios de Perf. /mes (US\$)	COSTO US\$ / Metro Perf.	PROMEDIO
01/20	13636.1	6831.0	0.501	
02/20	9520.3	4951.0	0.520	
03/20	13856.2	6456.0	0.466	
04/20	14740.4	7398.0	0.502	0.494
05/20	14393.0	7735.0	0.537	
06/20	13103.0	6695.0	0.511	
07/20	14945.3	6295.0	0.420	
08/20	14136.6	4265.0	0.302	0.302
09/20	13486.8	4460.0	0.331	
10/20	13683.1	4785.0	0.350	0.338
11/20	13319.2	4460.0	0.335	
Total				
general	148820.0	64331.0	13612.98	

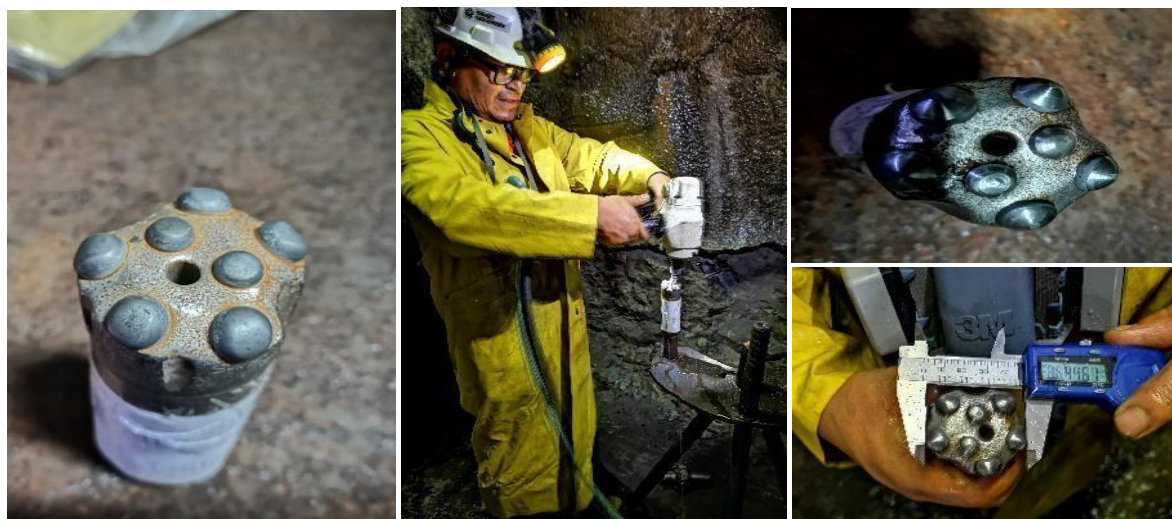
Descripción: El equipo de perforación JUMBO B S1D_N°55 ha lo largo de los meses 2020 (antes de estudio) se tenía un costo US\$ / Metro Perforado de 0.494 US\$ en promedio, posterior a Agosto-2020, se registra un una continuidad de costo US\$ / Metro Perforado en septiembre, octubre y noviembre-2020 se registra 0.338 US\$ / Metro Perforado en promedio.

Anexo 6. Galería de fotografía

Fotografía Control de rendimiento de perforación SN400 (-).



Fotografía Monitoreo de las brocas usadas, proceso de afilado y medida de diámetro de equipo de perforación Jumbo..



Anexo 7. Fallas en las brocas y shank

A. LAVADO DE CUERPO

CAUSAS • Exceso volumen de barrido de agua. • Perforación con exceso volumen de fluido que puede en algunas rocas causar voladura de arena en el acero y también protuberancia y rotura de los botones	
RECOMENDACIONES • Reducir el volumen de fluido. • Acortar los intervalos de afilado.	

Fuente: SANDVIK Mining & Construction Top Hammer Tools Div.

B. RAJADURA EN EL BORDE

CAUSAS • Procedimiento erróneo al colocar la broca y perforar sin que esté bien fijada y percutar demasiado al momento de empezar la perforación. • Mal emboquillado al momento de iniciar la perforación de un taladro. • La broca presenta despostillamiento en la parte inicial de la rosca. • Mal procedimiento al momento de extraer o aflojar la broca. Perforación con roscas gastadas. • Mala práctica de querer corregir el paralelismo cuando ya se está perforando más de un pie que ocasiona pandeamiento de la barra y rotura de broca.	 
RECOMENDACIONES • Aplicar una mínima cantidad de presión al desacoplar. • Reducir la percusión y avance emboquilla. • Use broca retráctil cuando el tipo de terreno es fracturado. Cambiar la broca para afilarla. • Utilizar grasa en la rosca de la broca y barra. • Desaflojar la broca con el mecanismo de impacto mientras se apoya sobre la superficie de la roca. • Utilice poco avance y no rotación.	

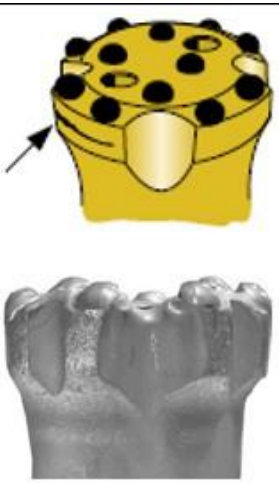
Fuente: SANDVIK Mining & Construction Top Hammer Tools Div.

C. GRIETA EN LA BROCA ENTRE LOS BOTONES Y AGUJEROS DE BARRIDO

CAUSAS - Falla final cuando perfora una broca de botones grandes (pesados) en rocas que no desgastan como la caliza. - Error de fabricación. Precisión del botón inferior en la perforación.	
RECOMENDACIONES - Cambiar a otro diseño de broca. - Retornar a fabrica para su análisis.	

Fuente: SANDVIK Mining & Construction Top Hammer Tools Div.

D. GRIETA DEL ACERO A PARTIR DE LA PARTE INFERIOR DEL INSERTO

CAUSAS - Fatiga del acero. - Error de fabricación. Precisión del botón inferior en la perforación.	
RECOMENDACIONES - Fallo final normal con larga vida útil. - El botón esta desgastado. - Retornar para el análisis.	

Fuente: SANDVIK Mining & Construction Top Hammer Tools Div.

E. ROTURA DE FORMA ANULAR EN EL CUERPO DE LA BROCA

CAUSAS • Excesiva rotación aplicada cuando se quiere extraer la broca atascada. • Mal procedimiento al momento de extraer la broca. • Baja resistencia de la roca. RPM mal regulados. • Excesiva percusión al extraer la broca. Fatiga. • Excesiva presión de avance.	
RECOMENDACIONES • Aplicar una cantidad mínima de presión de percusión para liberar a la broca y después incrementar la velocidad de rotación. • Reducir la percusión y avance cuando se desenrosca. • Mejorar las prácticas de almacenamiento. Neutralizar agente de fluidos. • Afloje un poco con el mecanismo de impacto mientras se asienta con firmeza contra la roca. Use poco avance y no rotación, o use llave especial. • Use broca retráctil. Reducir el poder de impacto. Falla normal por larga vida.	 

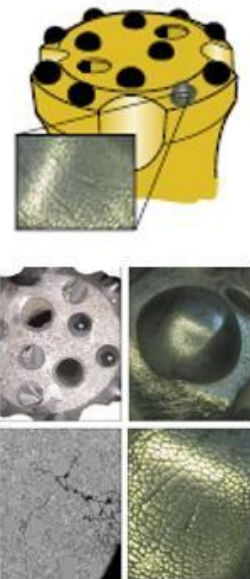
Fuente: SANDVIK Mining & Construction Top Hammer Tools Div.

F. PERDIDAS DE BOTONES

CAUSAS • Percusión en vacío. Presión inadecuada de avance. • Ajuste con broca. Incorrecta relación de tamaño entre botón y agujero para el botón.	
RECOMENDACIONES • No percutar mucho al menos que la broca este pegada en la roca. Use presión de percusión reducido en el emboquillado en superficies irregulares. • Incrementar la presión de avance. Usar apropiado ajuste de broca. Retornar para análisis a fabrica	

Fuente: SANDVIK Mining & Construction Top Hammer Tools Div.

G. MICROFISURAS O PIEL DE SERPIENTE EN LOS INSERTOS

CAUSAS • Perforar en terreno no abrasivo crea micro fisuras en el botón mirándose piel de serpiente en los botones. • La roca deja una superficie brillante en los insertos y una fatiga en los botones que lo agrietara a medida que se siga perforando	 El diagrama superior muestra un inserto amarillo con múltiples agujeros negros. Una imagen de inserción muestra una superficie metálica brillante y agrietada. Las fotografías inferiores muestran insertos con superficies brillantes y agrietadas, y una imagen de un inserto con una superficie brillante y agrietada.
RECOMENDACIONES • Afilar los insertos incluso si no presenta demasiado desgaste, para evitar las micro fisuras. • Use un grado más suave de inserto.	

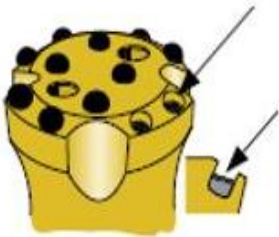
Fuente: SANDVIK Mining & Construction Top Hammer Tools Div.

H. PARTICIÓN DE BOTONES POR DEBAJO DEL CUERPO

CAUSAS • Excesiva protuberancia del botón mediante incorrecto afilado o lavado de acero. Protuberancia mayor que $\frac{3}{4}$ del diámetro del botón puede no proporcionar suficiente soporte para resistir las fuerzas de tracción que el botón puede encontrarse. • Incorrecta relación entre botón y agujero del botón.	 El diagrama superior muestra un inserto amarillo con una protuberancia en la parte superior. Una imagen de inserción muestra un inserto con una protuberancia. Las fotografías inferiores muestran insertos con protuberancias y agrietamientos.
RECOMENDACIONES • Acortar el intervalo de afilado. • Retornar para el análisis.	

Fuente: SANDVIK Mining & Construction Top Hammer Tools Div.

I. BOTONES TRITURADOS DENTRO DE LA BROCA

CAUSAS • Malas prácticas al aflojar la broca de la barra. (excesiva percusión en vacío y rotación). • Demasiada forma cónica del botón para roca abrasiva. (puede ser por el incorrecto afilado) • Excesiva protuberancia del botón mediante incorrecto afilado o lavado de acero. Protuberancia mayor que $\frac{3}{4}$ del diámetro del botón puede no proporcionar suficiente soporte para resistir las fuerzas de tracción que el botón pueda encontrar.	 
RECOMENDACIONES • Asegurar que el boom (sistema de articulación del equipo) este seguro. Empezar el emboquillado a impacto reducido entonces aumentar la presión a completa una vez que la broca este incrustado 300mm en la roca. • Afilar los botones a su forma normal. Asegúrese de que los procedimientos para afilar sean los correctos.	

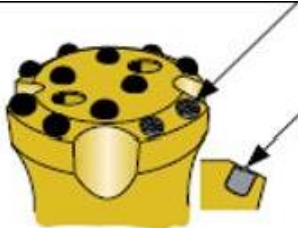
Fuente: SANDVIK Mining & Construction Top Hammer Tools Div.

J. BOTONES PICADOS

CAUSAS • Piel de serpiente. Sobreperforación en roca suave y no abrasiva que deja la superficie de los botones con brillo. El inserto de la broca es demasiado duro. • No hay contacto entre el botón y la roca en el impacto (percusión en vacío)	
RECOMENDACIONES • Acortar el intervalo de afilado. Re afilar el botón cuando el desgaste es de 1/3 del diámetro del botón. • Regularmente inspeccionar los botones y afilarlos para evitar microfisuras en las superficies de los botones. • Elija el grado más suave o duro de carburo según trabajo. Incrementar la velocidad de rotación.	 

Fuente: SANDVIK Mining & Construction Top Hammer Tools Div.

K. BOTONES APLASTADOS POR DEBAJO DEL NIVEL DE CUERPO

CAUSAS • Piel de serpiente. Sobreperforación en roca suave y no abrasiva que deja la superficie de los botones con brillo y fatiga en la superficie de los carburos cementados que se ven como piel de serpiente. • Sobreperforación. • Incorrecto grado de carburo. • Incorrecto proceso de afilado.	  
RECOMENDACIONES • Regularmente inspeccionar los botones y reaflarlos, aunque no parezcan estar desgastados para remover las microfisuras en la superficie de los botones. • Acortar el intervalo de afilado. Cambiar el grado de carburo. Mirar el catálogo o guía de selección de broca. • No afilar en seco porque puede provocar piel de serpiente. Aflar siempre con fluido de agua.	

Fuente: SANDVIK Mining & Construction Top Hammer Tools Div.

L. BOTONES AGRIETADOS

CAUSAS • Sobreperforación. • Piel de serpiente. Incorrecto proceso de afilado. El carburo del botón es demasiado duro	
RECOMENDACIONES • Reafilar cuando el desgaste es como máximo 1/3 del diámetro del botón. • Inspeccionar regularmente las brocas y afilarlas para remover microfisuras de la superficie de los botones. • Afilar en seco promueve la piel de serpiente; use agua. Escoger duro o suave grado de carburo de acuerdo al trabajo.	

Fuente: SANDVIK Mining & Construction Top Hammer Tools Div.

M. DESPRENDIMIENTO DEL BOTÓN AL NIVEL DEL CUERPO DE LA BROCA

CAUSAS

- Sobreperforación. Perforación en metal. Piel de serpiente.
- Excesiva protuberancia del botón mediante incorrecto afilado o lavado de acero. Protuberancia mayor que $\frac{3}{4}$ del diámetro del botón puede no proporcionar suficiente soporte para resistir las fuerzas de tracción que el botón pueda encontrar.



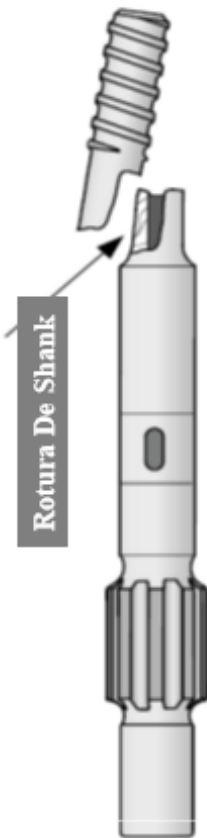
RECOMENDACIONES

- Acortar el intervalo de afilado. Reafilar cuando el desgaste es como máximo $\frac{1}{3}$ del diámetro del botón.
- Asegurar correctas prácticas de perforación.
- Inspeccionar regularmente las brocas y afilarlas para remover microfisuras de la superficie de los botones.

Fuente: SANDVIK Mining & Construction Top Hammer Tools Div.

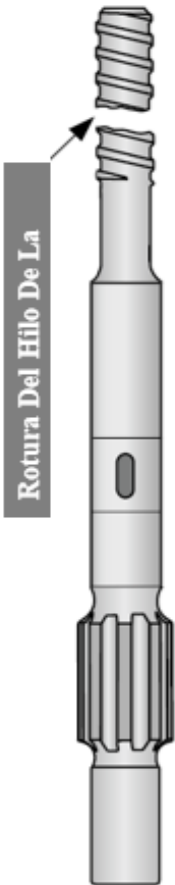
ROTURA DE SHANK

N. ROTURA DE SHANK AL INICIO DE LA ROSCA

CAUSAS • Desestabilidad del boom (sistema de articulación del equipo) lo que genera un excesivo pandeo. • Desalineamiento en la parte frontal de la perforadora por el desgaste del: Guide, • Driver o Bushing. • Excesiva presión de avance.	
RECOMENDACIONES • Asegurarse que el boom del equipo este alineado. • Sustituir los componentes desgastados. • Reducir la presión de avance, regule las presiones en función al tipo de roca.	

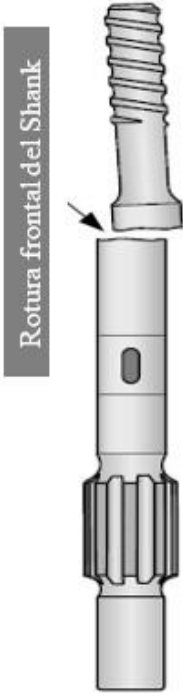
Fuente: SANDVIK Mining & Construction Top Hammer Tools Div.

O. ROTURA DE SHANK AL INICIO DE LA ROSCA

CAUSAS • Perforación en vacío lo que genera calor y pitings en las roscas. • Desalineamiento del boom (sistema de articulación del equipo). Desgaste del coupling de la barra. • Desalineamiento en el emboquillado • Sobrepresiones en la perforación. • Alta rotación del torque al trabajar con brocas sobreperforadas (brocas sin afilar)	 Rotura Del Hilo De La
RECOMENDACIONES • Evitar las percusiones en vacío y ajustar las presiones de avance y rotación. • Asegurarse el alineamiento del boom. • El emboquillado debe ser cuando la percusión este en baja. • Regule las presiones de avance según la dureza de roca. • Realizar el afilado de brocas cuando tienen un desgaste de inserto de la 1/3 parte del diámetro. Realizar el afilado de brocas cuando tienen un desgaste de inserto de la 1/3 parte del diámetro.	

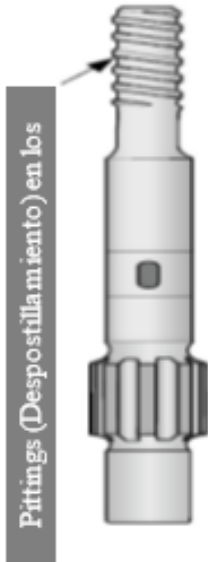
Fuente: SANDVIK Mining & Construction Top Hammer Tools Div.

P. ROTURA FRONTAL DEL CUERPO DEL SHANK

CAUSAS • Desalineamiento de la columna por el desgaste del Bushing frontal. • Deficiencias de lubricación.	 Rotura frontal del Shank
RECOMENDACIONES • Sustituir los componentes desgastados. • Garantizar la correcta lubricación.	

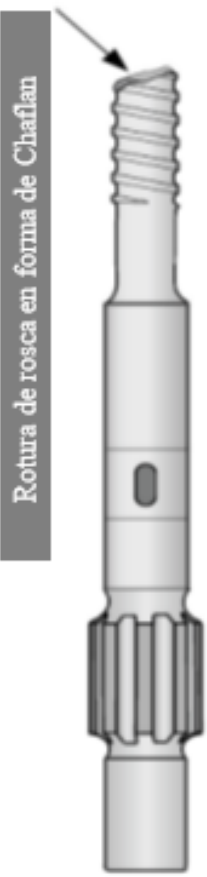
Fuente: SANDVIK Mining & Construction Top Hammer Tools Div.

Q. PITTING EN LAS ROSCAS.

CAUSAS • Presiones de percusión y avance no equilibradas al tipo de terreno. • Percusiones en vacío en el emboquillado • Incorrecta relación entre la presión de avance y la presión de rotación en el roscado de barras. • No utilizar grasa para el embonado de las roscas.	
RECOMENDACIONES • Verificar la temperatura del coupling en la perforación, y ajusta las presiones de acuerdo lo recomendado. • Usar acoples y shank, de preferencia nuevas, no combinar nuevos con usados. • Use grasa adecuada en el embonado de barras.	

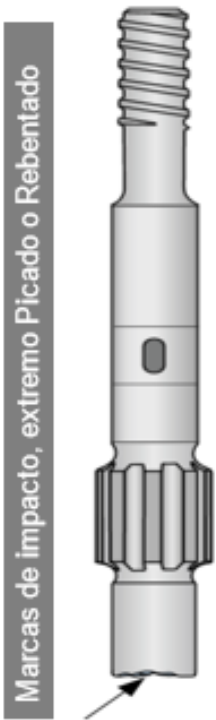
Fuente: SANDVIK Mining & Construction Top Hammer Tools Div.

R. ASTILLAMIENTO DE LA ROSCA

CAUSAS • Adaptadores sueltos (Shank y Coupling) y desalineamiento del boom (sistema de articulación del equipo). • Selección inadecuada de shank para el tipo de trabajo. • Trabajar con barras rotas y/o rajadas. • Desviación del taladro.	 Rotura de rosca en forma de Chafan
RECOMENDACIONES • Inspeccione los adaptadores sueltos y asegure el alineamiento del boom. • Seleccione un shank adecuado para el tipo de trabajo. • No mezclar accesorios usados con nuevos – Cambio oportuno de barra. • Comprobar la desviación de los taladros.	

Fuente: SANDVIK Mining & Construction Top Hammer Tools Div.

S. EXTREMO PICADO Y REVENTADO, MARCAS DE IMPACTO

CAUSAS • Desalineación debido a Bushing desgastados. • Pistón demasiadas horas de percusión. • Pistón de Baja calidad • Trabajar con pistón dañado. • Mal ajuste de los pernos de la perforadora.	 Diagrama de un extremo de perforación (pistón) que muestra marcas de impacto y rebentado en la punta. Una flecha indica la zona afectada. El texto vertical a la izquierda del diagrama dice: 'Marcas de impacto, extremo Picado o Reventado'.
RECOMENDACIONES • Reemplace los componentes desgastados en los componentes de la perforadora. • Reemplace el pistón. Servicio de equipos afectados. Servicio de perforación de rocas. • No mezclar componentes desgastado con nuevos. • Usar el Torquímetro.	

Fuente: SANDVIK Mining & Construction Top Hammer Tools Div.

Anexo 8. Procedimiento de afilado de brocas

		PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO		CÓDIGO	PETS-RTP-MIN-02-02
		Aguzado de brocas con afiladora neumática		REVISIÓN	00
				ÁREA	MINA
				PÁGINAS	3
Personal requerido para la actividad (Indicar ocupación)	Supervisor de mina y/o Técnico de aceros de perforación				CATEGORÍA DEL RIESGO PURO MEDIO
Equipo de Protección Personal (EPP) (E: especificaciones técnicas)	Casco / Barbilquijo E:	X	Lentes de seguridad E: Luna clara y sobre lentes para trabajadores con medida	X	EPP de asignación especial E:
	Protección respiratoria E: Respirador de media cara, filtros para polvo	X	Overol de seguridad E: Con cintas reflectivas	X	Gaantes E: Show extra larga 660
	Protección auditiva E: Orejera y tapones auditivos	X	Cinturón Minero E: Correa porta lámpara	X	Calzado de seguridad E: Botas dieléctricas
Otros EPPs o especificaciones	- Capotín PVC - Mandil PVC	Full face / Careta facial			
Dispositivos de protección colectiva	Señalización (bloqueo de taller)				
EQUIPOS O MÁQUINAS		HERRAMIENTAS Y MATERIALES		DISPOSITIVOS HSEC	
Afiladora neumática		- Juego de llaves métricas, Allen - Desamador, prensa, vernier - Llave francesa, stilson, alicata - Copas de afilado - Brocas y rimadora de perforación		- Extintor PQS - Botiquín - Lavajop - Cordón de bloqueo - Kil antiderriame	
	CONTROLES ESPECÍFICOS (aplicar PARE si no se cumple)			RESTRICCIONES PARA LA ACTIVIDAD	
	CONTROLES ADMINISTRATIVOS: - Asistir a la reunión de GCOM. - Contar con la orden de trabajo. - Realizar el IPERC continuo. - Haber recibido entrenamiento en el presente PETS. CONTROLES DE SEGURIDAD: - Paralizar la actividad en condiciones climáticas extremas o con aviso de ALERTA ROJA (tormentas eléctricas). - Paralizar la actividad cuando el equipo y/o área de trabajo no brinden condiciones seguras. - Verificar que la luminaria esté en buen estado. - Verificar que el equipo no presente fallas mecánicas y/o eléctricas		CONTROLES DE SALUD: - Contar con EMO vigente y realizar pausas activas para evitar exposición continua a posturas forzadas. CONTROLES DE MEDIO AMBIENTE: - Realizar la disposición adecuada de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos en puntos de acopio autorizados de acuerdo al código de colores. - Inspeccionar siempre el equipo antes de operar para detectar cualquier fuga o derrame.		- No haber asistido a la reunión de GCOM. - Las órdenes de trabajo sean emitidas por un supervisor de otra empresa o no cuente con la orden de trabajo. - No haber realizado el IPERC continuo. - Cuando los trabajadores no tienen las herramientas necesarias para la actividad o estas se encuentran deterioradas o no cuentan con la inspección mensual. - No se cuenta con las condiciones de seguridad y las herramientas de gestión. - PERSONA: Cansada, fatigada, problemas externos, problemas laborales, problemas de salud, síntomas de embriaguez y droga, etc. - EPP's inadecuados para la actividad. - Cualquier otra condición o acto sub estándar evaluado por el trabajador y/o supervisor. - Si no está capacitado y autorizado para realizar el trabajo. - Cuando exista condiciones adversas (tormentas eléctricas, nevado intenso, viento, etc). - Dispositivos electrónicos (celulares, tablets, etc.), solo se deben emplear en zonas permitidas y cuando las condiciones climáticas no sean adversas.
PROTOCOLOS DE PELIGROS MORTALES Y PROTOCOLO DE PELIGROS AMBIENTALES APLICABLES			TRABAJO SEGURO COMPORTAMIENTOS QUE SALVAN VIDAS		
			- Siempre voy a trabajar sin haber consumido alcohol ni drogas. - Siempre utilizo equipos de seguridad y aplico los controles necesarios para mi actividad y la de otros. - Siempre uso equipos apropiados para prevenir caídas cuando trabajo por encima de 1.8 m de altura. - Opero equipos únicamente si estoy capacitado y autorizado. - Siempre aliso, bloqueo y compruebo la ausencia de energías, antes de trabajar con fuentes de energía. - Nunca modifico o invalido equipos / controles / instalaciones de seguridad, sin autorización. - Nunca ingreso sin autorización a zonas de operación sobre todo cuando existan equipos móviles. - Nunca ingreso a zonas de Alto Riesgo, sin controles preventivos implementados. - Siempre reporto accidentes y cuasi accidentes con potencial de alto riesgo (HPRIs).		

		PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO		CÓDIGO	PETS-RTP-MIN-02-03	
		Aguzado de brocas con afiladora eléctrica		REVISIÓN	00	
				ÁREA	MINA	
				PÁGINAS	4	
Personal requerido para la actividad (Indicar ocupación)	Supervisor de mina y/o Técnico de aceros de perforación				CATEGORÍA DEL RIESGO PURO MEDIO	
Equipo de Protección Personal (EPP) (E: especificaciones técnicas)	Casco / Barbiqjejo E:	X	Lentes de seguridad E: Luna clara y sobreentes para trabajadores con medida	X	EPP de asignación especial E: Autorescatador / Lámpara	X
	Protección respiratoria E: Respirador de media cara, filtros para polvo	X	Overol de seguridad E: Con cintas reflectivas	X	Gaútes E: Dieléctico	X
	Protección auditiva E: Orejera y tapones auditivos	X	Cinturón Minero E: Correa porta lámpara	X	Calzado de seguridad E: Botas dielécticas	X
Otros EPPs o especificaciones	Capón PVC Mandil PVC		Full face / Careta facial			
Dispositivos de protección colectiva	Señalización (bloqueo de taller)					
EQUIPOS O MÁQUINAS		HERRAMIENTAS Y MATERIALES		DISPOSITIVOS HSEC		
Afiladora eléctrica		Juego de llaves métricas, Allen Desarmador, prensa, vernier Llave francesa, stilson, alicate		Copas de afilado Brocas y rimadora de perforación Extintor PQS Botiquín Lavaojos Cordón de bloqueo Detector de energía Kit antiderrame		
		CONTROLES ESPECÍFICOS (aplicar PARE si no se cumple)		RESTRICCIONES PARA LA ACTIVIDAD		
CONTROLES ADMINISTRATIVOS: • Asistir a la reunión de GCOM. • Contar con la orden de trabajo. • Realizar el IPERC continuo. • Haber recibido entrenamiento en el presente PETS. • Haber recibido capacitación en estrés térmico. CONTROLES DE SEGURIDAD: • Paralizar la actividad cuando el equipo y/o área de trabajo no brinden condiciones seguras. Superficie • Paralizar la actividad en condiciones climáticas extremas o con aviso de ALERTA ROJA (tormentas eléctricas). • Verificar que la luminaria esté en buen estado. • Verificar que el equipo no presente fallas mecánicas y/o eléctricas. • Verificar que la caja ITM sea pentapolar. Mina • Verificar que la labor tenga sostenimiento hasta el tope de los frentes y no presente problemas de inestabilidad. • No ingresar si la labor está con barricadas. • Verificar que la luminaria de taller esté en buen estado. • Verificar que el equipo no presente fallas mecánicas y/o eléctricas. • Verificar que la caja ITM sea pentapolar.		CONTROLES DE SALUD: Mina: • Verificar que la ventilación cumpla con los siguientes parámetros: O ₂ : 19.5% - CO: 25 ppm CO ₂ : 0.5% o 5000 ppm - NOx: 5 ppm • Ejecutar PARE si los niveles de TGBH superan los LMP de acuerdo a la intensidad de trabajo. • Hidratación constante. • Ejecutar ciclos trabajo-descanso en cabinas de descanso de acuerdo a la intensidad de trabajo. Superficie / Mina: • Contar con EMO vigente y realizar pausas activas para evitar exposición continua a posturas forzadas. CONTROLES DE MEDIO AMBIENTE: Superficie y mina: • Realizar la disposición adecuada de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos en puntos de acopio autorizados de acuerdo al código de colores. • Inspeccionar siempre el equipo antes de operar para detectar cualquier fuga o derrame.		• No haber asistido a la reunión de GCOM. • Las órdenes de trabajo sean emitidas por un supervisor de otra empresa o no cuente con la orden de trabajo. • No haber realizado el IPERC continuo. • No estar entrenado en el presente PETS. • No tener capacitación de estrés térmico. • Cuando no se haya realizado el Check List del equipo. • PERSONA: Cansada, fatigada, problemas externos, problemas laborales, problemas de salud, síntomas de ebriedad y droga, etc. • Cuando el trabajador presente síntomas de somnolencia y fatiga. • Cuando exista condiciones adversas (tormentas eléctricas, nevado intenso, viento, etc). • Cuando los trabajadores no tienen las herramientas necesarias para la actividad o estas se encuentran deterioradas o no cuentan con la inspección mensual. • No se cuenta con las condiciones de seguridad y las herramientas de gestión. • EPP's inadecuados para la actividad. • Cualquier otra condición o acto sub estándar evaluado por el trabajador y/o supervisor.		
PROTOCOLOS DE PELIGROS MORTALES Y PROTOCOLO DE PELIGROS AMBIENTALES APLICABLES		TRABAJO SEGURO COMPORTAMIENTOS QUE SALVAN VIDAS				
		1. Siempre voy a trabajar sin haber consumido alcohol ni drogas. 2. Siempre utilizo equipos de seguridad y aplico los controles necesarios para mi actividad y la de otros. 3. Siempre uso equipos apropiados para prevenir caídas cuando trabajo por encima de 1.8 m de altura. 4. Opero equipos únicamente si estoy capacitado y autorizado. 5. Siempre aislo, bloqueo y compruebo la ausencia de energías, antes de trabajar con fuentes de energía. 6. Nunca modifico o invalido equipos / controles / instalaciones de seguridad, sin autorización. 7. Nunca ingreso sin autorización a zonas de operación sobre todo cuando existan equipos móviles. 8. Nunca ingreso a zonas de Alto Riesgo, sin controles preventivos implementados. 9. Siempre reporto accidentes y cuasi accidentes con potencial de alto riesgo (HPRIs).				

**UNSCH**FACULTAD DE
INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL**ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N° 025-2024-FIMGC:****PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS**

En la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga de la ciudad de Ayacucho, en cumplimiento a la **RESOLUCIÓN DECANAL No 238-2024-FIMGC-D**, a los veintiséis días del mes de marzo de 2024, siendo las 2:00 p.m, reunidos en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Minas, bajo la presidencia del MSc. Ing. Carlos Auberto PRADO PRADO (Encargado) y los miembros; MSc. Ing. Edmundo CAMPOS ARZAPALO, MSc. Ing. Leonil Fernando QUISPE ARONES, MSc. Ing. Kelvis BERROCAL ARGUMEDO, actuando como secretario docente el Mg. Ing. Richar Ruben JORGE BERROCAL., para proceder a la sustentación de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas, del bachiller en Ciencias de la Ingeniería de Minas:

Roy Antonio MEZA QUISPE

Quien presentó la tesis denominada:

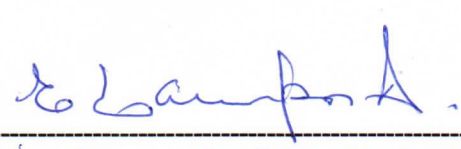
Optimización de los accesorios de la columna de perforación y su incidencia en los costos por metros perforados, en la Unidad Minera Islay-CIA Volcan año 2020

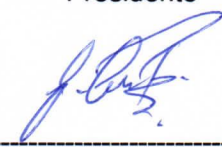
Los señores miembros del jurado luego de expuesto la tesis y absueltas las preguntas, delibera y lo declaran:

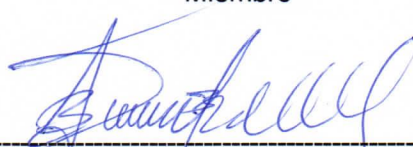
APROBADO CON NOTA DIECISÉIS (16)

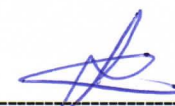
Siendo las 3:50 p.m. del día 26 de marzo de 2024, culmina el acto de sustentación de tesis, y en conformidad a lo actuado los miembros del jurado firmamos al pie del presente.



MSc. Ing. Carlos Auberto PRADO PRADO
Presidente

MSc. Ing. Edmundo CAMPOS ARZAPALO
Miembro

MBA. Ing. Leonil Fernando QUISPE ARONES
Miembro

MSc. Ing. Kelvis BERROCAL ARGUMEDO
Miembro-Asesor

Mg. Richar Ruben JORGE BERROCAL.
Secretario docente de la FIMGC

cc:
Archivo



UNSCH

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

El que suscribe; en mi calidad de Instructor de Originalidad de Trabajos de Investigación y encargado de certificar la originalidad de la tesis abajo indicado y por lo tanto responsable verificador de originalidad de trabajo de tesis de pregrado en primera instancia, en cumplimiento a la Resolución de Consejo Universitario N°039-2021-UNSCH-CU, Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación UNSCH, deja constancia que:

- Apellidos y Nombres del Bach. : MEZA QUISPE, Roy Antonio
- Escuela Profesional : Ingeniería de Minas
- Título de Tesis : **Optimización de los accesorios de la columna de perforación y su incidencia en los costos por metros perforados, en la Unidad Minera Islay – CIA Volcan año 2020**
- Evaluación de la originalidad : 16% de similitud

Por tanto, según los artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, **es procedente el certificado de originalidad** para los fines que crea conveniente.

Ayacucho, 16 de octubre de 2024

.....
MBA Ing° Leonil Fernando Quispe Aronés
Instructor de Originalidad de Trabajos de Investigación

Optimización de los accesorios de la columna de perforación y su incidencia en los costos por metros perforados, en la Unidad Minera Islay – CIA Volcan año 2020

por Roy Antonio MEZA QUISPE

Fecha de entrega: 16-oct-2024 08:52a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2487091238

Nombre del archivo: INFORME_TESIS_FINAL-_ROY_MEZA_QUISPE.pdf (5.83M)

Total de palabras: 35028

Total de caracteres: 174745

Optimización de los accesorios de la columna de perforación y su incidencia en los costos por metros perforados, en la Unidad Minera Islay – CIA Volcan año 2020

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unh.edu.pe

Fuente de Internet

5%

2

repositorio.unasam.edu.pe

Fuente de Internet

4%

3

Submitted to Universidad Nacional de San
Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

3%

4

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.uncp.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

7

pdfcoffee.com

Fuente de Internet

<1%

8

repositorio.unap.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

9	cdn.www.cac.com.ar	Fuente de Internet	<1 %
10	core.ac.uk	Fuente de Internet	<1 %
11	Zamora, Jorge Daniel López. "Diseño Combinado: Miradas A La Construcción De Sentido EN Realidades Mediadas Por Artificialidad", Universidade do Minho (Portugal), 2023	Publicación	<1 %
12	repositorio.continental.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.uni.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %
14	digibuo.uniovi.es	Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Continental	Trabajo del estudiante	<1 %
16	qdoc.tips	Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.unsaac.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %

Exclur bibliografia

Activo