

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

**ANÁLISIS DE PERFORMANCE PARA LA SELECCIÓN
ÓPTIMA DE BROCAS TRICÓNICAS EN UNA MINA
UBICADA EN COCOTEA, MOQUEGUA-2023**

TESIS

Presentada por:

Bach. Priscilla Aracelly Chura Maquera

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO DE MINAS

TACNA – PERÚ

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

ANÁLISIS DE PERFORMANCE PARA LA SELECCIÓN ÓPTIMA DE BROCAS TRICÓNICAS EN UNA MINA UBICADA EN COCOTEA, MOQUEGUA-2023

Tesis sustentada y aprobada el 02 de diciembre de 2024, estando el Jurado

Calificador integrado por:

PRESIDENTE


.....
Dr. Jorge José Segura Dávila

1er. MIEMBRO
(SECRETARIO)


.....
Dr. Carlos Huisa Ccori

2do. MIEMBRO
(VOCAL)


.....
Dr. Julio Vargas Paniagua

ASESOR


.....
Dr. Jorge José Segura Dávila

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Dr. Jorge José Segura Dávila, en mi condición de asesor acreditado por la Resolución de Facultad N° 8722-2024-FAIN/UNJBG de la tesis titulada:

“Análisis de performance para la selección óptima de brocas tricónicas en una mina ubicada en Cocotea, Moquegua - 2023”, presentada por el Bachiller Priscilla Aracelly Chura Maquera con código N° 2016 - 101015 para optar título profesional de Ingeniero de Minas.

Que, habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajo de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del **software de similitud textual TURNITIN** cuenta con el **nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 3 %**. Por lo que, **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la tesis enunciada líneas arriba, la cual está expedita para continuar con los trámites para la obtención de título profesional, según corresponda consiguientemente la publicación en el repositorio institucional.

Tacna, 16 de diciembre del 2024

FIRMA ASESOR

Nombres y apellidos: Jorge José Segura Dávila

ORCID: 0009-0005-4711-6371

DNI: 00505290



Huella Digital

FIRMA TESISTA

Nombres y apellidos: Priscilla Aracelly Chura Maquera

DNI: 76514192



Huella Digital

DEDICATORIA

A mis amados familiares, en especial a mis padres Victor y Antonia, pues este trabajo es el reflejo de su sacrificio y aliento constante. Con todo mi cariño, dedico este trabajo a ustedes, que han sido mi mayor soporte y fuente de inspiración.

AGRADECIMIENTOS

A mis estimados docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la UNJBG, pues su dedicación y consejo han sido fundamentales en mi formación académica y profesional.

ÍNDICE

CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Antecedentes del problema.....	3
1.2. Descripción del problema.....	4
1.3. Formulación del problema.....	7
1.3.1. Problema general	7
1.3.2. Problemas específicos	7
1.4. Objetivos.....	7
1.4.1. Objetivo general	7
1.4.2. Objetivos específicos	8
1.5. Justificación e importancia de la investigación.....	8
1.6. Limitaciones.....	10

1.7. Viabilidad del estudio	11
1.8. Formulación de hipótesis	11
1.8.1. Hipótesis general	11
1.8.2. Hipótesis específicas	11
1.9. Variables	12
1.10. Operacionalización de las variables	13
CAPÍTULO II.....	14
MARCO TEÓRICO.....	14
2.1. Antecedentes del estudio.....	14
2.2. Bases teóricas	16
2.2.1. Perforación de rocas.....	17
2.2.2. Perforación rotativa con triconos	17
2.2.3. Principales aceros de la sarta o columna de perforación.....	19
2.2.4. Factores operacionales de perforación con triconos	27
2.2.5. Indicadores de performance en perforación.....	35
2.3. Definición de términos.....	39
2.4. Aspectos generales de la mina de estudio.....	41
2.4.1. Ubicación	41
2.4.2. Accesibilidad.....	42
2.4.3. Características de la mina de estudio.....	43
2.5. Operación de minado de la mina del presente estudio.....	44
2.5.1. Ciclo de minado.....	44
CAPÍTULO III.....	54

MARCO METODOLÓGICO	54
3.1. Planteamiento metodológico	54
3.1.1. Tipo de estudio	54
3.1.2. Nivel de investigación.....	54
3.1.3. Diseño de la investigación.....	55
3.2. Población y muestra de estudio	55
3.3. Equipos y materiales	56
3.4. Técnicas de recolección de datos	56
3.5. Técnicas para el procesamiento de datos.....	58
3.5.1. Tabulación de información.....	58
3.5.2. Cálculo de Indicadores de performance.....	67
3.5.3. Tratamiento y análisis estadístico de datos	79
CAPÍTULO IV	90
RESULTADOS.....	90
4.1. Presentación y análisis de resultados	90
4.1.1. Comparativa de indicadores para diámetro de broca de 12 1/4”	90
4.1.2. Comparativa de indicadores para diámetro de broca de 10 5/8”	91
4.1.3. Análisis de valores promedio.....	93
4.1.4. Análisis de resultados según la litología principal	95
4.1.5. Análisis de resultados según el tipo de perforadora	99
4.1.6. Principales motivos de descarte de tricono	102
4.2. Contraste de hipótesis	102
4.3. Proyección de número de brocas y optimización económica.....	105

CAPÍTULO V.....	112
DISCUSIÓN.....	112
5.1. Discusión de resultados.....	112
5.2. Aplicación de la tecnología encontrada.....	115
5.3. Contraste con trabajos de investigación similares.....	115
CONCLUSIONES	118
RECOMENDACIONES.....	119
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	120
VIII. ANEXOS	122
ANEXO 01: Matriz de consistencia	122
ANEXO 02: Matriz de operacionalización de variables	123
ANEXO 03: Formato de taladros perforados.....	124
ANEXO 04: Formato de seguimiento mensual de brocas.....	137
ANEXO 05: Formato de reporte mensual de consumo de brocas y materiales. .	138
ANEXO 06: Especificaciones técnicas de Varel.....	139
ANEXO 07: Especificaciones técnicas de Coretech.....	140
ANEXO 08: Especificaciones técnicas de Epiroc.....	142

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 P.D.C. promedio entre setiembre y diciembre de 2022.....	6
Tabla 2 Modelos de brocas, 2022.....	9
Tabla 3 Operacionalización de variables de estudio	13
Tabla 4 Características principales de las brocas de estudio.....	25
Tabla 5 Accesibilidad a la mina de estudio	43
Tabla 6 Características principales del tajo	43
Tabla 7 Perforadoras primarias de mina, 2023	45
Tabla 8 Parámetros de mallas de perforación, 2023.....	46
Tabla 9 Factores operacionales de perforación en la mina de estudio, 2023	47
Tabla 10 Principales equipos de carguío en mina de estudio, 2023	51
Tabla 11 Flotas de acarreo en la mina de estudio, 2023	53
Tabla 12 Datos ordenados para cálculo de indicadores de performance para brocas de diámetro 12 ¼”	59
Tabla 13 Datos ordenados para cálculo de indicadores de performance para brocas de diámetro 10 5/8”	64
Tabla 14 Resumen de costos por broca, 2023	67
Tabla 15 Indicadores de performance para diámetro 12 1/4”	68
Tabla 16 Indicadores de performance para diámetro 10 5/8”	71
Tabla 17 Consolidado de indicadores para prueba estadística	74
Tabla 18 Valores promedio por modelo, según el diámetro de broca	78
Tabla 19 Resultados de la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov.....	80
Tabla 20 Estadística descriptiva para diferencia de medias de V.P. broca de 12 ¼”	83
Tabla 21 Prueba t de student para diferencia de medias de V.P. broca de 12 ¼”	83
Tabla 22 Estadística descriptiva para diferencia de medias de V.P. broca de 10 5/8”	84

Tabla 23 Prueba t de student para diferencia de medias de V.P. broca de 10 5/8”	84
Tabla 24 Estadística descriptiva para diferencia de medias de P.D.C. brocas de 12 1/4”	85
Tabla 25 Prueba t de student para diferencia de medias de P.D.C. broca de 12 ¼”	86
Tabla 26 Estadística descriptiva para diferencia de medias de P.D.C. broca de 10 5/8”	86
Tabla 27 Prueba t de student para diferencia de medias de P.D.C. broca de 10 5/8”	87
Tabla 28 Resumen de Indicadores promedio de V.P. y P.DC. en el periodo de estudio	93
Tabla 29 Resumen de litología principal para las brocas de estudio	95
Tabla 30 Resumen para contrastación de hipótesis	103
Tabla 31 Compilado mensual de brocas en el periodo de estudio	105
Tabla 32 Recorrido y costo total para las brocas de 12 ¼” y 10 5/8”	106
Tabla 33 Cálculo de nuevo número de brocas de 12 ¼” y 10 5/8”	107
Tabla 34 Cálculo de nuevos costos totales optimizados	107
Tabla 35 Optimización económica a partir de variación de costos	108
Tabla 36 Proyección de brocas a consumir	109
Tabla 37 Optimización económica para broca de 12 ¼”	110
Tabla 38 Optimización económica para broca de 10 5/8”	111
Tabla 39 Contraste de resultados con la investigación de Montoya (2018)	116
Tabla 40 Contraste de resultados con la investigación de Umasi (2013)	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Composición del costo total de perforación, 2023	5
Figura 2	Composición de una sarta o columna de perforación	21
Figura 3	Componentes principales de una broca tricónica	23
Figura 4	Brocas tricónicas en estudio	26
Figura 5	Relación entre dureza y resistencia a la compresión de una roca	30
Figura 6	Comportamiento elástico Vs. resistencia a compresión.....	32
Figura 7	Ubicación de la mina de estudio	42
Figura 8	Columna de perforación primaria, 2023.....	48
Figura 9	Cargado de explosivos en proyecto de voladura en mina, 2023.....	50
Figura 10	Pala 06 realizando carguío en mina, 2023	52
Figura 11	Valores de V.P. respecto al promedio general de diámetro 12 ¼”	70
Figura 12	Valores de P.D.C. respecto al promedio general diámetro 12 ¼”	70
Figura 13	Valores de V.P. respecto al promedio general de diámetro 10 5/8” ...	73
Figura 14	Valores de P.D.C. respecto al promedio general de diámetro 10 5/8”	73
Figura 15	Indicadores V.P. y P.D.C. en periodo de estudio, para diámetro de broca 12 1/4”	91
Figura 16	Indicadores V.P. y PDC. en periodo de estudio, para diámetro de broca 10 5/8”	92
Figura 17	Dureza de las principales litologías de las brocas de estudio	96
Figura 18	Indicadores promedio según la dureza predominante en brocas 10 ¼”	97
Figura 19	Indicadores promedio según la dureza predominante en brocas 10 5/8”	98
Figura 20	Modelo de broca y litología principal según el tipo de perforadora ..	100
Figura 21	Indicadores de performance promedio, según el tipo de perforadora	101
Figura 22	Diagrama de Pareto de principales motivos de descarte de triconos	102

RESUMEN

La investigación presenta un estudio aplicado cuyo objetivo principal es analizar estadísticamente los indicadores de rendimiento de brocas tricónicas de 12 ¼” y 10 5/8” en la mina de estudio, evaluando la velocidad de penetración (m/h) y el costo parcial de perforación (US\$/m); para lo cual se empleó un diseño experimental de muestras independientes con datos recolectados entre enero y marzo de 2023.

Los resultados, obtenidos con un nivel de confianza del 95% mediante pruebas t-student, confirmaron la hipótesis alternativa planteada al demostrar diferencias significativas en las medias de rendimiento, considerando principalmente el criterio económico, se eligió los triconos RB-63 de Varel y DH-645 de Coretech respecto a los modelos EP-64 de Epiroc y RB-60’ de Varel, debido a diferencias en costos de 0,5 y 0,7 US\$/m, respectivamente. Además, la selección propuesta permite optimizar los costos de perforación con triconos en un rango del 2 al 16% y por ende reducir el consumo de brocas.

Palabras clave: Performance, brocas tricónicas, perforación y mina superficial.

ABSTRACT

The research presents an applied study whose main objective is to statistically analyze the performance indicators of 12 ¼“ and 10 5/8” tricone bits in the study mine, evaluating the penetration rate (m/h) and the partial drilling cost (US\$/m); for which an independent samples experimental design was used with data collected between January and March 2023.

The results, obtained with a confidence level of 95% using t-student tests, confirmed the alternative hypothesis by demonstrating significant differences in the performance means, mainly considering the economic criteria, the Varel RB-63 and Coretech DH-645 tricones were chosen over the Epiroc EP-64 and Varel RB-60' models, due to differences in costs of 0,5 and 0,7 US\$/m, respectively. In addition, the proposed selection allows optimizing tricone drilling costs in the range of 2 to 16% and thus reducing drill bit consumption.

Key words: Performance, tricone bits, drilling and surface mine.

INTRODUCCIÓN

Las operaciones mineras modernas comprenden el desarrollo de tecnologías innovadoras en el cumplimiento de las partes del ciclo de minado y sus procedimientos auxiliares, en medida de optimizar los recursos tales como tiempo, consumo energético, inversión económica, preservación de materiales y otros que incrementen la productividad de cada área involucrada

El presente estudio presenta como eje principal la perforación de rocas, con particular enfoque en el consumo de brocas tricónicas al representar el acero de perforación de mayor incidencia económica en el proceso, por ende, merece un tratamiento adecuado al procurar siempre trabajar con proveedores de calidad y el mejor performance desde un punto de vista operacional y de costos.

La presente tesis se desarrolla en 5 capítulos:

En el Capítulo I, se presenta el planteamiento del problema, la justificación, los objetivos y las hipótesis.

El Capítulo II, se desarrolla los antecedentes, el marco teórico y las bases teóricas que sirven como directriz del trabajo.

En el Capítulo III, abarca el aspecto metodológico, tipo de investigación, nivel y diseño, así como enfatizar la recolección y tratamiento de datos pertenecientes a la muestra y periodo de estudio en el cual se comprende.

En el capítulo IV, se analizan los resultados con el propósito de contrastar la hipótesis general y específicas enunciadas.

En el capítulo V, se realiza la discusión del presente trabajo, a través de un análisis del aporte tecnológico del trabajo y su comparativa con otras investigaciones de referencia.

Como parte final del trabajo, se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes del problema

En la actualidad, la perforación en minería superficial es una etapa crítica en la extracción de minerales con propósito de dar continuidad al ciclo de minado y en búsqueda de mejorar la eficiencia, reducir costos y mitigar impactos ambientales; con la tecnología como eje, la cual ha ido evolucionando con la introducción de sistemas automatizados y controlados por computadora, mejorando la precisión y eficiencia.

A partir de la década de 1930, se introdujeron tecnologías de perforación con brocas que poseen incrustaciones de diamante para perforar rocas duras y abrasivas, tal es el caso de las tricónicas, de amplio uso en la perforación primaria de taladros o pozos de perforación en minería superficial.

En la zona de Cocotea, región de Moquegua, en el sur de Perú, actualmente opera una mina superficial con un ciclo que comprende las etapas de perforación, voladura, carguío y acarreo, destinadas a cumplir con los planes de extracción de minerales y desmonte. Este ciclo minero es respaldado por la colaboración de diversas áreas, todas orientadas hacia el objetivo principal: la producción eficiente de minerales de cobre y molibdeno con altos estándares de calidad. Estos minerales se extraen de yacimientos que contienen sulfuros y óxidos, generando renta a través

de procedimientos de beneficio como la flotación y la lixiviación, que posibilitan su recuperación respectivamente.

Se han desarrollado tecnologías de monitoreo en tiempo real para evaluar la calidad de las perforaciones, la orientación de los taladros, el pull down y otros parámetros importantes en conexión de tiempo real con las perforadoras y la administración remota, permitiendo optimizar dicha operación y evaluar el performance de la misma, el aprovechamiento de recursos y la identificación de alternativas de mejora.

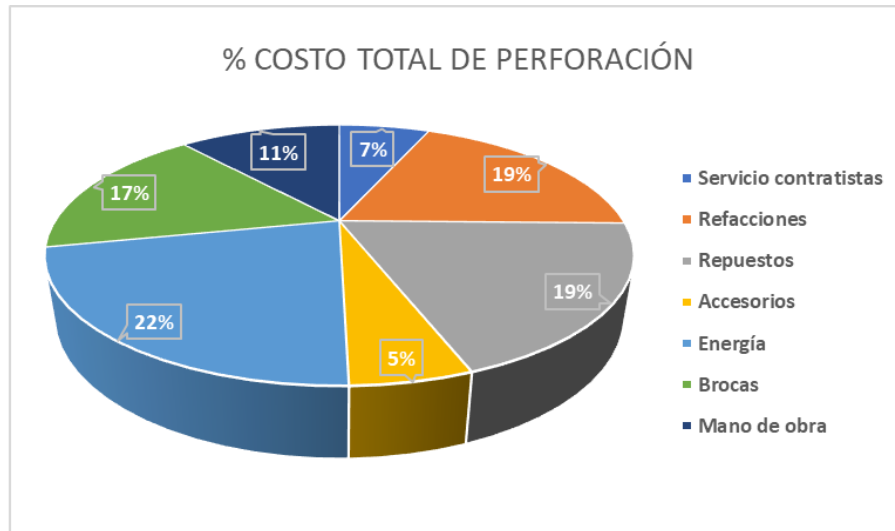
1.2. Descripción del problema

Antes de abordar la presente investigación, se llevó a cabo una exhaustiva recopilación del estado de los costos totales de perforación. Este proceso permitió obtener una visión detallada y completa de los diversos aspectos relacionados con los costos involucrados en las operaciones de perforación.

Los resultados de esta recopilación se presentan en detalle en la Figura 1, proporcionando así una referencia visual que sirve como punto de partida para el análisis y la evaluación de los costos en el contexto de la presente investigación.

Figura 1

Composición del costo total de perforación, 2023



Nota: Recopilado de la jefatura de perforación y disparos.

Tras un análisis minucioso, se destaca claramente que las brocas representan una parte significativa, específicamente un 17%, del costo total de perforación (T.D.C). Este hallazgo subraya la importancia crucial de este componente en términos económicos, ya que, al ser un costo directo, su impacto en la rentabilidad y eficiencia del proceso de perforación es considerable. La inversión en brocas no solo tiene un peso sustancial en el presupuesto general de la operación, sino que también juega un papel fundamental en la calidad y la productividad de la perforación. Por lo tanto, la gestión eficaz de los costos asociados con las brocas se vuelve esencial para optimizar la economía y el rendimiento global de la actividad de perforación.

Asimismo, en la Tabla 1 se presentan los costos parciales de perforación como parte del rendimiento de las brocas tricónicas correspondiente al periodo de setiembre a diciembre de 2022 para diámetros de 12 ¼” y 10 5/8” en la mina de estudio, enfatizando en una serie de costos fluctuantes dentro del periodo definido.

Tabla 1

P.D.C. promedio entre setiembre y diciembre de 2022

Mes	Modelo	Marca	Diámetro (pulg.)	Costo PDC (US\$/m)
Setiembre	RB-60	Varel	12 1/4	3,67
Octubre	RB-60	Varel	12 1/4	3,07
Noviembre	RB-60	Varel	12 1/4	3,85
Diciembre	RB-60	Varel	12 1/4	2,79
Setiembre	EP-64	Epiroc	12 1/4	1,81
Octubre	EP-64	Epiroc	12 1/4	2,28
Noviembre	EP-64	Epiroc	12 1/4	2,17
Diciembre	EP-64	Epiroc	12 1/4	1,34
Setiembre	RB-60'	Varel	10 5/8	1,33
Octubre	RB-60'	Varel	10 5/8	1,49
Noviembre	RB-60'	Varel	10 5/8	1,37
Diciembre	RB-60'	Varel	10 5/8	1,46
Promedio	-	-	-	2,22

Nota: Elaboración propia

Como resultado del análisis efectuado, se hace evidente que el costo promedio de 2,22 US\$/m para el costo de perforación por día (PDC) indica una oportunidad clara para mejoras adicionales. Esto se puede abordar mediante la exploración de oportunidades como la evaluación de proveedores alternativos para las brocas y la implementación de evaluaciones de rendimiento que faciliten la selección o continuidad de los modelos homologados ya existentes. Estas medidas

permitirán establecer condiciones óptimas tanto desde una perspectiva económica como operativa, contribuyendo así a una gestión más eficiente y rentable de las actividades de perforación.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Será posible realizar una selección óptima de brocas tricónicas, mediante el análisis de su performance en la mina ubicada en Cocotea, Moquegua, en 2023?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿El estudio permitirá comparar el desempeño operacional de perforación de las brocas tricónicas?
- b) ¿Será posible estimar la optimización económica producida por la selección óptima de los modelos de brocas?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Realizar una selección óptima de brocas tricónicas, mediante el análisis de performance de las mismas en la mina ubicada en Cocotea, Moquegua, en 2023.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Analizar el performance de brocas tricónicas para identificar el modelo con mayor desempeño operacional.

- b) Estimar económicamente la optimización producida por la selección óptima de los modelos adecuados de brocas.

1.5. Justificación e importancia de la investigación

Dado que previamente señalamos que el costo de las brocas tricónicas representa la mayor proporción en términos de gastos relacionados con los aceros de perforación, es de vital importancia llevar un seguimiento del rendimiento de los proveedores que suministran este componente crucial. Por lo tanto, en aras de mantenernos al tanto de las mejores opciones disponibles en el mercado, hemos incluido en la Tabla 2 una lista de los nuevos modelos de brocas que se someterán a pruebas durante el periodo comprendido entre enero y marzo de 2023. Esta información permitirá una evaluación detallada y objetiva de las alternativas disponibles, lo que nos permitirá tomar decisiones informadas para mejorar tanto la eficiencia operativa como la gestión de costos en nuestras actividades de perforación.

Tabla 2*Modelos de brocas, 2022*

Modelo	Marca	Condición	Diámetro (in)	Período prueba
EP-64	Epiroc	Homologado	12 1/4	Ene-Marzo
RB-63	Varel	A prueba	12 1/4	Ene-Marzo
RB-60'	Varel	Homologado	10 5/8	Ene-Marzo
DH-645	Coretech	A prueba	10 5/8	Ene-Marzo

Nota: Elaboración propia.

Basándonos en lo expuesto, la evaluación de los indicadores operativos y económicos desempeñará un papel fundamental en la selección efectiva de los modelos de brocas tricónicas, ya sea para su reemplazo o para mantener los modelos homologados actuales. Esta evaluación nos permitirá adoptar una postura sustentada sobre cuáles modelos son los más adecuados para la operación de perforación, en consideración de factores internos como el pull down, velocidad de rotación y diámetro de broca; y factores externos como la geomecánica del macizo rocoso.

Al seleccionar los modelos de brocas tricónicas de manera óptima, podemos lograr avances significativos en las longitudes perforadas a un menor costo, esto se debe a que los modelos de brocas más eficientes y rentables nos permitirán realizar la perforación de manera más rápida y efectiva, lo que se traducirá en una reducción de los costos operativos y una mayor productividad en general.

1.6. Limitaciones

Ubicación geográfica

La zona de investigación se encuentra en una región minera distante de la residencia del investigador, lo cual ha influido en demoras significativas en el progreso del proyecto. Estas demoras han afectado principalmente las etapas de avance y revisión del plan, ya que la distancia ha planteado complicaciones logísticas y temporales que han impactado la ejecución oportuna de las actividades planificadas.

Acceso a los datos

La obtención de datos de la mina de estudio presentó ciertas restricciones parciales, ya que algunos datos estaban limitados a usuarios específicos. No obstante, se llevó a cabo la correspondiente coordinación para obtener la información esencial requerida para el procesamiento, asegurando así que se pudieran adquirir los datos necesarios para llevar a cabo la continuidad del proyecto.

Cantidad de información recopilada

Los datos recopilados se recibieron en intervalos semanales y mensuales, lo que implicó la necesidad de esperar un periodo de tiempo significativo para

acumular una cantidad adecuada de información que fuera suficiente para llevar a cabo un análisis adecuado de los indicadores.

1.7. Viabilidad del estudio

A pesar de las restricciones mencionadas, el actual proyecto de investigación se considera factible en términos de acceso al lugar de estudio, la adquisición y procesamiento de datos, los recursos financieros y materiales.

Además, su alcance abarca las operaciones unitarias dentro de la mina, lo cual facilita el desarrollo completo del estudio, lo cual permitirá contrastar la hipótesis propuesta y cumplir con los objetivos establecidos.

1.8. Formulación de hipótesis

1.8.1. Hipótesis general

De acuerdo al análisis de performance de brocas tricónicas es posible elegir modelos de brocas óptimos en la mina ubicada en Cocotea, Moquegua, en 2023.

1.8.2. Hipótesis específicas

a) Mediante el análisis de performance brocas tricónicas es factible identificar y elegir los modelos de más óptimo desempeño.

b) La selección óptima de brocas permite la generación de una optimización económica cuantificable.

1.9. Variables

- **Variable 1:** Performance de brocas tricónicas

Definición conceptual

El performance o rendimiento de brocas define el nivel de eficiencia de la utilización de brocas tricónicas respecto a sus funciones o en relación a recursos involucrados a la misma.

- **Variable 2:** Selección óptima de brocas

Definición conceptual

Refiere a seleccionar los modelos más adecuados que permitan realizar el proceso de forma eficaz, minimizando costos y maximizando el aprovechamiento de estos aceros de perforación.

Ambas variables poseen las siguientes características:

- Tipo: Numérica continua, pues admite valores no enteros.
- Naturaleza: Cuantitativa, dado que los valores pueden cuantificarse.
- Escala: De razón, pues no se distribuye en intervalos establecidos

1.10. Operacionalización de las variables

Tabla 3

Operacionalización de variables de estudio

Variable	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable 1: Performance de brocas tricónicas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Indicadores de desempeño 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enfoque operacional ▪ Enfoque económico 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recorrido(m). ▪ Velocidad de penetración(m/h) ▪ Parcial drilling cost (US\$/m)
Variable 2: Selección óptima de brocas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análisis comparativo de indicadores 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modelos de brocas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modelos de mayor desempeño ▪ N° de brocas consumidas ▪ Optimización económica (US\$)

Nota: Elaboración propia.

Podemos analizar mayor detalle en el **Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables.**

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

Calcina Pari (2019), en su trabajo “Evaluación de rendimientos de broca tricónica de diámetro 6 3/4” en el tajo norte de Sociedad minera El Brocal, Colquijirca 2018”. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, 2019.

Tuvo como objetivo principal determinar la broca tricónica de 6 3/4” con el mejor desempeño para la perforación en Tajo Norte de SMEB al menor costo. Se utilizó un diseño no experimental para llevar a cabo una investigación básica de nivel descriptivo.

La conclusión principal indica que la broca tricónica de 6 3/4” con el rendimiento más destacado en la perforación en Tajo Norte es de la marca Mincon. Esta broca logró una vida útil promedio de 2674,4 metros, una velocidad de perforación de 85,80 metros por hora, un costo parcial de perforación (PDC) de 0,46 US\$ por metro y un costo total de perforación (TDC) de 3,20 US\$ por metro. En comparación, las brocas de las marcas Cenerg y Epiroc alcanzaron una vida útil de 2549 metros y 2503 metros respectivamente. Estos resultados representan una mejora significativa en relación con la vida útil de la broca de referencia y el promedio de vida útil de las brocas del año 2017.

Montoya Villalta (2019), en su tesis “Optimización de procesos en la perforación mediante un estudio comparativo de brocas tricónicas en la Unidad minera Toquepala -Southern Perú Cooper Corporation 2018”. Universidad Católica de Santa María, Arequipa, 2019.

El objetivo principal fue la disminución del costo total de perforación (TDC \$/m) en la mina Toquepala – Southern Perú, mediante la implementación de un ensayo de brocas tricónicas. Se utilizó un diseño no experimental para llevar a cabo una investigación básica de nivel descriptivo.

Las conclusiones principales indican que se logró reducir el costo total de perforación (TDC \$/m) en la mina Toquepala – Southern Perú, al mismo tiempo que se optimizó el proceso de perforación, disminuyendo los tiempos de trabajo. Esto fue posible gracias a la aplicación de un ensayo de brocas tricónicas durante un período de 3 meses, lo que arrojó resultados destacados para las marcas Mincon y Ryder.

Se determinó la selección de las marcas de brocas en función de los costos totales de perforación, eligiendo las brocas Ryder de 12 ¼” y las brocas Mincon de 11”, con costos de 7,42 \$/m y 6,85 \$/m respectivamente. Además, se observó un rendimiento de 2309,6 metros para las brocas Mincon de 11” y 1821,1 metros para las brocas Ryder de 12 ¼”.

Umasi Carlos (2013), en su tesis “Estudio de comparación entre rendimientos en brocas de 12 ¼” en yacimientos skarn a tajo abierto para selección óptima”. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, 2013.

El objetivo principal fue explicar las comparaciones entre los rendimientos óptimos de brocas de 12 ¼” de diámetro de marcas como Atlas Copco, Sandvik, Varel y PDB en yacimientos de skarn metasomático de contacto a tajo abierto del sur medio, que operan en cuatro tipos de rocas principalmente. Se utilizó un diseño no experimental para llevar a cabo una investigación de tipo básico y nivel descriptivo.

Las principales conclusiones fueron la siguientes:

Se determinó la vida útil de las brocas de 12 ¼” de diámetro de las marcas mencionadas, resultando en lo siguiente: Broca marca Sandvick: 3732 m (1°), Broca marca Atlas Copco: 3624 m (2°) y Broca marca Varel: 2444 m (3°).

En cuanto al costo total de perforación, los resultados para las cuatro marcas de brocas de 12 ¼” de diámetro, de mayor a menor, fueron los siguientes:

- Broca marca Varel US\$ 6,9 /m
- Broca marca Sandvik US\$ 5,9/m
- Broca marca Atlas Copco US\$ 5,8 /m
- Broca marca PDB US \$ 4,03 /m

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Perforación de rocas

La perforación de rocas en minería es un proceso que implica el uso de maquinaria especializada para realizar perforaciones en el terreno rocoso con el objetivo de acceder a depósitos minerales. Este proceso es esencial en la fase de preparación y extracción de minerales, ya que permite crear agujeros o barrenos en la roca que posteriormente se llenarán con explosivos. Las perforaciones son necesarias para facilitar la voladura controlada, rompiendo la roca y facilitando su extracción.

Existen diferentes métodos de perforación, y la elección depende de diversos factores como la naturaleza de la roca, el tipo de mineral, las condiciones geológicas y económicas. Algunas de las técnicas comunes incluyen la perforación con martillo en cabeza (rotary drilling), perforación con martillo en fondo (down-the-hole drilling), entre otros.

2.2.2. Perforación rotativa con triconos

La perforación rotativa con triconos en minería superficial es un método de perforación utilizado para la extracción de minerales y rocas en la superficie de la tierra. En este proceso, se emplea una broca de perforación rotativa con dientes o

insertos cónicos, conocida como tricono, montada en la parte inferior de la sarta de perforación.

Durante la operación, la broca gira sobre su eje y se aplica una presión descendente para penetrar en la formación geológica. Los triconos están diseñados con dientes o insertos de carburo de tungsteno que cortan y pulverizan la roca mientras giran. Este método permite perforar una variedad de formaciones geológicas, desde rocas blandas hasta rocas duras, adaptando la velocidad de rotación y la presión de perforación según las características del terreno.

La perforación rotativa en minería superficial ofrece varias ventajas, como una alta tasa de penetración, la capacidad de perforar a través de una amplia gama de materiales rocosos y la posibilidad de obtener muestras geológicas precisas para el análisis (detritus). Además, este método es altamente versátil y puede adaptarse para perforar pozos de diferentes tamaños y profundidades.

Ventajas del uso de brocas tricónicas

La perforación rotativa con triconos en minería superficial ofrece varias ventajas, entre las cuales podemos mencionar:

- Alta tasa de penetración
- Mayor capacidad para atravesar formaciones duras
- Buena capacidad de control de la dirección de perforación.

Además, este método es adecuado para una amplia gama de tamaños de perforación y se puede utilizar en diferentes condiciones climáticas y geológicas.

En resumen, la perforación rotativa con triconos es un proceso fundamental en la minería superficial que utiliza brocas con dientes cónicos para perforar, volar y extraer minerales y rocas de la superficie terrestre, proporcionando eficiencia y versatilidad en la operación minera.

2.2.3. Principales aceros de la sarta o columna de perforación

Amortiguadores

Los amortiguadores de perforación son dispositivos utilizados en operaciones de perforación para reducir las vibraciones y el impacto generado durante la perforación. Estos componentes se colocan en la columna de perforación en la parte superior de la columna para absorber y contener la energía generada por el proceso de perforación.

Adaptadores

Los adaptadores se emplean para cambiar de un tipo de conexión de rosca a otro, para unir barras que tienen las mismas conexiones en sus extremos o para acoplar triconos a barras. Entre los tipos de adaptadores disponibles se encuentran el adaptador de amortiguador a barra, el adaptador de barra a barra, el adaptador de

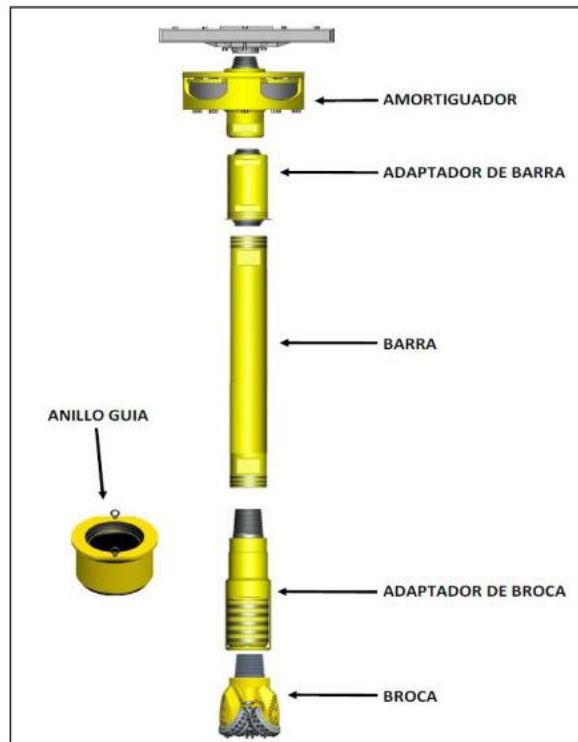
tricono a barra y los adaptadores para protección de hilos. Estos componentes son fundamentales en la industria minera y de perforación, ya que permiten la conexión segura y eficiente de diferentes elementos del equipo, contribuyendo así al éxito de las operaciones de perforación.

Barras o barrenos

Son elementos cilindros metálicos alargados y resistentes, diseñados para transmitir la rotación y la fuerza de empuje desde la superficie hasta la broca de perforación que se encuentra en el fondo del taladro, existiendo diferentes tipos de barras de perforación, que varían en longitud, diámetro, material y diseño, según las necesidades específicas de la operación de perforación y las condiciones geológicas del terreno.

Figura 2

Composición de una sarta o columna de perforación



Nota: Recopilado de Evaluación de rendimientos de broca tricónica de diámetro 6 3/4" en el tajo norte de Sociedad minera El Brocal, Colquijirca 2018, Pari D., Universidad Nacional del Altiplano, Puno, 2019.

Anillo guía

El anillo guía de perforación es un dispositivo utilizado en operaciones de perforación para ayudar a mantener la dirección y la precisión del pozo durante la fase inicial de la perforación. Este dispositivo se coloca en la parte superior de la broca de perforación y proporciona una guía para orientar la broca hacia la dirección deseada al inicio del proceso de perforación.

Estabilizador o adaptador de tricono

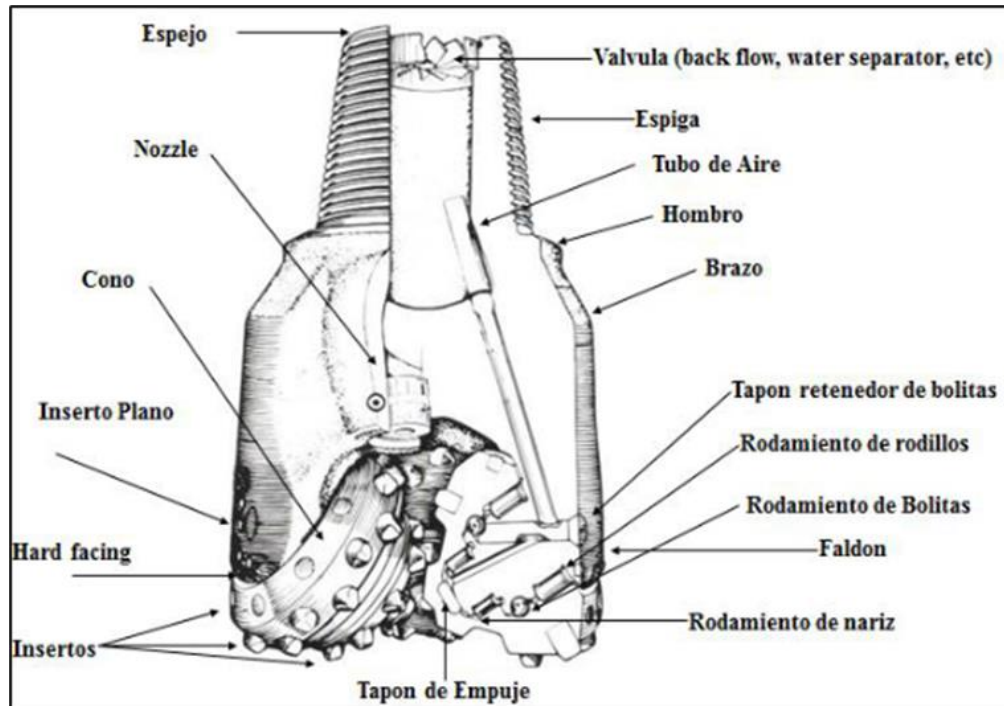
Un estabilizador de perforación superficial es un dispositivo utilizado en operaciones de perforación para proporcionar estabilidad y control durante el proceso de perforación en la superficie de la tierra. Este componente se coloca en la parte superior o inferior de la columna de perforación y ayuda a mantener la trayectoria del pozo recta y precisa.

Brocas tricónica

Una broca tricónica es un acero utilizado en operaciones de perforación que consta de tres conos rotativos que están equipados con dientes de carburo de tungsteno o insertos de corte. Estos conos giran sobre rodamientos y están montados en el extremo de una barra de perforación. Las brocas tricónicas son adecuadas para una amplia gama de aplicaciones, desde la perforación de pozos de petróleo y gas hasta la perforación en operaciones mineras y geotécnicas. Se utilizan en diversas condiciones geológicas y pueden adaptarse para perforar rocas blandas, medias y duras.

Figura 3

Componentes principales de una broca tricónica



Nota: *Extraído de Manual de perforación y voladura de rocas. (1a ed.), Instituto Tecnológico Geominero de España, 1998.*

Los principales componentes de la broca tricónica en forma conjunta se pueden agrupar en:

- Conos
- Cojinetes
- Cuerpo de la broca

Estructura de corte o conos

Como se mencionó anteriormente se compone de insertos de dientes de acero (ST) en aleación con níquel, molibdeno y cromo, o de carburo de tungsteno (TCI), siendo este último de mayor durabilidad y resistencia al desgaste.

Cojinetes

Permiten girar los conos alrededor del cuerpo de la broca, es posible identificar dos clases de cojinetes: el cojinete a rodillos, que soportan la carga radial y el cojinete de pernos sólido que se encuentra unido a la superficie interior del cono, constituyendo el principal elemento del cojinete.

Cuerpo de la broca

- Encargado de dirigir el fluido de perforación para la limpieza del taladro, se encuentra compuesto de los siguientes componentes principales:
- Un pin de conexión roscada que une el tricono con la columna de perforación.
- Tres ejes de cojinetes, donde se insertan los conos.
- Depósitos de lubricante para cojinetes.
- Los orificios o nozzle dirigen el flujo de aire o agua correctamente hacia la zona de impacto, mejora la eficiencia de la perforación.

Brocas tricónicas en estudio

Como fue mencionado con anterioridad en la Tabla 2, el presente estudio considera la aplicación a prueba de dos modelos nuevos de brocas tricónicas para diámetros de perforación de 12 1/4" y 10 5/8" (desmante y mineral), a continuación, en la tabla se describen las principales características de las mismas.

Tabla 4

Características principales de las brocas de estudio

Marca	Modelo	Diámetro de broca		Peso		Tamaño de pin (pulg)	Fuerza de empuje (PSI)	Vel. Rotación (RPM)	Material de los insertos
		pulg.	mm.	Lb	Kg				
Epiroc	EP-64	12 1/4	311	228	103,4	6 5/8	24 000 - 44 000	50 - 120	Carburo de Tungsteno
Varel	RB-63	12 1/4	311	225	102,1	6 5/8	27 500- 47 500	60-100	Carburo de Tungsteno
Varel	RB-60'	10 5/8	270	157	71,2	6 5/8	25 000 - 45 000	60-100	Carburo de Tungsteno
Coretech	DH-645	10 5/8	270	163	74	6 5/8	42 500- 85 000	69-90	Carburo de Tungsteno

Nota: Elaboración propia.

En la Figura 4, se presentan imágenes de las brocas en estudio con fotos de las mismas al momento de su descarte, cuya razón atiende a motivos de naturaleza diversa, los cuales se analizarán más adelante.

Figura 4

Brocas tricónicas en estudio

Modelo	Broca nueva	Broca descartada	Modelo	Broca nueva	Broca descartada
EP-64			RB-60'		
RB-63			DH-645		

Nota: Elaboración propia.

2.2.4. Factores operacionales de perforación con triconos

Según el Instituto Tecnológico y Geominero de España (1998), es posible encontrar factores internos, y externos en la operación de perforación de rocas en minería y se describen a continuación.

a) Factores internos

Son condiciones manipulables de acuerdo a los requerimientos de la operación en consideración de parámetros técnicos como la litología y tipo de maquinaria.

Fuerza de empuje o Pull down

Se refiere al proceso de aplicar una fuerza descendente y controlada sobre la broca de perforación para que penetre en el macizo. Esta fuerza es ejercida por el equipo de perforación, ya sea de forma mecánica o hidráulica, y su objetivo es asegurar que la broca tenga un contacto adecuado con la roca y pueda avanzar en el proceso de perforación de manera eficiente. La cantidad de fuerza aplicada puede variar según el tipo de formación rocosa, la profundidad del taladro y otros factores relacionados con la operación de perforación.

Velocidad de rotación (RPM)

La velocidad de rotación de perforación en minería se refiere a la velocidad a la que gira la broca de perforación durante la operación de perforación. Una velocidad de rotación adecuada es fundamental para garantizar una perforación eficiente y segura. Una velocidad demasiado baja puede resultar en una tasa de penetración lenta, lo que prolonga el tiempo de perforación y aumenta los costos operativos. Por otro lado, una velocidad excesivamente alta puede causar desgaste prematuro de la broca, daños a la formación rocosa y aumentar el riesgo de accidentes.

Diámetro de la broca

El diámetro de la broca minera es la medida del ancho de la herramienta de corte en la parte más ancha de la broca utilizada en operaciones de perforación minera. Este diámetro se expresa generalmente en unidades de longitud, como milímetros o pulgadas, y determina el tamaño del agujero que se perforará en la roca o el suelo durante la operación de perforación.

Caudal del aire para barrido

El caudal de aire para barrido en perforación minera se refiere a la cantidad de aire que se utiliza para limpiar los detritos y los cortes de perforación del fondo del pozo durante la operación de perforación. Este aire se inyecta a través del

sistema de perforación y se dirige hacia abajo a través de la sarta de perforación y la broca, y luego se eleva de nuevo a la superficie junto con los desechos.

b) Factores externos

Supone características inherentes al proceso productivo, por lo cual no pueden alterarse, sino que involucran un entorno en el cual la operación debe adecuarse de la forma más eficiente.

Propiedades del macizo rocoso

Las principales características que inciden en la geomecánica del macizo rocoso y en consecuencia en la configuración de un sistema de perforación, son las siguientes:

Dureza

La dureza de la roca se refiere a la capacidad del material rocoso para resistir la penetración y la fragmentación durante las operaciones mineras. Es una medida crucial que influye en la selección de equipos de perforación, técnicas de fragmentación y estrategias de minado. Tal como lo indica Ames (2019), es común clasificar los macizos, según la escala de Mohs en seis categorías principales, como se indica en la siguiente figura, en consideración a una resistencia a la comprensión específica.

Figura 5

Relación entre dureza y resistencia a la compresión de una roca

CLASIFICACION	DUREZA ESCALA DE MOHS	RESISTENCIA A LA COMPRESION (MPa)
Muy dura	+7	+200
Dura	6 – 7	120 -200
Medio dura	4,5 - 6	60 -120
Media blanda	3 – 4,5	30 – 60
Blanda	2 – 3	10 – 30
Muy blanda	1 – 2	-10

Nota: Extraído de *Manual de perforación y voladura de rocas. (1a ed.)*, Instituto Tecnológico Geominero de España, 1998.

Resistencia

La resistencia mecánica de una roca supone la propiedad de oponerse a su destrucción como consecuencia de la aplicación de una carga externa sea estática o dinámica; motivo por el cual podemos encontrar generalmente como variable en la evaluación técnica de accesorios de perforación la resistencia a la compresión y a la tracción.

La resistencia a la compresión de las rocas se refiere a la capacidad de un para soportar fuerzas que tienden a comprimirlo o reducir su volumen y la resistencia a la tracción supone en sentido contrario su resistencia a tensiones que intentan estirarla.

Elasticidad

Dependiendo de la composición mineralógica de la roca, es posible adoptar diversos comportamientos, por lo que en consecuencia al recibir tensiones que superan el límite establecido, cuantificado por módulo de elasticidad “E” son las que originan la fractura de las mismas, el mismo relaciona la deformación producto de una carga aplicada.

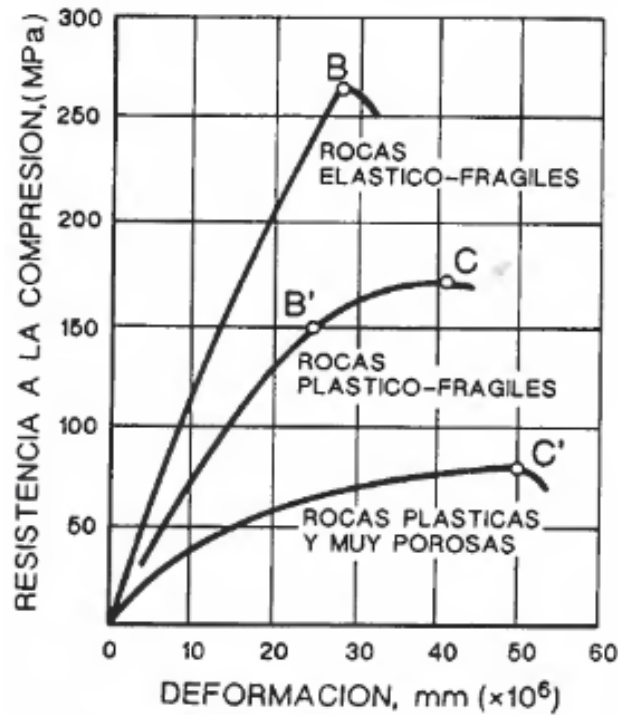
Según el Instituto Tecnológico y Geominero de España (1998), la deformación de las rocas, provocado por cargas aplicadas permite clasificarlas en tres grupos principales.

- Las elasto-frágiles, que obedecen a la ley de Hooke.
- Las plástico- frágiles, que obedecen a una deformación de carácter plástico.
- Las altamente plásticas o porosas, con deformación insignificante.

Es importante acotar que para cada clasificación se considera valores estándar del rango de resistencia de compresión en consideración del módulo de elasticidad “E” y el coeficiente de Poisson “ ν ”, este último establece una proporcionalidad entre deformaciones longitudinales y transversales.

Figura 6

Comportamiento elástico Vs. resistencia a compresión



Nota: Extraído de *Manual de perforación y voladura de rocas. (1a ed.)*, Instituto Tecnológico Geominero de España, 1998.

Plasticidad

Involucra una característica de algunas rocas en las cuales previa a la destrucción al superar el límite elasticidad incide en la presencia de deformación plástica, por el aumento de esfuerzos. Es posible ejemplificar a las arcillas debido a su composición mineral.

Abrasividad

Está definida como la capacidad de desgaste de la superficie por contacto con un cuerpo más duro, depende de la composición mineralógica, dureza, textura y estructura interna, así como los siguientes factores:

- Dureza, forma y tamaño de los granos
- Porosidad de la roca
- Heterogeneidad del macizo rocoso

Textura

Define a la ordenación estructural de los granos de la roca, en consideración de del tamaño, forma y porosidad de los mismos. Cuerpos lenticulares ofrecerán mayor resistencia a la penetración, y en contraparte macizos con altos índices de porosidad ofrecen una mejor condición de operación.

Estructura

La caracterización estructural incide en el rendimiento de perforación y estabilidad de los taladros, es por ello que conocer la esquistosidad, fallas, planos de estratificación, rumbo, buzamiento, fallas y diaclasas debe ser previamente considerado en la planificación de la perforación en cualquier operación minera sea de carácter superficial o subterráneo.

Eficiencia del operador

La eficiencia del operador en la perforación superficial se refiere a la capacidad de los operadores de maquinaria y equipos mineros para realizar sus tareas de manera productiva y efectiva. Esta eficiencia está estrechamente relacionada con la habilidad del operador para utilizar de manera óptima los equipos, seguir los procedimientos de seguridad, mantener una comunicación efectiva con otros miembros del equipo y adaptarse a las condiciones cambiantes del entorno minero.

Una mala operación puede incurrir en el desgaste prematuro de componentes, rotura o atascamiento de aceros, problemas con la potencia del equipo, desviación de taladros, longitudes incompletas, entre otras.

2.2.5. Indicadores de performance en perforación

Para efectos de la presente investigación se subdivide el performance o rendimiento de la perforación con triconos desde las perspectivas de operación y costos para tener un panorama íntegro en cuanto al estudio y análisis de datos.

a) Enfoque operacional

Recorrido o longitud perforada total

Define los pies o metros perforados totales por un equipo (perforadora), o accesorio (broca) a lo largo de un periodo determinado de tiempo o vida útil según corresponda.

Brocas consumidas

Corresponde al número de brocas necesarias para soportar la operación de perforación en un determinado tiempo.

Velocidad de penetración (m/h)

Es la velocidad con la que el equipo de perforación produce una cantidad de taladros sobre un tiempo efectivo de perforación, en cuestiones prácticas atiende a la siguiente relación:

$$V.P. = \frac{\text{Recorrido}(m.)}{\text{Tiempo efectivo}(h)} \quad [1]$$

Adicionalmente es posible expresarla en pies (ft. /h).

Según Lopez y otros (2003), es posible encontrar factores que afectan directamente la velocidad de penetración en el proceso de perforación y se mencionan a continuación:

- Geomecánica, mineralogía y litología del terreno
- Potencia de la percusión de la perforadora
- Diámetro de barreno
- Pull down
- Longitud de perforación
- Limpieza de detritus
- Diseño del equipo y condiciones de trabajo
- Eficiencia del operador

b) Enfoque económico

Costo parcial de perforación (P.D.C.)

Supone el costo unitario de la relación entre la inversión económica de un acero de perforación y el recorrido o longitud perforada por el mismo, para efectos de la investigación, consideraremos el P.D.C. de las brocas tricónicas de la siguiente fórmula:

$$PDC. = \frac{\text{Costo de triconos (\$)}}{\text{Recorrido (m.)}} \quad [2]$$

Costo total de perforación (T.D.C.)

Supone los costos directos e indirectos de la perforación en conjunto, expresados en la siguiente fórmula:

$$TDC. = \frac{CA + CI + CM + CO + CE + CL}{VM} + CB \quad [3]$$

En donde,

Son costos indirectos:

- CA: Amortización (US\$/h).
- CI: Intereses y seguros (US\$/h).

Son costos directos:

- CM: Mantenimiento y reparaciones (US\$/h).
- CO: Mano de obra (US\$/h).
- CE: Combustible o energía (US\$/h).
- CL: Aceites, grasas y filtros (US\$/h).
- CB: Bocas, varillas, manguitos y adaptadores (US\$/m).

VM: Es la velocidad media de perforación (m/h)

Es importante mencionar que la anterior fórmula sirve de referencia general, mas no tendrá influencia en la presente investigación al tratarse de un análisis completo del proceso de perforación.

2.3. Definición de términos

a. Plan de perforación

Implica una propuesta estimada que se debe seguir de manera operativa en la operación unitaria mencionada. Este plan se elabora con frecuencia en términos diarios, semanales, mensuales o en plazos más extensos, con el propósito de garantizar la continuidad del proceso de voladura y posibilitar la extracción del material fragmentado dentro del tajo minero.

b. Presupuesto

En minería, un presupuesto se refiere a una estimación detallada de los costos asociados con la planificación, desarrollo y ejecución de actividades dentro del proyecto minero para proporcionar una visión anticipada de los gastos que se esperan incurrir durante las diferentes fases del proyecto.

c. Costo

Se refiere a las inversiones económicas asociadas a la realización de las diversas etapas de la actividad minera, fundamentales para evaluar la viabilidad económica de un proyecto minero y para la toma de decisiones estratégicas. Considera gastos en todas las etapas de la minería en equipamiento, infraestructura, maquinaria, energía, entre otros.

d. Gasto

Están relacionados con los desembolsos operativos y administrativos necesarios para mantener y operar la mina, pero no están directamente vinculados a la adquisición o desarrollo de activos a largo plazo, por lo que se registran como gastos corrientes en el estado de resultados y no se capitalizan; pudiendo ejemplificar recursos humanos, servicios, suministros de oficina, impuestos, gastos de seguridad, entre otros.

e. Optimización

Se orienta al proceso de mejorar la eficiencia y la productividad en todas las fases de la operación minera, con el objetivo principal de maximizar el aprovechamiento de recursos y minimizar los costos, asegurando al mismo tiempo la sostenibilidad ambiental y la seguridad en el lugar de trabajo, así también implica examinar diferentes procesos de forma analítica y proponer alternativas o soluciones para abordar deficiencias.

f. Productividad

La productividad mide la eficiencia con la cual se emplean los diversos recursos en la obtención de resultados, ya sea en términos de bienes producidos, servicios entregados u otros resultados deseados. Este concepto abarca la eficacia en la utilización de los recursos para optimizar los procesos y maximizar los

resultados, siendo fundamental para evaluar y mejorar el rendimiento en diversos ámbitos.

g. Recursos

Se refiere a medios, elementos o suministros disponibles que pueden ser utilizados para llevar a cabo una tarea específica o alcanzar un objetivo, involucrados en el desarrollo de una actividad de forma directa de naturaleza financiera, material, energética, entre otras.

2.4. Aspectos generales de la mina de estudio

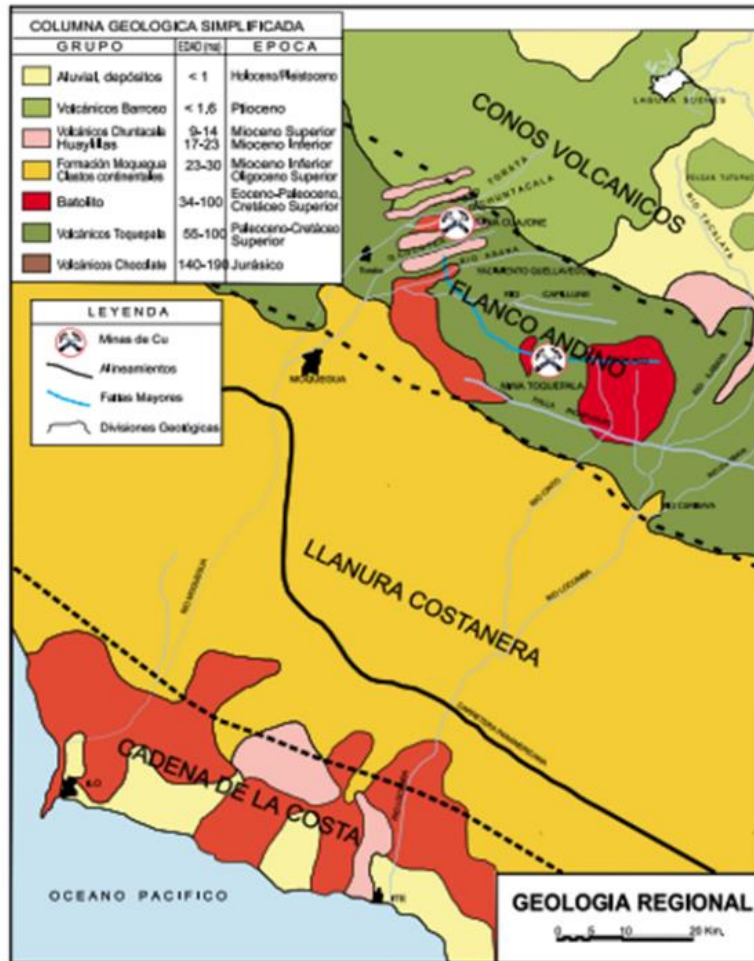
2.4.1. Ubicación

Según Concha y Valle (1999), la mina del presente estudio se encuentra en la región sur del Perú, específicamente en la cordillera de los Andes. Está situada en el flanco andino del departamento de Moquegua, en la zona de Cocotea, provincia de Mariscal Nieto, en el distrito de Torata.

La altitud de la mina oscila entre los 2950 y 3880 metros sobre el nivel del mar, ubicándose a aproximadamente 45 kilómetros al noreste de la ciudad de Moquegua. Está delimitada por las coordenadas UTM: 317 685 E-8 117 350 N y 319 515 E-8 115 815 N.

Figura 7

Ubicación de la mina de estudio



Nota: Recopilado de Columna Geológica Simplificada, Concha y Valle, 1999, Prospección, exploración y desarrollo del yacimiento de Cuajone.

2.4.2. Accesibilidad

El acceso a la mina modelo del sur se realiza principalmente vía terrestre, en las rutas descritas en la Tabla 5.

Tabla 5*Accesibilidad a la mina de estudio*

Tramo	Distancia (Km)	Tiempo (h)	Vía	Estado de vía
Lima-Moquegua	1146	14	Panamericana sur	Asfaltada
Arequipa-Moquegua	227	3	Panamericana sur	Asfaltada
Tacna-Moquegua	159	1,5	Panamericana sur	Asfaltada
Moquegua-Cocotea	45	0,7	Interoceánica sur-Carretera Cocotea	Asfaltada

Nota: Elaboración propia

2.4.3. Características de la mina de estudio

La longitud del tajo (N-S) es de 2,9 Km y el ancho(E-O) de 3,1 Km, con las características de diseño principales que se presentan en la Tabla 6:

Tabla 6*Características principales del tajo*

Característica	Valor
Ángulos de talud	60-70°
Ángulos inter-rampa	38-50°
Gradiente de rampa diseño	10%
Altura de banco	15 m.
Ancho mínimo de minado	80 m.
Ancho vía a doble sentido	40 m.

Nota: Recopilado de la superintendencia de ingeniería mina.

2.5. Operación de minado de la mina del presente estudio

2.5.1. Ciclo de minado

2.5.1.1. Perforación

Según Torres (2024), el ciclo de minado inicia con la perforación del macizo rocoso para posteriormente fragmentarlo mediante el uso de explosivos, un procedimiento conocido como voladura. Este proceso implica la creación de taladros, que son espacios huecos en el terreno destinados a recibir los explosivos.

La ejecución de esta tarea se lleva a cabo mediante la utilización de 6 perforadoras eléctricas para taladros de producción y amortiguadores, así como 2 perforadoras diésel encargadas del pre-corte y la voladura secundaria a través de la contratista Pevoex S.A.C. Los taladros se realizan mediante la acción roto-percutora de columnas de perforación compuestas principalmente por barrenos, brocas tricónicas, adaptadores, estabilizadores y otros tipos de aceros de perforación.

Tabla 7

Perforadoras primarias de mina, 2023

Equipo	Modelo
D11	P&H 120A
D13	Bucyrus 49RIII
D14	Bucyrus 49HR
D16	P&H 320XPC
D17	P&H 320XPC
D18	CAT MD6640

Nota: Elaboración propia

Es fundamental destacar que el proceso de perforación implica la creación previa de mallas, las cuales son diseñadas por el departamento de ingeniería, ajustándose a los requisitos específicos que pueden ser para producción, precorte, rampas de diseño o para voladura de rampa. Estas mallas, después de ser validadas, son cargadas en el sistema de despacho para su ubicación y perforación en el terreno.

Los parámetros de perforación de estas mallas son proporcionados por las áreas de geología, geotecnia y perforación & disparos, teniendo en cuenta factores como la litología, la estabilidad de los taludes y el diseño de bancos o rampas. Como resultado, el burden y el espaciamiento varían de acuerdo con estos criterios técnicos.

Se puede consolidar la información sobre los parámetros de diseño para taladros de producción y precorte, según el tipo de material, en la Tabla 8, la cual podría experimentar modificaciones en función del diseño y control de la voladura.

Tabla 8

Parámetros de mallas de perforación, 2023

Parámetros de perforación	Mineral	Desmante	Precorte
Diámetro Taladro(pulg.)	10 5/8"	12 1/4"	5"
Longitud taladro(m)	15	15	-
Sobre perforación(m)	1	1	-
Espaciamiento(m)	7 a 9	9 a 11	2
Ángulo	90°	90°	60°-70°

Nota: Elaboración propia

Asimismo, en base a lo expresado por Pérez (2021), es posible mencionar los factores operacionales de mayor incidencia en la perforación primaria para diámetros de 12 ¼" de taladro, aspectos importantes en el desempeño horario de la velocidad de penetración según la dureza de material: dura, media o suave como se presenta en la Tabla 9, los cuales a su vez tienen incidencia directa en los costos parciales y totales.

Tabla 9

Factores operacionales de perforación en la mina de estudio, 2023

Tipo Roca	Pulldown (Klbs.)	R.P.M.	Presión de Aire (PSI)
Duro	80	60-65	47-52
Medio	70	70	47-52
Suave	60	80	47-52

Nota: Elaboración propia.

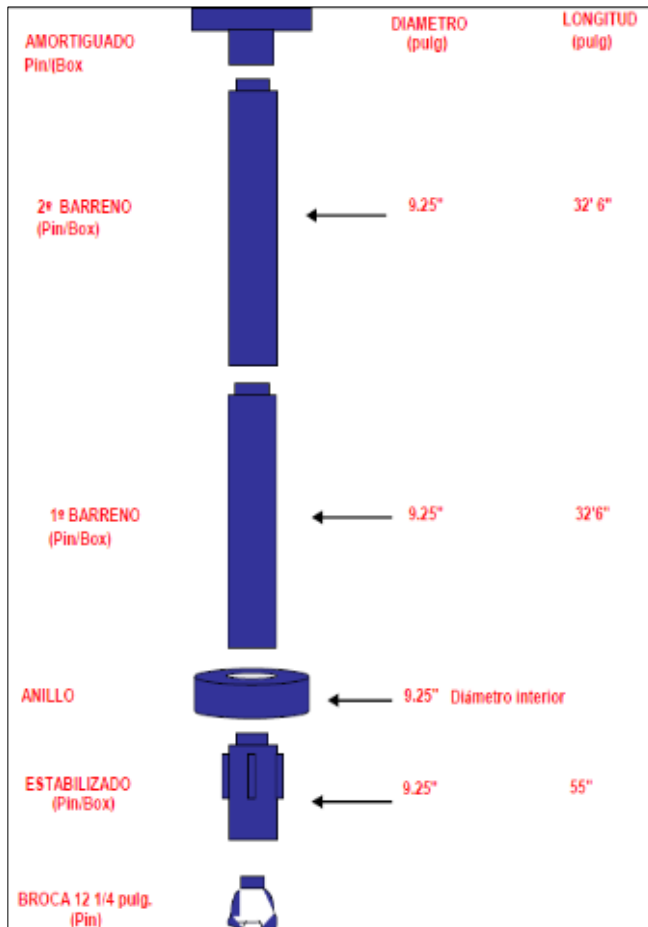
Según Champi (2015), a composición de la columna de perforación primaria de la mina modelo del sur, comprende los siguientes componentes:

- Amortiguador
- Barrenos
- Anillo guía
- Estabilizador
- Broca tricónica

Es posible encontrar variaciones en el armado de columnas de perforación de acuerdo a características operacionales y técnicas de la zona de trabajo, por ello en la Figura 8 se expone gráficamente una columna de perforación en desmonte para una broca de 12 ¼” en la mina de estudio.

Figura 8

Columna de perforación primaria, 2023



Nota: Recopilado de la jefatura de perforación y disparos.

2.5.1.2. Voladura

Según Pérez (2019), la operación de voladura se dispone en 2 tipos: disparos primarios y disparos secundarios (precorte, cachorro) en donde el carguío del explosivo se realiza de una manera precisa y controlada a fin de no dañar las paredes de los bancos, tomando en cuenta los protocolos y procedimientos de voladura, a

fin de realizar las detonaciones dentro de los parámetros de seguridad en los proyectos.

Algunos de los factores que afectan en una voladura son: las propiedades y características de los explosivos que se van a utilizar (velocidad de detonación, densidad, presión de detonación, distribución o simpatía), distribución de carga, secuencia de iniciación, tiempo de retardos entre los taladros y filas y propiedades del macizo rocoso.

De acuerdo al estudio de Torres (2024), la composición de la columna explosiva se ajusta a características técnicas como el tipo de taladro, la litología, el diseño de la malla y la estabilidad de los taludes. Se destaca el uso de diversos explosivos como boosters y detonadores i-Kon, así como agentes como ANFO's, emulsiones, cordones detonantes y faneles. Para la voladura primaria, la mezcla explosiva incluye Quantex 82 (80% Emulsión Slurrex G y 20% ANFO) y 73 (70% Emulsión Slurrex G y 30% ANFO), con iniciación y retardos programados mediante detonadores i-Kon. Por otro lado, la voladura secundaria se realiza con emulsión encartuchada Senatel y amarres de fanel.

Figura 9

Cargado de explosivos en proyecto de voladura en mina, 2023



Nota: Elaboración propia

Es preciso indicar que durante el disparo de un proyecto de voladura se monitorea la secuencia del disparo y las vibraciones producidas, posteriormente se evalúa la fragmentación obtenida, la minería moderna orienta el diseño de mallas y cargado de explosivos de acuerdo con la operación, buscando condiciones óptimas y seguras para el minado.

2.5.1.3. Carguío

El procedimiento de carguío implica la transferencia de un tipo de material, ya sea volado o natural (con una dureza adecuada para ser cargado), a unidades de transporte. También puede incluir la descarga en distancias cortas, como en el caso

de cargadores frontales o la pala eléctrica, especialmente al nivelar superficies. Otros equipos comúnmente utilizados en la carga en minería superficial son palas hidráulicas y excavadoras.

En adición a lo anteriormente mencionado, Torres (2024), afirma que, para el funcionamiento de las palas, se requiere un suministro de alto voltaje, siendo en la mina de referencia de 7,2 Kv. El proceso de carga se ve respaldado por otros equipos auxiliares, como tractores de ruedas, tractores oruga, motoniveladoras, cisternas y excavadoras, que contribuyen a dejar áreas minadas de manera efectiva y taludes con perfiles limpios. Los principales equipos de carga en la mina incluyen 6 palas eléctricas de cable (P01, P03, P04, P05, P06 y P07) y 2 cargadores frontales de gran tonelaje (LT01 y LT02), que se detallan en la Tabla 10.

Tabla 10

Principales equipos de carguío en mina de estudio, 2023

Equipo	Modelo	Capacidad cucharón (m³)
P01	P&H 2800XPB	32
P03	P&H 4100A	43
P04	Bucyrus 495BII	43
P05	Bucyrus 495HR	56
P06	Bucyrus 495HR	56
P07	P&H 4100 XPC	57
LT01	LeTorneau 1800	25
LT02	LeTorneau 2350	38

Nota: Elaboración propia

Figura 10

Pala 06 realizando carguío en mina, 2023



Nota:

Recopilado de la superintendencia de operaciones mina.

2.5.1.4. Acarreo

Según Torres (2024), en esta fase, se lleva a cabo el traslado de materiales desde un punto de carga hasta uno de descarga, completando ciclos o viajes. La mina bajo estudio cuenta con una flota de 45 volquetes, organizados en 7 flotas con diversas capacidades, como se especifica en la Tabla 10. Los puntos de carga se encuentran principalmente en la zona de extracción de la unidad de carga en el tajío, en los depósitos y en las vías. Posteriormente, el material transportado se descarga en lugares específicos según las necesidades de la operación, como se detalla a continuación:

- Botaderos o depósitos de desmonte.
- Chancadora primaria.
- Inpit, para mantenimiento de pisos y vías.
- Stocks de mineral.
- Pad's de lixiviación.

Tabla 11

Flotas de acarreo en la mina de estudio, 2023

Flota	Cantidad	Capacidad Tolva (m³)	Tonelaje Nominal (t)
Komatsu 930E	6	160-175	291
Komatsu 930E-4	9	160-175	291
Komatsu 930E-SE	2	173	291
Caterpillar 793D	2	120	232
Caterpillar 797F	18	205	363
Komatsu 980E-4	6	225	363
Caterpillar 798AC	2	200	363

Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Planteamiento metodológico

3.1.1. Tipo de estudio

Estudio aplicado o tecnológico pues denota una aplicación práctica de los hallazgos de la investigación para resolver el problema específico de una selección idónea de modelo de broca tricónica que permita a su vez optimizar el proceso de perforación en la mina del presente estudio.

3.1.2. Nivel de investigación

De acuerdo con Espinoza (2014), situamos la presente investigación como aplicativa, que también puede ser referida como diseño o innovación, busca emplear los hallazgos de la investigación experimental para desarrollar tecnologías que puedan ser aplicadas de inmediato en la resolución de problemas, con el objetivo de realizar una selección óptima de brocas tricónicas mediante el análisis de su performance en la mina de estudio.

3.1.3. Diseño de la investigación

La investigación adopta un diseño experimental con grupo control y post prueba en medida que se realiza un estudio previo a la prueba de los nuevos modelos de broca tricónica y se evalúa su performance post prueba, asimismo estableciendo un análisis comparativo con los modelos previamente adquiridos, los cuales no permitieron la selección óptima de mantener o reemplazarlos.

3.2. Población y muestra de estudio

La población corresponde a los aceros de perforación de la operación de minado en la mina ubicada en Cocotea, Moquegua, Perú.

La muestra de estudio está conformada por las brocas tricónicas con uso comprendido en el periodo de enero a marzo de 2023.

Características del muestreo

El muestreo puede ser clasificado como no probabilístico, ya que la selección de los elementos estudiados "no está determinada por la probabilidad, sino por razones asociadas con las características específicas de la investigación o los objetivos del investigador" (Hernández, 2014, p. 176). En este contexto, se ha optado por el periodo y la muestra de estudio, considerándolos de importancia técnica esencial para el desarrollo del trabajo.

3.3. Equipos y materiales

En el curso de esta investigación, se han utilizado suministros de oficina para tomar notas e imprimir documentos. Para el procesamiento de datos y la redacción del trabajo, se ha empleado una laptop y memorias USB para extraer información del sistema dispatch.

Adicionalmente se empleó software adecuado para el procesamiento y análisis de información como el paquete de Microsoft Office 2016 y el SPSS versión 25.

3.4. Técnicas de recolección de datos

Técnica

La recopilación de datos se realizó por medio de una técnica documental, la cual se extrajo por medio de consultas a la base de datos del sistema dispatch del modelo y compilación de reportes mensuales de la jefatura de perforación y voladura, bajo un muestreo no probabilístico elegido a conveniencia técnica, se utilizaron instrumentos de consulta con periodos y parámetros fijados a criterio, para su posterior tratamiento.

Instrumentos

Formato de taladros perforados

Se extrajo del sistema dispatch la información de todos los taladros perforados en el **anexo 3** precisa información sobre el inicio y fin de cada taladro perforado, la duración de su perforación, litología principal, dureza de roca, longitud perforada, RPMS, Pull down, perforadora empleada, velocidad de penetración y número de broca.

Formato de seguimiento mensual de brocas.

Se detalla en el **anexo 4**, que concilia detalladamente y de forma mensual el consumo de brocas en cuanto a cantidad por perforadora, según diámetro, marca, modelo, recorrido perforado, número de taladros, velocidad de penetración, motivo de descarte y costo parcial de perforación del total de brocas.

Formato de reporte mensual de consumo de brocas y materiales.

Tal y como se indica en el **anexo 5**, se consolidará los reportes mensuales sobre el gasto invertido en cada broca adquirida y demás aceros de perforación de forma subtotal y total para el periodo, asimismo detalla contrastes de lo ejecutado y presupuestado en cuanto al presupuesto destinado para estos.

3.5. Técnicas para el procesamiento de datos

Las actividades realizadas en el tratamiento y análisis de datos fueron las siguientes:

3.5.1. Tabulación de información

Para iniciar el tratamiento de datos a partir de la consolidación de los 3 formatos anteriormente mencionados, tal y como se expresa en las tablas 12 y 13, se tabuló la información de cada broca de forma mensual en el periodo de estudio de enero a marzo de 2023, en función a sus características y trabajo realizado.

Se realizó un ordenamiento para cada diámetro de perforación que tuvo análisis por separado y en función a los enfoques operacionales y económicos. La información tabulada nos permitió un tratamiento sistemático para el cálculo de indicadores previsto, consignando una mayor facilidad en la aplicación de fórmulas o relaciones anteriormente propuestas y originando como resultado los consolidados significativos dentro del periodo a analizar.

Tabla 12*Datos ordenados para cálculo de indicadores de performance para brocas de diámetro 12 ¼"*

N°	Mes	Drill	Marca	Modelo	Código	Recorrido (m)	N° taladros	Tiempo (hrs)	Litología principal	Dureza	días	Motivo descarte
1	Ene	D13	Epiroc	EP-64	F24165	1 318,5	72	35,9	Toba	Suave	172	Insertos Rotos
2	Ene	D16	Epiroc	EP-64	29392806	2 266,7	136	108	Andesita basáltica propílica	Duro	7	Rotura de cono
3	Ene	D18	Epiroc	EP-64	16768741	1 891	107	55,7	Toba	Suave	204	Polines Sobrepuestos
4	Ene	D18	Epiroc	EP-64	20671424	1 520	80	42,3	Toba	Suave	208	Insertos Rotos
5	Ene	D18	Epiroc	EP-64	F24180	1 354	64	38,5	Toba	Suave	146	Polines Sobrepuestos
6	Ene	D18	Epiroc	EP-64	24298306	1 413,5	78	39,6	Toba	Suave	115	Polines Sobrepuestos
7	Ene	D18	Epiroc	EP-64	24298304	1 490,5	83	42,2	Toba	Suave	117	Insertos Rotos
8	Ene	D11	Varel	RB-63	1713337	1 590	96	84,9	Andesita basáltica propílica	Duro	6	Conos Descolgados
9	Ene	D11	Varel	RB-63	1713334	1 666,7	103	113,4	Andesita basáltica propílica	Duro	8	Rotura de cono

10	Ene	D11	Varel	RB-63	1707520	1 512,9	91	101	Andesita basáltica propílica	Duro	7	Conos Descolgados
11	Ene	D13	Varel	RB-63	1713336	2 298,5	139	122,5	Andesita basáltica propílica	Duro	7	Conos Descolgados
12	Ene	D13	Varel	RB-63	1713328	2 312,9	138	101,6	Andesita basáltica propílica	Duro	17	Conos Descolgados
13	Ene	D16	Varel	RB-63	1707517	2 372,5	141	100,2	Andesita basáltica propílica	Duro	6	Conos Descolgados
14	Ene	D18	Varel	RB-63	1713341	1 998,5	129	79,8	Andesita basáltica propílica	Duro	5	Faldones Desgastados
15	Ene	D18	Varel	RB-63	1713331	2 649,3	172	104,9	Andesita basáltica propílica	Duro	6	Faldones Desgastados
16	Ene	D18	Varel	RB-63	1707521	2 840,5	168	111,1	Andesita basáltica propílica	Duro	8	Faldones Desgastados
17	Ene	D18	Varel	RB-63	1713330	2 118	163	92,4	Andesita basáltica propílica	Duro	6	Insertos Rotos
18	Feb	D11	Epiroc	EP-64	35761456	1 094,8	97	69	Andesita basáltica propílica	Duro	5	Insertos Rotos
19	Feb	D11	Epiroc	EP-64	30667358	1 965,5	123	113,4	Andesita basáltica propílica	Duro	8	Otro

20	Feb	D11	Epiroc	EP-64	30667355	2 485,3	144	107,6	Andesita basáltica propílica	Duro	6	Rotura de cono
21	Feb	D11	Epiroc	EP-64	35761455	1 428,7	87	61,5	Andesita basáltica propílica	Duro	4	Insertos Rotos
22	Feb	D16	Epiroc	EP-64	30667346	1 745	142	77,5	Andesita basáltica propílica	Duro	5	Insertos Rotos
23	Feb	D16	Epiroc	EP-64	30667356	2 648,7	173	126,9	Andesita basáltica propílica	Duro	8	Conos Descolgados
24	Feb	D16	Epiroc	EP-64	35761430	1 829,1	118	117,8	Andesita basáltica propílica	Duro	6	Otro
25	Feb	D18	Epiroc	EP-64	35761429	1 568,2	101	59,6	Andesita basáltica propílica	Duro	5	Faldones Desgastados
26	Feb	D18	Epiroc	EP-64	35761454	1 455	112	66,1	Andesita basáltica propílica	Duro	5	Insertos Rotos
27	Feb	D18	Epiroc	EP-64	35761457	1 969,2	125	96,1	Andesita basáltica propílica	Duro	6	Insertos Rotos
28	Feb	D18	Epiroc	EP-64	30667359	1 688,5	104	94,1	Andesita basáltica propílica	Duro	12	Rotura de cono
29	Feb	D13	Varel	RB-63	1707518	3 640	319	170,7	Andesita basáltica propílica	Duro	18	Otro

30	Feb	D16	Varel	RB-63	1713335	2 245	192	106,9	Andesita basáltica propílica	Duro	8	Conos Descolgados
31	Feb	D18	Varel	RB-63	1707519	2 114	161	83,3	Andesita basáltica propílica	Duro	5	Insertos Rotos
32	Mar	D11	Epiroc	EP-64	30667357	1 654,5	132	97,9	Andesita basáltica propílica	Duro	9	Otro
33	Mar	D11	Epiroc	EP-64	30667348	1 862,9	110	83,4	Andesita basáltica propílica	Duro	5	Insertos Rotos
34	Mar	D11	Epiroc	EP-64	35761341	2 153,5	130	94,4	Andesita basáltica propílica	Duro	6	Insertos Rotos
35	Mar	D11	Epiroc	EP-64	35761346	2 011	120	81,6	Andesita basáltica propílica	Duro	6	Insertos Rotos
36	Mar	D16	Epiroc	EP-64	35761345	3 050	217	132,2	Andesita basáltica propílica	Duro	9	Conos Descolgados
37	Mar	D16	Epiroc	EP-64	35761342	3 264	286	150,5	Andesita basáltica propílica	Duro	10	Insertos Rotos
38	Mar	D18	Epiroc	EP-64	35560445	1 540	107	64	Andesita basáltica propílica	Duro	3	Conos Descolgados
39	Mar	D18	Epiroc	EP-64	30667334	1 466	145	78	Andesita basáltica propílica	Duro	5	Insertos Rotos

40	Mar	D18	Epiroc	EP-64	30667331	1 582	118	68,1	Andesita basáltica propílica	Duro	5	Insertos Rotos
41	Mar	D18	Epiroc	EP-64	35761344	1 935,5	115	73,3	Andesita basáltica propílica	Duro	5	Insertos Rotos
42	Mar	D18	Epiroc	EP-64	30667347	1 679,8	102	68,3	Andesita basáltica propílica	Duro	4	Conos Descolgados
43	Mar	D18	Epiroc	EP-64	35761335	1 580	174	78,2	Andesita basáltica propílica	Duro	6	Insertos Rotos
44	Mar	D13	Varel	RB-63	1713327	2 561	482	208,4	Andesita basáltica propílica	Duro	56	Conos Descolgados

Nota: Elaboración propia.

Es importante mencionar que en cuanto a la litología se considera el tipo de roca con mayor cantidad de taladros perforados como litología principal. En medida que las brocas trabajaron en diversidad de terrenos como parte misma de la operación, sin embargo, para la perforación de diámetro 12 1/4" principalmente se realizó en terreno duro y suave de fases de desbroce de preparación (desmonte) y para el diámetro de 10 5/8" considera terrenos suaves, medios y duros al tener presencia de mineral y desmonte como parte del desbroce de explotación.

Tabla 13*Datos ordenados para cálculo de indicadores de performance para brocas de diámetro 10 5/8''*

N°	Mes	Drill	Marca	Modelo	Código	Recorrido (m)	N° taladros	Tiempo (hrs)	Litología principal	Dureza	días	Motivo descarte
1	Ene	D14	Varel	RB-60'	1739971	1 326,5	107	73,3	Latita porfirítica fresca	Duro	5	Conos Descolgados
2	Ene	D14	Varel	RB-60'	1739970	1 758	169	83,2	Andesita intrusiva	Duro	9	Conos Descolgados
3	Ene	D17	Varel	RB-60'	1739981	850	80	48,3	Latita porfirítica fresca	Duro	8	Conos Descolgados
4	Ene	D14	Coretech	DH645	6267586	2 520	217	111,4	Riolita porfirítica	Medio	7	Insertos Rotos
5	Ene	D14	Coretech	DH645	6267573	1 450,5	150	66,8	Riolita porfirítica	Medio	4	Insertos Rotos
6	Ene	D14	Coretech	DH645	6267585	1 175,4	176	67,3	Andesita basáltica	Duro	6	Insertos Rotos
7	Ene	D17	Coretech	DH645	6267582	1 575	154	85,8	Andesita basáltica	Duro	5	Insertos Rotos
8	Ene	D17	Coretech	DH645	6267577	1 775,2	230	107,6	Andesita basáltica	Duro	7	Insertos Rotos
9	Ene	D17	Coretech	DH645	6267574	1 458	173	86,9	Latita porfirítica fresca	Duro	6	Insertos Rotos
10	Feb	D17	Varel	RB-60'	1739984	1 326,5	107	73,3	Latita porfirítica fresca	Duro	44	Conos Descolgados

11	Feb	D17	Varel	RB-60'	1739949	440	41	23,9	Latita porfirítica fresca	Duro	2	Conos Descolgados
12	Feb	D17	Varel	RB-60'	1739956	2 850	147	88,9	Latita porfirítica cuarcífera	Suave	6	Conos Descolgados
13	Feb	D17	Varel	RB-60'	1739951	1 744,2	155	62,2	Latita porfirítica fílica	Medio	4	Rotura de cono
14	Feb	D14	Coretech	DH645	6267584	1 850	253	103	Andesita basáltica	Duro	8	Otro
15	Feb	D14	Coretech	DH645	6267580	1 556	213	104,3	Latita porfirítica fresca	Duro	7	Otro
16	Feb	D14	Coretech	DH645	6267569	2 356	264	122,4	Andesita intrusiva	Duro	9	Insertos Rotos
17	Feb	D17	Coretech	DH645	6267566	1 388	144	76,5	Latita porfirítica fresca	Duro	5	Insertos Rotos
18	Feb	D17	Coretech	DH645	6267575	1 589	162	82,1	Latita porfirítica fresca	Duro	6	Insertos Rotos
19	Mar	D13	Varel	RB-60'	1739952	1 711	102	51,5	Toba traquítica	Suave	3	Conos Descolgados
20	Mar	D14	Varel	RB-60'	1739960	1 859	255	121,2	Andesita basáltica	Duro	8	Conos Descolgados
21	Mar	D14	Varel	RB-60'	1739961	1 058,5	105	53,8	Andesita basáltica	Duro	4	Polines Sobrepuestos
22	Mar	D14	Varel	RB-60'	1739992	2 023	200	101,9	Andesita intrusiva	Duro	6	Insertos Rotos
23	Mar	D14	Varel	RB-60'	1739987	1 685	134	77,5	Latita porfirítica fresca	Duro	6	Rotura de cono
24	Mar	D17	Varel	RB-60'	1739958	4 196	255	130,3	Latita porfirítica cuarcífera	Suave	8	Conos Descolgados

25	Mar	D17	Varel	RB-60'	1739953	3 030,5	182	87,1	Latita porfirítica cuarcífera	Suave	11	Conos Descolgados
26	Mar	D17	Varel	RB-60'	1739954	1 224,4	103	47,3	Latita porfirítica fílica	Medio	3	Faldones Desgastados
27	Mar	D17	Varel	RB-60'	1739996	2 555	235	107,4	Latita porfirítica fílica	Medio	7	Conos Descolgados
28	Mar	D17	Varel	RB-60'	1739957	1 678,4	127	72,5	Latita porfirítica fresca	Duro	5	Conos Descolgados
29	Mar	D17	Coretech	DH645	6267575	1 613	148	75,2	Latita porfirítica fresca	Duro	10	Insertos Rotos

Nota: Elaboración propia

En adición las tablas anteriormente presentadas, resultó necesario el consolidado de costos por broca expresado en la Tabla 14, debido a la necesidad de relacionarlo con el recorrido total de las mismas, para realizar el cálculo del costo parcial P.D.C.(US\$/m).

Tabla 14*Resumen de costos por broca, 2023*

N°	Mes	Modelo	Marca	Condición	Diámetro	Precio (US\$)
1	Ene	EP-64	Epiroc	Homologado	12 1/4	4 013,1
2	Ene	RB-63	Varel	A prueba	12 1/4	4 051,0
3	Ene	RB-60'	Varel	Homologado	10 5/8	3 911,2
4	Ene	DH-645	Coretech	A prueba	10 5/8	3 200,0
5	Feb	EP-64	Epiroc	Homologado	12 1/4	4 013,1
6	Feb	RB-63	Varel	A prueba	12 1/4	4 051,0
7	Feb	RB-60'	Varel	Homologado	10 5/8	3 911,9
8	Feb	DH-645	Coretech	A prueba	10 5/8	3 200,0
9	Mar	EP-64	Epiroc	Homologado	12 1/4	4 013,1
10	Mar	RB-63	Varel	A prueba	12 1/4	4 051,0
11	Mar	RB-60'	Varel	Homologado	10 5/8	3 684,1
12	Mar	DH-645	Coretech	A prueba	10 5/8	3 200,0

Nota: Elaboración propia

3.5.2. Cálculo de Indicadores de performance

Posterior a la tabulación de data, se procedió a calcular los indicadores Velocidad de penetración (m/h) y PDC (US\$/m) de forma promedio para los meses de estudio en función a las fórmulas 1 y 2 previamente presentadas, según marca y se registró en las tablas 15 y 16, para el diámetro 12 1/4” y 10 5/8” respectivamente.

3.5.2.1. Indicadores para diámetro de broca 12 ¼”

Tabla 15

Indicadores de performance para diámetro 12 1/4”

N°	Mes	Drill	Marca	Modelo	Recorrido (m)	N° taladros	Tiempo (hrs)	Veloc. Penetr. (m/h)	PDC(US\$/m)
1	Ene	D13	Epiroc	EP-64	1 318,5	72	35,9	36,8	3,04
2	Ene	D16	Epiroc	EP-64	2 266,7	136	108,0	21,0	1,77
3	Ene	D18	Epiroc	EP-64	1 891,0	107	55,7	33,9	2,12
4	Ene	D18	Epiroc	EP-64	1 520,0	80	42,3	35,9	2,64
5	Ene	D18	Epiroc	EP-64	1 354,0	64	38,5	35,1	2,96
6	Ene	D18	Epiroc	EP-64	1413,5	78	39,6	35,7	2,84
7	Ene	D18	Epiroc	EP-64	1 490,5	83	42,2	35,3	2,69
8	Ene	D11	Varel	RB-63	1 590,0	96	84,9	18,7	2,55
9	Ene	D11	Varel	RB-63	1 666,7	103	113,4	14,7	2,43
10	Ene	D11	Varel	RB-63	1 512,9	91	101,0	15,0	2,68
11	Ene	D13	Varel	RB-63	2 298,5	139	122,5	18,8	1,76
12	Ene	D13	Varel	RB-63	2 312,9	138	101,6	22,8	1,75
13	Ene	D16	Varel	RB-63	2 372,5	141	100,2	23,7	1,71
14	Ene	D18	Varel	RB-63	1 998,5	129	79,8	25,1	2,03
15	Ene	D18	Varel	RB-63	2 649,3	172	104,9	25,3	1,53
16	Ene	D18	Varel	RB-63	2 840,5	168	111,1	25,6	1,43
17	Ene	D18	Varel	RB-63	2 118,0	163	92,4	22,9	1,91
18	Feb	D11	Epiroc	EP-64	1 094,8	97	69,0	15,9	3,67
19	Feb	D11	Epiroc	EP-64	1 965,5	123	113,4	17,3	2,04
20	Feb	D11	Epiroc	EP-64	2 485,3	144	107,6	23,1	1,61
21	Feb	D11	Epiroc	EP-64	1 428,7	87	61,5	23,2	2,81
22	Feb	D16	Epiroc	EP-64	1 745,0	142	77,5	22,5	2,30
23	Feb	D16	Epiroc	EP-64	2 648,7	173	126,9	20,9	1,52
24	Feb	D16	Epiroc	EP-64	1 829,1	118	117,8	15,5	2,19
25	Feb	D18	Epiroc	EP-64	1 568,2	101	59,6	26,3	2,56
26	Feb	D18	Epiroc	EP-64	1 455,0	112	66,1	22,0	2,76
27	Feb	D18	Epiroc	EP-64	1 969,2	125	96,1	20,5	2,04
28	Feb	D18	Epiroc	EP-64	1 688,5	104	94,1	17,9	2,38
29	Feb	D13	Varel	RB-63	3 640,0	319	170,7	21,3	1,11
30	Feb	D16	Varel	RB-63	2 245,0	192	106,9	21,0	1,80

31	Feb	D18	Varel	RB-63	2 114,0	161	83,3	25,4	1.92
32	Mar	D11	Epiroc	EP-64	1 654,5	132	97,9	16,9	2.43
33	Mar	D11	Epiroc	EP-64	1 862,9	110	83,4	22,3	2.15
34	Mar	D11	Epiroc	EP-64	2 153,5	130	94,4	22,8	1.86
35	Mar	D11	Epiroc	EP-64	2 011,0	120	81,6	24,6	2.00
36	Mar	D16	Epiroc	EP-64	3 050,0	217	132,2	23,1	1.32
37	Mar	D16	Epiroc	EP-64	3 264,0	286	150,5	21,7	1.23
38	Mar	D18	Epiroc	EP-64	1 540,0	107	64,0	24,1	2.61
39	Mar	D18	Epiroc	EP-64	1 466,0	145	78,0	18,8	2.74
40	Mar	D18	Epiroc	EP-64	1 582,0	118	68,1	23,2	2.54
41	Mar	D18	Epiroc	EP-64	1 935,5	115	73,3	26,4	2.07
42	Mar	D18	Epiroc	EP-64	1 679,8	102	68,3	24,6	2.39
43	Mar	D18	Epiroc	EP-64	1 580,0	174	78,2	20,2	2.54
44	Mar	D13	Varel	RB-63	2 561,0	482	208,4	12,3	1.58
Promedio								23,2	2,2

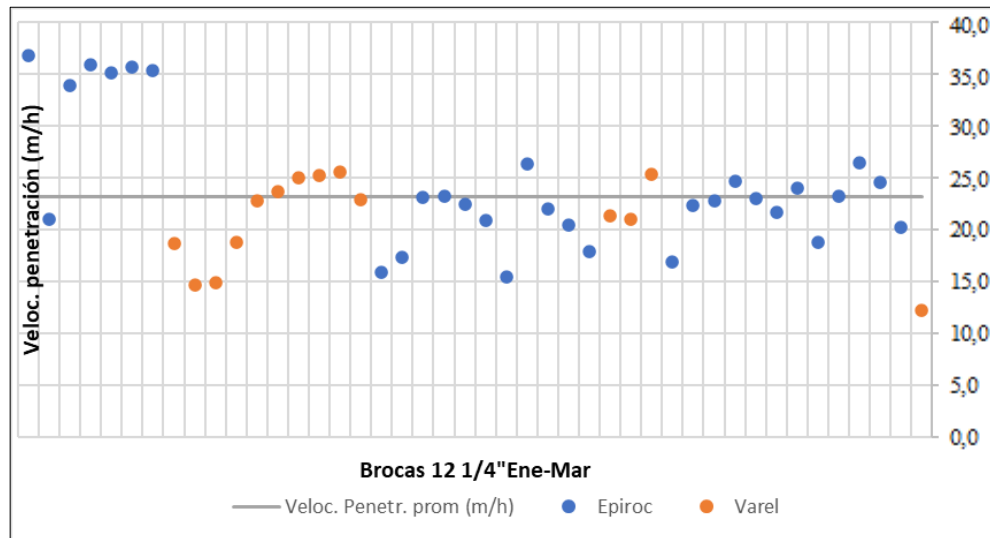
Nota: Elaboración propia

Es notable encontrar una tendencia superior del valor de velocidad de penetración de la marca Epiroc – modelo EP-64, respecto al promedio general de 23,2 m/h, para el periodo de estudio, tal cual se presenta en la Figura 11.

En adición a lo anteriormente enunciado, en la Figura 12 encontramos que es mayor también el porcentaje de valores de Costo parcial de perforación (P.D.C.) de las brocas Epiroc respecto al modelo de prueba RB-63 de Varel, dentro del periodo de estudio, tomando como eje de medida un promedio general de 2,2 US\$/m perforado, sin embargo, es notable acotar la diferencia en el número de brocas consumidas y precio de las mismas, las cuales junto a los recorridos son los parámetros de cálculo del indicador mencionado.

Figura 11

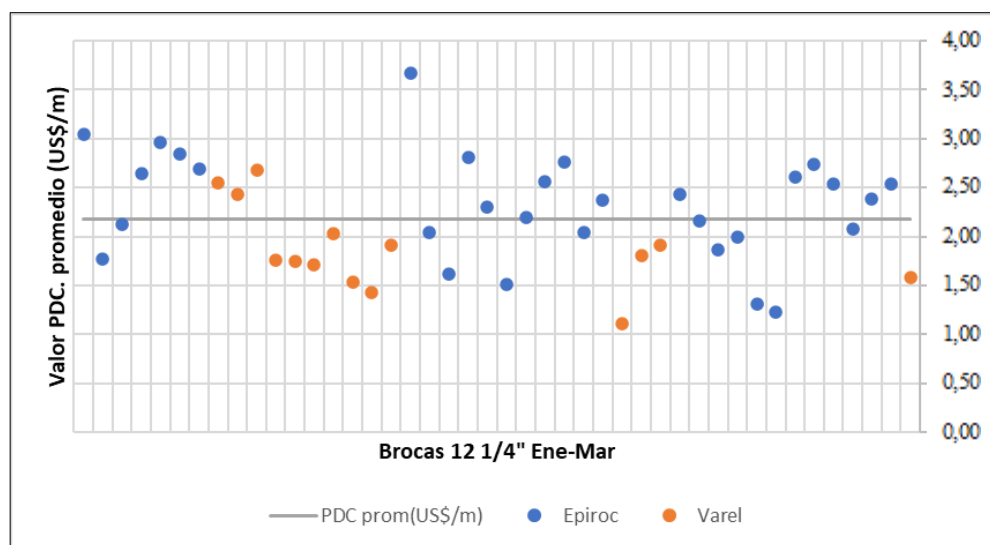
Valores de V.P. respecto al promedio general de diámetro 12 1/4"



Nota: Elaboración propia.

Figura 12

Valores de P.D.C. respecto al promedio general diámetro 12 1/4"



Nota: Elaboración propia.

3.5.2.2. Indicadores para diámetro de broca 10 5/8”

Tabla 16

Indicadores de performance para diámetro 10 5/8”

N°	Mes	Drill	Marca	Modelo	Recorrido (m)	N° taladros	Tiempo (hrs)	Veloc. Penetr. (m/h)	PDC (US\$/m)
1	Ene	D14	Varel	RB-60'	1 326,5	107	73,3	18,1	2,95
2	Ene	D14	Varel	RB-60'	1 758,0	169	83,2	21,1	2,22
3	Ene	D17	Varel	RB-60'	850,0	80	48,3	17,6	4,60
4	Ene	D14	Coretech	DH645	2 520,0	217	111,4	22,6	1,27
5	Ene	D14	Coretech	DH645	1 450,5	150	66,8	21,7	2,21
6	Ene	D14	Coretech	DH645	1 175,4	176	67,3	17,5	2,72
7	Ene	D17	Coretech	DH645	1 575,0	154	85,8	18,4	2,03
8	Ene	D17	Coretech	DH645	1 775,2	230	107,6	16,5	1,80
9	Ene	D17	Coretech	DH645	1 458,0	173	86,9	16,8	2,19
10	Feb	D17	Varel	RB-60'	1 423,0	146	79,3	18,0	2,75
11	Feb	D17	Varel	RB-60'	440,0	41	23,9	18,4	8,89
12	Feb	D17	Varel	RB-60'	2 850,0	147	88,9	32,1	1,37
13	Feb	D17	Varel	RB-60'	1 744,2	155	62,2	28,0	2,24
14	Feb	D14	Coretech	DH645	1 850,0	253	103,0	18,0	1,73
15	Feb	D14	Coretech	DH645	1 556,0	213	104,3	14,9	2,06
16	Feb	D14	Coretech	DH645	2356,0	264	122,4	19,3	1,36
17	Feb	D17	Coretech	DH645	1 388,0	144	76,5	18,2	2,31
18	Feb	D17	Coretech	DH645	1 589,0	162	82,1	19,4	2,01
19	Mar	D13	Varel	RB-60'	1 711,0	102	51,5	33,2	2,15
20	Mar	D14	Varel	RB-60'	1 859,0	255	121,2	15,3	1,98
21	Mar	D14	Varel	RB-60'	1 058,5	105	53,8	19,7	3,48
22	Mar	D14	Varel	RB-60'	2 023,0	200	101,9	19,9	1,82
23	Mar	D14	Varel	RB-60'	1 685,0	134	77,5	21,8	2,19

24	Mar	D17	Varel	RB-60'	4 196,0	255	130,3	32,2	0,88
25	Mar	D17	Varel	RB-60'	3 030,5	182	87,1	34,8	1,22
26	Mar	D17	Varel	RB-60'	1 224,4	103	47,3	25,9	3,01
27	Mar	D17	Varel	RB-60'	2 555,0	235	107,4	23,8	1,44
28	Mar	D17	Varel	RB-60'	1 678,4	127	72,5	23,1	2,20
29	Mar	D17	Coretech	DH645	1 613,0	148	75,2	21,4	1,98
Promedio								21,6	2,4

Nota: Elaboración propia

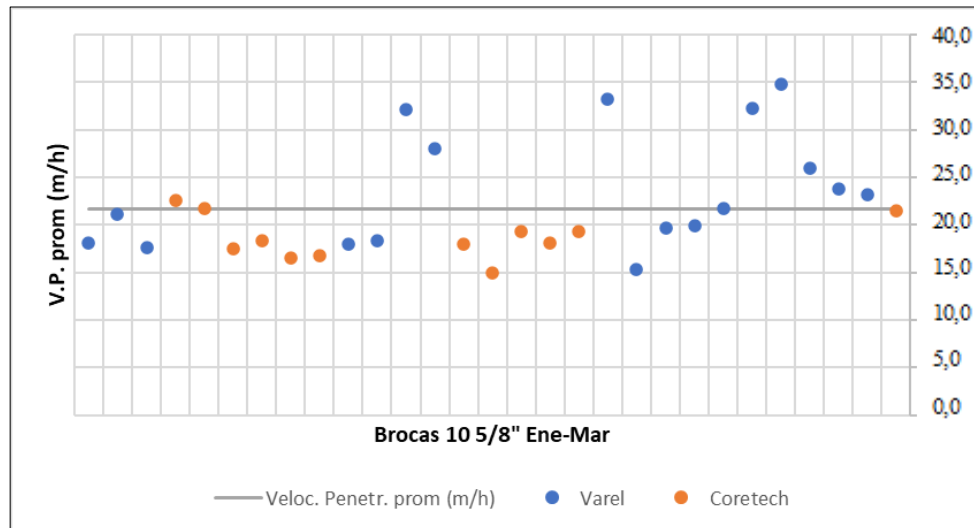
Fue posible realizar un análisis gráfico de las velocidades de penetración en ambos modelos de prueba, arrojando valores oscilantes en similar proporción por encima y debajo del valor promedio de V.P. de 21,6 m/h, para 29 pruebas en los modelos mencionados. (Figura 13).

En contraparte, haciendo énfasis en el gráfico 11, es preciso indicar que el modelo DH645 de Coretech, presenta valores inferiores de P.D.C respecto al promedio general de 2,4 US\$/m, para el periodo de estudio, en gran medida debido a que el modelo RB-60' de Varel es en promedio 700 dólares más caro por tricono.

Resulta necesario realizar el análisis unitario por tricono consumido, debido que el objetivo principal del presente es determinar de forma cuantificable y con alto grado de confianza, la opción más viable en términos de operación y economía, es decir obtener la mayor relación costo/beneficio que permita optimizar de manera unitaria la operación de perforación en mina.

Figura 13

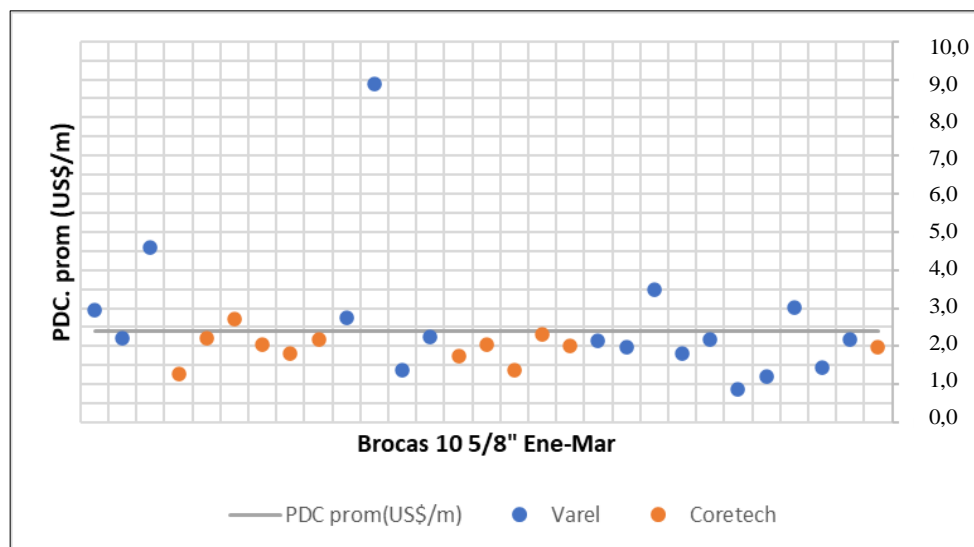
Valores de V.P. respecto al promedio general de diámetro 10 5/8''



Nota: Elaboración propia

Figura 14

Valores de P.D.C. respecto al promedio general de diámetro 10 5/8''



Nota: Elaboración propia

Con motivo de realizar la prueba estadística que permita la selección óptima de los modelos de broca más convenientes, resulta necesario promediar los indicadores de Velocidad de penetración (m/h) y Costo parcial de perforación (US\$/h) para cada broca estudiada, debido a que fueron sometidos a análisis numéricos, en donde se realizó la comparación con un intervalo de confianza aceptable.

Tabla 17

Consolidado de indicadores para prueba estadística

N°	Mes	Drill	Marca	Modelo	Código	Diámetro(in)	Recorrido (m)	Tiempo (hrs)	Veloc. Penetr. (m/h)	PDC(US\$/m)
1	Ene	D13	Epiroc	EP-64	F24165	12 1/4	1 318,5	35,9	36,7	3,04
2	Ene	D16	Epiroc	EP-64	29392806	12 1/4	2 266,7	108	21,0	1,77
3	Ene	D18	Epiroc	EP-64	16768741	12 1/4	1 891	55,7	33,9	2,12
4	Ene	D18	Epiroc	EP-64	20671424	12 1/4	1 520	42,3	35,9	2,64
5	Ene	D18	Epiroc	EP-64	F24180	12 1/4	1 354	38,5	35,2	2,96
6	Ene	D18	Epiroc	EP-64	24298306	12 1/4	1 413,5	39,6	35,7	2,84
7	Ene	D18	Epiroc	EP-64	24298304	12 1/4	1 490,5	42,2	35,3	2,69
8	Ene	D11	Varel	RB-63	1713337	12 1/4	1 590	84,9	18,7	2,55
9	Ene	D11	Varel	RB-63	1713334	12 1/4	1 666,7	113,4	14,7	2,43
10	Ene	D11	Varel	RB-63	1707520	12 1/4	1 512,9	101	15,0	2,68

11	Ene	D13	Varel	RB-63	1713336	12 1/4	2 298,5	122,5	18,8	1,76
12	Ene	D13	Varel	RB-63	1713328	12 1/4	2 312,9	101,6	22,8	1,75
13	Ene	D16	Varel	RB-63	1707517	12 1/4	2 372,5	100,2	23,7	1,71
14	Ene	D18	Varel	RB-63	1713341	12 1/4	1 998,5	79,8	25,0	2,03
15	Ene	D18	Varel	RB-63	1713331	12 1/4	2 649,3	104,9	25,3	1,53
16	Ene	D18	Varel	RB-63	1707521	12 1/4	2 840,5	111,1	25,6	1,43
17	Ene	D18	Varel	RB-63	1713330	12 1/4	2 118	92,4	22,9	1,91
18	Feb	D11	Epiroc	EP-64	35761456	12 1/4	1 094,8	69	15,9	3,67
19	Feb	D11	Epiroc	EP-64	30667358	12 1/4	1 965,5	113,4	17,3	2,04
20	Feb	D11	Epiroc	EP-64	30667355	12 1/4	2 485,3	107,6	23,1	1,61
21	Feb	D11	Epiroc	EP-64	35761455	12 1/4	1 428,7	61,5	23,2	2,81
22	Feb	D16	Epiroc	EP-64	30667346	12 1/4	1 745	77,5	22,5	2,30
23	Feb	D16	Epiroc	EP-64	30667356	12 1/4	2 648,7	126,9	20,9	1,52
24	Feb	D16	Epiroc	EP-64	35761430	12 1/4	1 829,1	117,8	15,5	2,19
25	Feb	D18	Epiroc	EP-64	35761429	12 1/4	1 568,2	59,6	26,3	2,56
26	Feb	D18	Epiroc	EP-64	35761454	12 1/4	1 455	66,1	22,0	2,76
27	Feb	D18	Epiroc	EP-64	35761457	12 1/4	1 969,2	96,1	20,5	2,04
28	Feb	D18	Epiroc	EP-64	30667359	12 1/4	1 688,5	94,1	17,9	2,38
29	Feb	D13	Varel	RB-63	1707518	12 1/4	3 640	170,7	21,3	1,11
30	Feb	D16	Varel	RB-63	1713335	12 1/4	2 245	106,9	21,0	1,80
31	Feb	D18	Varel	RB-63	1707519	12 1/4	2114	83,3	25,4	1,92
32	Mar	D11	Epiroc	EP-64	30667357	12 1/4	1 654,5	97,9	16,9	2,43
33	Mar	D11	Epiroc	EP-64	30667348	12 1/4	1 862,9	83,4	22,3	2,15
34	Mar	D11	Epiroc	EP-64	35761341	12 1/4	2 153,5	94,4	22,8	1,86
35	Mar	D11	Epiroc	EP-64	35761346	12 1/4	2 011	81,6	24,6	2,00
36	Mar	D16	Epiroc	EP-64	35761345	12 1/4	3 050	132,2	23,1	1,32

37	Mar	D16	Epiroc	EP-64	35761342	12 1/4	3 264	150,5	21,7	1,23
38	Mar	D18	Epiroc	EP-64	35560445	12 1/4	1 540	64	24,1	2,61
39	Mar	D18	Epiroc	EP-64	30667334	12 1/4	1466	78	18,8	2,74
40	Mar	D18	Epiroc	EP-64	30667331	12 1/4	1 582	68,1	23,2	2,54
41	Mar	D18	Epiroc	EP-64	35761344	12 1/4	1 935,5	73,3	26,4	2,07
42	Mar	D18	Epiroc	EP-64	30667347	12 1/4	1 679,8	68,3	24,6	2,39
43	Mar	D18	Epiroc	EP-64	35761335	12 1/4	1 580	78,2	20,2	2,54
44	Mar	D13	Varel	RB-63	1713327	12 1/4	2 561	208,4	12,3	1,58
45	Ene	D14	Varel	RB-60'	1739971	10 5/8	1 326,5	73,3	18,1	2,95
46	Ene	D14	Varel	RB-60'	1739970	10 5/8	1 758	83,2	21,1	2,22
47	Ene	D17	Varel	RB-60'	1739981	10 5/8	850	48,3	17,6	4,60
48	Ene	D14	Coretech	DH645	6267586	10 5/8	2 520	111,4	22,6	1,27
49	Ene	D14	Coretech	DH645	6267573	10 5/8	1 450,5	66,8	21,7	2,21
50	Ene	D14	Coretech	DH645	6267585	10 5/8	1 175,4	67,3	17,5	2,72
51	Ene	D17	Coretech	DH645	6267582	10 5/8	1 575	85,8	18,4	2,03
52	Ene	D17	Coretech	DH645	6267577	10 5/8	1 775,2	107,6	16,5	1,80
53	Ene	D17	Coretech	DH645	6267574	10 5/8	1 458	86,9	16,8	2,19
54	Feb	D17	Varel	RB-60'	1739984	10 5/8	1 423	79,3	18,0	2,75
55	Feb	D17	Varel	RB-60'	1739949	10 5/8	440	23,9	18,4	8,89
56	Feb	D17	Varel	RB-60'	1739956	10 5/8	2 850	88,9	32,1	1,37
57	Feb	D17	Varel	RB-60'	1739951	10 5/8	1 744,2	62,2	28,0	2,24
58	Feb	D14	Coretech	DH645	6267584	10 5/8	1 850	103	18,0	1,73
59	Feb	D14	Coretech	DH645	6267580	10 5/8	1 556	104,3	14,9	2,06
60	Feb	D14	Coretech	DH645	6267569	10 5/8	2 356	122,4	19,3	1,36
61	Feb	D17	Coretech	DH645	6267566	10 5/8	1 388	76,5	18,2	2,31
62	Feb	D17	Coretech	DH645	6267575	10 5/8	1 589	82,1	19,4	2,01

63	Mar	D13	Varel	RB-60'	1739952	10 5/8	1 711	51,5	33,2	2,15
64	Mar	D14	Varel	RB-60'	1739960	10 5/8	1 859	121,2	15,3	1,98
65	Mar	D14	Varel	RB-60'	1739961	10 5/8	1 058,5	53,8	19,7	3,48
66	Mar	D14	Varel	RB-60'	1739992	10 5/8	2 023	101,9	19,9	1,82
67	Mar	D14	Varel	RB-60'	1739987	10 5/8	1 685	77,5	21,8	2,19
68	Mar	D17	Varel	RB-60'	1739958	10 5/8	4 196	130,3	32,2	0,88
69	Mar	D17	Varel	RB-60'	1739953	10 5/8	3 030,5	87,1	34,8	1,22
70	Mar	D17	Varel	RB-60'	1739954	10 5/8	1 224,4	47,3	25,9	3,01
71	Mar	D17	Varel	RB-60'	1739996	10 5/8	2 555	107,4	23,8	1,44
72	Mar	D17	Varel	RB-60'	1739957	10 5/8	1 678,4	72,5	23,1	2,20
73	Mar	D17	Coretech	DH645	6267575	10 5/8	1 613	75,2	21,4	1,98

Nota: Elaboración propia

Tras analizar la Tabla 17, encontramos que los valores de V.P. y P.D.C. para cada broca utilizada son muy variables, mes a mes debido a la naturaleza dinámica de la misma operación, siendo también afectado el proceso unitario de perforación por factores externos, tal cual fue enunciado en el marco teórico como dureza de roca y eficiencia del operador, tal cuales no son parámetro de medida de la presente investigación, sin embargo, se analizarán en la discusión de resultados.

Tabla 18

Valores promedio por modelo, según el diámetro de broca

Modelo	Marca	Diámetro (pulg.)	Media V.P.(m/h)	Media PDC(US\$/m)
EP-64	Epiroc	12 1/4	24,3	2,3
RB-63	Varel	12 1/4	20,9	1,9
RB-60'	Varel	10 5/8	23,7	2,7
DH-645	Coretech	10 5/8	18,7	2,0

Nota: Elaboración propia

La Tabla 18 sugiere como modelo ideal para la broca de 12 1/4" al RB-63 de Varel por su menor costo económico, sin embargo a nivel de velocidad de penetración encontramos valores muy cercanos entre sí respecto al modelo de Epiroc, caso similar sucede para las brocas de 10 5/8", en donde la diferencia entre medias de V.P. es de 5 m/h, sin embargo a nivel de costo parcial, 0,7 US\$, podrían suponer un incremento muy influyente en costeo general de aceros de perforación, ya que afecta cada metro perforado.

En vista de esta situación un tanto incierta, resulta necesario realizar un análisis estadístico para contemplar o no diferencias significativas entre las medias de Velocidad de penetración y Costo parcial de Perforación a fin de tomar una decisión sustentable respecto a la continuidad o reemplazo del modelo homologado para cada diámetro de broca.

3.5.3. Tratamiento y análisis estadístico de datos

Con motivo de contrastar la hipótesis planteada en este estudio, resultará necesario un análisis estadístico con cierto nivel de confianza de 95% para la contratación de las hipótesis estadísticas que se presentan a continuación:

- Hipótesis nula (H_0): De acuerdo análisis de performance de brocas tricónicas no es posible encontrar diferencias significativas en el performance de las brocas tricónicas de estudio.
- Hipótesis alternativa (H_1): De acuerdo análisis de performance de brocas tricónicas es posible encontrar diferencias estadísticamente significativas en el performance de las brocas.

Por lo expresado se realizó en primera instancia una evaluación de la normalidad de los datos, tomando como objeto principal los indicadores de rendimiento velocidad promedio de penetración (m/h) y el PDC (US\$/m) según los diámetros establecidos, ordenados en la tabla 17, la cual fue importada en el software estadístico SPSS v.25.01

3.5.3.1. Prueba de Normalidad

Para la prueba de normalidad se planteó una hipótesis de normalidad para las variables de los indicadores Velocidad de penetración y P.D.C, que se someterán a análisis de significancia en base a los resultados de su p-valor.

- Hipótesis nula (H_0): Los datos tienen una distribución normal.
- Hipótesis alternativa (H_1): Los datos no tienen una distribución normal.

Se eligió la prueba de normalidad ideal en función a la cantidad “n” de datos importada al SPSS, siendo motivo de elección entre las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk.

- Si $n > 50$, se realiza la prueba de Kolmogorov-Smirnov
- Si $n \leq 50$, se realiza la prueba de Shapiro-Wilk.

Por lo tanto, la prueba de normalidad se realizó con un intervalo de confianza del 95%, por lo que tienen una significancia o margen de error de 5% o $\alpha = 0,05$ para un análisis bilateral, por ser uno de los más usados en pruebas estadísticas y en consideración de Kolmogorov-Smirnov, dado que nuestro número de brocas analizadas fue 73, obteniendo los siguientes resultados precisados en la Tabla 19.

Tabla 19

Resultados de la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov

Variable	Estadístico	n	p-valor
V.P.(m/h)	0,140	73	0,911
PDC(US\$/m)	0,174	73	0,663

Nota: Elaboración propia

Se realizó el análisis de significancia del p-valor o sig. Bilateral, donde:

- Si $p\text{-valor} < \alpha$, se rechaza la H_0 y se acepta la H_1
- Si $p\text{-valor} \geq \alpha$, se acepta la H_0

Evaluamos:

Enfoque operacional: Velocidad de penetración (m/h)

- $p\text{-valor} \geq \alpha$
- $0,911 \geq 0,05$

Enfoque económico: PDC (US\$/h).

- $p\text{-valor} \geq \alpha$
- $0,663 \geq 0,05$

Entonces, dado que el p valor de ambas variables es mayor que el nivel de significancia, aceptamos la hipótesis nula planteada, por lo tanto, ambas tienen distribución normal, por lo tanto, se eligió la prueba de t-Student para la evaluación estadística de los datos obtenidos y posterior contraste de hipótesis.

Según Gamarra y otros (2015), esta prueba, se emplea la diferencia entre las medias de dos grupos para comparar únicamente las medias de una variable que puede ser de intervalo, razón u ordinal de tipo intervalo, entre dos grupos o categorías de una variable nominal u ordinal.

La prueba t de Student, como otros procedimientos estadísticos de contraste, se fundamenta en el cálculo de estadísticos descriptivos previos, tales como el número de observaciones, la media y la desviación estándar en cada grupo. A partir de estos datos descriptivos, se calcula el estadístico de contraste experimental.

Luego, mediante tablas apropiadas, se determinó el valor de p asociado a dicho estadístico. Si el valor de p es menor que el nivel de significancia (generalmente 1-5 %), se concluye que existe una diferencia significativa entre los dos tratamientos o grupos analizados.

3.5.3.2. Prueba estadística para medias de indicadores

3.5.3.2.1. Prueba para medias de Velocidad de penetración(m/h).

- Hipótesis nula (H_0): De acuerdo análisis de performance de brocas tricónicas no es posible encontrar diferencia en los valores promedio de V.P. (m/h) entre los modelos de estudio.
- Hipótesis alternativa (H_1): De acuerdo análisis de performance de brocas tricónicas es posible encontrar diferencias estadísticamente significativas en los valores promedio de V.P. entre los modelos de estudio.

Se analizó en el SPSS los valores promedio de V.P. correspondientes al periodo de estudio, obteniendo los siguientes resultados en cuanto a estadística

descriptiva e inferencial en base a un nivel de confianza de 95%, por tanto, el margen de error es de 5% o 0,05.

a) Para diámetro de broca de 12 ¼”:

Tabla 20

Estadística descriptiva para diferencia de medias de V.P. broca de 12 ¼”

Estadísticas de grupo					
Indicador	Modelo	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
V.P.(m/h)	EP-64	30	24,26	6,33	1,16
	RB-63	14	20,89	4,39	1,17

Nota: Elaboración propia

Tabla 21

Prueba t de student para diferencia de medias de V.P. broca de 12 ¼”

Indicador	Prueba t para la igualdad de medias						95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	t	gl	p valor	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior	
	V.P.(m/h)	No se asumen varianzas iguales	2,05	35,52	0,048	3,37	1,65	0,03

Nota: Elaboración propia

b) Para diámetro de broca de 10 5/8”:

Tabla 22

Estadística descriptiva para diferencia de medias de V.P. broca de 10 5/8”

Estadísticas de grupo					
Indicador	Modelo	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
V.P.(m/h)	RB-60'	17	23,70	6,23	1,51
	DH-645	12	18,71	2,30	0,66

Nota: Elaboración propia

Tabla 23

Prueba t de student para diferencia de medias de V.P. broca de 10 5/8”

Indicador	Prueba t para la igualdad de medias						95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	t	gl	p valor	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior	
V.P.(m/h)	No se asumen varianzas iguales	3,03	21,59	0,006	4,99	1,65	1,57	8,42

Nota: Elaboración propia

3.5.3.2.2. Prueba para comparativa de medias de PDC(US\$/m)

- Hipótesis nula (H_0): De acuerdo análisis de performance de brocas tricónicas no es posible encontrar diferencia en los valores promedio de PDC(US\$/m) entre los modelos de estudio.
- Hipótesis alternativa (H_1): De acuerdo análisis de performance de brocas tricónicas es posible encontrar diferencias estadísticamente significativas en los valores promedio de PDC(US\$/m). entre los modelos de estudio.

En consecuencia, se analizó en el SPSS los valores promedio de PDC. correspondientes al periodo de estudio, considerando un nivel de confianza de 95%, por tanto, el margen de error es de 5% o 0,05.

a) Para diámetro de broca de 12 1/4”:

Tabla 24

Estadística descriptiva para diferencia de medias de P.D.C. brocas de 12 1/4”

Estadísticas de grupo					
Indicador	Modelo	N	Media	Desv, Desviación	Desv, Error promedio
PDC(US\$/m)	EP-64	30	2,33	0,54	0,10
	RB-63	14	1,87	0,44	0,12

Nota: Elaboración propia

Tabla 25*Prueba t de student para diferencia de medias de P.D.C. broca de 12 ¼”*

Indicador	Prueba t para la igualdad de medias						
	t	gl	p valor	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						Inferior	Superior
PDC(US\$/m)							
No se asumen varianzas iguales	2,99	30,94	0,005	0,46	0,15	0,15	0,77

Nota: Elaboración propia

b) Para diámetro de broca de 10 5/8”:

Tabla 26*Estadística descriptiva para diferencia de medias de P.D.C. broca de 10 5/8”*

Estadísticas de grupo					
Indicador	Modelo	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
PDC(US\$/m)	RB-60'	17	2,67	1,84	0,45
	DH-645	12	1,97	0,40	0,12

Nota: Elaboración propia

Tabla 27*Prueba t de student para diferencia de medias de P.D.C. broca de 10 5/8''*

Indicador	Prueba t para la igualdad de medias						95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	t	gl	p valor	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior	
PDC(US\$/m)	1,51	18,09	0,147	0,70	0,46	-0,27	1,66	
No se asumen varianzas iguales								

Nota: Elaboración propia

3.5.3.3. Estadística de prueba**3.5.3.3.1. Para medias de Velocidad de penetración(m/h).**

i) Para diámetro de broca de 12 1/4'':

Realizamos mediante el análisis de significancia del p-valor o sig. Bilateral, considerando:

- Si $p\text{-valor} < \alpha$, se rechaza la H_0 y se acepta la H_1
- Si $p\text{-valor} \geq \alpha$, se acepta la H_0

En base a la interpretación de la Tabla 21, con un nivel de significancia de 0,05 y un p-valor 0,048 se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la alterna H_1

estableciendo que si existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los valores de V.P. de los modelos de Varel y Epiroc.

ii) Para diámetro de broca de 10 5/8”:

Realizamos mediante el análisis de significancia del p-valor o sig. Bilateral, considerando:

- Si $p\text{-valor} < \alpha$, se rechaza la H_0 y se acepta la H_1
- Si $p\text{-valor} \geq \alpha$, se acepta la H_0

En consideración del análisis de la Tabla 23, con un nivel de significancia de 0,05 y un p-valor 0,006 se rechaza la hipótesis nula H_0 y se rechaza la alterna H_1 estableciendo que si existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los valores de V.P. de los modelos de Varel y Coretech.

3.5.3.3.2. Para medias de Costo parcial de perforación (US\$/m).

i) Para Para diámetro de broca de 12 1/4”:

Realizamos mediante el análisis de significancia del p-valor o sig. Bilateral, considerando la tabla:

- Si $p\text{-valor} < \alpha$, se rechaza la H_0 y se acepta la H_1
- Si $p\text{-valor} \geq \alpha$, se acepta la H_0

Tras interpretar la información de la Tabla 25, con un nivel de significancia de 0,05 y un p-valor 0,005 se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la alterna H_1 estableciendo que si existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los valores de PDC. de los modelos de Varel y Epiroc, siendo necesario acotar que esta diferencia económica constituye un parámetro de suma importancia al momento de decidir el reemplazo o no de un modelo de broca.

ii) Para diámetro de broca de 10 5/8”:

Realizamos mediante el análisis de significancia del p-valor o sig. Bilateral, considerando la tabla:

- Si p-valor $< \alpha$, se rechaza la H_0 y se acepta la H_1
- Si p-valor $\geq \alpha$, se acepta la H_0

En referencia a los resultados de la Tabla 27, con un nivel de significancia de 0,05 y un p-valor 0,147 se acepta la hipótesis nula H_0 y se rechaza la alterna H_1 estableciendo que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los valores de V.P. de los modelos de Varel y Coretech, más al estar muy cercano al margen de error, es importante tomarlo en cuenta como parámetro evaluativo en la selección de modelo de brocas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Presentación y análisis de resultados

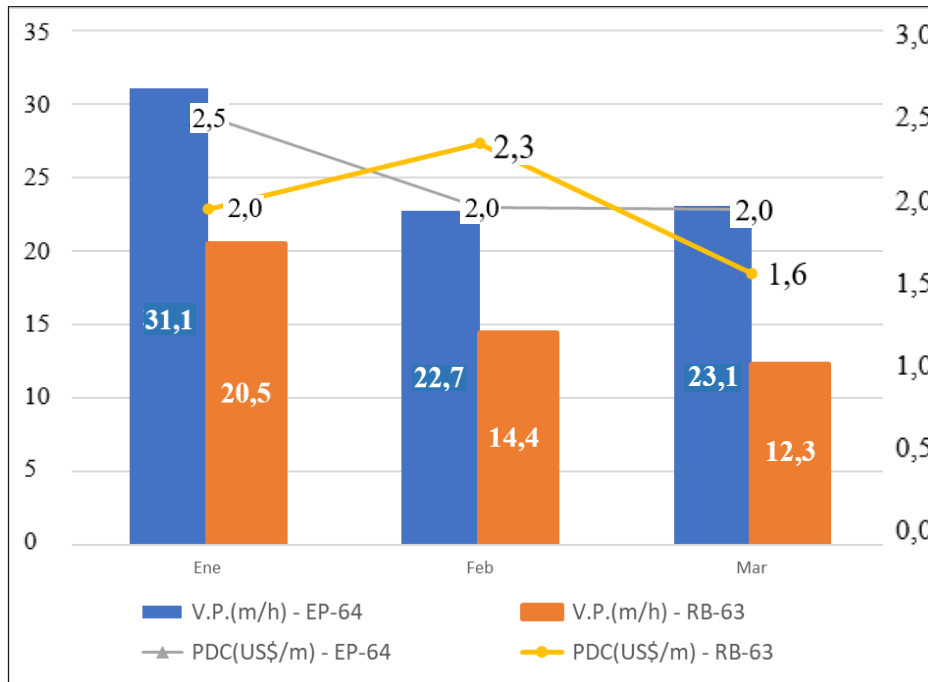
4.1.1. Comparativa de indicadores para diámetro de broca de 12 1/4”

Como es posible observar en la Figura 15 podemos observar una tendencia marcada en cuanto a velocidad de penetración para los modelos de Epiroc (EP-64) y Varel (RB-63), siendo el primer modelo de tricono ofrece resultados más positivos entre los meses de estudio, motivo por el cual la estadística inferencial arroja una diferencia de medias suficiente para validar que existe una superioridad de una marca sobre la otra durante los tres meses de estudio.

Por otro lado, en cuanto a costos parciales por adquisición de brocas, podemos notar que existe una diferencia clara en enero y marzo, denotando al modelo RB-63 de Varel como el económicamente más rentable, aspecto como fue mencionado con anterioridad tiene la mayor relevancia al momento de la selección de un modelo u otro mediante el contraste de hipótesis que se realizará más adelante.

Figura 15

Indicadores V.P. y P.D.C. en periodo de estudio, para diámetro de broca 12 1/4”



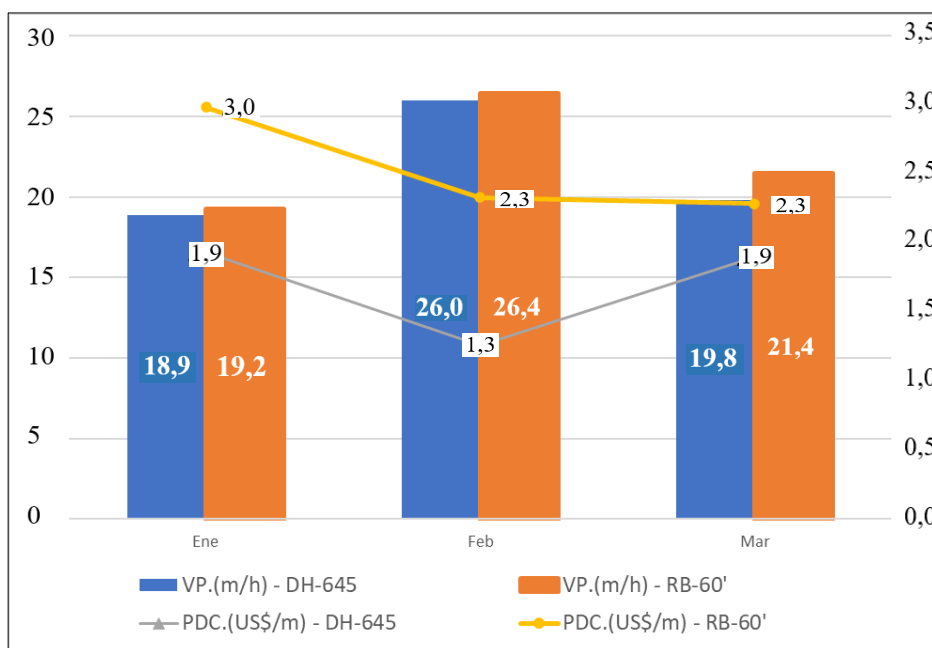
Nota: Elaboración propia

4.1.2. Comparativa de indicadores para diámetro de broca de 10 5/8”

De forma muy similar, podemos comentar que los resultados obtenidos en el análisis de performance para brocas de diámetro 10 5/8” no establece una tendencia notable en cuanto a variabilidad de la velocidad de penetración, sin embargo, la estadística descriptiva denota una significativa variabilidad a nivel general en base a las 29 brocas de estudio, siendo el modelo RB-60’ el de mayor valor de performance.

Figura 16

Indicadores V.P. y PDC. en periodo de estudio, para diámetro de broca 10 5/8''



Nota: Elaboración propia

En contraparte, es preciso hacer énfasis en la diferencia de costo entre los meses de estudio de las brocas DH-645 de Coretech, respecto a las DB-60' de Varel, aunque al cierre de marzo tiende a aproximarse entre sí, acotando que éste último mes solo se realizó una prueba con un tricono de Coretech, haciendo impreciso el resultado de dicho periodo evaluado, en tanto debido a que la tendencia de los costos superiores de las brocas RB-60' y al no reflejar diferencia notable respecto a la velocidad de penetración supone al modelo DH-645 de Coretech una opción más factible en cuanto a la operación.

4.1.3. Análisis de valores promedio

Para tener un panorama claro respecto a los criterios de selección de los modelos de tricono, resultó necesario consolidar las medias de las características e indicadores calculados de los anteriormente mencionados, para los meses de estudio comprendidos entre enero y marzo de 2023.

Tabla 28

Resumen de Indicadores promedio de V.P. y P.DC. en el periodo de estudio

Criterio	Opción actual	Opción prueba	Var	Var. (%)	Opción actual	Opción prueba	Var	Var. (%)
Modelo	EP-64	RB-63	-	-	RB-60'	DH-645	-	-
Marca	Epiroc	Varel	-	-	Varel	Coretech	-	-
Diámetro(pulg)	12 1/4	12 1/4	-	-	10 5/8	10 5/8	-	-
Precio Prom. (US\$)	4 013,1	4 051,0	-37,9	-0,9%	3 835,7	3 200,0	635,7	16,6%
Recorr. Prom. (m)	1 945,9	2 032,4	-86,5	-4,4%	1 617,4	2 018,6	-401,2	-24,8%
V.P.(m/h)	24,3	20,9	3,4	13,9%	23,7	18,7	5,0	21,1%
PDC(US\$/m)	2,3	1,7	0,5	19,6%	2,7	1,97	0,7	26,1%

Nota: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla, se observa que desde una perspectiva general es notoria la variación de valores promedio de indicadores de performance de cada modelo de estudio, los cuales para facilidad de análisis se cuantificaron de forma porcentual en cuanto a variación.

Podemos resumir a continuación el principal análisis para broca de 12 1/4'', contemplando un mayor valor promedio de recorrido y precio al modelo RB-63 de

Varel, los cuales tienen influencia directa en la variación del P.D.C (US\$), el cual en promedio es hasta 19,6% menor respecto a su competencia, el modelo EP-64 de Epiroc. (0,5 US\$ m/h) de diferencia. En adición a lo anteriormente planteado, se observa también valores concretos en cuanto a la V.P. (m/h), señalando al modelo de Epiroc como el de mayor desempeño al tener un mayor avance de 3,4 m/h respecto a la otra.

Por su parte, los modelos de 10 5/8", presentan valores muy diferenciados en cuanto a la V.P., siendo el modelo de Varel RB-60', de mayor eficiencia en un 21,1% más metros/hora perforados, en cambio para el indicador de costo, Coretech propone una alternativa económicamente más viable debido a que su costo por metro perforado es de 1,97 US\$/m, siendo un 26,1 % menor respecto a su competencia; constituyendo así un parámetro principal de comparativa.

Ahora bien, resulta interesante presentar factores externos intervinientes en el desempeño de los triconos, siendo posible señalar el desgaste prematuro de componentes por diversos motivos los cuales se presentarán en un apartado próximo y la variación de costos con gran influencia en el cálculo del P.D.C., así también la litología principal en la cual se desarrolla la perforación y la habilidad del operador para adecuar una configuración óptima de pull down y velocidad de rotación para la mencionada, tiene notoria influencia en la conservación del mismo acero y la eficiencia de la perforación.

4.1.4. Análisis de resultados según la litología principal

Con el objetivo de tener un panorama más claro respecto a la relación entre los resultados obtenidos y el tipo de roca sobre el cual desempeñó su performance, compilamos de forma ordenada los tipos de litología con mayor metraje perforado asociado a los triconos de 12 1/4" y 10 5/8" para cada modelo de estudio, los cuales se exponen en la tabla 29.

Tabla 29

Resumen de litología principal para las brocas de estudio

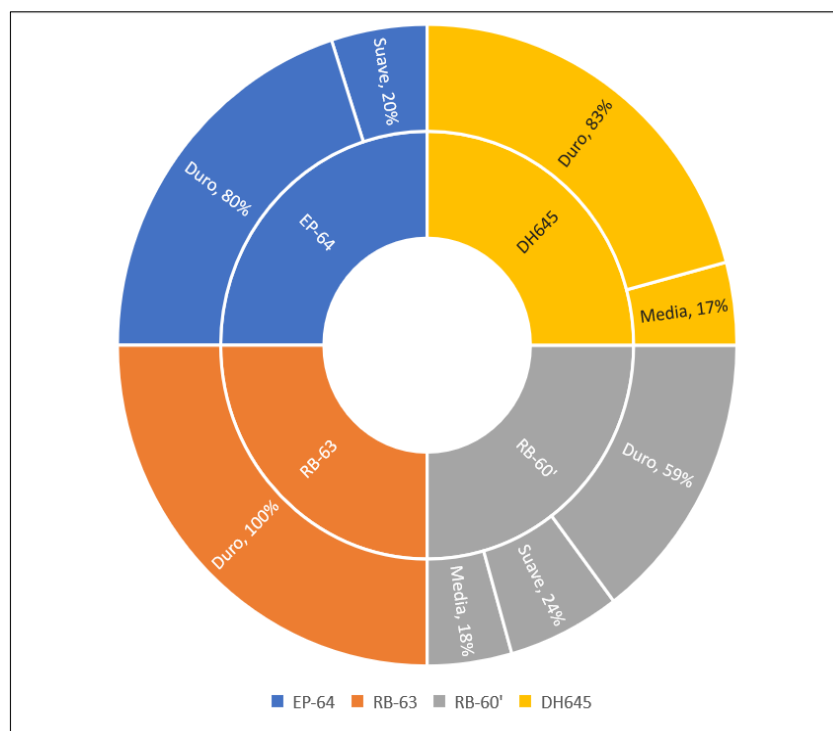
Diámetro (pulg.)	Modelo	Litología principal	Dureza	N° brocas	% Total parcial
12 1/4	EP-64	Andesita basáltica propílica	Duro	24	80%
12 1/4	EP-64	Toba	Suave	6	20%
12 1/4	RB-63	Andesita basáltica propílica	Duro	14	100%
10 5/8	RB-60'	Andesita basáltica	Duro	2	12%
10 5/8	RB-60'	Andesita intrusiva	Duro	2	12%
10 5/8	RB-60'	Latita porfirítica cuarcífera	Suave	3	18%
10 5/8	RB-60'	Latita porfirítica fílica	Media	3	18%
10 5/8	RB-60'	Latita porfirítica fresca	Duro	6	35%
10 5/8	RB-60'	Toba traquítica	Suave	1	6%
10 5/8	DH645	Andesita basáltica	Duro	4	33%
10 5/8	DH645	Andesita intrusiva	Duro	1	8%
10 5/8	DH645	Latita porfirítica fresca	Duro	5	42%
10 5/8	DH645	Riolita porfirítica	Media	2	17%
Total				73	-

Nota: Elaboración propia.

Así encontramos que para los modelos EP-64 y RB-63 predominan la andesita basáltica propílica, en 24 y 14 brocas respectivamente; ello consideración que estos modelos trabajaron principalmente en fases de desbroce de preparación, con litologías más homogéneas que las brocas de 10 5/8”, en donde los modelos RB-60’ y DH645 ofrecen como principal roca a la latita porfirítica fresca, por lo que al trabajar en fases de desbroce de explotación en donde es posible encontrar una variedad de litologías asociadas según cada mineralización existente en el yacimiento minero.

Figura 17

Dureza de las principales litologías de las brocas de estudio



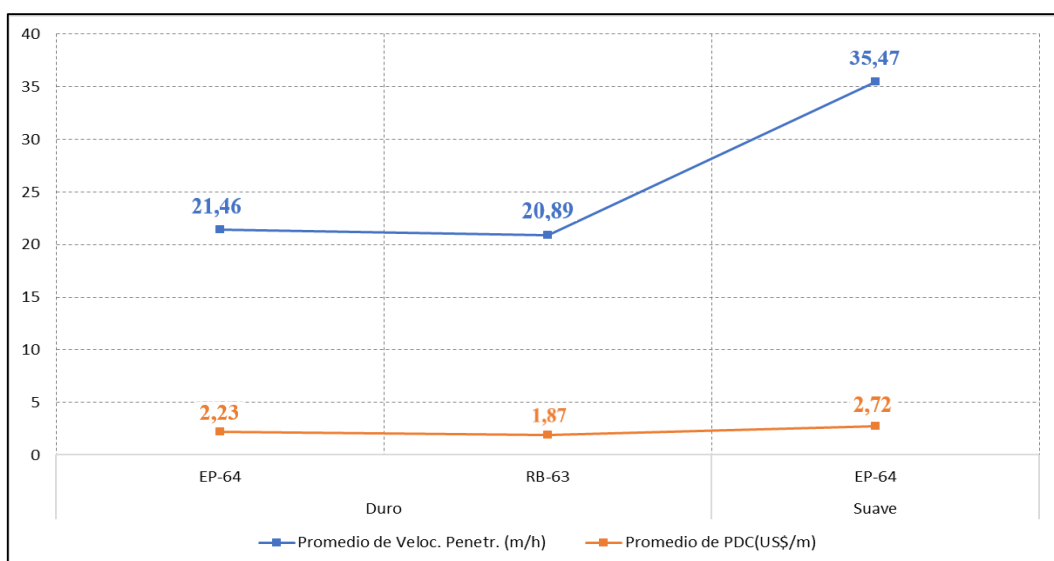
Nota: Elaboración propia.

Ahora bien, resulta más importante conocer la dureza del macizo rocoso, esto debido a que influirá en la gradación de parámetros operacionales de la perforación de cada taladro, entonces la Figura 18 propone ilustrar la mayor incidencia de los terrenos perforados en cuanto a su dureza predominante. Encontramos que todos los modelos trabajaron principalmente en terrenos duros, pero es posible también encontrar litologías de dureza moderada y suave, influyendo así en el desempeño de cada tricono, pues las condiciones ideales para una comparativa entre modelos serían la operación sobre rocas homogéneas.

Dentro de este orden de ideas, se observó en las figuras 18 y 19 el rendimiento para cada tipo de broca tricónica según su litología principal.

Figura 18

Indicadores promedio según la dureza predominante en brocas 12 ¼”

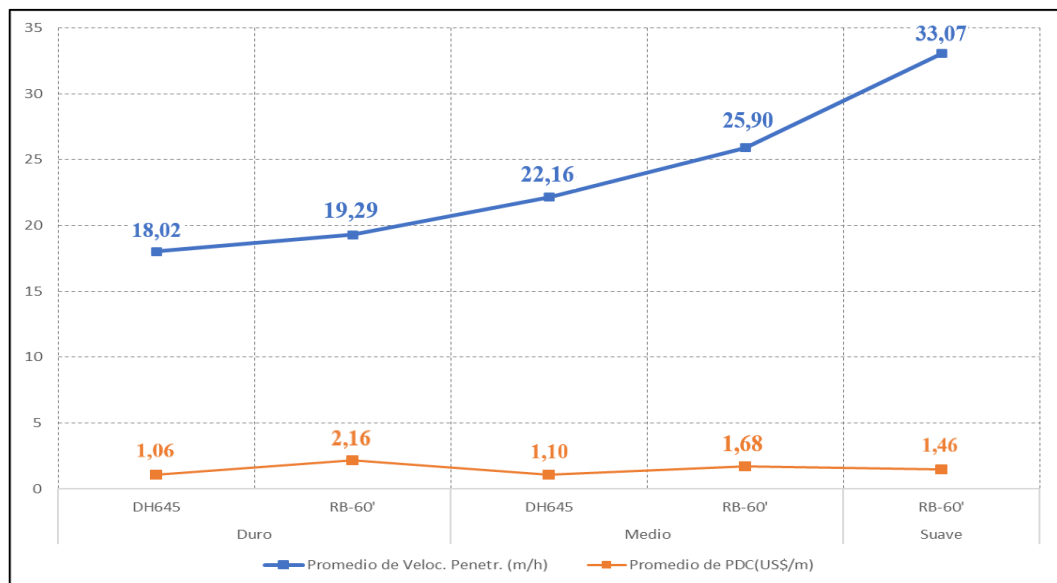


Nota: Elaboración propia.

En relación al análisis de la Figura 18, encontramos que existe una relación directa entre la dureza del macizo rocoso y la velocidad de penetración, de este modo los modelos de Epiroc y Varel poseen valores muy similares en roca dura, no obstante, al tener pruebas en terreno suave del modelo EP-64, encontramos índices altos de V.P. en la roca toba. Por otra parte, los promedios de P.D.C. no establecen relación notable con la litología asociada, en medida que para ambos modelos no existe similitud en los valores en igualdad de condiciones, atendiendo a diversos factores externos como condiciones de la operación (cambio de litología, variación de costos, habilidad de operador) y descarte prematuro de triconos, el cual al reducir el recorrido aumenta el costo por metro perforado.

Figura 19

Indicadores promedio según la dureza predominante en brocas 10 5/8''



Nota: Elaboración propia.

De la misma forma que las brocas de 12 ¼”, es evidente la proporcionalidad de incremento de la V.P.(m/h) en medida que el terreno es más suave, encontrando índices de hasta 33,07 m/h para el modelo RB-60’ en roca toba traquítica. En tanto al análisis económico, no existe evidencia para suponer una relación de menor costo en litología principal de terreno blando, debido a que como fue mencionado anteriormente, está condicionado por otros factores mencionados en el apartado anterior, los cuales no son motivo principal de la presente investigación.

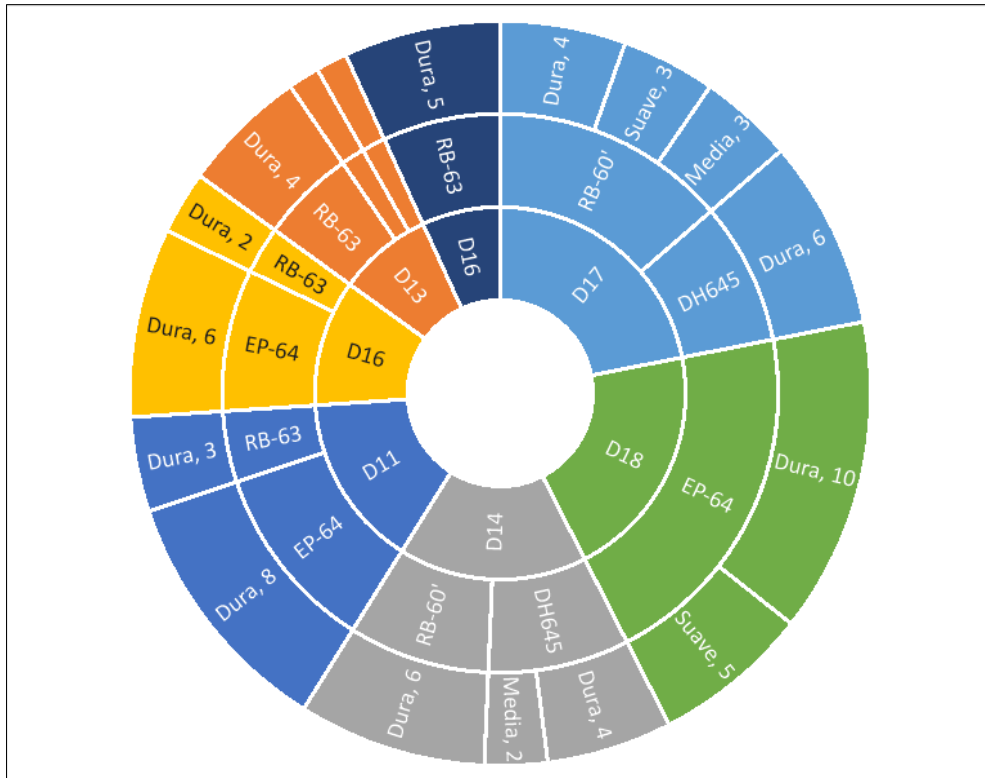
4.1.5. Análisis de resultados según el tipo de perforadora

De igual importancia a la consideración de la litología asociada, resulta conveniente realizar un análisis general del desempeño de las perforadoras primarias de la mina de estudio al ser de modelos y marcas distintas detalladas en la Tabla 6 y entre las cuales enumeramos a P&H (D11, D16 y D17), Bucyrus (D13 y D14) y a Caterpillar (D18).

Asimismo, se realizó un detalle de los modelos y cantidad de triconos empleados para cada perforadora en el periodo de estudio y sobre el tipo de terreno en el cual trabajaron, para consideración en el análisis de indicadores de performance presentado en la figura 21.

Figura 20

Modelo de broca y litología principal según el tipo de perforadora

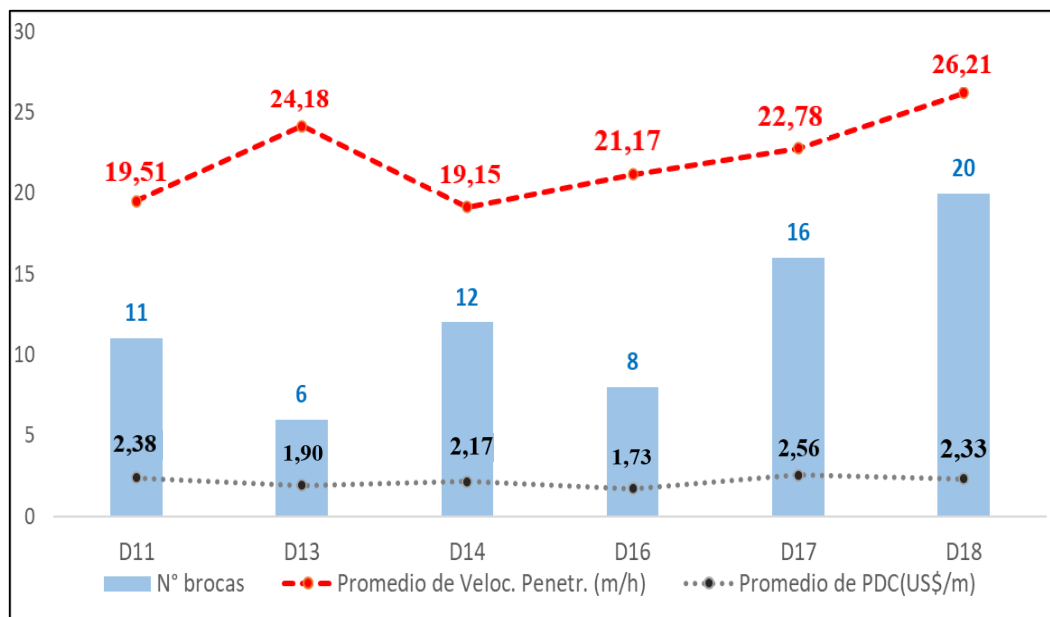


Nota: Elaboración propia.

En base a la revisión de la Figura 20, encontramos que para cada perforadora se trabajó principalmente en macizos de roca dura, sin embargo, la D14, D18 concentran un número consistente de brocas de litología principal en terreno medio y suave, motivo por el cual prestamos mayor análisis en sus indicadores promedio (Figura 21), con el objetivo de tratar de establecer una relación entre los parámetros mencionados.

Figura 21

Indicadores de performance promedio, según el tipo de perforadora



Nota: Elaboración propia.

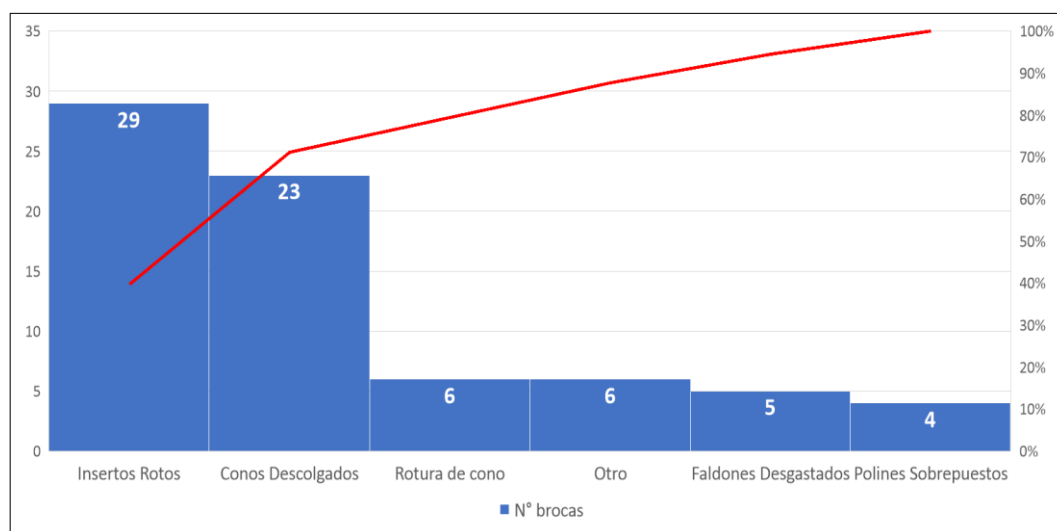
Los indicadores presentados en la Figura 21 establecen un mayor rendimiento de Velocidad de penetración para las perforadoras D18 (macizo duro y suave) y D13 (macizo duro, medio y suave). Por consiguiente, consideramos que se obtuvo mejor rendimiento que las brocas principalmente en terrenos duros como la D11 y D14, cuyos valores son los menores de la comparativa. Ahora, haciendo énfasis en el apartado económico, encontramos a la D13 como la perforadora de menor Costo parcial de perforación de 1,9 US\$/m, que sumado a su notable desempeño en avance m/h, permite considerarla como el equipo de mayor performance, sin embargo, es importante mencionar que en el trabajo de la misma intervinieron los modelos EP-64(Epiroc), RB-63 y RB-60' (Varel).

4.1.6. Principales motivos de descarte de tricono

En la figura 22 se presenta un consolidado de los principales motivos de descarte de triconos, indicando a la rotura de insertos y a los conos descolgados como los principales con 29 y 23 brocas cada uno, comprendiendo un 71% del total de la muestra. Por el contrario, en menor medida los polines sobrepuestos representan el menor porcentaje de bajas.

Figura 22

Diagrama de Pareto de principales motivos de descarte de triconos



Nota: Elaboración propia.

4.2. Contraste de hipótesis

En la Tabla 30 se encuentran resumidos los resultados de las hipótesis planteadas durante el análisis estadístico, el cual es fundamental para confirmar nuestra hipótesis principal y evaluar la importancia de las diferencias observadas.

Tabla 30*Resumen para contrastación de hipótesis*

N°	Diámetro	Modelos y marcas	Hipótesis planteada	Nivel de signif.	Dif. Medias	p-valor	Se acepta
1	12 1/4	EP-64 (Epiroc) y RB-63(Varel)	Es posible encontrar diferencias estadísticamente significativas en los valores promedio de V.P.(m/h). entre los modelos de estudio.	0,05	3,37	0,048	SI
2			Es posible encontrar diferencias estadísticamente significativas en los valores promedio de P.D.C.(US\$/m) entre los modelos de estudio.	0,05	0,46	0,005	SI
3	10 5/8	RB-60 (Varel) y DH-645 (Coretech)	Es posible encontrar diferencias estadísticamente significativas en los valores promedio de V.P.(m/h). entre los modelos de estudio.	0,05	4,99	0,006	SI
4			Es posible encontrar diferencias estadísticamente significativas en los valores promedio de P.D.C. (US\$/m). entre los modelos de estudio.	0,05	0,70	0,147	NO

Nota: Elaboración propia

En consecuencia, se acepta la hipótesis general planteada, debido a que en todos los modelos el análisis estadístico arroja diferencias significativas en el indicador V.P. (m/h) para los modelos de estudio, en consideración de la cercanía del p-valor del análisis de medias de P.D.C. de la comparativa de RB-60' y DH645 se aproxima en gran medida al nivel de significancia, aceptamos también que los modelos de estudio en general proponen discrepancias entre sus valores promedio que permitirán elegir si el modelo homologado actual se mantiene o reemplaza por el de prueba.

Ahora bien, como fue mencionado en gran parte del análisis de resultados es posible desestimar el enfoque operativo como la velocidad de penetración al momento de decidir la selección de un modelo de broca del presente estudio, debido a los factores externos que afectan el mismo no ofrecen condiciones homogéneas en los modelos a comparar, por tanto, no es posible basarnos en tal indicador como eje principal de valoración de performance. En contraparte el aspecto económico, al representar el mayor impacto dentro del proceso de optimización de la perforación e involucrar más variables internas como recorrido, precio y número de brocas empleadas permite generar una valorización más representativa de su desempeño en el periodo de estudio.

Entonces, tomando como consideración principal el costo parcial de perforación producto del trabajo con triconos es posible elegir los modelos RB-63

de Varel para la broca de 12 ¼” y DH-645 de Coretech para la broca de 10 5/8”, constituyendo un reemplazo de los modelos actuales de la mina de estudio.

4.3. Proyección de número de brocas y optimización económica

En base a la selección de modelos ideales propuesta es posible obtener un proyectado de número de brocas, tomando como medida la vida útil promedio, en consideración del costo parcial de perforación de los modelos elegidos RB-63 y DH645 y el cumplimiento de un total de recorrido mensual, lo que permitió establecer una variación económica producto de la disminución de número de brocas tricónicas consumidas.

El procedimiento realizado fue el siguiente:

- a) En primer lugar, se consolida el número total de brocas consumidas en el periodo de estudio en base a la información de las Tablas 12 y 13, para los modelos de estudio.

Tabla 31

Compilado mensual de brocas en el periodo de estudio

N°	Mes	Diámetro 12 1/4"		Diámetro 10 5/8"	
		# EP-64	# RB-63	# RB-60'	# DH-645
1	Ene	7	10	3	6
2	Feb	11	3	4	5
3	Mar	12	1	10	1
Total		30	14	17	12

Nota: Elaboración propia.

- b) Asimismo, en función a las brocas consumidas, se establece el recorrido y costos de cada modelo de estudio, en análisis de las tablas anteriormente citadas y los costos mensuales de la Tabla 14.

Tabla 32

Recorrido y costo total para las brocas de 12 1/4" y 10 5/8"

N°	Mes	Brocas de Diametro 12 1/4"			Brocas de Diametro 10 5/8"		
		Total mes	Total recorrido (m)	Costo total (US\$)	Total mes	Total recorrido (m)	Costo total (US\$)
1	Ene	17	31 952,1	68 601,7	9	13860	30 933,7
2	Feb	14	27 649,9	56 297,1	9	19405,2	31 647,5
3	Mar	13	27 229,2	52 208,2	11	18453,4	40 041,4
Total		44	86 831,2	177 107	29	51718,6	10 2622,6

Nota: Elaboración propia.

- c) Como siguiente paso, extraemos los valores de recorrido (vida útil promedio) y precio por broca de la Tabla 28 respecto a los modelos óptimos, entonces para la broca RB-63 se considera un recorrido de 2 032,4 m. y de 4051 US\$ como costo unitario. Del mismo modo los valores para el modelo DH645 son 2018,6 m. y 3200 US\$ para cada parámetro de cálculo.
- d) Para el cálculo del número de brocas optimizado, consideramos éste como producto de la división del total de recorrido (metraje ejecutado), entre la vida útil promedio del modelo seleccionado, en medida de

comparar cuantas brocas hubiese sido necesario en caso de solo haber utilizado el modelo óptimo.

Tabla 33

Cálculo de nuevo número de brocas de 12 1/4" y 10 5/8"

N° Mes	Broca de Diámetro 12 1/4"(RB-63)			Broca de Diámetro 10 5/8"(DH645)		
	Total recorrido (m)	Vida útil promedio (m)	Nuevo # brocas	Total recorrido (m)	Vida útil promedio (m)	Nuevo # brocas
1 Ene	31 952,1	2032,4	16	13 860	2018,6	7
2 Feb	27 649,9	2032,4	14	19 405,2	2018,6	10
3 Mar	27 229,2	2032,4	13	18 453,4	2018,6	13
Total	86 831,2	-	43	51 718,6	-	30

Nota: Elaboración propia.

- e) Continuando con el proceso, resultó necesario estimar el nuevo costo total, producto de multiplicar el P.D.C. de cada modelo ideal por el nuevo número de brocas previamente calculado.

Tabla 34

Cálculo de nuevos costos totales optimizados

N° Mes	Broca de Diámetro 12 1/4"(RB-63)			Broca de Diámetro 10 5/8"(DH645)		
	Costo unitario (US\$)	Nuevo # brocas	Nuevo costo total (US\$)	Costo unitario (US\$)	Nuevo # brocas	Nuevo costo total (US\$)
1 Ene	4051	16	64 816	3200	7	22 400
2 Feb	4051	14	56 714	3200	10	32 000
3 Mar	4051	13	52 663	3200	13	41 600
Total	-	-	174 193	9 600	-	96 000

Nota: Elaboración propia.

f) Ahora bien, para el cálculo de la optimización económica dentro del periodo de estudio, realizamos la diferencia de costos en cada mes, estableciendo una variación monetaria en US\$, adicionalmente se añade la diferencia porcentual y del número de brocas, para lo cual se consolida la información en la Tabla 35.

Tabla 35

Optimización económica a partir de variación de costos

N°	Mes	Broca de Diámetro 12 1/4"(RB-63)			Broca de Diámetro 10 5/8"(DH645)		
		Dif. Costo (US\$)	Var Costo (%)	Var # Brocas	Dif. Costo (US\$)	Var Costo (%)	Var # Brocas
1	Ene	3785,7	6%	1	8533,7	28%	2
2	Feb	-416,9	-1%	0	-352,5	-1%	-1
3	Mar	-454,8	-1%	0	8041,4	20%	1
Total		2 914,0	2%	1	16 222,6	16%	2

Nota: Elaboración propia.

g) Finalmente establecemos un número de brocas tricónicas asumiendo un recorrido mensual a satisfacer en medida de valores mensuales pasados y para lo cual calculamos el número de brocas necesarias de forma similar cuarto paso (d), como resultado de la división del recorrido a ejecutar sobre la vida útil del modelo seleccionado. Para el mes de abril consideramos un proyectado de 28 000 metros a perforar con brocas de 12 1/4" y 18 000 m. con brocas de 10 5/8".

Tabla 36*Proyección de brocas a consumir*

Parámetros proyectados	Diámetro 12 1/4"(RB-63)	Diámetro 10 5/8"(DH645)
Recorrido mensual (m)	28 000	18 000
Vida útil promedio (m)	2032,4	2018,6
# Brocas estimadas	14	15
Costo unitario (US\$)	4051	3200
Costo mensual (US\$)	56 714	28 800

Nota: Elaboración propia.

En análisis de las Tablas 31 y 32 encontramos variaciones entre 1 o más brocas a adquirir, que representan beneficios de entre 7 y 28 % según cada diámetro, en promedio de los costos por este acero, suma considerable al momento de proyectar costos optimizados en base a la elección realizada. Para facilidad de análisis, las Tablas 37 y 38 nos ofrecen un resumen de la optimización económica producto del reemplazo de brocas tricónicas en base a una selección adecuada.

Tabla 37*Optimización económica para broca de 12 ¼"*

N°	Mes	# EP-64	# RB-63	Total brocas	Total recorrido (m)	Costo total (US\$)	Costo de modelo óptimo (US\$)	Vida útil promedio de modelo óptimo (m)	Nuevo # brocas	Nuevo costo total (US\$)	Dif. Costo (US\$)	Var Costo (%)
1	Ene	7	10	17	31 952,1	68 601,7	4051	2032,4	16	64 816	3785,7	6%
2	Feb	11	3	14	27 649,9	56 297,1	4051	2032,4	14	56 714	-416,9	-1%
3	Mar	12	1	13	27 229,2	52 208,2	4051	2032,4	13	52 663	-454,8	-1%
4	Abril*	-	-	-	28 000,0	-	4051	2032,4	14	56 714	-	-
Consolidado Ene-Mar				44	-	177 107,0	-	-	43	174 193,0	2914,0	2%

Nota: Elaboración propia. Se considera en * un proyectado para el mes de abril.

En consideración de la anterior tabla, para un reemplazo ideal en el periodo de estudio, a nivel general encontramos un beneficio económico de 2914 US\$ al reducirse en promedio una broca (representando un 2% menos de los costos ejecutados), para satisfacción de los mismos metros perforados de enero a marzo. Asimismo, podemos hacer mención de que, al proyectarnos en un recorrido de 28 000 metros perforados a un P.D.C de 1,87 US\$, bajo la selección del modelo RB-63 de Varel se dispondrá de 14 brocas en promedio, con un costo de 56 714 US\$ por mes.

Tabla 38*Optimización económica para broca de 10 5/8"*

N°	Mes	# RB- 60'	# DH- 645	Total brocas	Total recorrido(m)	Costo total (US\$)	Costo de modelo óptimo (US\$)	Vida útil promedio de modelo óptimo (m)	Nuevo # brocas	Nuevo costo total (US\$)	Dif. Costo (US\$)	Var Costo (%)
1	Ene	3	6	9	13 860,0	30 933,7	3200	2018,6	7	22 400	8533,7	28%
2	Feb	4	5	9	19 405,2	31 647,5	3200	2018,6	10	32 000	-352,5	-1%
3	Mar	10	1	11	18 453,4	40 041,4	3200	2018,6	10	32 000	8041,4	20%
4	Abril*	-	-	-	18 000,0	-	3200	2018,6	9	28 800	-	-
Consolidado Ene-Mar				29	-	102622,6	-	-	27	86 400,0	16 222,6	16%

Nota: Elaboración propia. Se considera en * un proyectado para el mes de abril.

Del mismo modo para la comparativa de los modelos RB-60'y DH645, al elegir el ultimo encontramos un beneficio económico de 16 222,6 US\$ al reducirse en promedio dos brocas (representando un 16% menos de los costos ejecutados), para satisfacción de los mismos metros perforados de enero a marzo, considerando también que el modelo de Coretech es notablemente de menor costo que el rival. Ahora, al proyectarnos en un recorrido de 18 000 metros perforados a un P.D.C de 1,97 US\$, bajo la selección del modelo DH645 se dispondrá de 9 brocas en promedio, con un costo de 28 800 US\$ por mes, estableciendo así una brecha económica tremendamente favorable a nivel de costos.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1. Discusión de resultados

A nivel general se planteó como objetivo el realizar una selección óptima de brocas tricónicas, mediante el análisis de performance de los modelos EP-64 Vs. RB-63 (para diámetro de 12 ¼”) y RB-60 Vs. DH645 (para diámetro de 10 5/8”), siendo los primeros los modelos actuales y los segundos a prueba, en el periodo de enero a marzo de 2023. En tal sentido, calcular y analizar los indicadores Velocidad de penetración (m/h) y Costo parcial de perforación (US\$/m), permitió establecer valores significativos para cada modelo estudiado en función de un número n de brocas consumidas, a su vez en consideración de aspectos internos como el precio de broca y externos como la litología principal y tipo de perforadora empleada.

Los resultados obtenidos en base a una comparativa de medias estadística mediante un modelo de t-student a un nivel de confianza de 95%, para 73 brocas analizadas permiten establecer como modelos óptimos al RB-63 de Varel y DH645 de Epiroc al tener menor P.D.C (1,87 US\$ y 1,97 US\$ respectivamente) y en estimación secundaria del V.P. al estar afectado por más variables operacionales, así también se realizó un análisis con el tipo de perforadora, dureza de terreno y principales motivos de descarte de las brocas de estudio, los cuales constituyen

punto de partida de investigaciones futuras. Adicionalmente a lo planteado en el ítem 5.3 encontramos una comparativa de los resultados obtenidos con los de otros autores: Montoya y Umasi, los cuales en una línea de investigación similar a la nuestra aportan significativamente mayor contraste académico para el presente trabajo.

En último lugar, encontramos como razón principal del menor P.D.C de los modelos de prueba el que su recorrido promedio es constantemente mayor y su precio a su vez contundentemente menor, lo que supone una reducción favorable de costos operativos en caso de implementarse.

Ahora bien, enfocándonos en los objetivos específicos encontramos satisfecho al primero, pues fue posible conocer los indicadores operacionales para cada broca, mes y de forma general para todo el periodo de estudio, en medida que estos resultaron eje principal de la comparativa de modelos a elegir, siendo importante recalcar que, como en párrafos más arriba se explicó se dedicó mayor relevancia al aspecto económico. Respecto a las brocas de 12 ¼” encontramos que EP-64 presenta un V.P. en un 13,9% mayor que el RB-63, sin embargo, debido a su índice elevado de costo por metro perforado de 2,3 US\$, se opta por la broca de Varel al representar un ahorro de 19,6% para cada metro recorrido, asimismo el promedio de metros perforados es mayor. De la misma forma en las brocas de 10 5/8” se percibe una tendencia superior del modelo actual RB-60’ en cuanto a la V.P.

en un 21,1% respecto al DH645, sin embargo, este último al comprender un P.D.C. de 1,97 US\$ resulta conveniente para reducir significativamente el consumo y costo por concepto del acero de estudio.

Por último, es conveniente hacer mención del segundo objetivo específico, pues estimar la optimización económica constituye el principal aporte y más aún cuando se ofrece resultados positivos, en medida que se reduce el porcentaje de costos como consecuencia de una adecuada selección de tricono. En relación con este tema al suponer una elección de los modelos de prueba para el periodo de estudio, se obtiene un ahorro de 2% al elegir el modelo RB-63 de Varel y de 16% para el modelo DH645 de Coretech respecto a los costos ya ejecutados, con influencia de su mayor recorrido a un menor costo por broca, que supone un menor consumo de éstas.

Finalmente proyectar un consumo de brocas y costo total en base a un recorrido mensual a satisfacer, resulta interesante para llevar nuestros resultados a un campo más aplicativo, obteniendo un consumo optimizado de 14 y 9 brocas para los modelos elegidos (RB-63 y DH645).

5.2. Aplicación de la tecnología encontrada.

La presente investigación propone un estudio significativo de los indicadores de performance de la perforación con triconos, en medida de ser fundamento para la selección de un nuevo modelo de broca en la mina de estudio, con cuyos beneficios de aplicación se verán reflejados en el campo operativo y económico de mina, puesto que la perforación con estos aceros involucra una fuerte inversión dentro del ciclo de minado. Enfocarnos en la selección óptima de modelo de brocas, permitió un beneficio económico por metro perforado, preservación de la vida de triconos, disminución de tiempos de demora por cambio de estos aceros (al reducir el número) y un mayor control de la calidad de los proveedores de brocas dentro del mercado nacional e internacional.

5.3. Contraste con trabajos de investigación similares.

En consideración del trabajo de Montoya (2018), fue posible obtener los rendimientos de vida útil de brocas tricónicas a prueba durante un periodo de 3 meses, para mayor facilidad comparativa, se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 39*Contraste de resultados con la investigación de Montoya (2018)*

Autores	Resultado principal	Recorrido promedio
Montoya (2018)	Se determinó la selección de las marcas de brocas en función de los costos totales de perforación, eligiendo las brocas Ryder de 12 ¼” y las brocas Mincon de 11”, con costos de 7,42 \$/m y 6,85 \$/m respectivamente.	Se observó un rendimiento de 2309,6 metros para las brocas Mincon de 11” y 1821,1 metros para las brocas Ryder de 12 ¼”.
Chura (2024)	Se determinó la selección de modelos de brocas en función a costos parciales P.D.C. (\$/m). Se elige modelos RB-63 de Varel para la broca de 12 ¼” y DH-645 de Coretech para la broca de 10 5/8” con 1,87 US\$ y 1,97 US\$ respectivamente.	Los indicadores obtenidos para los modelos elegidos son: RB-63 de Varel: 2032,4 m. DH-645 de Coretech: 2018,6 m.

Nota: Elaboración propia.

Resulta importante mencionar que las condiciones internas y externas que cada mina fungen un papel importante al momento de medir el performance de la operación de perforación, así el macizo rocoso, condiciones del equipo, del operador y otros aspectos serán importantes para futuros estudios que permitan mayor precisión al momento de evaluar un modelo u otro de brocas tricónicas.

Es importante también, contrastar con el trabajo de Umasi (2013), debido a que nos ofrece una visión importante de abarcar el costo total de perforación como parámetro evaluativo de la perforación involucrando más aspectos como la perforadora y operador.

Tabla 40*Contraste de resultados con la investigación de Umasi (2013)*

Autores	Resultado principal	Recorrido promedio
Umasi (2013)	Se determinó la selección de las marcas de brocas en función de los costos totales de perforación, eligiendo las brocas Varel de 12 ¼” y las brocas Sandvik de 12 1/4”, con costos de 6,9 \$/m y 5,9 \$/m respectivamente.	Se observó un rendimiento de: Varel: 2 444 m. Sandvik: 3 723 m.
Chura (2024)	Se determinó la selección de modelos de brocas en función a costos parciales P.D.C. (\$/m). Se elige modelos RB-63 de Varel para la broca de 12 ¼” y DH-645 de Coretech para la broca de 10 5/8” con 1,87 US\$ y 1,97 US\$ respectivamente.	Los indicadores obtenidos para los modelos elegidos son: RB-63 de Varel: 2 032,4 m. DH-645 de Coretech: 2 018,6 m.

Nota: Elaboración propia.

Un aspecto a considerar del anterior análisis es también garantizar la durabilidad y extensión de vida útil del acero, pues al ser de alto coste el menor recambio de triconos influye directamente en la optimización económica de la perforación en mina.

CONCLUSIONES

Tomando como base los resultados de las pruebas de t-student para diferencia de medias de los principales indicadores de performance operativo y económico se logró concluir que, desde un enfoque operativo y económico, si existe diferencias estadísticamente considerables para la comparación de brocas de 12 ¼” (EP-64 de Epiroc y RB-63 de Varel) y 10 5/8” (RB-60’ de Varel y DH-645 de Coretech), al tener un p valor menor al 0,05 de significancia en la mayoría de los casos.

Se obtuvo los siguientes resultados estadísticos para los diámetros de broca de 12 ¼” : EP-64 (24,3 m/h de velocidad de penetración y 2,3 US\$/m de P.D.C.) y RB-63 (20,9 m/h y 1,87 US\$/m); y para 10 5/8” : RB-60’ (23,7 m/h de velocidad de penetración y 2,7 US\$/m de P.D.C.) y DH-645 (18,7 m/h y 1,97 US\$/m respectivamente).

En consideración principal del costo parcial P.D.C., fue posible elegir los modelos RB-63 de Varel para la broca de 12 ¼” y DH-645 de Coretech para la broca de 10 5/8” al suponer los modelos con menor costo en cuanto a la diferencia de medias de P.D.C. de 0,5 y 0,7 US\$/m respectivamente para un estimado de recorrido mensual en los periodos próximos y se proyecta un menor consumo de brocas en comparación a meses anteriores, con diferencias positivas para los costos de los aceros mencionados en promedio entre 2 y 16% para los aceros de 12 ¼” y 10 5/8” respectivamente.

RECOMENDACIONES

Se recomienda tener mayor planificación al momento de la realización de monitoreos y/o pruebas de performance de aceros de perforación debido a que es aconsejable poner en igualdad de condiciones internas y externas los modelos a comparar, tales como el macizo rocoso, perforadora, habilidad de operador y otros, para tener así resultados más precisos en cuanto al desempeño real de la broca.

Es sugerible realizar un análisis en futuros proyectos de investigación respecto a tomar en cuenta todos los aceros en conjunto, la perforadora y operador, para tener un estudio completo del desempeño a nivel de costo total, entre las condiciones de la perforación como un todo, lo cual proporcionaría una vista más completa al momento de la toma de decisiones de la adquisición de modelos de broca.

Es recomendable incidir en el estudio de los principales motivos de desgaste e inoperatividad de las brocas y demás aceros de perforación, en vista de una mayor preservación y aumento de vida útil de los mismos, lo cual, al incrementar el recorrido de metros perforados, disminuye su costo parcial al ser inversamente proporcionales.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calcina D. (2019). *Evaluación de rendimientos de broca tricónica de diámetro 6 3/4" en el tajo norte de Sociedad minera El Brocal, Colquijirca 2018*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio institucional UNAP. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12061>
- Champi, M. (2015). *Reducción de las demoras operativas y optimización de tiempos por abastecimiento de combustible con el sistema vr - 300 gpm. en los volquetes de mina - unidad operativa cuajone*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio UNSA. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/61>
- Concha, O. y Valle, J. (1999). *Evolución Geológica del Yacimiento de Cuajone en la Prospección, Exploración y Desarrollo del Yacimiento de Cuajone*. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET. <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/Reg-212.pdf>
- Espinoza C. (2014). *Metodología de la investigación tecnológica pensando en sistemas*. Universidad nacional del Centro del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/1148>
- Gamarra G. y otros (2015). *Estadística e investigación con aplicaciones de SPSS (2ª ed.)*. Editorial San Marcos.
- Instituto Tecnológico Geominero de España. (1998). *Manual de perforación y voladura de rocas*. (1a ed.).

- López, J. y otros (2003). *Manual de perforación y voladura de rocas*. Instituto Geológico y Minero de España.
- Montoya F. (2019). *Optimización de procesos en la perforación mediante un estudio comparativo de brocas tricónicas en la Unidad minera Toquepala - Southern Perú Cooper Corporation 2018*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio UCSM. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/9138>
- Pérez C. (2021). *Optimización de la fragmentación mediante el uso de doble iniciación electrónica en roca Toba Cristal de la Fase 8 en la Unidad Minera Cuajone - 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Repositorio institucional UNJBG. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/4444>
- Sampieri R. (2014). *Metodología de la investigación (6.ª ed.)*. Interamericana Editores.
- Torres D. (2024). *Relación entre el rendimiento de equipos de carguío y su producción obtenida mediante análisis de KPI's en una minea superficial del sur del Perú - 2022*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Repositorio institucional UNJBG. <https://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/20.500.12510/4042>
- Umasi W. (2013). *Estudio de comparación entre rendimientos en brocas de 12 ¼" en yacimientos skarn a tajo abierto para selección óptima* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio UNSA. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3947>

VIII. ANEXOS

ANEXO 01: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES
<p>PROBLEMA GENERAL: ¿Será posible realizar una selección óptima de brocas tricónicas, mediante el análisis de su performance en la ubicada en Cocotea, Moquegua, en 2023?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿El estudio permitirá comparar el desempeño operacional de perforación de las brocas tricónicas? ¿Será posible estimar la optimización económica producida por la selección óptima de los modelos de brocas? 	<p>OBJETIVO GENERAL: Realizar una selección óptima de brocas tricónicas, mediante el análisis de performance de las mismas en la mina ubicada en Cocotea, Moquegua, en 2023.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> Analizar el performance de brocas tricónicas para identificar el modelo con mayor desempeño operacional. Estimar económicamente la optimización producida por la selección óptima de los modelos adecuados de brocas. 	<p>HIPÓTESIS GENERAL: De acuerdo análisis de performance de brocas tricónicas es posible elegir modelos de brocas óptimos en la mina ubicada en Cocotea, Moquegua, en 2023.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> Mediante el análisis de performance de brocas tricónicas es factible identificar y elegir los modelos de más óptimo desempeño. La selección óptima de brocas permite la generación de una optimización económica cuantificable. 	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE Performance de brocas tricónicas</p> <p style="text-align: center;">Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Recorrido(m). ▪ Velocidad de penetración(m/h) ▪ Parcial drilling cost (US\$/m) <p>VARIABLE DEPENDIENTE Selección óptima de brocas</p> <p style="text-align: center;">Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Modelos de mayor desempeño ▪ N° de brocas consumidas ▪ Optimización económica (US\$)
MÉTODO Y DISEÑO	POBLACIÓN Y MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	
<p>TIPO</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicada <p>NIVEL</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicativo <p>DISEÑO</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Experimental 	<p>POBLACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aceros de perforación de la operación de minado en la mina ubicada en Cocotea, Moquegua. <p>MUESTRA</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Brocas tricónicas con uso comprendido en el periodo de enero a marzo de 2023. 	<p>TÉCNICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Documental <p>INSTRUMENTOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Formato de taladros perforados. ▪ Formato de seguimiento mensual de brocas. ▪ Formato reporte mensual de consumo de brocas y materiales. 	

ANEXO 02: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICA	INSTRUMENTO
<p>Variable1: Performance de brocas tricónicas</p>	<p>El performance o rendimiento de brocas define el nivel de eficiencia de la utilización de brocas tricónicas respecto a sus funciones o en relación a recursos involucrados a la misma.</p>	<p>Indicadores de desempeño</p>	<p>Enfoque operacional Enfoque económico</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recorrido(m). ▪ Velocidad de penetración(m/h) ▪ Parcial drilling cost (US\$/m) 	<p>Documentación de data extraída de sistema de despacho.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formato de taladros perforados ▪ Formato de seguimiento mensual de brocas.
<p>Variable 2: Selección óptima de brocas</p>	<p>Refiere a seleccionar los modelos más adecuados que permitan realizar el proceso de forma eficaz, minimizando costos y maximizando el aprovechamiento de estos aceros de perforación.</p>	<p>Análisis comparativo de indicadores</p>	<p>Modelos de brocas</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modelos de mayor desempeño ▪ N.º estimado de brocas ▪ Optimización económica (US\$) 	<p>Documentación de reportes de consumo de brocas y materiales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formato de reporte mensual de consumo de brocas y materiales.

ANEXO 03: Formato de taladros perforados.

Inicio	Fin	Duración (Min)	Perforadora	Point	Material Operador	RHI	Dureza de Roca	Profundidad	Profundidad Solicitada	RPMS	Pulldown	Mts/Hora	Reperforado	Registro	Operador	Tipo de Roca	Broca
01/01/2023 10:47	01/01/2023 11:31	44.08	D11	5037		AND-BAS	Dura	16.00	14.71	70	75	21.78	SI	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPLICA	1701134
01/01/2023 11:41	01/01/2023 12:32	50.75	D11	5661		AND-BAS	Dura	16.00	14.90	70	75	18.92	SI	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPLICA	1701134
02/01/2023 19:15	02/01/2023 20:30	75.77	D11	4706		AND-BAS	Dura	18.00	17.84	55	75	14.25	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPLICA	1701134
02/01/2023 20:33	02/01/2023 21:40	66.92	D11	4769		AND-BAS	Dura	17.00	16.78	55	75	15.24	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPLICA	1701134
02/01/2023 21:42	02/01/2023 22:38	55.98	D11	4429		AND-BAS	Dura	17.00	15.90	55	75	18.22	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPLICA	1701134
02/01/2023 23:46	03/01/2023 00:48	62.92	D11	4705		AND-BAS	Dura	18.00	18.17	55	75	17.17	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPLICA	1701134
03/01/2023 00:51	03/01/2023 01:56	65.37	D11	5950		AND-BAS	Dura	17.00	17.15	55	75	15.60	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPLICA	1701134
03/01/2023 02:00	03/01/2023 02:51	51.22	D11	4430		AND-BAS	Dura	17.00	16.31	55	75	19.92	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPLICA	1701134
03/01/2023 03:40	03/01/2023 04:25	45.97	D11	4351		AND-BAS	Dura	17.00	15.86	55	75	22.19	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPLICA	1701134
03/01/2023 04:29	03/01/2023 05:25	56.43	D11	4352		AND-BAS	Dura	17.00	15.61	55	75	18.07	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPLICA	1701134
03/01/2023 05:32	03/01/2023 06:25	52.98	D11	4783		AND-BAS	Dura	18.00	17.88	55	75	20.38	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPLICA	1701134
03/01/2023 06:28	03/01/2023 07:07	39.03	D11	4704		AND-BAS	Dura	17.00	16.76	55	75	26.13	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPLICA	1701134
03/01/2023 08:16	03/01/2023 09:03	46.97	D11	4221		AND-BAS	Dura	16.00	13.86	70	75	20.44	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPLICA	1701134
03/01/2023 09:07	03/01/2023 09:53	46.10	D11	4559		AND-BAS	Dura	16.00	15.88	70	75	20.82	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPLICA	1701134
03/01/2023 10:00	03/01/2023 10:41	40.92	D11	4784		AND-BAS	Dura	17.00	17.50	70	75	24.93	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPLICA	1701134
03/01/2023 10:47	03/01/2023 11:42	54.37	D11	4785		AND-BAS	Dura	17.00	17.48	70	75	18.76	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPLICA	1701134
03/01/2023 12:37	03/01/2023 13:34	57.82	D11	4770		AND-BAS	Dura	16.00	16.48	70	75	16.60	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPLICA	1701134
03/01/2023 14:21	03/01/2023 15:36	74.60	D11	4431		AND-BAS	Dura	16.00	16.13	70	75	12.87	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPLICA	1713337
03/01/2023 15:39	03/01/2023 16:18	38.92	D11	4220		AND-BAS	Dura	16.00	16.00	70	75	24.67	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPLICA	1713337
03/01/2023 16:20	03/01/2023 16:58	37.98	D11	4350		AND-BAS	Dura	16.00	15.75	70	75	25.27	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPLICA	1713337
03/01/2023 17:06	03/01/2023 17:44	38.15	D11	5045		AND-BAS	Dura	17.00	16.86	70	75	26.74	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPLICA	1713337
03/01/2023 17:50	03/01/2023 18:36	46.35	D11	4703		AND-BAS	Dura	16.00	15.69	70	75	20.71	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPLICA	1713337
03/01/2023 20:50	03/01/2023 21:25	35.15	D11	4702		AND-BAS	Dura	16.50	16.32	60	75	28.17	NO	21863	DOMINGO DANIEL CASANOVA ROMERO	ANDESITA BASALTICA PROPLICA	1713337
03/01/2023 21:35	03/01/2023 22:30	55.92	D11	4432		AND-BAS	Dura	16.00	17.04	60	75	17.17	NO	21863	DOMINGO DANIEL CASANOVA ROMERO	ANDESITA BASALTICA PROPLICA	1713337

Inicio	Fin	Duración (Min)	Perforadora	Point	Material Operador	RHI	Dureza de Roca	Profundidad	Profundidad Solicitada	RPMS	Pulldown	Mts/Hora	Reperforado	Registro	Operador	Tipo de Roca	Broca
04/01/2023 05:37	04/01/2023 06:28	50.78	D11	4072		AND-BAS	Dura	16.50	15.59	60	75	19.49	NO	21863	DOMINGO DANIEL CASANOVA ROMERO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
04/01/2023 06:35	04/01/2023 06:48	13.75	D11	4072		AND-BAS	Dura	16.50	15.59	55		72.00	SI	21863	DOMINGO DANIEL CASANOVA ROMERO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
04/01/2023 08:14	04/01/2023 09:31	77.50	D11	4073		AND-BAS	Dura	16.50	15.61	0		12.77	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
04/01/2023 09:48	04/01/2023 10:25	37.25	D11	3995		AND-BAS	Dura	16.50	15.50	0		26.58	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
04/01/2023 10:28	04/01/2023 11:04	36.02	D11	3994		AND-BAS	Dura	16.50	15.48	0		27.49	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
04/01/2023 11:08	04/01/2023 11:38	30.57	D11	3993		AND-BAS	Dura	16.50	15.61	0		32.39	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
04/01/2023 11:41	04/01/2023 12:16	35.37	D11	3992		AND-BAS	Dura	16.50	15.69	0		27.99	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
04/01/2023 12:23	04/01/2023 13:02	38.80	D11	3708		AND-BAS	Dura	16.50	15.36	0		25.52	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
04/01/2023 13:55	04/01/2023 14:28	33.83	D11	3710		AND-BAS	Dura	16.50	14.13	0		29.26	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
04/01/2023 14:31	04/01/2023 14:59	28.42	D11	3711		AND-BAS	Dura	16.50	15.63	55	75	34.84	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
04/01/2023 15:06	04/01/2023 16:01	54.53	D11	3712		AND-BAS	Dura	16.00	15.73	55	75	17.60	NO	94834	YONI PRUDENCIO SANCHEZ	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
04/01/2023 16:07	04/01/2023 16:51	44.08	D11	3713		AND-BAS	Dura	16.00	15.73	55	75	21.78	NO	94834	YONI PRUDENCIO SANCHEZ	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
04/01/2023 16:58	04/01/2023 17:57	58.57	D11	3714		AND-BAS	Dura	16.00	15.77	55	75	16.39	NO	94834	YONI PRUDENCIO SANCHEZ	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
04/01/2023 18:11	04/01/2023 19:25	73.38	D11	4707		AND-BAS	Dura	17.00	17.50	70	75	13.90	NO			ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
04/01/2023 20:30	04/01/2023 21:44	73.28	D11	4718		AND-BAS	Dura	17.00	16.34	59	75	13.92	NO	21863	DOMINGO DANIEL CASANOVA ROMERO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
04/01/2023 21:57	04/01/2023 23:12	75.17	D11	4428		AND-BAS	Dura	16.50	15.80	59	75	13.17	NO	21863	DOMINGO DANIEL CASANOVA ROMERO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
04/01/2023 23:22	05/01/2023 00:26	63.43	D11	4353		AND-BAS	Dura	16.50	15.65	60	75	15.61	NO	21863	DOMINGO DANIEL CASANOVA ROMERO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
05/01/2023 00:48	05/01/2023 01:48	59.95	D11	3633		AND-BAS	Dura	16.50	15.52	60	75..	16.51	NO	21863	DOMINGO DANIEL CASANOVA ROMERO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
05/01/2023 01:55	05/01/2023 02:38	43.27	D11	3632		AND-BAS	Dura	16.50	15.42	59	65	22.88	NO	21863	DOMINGO DANIEL CASANOVA ROMERO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
05/01/2023 03:31	05/01/2023 04:23	52.02	D11	3631		AND-BAS	Dura	16.50	15.52	60	75	19.03	NO	21863	DOMINGO DANIEL CASANOVA ROMERO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
05/01/2023 04:31	05/01/2023 05:24	53.38	D11	3630		AND-BAS	Dura	16.50	15.59	60	75	18.55	NO	21863	DOMINGO DANIEL CASANOVA ROMERO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
05/01/2023 05:47	05/01/2023 06:37	49.55	D11	4204		AND-BAS	Dura	17.50	16.56	59	75	21.19	NO	21863	DOMINGO DANIEL CASANOVA ROMERO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
05/01/2023 07:23	05/01/2023 08:36	73.32	D11	4424		AND-BAS	Dura	16.00	15.38	70	75	13.09	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
05/01/2023 09:10	05/01/2023 09:40	29.97	D11	4424		AND-BAS	Dura	16.00	15.38	70	75	32.04	SI	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
05/01/2023 09:43	05/01/2023 10:35	51.92	D11	4356		AND-BAS	Dura	16.00	15.25	70	75	18.49	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
05/01/2023 10:41	05/01/2023 11:37	56.27	D11	4711		AND-BAS	Dura	17.00	16.56	70	75	18.13	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
05/01/2023 11:42	05/01/2023 12:44	62.40	D11	4425		AND-BAS	Dura	16.00	15.79	70	75	15.38	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
05/01/2023 13:22	05/01/2023 14:32	70.98	D11	4710		AND-BAS	Dura	17.00	17.36	70	75	14.37	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
05/01/2023 14:38	05/01/2023 15:27	48.82	D11	4709		AND-BAS	Dura	17.00	17.35	70	75	20.89	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337

Inicio	Fin	Duración (Min)	Perforadora	Point	Material Operador	RHI	Dureza de Roca	Profundidad	Profundidad Solicitada	RPMS	Pulldown	Mts/Hora	Reperforado	Registro	Operador	Tipo de Roca	Broca
06/01/2023 01:32	06/01/2023 02:13	40.45	D11	4067		AND-BAS	Dura	16.00	15.38	60	75	23.73	NO	95035	CESAR HECTOR HUANCO HUANCOLLO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
06/01/2023 03:48	06/01/2023 04:59	71.00	D11	4068		AND-BAS	Dura	16.00	15.44	60	75	13.52	NO	95035	CESAR HECTOR HUANCO HUANCOLLO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
06/01/2023 05:04	06/01/2023 06:03	58.57	D11	3996		AND-BAS	Dura	15.00	15.57	60	75	15.37	NO	95035	CESAR HECTOR HUANCO HUANCOLLO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
06/01/2023 06:12	06/01/2023 07:11	58.98	D11	4069		AND-BAS	Dura	16.00	15.42	60	75	16.28	SI	95035	CESAR HECTOR HUANCO HUANCOLLO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
06/01/2023 08:25	06/01/2023 09:24	59.45	D11	3707		AND-BAS	Dura	17.00	15.38	50	75	17.16	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
06/01/2023 09:26	06/01/2023 10:33	66.68	D11	3634		AND-BAS	Dura	17.00	15.31	55	75	15.30	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
06/01/2023 12:49	06/01/2023 14:03	74.05	D11	3497		AND-BAS	Dura	18.00	18.25	55	75	14.58	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
06/01/2023 15:00	06/01/2023 15:41	41.48	D11	4763		AND-BAS	Dura	17.00	16.55	55	75	24.59	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
06/01/2023 15:45	06/01/2023 16:56	70.98	D11	4762		AND-BAS	Dura	16.50	16.13	55	75	13.95	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
06/01/2023 16:58	06/01/2023 18:10	72.02	D11	4725		AND-BAS	Dura	17.00	15.82	55	75	14.16	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
06/01/2023 20:00	06/01/2023 20:28	28.98	D11	4409		AND-BAS	Dura	16.50	14.30	50	75	34.16	NO	95990	EDWIN JESUS FLORES LOPEZ	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
06/01/2023 20:30	06/01/2023 21:23	52.40	D11	4372		AND-BAS	Dura	16.50	15.60	50	75	18.89	NO	95990	EDWIN JESUS FLORES LOPEZ	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
06/01/2023 21:24	06/01/2023 22:28	64.18	D11	4371		AND-BAS	Dura	16.50	15.33	50	75	15.42	NO	95990	EDWIN JESUS FLORES LOPEZ	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
06/01/2023 22:44	06/01/2023 23:47	62.40	D11	3498		AND-BAS	Dura	18.00	18.54	50	75	17.31	NO	95990	EDWIN JESUS FLORES LOPEZ	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
06/01/2023 23:50	07/01/2023 00:42	51.83	D11	3843		AND-BAS	Dura	18.00	18.40	50	75	20.84	NO	95990	EDWIN JESUS FLORES LOPEZ	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
07/01/2023 00:45	07/01/2023 01:58	72.57	D11	4764		AND-BAS	Dura	16.50	16.32	50	75	13.64	NO	95990	EDWIN JESUS FLORES LOPEZ	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
07/01/2023 01:59	07/01/2023 02:53	54.87	D11	4723		AND-BAS	Dura	16.50	16.19	50	75	18.04	NO	95990	EDWIN JESUS FLORES LOPEZ	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
07/01/2023 03:45	07/01/2023 04:39	54.67	D11	6081		AND-BAS	Dura	16.50	16.40	50	75	18.11	NO	95990	EDWIN JESUS FLORES LOPEZ	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
07/01/2023 04:44	07/01/2023 05:33	49.92	D11	4724		AND-BAS	Dura	16.50	16.11	50	75	19.83	NO	95990	EDWIN JESUS FLORES LOPEZ	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
07/01/2023 05:34	07/01/2023 06:35	60.67	D11	4410		AND-BAS	Dura	16.50	15.76	50	75	16.32	NO	95990	EDWIN JESUS FLORES LOPEZ	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
07/01/2023 08:05	07/01/2023 09:32	86.57	D11	3694		AND-BAS	Dura	16.50	15.94	55	75	11.44	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
07/01/2023 09:57	07/01/2023 10:57	60.30	D11	4009		AND-BAS	Dura	17.00	15.67	55	75	16.92	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
07/01/2023 11:01	07/01/2023 12:08	66.45	D11	3695		AND-BAS	Dura	17.00	15.69	55	75	15.35	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
07/01/2023 13:55	07/01/2023 14:58	63.33	D11	2949		AND-BAS	Dura	16.50	15.90	55	75	15.63	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
07/01/2023 15:00	07/01/2023 16:37	96.28	D11	2948		AND-BAS	Dura	16.50	15.76	55	75	10.28	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
07/01/2023 16:38	07/01/2023 17:37	58.75	D11	2947		AND-BAS	Dura	16.00	15.81	55	75	16.34	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
07/01/2023 17:39	07/01/2023 18:54	74.70	D11	2946		AND-BAS	Dura	16.50	15.73	55	75	13.25	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
07/01/2023 20:20	07/01/2023 21:13	53.60	D11	2945		AND-BAS	Dura	15.00	16.19	60	70	16.79	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
07/01/2023 21:17	07/01/2023 21:59	41.73	D11	2944		DK	Dura	16.50	15.50	60	70	23.72	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	DIQUE	1713337
07/01/2023 22:08	07/01/2023 23:21	72.77	D11	2952		AND-BAS	Dura	15.50	16.00	60	70	12.78	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
07/01/2023 23:26	08/01/2023 00:15	49.15	D11	2858		AND-BAS	Dura	15.00	11.71	60	70	18.31	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337

Inicio	Fin	Duración (Min)	Perforadora	Point	Material Operador	RHI	Dureza de Roca	Profundidad	Profundidad Solicitada	RPMS	Pulldown	Mts/Hora	Reperforado	Registro	Operador	Tipo de Roca	Broca
10/01/2023 00:32	10/01/2023 01:28	56.28	D11	2855		AND-BAS	Dura	16.50	15.57	60	70	17.59	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
10/01/2023 01:30	10/01/2023 02:41	71.28	D11	2856		AND-BAS	Dura	16.00	15.83	60	70	13.47	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
10/01/2023 03:32	10/01/2023 05:00	88.00	D11	2857		AND-BAS	Dura	16.00	15.96	60	70	10.91	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
10/01/2023 05:03	10/01/2023 05:58	55.70	D11	2567		AND-BAS	Dura	16.60	16.13	60	70	17.88	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
10/01/2023 06:00	10/01/2023 06:50	50.03	D11	2566		AND-BAS	Dura	17.00	16.21	60	70	20.39	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
10/01/2023 08:08	10/01/2023 10:20	131.83	D11	2565		AND-BAS	Dura	17.50	16.28	65	75	7.96	NO	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
10/01/2023 10:29	10/01/2023 10:42	13.03	D11	3248		AND-BAS	Dura	18.50	15.92	65	75	85.17	SI	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
10/01/2023 10:52	10/01/2023 11:39	46.80	D11	5043		AND-BAS	Dura	18.50	15.63	65	75	23.72	SI	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
10/01/2023 11:43	10/01/2023 12:18	35.32	D11	5043		AND-BAS	Dura	18.50	15.63	65	75	31.43	SI	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
10/01/2023 12:20	10/01/2023 12:42	22.22	D11	3617		AND-BAS	Dura	18.50	15.63	65	75	49.96	SI	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
10/01/2023 12:45	10/01/2023 13:33	48.77	D11	2859		AND-BAS	Dura	18.00	15.79	65	75	22.15	SI	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
10/01/2023 13:39	10/01/2023 13:55	16.12	D11	2860		AND-BAS	Dura	18.50	16.05	65	75	68.87	SI	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
10/01/2023 13:59	10/01/2023 14:19	20.03	D11	2945		AND-BAS	Dura	18.50	16.19	65	75	55.41	SI	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
10/01/2023 14:23	10/01/2023 14:36	12.87	D11	2948		AND-BAS	Dura	18.50	15.76	65	75	86.27	SI	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
10/01/2023 14:37	10/01/2023 14:52	14.95	D11	2862		AND-BAS	Dura	18.00	15.90	65	75	72.24	SI	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
10/01/2023 14:56	10/01/2023 15:56	59.73	D11	2564		AND-BAS	Dura	17.50	16.02	65	75	17.58	NO	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
10/01/2023 16:02	10/01/2023 16:40	38.15	D11	2572		AND-BAS	Dura	17.00	15.58	65	75	26.74	NO	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
10/01/2023 16:42	10/01/2023 17:27	45.48	D11	2571		AND-BAS	Dura	18.50	15.50	65	75	24.40	NO	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
10/01/2023 17:31	10/01/2023 18:29	58.48	D11	2570		AND-BAS	Dura	17.00	15.61	65	75	17.44	NO	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
10/01/2023 18:32	10/01/2023 19:13	40.95	D11	2569		AND-BAS	Dura	18.00	15.65	65	75	26.37	NO	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
10/01/2023 22:12	10/01/2023 23:19	66.63	D11	2563		AND-BAS	Dura	16.00	16.44	60	75	14.41	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
10/01/2023 23:25	11/01/2023 00:32	67.62	D11	2562		AND-BAS	Dura	16.00	16.05	70	75	14.20	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
11/01/2023 01:39	11/01/2023 03:02	82.40	D11	2561		AND-BAS	Dura	16.00	15.96	70	75	11.65	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
11/01/2023 03:58	11/01/2023 05:08	69.92	D11	2560		AND-BAS	Dura	16.00	16.11	70	75	13.73	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
11/01/2023 05:13	11/01/2023 06:18	64.95	D11	2559		AND-BAS	Dura	16.00	15.90	70	75	14.78	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
11/01/2023 09:14	11/01/2023 10:09	55.27	D11	3606		AND-BAS	Dura	16.50	15.61	65	75	17.91	NO	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
11/01/2023 10:12	11/01/2023 11:33	81.08	D11	3607		AND-BAS	Dura	16.50	15.65	65	75	12.21	NO	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
11/01/2023 11:36	11/01/2023 12:31	55.03	D11	3608		AND-BAS	Dura	16.50	15.71	65	75	17.99	NO	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
11/01/2023 13:08	11/01/2023 14:03	55.40	D11	3609		AND-BAS	Dura	17.00	15.79	65	75	18.41	NO	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
11/01/2023 14:05	11/01/2023 15:06	60.92	D11	3610		AND-BAS	Dura	17.50	15.77	65	75	17.24	NO	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
11/01/2023 15:09	11/01/2023 16:13	64.23	D11	3611		AND-BAS	Dura	16.50	15.73	65	75	15.41	NO	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
11/01/2023 16:17	11/01/2023 17:08	51.38	D11	3612		AND-BAS	Dura	16.50	15.69	65	75	19.27	NO	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
11/01/2023 17:11	11/01/2023 18:23	71.80	D11	3354		AND-BAS	Dura	16.50	15.84	65	75	13.79	NO	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
11/01/2023 18:25	11/01/2023 19:30	64.53	D11	3355		AND-BAS	Dura	16.50	15.85	65	75	15.34	NO	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
11/01/2023 20:19	11/01/2023 21:35	75.43	D11	3356		AND-BAS	Dura	16.00	12.98	70	75	12.73	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328

Inicio	Fin	Duración (Min)	Perforadora	Point	Material Operador	RHI	Dureza de Roca	Profundidad	Profundidad Solicitada	RPMS	Pulldown	Mts/Hora	Reperforado	Registro	Operador	Tipo de Roca	Broca
08/01/2023 03:40	08/01/2023 04:41	61.35	D11	2860		AND-BAS	Dura	16.50	16.05	60	70	16.14	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
08/01/2023 04:42	08/01/2023 05:47	64.42	D11	2861		AND-BAS	Dura	16.00	16.01	60	70	14.90	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
08/01/2023 05:49	08/01/2023 07:12	83.58	D11	2862		AND-BAS	Dura	16.00	15.90	60	70	11.49	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
08/01/2023 08:29	08/01/2023 09:43	73.72	D11	2863		AND-BAS	Dura	19.00	16.04	65	75	15.46	NO	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
08/01/2023 10:26	08/01/2023 11:19	53.50	D11	2864		AND-BAS	Dura	19.00	15.94	65	75	21.31	NO	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
08/01/2023 17:08	08/01/2023 17:44	36.05	D11	4784		AND-BAS	Dura	18.50	17.50	65	75	30.79	SI	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
08/01/2023 17:47	08/01/2023 18:14	27.35	D11	4220		AND-BAS	Dura	18.50	16.00	65	75	40.59	SI	94161	JIMMY EDUARDO LEO FLORES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
08/01/2023 20:21	08/01/2023 21:13	51.68	D11	3248		AND-BAS	Dura	18.00	15.92	60	70	20.90	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
08/01/2023 21:19	08/01/2023 22:31	72.50	D11	2954		AND-BAS	Dura	17.00	15.88	60	70	14.07	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
08/01/2023 22:34	08/01/2023 23:29	55.78	D11	2953		AND-BAS	Dura	17.00	16.08	60	70	18.29	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
08/01/2023 23:34	09/01/2023 00:33	58.58	D11	3720		AND-BAS	Dura	16.00	15.46	60	70	16.39	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
09/01/2023 00:34	09/01/2023 01:12	37.82	D11	3622		AND-BAS	Dura	16.00	15.56	60	70	25.39	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
09/01/2023 01:15	09/01/2023 02:20	64.42	D11	3344		AND-BAS	Dura	17.00	15.57	60	70	15.83	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
09/01/2023 03:08	09/01/2023 04:21	73.38	D11	3247		AND-BAS	Dura	16.50	15.73	60	70	13.49	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
09/01/2023 04:25	09/01/2023 05:06	41.52	D11	3621		AND-BAS	Dura	17.00	15.60	60	70	24.57	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
09/01/2023 05:09	09/01/2023 06:05	55.12	D11	3345		AND-BAS	Dura	16.00	15.59	60	70	17.42	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713337
09/01/2023 11:14	09/01/2023 12:06	52.17	D11	3620		AND-BAS	Dura	16.00	14.92	0		18.40	NO	94754	EDGAR OMAR LOYAGA DE LA CRUZ	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
09/01/2023 12:08	09/01/2023 13:02	53.37	D11	3346		AND-BAS	Dura	16.00	15.52	0		17.99	NO	94754	EDGAR OMAR LOYAGA DE LA CRUZ	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
09/01/2023 13:37	09/01/2023 14:28	50.58	D11	3619		AND-BAS	Dura	16.00	15.51	0		18.98	NO	94754	EDGAR OMAR LOYAGA DE LA CRUZ	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
09/01/2023 14:31	09/01/2023 15:17	45.80	D11	3347		AND-BAS	Dura	16.50	15.46	0		21.62	NO	94754	EDGAR OMAR LOYAGA DE LA CRUZ	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
09/01/2023 15:21	09/01/2023 16:09	47.92	D11	3244		AND-BAS	Dura	16.50	15.48	0		20.66	NO	94754	EDGAR OMAR LOYAGA DE LA CRUZ	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
09/01/2023 16:12	09/01/2023 17:28	75.57	D11	3245		AND-BAS	Dura	16.00	15.48	0		12.70	NO	94754	EDGAR OMAR LOYAGA DE LA CRUZ	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
09/01/2023 17:32	09/01/2023 18:54	82.58	D11	3246		AND-BAS	Dura	16.50	15.61	0		11.99	NO	94754	EDGAR OMAR LOYAGA DE LA CRUZ	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
09/01/2023 20:15	09/01/2023 20:41	26.53	D11	3348		AND-BAS	Dura	16.30	15.88	60	70	36.86	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
09/01/2023 20:43	09/01/2023 21:41	58.27	D11	3243		AND-BAS	Dura	16.50	15.88	60	70	16.99	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
09/01/2023 21:43	09/01/2023 22:42	59.23	D11	2957		AND-BAS	Dura	17.00	15.35	60	75	17.22	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
09/01/2023 22:45	09/01/2023 23:42	57.37	D11	2956		AND-BAS	Dura	16.00	15.56	60	70	16.73	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
09/01/2023 23:45	10/01/2023 00:28	43.00	D11	2955		AND-BAS	Dura	16.00	15.51	60	70	22.33	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328

Inicio	Fin	Duración (Min)	Perforadora	Point	Material Operador	RHI	Dureza de Roca	Profundidad	Profundidad Solicitada	RPMS	Pulldown	Mts/Hora	Reperforado	Registro	Operador	Tipo de Roca	Broca
11/01/2023 21:39	11/01/2023 23:00	80.62	D11	3357		AND-BAS	Dura	16.00	13.86	70	75	11.91	NO	21915	ALPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
11/01/2023 23:04	12/01/2023 00:22	77.88	D11	3358		AND-BAS	Dura	16.00	15.71	70	75	12.33	NO	21915	ALPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
12/01/2023 00:27	12/01/2023 01:52	84.37	D11	3359		AND-BAS	Dura	16.00	15.69	70	75	11.38	NO	21915	ALPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
12/01/2023 02:52	12/01/2023 04:30	98.82	D11	3360		AND-BAS	Dura	16.00	15.61	70	75	9.71	NO	21915	ALPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
12/01/2023 04:36	12/01/2023 05:43	67.32	D11	3231		AND-BAS	Dura	16.00	15.65	70	75	14.26	NO	21915	ALPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
12/01/2023 05:46	12/01/2023 06:37	50.60	D11	3232		AND-BAS	Dura	16.00	15.75	70	75	18.97	NO	21915	ALPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
12/01/2023 06:39	12/01/2023 07:32	53.42	D11	3233		AND-BAS	Dura	16.00	15.69	70	75	17.97	NO	21915	ALPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
12/01/2023 21:28	12/01/2023 22:43	75.83	D11	3234		AND-BAS	Dura	16.00	13.40	70	75	12.66	NO	21915	ALPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
12/01/2023 22:48	13/01/2023 00:15	86.85	D11	3235		AND-BAS	Dura	16.00	15.79	70	75	11.05	NO	21915	ALPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
13/01/2023 00:20	13/01/2023 02:18	117.17	D11	3236		AND-BAS	Dura	16.00	15.81	70	75	8.19	NO	21915	ALPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
13/01/2023 03:16	13/01/2023 04:46	90.82	D11	3237		AND-BAS	Dura	16.00	15.92	70	75	10.57	NO	21915	ALPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
13/01/2023 04:50	13/01/2023 06:00	69.50	D11	2963		AND-BAS	Dura	16.00	15.71	70	75	13.81	NO	21915	ALPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
13/01/2023 06:03	13/01/2023 07:15	72.12	D11	2964		AND-BAS	Dura	16.00	15.90	70	75	13.31	NO	21915	ALPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
13/01/2023 08:44	13/01/2023 10:07	82.65	D11	2965		AND-BAS	Dura	16.50	15.94	0		11.98	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
13/01/2023 10:43	13/01/2023 12:02	79.67	D11	3233		AND-BAS	Dura	16.50	15.69	0		12.43	SI	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
13/01/2023 13:32	13/01/2023 14:48	76.67	D11	2967		AND-BAS	Dura	16.50	15.59	0		12.91	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
13/01/2023 14:59	13/01/2023 16:36	97.08	D11	2847		AND-BAS	Dura	17.00	15.73	0		10.51	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
13/01/2023 16:38	13/01/2023 18:03	84.40	D11	2846		AND-BAS	Dura	16.50	15.75	0		11.73	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
13/01/2023 18:04	13/01/2023 19:37	92.92	D11	2845		AND-BAS	Dura	16.00	15.78	60	75	10.33	NO	95035	CESAR HECTOR HUANCO HUANCOLLO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
13/01/2023 20:17	13/01/2023 22:30	132.80	D11	2844		AND-BAS	Dura	16.00	14.38	70	75	7.23	NO	21915	ALPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
13/01/2023 22:35	14/01/2023 00:39	124.55	D11	2966		AND-BAS	Dura	16.00	15.77	70	75	7.71	NO	21915	ALPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
14/01/2023 00:48	14/01/2023 02:57	129.00	D11	2843		AND-BAS	Dura	16.00	15.73	70	75	7.44	NO	21915	ALPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
14/01/2023 04:05	14/01/2023 05:53	108.08	D11	2842		AND-BAS	Dura	16.00	15.98	70	75	8.88	NO	21915	ALPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
14/01/2023 05:57	14/01/2023 06:49	52.18	D11	2968		AND-BAS	Dura	16.00	15.63	70	75	18.40	NO	21915	ALPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
14/01/2023 08:22	14/01/2023 09:09	47.10	D11	2841		AND-BAS	Dura	16.50	15.86	0		21.02	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
14/01/2023 09:14	14/01/2023 10:09	54.58	D11	2969		AND-BAS	Dura	16.50	15.63	0		18.14	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
14/01/2023 10:13	14/01/2023 11:00	47.90	D11	2970		AND-BAS	Dura	16.50	15.65	0		20.67	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
14/01/2023 11:05	14/01/2023 11:47	42.55	D11	2971		AND-BAS	Dura	16.50	15.69	0		23.27	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713328
14/01/2023 12:14	14/01/2023 13:24	69.12	D11	2839		AND-BAS	Dura	16.50	15.65	0		14.32	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
14/01/2023 13:30	14/01/2023 14:54	84.53	D11	2972		AND-BAS	Dura	16.50	15.67	0		11.71	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
14/01/2023 14:57	14/01/2023 16:03	66.22	D11	2838		AND-BAS	Dura	16.00	15.69	60	75	14.50	NO	95035	CESAR HECTOR HUANCO HUANCOLLO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
14/01/2023 16:08	14/01/2023 17:01	53.48	D11	2584		AND-BAS	Dura	16.00	15.76	60	75	17.95	NO	95035	CESAR HECTOR HUANCO HUANCOLLO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
14/01/2023 17:19	14/01/2023 18:07	47.82	D11	2840		AND-BAS	Dura	16.00	15.73	60	75	20.08	NO	95035	CESAR HECTOR HUANCO HUANCOLLO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334

Inicio	Fin	Duración (Min)	Perforadora	Point	Material Operador	RHI	Dureza de Roca	Profundidad	Profundidad Solicitada	RPMS	Pulldown	Mts/Hora	Reperforado	Registro	Operador	Tipo de Roca	Broca
14/01/2023 18:12	14/01/2023 19:01	49.42	D11	2583		AND-BAS	Dura	16.00	15.90	60	75	19.43	NO	95035	CESAR HECTOR HUANCO HUANCOLLO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
14/01/2023 21:31	14/01/2023 22:31	60.85	D11	2582		AND-BAS	Dura	16.00	15.33	55	75	15.78	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
14/01/2023 22:43	15/01/2023 00:15	92.62	D11	2581		AND-BAS	Dura	16.50	15.33	55	75	10.69	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
15/01/2023 00:20	15/01/2023 01:33	73.32	D11	2580		AND-BAS	Dura	16.50	15.98	55	75	13.50	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
15/01/2023 01:36	15/01/2023 02:49	72.22	D11	2579		AND-BAS	Dura	16.50	15.94	55	75	13.71	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
15/01/2023 03:46	15/01/2023 05:17	91.07	D11	2578		AND-BAS	Dura	16.50	15.83	55	75	10.87	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
15/01/2023 05:20	15/01/2023 06:52	91.65	D11	2577		AND-BAS	Dura	16.00	15.69	55	75	10.47	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
15/01/2023 08:29	15/01/2023 09:46	76.58	D11	2576		AND-BAS	Dura	16.00	15.79	60	70	12.54	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
15/01/2023 15:23	15/01/2023 16:13	49.50	D11	3701		AND-BAS	Dura	15.50	15.07	60	75	18.79	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
15/01/2023 16:20	15/01/2023 17:06	45.68	D11	4714		AND-BAS	Dura	18.00	16.34	60	70	23.64	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
15/01/2023 17:08	15/01/2023 17:53	44.63	D11	4421		AND-BAS	Dura	16.50	15.38	60	70	22.18	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
15/01/2023 17:58	15/01/2023 18:37	38.80	D11	4713		AND-BAS	Dura	18.00	16.78	60	70	27.84	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
15/01/2023 18:42	15/01/2023 19:31	49.47	D11	4712		AND-BAS	Dura	18.00	16.75	60	70	21.83	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
15/01/2023 20:12	15/01/2023 20:55	42.23	D11	4202		AND-BAS	Dura	17.50	16.35	55	75	24.86	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
15/01/2023 20:58	15/01/2023 22:09	70.13	D11	4357		AND-BAS	Dura	17.00	16.55	55	75	14.54	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
15/01/2023 22:14	15/01/2023 23:28	73.22	D11	4066		AND-BAS	Dura	17.00	16.44	55	75	13.93	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
15/01/2023 23:31	16/01/2023 00:55	84.15	D11	4065		AND-BAS	Dura	16.00	15.32	55	75	11.41	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
16/01/2023 00:58	16/01/2023 01:58	60.58	D11	4000		AND-BAS	Dura	16.00	15.35	55	75	15.85	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
16/01/2023 02:00	16/01/2023 02:51	51.52	D11	3703		AND-BAS	Dura	16.00	15.10	55	75	18.63	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
16/01/2023 02:58	16/01/2023 04:53	115.50	D11	4358		AND-BAS	Dura	16.00	15.10	55	75	8.31	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
16/01/2023 04:55	16/01/2023 06:04	68.95	D11	4064		AND-BAS	Dura	16.00	15.11	55	75	13.92	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
16/01/2023 06:06	16/01/2023 06:58	51.97	D11	4001		AND-BAS	Dura	16.00	15.25	55	75	18.47	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
16/01/2023 07:05	16/01/2023 07:44	39.05	D11	4423		AND-BAS	Dura	16.00	15.51	55	75	24.58	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
16/01/2023 08:00	16/01/2023 08:36	36.28	D11	4359		AND-BAS	Dura	16.00	13.55	60	70	26.46	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
16/01/2023 08:39	16/01/2023 09:45	66.37	D11	4063		AND-BAS	Dura	17.00	15.13	60	70	15.37	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
16/01/2023 09:49	16/01/2023 11:11	81.87	D11	4002		AND-BAS	Dura	15.50	15.15	60	70	11.36	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
16/01/2023 11:14	16/01/2023 12:33	79.42	D11	3702		AND-BAS	Dura	15.50	15.13	60	70	11.71	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
16/01/2023 12:40	16/01/2023 13:17	36.33	D11	3639		AND-BAS	Dura	16.20	15.23	60	70	26.75	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
16/01/2023 13:19	16/01/2023 14:28	69.55	D11	3640		AND-BAS	Dura	15.50	15.13	60	70	13.37	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
16/01/2023 14:35	16/01/2023 15:39	64.38	D11	3999		AND-BAS	Dura	16.00	15.30	60	70	14.91	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
16/01/2023 15:40	16/01/2023 16:33	53.13	D11	3704		AND-BAS	Dura	16.00	15.21	60	70	18.07	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
16/01/2023 16:37	16/01/2023 17:55	77.98	D11	3638		AND-BAS	Dura	16.00	15.23	60	70	12.31	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
16/01/2023 17:56	16/01/2023 19:11	74.68	D11	3328		AND-BAS	Dura	15.50	15.19	60	70	12.45	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
16/01/2023 20:17	16/01/2023 21:13	56.07	D11	3266		AND-BAS	Dura	16.50	15.13	55	75	17.66	SI	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334

Inicio	Fin	Duración (Min)	Perforadora	Point	Material Operador	RHI	Dureza de Roca	Profundidad	Profundidad Solicitada	RPMS	Pulldown	Mts/Hora	Reperforado	Registro	Operador	Tipo de Roca	Broca
16/01/2023 21:22	16/01/2023 22:39	76.55	D11	3327		AND-BAS	Dura	16.00	15.15	55	75	12.54	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
16/01/2023 22:41	16/01/2023 23:42	61.67	D11	3263		AND-BAS	Dura	16.00	15.25	55	75	15.57	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
16/01/2023 23:52	17/01/2023 01:13	80.53	D11	2938		AND-BAS	Dura	18.00	19.17	55	75	13.41	SI	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
17/01/2023 03:46	17/01/2023 04:52	65.50	D11	6489		AND-BAS	Dura	16.00	14.69	55	75	14.66	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
17/01/2023 04:54	17/01/2023 06:32	97.48	D11	6490		AND-BAS	Dura	15.50	14.56	55	75	9.54	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
17/01/2023 08:14	17/01/2023 08:46	32.33	D11	6491		AND-BAS	Dura	16.00	15.44	60	70	29.69	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
17/01/2023 08:48	17/01/2023 10:37	109.37	D11	6492		AND-BAS	Dura	14.50	14.44	60	75	7.95	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
17/01/2023 10:39	17/01/2023 11:44	65.25	D11	6493		AND-BAS	Dura	15.50	14.53	60	75	14.25	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
17/01/2023 13:29	17/01/2023 14:45	76.72	D11	6494		AND-BAS	Dura	15.00	15.40	60	75	11.73	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
17/01/2023 14:49	17/01/2023 16:24	94.42	D11	1044		AND-BAS	Dura	15.50	14.51	60	75	9.85	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
17/01/2023 16:26	17/01/2023 17:51	85.17	D11	1045		AND-BAS	Dura	15.00	14.46	60	75	10.57	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
17/01/2023 17:53	17/01/2023 18:55	61.77	D11	1046		AND-BAS	Dura	15.00	14.46	60	75	14.57	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
17/01/2023 20:49	17/01/2023 21:19	30.18	D11	1047		AND-BAS	Dura	15.00	14.17	0		29.82	NO	94754	EDGAR OMAR LOYAGA DE LA CRUZ	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
17/01/2023 21:23	17/01/2023 22:18	55.25	D11	1048		AND-BAS	Dura	16.00	14.17	0		17.38	NO	94754	EDGAR OMAR LOYAGA DE LA CRUZ	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
17/01/2023 22:20	17/01/2023 23:05	44.30	D11	1049		AND-BAS	Dura	14.00	14.26	0		18.96	NO	94754	EDGAR OMAR LOYAGA DE LA CRUZ	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
17/01/2023 23:06	18/01/2023 00:01	54.67	D11	1050		AND-BAS	Dura	15.00	12.46	0		16.46	NO	94754	EDGAR OMAR LOYAGA DE LA CRUZ	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
18/01/2023 00:12	18/01/2023 01:18	65.52	D11	1051		AND-BAS	Dura	15.50	14.63	0		14.19	NO	94754	EDGAR OMAR LOYAGA DE LA CRUZ	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
18/01/2023 01:31	18/01/2023 02:38	67.37	D11	6001		AND-BAS	Dura	16.00	16.46	0		14.25	NO	94754	EDGAR OMAR LOYAGA DE LA CRUZ	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
18/01/2023 03:32	18/01/2023 04:49	77.28	D11	6003		AND-BAS	Dura	16.50	16.42	0		12.81	NO	94754	EDGAR OMAR LOYAGA DE LA CRUZ	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
18/01/2023 04:51	18/01/2023 05:44	52.28	D11	6034		AND-BAS	Dura	17.00	16.32	0		19.51	NO	94754	EDGAR OMAR LOYAGA DE LA CRUZ	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
18/01/2023 05:47	18/01/2023 06:25	38.28	D11	6084		AND-BAS	Dura	17.00	16.38	0		26.64	NO	94754	EDGAR OMAR LOYAGA DE LA CRUZ	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
18/01/2023 06:31	18/01/2023 07:25	53.97	D11	6045		AND-BAS	Dura	17.00	16.21	0		18.90	NO	94754	EDGAR OMAR LOYAGA DE LA CRUZ	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
18/01/2023 08:34	18/01/2023 09:52	78.65	D11	6070		AND-BAS	Dura	17.00	13.96	70	75	12.97	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
18/01/2023 10:16	18/01/2023 12:14	118.78	D11	6029		AND-BAS	Dura	17.50	16.69	70	75	8.84	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
18/01/2023 15:44	18/01/2023 17:35	111.62	D11	6044		AND-BAS	Dura	17.00	16.71	70	75	9.14	NO			ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
18/01/2023 17:39	18/01/2023 18:44	65.45	D11	6028		AND-BAS	Dura	17.00	16.83	70	75	15.58	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
18/01/2023 18:47	18/01/2023 19:28	41.10	D11	5910		AND-BAS	Dura	17.50	16.59	70	75	25.55	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
18/01/2023 20:29	18/01/2023 21:10	40.40	D11	5909		AND-BAS	Dura	17.00	14.63	60	73	25.25	NO	21863	DOMINGO DANIEL CASANOVA ROMERO	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
18/01/2023 21:14	18/01/2023 21:33	19.12	D11	5909		AND-BAS	Dura	17.50	14.63	60		54.93	SI	21863	DOMINGO DANIEL CASANOVA ROMERO	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
18/01/2023 22:13	19/01/2023 00:27	133.30	D11	1034		AND-BAS	Dura	16.50	13.86	60	74	7.43	NO	21863	DOMINGO DANIEL CASANOVA ROMERO	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
19/01/2023 00:42	19/01/2023 01:45	62.93	D11	5963		AND-BAS	Dura	17.50	16.76	60	74	16.68	NO	21863	DOMINGO DANIEL CASANOVA ROMERO	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
19/01/2023 02:45	19/01/2023 04:26	101.75	D11	6030		AND-BAS	Dura	17.50	16.36	59	73	10.32	NO	21863	DOMINGO DANIEL CASANOVA ROMERO	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
19/01/2023 04:34	19/01/2023 05:52	77.62	D11	5983		AND-BAS	Dura	16.50	15.57	59	74	12.75	NO	21863	DOMINGO DANIEL CASANOVA ROMERO	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
19/01/2023 06:03	19/01/2023 07:26	83.43	D11	5991		AND-BAS	Dura	17.50	16.42	59	73	12.58	NO	21863	DOMINGO DANIEL CASANOVA ROMERO	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334
19/01/2023 08:20	19/01/2023 09:37	77.47	D11	5990		AND-BAS	Dura	16.00	15.59	70	75	12.39	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1713334

Inicio	Fin	Duración (Min)	Perforadora	Point	Material Operador	RHI	Dureza de Roca	Profundidad	Profundidad Solicitada	RPMS	Pulldown	Mts/Hora	Reperforado	Registro	Operador	Tipo de Roca	Broca
19/01/2023 09:41	19/01/2023 11:03	81.75	D11	6488		AND-BAS	Dura	16.00	14.60	70	75	11.74	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
19/01/2023 11:07	19/01/2023 12:20	72.78	D11	1028		AND-BAS	Dura	15.00	14.55	70	75	12.37	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
19/01/2023 14:30	19/01/2023 15:41	70.83	D11	1029		AND-BAS	Dura	15.00	14.69	70	75	12.71	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
19/01/2023 17:33	19/01/2023 18:32	59.00	D11	1030		AND-BAS	Dura	15.00	14.69	70	75	15.25	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
19/01/2023 18:35	19/01/2023 19:26	51.15	D11	1031		AND-BAS	Dura	15.00	14.60	70	75	17.60	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
19/01/2023 20:33	19/01/2023 21:54	81.05	D11	1032		AND-BAS	Dura	16.00	16.02	60	75	11.84	NO	95035	CESAR HECTOR HUANCO HUANCOLLO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
19/01/2023 23:18	20/01/2023 00:37	79.00	D11	1033		AND-BAS	Dura	16.00	16.02	60	75	12.15	NO	95035	CESAR HECTOR HUANCO HUANCOLLO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
20/01/2023 00:44	20/01/2023 02:39	115.48	D11	1035		AND-BAS	Dura	16.00	14.65	60	75	8.31	NO	95035	CESAR HECTOR HUANCO HUANCOLLO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
20/01/2023 02:44	20/01/2023 04:49	125.78	D11	1036		AND-BAS	Dura	16.00	14.63	60	75	7.63	NO	95035	CESAR HECTOR HUANCO HUANCOLLO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
20/01/2023 12:33	20/01/2023 14:48	135.75	D11	1037		AND-BAS	Dura	15.50	10.86	55	75	6.85	NO	93992	JONATHAN RONNY VELARDE OBANDO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
20/01/2023 14:51	20/01/2023 16:28	97.50	D11	1038		AND-BAS	Dura	15.50	11.73	55	75	9.54	NO	93992	JONATHAN RONNY VELARDE OBANDO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
20/01/2023 16:33	20/01/2023 18:14	101.42	D11	1039		AND-BAS	Dura	15.50	14.46	60	75	9.17	NO	93992	JONATHAN RONNY VELARDE OBANDO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
20/01/2023 20:24	20/01/2023 20:59	34.60	D11	1040		AND-BAS	Dura	15.00	14.52	60	75	26.01	NO	95035	CESAR HECTOR HUANCO HUANCOLLO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
20/01/2023 22:24	21/01/2023 00:24	119.75	D11	1041		AND-BAS	Dura	16.00	14.52	60	75	8.02	NO	95035	CESAR HECTOR HUANCO HUANCOLLO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
21/01/2023 00:27	21/01/2023 02:28	120.92	D11	1042		AND-BAS	Dura	15.00	15.25	60	75	7.44	NO	95035	CESAR HECTOR HUANCO HUANCOLLO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
21/01/2023 03:11	21/01/2023 04:54	103.53	D11	1043		AND-BAS	Dura	16.00	14.48	60	75	9.27	NO	95035	CESAR HECTOR HUANCO HUANCOLLO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
21/01/2023 05:08	21/01/2023 07:07	119.02	D11	1052		AND-BAS	Dura	16.00	14.69	60	75	8.07	NO	95035	CESAR HECTOR HUANCO HUANCOLLO	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
21/01/2023 07:10	21/01/2023 09:09	119.37	D11	1053		AND-BAS	Dura	15.00	14.76	0		7.54	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
21/01/2023 09:19	21/01/2023 10:59	100.12	D11	6111		AND-BAS	Dura	16.00	15.53	0		9.59	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
21/01/2023 11:02	21/01/2023 12:38	96.17	D11	2694		AND-BAS	Dura	16.00	15.61	0		9.98	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
21/01/2023 13:07	21/01/2023 14:35	88.25	D11	2343		AND-BAS	Dura	16.00	15.50	0		10.88	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
21/01/2023 14:39	21/01/2023 16:12	93.53	D11	2695		AND-BAS	Dura	16.50	15.48	0		10.58	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
21/01/2023 16:15	21/01/2023 17:12	57.93	D11	2342		AND-BAS	Dura	16.00	15.31	0		16.57	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
21/01/2023 17:15	21/01/2023 18:03	47.62	D11	4212		AND-BAS	Dura	16.00	15.54	0		20.16	NO	21915	ALIPIO BENITO JUAREZ SALAS	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
21/01/2023 20:34	21/01/2023 21:17	42.68	D11	5952		AND-BAS	Dura	17.00	12.38	0		23.90	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
21/01/2023 21:19	21/01/2023 23:01	102.73	D11	5980		AND-BAS	Dura	17.00	16.35	0		9.93	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
21/01/2023 23:05	22/01/2023 00:15	70.28	D11	5951		AND-BAS	Dura	17.00	17.82	0		14.51	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
22/01/2023 00:17	22/01/2023 01:22	64.50	D11	5981		AND-BAS	Dura	17.00	15.44	0		15.81	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
22/01/2023 01:23	22/01/2023 02:10	46.52	D11	5992		AND-BAS	Dura	17.00	15.57	0		21.93	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1713334
22/01/2023 03:08	22/01/2023 04:54	106.62	D11	6495		AND-BAS	Dura	17.00	15.65	0		9.57	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
22/01/2023 04:58	22/01/2023 05:17	19.38	D11	6495		AND-BAS	Dura	17.00	15.65	0		52.62	SI	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
22/01/2023 05:19	22/01/2023 06:43	84.27	D11	6496		AND-BAS	Dura	17.00	15.40	0		12.10	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
22/01/2023 08:33	22/01/2023 09:50	77.37	D11	6497		AND-BAS	Dura	16.50	17.94	55	75	12.80	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520

Inicio	Fin	Duración (Min)	Perforadora	Point	Material Operador	RHI	Dureza de Roca	Profundidad	Profundidad Solicitada	RPMS	Pulldown	Mts/Hora	Reperforado	Registro	Operador	Tipo de Roca	Broca
22/01/2023 09:52	22/01/2023 11:17	85.63	D11	6498		AND-BAS	Dura	16.00	15.67	55	75	11.21	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
22/01/2023 11:22	22/01/2023 12:49	87.02	D11	6499		AND-BAS	Dura	16.00	15.80	55	75	11.03	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
22/01/2023 13:43	22/01/2023 14:17	33.70	D11	6494		AND-BAS	Dura	16.50	15.40	55	75	29.38	SI	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
22/01/2023 14:27	22/01/2023 16:04	97.30	D11	1054		AND-BAS	Dura	15.00	14.86	55	75	9.25	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
22/01/2023 16:06	22/01/2023 17:45	99.03	D11	1055		AND-BAS	Dura	15.00	14.88	50	75	9.09	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
22/01/2023 17:48	22/01/2023 19:21	93.50	D11	1056		AND-BAS	Dura	15.50	14.86	50	75	9.95	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
22/01/2023 20:07	22/01/2023 21:43	96.42	D11	1057		AND-BAS	Dura	16.00	13.33	0		9.96	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
22/01/2023 21:44	22/01/2023 23:01	76.95	D11	1058		AND-BAS	Dura	16.00	13.90	0		12.48	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
22/01/2023 23:02	22/01/2023 23:59	56.97	D11	1059		AND-BAS	Dura	16.00	14.85	0		16.85	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
23/01/2023 00:00	23/01/2023 00:29	29.40	D11	1060		AND-BAS	Dura	16.00	14.42	0		32.65	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
23/01/2023 00:30	23/01/2023 00:58	27.37	D11	1061		AND-BAS	Dura	16.00	14.83	0		35.08	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
23/01/2023 00:59	23/01/2023 01:32	33.77	D11	1062		AND-BAS	Dura	16.00	14.69	0		28.43	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
23/01/2023 01:33	23/01/2023 02:29	55.72	D11	1063		AND-BAS	Dura	16.50	14.67	0		17.77	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
23/01/2023 03:17	23/01/2023 04:25	68.63	D11	1064		AND-BAS	Dura	17.00	14.67	0		14.86	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
23/01/2023 04:27	23/01/2023 05:16	49.43	D11	1065		AND-BAS	Dura	16.00	14.73	0		19.42	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
23/01/2023 05:19	23/01/2023 05:49	29.57	D11	6500		AND-BAS	Dura	16.50	15.78	0		33.48	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
23/01/2023 05:51	23/01/2023 07:00	68.87	D11	6501		AND-BAS	Dura	17.00	15.73	0		14.81	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
23/01/2023 08:06	23/01/2023 08:57	51.08	D11	6502		AND-BAS	Dura	16.50	15.92	55	75	19.38	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
23/01/2023 09:01	23/01/2023 10:19	77.07	D11	6082		AND-BAS	Dura	17.00	16.92	0		13.24	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
23/01/2023 10:23	23/01/2023 11:28	65.13	D11	6091		AND-BAS	Dura	16.50	15.71	55	75	15.20	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
23/01/2023 11:41	23/01/2023 12:51	69.47	D11	6110		AND-BAS	Dura	16.00	15.57	55	75	13.82	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
23/01/2023 13:32	23/01/2023 14:31	59.23	D11	6087		AND-BAS	Dura	17.00	16.78	55	75	17.22	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
23/01/2023 14:33	23/01/2023 15:31	57.87	D11	6006		AND-BAS	Dura	16.00	15.85	55	75	16.59	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
23/01/2023 15:37	23/01/2023 16:17	39.73	D11	6041		AND-BAS	Dura	16.00	15.60	55	75	24.16	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
23/01/2023 16:19	23/01/2023 17:08	48.85	D11	6101		AND-BAS	Dura	16.50	15.52	55	75	20.27	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
23/01/2023 17:11	23/01/2023 18:12	60.85	D11	4926		AND-BAS	Dura	16.00	15.65	55	75	15.78	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
23/01/2023 18:17	23/01/2023 19:16	58.82	D11	6100		AND-BAS	Dura	16.50	15.53	55	75	16.83	NO	21958	JORGE ALEXANDER MONTOYA SAMALVIDES	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
23/01/2023 20:09	23/01/2023 20:50	41.12	D11	6092		AND-BAS	Dura	17.00	17.69	0		24.81	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
23/01/2023 22:01	23/01/2023 23:00	59.23	D11	6105		AND-BAS	Dura	17.00	16.52	0		17.22	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
23/01/2023 23:01	23/01/2023 23:47	45.73	D11	6007		AND-BAS	Dura	17.00	15.69	0		22.30	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
23/01/2023 23:51	24/01/2023 00:44	53.10	D11	6027		AND-BAS	Dura	17.00	15.69	0		19.21	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
24/01/2023 00:48	24/01/2023 01:29	41.47	D11	5945		AND-BAS	Dura	17.50	16.71	0		25.32	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520
24/01/2023 02:32	24/01/2023 04:10	98.82	D11	5968		AND-BAS	Dura	16.50	15.48	0		10.02	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPILICA	1707520

Inicio	Fin	Duración (Min)	Perforadora	Point	Material Operador	RHI	Dureza de Roca	Profundidad	Profundidad Solicitada	RPMS	Pulldown	Mts/Hora	Reperforado	Registro	Operador	Tipo de Roca	Broca
24/01/2023 04:11	24/01/2023 05:26	74.45	D11	6008		AND-BAS	Dura	16.50	15.34	0		13.30	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
24/01/2023 05:28	24/01/2023 06:29	60.17	D11	5505		AND-BAS	Dura	16.00	15.53	0		15.96	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
24/01/2023 06:31	24/01/2023 07:19	48.32	D11	6026		AND-BAS	Dura	16.50	15.36	0		20.49	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
24/01/2023 08:29	24/01/2023 10:13	104.32	D11	5930		AND-BAS	Dura	17.00	16.59	60	70	9.78	NO	92410	LUIS ARMANDO VILLAVICENCIO PEZO	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
24/01/2023 12:07	24/01/2023 12:20	12.65	D11	6024		AND-BAS	Dura	16.00	15.44	60	70	75.89	NO	92410	LUIS ARMANDO VILLAVICENCIO PEZO	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
24/01/2023 12:24	24/01/2023 13:20	55.60	D11	5944		AND-BAS	Dura	16.00	15.46	60	70	17.27	NO	92410	LUIS ARMANDO VILLAVICENCIO PEZO	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
24/01/2023 13:23	24/01/2023 13:54	30.78	D11	5969		AND-BAS	Dura	16.00	15.55	60	70	31.19	NO	92410	LUIS ARMANDO VILLAVICENCIO PEZO	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
24/01/2023 13:58	24/01/2023 14:40	41.82	D11	6009		AND-BAS	Dura	16.00	15.50	60	70	22.96	NO	92410	LUIS ARMANDO VILLAVICENCIO PEZO	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
24/01/2023 14:45	24/01/2023 15:49	63.93	D11	5943		AND-BAS	Dura	16.00	16.65	60	70	15.02	NO	92410	LUIS ARMANDO VILLAVICENCIO PEZO	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
24/01/2023 15:51	24/01/2023 17:45	113.47	D11	5970		AND-BAS	Dura	16.00	15.48	60	70	8.46	NO	92410	LUIS ARMANDO VILLAVICENCIO PEZO	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
24/01/2023 20:32	24/01/2023 20:53	20.98	D11	6010		AND-BAS	Dura	16.00	15.46	0		45.75	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
24/01/2023 20:55	24/01/2023 21:39	43.47	D11	5942		AND-BAS	Dura	18.00	16.83	0		24.85	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
24/01/2023 21:41	24/01/2023 22:10	28.95	D11	5971		AND-BAS	Dura	17.00	16.19	0		35.23	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
24/01/2023 22:12	24/01/2023 23:48	96.23	D11	6011		AND-BAS	Dura	16.50	16.10	0		10.29	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
24/01/2023 23:50	25/01/2023 01:20	90.57	D11	5745		AND-BAS	Dura	17.00	15.40	0		11.26	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
25/01/2023 01:24	25/01/2023 01:58	34.00	D11	5973		AND-BAS	Dura	18.00	16.65	0		31.76	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
25/01/2023 01:59	25/01/2023 02:38	38.68	D11	6012		AND-BAS	Dura	16.90	15.59	0		26.21	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
25/01/2023 03:24	25/01/2023 04:38	74.52	D11	6022		AND-BAS	Dura	17.00	15.40	0		13.69	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
25/01/2023 04:41	25/01/2023 05:54	73.32	D11	5507		AND-BAS	Dura	17.00	15.38	0		13.91	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
25/01/2023 07:10	25/01/2023 08:47	97.72	D11	5974		AND-BAS	Dura	17.00	16.76	60	75	10.44	NO	95020	GONZALO JULIO HUARANKA MACHACA	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
25/01/2023 08:52	25/01/2023 09:57	65.52	D11	6013		AND-BAS	Dura	16.50	15.44	55	75	15.11	NO	95020	GONZALO JULIO HUARANKA MACHACA	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
25/01/2023 10:00	25/01/2023 11:52	111.37	D11	5744		AND-BAS	Dura	16.50	15.42	55	75	8.89	NO	95020	GONZALO JULIO HUARANKA MACHACA	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
25/01/2023 12:28	25/01/2023 14:19	111.05	D11	5498		AND-BAS	Dura	16.50	15.28	55	75	8.91	NO	95020	GONZALO JULIO HUARANKA MACHACA	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
25/01/2023 14:25	25/01/2023 16:03	97.58	D11	6014		AND-BAS	Dura	17.50	16.50	55	75	10.76	NO	95020	GONZALO JULIO HUARANKA MACHACA	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
25/01/2023 16:06	25/01/2023 17:57	111.18	D11	6020		AND-BAS	Dura	16.50	15.36	55	75	8.90	NO	95020	GONZALO JULIO HUARANKA MACHACA	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
25/01/2023 20:12	25/01/2023 20:38	26.47	D11	5508		AND-BAS	Dura	16.90	15.61	0		38.31	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
25/01/2023 20:40	25/01/2023 21:21	41.05	D11	6053		AND-BAS	Dura	17.80	15.61	0		26.02	NO	94593	GUIDO CRUZ QUISPE	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
26/01/2023 15:08	26/01/2023 15:43	35.95	D11	6019		AND-BAS	Dura	17.50	16.19	59	74	29.21	NO	21863	DOMINGO DANIEL CASANOVA ROMERO	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
26/01/2023 17:50	26/01/2023 18:22	32.30	D11	6054		AND-BAS	Dura	16.50	15.55	58	75	30.65	NO	21863	DOMINGO DANIEL CASANOVA ROMERO	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
26/01/2023 18:35	26/01/2023 19:24	48.37	D11	6025		AND-BAS	Dura	16.00	15.42	59	75	19.85	NO	21863	DOMINGO DANIEL CASANOVA ROMERO	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
26/01/2023 20:45	26/01/2023 21:16	30.63	D11	6023		AND-BAS	Dura	16.50	15.96	0		32.32	NO	92384	EDGAR VALDEZ MAMANI	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
26/01/2023 21:44	26/01/2023 22:31	47.00	D11	6051		AND-BAS	Dura	17.50	14.88	50	70	22.34	NO	92384	EDGAR VALDEZ MAMANI	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
26/01/2023 22:47	26/01/2023 23:37	50.35	D11	3495		AND-BAS	Dura	17.50	15.04	0		20.85	NO	92384	EDGAR VALDEZ MAMANI	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
26/01/2023 23:42	27/01/2023 00:19	37.40	D11	3849		AND-BAS	Dura	17.50	15.32	0		28.07	NO	92384	EDGAR VALDEZ MAMANI	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520
27/01/2023 00:32	27/01/2023 01:15	43.00	D11	3847		AND-BAS	Dura	17.50	15.36	0		24.42	NO	92384	EDGAR VALDEZ MAMANI	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1707520

Inicio	Fin	Duración (Min)	Perforadora	Point	Material Operador	RHI	Dureza de Roca	Profundidad	Profundidad Solicitada	RPMS	Pulldown	Mts/Hora	Reperforado	Registro	Operador	Tipo de Roca	Broca
27/01/2023 01:27	27/01/2023 02:12	44.38	D11	6063		AND-BAS	Dura	17.50	15.50	0		23.66	NO	92384	EDGAR VALDEZ MAMANI	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1707520
27/01/2023 02:26	27/01/2023 03:07	41.00	D11	6049		AND-BAS	Dura	16.50	15.46	0		24.15	NO	92384	EDGAR VALDEZ MAMANI	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1707520
27/01/2023 05:00	27/01/2023 05:45	45.00	D11	6021		AND-BAS	Dura	16.50	15.46	50	70	22.00	NO	92384	EDGAR VALDEZ MAMANI	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1707520
27/01/2023 05:48	27/01/2023 06:25	37.10	D11	3848		AND-BAS	Dura	17.50	15.50	0		28.30	NO	92384	EDGAR VALDEZ MAMANI	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1707520
27/01/2023 07:53	27/01/2023 08:35	41.97	D11	6062		AND-BAS	Dura	16.50	15.46	63	75	23.59	NO	93068	RICHARD ANGELO BRACAMONTE MOSTAJO	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1707520
27/01/2023 08:51	27/01/2023 09:33	41.35	D11	6052		AND-BAS	Dura	16.50	15.51	63	70	23.94	NO	93068	RICHARD ANGELO BRACAMONTE MOSTAJO	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1707520
27/01/2023 11:42	27/01/2023 12:23	40.97	D11	6018		AND-BAS	Dura	17.50	16.48	64	70	25.63	NO	93068	RICHARD ANGELO BRACAMONTE MOSTAJO	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1707520
27/01/2023 13:59	27/01/2023 14:41	42.00	D11	6056		AND-BAS	Dura	17.50	16.88	63	70	25.00	NO	93068	RICHARD ANGELO BRACAMONTE MOSTAJO	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1707520
27/01/2023 14:55	27/01/2023 15:42	46.87	D11	6058		AND-BAS	Dura	16.50	15.59	62	73	21.12	NO	93068	RICHARD ANGELO BRACAMONTE MOSTAJO	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1707520
27/01/2023 16:56	27/01/2023 17:37	41.00	D11	5220		AND-BAS	Dura	16.50	15.56	63	74	24.15	NO	93068	RICHARD ANGELO BRACAMONTE MOSTAJO	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1707520
27/01/2023 17:48	27/01/2023 18:38	50.00	D11	6057		AND-BAS	Dura	18.00	16.94	63	74	21.60	NO	93068	RICHARD ANGELO BRACAMONTE MOSTAJO	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1707520
27/01/2023 20:57	27/01/2023 21:31	34.02	D11	6096		AND-BAS	Dura	17.50	14.02	50	70	30.87	NO	92384	EDGAR VALDEZ MAMANI	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1707520
27/01/2023 21:36	27/01/2023 22:28	51.92	D11	3671		AND-BAS	Dura	17.00	15.90	50	70	19.65	NO	92384	EDGAR VALDEZ MAMANI	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1707520
27/01/2023 22:30	27/01/2023 23:23	52.18	D11	5234		AND-BAS	Dura	16.50	15.13	0		18.97	NO	92384	EDGAR VALDEZ MAMANI	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1707520
28/01/2023 01:39	28/01/2023 02:16	37.08	D11	5221		AND-BAS	Dura	16.50	15.65	50	70	26.70	NO	92384	EDGAR VALDEZ MAMANI	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1707520
28/01/2023 02:18	28/01/2023 03:04	46.00	D11	6055		AND-BAS	Dura	16.50	15.52	50	70	21.52	NO	92384	EDGAR VALDEZ MAMANI	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1707520
28/01/2023 06:45	28/01/2023 07:25	39.67	D11	6060		AND-BAS	Dura	16.50	15.42	0		24.96	NO	92384	EDGAR VALDEZ MAMANI	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1707520
28/01/2023 10:01	28/01/2023 10:44	43.52	D11	6061		AND-BAS	Dura	16.50	15.59	0		22.75	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1707520
28/01/2023 17:27	28/01/2023 18:15	48.03	D11	3490		AND-BAS	Dura	16.00	15.42	60	75	19.99	NO	95035	CESAR HECTOR HUANCO HUANCOLLO	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1707520
29/01/2023 00:49	29/01/2023 01:26	37.57	D11	6136		AND-BAS	Dura	16.30	15.61	65	70	26.03	NO	10984	ANGEL FREDDY LINARES VASQUEZ	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1712149
29/01/2023 03:57	29/01/2023 04:39	42.00	D11	6099		AND-BAS	Dura	16.50	15.36	65	70	23.57	NO	10984	ANGEL FREDDY LINARES VASQUEZ	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1712149
29/01/2023 04:53	29/01/2023 05:34	40.70	D11	6059		AND-BAS	Dura	16.50	15.36	65	70	24.32	NO	10984	ANGEL FREDDY LINARES VASQUEZ	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1712149
29/01/2023 08:30	29/01/2023 09:45	74.85	D11	6094		AND-BAS	Dura	16.00	14.42	60	75	12.83	NO	95035	CESAR HECTOR HUANCO HUANCOLLO	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1712149
29/01/2023 09:52	29/01/2023 11:07	75.30	D11	6098		AND-BAS	Dura	16.00	15.40	60	75	12.75	NO	95035	CESAR HECTOR HUANCO HUANCOLLO	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1712149
29/01/2023 11:15	29/01/2023 12:31	75.73	D11	3670		AND-BAS	Dura	17.00	17.01	60	75	13.47	NO	95035	CESAR HECTOR HUANCO HUANCOLLO	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1712149
29/01/2023 12:34	29/01/2023 14:13	98.70	D11	5219		AND-BAS	Dura	16.00	15.77	60	75	9.73	NO	95035	CESAR HECTOR HUANCO HUANCOLLO	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1712149
29/01/2023 14:17	29/01/2023 16:19	121.60	D11	6097		AND-BAS	Dura	16.00	15.73	60	75	7.89	NO	95035	CESAR HECTOR HUANCO HUANCOLLO	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1712149
29/01/2023 16:44	29/01/2023 18:57	132.95	D11	6132		AND-BAS	Dura	16.00	15.32	60	75	7.22	NO	95035	CESAR HECTOR HUANCO HUANCOLLO	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1712149
29/01/2023 20:25	29/01/2023 21:40	75.72	D11	6131		AND-BAS	Dura	18.70	15.35	0	65	14.82	NO	10984	ANGEL FREDDY LINARES VASQUEZ	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1712149
30/01/2023 01:09	30/01/2023 03:20	131.82	D11	6095		AND-BAS	Dura	16.50	15.40	65	70	7.51	NO	10984	ANGEL FREDDY LINARES VASQUEZ	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1712149
30/01/2023 04:13	30/01/2023 06:39	145.87	D11	6107		AND-BAS	Dura	18.60	15.52	65	70	7.65	NO	10984	ANGEL FREDDY LINARES VASQUEZ	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1712149
30/01/2023 11:15	30/01/2023 15:02	226.85	D11	2536		AND-BAS	Dura	17.50	16.30	0		4.63	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1712149
30/01/2023 15:04	30/01/2023 16:10	66.35	D11	2535		AND-BAS	Dura	16.00	15.46	0		14.47	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1712149
30/01/2023 16:15	30/01/2023 17:10	55.62	D11	2534		AND-BAS	Dura	18.00	15.46	60	75	19.42	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPIUCA	1712149

Inicio	Fin	Duración (Min)	Perforadora	Point	Material Operador	RHI	Dureza de Roca	Profundidad	Profundidad Solicitada	RPMS	Pulldown	Mts/Hora	Reperforado	Registro	Operador	Tipo de Roca	Broca
30/01/2023 17:14	30/01/2023 18:20	65.82	D11	2533		AND-BAS	Dura	17.00	15.73	0		15.50	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
30/01/2023 18:26	30/01/2023 19:25	58.67	D11	2537		AND-BAS	Dura	18.00	17.28	0		18.41	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
30/01/2023 21:38	30/01/2023 23:41	123.00	D11	2532		AND-BAS	Dura	16.80	16.44	65	70	8.20	NO	10984	ANGEL FREDDY LINARES VASQUEZ	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
30/01/2023 23:47	31/01/2023 01:33	106.28	D11	2892		AND-BAS	Dura	16.80	15.34	60	70	9.48	NO	10984	ANGEL FREDDY LINARES VASQUEZ	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
31/01/2023 01:36	31/01/2023 04:01	144.98	D11	2893		AND-BAS	Dura	16.80	15.86	65	70	6.95	NO	10984	ANGEL FREDDY LINARES VASQUEZ	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
31/01/2023 06:11	31/01/2023 07:22	71.65	D11	4572		AND-BAS	Dura	16.50	16.78	60	75	13.82	NO	10984	ANGEL FREDDY LINARES VASQUEZ	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
31/01/2023 08:33	31/01/2023 09:30	56.70	D11	6106		AND-BAS	Dura	17.00	16.86	0		17.99	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
31/01/2023 09:40	31/01/2023 10:53	72.87	D11	3858		AND-BAS	Dura	18.00	15.38	0		14.82	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
31/01/2023 11:00	31/01/2023 12:21	81.20	D11	4217		AND-BAS	Dura	17.00	15.40	0		12.56	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
31/01/2023 13:02	31/01/2023 14:33	91.07	D11	5497		AND-BAS	Dura	17.00	15.56	0		11.20	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
31/01/2023 15:52	31/01/2023 17:52	120.63	D11	6129		AND-BAS	Dura	16.70	16.67	50	75	8.31	NO	92412	EDGAR YURI DELGADILLO LINARES	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
31/01/2023 17:56	31/01/2023 19:01	65.20	D11	6133		AND-BAS	Dura	16.70	17.03	50	75	15.37	NO	92412	EDGAR YURI DELGADILLO LINARES	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
31/01/2023 21:00	31/01/2023 21:32	31.77	D11	6134		AND-BAS	Dura	18.00	16.67	50	75	34.00	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
31/01/2023 21:43	31/01/2023 22:25	42.13	D11	3296		AND-BAS	Dura	18.00	16.63	50	75	25.63	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
31/01/2023 22:29	31/01/2023 22:59	30.00	D11	3297		AND-BAS	Dura	18.00	17.96	50	75	36.00	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
31/01/2023 23:06	31/01/2023 23:55	48.63	D11	3295		AND-BAS	Dura	17.00	15.98	50	75	20.97	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
31/01/2023 23:59	01/02/2023 00:47	47.55	D11	3294		AND-BAS	Dura	17.00	16.52	50	75	21.45	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
01/02/2023 00:51	01/02/2023 01:26	35.50	D11	3293		AND-BAS	Dura	17.00	16.98	50	75	28.73	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
01/02/2023 01:34	01/02/2023 02:56	82.08	D11	3857		AND-BAS	Dura	17.00	15.46	50	75	12.43	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
01/02/2023 03:50	01/02/2023 05:34	104.13	D11	6130		AND-BAS	Dura	17.00	15.38	50	75	9.80	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
01/02/2023 05:44	01/02/2023 07:20	96.08	D11	2905		AND-BAS	Dura	17.00	15.35	50	75	10.62	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
01/02/2023 09:34	01/02/2023 10:21	47.02	D11	2906		AND-BAS	Dura	17.00	13.78	0		21.69	NO	92117	ISAIAS CAHUANA HOLGUIN	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
01/02/2023 11:07	01/02/2023 11:42	34.72	D11	2907		AND-BAS	Dura	17.00	15.98	60	70	29.38	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
01/02/2023 11:44	01/02/2023 12:33	49.08	D11	2908		AND-BAS	Dura	17.00	17.00	60	70	20.78	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
01/02/2023 13:35	01/02/2023 14:35	60.17	D11	2909		AND-BAS	Dura	17.20	16.86	60	70	17.15	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
01/02/2023 14:43	01/02/2023 15:16	32.17	D11	2910		AND-BAS	Dura	18.00	16.98	60	70	33.58	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
01/02/2023 15:19	01/02/2023 16:15	56.38	D11	3520		AND-BAS	Dura	17.00	17.01	60	70	18.09	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
01/02/2023 16:17	01/02/2023 17:32	74.73	D11	2911		AND-BAS	Dura	16.50	15.86	60	70	13.25	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
01/02/2023 17:36	01/02/2023 18:40	64.40	D11	3522		AND-BAS	Dura	18.00	16.90	60	70	16.77	NO	95856	ELVIS APOLONIO COLQUE CUAYLA	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
01/02/2023 20:47	01/02/2023 22:15	88.42	D11	2912		AND-BAS	Dura	17.00	13.98	50	65	11.54	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
01/02/2023 22:22	01/02/2023 23:46	84.00	D11	3446		AND-BAS	Dura	18.00	15.63	55		12.86	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
01/02/2023 23:54	02/02/2023 00:53	59.40	D11	2913		AND-BAS	Dura	17.00	15.46	50	70	17.17	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
02/02/2023 02:07	02/02/2023 02:59	51.87	D11	3519		AND-BAS	Dura	18.00	16.82	50	75	20.82	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149
02/02/2023 04:50	02/02/2023 05:19	28.90	D11	2914		AND-BAS	Dura	17.00	15.69	50	75	35.29	NO	91525	JUAN JESUS FLOR SOTO	ANDESITA BASALTICA PROPIICA	1712149

Nota: Documentado de sistema de despacho, superintendencia de operaciones mina.

ANEXO 04: Formato de seguimiento mensual de brocas.

EQUIPO	# BROCA	Nº SERIE	MARCA	MODELO	MEDIDA	RECORRIDO (m)	Nº TALADROS
D11	160	1745816	Varel	RB-60	12 1/4	1012	61
	161	1745831	Varel	RB-60	12 1/4	1015	65
	162	1743603	Varel	RB-60	12 1/4	1002	64
	163	1743587	Varel	RB-60	12 1/4	1015	62
	164	1748642	Varel	RB-60	12 1/4	1092	66
	165	1748638	Varel	RB-60	12 1/4	1037	63
D13	166	1759193	Varel	RB-60'	10 5/8	3197	195
	167	1755409	Varel	RB-60'	10 5/8	1430	84
	168	1759481	Varel	RB-60'	10 5/8	3931	236
	169	1746348	Varel	RB-60'	10 5/8	4383	270
	170	1746340	Varel	RB-60'	10 5/8	1413	80
	171	1746343	Varel	RB-60'	10 5/8	2139	131
D14	172	1759490	Varel	RB-60'	10 5/8	2144	131
	173	1739964	Varel	RB-60'	10 5/8	1414	89
	174	1755414	Varel	RB-60'	10 5/8	3478	212
	175	1755408	Varel	RB-60'	10 5/8	5314	320
	176	1746347	Varel	RB-60'	10 5/8	3701	227
D16	177	1745826	Varel	RB-60	12 1/4	1090	65
	178	AT25288	Epiroc	EP-64	12 1/4	1532	107
	179	1745775	Varel	RB-60	12 1/4	1266	76
	180	1748632	Varel	RB-60	12 1/4	1333	78
	181	35761525	Epiroc	EP-64	12 1/4	3848	226
D17	182	1759192	Varel	RB-60'	10 5/8	2449	148
	183	1755416	Varel	RB-60'	10 5/8	2186	132
	184	1739994	Varel	RB-60'	10 5/8	1770	109
	185	1759195	Varel	RB-60'	10 5/8	3835	232
	186	1755415	Varel	RB-60'	10 5/8	1689	102
D18	187	AT25276	Epiroc	EP-64	12 1/4	1302	77
	188	1745824	Varel	RB-60	12 1/4	1320	78
	189	1743609	Varel	RB-60	12 1/4	1136	67
	190	1748640	Varel	RB-60	12 1/4	1034	61
	191	1745822	Varel	RB-60	12 1/4	1082	67
	192	35761526	Epiroc	EP-64	12 1/4	2599	154
	193	35761524	Epiroc	EP-64	12 1/4	2537	143

Nota: Documentado de la jefatura de perforación y disparos.

ANEXO 06: Especificaciones técnicas de Varel

DIAMETER		SOFT TO MEDIUM				MEDIUM TO HARD			HARD TO VERY HARD		PIN SIZE		APPROX. WEIGHT	
in	mm	→				→			→		Inches	lbs	kg	
6.25	159					RB53					3 1/2	42	19.1	
6.75	171			RB40	RB50	RB60			RB70		3 1/2	46	20.9	
7.375	187			RB40	RB50						3 1/2	58	26.3	
7.875	200		RB30	RB40	RB50	RB53	RB60	RB63			4 1/2	76	34.5	
8.5	216			RB40					RB67		4 1/2	83	37.6	
8.75	222					RB63					4 1/2	83	37.6	
9	229	RB20	RB30	RB40	RB43	RB53	RB60	RB67		4 1/2	96	43.5		
9.875	251		RB35	RB40		RB53	RB60	RB63	RB67	RB70	6 5/8	145	65.8	
10.625	270	RB25	RB30	RB40	RB43	RB47	RB53	RB60	RB63	RB67	6 5/8	157	71.2	
11	279					RB53	RB60	RB63	RB67		6 5/8	193	87.5	
12.25	311			RB40	RB43	RB47	RB53	RB60	RB63	RB67	RB70	6 5/8	225	102.1
13.75	349				RB43	RB53	RB57	RB67		6 5/8	292	132.4		
15	381					RB53	RB60			7 5/8	362	164.2		
16	406					RB60*					7 BECO	580	263.1	



RB47

10,000 to 30,000 psi
COMPRESSIVE STRENGTHS

70 to 120 rpm
ROTATION SPEED

All sizes
JET CIRCULATION

2,500 to 5,000 lbs/inch
DRILLING WEIGHTS



RB50

10,000 to 30,000 psi
COMPRESSIVE STRENGTHS

70 to 120 rpm
ROTATION SPEED

All sizes
JET CIRCULATION

2,500 to 5,000 lbs/inch
DRILLING WEIGHTS



RB53

12,000 to 30,000 psi
COMPRESSIVE STRENGTHS

70 to 120 rpm
ROTATION SPEED

All sizes
JET CIRCULATION

2,500 to 5,000 lbs/inch
DRILLING WEIGHTS



RB60

25,000 to 45,000 psi
COMPRESSIVE STRENGTHS

60 to 100 rpm
ROTATION SPEED

All sizes
JET CIRCULATION

3,000 to 6,000 lbs/inch
DRILLING WEIGHTS



RB63

27,500 to 47,500 psi
COMPRESSIVE STRENGTHS

60 to 100 rpm
ROTATION SPEED

All sizes
JET CIRCULATION

3,000 to 6,000 lbs/inch
DRILLING WEIGHTS



RB67

30,000 to 50,000 psi
COMPRESSIVE STRENGTHS

60 to 100 rpm
ROTATION SPEED

All sizes
JET CIRCULATION

3,000 to 6,500 lbs/inch
DRILLING WEIGHTS

Nota: Especificaciones técnicas de brocas. Fuente: Catálogo de Varel

ANEXO 07: Especificaciones técnicas de Coretech

Diámetro de Brocas	Código PEX	Nº Producto	IADC	Código de Producto	Principales Beneficios	Cir	Peso		PIN conn	Modo de Perforación	
							lbs	kg		LB	RPM
9 7/8" 250mm	PEX1670	DH645	6-4-5	9" DH645	BS, Desgaste cónico carburo resistente, armadura.	Jet			6 5/8" API		
10 5/8" 270mm	PEX000100 47	DH535	5-3-5	10 5/8" DH535	BS, Desgaste cónico carburo resistente, armadura.	Jet	163	74	6 5/8"API	21,250 - 53,125	80-110
10 5/8" 270mm	PEX000100 48	DH725	7-2-5	10 5/8" DH725	BS, Desgaste cónico carburo resistente, armadura.	Jet	163	74	6 5/8"API	42,500 - 85,000	69-90
10 5/8" 270mm	PEX000100 49	DH645	6-4-5	10 5/8" DH645	BS, Desgaste cónico carburo resistente, armadura.	Jet	163	74	6 5/8"API		
10 5/8" 270mm	PEX000100 80	DH715	7-1-5	10 5/8" DH715	BS, Desgaste cónico carburo resistente, armadura.	Jet	163	74	6 5/8"API		
11" 279mm	PEX1568	DH645	6-3-5	11" DH635	BS, Desgaste cónico carburo resistente, armadura.	Jet	163	74	6 5/8"API		
11" 279mm	PEX1363	DH645	6-4-5	11" DH645	BS, Desgaste cónico carburo resistente, armadura.	Jet	163	74	6 5/8"API	31,875 - 75,000	60-100
12 1/4" 311mm	PEX1384	DH545	5-4-5	12 1/4" DH545	BS, Desgaste cónico carburo resistente, armadura.	Jet	225	102	6 5/8"API	50,000 - 100,000	80-110
12 1/4" 311mm	PEX1385	DH642	6-4-2	12 1/4" DX642	BS, Desgaste cónico carburo resistente, armadura.	Jet	225	102	6 5/8"API	50,000 - 100,000	80-110
12 1/4" 311mm	PEX1386	DH715	7-1-5	12 1/4" DH715	BS, Desgaste cónico carburo resistente, armadura.	Jet	225	102	6 5/8"API	70,000 - 110,000	60-90
12 1/4" 311mm	PEX1387	DH725	7-2-5	12 1/4" DH725	BS, Desgaste cónico carburo resistente, armadura.	Jet	225	102	6 5/8"API	70,000 - 110,000	60-90
12 1/4" 311mm	PEX1388	DH645	6-4-5	12 1/4" DH645	BS, Desgaste cónico carburo resistente, armadura.	Jet	225	102	6 5/8"API	50,000 - 100,000	60-100
12 1/4" 311mm		DX722	7-2-2	12 1/4" DH715	BS, Desgaste cónico carburo resistente, armadura.	Jet	225	102	6 5/8"API	70,000 - 110,000	60-90
12 1/4" 311mm	PEX1608	DH545	5-4-5	12 1/4" DH545	BS, Desgaste cónico carburo resistente, armadura.	Jet	225	102	6" BECO		
12 1/4" 311mm	PEX1609	DH645	6-4-5	12 1/4" DH645	BS, Desgaste cónico carburo resistente, armadura.	Jet	225	102	6" BECO	70,000 - 110,000	60-90
12 1/4" 311mm	PEX1610	DH715	7-1-5	12 1/4" DH715	BS, Desgaste cónico carburo resistente, armadura.	Jet	225	102	6" BECO	70,000 - 110,000	60-90

Identificación de brocas	Tamaño de brocas		código IADC	Línea de producto	Hilo de conexión		Peso bruto, kg Dimensiones de envío, mm
	mm	pulg			API	GOST	
228,6 (9) MTR837	228.6	9	837Y	Motor	Pin 4 1/2 Reg	Z-117	41.7 255 x 255 x 389
250,8 (9 7/8) MTR837	250.8	9 7/8			Pin 6 5/8 Reg	Z-152	62.2 295 x 295 x 439
279,4 (11) MTR837	279.4	11					79.1 340 x 340 x 524
311,1 (12 1/4) MTR837	311.1	12 1/4					101.1 340 x 340 x 524
349,2 (13 3/4) GRDX837	349.2	13 3/4		Grand Xtreme	Pin 7 5/8 Reg	Z-177	139.6 430 x 430 x 676
381,0 (15) GRDX837	381.0	15					175.6 430 x 430 x 676
444,5 (17 1/2) GRDX837	444.5	17 1/2					232.3 475 x 475 x 702

Nota: Especificaciones técnicas de brocas. Fuente: Catálogo de Coretech

ANEXO 08: Especificaciones técnicas de Epiroc

Diameter inch	Diameter mm	Part number	Catalog code	IADC	Description
5½	130	93001001	112-3130-52-FB-C-02	522	5½" F5
5½	149	93001002	114-3149-62-FB-F-02	622	5½" F6
6¼	159	93001051	114-0159-33-FB-5-02	332	6¼" F33
6¼	159	93001003	114-3159-52-FB-C-02	522	6¼" F5
6¼	159	5697001526	114-3159-62-FB-CVH-02	622	6¼" F62
6¼	159	5697000523	114-3171-62-FB-CH-02	622	6¼" F6
6¼	159	93001005	114-3159-64-FB-F-02	642	6¼" F65
6¼	171	93001007	114-3171-52-FB-OA-02	522	6¼" F5
6¾	171	5697001622	114-3171-52-FB-OA-02	522	6¾" F5
6¾	171	5697001723	117-3171-52-FB-OA-02	522	6¾" F5
6¾	171	93001083	114-3171-62-FB-CVH-02	622	6¾" F62
6¾	171	93001008	114-3171-62-FB-FA-02	622	6¾" F6
6¾	171	93001009	114-3171-73-FB-CA-02	732	6¾" F7
6¾	171	93001090	114-3171-73-FB-CAH-02	732	6¾" F7
6¾	171	5697001619	114-3171-73-FB-CA-02	732	6¾" F7
6¾	171	5697001621	114-3171-73-FB-CAH-02	732	6¾" F7
7½	187	93002271	114-3187-43-FB-C-01	431	7½" F4
7½	200	93001010	117-3200-41-FB-CA-02	412	7½" F35
9½	251	93001028	118-3251-42-FB-CA-02	422	9½" F4
9½	251	93001053	118-0251-33-FB-5-02	332	9½" F33
9½	251	5697000541	118-3251-42-FB-CAH-02	422	9½" F42
9½	251	5697000527	118-3251-52-FB-CAH-02	522	9½" F5
9½	251	93001087	118-3251-62-FB-CV-02	622	9½" F62
9½	251	93001058	118-3251-63-FB-C-02	632	9½" F6
9½	251	93001031	118-3251-63-FB-CA-02	632	9½" F6
9½	251	93001032	118-3251-64-FB-CA-02	642	9½" F64
9½	251	88054154	118-3251-71-FB-CYHV-02	712	9½" F71
9½	251	93010234	117-3251-73-FB-CYH-02	732	9½" F73
9½	251	93001034	118-3251-73-FB-CY-02	732	9½" F7
9½	251	93001035	118-3251-73-FB-CYH-02	732	9½" F7
9½	251	93010219	117-3251-73-FB-CYH-02	732	9½" F73
9½	251	5697000529	118-3251-73-FB-CYH-02	732	9½" F73
9½	251	5697000524	117-3251-73-FB-CYH-02	732	9½" F73
9½	251	88057167	117-3251-73-FB-CYH-02	732	9½" F73
12¼	311	93001046	118-3311-53-FB-CA-02	532	12¼" F5
12¼	311	93001047	118-3311-63-FB-CY-02	632	12¼" F6
12¼	311	93001080	118-3311-64-FB-CYV-02	642	12¼" F66
12¼	311	5697000528	118-3311-64-FB-CYV-02	642	12¼" F64
12¼	311	93001079	118-3311-73-FB-CYW-02	732	12¼" F7

Tipo de broca por equipo

Epiroc rig	Bit size				
	7½"	9"	9¾"	10½"	12¼"
IDM 30	•				
IDM 45	•				
DM 45/50	•	•			
DML SP	•	•	•		
DML	•	•	•		
PV231/235	•	•	•		
IDM 70		•	•		
PV271/275	•	•	•	•	
CDM 75		•	•		
DM-M3			•	•	•
PV 311/316		•	•	•	•
DM-H2				•	•
PV351				•	•
Competitor rigs				CAT MD6640	
				P&H 320 XPC, Sandvik DR416i	
				P&H 250XPC	
				P&H 285XPC, Sandvik 1190E, DR412i	

Nota: Especificaciones técnicas de brocas. Fuente: Catálogo de Epiroc