

Carrera de Ingeniería de Minas

**“OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE PERFORACIÓN  
Y REDUCCIÓN DE COSTOS, MEDIANTE LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA  
AFILADORA DE BROCAS EN LA CM  
CRISTOBAL,2024”**

**Trabajo de suficiencia profesional para optar al título profesional de:**

**Ingeniero de Minas**

**Autor:**

Victor Esneider Cardenas Salazar

**Asesor:**

Msc. Ing. Danny Daniel Valderrama Gutiérrez

<https://orcid.org/0000-0002-6810-8910>

Lima - Perú

2025

## Informe de Similitud






Página 2 of 60 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega: trn:oid::1:3313765310

# 12% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Fuentes principales

- 5%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 10%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## **Dedicatoria**

Este trabajo va dedicado para mis padres y familiares que me ayudaron a cumplir esta meta profesional.

## **Agradecimiento**

Agradecido principalmente con Dios por guiarme a culminar mi carrera profesional, mis padres Geremias Cardenas Contreras y Tereza Salazar Calderón, también a mi asesor Mg. Lic. Danny Daniel Valderrama Gutiérrez, por apoyarme en mi trabajo de titulación.

**Tabla de contenido**

Índice de tablas .....	6
Índice de Figuras.....	7
RESUMEN EJECUTIVO.....	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	14
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....	27
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	49
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
REFERENCIAS.....	54
ANEXOS .....	55

## Índice de tablas

Tabla 1 Descripción de aceros en prueba.....	32
Tabla 2 Rendimiento de aceros en mineral y desmonte.....	33
Tabla 3 Se presenta información de perforación sin afilado.....	34
Tabla 4 Tiempo de perforación por taladro.....	36
Tabla 5 Brocas de sostenimiento en prueba R28*38.....	37
Tabla 6 Rendimiento de broca R28-38 sin afilar (S-1).....	39
Tabla 7 Rendimiento de broca R28-38 sin afilar (S-2).....	40
Tabla 8 Tiempo de perforación sin afilado.....	41
Tabla 9 Tiempos de perforación con afilado R32*45.....	44
Tabla 10 Tiempo de perforación con afilado R28*38.....	45

### Índice de Figuras

Figura 1 Organigrama de la empresa CM Cristobal SAC.....	10
Figura 2 Representación de una broca tricónica.....	17
Figura 3 Broca de botón, hechas de carburo de tugsteno.....	18
Figura 4 Representación gráfica de broca tipo diamante.....	19
Figura 5 Representación gráfica de broca helicoidal.....	19
Figura 6 Representación gráfica de broca barril.....	20
Figura 7 Representación gráfica de brocas tipo pala.....	20
Figura 8 Afiladora manual.....	22
Figura 9 Representación de una afiladora semiautomática.....	23
Figura 10 Representación de una máquina afiladora mecanizada.....	24
Figura 11 Representación de una máquina afiladora portátil.....	25
Figura 12 Consumo de aceros de perforación enero-2024.....	29
Figura 13 Costo de consumo de aceros mes de febrero-2024.....	30
Figura 14 Consumo de aceros de perforación del mes de abril-2024.....	31
Figura 15 Costos totales del consumo de brocas del mes de abril .2024.....	31
Figura 16 Broca R32*45.....	32
Figura 17 Broca R28*38.....	37
Figura 18 Eficiencia de la broca R28*38.....	38
Figura 19 Máquina afiladora de brocas implementada.....	42
Figura 20 Se muestra el consumo de brocas en el mes de julio-2024.....	42
Figura 21 Consumo total de brocas en el mes de septiembre-2024.....	43
Figura 22 Tendencia del antes y después de la máquina afiladora.....	46
Figura 23 Comparativo de eficiencia en perforación con broca R32*45.....	47
Figura 24 Comparativo de eficiencia en perforación en broca R28*38.....	48

## **RESUMEN EJECUTIVO**

La empresa en la cual me encuentro laborando, especialista en rotura, presento un elevado costos de aceros, al mismo tiempo demoras en la perforación de una malla en un frente, lo cual significa mayor costos operativos para la empresa, debido que la empresa ejecuta principalmente rotura del macizo rocoso, por lo cual se realizó un estudio de campo, sintetizado la información recolectada con la ayuda de herramientas office, análisis estadístico, entre otras, para luego plantear como alternativa una máquina afiladora de brocas, realizando una evaluación de factibilidad técnico-económica, obteniendo resultados positivos en cuanto a reducción de tiempos de perforación y costos de aceros para la empresa.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Experiencia profesional

Soy Bachiller en la carrera de ingeniería de minas, graduado en la Universidad Privada del Norte en la sede de Trujillo. En el transcurso de mis estudios adquirí conocimientos teóricos que estoy transmitiendo en mi puesto de trabajo, estando actualmente en el área de logística mina.

#### 1.1.1 Funciones en el puesto actual

- ✓ La principal función de este puesto es sintetizar los gastos operacionales en mina.
- ✓ Presentar informes del presupuesto ejecutado vs el proyectado mensualmente.
- ✓ Proponer y ejecutar proyectos de optimización de gastos y mejora en operaciones mina.
- ✓ Analizar y presentar resultados, a través de estrategias y/o proyectos de mejora para la empresa.

### 1.2 Descripción de la empresa

La empresa CM Cristobal fue fundada aproximadamente en el año 1999, desde entonces desarrolla proyectos con una ejecución óptima, mediante servicios operacionales integrales, adecuándose a la minería sostenible y responsable. Destacando principalmente la seguridad de sus colaboradores, a través de la creación de ambientes y condiciones de trabajos seguros.

#### 1.2.1 Misión de la empresa

La misión como empresa es desarrollar de manera eficiente necesidades eficientes de gestión operativa, centrándose en minería subterránea, cumpliendo con estándares de un buen servicio, establecidas en el reglamento de minería para

un desarrollo sostenible, trabajando de la mano con el cumplimiento de sus peticiones de sus clientes, además de priorizar la integridad de sus colaboradores, bienestar ambiental y social.

### **1.2.2 Visión de la empresa**

Consolidarse como un socio estratégico sostenible de la industria minera a nivel nacional, en servicios de operación y gestión minera. De la misma manera a mediano plazo ampliar sus negocios y mercados conexos nacionales e internacionales.

### 1.3 Organigrama

**Figura 1**

Organigrama de la empresa CM Cristobal SAC



Nota: Elaboración propia.

## **1.4 Servicios que ofrece la empresa**

CM Cristobal se ha consolidado como una empresa segura y estable en el rubro minero, cumpliendo estándares internacionales debidamente certificadas, respaldado por sus 24 años de experiencia brindando soluciones en la ejecución de proyectos integrales en minería. A continuación, se detalla las actividades que realiza la empresa.

### **1.4.1 Exploración, desarrollo y preparación**

Como empresa se centra en avances semi mecanizados y mecanizados, utilizando los equipos adecuados para este tipo de trabajos. Principalmente ejecutando trabajos en by pass, cruceros, rampas, galerías, tajos, etc. Esto depende de las secciones y especificaciones de nuestros clientes.

### **1.4.2 Excavaciones verticales e inclinadas**

Centrado en el avance de chimeneas convencionales e inclinadas, con el propósito de proporcionar una infraestructura adecuada para servicios de ventilación y echaderos, asimismo la construcción de piques de exploración y acceso de personal, materiales, etc.

### **1.4.3 Explotación de mineral**

Los métodos convencionales implican el uso de equipos manuales y semi-mecánicos, mientras que los métodos mecanizados utilizan métodos como, corte y relleno ascendente y descendente, Sublevel Stopping, cámaras y pilares, etc.

### **1.4.4 Sostenimiento de labores mineras**

En la empresa para realizar el sostenimiento utiliza materiales como por ejemplo pernos de fricción, malla, cimbras, shotcrete, etc., en el caso de sostenimiento convencional el principal material utilizado es la madera.

#### **1.4.5 Limpieza, acarreo y transporte**

En esta actividad se cuenta con scoops de (2, 3.5,4. 6 y 9 yardas, asimismo se cuenta con equipo de carga de bajo perfil tipo dumpers.

#### **1.4.6 Servicios auxiliares**

Centrados en actividades referidos al diseño e instalación de sistemas de ventilación, también especializados en relleno hidráulico, bombeo, instalación de tuberías de agua, cumpliendo con los estándares requeridos para interior mina.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Minería

La minería es una actividad económica y técnica que comprende el conjunto de procesos destinados a la extracción de minerales y otros recursos geológicos valiosos de la corteza terrestre. Esta actividad incluye diversas etapas, desde la prospección y exploración del yacimiento, pasando por la explotación, hasta el procesamiento y comercialización del mineral extraído.

La minería se clasifica en varias categorías según su escala y el método de extracción utilizado. La gran minería se caracteriza por el uso de grandes inversiones de capital, infraestructura avanzada y tecnología de punta. Por otro lado, la minería artesanal es una actividad de menor escala, realizada generalmente por individuos o grupos pequeños, con técnicas manuales y sin el uso de maquinaria pesada. (Real Academia Española, 2024).

Además de su importancia económica, la minería tiene un impacto significativo en el medio ambiente y en las comunidades locales. Por ello, es esencial que las actividades mineras se realicen bajo regulaciones estrictas que promuevan la sostenibilidad y minimicen los efectos negativos en el entorno natural y social.

Podemos clasificar de la siguiente manera, metales preciosos como el oro y la plata, metales siderúrgicos, (hierro, titanio níquel,etc), metales básicos ( cobre, plomo, estaño y cinc), metales ligeros, magnesio y aluminio, metales nucleares, (uranio, radio y torio) y los metales especiales como litio, germanio, galio o arsénico (Bernaloa, 2011).

## 2.1 Perforación

Es la operación inicial que se realiza para crear cavidades cilíndricas en el macizo rocoso, denominados taladros, en la cual primero se procede a crear una distribución específica de puntos donde se va a perforar, usando comúnmente brocas, llamada malla de perforación, dicho proceso se realiza con la finalidad de contener en su interior el explosivo que ayudara a la rotura de la roca. Este proceso se define como la fuerza de impacto que, en combinación con fuerza de rotación, generando la fragmentación rocosa. (Sanchez, 2013)

## 2.2 Equipos de perforación

Los equipos de perforación en minería son maquinarias especializadas utilizadas para excavar y perforar agujeros en el suelo con fines de exploración, extracción de minerales o construcción de túneles. Estos equipos son fundamentales para diversas etapas del proceso minero, desde la prospección inicial hasta la explotación y desarrollo de la mina. Se clasifican según el método de perforación empleado (por ejemplo, rotativa, percusión, o diamantina) y se diseñan para adaptarse a diferentes tipos de terreno y profundidad, así como para optimizar la eficiencia y seguridad del trabajo. Entre los principales componentes de los equipos de perforación se incluyen la torre o mástil, los motores, los sistemas de bombeo, las brocas de perforación y los sistemas de control. La selección del equipo adecuado depende de factores como la geología del terreno, el tamaño y la forma de los depósitos minerales, y los objetivos específicos de la perforación (López,2021).

### 2.2.1 Jumbo

Un jumbo es un equipo de perforación utilizado principalmente en la minería subterránea para realizar perforaciones en túneles, galerías y frentes de trabajo. Este equipo

cuenta con una estructura móvil y uno o más brazos hidráulicos que sostienen las perforadoras, lo que le permite realizar perforaciones precisas en diferentes ángulos y profundidades. Las funciones principales de un jumbo incluyen la preparación de perforaciones para voladuras, la creación de túneles y la ampliación de galerías. Su diseño permite operar en espacios reducidos y facilitar la perforación en patrones predefinidos que optimizan el uso de explosivos y maximizan la eficiencia en la extracción de minerales. Además, muchos jumbos modernos están equipados con sistemas de automatización y control remoto, lo que aumenta la seguridad y reduce la exposición de los trabajadores a condiciones peligrosas (González, 2023).

### 2.2.2 Muki

El equipo muki es un tipo de jumbo compacto diseñado específicamente para trabajos de perforación en minería subterránea, especialmente operaciones en reducido tamaño o en secciones pequeñas, como minas de vetas angostas. Este equipo se caracteriza por su diseño compacto, maniobrabilidad y capacidad para operar en espacios confinados, lo que lo hace ideal para túneles y galerías.

Asimismo, está equipado con un brazo articulado que permite una gran precisión en la perforación y un alcance adecuado para pequeñas secciones. Su sistema hidráulico avanzado y su cabina de operación ergonómica garantizan tanto la eficiencia como la seguridad del operador. Además, este equipo incorpora tecnologías modernas, como sistemas de control remoto y monitoreo en tiempo real, que mejoran la productividad y reducen los riesgos asociados con la operación manual en ambientes hostiles. Su bajo consumo de energía y su adaptabilidad a diversas condiciones geológicas lo convierten en una opción sostenible y rentable para la minería subterránea (Ramírez & López, 2022).

### **2.2.3 Bolter**

Entre sus funciones principales se encuentran la perforación precisa, la instalación de anclajes y la aplicación de mallas metálicas o láminas de soporte adicionales. Su diseño permite trabajar en condiciones extremas, adaptándose a diferentes configuraciones y tipos de roca. En los equipos más avanzados, se incorporan sistemas de automatización y telemetría que optimizan la productividad, reducen el tiempo de operación y mejoran la seguridad en áreas de difícil acceso o con alta inestabilidad geológica (Martínez,2020).

### **2.2.4 Raptor**

El equipo de perforación Raptor es una maquinaria diseñada para realizar perforaciones de alta precisión en diferentes tipos de terrenos. Este equipo es ampliamente utilizado en la industria de la construcción, minería, exploración geotérmica y petróleo, destacándose por su eficiencia, versatilidad y tecnología avanzada. Los equipos Raptor suelen incorporar sistemas de perforación rotatoria y percutida, permitiendo adaptarse a distintas profundidades y diámetros de perforación según los requerimientos del proyecto. Además, están equipados con controles automatizados que mejoran la seguridad y reducen el margen de error durante las operaciones. Entre sus características principales se encuentran su diseño robusto, sistemas hidráulicos avanzados, y opciones de configuración que permiten su uso en terrenos complicados o condiciones ambientales adversas. Estos equipos son reconocidos por minimizar los tiempos de inactividad, optimizar el consumo energético y garantizar resultados consistentes.

## **2.3 Broca (acero para perforación)**

La broca de perforación es una herramienta de corte diseñada específicamente para crear orificios en diferentes materiales, como madera, metal, concreto, roca o suelo,

dependiendo de su tipo y diseño. En el contexto de la perforación de taladros, la broca es el elemento que, mediante la rotación y la aplicación de fuerza, corta, desgasta o perfora el material objetivo. Estas herramientas se fabrican en diversos tamaños, formas y materiales, como acero de alta velocidad, carburo de tungsteno o diamante, para adaptarse a distintas aplicaciones industriales, desde trabajos de precisión hasta perforaciones en terrenos extremadamente duros.

En la perforación industrial, especialmente en minería y exploración geológica, las brocas están diseñadas para soportar condiciones extremas, como altas temperaturas y presiones. Pueden clasificarse en diversos tipos, como brocas tricónicas, de diamante, helicoidales o de inserción, según el método de perforación empleado. Además, incluyen características específicas, como bordes cortantes, revestimientos protectores y mecanismos para evacuar los residuos del material perforado, lo que garantiza un rendimiento óptimo y una mayor vida útil (Ramos 2021).

### **2.3.1 Brocas tricónicas**

Compuestas por tres conos rotativos con dientes de acero o insertos de carburo de tungsteno. Son ideales para perforar en terrenos duros y abrasivos. Su diseño permite una alta tasa de penetración y larga vida útil.

**Figura 2**

**Representación de una broca tricónica**



Nota. Extraído de Dendata Perú, 2022.

**2.3.2 Brocas de botón (Button Bits)**

Diseñadas con botones de carburo de tungsteno en la superficie de perforación, son comunes en perforaciones percutivas y rotativas, utilizadas en terrenos duros y fracturados.

**Figura 3**

Broca de botón, hechas de carburo de tungsteno



Nota. Extraída de Litian,2024.

### 2.3.3 Brocas de diamante

Incorporan partículas de diamante industrial en su estructura, lo que las hace altamente resistentes al desgaste. Estas brocas son ideales para perforaciones profundas y terrenos extremadamente duros.

#### Figura 4

Representación gráfica de broca tipo diamante



Nota. Extraído de Prodiamco, 2022.

### 2.3.4 Brocas helicoidales

Utilizadas principalmente en terrenos más suaves, como suelos y arcillas. Su diseño helicoidal permite la extracción eficiente de materiales sueltos, este tipo de brocas son eficiente en tipo de terrenos donde su RMR, (Resistencia del macizo rocoso) es bajo, es decir permisible al momento de realizar la perforación.

### Figura 5

Representación gráfica de broca helicoidal



Nota. Extraído de Tecnocorte, 2019

#### 2.3.5 Brocas de barril

Empleadas para perforación de núcleos, permitiendo la extracción de muestras cilíndricas del subsuelo. Son esenciales en exploración geológica y minera.

### Figura 6

Representación gráfica de broca barril



Nota. Extraído de Cahema,2023

### 2.3.6 Brocas de pala

Diseñadas para trabajos de perforación en materiales blandos. Son económicas y fáciles de fabricar, aunque menos efectivas en terrenos duros.

#### Figura 7

Representación gráfica de brocas tipo pala



Nota. Extraído de MVM Suplies, 2023

### 2.4 Máquinas afiladoras de brocas

Las máquinas afiladoras de brocas son equipos especializados diseñados para restaurar el filo y la geometría original de las brocas, garantizando un rendimiento óptimo en procesos de perforación. Estas máquinas son esenciales en industrias como minería, construcción, y manufactura, donde el desgaste constante de las herramientas puede afectar la productividad y la precisión.

Existen diferentes tipos de afiladoras, adaptadas a las características de las brocas y sus materiales. Algunas son manuales, mientras que otras son automáticas o semiautomáticas, integrando sistemas de control numérico computarizado (CNC) para mayor precisión. Entre sus componentes principales destacan:

### 2.4.1 Afiladora de brocas manuales

Estas máquinas son compactas y fáciles de usar. Operan mediante mecanismos simples que permiten al operador ajustar el ángulo y afilar manualmente las brocas, son ideales para talleres pequeños o trabajos ocasionales.

#### ✓ Ventajas

La principal ventaja de las afiladoras manuales es su bajo costo, lo que las hace accesibles para pequeños talleres o aficionados. Su diseño compacto las convierte en una opción práctica para espacios limitados o para transportar fácilmente. Además, ofrecen flexibilidad en el control del ángulo y la presión de afilado, permitiendo que el usuario adapte el proceso según sus necesidades específicas. Son ideales para trabajos esporádicos y para quienes prefieren tener control directo sobre el resultado (Bardal 2023)

### Figura 8

Afiladora manual



Nota. Extraído de Verified, 2024

## 2.4.2 Afiladoras de brocas semiautomáticas

Las afiladoras semiautomáticas combinan características manuales y automatizadas. Estas máquinas suelen incluir sistemas de guías precisas y ajustes preconfigurados, que facilitan el proceso de afilado.

### ✓ Ventajas

Ofrecen un equilibrio entre costo y funcionalidad. Al incorporar guías y ajustes automáticos, garantizan una mayor precisión en el afilado, incluso para usuarios con poca experiencia. Estas máquinas son ideales para talleres pequeños o medianos, ya que permiten un afilado más rápido y consistente en comparación con las manuales. También son versátiles, ya que pueden adaptarse a una amplia variedad de brocas y materiales (Bardal 2023).

### Figura 9

#### Representación de una afiladora semiautomática



Nota. Extraído de Core tech, 2023.

### 2.4.3 Afiladora de brocas automáticas

Las afiladoras automáticas son equipos avanzados que realizan todo el proceso de afilado sin intervención directa del usuario, más allá de colocar la broca y seleccionar las configuraciones.

#### ✓ **Ventajas**

La principal ventaja de las afiladoras automáticas es su eficiencia. Estas máquinas pueden afilar grandes volúmenes de brocas en un tiempo mínimo, lo que las hace ideales para industrias o talleres con alta demanda. Su precisión es inigualable, ya que utilizan sistemas calibrados que garantizan un ángulo y acabado perfectos en cada afilado. También minimizan el margen de error humano y reducen el desgaste irregular de las brocas. Además, suelen incluir características avanzadas, como sensores de desgaste y ajustes automáticos para diferentes tipos de brocas (Bardal 2023).

#### **Figura 10**

Representación de una máquina afiladora mecanizada



Nota. Extraída de Ferrindustrial, 2024.

#### 2.4.4 Afiladoras portátiles

Las afiladoras portátiles son dispositivos compactos diseñados para ser transportados fácilmente. Suelen ser eléctricas o manuales y están diseñadas para afilar brocas en el lugar de trabajo.

##### ✓ Ventajas

Estas máquinas destacan por su portabilidad y facilidad de uso. Son ideales para técnicos que trabajan en diferentes ubicaciones y necesitan herramientas ligeras y prácticas. Aunque su diseño es sencillo, muchas afiladoras portátiles ofrecen resultados satisfactorios para trabajos ligeros o medianos. También son una opción económica para quienes necesitan afilar brocas ocasionalmente (Bardal 2023)

#### Figura 11

#### Representación de una máquina afiladora portátil



Nota. Extraído de Motools,2022

## **CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA**

### **3.1 El proceso de ingreso a la empresa**

Postule a la empresa CM Cristobal que hasta la fecha ejecuta operaciones en el Consorcio Minero Horizonte, en diciembre del año 2023, siendo contratado en enero del 2024, ingresando con el cargo de ayudante perforista, luego de tres meses se genera una vacante para el área de Logística, mina-operaciones.

### **3.2 Equipo de trabajo**

#### **Gerencia general**

- Solventar con los recursos necesarios para el cumplimiento de los proyectos planteados.
- Cumplir con las normas legales, estipuladas para el sector minero.
- Aprobar propuestas de mejora planteadas por las diferentes áreas involucradas en el proyecto minero.
- Participar activamente en visitas al proyecto en desarrollo, para velar el correcto cumplimiento de la operación minera.
- Evaluar los resultados que genera una propuesta de mejora.

#### **Residencia**

- Evaluar las propuestas planteadas por las diferentes áreas, dando su visto bueno para proceder a presentar a Gerencia General.
- Evaluar la cantidad de personal necesario para ejecutar el proyecto.
- Participar activamente en reuniones con Superintendencia mina, constatando el cumplimiento de objetivos.
- Identificar las deficiencias que causa el retraso en la operación.

- Logística Mina
- Proponer proyectos y/o estrategias de mejora para la operación minera.
- Evaluar materiales y/o herramientas requeridas para el cumplimiento de objetivos.
- Realizar el requerimiento mensual necesario para cumplir con lo planteado como área especialista.
- Exponer costos que genera el cumplimiento de la operación.
- Evaluar la eficacia de las diferentes marcas de proveedores involucradas en la operación

### **Supervisión**

- Supervisar el cumplimiento de estándares que se plantea para cada tarea asignada.
- Garantizar la seguridad de los colaboradores, mediante la toma de decisiones en la ejecución del proyecto.
- Transmitir las inquietudes y necesidad que requiera el personal de labor.
- Capacitar al personal en la correcta secuencia de realizar la tares de trabajo.
- Participar activamente en el cumplimiento semanal de objetivos.
- Realizar inspecciones diarias en las labores y/o lugares de trabajo, identificando peligros presentes en el área de trabajo.
- Presentar medidas de control ante un peligro.

### **Personal operativo**

- Operador de jumbo. Encargado de operar el equipo para la perforación de taladros, distribuidos en una malla de perforación.
- Ayudante de jumbo. Encargado de realizar trabajos de instalación del jumbo en las diferentes labores, colocar tubos en arrastres, ayudas y arranques.

- Maestro perforista. Encargado de encebar los cartuchos de explosivos y distribuir en la malla de perforación los diferentes accesorios.
- Ayudante perforista. Apoyar en el cargado de explosivos, estandarización de las labores asignadas.
- Bodeguero. Encargado de sacar explosivos de polvorín.

### **3.3 Planificación**

#### **3.3.1 Objetivos**

- a) Recopilar información de mejora en tiempos de perforación de taladros, mediante la implementación de una máquina afiladora.
- b) Presentar información de reducción de costos, en la variable de consumo de aceros, a través del afilado de brocas.

#### **3.3.2 Estrategias**

Para alcanzar el objetivo de reducir costos en consumo de aceros de y eficiencia de perforación de taladros, se tomó en cuenta lo siguiente:

- a) Recopilación de información de consumo de aceros de perforación y tiempo de perforación por taladro antes de implementar una afiladora de brocas.
- b) Presentar el impacto que causó la implementación de la máquina afiladora en reducción de costos.
- c) Representar la eficiencia de mejora de tiempos de perforación, mediante gráficos.
- d) Finalmente representar el antes y después de la implementación de la máquina afiladora en costos.

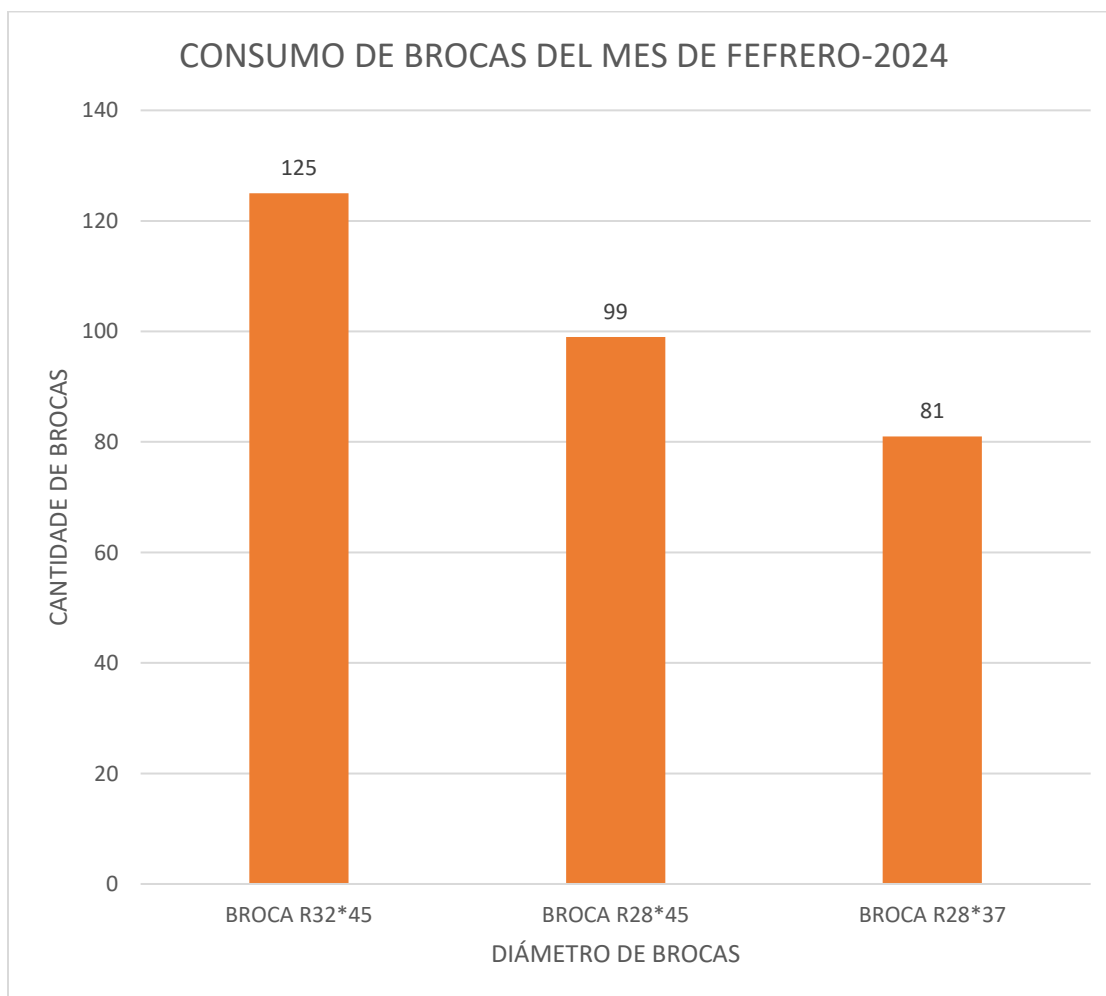
#### **3.2.3 Metodología**

### 3.2.3.1 Análisis de costos de aceros de perforación en la empresa.

Para este trabajo de suficiencia se utilizó cuadros estadísticos para revisar el estado del consumo de aceros de perforación mensual durante el año 2024.

**Figura 12**

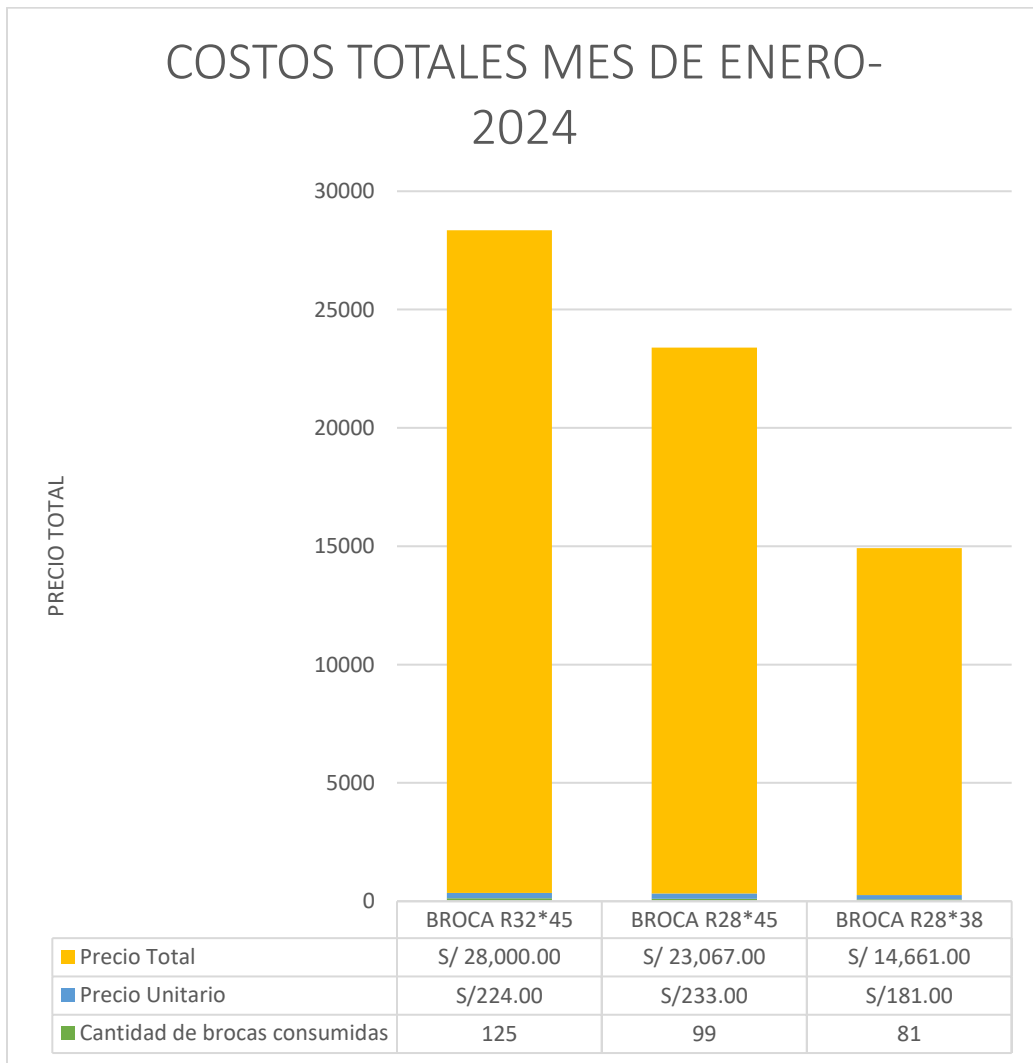
#### Consumo de aceros de perforación enero-2024



**Nota:** En el gráfico de barras se muestra la cantidad total de brocas por diámetro consumidas en el mes de enero, siendo la broca R32\*45MM la más consumida en el mes mencionado antes de implementar la afiladora, elaboración propia, 2024.

Figura 13

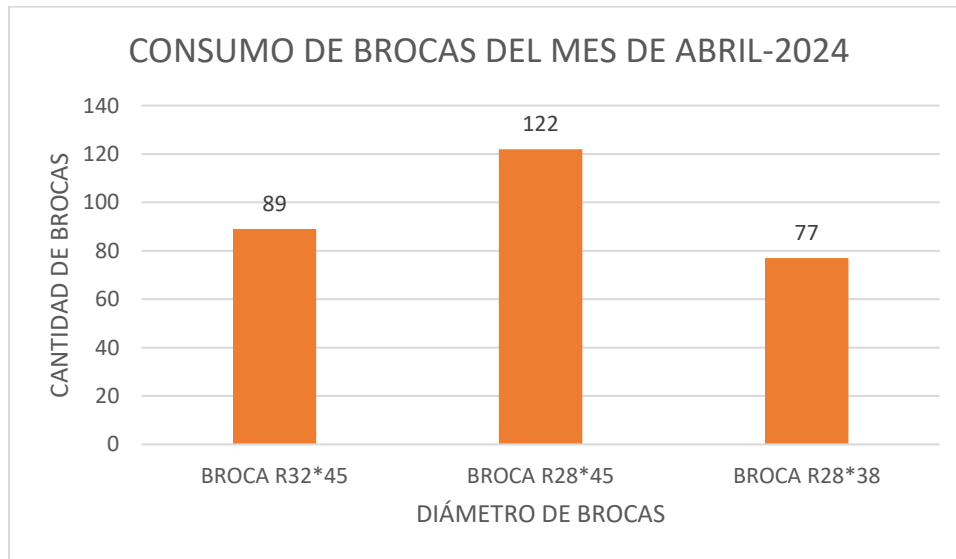
Costo de consumo de aceros mes de febrero-2024



Nota: Se representa el costo total consumido en el mes de febrero, teniendo un monto total de S/ 65,728.00, elaboración propia,2024.

**Figura 14**

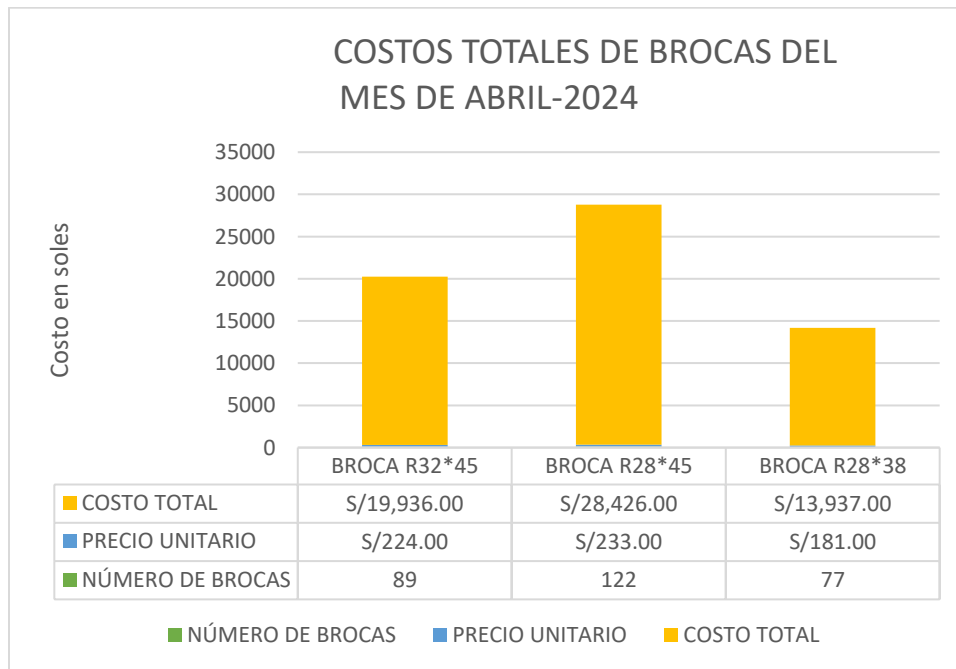
**Consumo de aceros de perforación del mes de abril-2024**



Nota: Se presenta el consumo de brocas durante el mes de abril, siendo la broca R28\*45 la más consumida, elaboración propia,2024.

Figura 15

**Costos totales del consumo de brocas del mes de abril -2024**



Nota: Se presenta el costo total de consumo de brocas de perforación, teniendo un costo total de S/ 62,299.00, elaboración propia,2024.

**3.2.4 Pruebas realizadas en rendimiento en perforación antes de implementar la máquina afiladora.**

**A. Broca R32\*45- JUA 88**

Tabla 01

**Descripción de aceros en prueba**

BROCAS EN PRUEBA			
Material COD. CMH	ABREVIATURA	Descripción de ACEROS	CANTIDAD
SIN CODIGO	P-01 P-02 P-03 P-04	BROCA BIT R32x45MM	4

Nota: Se muestra la cantidad de brocas en prueba, para evaluar su rendimiento antes del afilado.

## Dimensiones

- Diámetro antes de la perforación: 45.90mm.
- Insertos periféricos: 6 de 9mm.
- Insertos frontales: 3 de 8mm
- Agujeros de barrido: 3 frontales 1 lateral

### Figura 16

Broca R32\*45



Nota: Extraído de Feltwell, 2023.

**Tabla 02**

**Rendimiento de aceros en mineral y desmonte.**

ITEMS	BROCAS (pruebas)	SEGUIMIENTO DE BROCA R32X45MM			
		MATE RIAL	Pies Perforados	Metros Perforados	Diámetro final
1	BROCA P-01	MINERAL	981	298.95	42.35
2	BROCA P-02	DESMONTE	960	292.70	45.10
3	BROCA P-03	MINERAL	723	220.27	43.00
4	BROCA, AP-04	DESMONTE	1484	452.32	44.60
				MINERAL	
				198	
				DESMONTE	
PROMEDIO DE RENDIMIENTOS (MTS.)				326	

Nota: Se presenta resultados de las brocas en prueba sin afilado en material donde hay presencia de mineral y desmonte.

**Tabla 03**

**Se presenta información de perforación sin afilado**

<b>BROCA R32 *45 (P-01)</b>										
FECHA	EQUIPO	OPERADOR	NIVEL	LABOR	MATERIAL	CANT. TALADROS PERFORADOS	LONG. DE TALADRO (METROS)	METROS PERFORADOS	METROS ACUMULADOS	Nº DE BROCA
-	-		-	-		0	0	0	0	45.90
15/05/2024	JUA-88	OPERADOR 1	2430	RP-2777	DESMONTE	39	2.62	102.18	102.18	45.35
15/05/2024	JUA-88	OPERADOR 1	2430	RP-2847	DESMONTE	40	2.6	104	206.18	44.80
15/05/2024	JUA-106	OPERADOR 2	2430	GL-2896	DESMONTE	21	3.16	66.36	272.54	44.45
16/05/2024	JUA-106	OPERADOR 2	2430	RP-2659(+)	DESMONTE	24	2.75	66	338.54	44.10
		<b>TOTAL</b>				<b>124</b>	<b>-</b>	<b>338.54</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

<b>BROCA R32*45 (P-02)</b>										
FECHA	EQUIPO	OPERADOR	NIVEL	LABOR	MATERIAL	CANT. TALADROS PERFORADOS	LONG. DE TALADRO (METROS)	METROS PERFORADOS	METROS ACUMULADOS	DIÁMETRO DE BROCA
-	-		-	-		0	0	0	0	45.90
17/05/2024	JUA-88	OPERADOR 1	2430	BP-2895	DESMONTE	3	3.3	9.9	9.9	45.85
18/05/2024	JUA-106	OPERADOR 2	2430	RP-2659(+)	DESMONTE	41	3.1	127.1	137	45.10
18/05/2024	JUA-106	OPERADOR 2	2430	RP-2659(+)	DESMONTE	36	3.14	113.04	250.04	44.45
		<b>TOTAL</b>				<b>80</b>	<b>-</b>	<b>250.04</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

<b>BROCAR32 *45 (P-03)</b>										
----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

FECHA	EQUIPO	OPERADOR	NIVEL	LABOR	MATERIAL	CANT. TALADROS PERFORADOS	LONG. DE TALADRO (METROS)	METROS PERFORADOS	METROS ACUMULADOS	Ø DE BROCA
-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	45.90
19/05/2024	JUA-106	OPERADOR 2	2430	TJ-2896	MINERAL	21	3.2	67.2	67.2	44.60
19/05/2024	JUA-106	OPERADOR 2	2430	GL-2897	MINERAL	9	3.2	28.8	96	43.80
19/05/2024	JUA-106	OPERADOR 2	2430	GL-2897	MINERAL	3	3.1	9.3	105.3	43.60
19/05/2024	JUA-106	OPERADOR 2	2500	TJ-2656	MINERAL	23	2.35	54.05	159.35	42.80
19/05/2024	JUA-106	OPERADOR 2	2430	GL-2897	MINERAL	9	2.54	22.86	182.21	42.40
<b>TOTAL</b>						<b>65</b>	<b>-</b>	<b>182.21</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

<b>BROCA R32 *45 (P-04)</b>										
FECHA	EQUIPO	OPERADOR	NIVEL	LABOR	MATERIAL	CANT. TALADROS PERFORADOS	LONG. DE TALADRO (METROS)	METROS PERFORADOS	METROS ACUMULADOS	DIÁMETRO DE BROCA
-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	45.90
21/05/2024	JUA-88	OPERADOR 1	2430	GL-2897	MINERAL	13	3.3	42.9	42.9	45.20
21/05/2024	JUA-106	OPERADOR 2	2500	TJ-2659	MINERAL	17	2.37	40.29	83.19	44.45
21/05/2024	JUA-106	OPERADOR 2	2430	TJ-2896	MINERAL	19	2.4	45.6	128.79	43.50
21/05/2024	JUA-88	OPERADOR 1	2430	TJ-2896	MINERAL	21	2.6	54.6	183.39	42.90
<b>TOTAL</b>						<b>70</b>	<b>-</b>	<b>183.39</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Nota: Se presenta información de la prueba de brocas de perforación en diferentes labores de mineral y desmonte.

**Tabla 04**

**Tiempo de perforación por taladro**

RESULTADO DEL TIEMPO DE PERFORACIÓN POR TALADRO		
Zona: Sandvik		Equipo: JUA -88
Labor: CX2895		Tipo de roca: desmonte
Inicio de perforación con broca nueva sin afilar R32*45		
N° DE MUESTRA	Long. Tal. promedio (Mts)	TIEMPO
1	3.3	00:01:30
2	3.3	00:01:33
3	3.3	00:01:42
4	3.3	00:01:32
5	3.3	00:01:37
6	3.3	00:01:37
7	3.3	00:01:44
8	3.3	00:01:41
9	3.3	00:01:41
10	3.3	00:01:44
11	3.3	00:01:34
12	3.3	00:01:45
13	3.3	00:01:49
14	3.3	00:01:41
15	3.3	00:01:46
16	3.3	00:01:55
17	3.3	00:01:52
18	3.3	00:01:50
19	3.3	00:01:51
20	3.3	00:01:50
<b>TIEMPO TOTAL (20 TAL.)</b>		<b>00:34:14</b>
<b>LONGITUD TOTAL PERFORADO</b>		<b>66.00</b>
<b>VELOCIDAD DE PERFORACIÓN</b>		<b>1.928 Mts/Min.</b>

Nota: Se presenta el tiempo de perforación que se tarda en culminar cada taladro sin afilado en una labor en específico, el tipo de material es desmonte.

**B. Broca R28\*38**

Este tipo de broca se usa mayormente para barras de perforación de 8 pies, las cuales luego de la perforación, generalmente usado en sostenimiento, empleando pernos swellex omega de 7,10,11, pies entre otros.

- Diámetro real: 37.50 mm
- Insertos periféricos: 5 cada uno de 9mm
- Insertos frontales: 2 de 7mm
- Orificios de barrido: 1 frontal y dos laterales.

**Figura 17**

Broca R28\*38.



Nota: Extraído de Feltwell, 2023.

**Tabla 05**

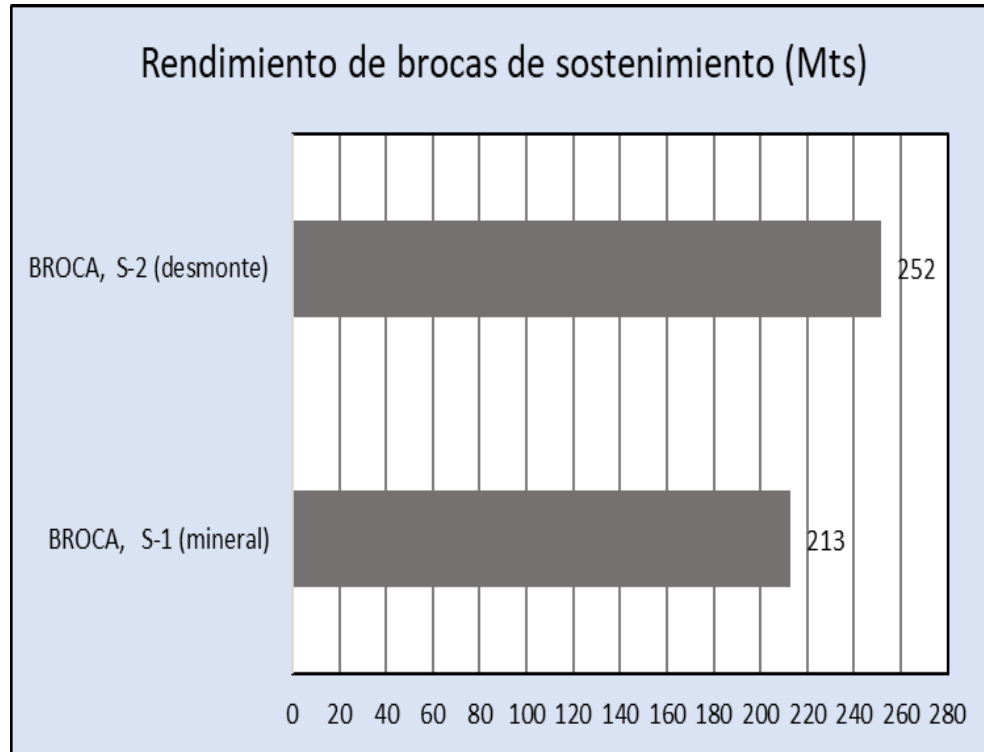
**Brocas de sostenimiento en prueba R28\*38**

ITEM	BROCAS EN SEGUIMIENTO	TIPO DE TERRENO	PIES PERFORADOS	METROS PERFORADOS	DIÁMETRO FINAL
1	BROCA S1	MINERAL	698	215	34.72
2	BROCA S2	DESMONTE	825	243	35.40

Nota: Se representa información y nominación de las brocas utilizadas para evaluación de su rendimiento sin afilar, las cuales se usan generalmente para la perforación de taladros de sostenimiento de labores.

**Figura 18**

Eficiencia de la broca R28\*38



Nota: Se aprecia que este tipo de broca tiene un mejor rendimiento en roca, donde hay mayor presencia de desmorte.

**Tabla 06**

Rendimiento de broca R28-38 sin afilar (S-1)

RENDIMIENTO DE BROCA R28-37mm. - BROCA (S-1)										
FECHA	EQUIPO	OPERADOR	NIVEL	LABOR	MATERIAL	CANT. TALADROS PERFORADOS	LONG.DE TALADRO (METROS)	METROS PERFORADOS	METROS ACUMULADOS	DIAMETRO BROCA
-	-		-	-		0	0	0	0	37.45
23/05/2024	JUA-86	OPERADOR 1	2430	GAL-2897	MINERAL	8	2.12	16.96	16.96	-
23/05/2024	JUA-86	OPERADOR 1	2430	GAL-2897	MINERAL	3	0.46	1.38	18.34	37.10
23/05/2024	JUA-86	OPERADOR 1	2430	GAL-2897	MINERAL	10	2.12	21.2	39.54	-
23/05/2024	JUA-86	OPERADOR 1	2430	GAL-2897	MINERAL	4	0.46	1.84	41.38	36.70
24/05/2024	JUA-86	OPERADOR 2	2430	TJ-2896	MINERAL	22	2.12	46.64	88.02	-
24/05/2024	JUA-86	OPERADOR 2	2430	TJ-2896	MINERAL	6	0.46	2.76	90.78	36.20
24/05/2024	JUA-86	OPERADOR 2	2500	TJ-2656	MINERAL	13	2.12	27.56	118.34	35.85
24/05/2024	JUA-86	OPERADOR 2	2500	TJ-2656	MINERAL	12	0.46	5.52	123.86	-
25/05/2024	JUA-86	OPERADOR 1	2500	TJ-2656	MINERAL	15	2.12	31.8	155.66	35.45
25/05/2024	JUA-86	OPERADOR 1	2500	TJ-2659	MINERAL	16	2.12	33.92	189.58	35.20
25/05/2024	JUA-86	OPERADOR 1	2500	TJ-2656	MINERAL	11	2.12	23.32	212.9	34.9
<b>TOTAL</b>						<b>120</b>	<b>-</b>	<b>212.9</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Nota: se presenta información de la primera broca (S-1), en términos de rendimientos en perforación sin afilado.

**Tabla 07**

Rendimiento de broca R28-38 sin afilar (S-2)

FECHA	EQUIPO	OPERADOR	NIVEL	LABOR	MATERIAL	CANT. TALADROS PERFORADOS	LONG. DE TALADRO (METROS)	METROS PERFORADOS	METROS ACUMULADOS	DIÁMETRO DE BROCA
-	-		-	-		0	0	0	0	37.45
26/05/2024	JUA-86	OPERADOR1	2500	TJ-2656	MINERAL	17	2.12	36.04	36.04	37.00
26/05/2024	JUA-86	OPERADOR1	2430	RP-2659(+)	DESMONTE	10	2.12	21.2	57.24	36.75
26/05/2024	JUA-86	OPERADOR 1	2500	TJ-2659	DESMONTE	16	2.12	33.92	91.16	36.50
26/05/2024	JUA-86	OPERADOR1	2500	RP-2659(-)	DESMONTE	12	2.12	25.44	116.6	36.25
27/05/2024	JUA-86	OPERADOR2	2430	GL-2896	DESMONTE	11	2.12	23.32	139.92	36.00
27/05/2024	JUA-86	OPERADOR2	2430	RP-2659	DESMONTE	11	2.12	23.32	163.24	35.90
28/05/2024	JUA-86	OPERADOR2	2430	RP-2659	DESMONTE	3	0.46	1.38	164.62	35.80
28/05/2024	JUA-69	OPERADOR2	2430	GL-2896	DESMONTE	8	2.12	16.96	181.58	35.70
28/05/2024	JUA-86	OPERADOR2	2430	GL-2897	MINERAL	17	2.12	36.04	217.62	35.50
28/05/2024	JUA-86	OPERADOR2	2430	GL-2894	MINERAL	16	2.12	33.92	251.54	35.30
<b>TOTAL</b>						<b>121</b>	<b>-</b>	<b>251.54</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Nota: Se recolectó información en cuanto a rendimiento de la broca (S-2) sin afilado previo, durante todas sus pruebas en labor.

**Tabla 08**

**Tiempo de perforación sin afilado**

MUESTRAS DE TIEMPO POR TALADRO SIN AFILADO		
BROCA DE SOSTENIMIENTO R28*38		
ZONA:	H1	EQUIPO: JUA-86 LABOR.:
	RP-2659 (-)	MATERIAL.: Desmonte
OPERADOR.:	Fredy	
Nº DE MUESTRA	Long. Tal. Promedio (Mts)	TIEMPO
1	2.12	00:00:30
2	2.12	00:00:32
3	2.12	00:00:28
4	2.12	00:00:29
5	2.12	00:00:34
6	2.12	00:00:37
7	2.12	00:00:42
8	2.12	00:00:47
9	2.12	00:00:53
10	2.12	00:00:55
11	2.12	00:00:49
12	2.12	00:00:59
13	2.12	00:01:02
14	2.12	00:00:57
15	2.12	00:01:01
16	2.12	00:00:59
17	2.12	00:01:05
TIEMPO TOTAL (17 TAL.)		<b>00:13:29</b>
LONGITUD TOTAL PERFORADO		<b>36.04</b>
VELOCIDAD DE PERFORACION		<b>2.71 Mts/Min.</b>

Nota: Se muestra el tiempo de perforación de una broca R28 x38

**3.2.5 Implementación**

De acuerdo al análisis de la representación estadística se tenía un alto consumo de brocas de perforación y por ende un elevado costo operacional, asimismo el tiempo en perforación no era el

óptimo, por ello se propuso implementar una máquina afiladora de brocas, como medida de mejoramiento, incorporando en el mes de julio-2024.

### Figura 19

Máquina afiladora de brocas implementada

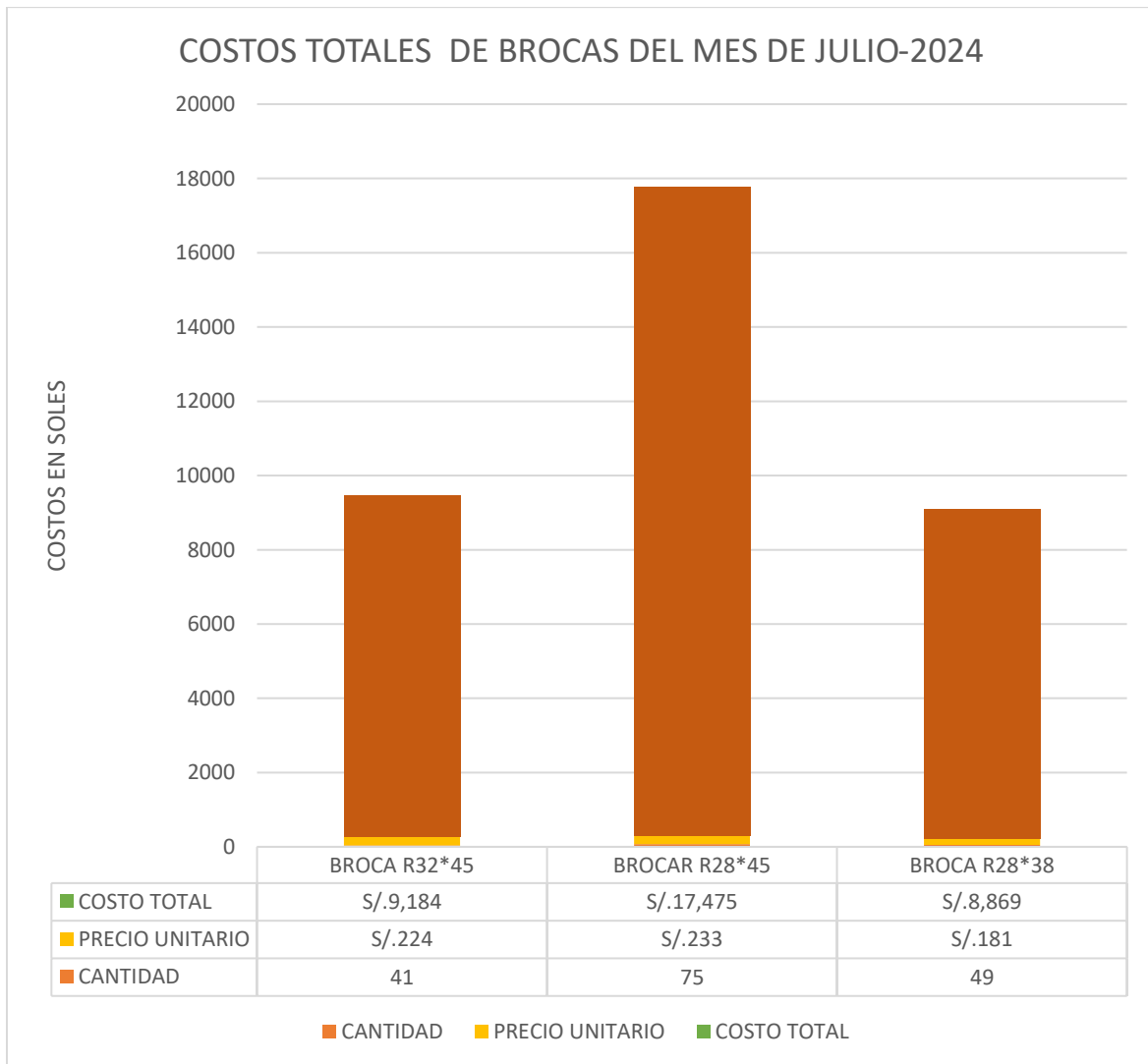


Nota: Extraído de Coretech,2023.

- Dicha máquina afiladora se viene implementando desde mayo -2024, luego de haber analizado los costos operacionales y la viabilidad de ejecutarse el proyecto.
- Los resultados implementando la máquina afiladora son presentados en los siguientes cuadros, se tomó en cuenta los meses de julio y septiembre del 2024.

**Figura 20**

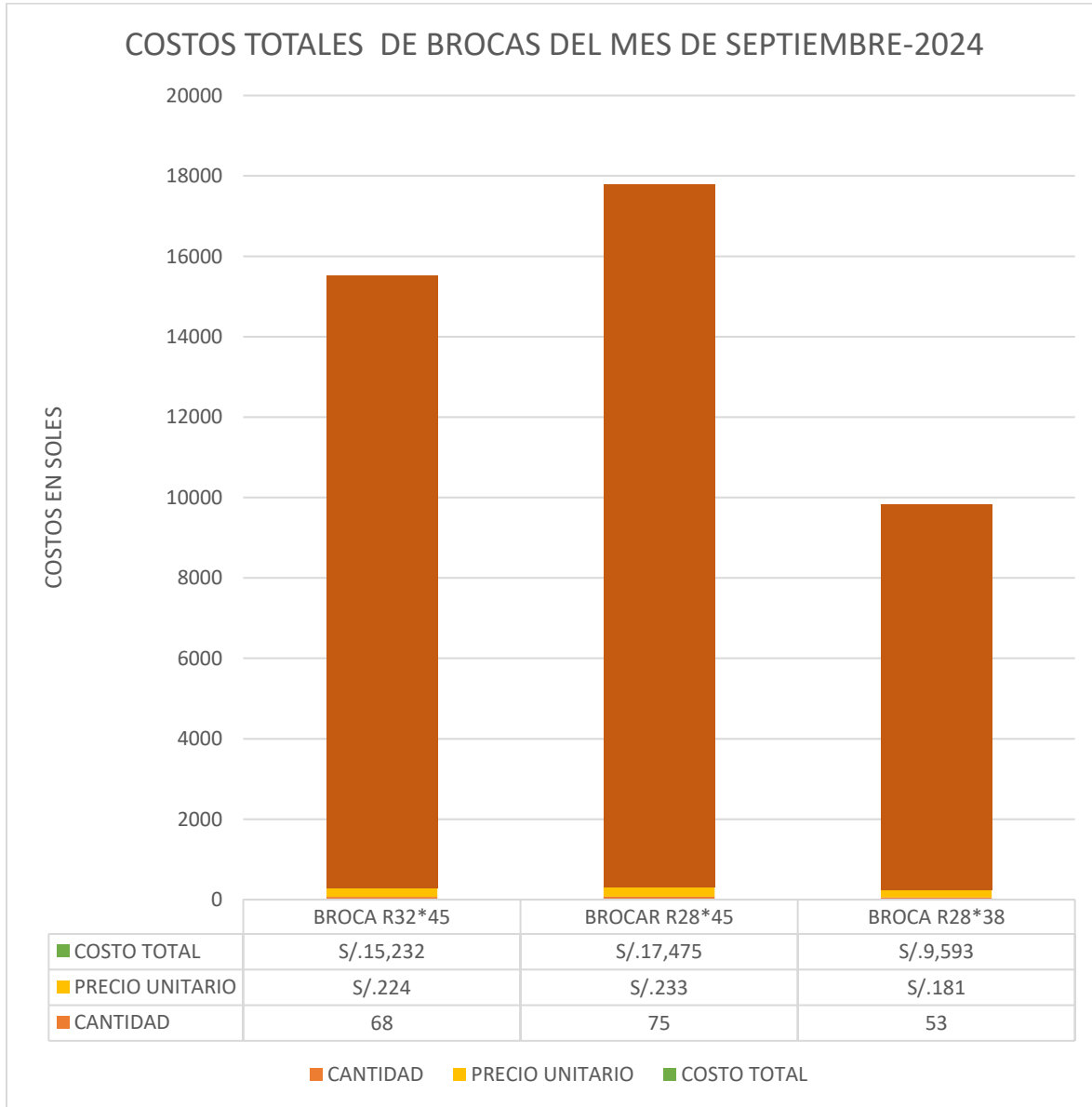
**Se muestra el consumo total de brocas en soles peruanos del mes de julio-2024**



Nota: Se presenta información del consumo total de brocas en el mes de julio -2024, después de haber implementado la máquina afiladora, teniendo un costo total de S/. 35,528.

**Figura 21**

**Consumo total de brocas en soles peruanos del mes de septiembre-2024**



Nota: Se presenta información del consumo total de brocas en el mes de septiembre -2024, después de haber implementado la máquina afiladora, teniendo un costo total de S/42,300.

**Tabla 09**

**Tiempos de perforación con afilado R32\*45**

RESULTADO DEL TIEMPO DE PERFORACIÓN POR TALADRO			
Zona: Sandvik		Equipo: JUA -88	
Labor: CX2895		Tipo de roca: desmonte	
Inicio de perforación con broca nueva sin afilar R32*45			
Nº DE MUESTRA	Long. Tal. promedio (Mts)	TIEMPO	
1	3.3	00:01:31	PRIMER AFILADO
2	3.3	00:01:30	
3	3.3	00:01:30	
4	3.3	00:01:32	
5	3.3	00:01:31	
6	3.3	00:01:32	
7	3.3	00:01:30	SEGUNDO AFILADO
8	3.3	00:01:29	
9	3.3	00:01:31	
10	3.3	00:01:29	
11	3.3	00:01:32	
12	3.3	00:01:30	
13	3.3	00:01:32	TERCER AFILADO
14	3.3	00:01:35	
15	3.3	00:01:29	
16	3.3	00:01:31	
17	3.3	00:01:32	
18	3.3	00:01:29	
19	3.3	00:01:28	
20	3.3	00:01:33	
TIEMPO TOTAL (20 TAL.)		<b>00:30:16</b>	
LONGITUD TOTAL PERFORADO		<b>66.00</b>	
VELOCIDAD DE PERFORACIÓN		<b>2.19 Mts/Min.</b>	

Nota: Se presenta del tiempo de perforación por taladro, afilando las brocas antes de iniciar cada turno, el tipo de roca es desmonte, con un RMR de 45.

**Tabla 10**

**Tiempo de perforación con afilado R28\*38**

MUESTRAS DE TIEMPO POR TALADRO SIN AFILADO			
BROCA DE SOSTENIMIENTO R28*38			
ZONA:	H1	EQUIPO:	JUA-86 LABOR.:
	RP-2659 (-)	MATERIAL.:	Desmante
OPERADOR.:	Fredy		
Nº DE MUESTRA	Long. Tal. Promedio (Mts)	TIEMPO	
1	2.12	00:00:30	PRIMER AFILADO
2	2.12	00:00:32	
3	2.12	00:00:33	
4	2.12	00:00:32	
5	2.12	00:00:33	
6	2.12	00:00:35	
7	2.12	00:00:36	
8	2.12	00:00:35	
9	2.12	00:00:34	
10	2.12	00:00:37	
11	2.12	00:00:30	SEGUNDO AFILADO
12	2.12	00:00:31	
13	2.12	00:00:32	
14	2.12	00:00:33	
15	2.12	00:00:31	
16	2.12	00:00:33	
17	2.12	00:00:33	
TIEMPO TOTAL (17 TAL.)		<b>00:09:20</b>	
LONGITUD TOTAL PERFORADO		<b>36.04</b>	
VELOCIDAD DE PERFORACION		<b>3.92 Mts/Min.</b>	

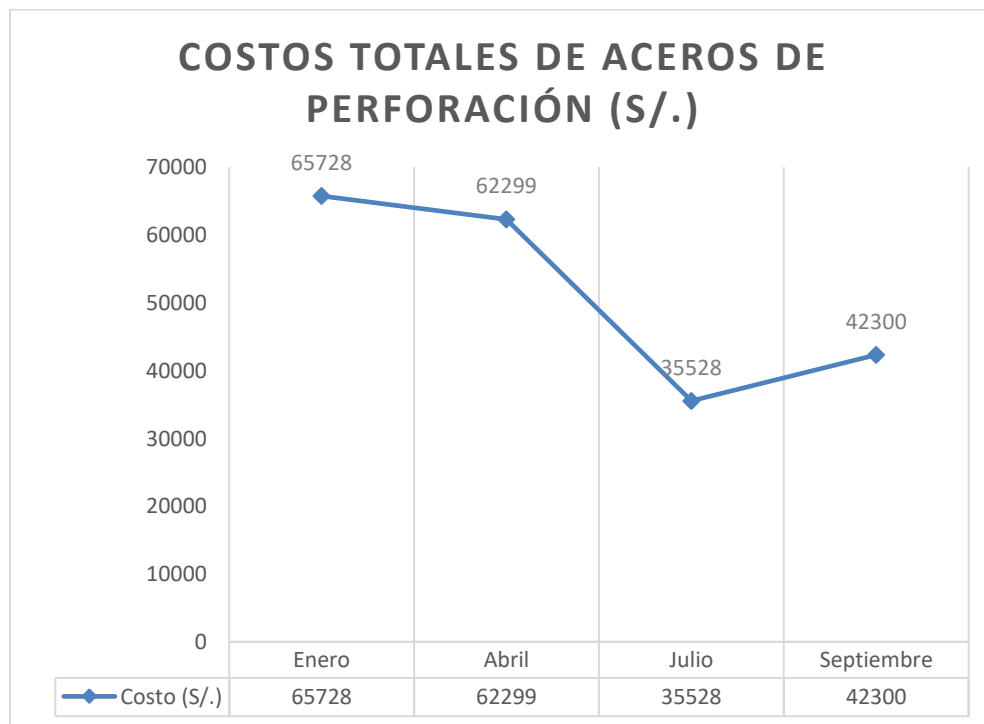
Nota: Se presenta el tiempo de perforación por taladro de una broca de diámetro R28 \*38, tomando en cuenta dos afilados para la broca.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Se representa los resultados en cuanto a reducción de costos en aceros de perforación, se puede apreciar el antes y el después de implementar la máquina afiladora de brocas, a continuación, se presenta los resultados obteniendo, tomando en cuenta meses del antes y después de usar el afilado de brocas.

**Figura 22**

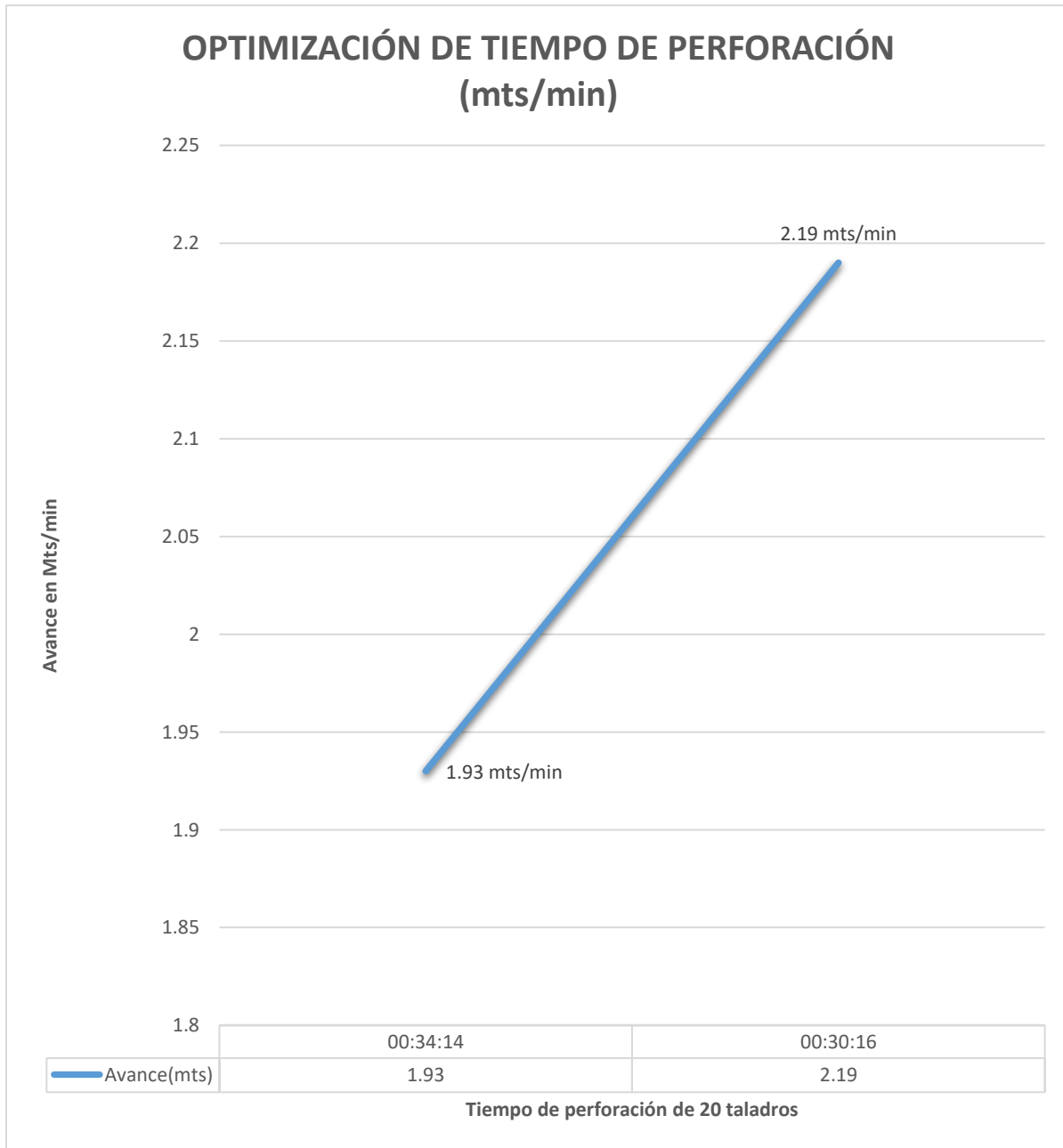
Tendencia del antes y después de la máquina afiladora



**Nota:** Se presenta la reducción de costos operacionales en la empresa, teniendo una clara disminución en cuanto a los meses de enero y abril, en comparación a los meses de julio y septiembre 2024.

**Figura 23**

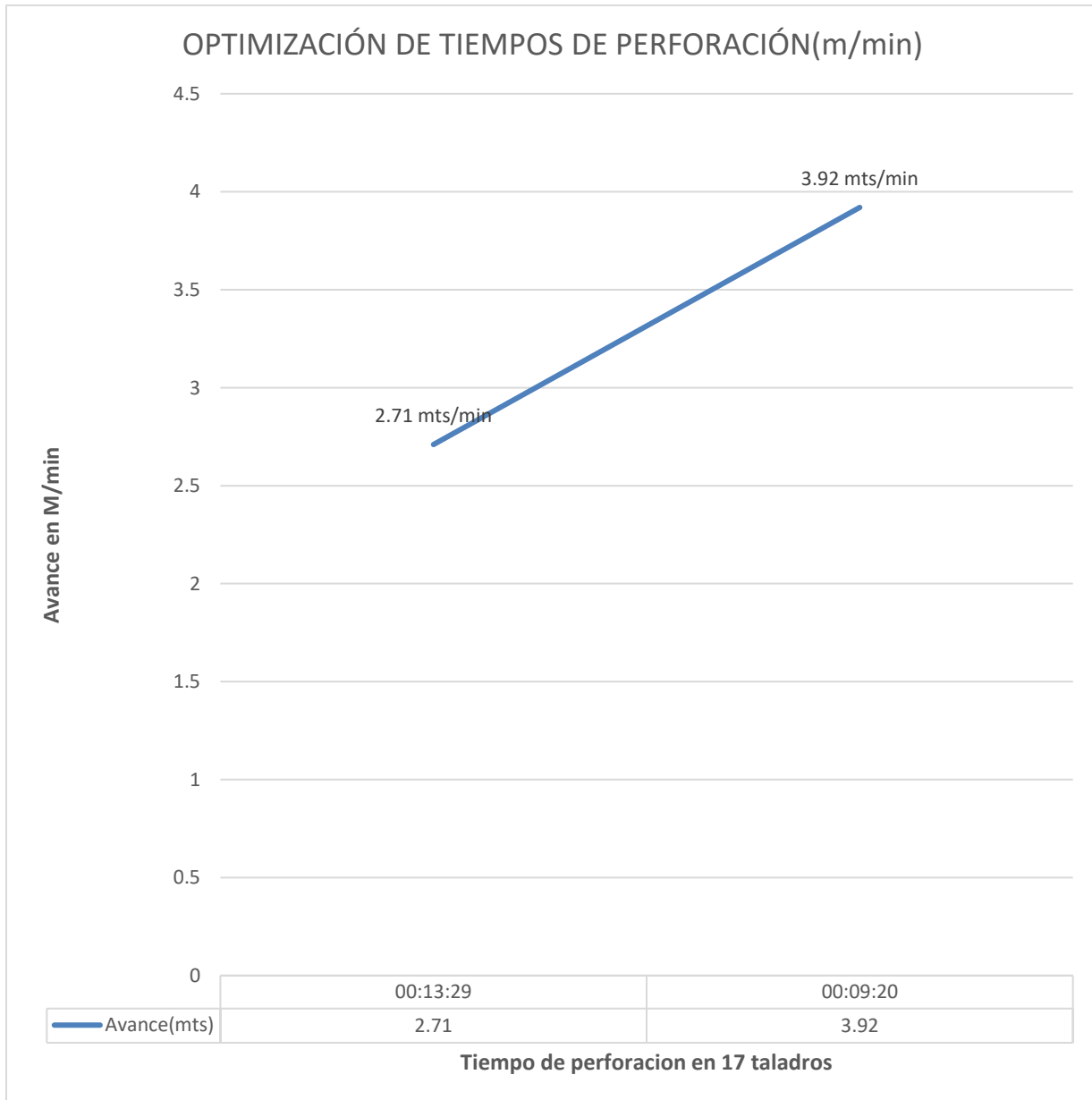
Comparativo de eficiencia en perforación con broca R32\*45



**Nota:** Se aprecia que al realizar el afilado constante representa un impacto positivo, es decir que a menor tiempo de perforación , hay mayor avance.

**Figura 24**

Comparativo de eficiencia en perforación en broca R28\*38



Nota: Los datos presentados en la segunda medición (después de la mejora), el avance aumentó a 3.92 metros por minuto, asimismo el tiempo de perforación.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- El análisis de los costos totales de aceros de perforación muestra una tendencia general de disminución entre los meses evaluados, pasando de S/ 65,728 en enero a S/ 35,528 en julio, lo que representa una reducción significativa de costos de aproximadamente un 46%. Esta caída está asociada a la implementación de estrategias de optimización, como el afilado sistemático de brocas, que permitieron alargar la vida útil de los aceros y mejorar la eficiencia en las operaciones. Aunque en septiembre se observa un ligero aumento a S/ 42,300, los niveles de costos se mantienen por debajo de los valores iniciales, evidenciando una mejora sostenible en la gestión de recursos en perforación.
- La implementación de la máquina afiladora de brocas permitió optimizar los tiempos de perforación en la broca R28\*38, logrando incrementar la velocidad de avance de 2.71 m/min a 3.92 m/min, lo que representa una mejora del 44.6%. Esta optimización redujo significativamente el tiempo operativo de perforación de 13 minutos 29 segundos a 9 minutos 20 segundos en 17 taladros, impactando positivamente en la eficiencia, disminución de costos operativos y aumento de la productividad global. Además, se favoreció la prolongación de la vida útil de los equipos de perforación, reforzando la sostenibilidad de las operaciones mineras.
- También en la broca R32\*45, generó una mejora significativa en la eficiencia de perforación, incrementando el avance de 1.93 metros por minuto a 2.19 metros por minuto, lo que representa un aumento del 13.4% en el rendimiento. Esta optimización permitió reducir el tiempo total de perforación de 20 taladros de 34 minutos con 14 segundos a 30 minutos con 16 segundos, reflejando un impacto positivo en la productividad operativa.

## Recomendaciones



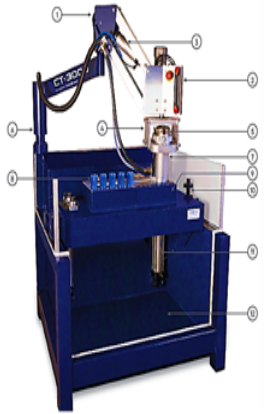
- Se recomienda mantener de manera sistemática el programa de afilado y mantenimiento de brocas como estrategia clave para la reducción de costos de aceros de perforación, tal como se evidenció en el análisis gráfico. Asimismo, se sugiere fortalecer los controles de calidad en la recepción de herramientas y monitorear continuamente el comportamiento de los costos mensuales, a fin de detectar desviaciones como las observadas en septiembre. Complementariamente, se aconseja realizar evaluaciones periódicas de los factores operativos que puedan impactar en el consumo de aceros, asegurando así la sostenibilidad de los resultados obtenidos.
- Se plantea mantener de manera continua el proceso de afilado de brocas mediante el uso de la máquina afiladora implementada, estableciendo un programa de mantenimiento preventivo y control de desgaste de herramientas de perforación.
- Asimismo, se sugiere capacitar periódicamente al personal operativo sobre el correcto uso y conservación de las brocas, para maximizar el rendimiento alcanzado.
- También, sería beneficioso realizar seguimientos trimestrales al avance de perforación para identificar nuevas oportunidades de mejora en los procesos mineros.
- Además, se sugiere realizar inspecciones diarias sobre su desgaste, para asegurar que el ritmo de perforación se mantenga o incluso mejore con el tiempo.
- Del mismo modo es aconsejable registrar los tiempos de perforación por jornada, con el fin de generar una base de datos que permita evaluar la eficacia de los procesos de mantenimiento implementados.

## REFERENCIAS

- Bardal, J. (2023). *Manual de mantenimiento de maquinaria minera*. Editorial Técnica Minera.
- Bernaloa, L. (2011). *Clasificación de minerales y su importancia industrial*. Ediciones Mineras.
- Castilla, E. (2013). *Historia y desarrollo de la minería mundial*. Editorial Geominas.
- González, P. (2023). *Equipos de minería subterránea: conceptos y aplicaciones*. MineroBooks.
- López, R. (2021). *Tecnología de perforación en minería*. Ediciones Técnicas de Ingeniería.
- Martínez, D. (2020). *Perforación y sostenimiento de labores mineras*. Editorial Ingeniería y Minería.
- Ramírez, J., & López, M. (2022). *Uso de equipos compactos en vetas angostas*. Universidad Andina.
- Ramos, S. (2021). *Brocas industriales: selección y aplicación*. TecnoPress.

### ANEXOS

#### ANEXO N° 01: Check liste de máquina afiladora

		CHECK LIST - AFILADORA DE BROCAS										CODIGO	F-CAMTTC-49		
		INSPECCION DE PRE USO										VERSION	01		
												PÁGINA	1 de 1		
UNIDAD MINERA: .....		AREA : .....		LABOR : .....		NIVEL : .....		ZONA							
<b>INSPECCIONAR LO SIGUIENTE:</b> 															
<b>1. PARTES</b>															
1.1. Motor giratorio															
1.2. Caja de control															
1.3. Cilindro de equilibrio															
1.4. Dispositivo de ajuste de inclinación															
1.5. Motor de molinda de alta velocidad															
1.6. Brazo oscilante															
1.7. Dispositivo de molinda															
1.8. Espacio de posicionamiento de brocas															
1.9. Dispositivo de sujeción de brocas															
1.10. Dispositivo de posicionamiento de inclinación de la broca															
1.11. Cilindro de broca															
1.12. Rejilla y tanque de agua															
<b>OTRAS OBSERVACIONES</b>															
		NOMBRE Y APELLIDOS DEL INSPECTOR													
		FIRMA DEL INSPECTOR													
		FIRMA DEL SUPERVISOR													
<small>Nota: Si el equipo está defectuoso, debe ser rotulado "Defectuoso" y se debe informar a la persona responsable de su reparación indicando en la casilla de Observaciones.</small>															
<b>LEYENDA:</b> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> NO APLICA <input type="checkbox"/>															
<b>*NOTA: SI EL EQUIPO ESTA DEFECTUOSO NO OPERE Y AVISE AL SUPERVISOR, BLOQUEAR EL EQUIPO.</b>															

ANEXO N°02: Estado de la broca sin afilado.



ANEXO 3: Estado de la broca despues de implementar el afilado.



ANEXO 4: Equipo en perforacion (jumbo).



ANEXO 5: Labor sostenida, usando broca R28\*38

