

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



**TESIS**

**Evaluación del consumo de aceros de perforación en taladros  
largos y frentes en la Unidad Minera Pallancata**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero de Minas**

**Autor:**

**Bach. Cristian PACHECO PARIONA**

**Asesor:**

**Mg. Edwin Elías SANCHEZ ESPINOZA**

**Cerro de Pasco - Perú - 2025**

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



**TESIS**

**Evaluación del consumo de aceros de perforación en taladros  
largos y frentes en la Unidad Minera Pallancata**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

Ing. Julio Cesar SANTIAGO RIVERA  
**PRESIDENTE**

---

Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA  
**MIEMBRO**

---

Mg. Wenceslao Julio LEDESMA VELITA  
**MIEMBRO**



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ingeniería de Minas

Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas



## INFORME DE ORIGINALIDAD N° 066-2024

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

Presentado por:

**Bach. Cristian, PACHECO PARIONA**

Escuela de Formación Profesional  
**Ingeniería de Minas**

Tipo de trabajo:  
**Tesis**

Título del trabajo

**“Evaluación del Consumo de Aceros de Perforación en Taladros Largos y Frentes en la Unidad Minera Pallancata.”**

Asesor:

**Mg. Edwin Elias, SANCHEZ ESPINOZA**

Índice de Similitud: 7 %

Calificativo  
**APROBADO**

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

Cerro de Pasco, 5 de diciembre de 2024.

Sello y Firma del responsable  
de la Unidad de Investigación

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres: **Julio, Luisa** y mis hermanos por ser la fuente de inspiración para mi formación profesional, dándome todo el ejemplo de respeto, coraje, responsabilidad estando conmigo hasta el final de esta etapa de mi vida.

Dedico también a mi esposa **Melina** e hijo **Matheo** por ser soporte emocional, que siempre me alentaron en todo momento para hacer realidad el presente trabajo.

Gracias por su apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTO**

Antes que todo, agradezco a Dios por darme siempre fuerza para continuar en lo adverso, por guiarme en el camino de lo prudente y darme sabiduría para mejorar día a día como profesional, agradezco a mi familia por su comprensión y estímulo constante, además su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios.

Y un agradecimiento especial **a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión** a mis **mentores, maestros** por sus consejos y enseñanzas ante mi neófito conocimiento práctico de la minería.

## RESUMEN

La investigación llevada a cabo que lleva por título: "Evaluación del Consumo de Aceros de Perforación en Taladros Largos y Frentes en la Unidad Minera Pallancata.", plantea como objetivo: Ver si el consumo de los aceros de perforación se encuentra dentro de los rangos establecidos para la perforación de taladros largos y frentes en la Unidad Minera Pallancata; como hipótesis plantea: Comprobaremos que el consumo de aceros de perforación se halla dentro de lo establecido en los estándares para la perforación de taladros largos y frentes en la Unidad Minera Pallancata.

La estrategia metodológica empleada para esta propuesta es de naturaleza aplicada, además se hace hincapié en señalar niveles descriptivos, analíticos, por medio de la aplicación del método científico, apoyándonos en enfoques específicamente deductivos y analíticos; contando con un diseño no experimental que será aplicado transversalmente, la muestra está determinada por 4 labores ubicadas en las zonas: zona Pallancata este, zona Pallancata central, zona Pallancata oeste.

Finalmente terminamos con conclusiones y recomendaciones.

**Palabras claves:** Aceros de perforación, taladros largos, frentes de perforación, broca, barras de perforación, shank.

## ABSTRACT

The research carried out, entitled: "Evaluation of the Consumption of Drilling Steels in Long Holes and Faces in the Pallancata Mining Unit.", aims to: See if the consumption of drilling steels is within the ranges established for the drilling of long holes and faces in the Pallancata Mining Unit; As a hypothesis, it is proposed: We will verify that the consumption of drilling steel is within what is established in the standards for the drilling of long holes and faces in the Pallancata Mining Unit.

The methodological strategy used for this proposal is of an applied nature, and it is also made emphasis on pointing out descriptive, analytical levels, through the application of the scientific method, relying on specifically deductive and analytical approaches; counting on a non-experimental design that will be applied transversally. The sample is determined by 4 tasks located in the zones: east Pallancata zone, central Pallancata zone, west Pallancata zone.

Finally, we finish with conclusions and recommendations.

**Keywords:** Drilling steels, long drills, drilling faces, drill bits, drilling bars, shank.

## INTRODUCCIÓN

Para la Unidad Minera Pallancata la perforación es llevada a cabo con equipos Bommer S1D, siendo el tipo de roca del yacimiento variable de mala a regular lo cual incide en los rendimientos de los aceros de perforación siendo variable en cada labor. Los rendimientos de los aceros en perforaciones inciden en la producción del mineral bien por las demoras que se producen elevando los costos o por no controlar el desgaste de dichos materiales y que en muchos casos no cumplen con su vida útil.

Es por este motivo que se plantea la presente investigación con la intención de evaluar el consumo de los aceros en perforaciones en taladros largos y frentes.

Esta tesis se desarrolla de manera estructurada capítulo a capítulo, los cuales repasaremos de manera breve a continuación:

El capítulo I abarca la problemática de la investigación que se encuentra relacionada al consumo de los aceros de perforación en taladros largos y frentes en la Unidad Minera Pallancata, en ese sentido se planteará el problema, sus objetivos, además de proponer la hipótesis y variables. de la misma forma se expondrá las delimitaciones y la limitación del trabajo.

El Capítulo II, se expone el Marco Teórico, que sostiene las variables del problema para lo cual se revisa los antecedentes, la base teórica propuesta en bibliografía revisada y los términos más usados en la investigación.

A continuación, el Capítulo III, expone la Metodología empleada en este trabajo, así como se establece el nivel y la tipología de investigación, además de la muestra, la población y los instrumentos y técnicas que se usaron para recoger los datos y procesarlos.

En el Capítulo IV se presentan los resultados del trabajo relacionados al consumo de los aceros de perforación en taladros largos y frentes en la Unidad Minera Pallancata.

Finalmente, serán presentadas las conclusiones y recomendaciones.

Así mismo, se indicará la bibliografía revisada que se usó para elaborar esta investigación.

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

### CAPITULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACION

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

### CAPITULO II

#### MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio .....	5
2.2. Bases teóricas científicas .....	9

2.2.1. Perforación .....	9
2.2.2. Tipos de perforación.....	10
2.2.3. Perforación a rotopercusión.....	10
2.2.4. Martillos de perforación.....	12
2.2.5. Equipos de perforación usados en minería subterránea.....	14
2.2.6. Aceros de perforación .....	17
2.2.7. Adaptadores o Sank Adapter .....	18
2.2.8. Manguito o Coupling (acople) .....	20
2.2.9. Varillas o barrenos .....	22
2.2.10. Brocas.....	24
2.3. Definición de términos conceptuales.....	29
2.4. Enfoque filosófico – epistémico .....	32

### **CAPITULO III**

#### **METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION**

3.1. Tipo de investigación .....	34
3.2. Nivel de investigación .....	34
3.3. Características de la investigación .....	34
3.4. Métodos de investigación .....	35
3.5. Diseño de investigación.....	36
3.6. Procedimiento del muestreo .....	36
3.6.1. Población.....	36
3.6.2. Muestra.....	36
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	36

3.7.1. Técnicas .....	36
3.7.2. Instrumentos.....	36
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	37
3.9. Orientación ética .....	37

## **CAPITULO IV**

### **PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	38
4.1.1. Aspectos generales de la mina .....	38
4.1.2. Trabajo de campo.....	40
4.1.3. Consideraciones previas .....	41
4.1.4. Aceros de perforación, en la perforación de taladros largos, consumo, rendimiento y costo.....	42
4.1.5. Consumo aceros de perforación – taladros largos por zonas.....	43
4.1.6. Rendimiento aceros de perforación – taladros largos por Zonas .....	44
4.1.7. Costos aceros de perforación taladros largos – por zonas .....	44
4.1.8. Aceros Jumbo frontonero, Costos, rendimiento y consumo.....	45
4.1.9. Consumo aceros de perforación – fontaneros por zonas .....	46
4.1.10. Rendimiento aceros de perforación frontonero por Zonas.....	47
4.1.11. Costos metro perforado aceros Jumbo frontonero por Zonas .....	47
4.1.12. Rendimientos aceros de perforación Realce – Zona Ranichico .....	48
4.1.13. Aceros perforación cónicos. Rendimiento, consumo, costos.....	49
4.1.14. Consumo aceros taladros largos por operador .....	50
4.1.15. Consumo aceros – Jumbo frontonero por operador.....	52
4.1.16. Aceros cónicos por operador .....	55

4.1.17. Pies perforados por operador – perforación convencional.....	55
4.1.18. Costo comparativo de los últimos meses .....	56
4.1.19. Adaptadores de sostenimiento.....	56
4.2. Discusión de resultados.....	57

**CONCLUSIONES**

**RECOMENDACIONES**

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**ANEXOS**

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Partes principales de perforadora hidráulica jumbo frontonero .....	14
Figura 2: Dimensiones del Jumbo S1D .....	15
Figura 3: Dimensiones de radio de giro Jumbo S1D.....	15
Figura 4: Factores operativos de los equipos de perforación .....	17
Figura 5: El tren de varillaje para top Hammer en equipos mecanizados .....	18
Figura 6: Shank adapter (adaptador de culata) .....	19
Figura 7: Shank adapter tipos y diámetros de rosca .....	19
Figura 8: Shank adapter: ventajas de selección en tipos de rosca.....	20
Figura 9: Coupling adapter (acople) .....	21
Figura 10: Acoplos de mayor rotación .....	22
Figura 11: Acoplamiento entre el barreno y el acople .....	23
Figura 12: Partes de una barra de perforación cónica .....	23
Figura 13: Juegos de barras cónicas empleadas en la minería.....	24
Figura 14: Fuerza transmitida de la perforadora hacia la barra y broca .....	24
Figura 15: Brocas roscadas .....	25
Figura 16: Características de las brocas roscadas .....	25
Figura 17: Broca de botones.....	26
Figura 18: Broca de botones retráctil.....	26
Figura 19: Brocas guía .....	27
Figura 20: Brocas en cruz .....	27
Figura 21: Broca en equis .....	28
Figura 22: Partes de la broca cónica de botones vista de planta y perfil.....	28

Figura 23: Ubicación de la mina Pallancata .....	39
Figura 24: Columna de perforación .....	41
Figura 25: Aceros taladros largos – setiembre 2023.....	43
Figura 26: Consumo aceros de perforación – taladros largos – por zonas .....	43
Figura 27: Rendimiento aceros de perforación – taladros largos – por Zonas.....	44
Figura 28: Costos aceros de perforación taladros largos – por zonas .....	45
Figura 29: Aceros Jumbo frontonero, Costos, rendimiento, Consumo .....	46
Figura 30: Consumo aceros de perforación – fontaneros por Zonas .....	46
Figura 31: Rendimiento aceros de perforación frontonero – por Zonas .....	47
Figura 32: Costos metro perforado aceros Jumbo frontonero – por Zonas.....	48
Figura 33: Rendimientos aceros de perforación Realce - Zona Ranichico .....	48
Figura 34: Aceros perforación cónicos .....	49
Figura 35: Consumo aceros brocas taladros largos por operador.....	50
Figura 36: Consumo barras m/f. 5 pies, por operador taladros largos .....	51
Figura 37: Consumo shank coop t38. por operador taladros largos .....	51
Figura 38: Metros perforados por operador taladros largos.....	52
Figura 39: Consumo aceros broca 51mm, Jumbo frontonero por operador.....	53
Figura 40: Consumo aceros barras de 12 pies, Jumbo frontonero por operador.....	53
Figura 41: Consumo aceros Shank Coop T38, Jumbo frontonero por operador .....	54
Figura 42: Metros perforados, Jumbo frontonero por operador .....	54
Figura 43: Consumo de brocas cónicas por operador setiembre 2023 .....	55
Figura 44: Pies perforados por operador – perforación convencional .....	55
Figura 45: Costo comparativo de los últimos meses.....	56

Figura 46: Adaptadores de sostenimiento ..... 56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Acceso a la mina Pallancata.....	39
Tabla 2: Parámetros de operación.....	41
Tabla 3: Propiedades geomecánicas de las labores.....	41
Tabla 4: Tipos de rocas.....	42
Tabla 5: Aceros taladros largos – setiembre 2023.....	42
Tabla 6: Consumo aceros de perforación – taladros largos .....	43
Tabla 7: Rendimiento aceros de perforación – taladros largos.....	44
Tabla 8: Costos aceros de perforación taladros largos.....	44
Tabla 9: Aceros Jumbo frontonero, Costos, rendimiento y Consumo .....	45
Tabla 10: Consumo aceros de perforación – fontaneros .....	46
Tabla 11: Rendimiento aceros de perforación frontonero .....	47
Tabla 12: Costos metro perforado aceros Jumbo frontonero .....	47
Tabla 13: Rendimientos aceros de perforación Realce – Zona Ranichico .....	48
Tabla 14: Aceros Perforación Cónicos .....	49
Tabla 15: Aceros de perforación para taladros largos .....	50
Tabla 16: Consumo de aceros de perforación con Jumbo Frontonero.....	52
Tabla 17: Adaptadores de sostenimiento .....	56

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

Abordar la minería con un enfoque industrial se puede observar que los precios se rigen a nivel de mercado internacional, es por eso por lo que la reducción de los costos operativos es un factor principal para que la mina siga operando.

En las minas del Perú se sigue la misma tendencia internacional de fijar los precios de venta de sus minerales y un aspecto que conlleva a costos es la operación de perforación y voladura los cuales se deben tener en cuenta al momento de optimizar estos procesos.

Todas las empresas productivas tienen una responsabilidad principal o una función de optimizar o reducir sus costos de producción, es ahí donde se le da el principal valor agregado al producto, también las empresas consumen recursos en todos sus procesos productivos y el mayor impacto que se da es en dichos procesos.

Para la Unidad Minera Pallancata la perforación es llevada con equipos Bommer S1D, siendo el tipo de roca del yacimiento variable de mala a regular lo cual incide en los rendimientos de los aceros de perforación siendo variable en cada labor. Los rendimientos de los aceros en perforaciones inciden en la

producción del mineral bien por las demoras que se producen elevando los costos o por no controlar el desgaste de dichos materiales y que en muchos casos no cumplen con su vida útil.

Es por este motivo que se plantea la presente investigación con la intención de evaluar el consumo de los aceros en perforaciones en taladros largos y frentes.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

### **1.2.1. Delimitación espacial**

La investigación se llevará a cabo en las instalaciones de la Unidad Minera Pallancata la cual se halla ubicada en el distrito Coronel Castañeda, provincia de Parinacochas, del departamento de Ayacucho.

### **1.2.2. Delimitación temporal**

Se estima que la aplicación de esta propuesta es de un semestre desde julio hasta diciembre del 2023.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿El consumo de los aceros de perforación se encuentran dentro de los rangos establecidos para la perforación de taladros largos y frentes en la Unidad Minera Pallancata?

### **1.3.2. Problema específicos**

Problema específico a

¿Cuál es el consumo de los aceros de perforación, en la perforación de taladros largos en la Unidad Minera Pallancata?

Problema específico b

¿Cuál es el consumo de los aceros de perforación, en la perforación de frentes en la Unidad Minera Pallancata?

## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Ver si el consumo de los aceros de perforación se encuentra dentro de los rangos establecidos para la perforación de taladros largos y frentes en la Unidad Minera Pallancata.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

Objetivo específico a

Determinar el consumo de los aceros de perforación, en la perforación de taladros largos en la Unidad Minera Pallancata.

Objetivo específico b.

Determinar el consumo de los aceros de perforación, en la perforación de frentes en la Unidad Minera Pallancata.

## **1.5. Justificación del problema**

La presente propuesta encuentra su justificación al establecer distintos aspectos que mencionamos resumidamente.

### **A. Justificación Teórica**

Esta propuesta va a generar nuevos conocimientos o información sobre el consumo de los aceros de perforación, sobre su rendimiento, costos por metro de las brocas, shank, barras en la perforación de taladros largos, y frentes.

### **B. Justificación Práctica**

Se justifica desde el punto de vista práctico por los datos que se obtienen serán de gran utilidad para poder verificar el consumo o poder optimizar y así mantener los costos operativos en forma adecuada.

### **C. Justificación Económica**

Con los datos obtenidos la empresa podrá reducir o mejorar los costos de producción, obteniendo mejores beneficios.

### **1.6. Limitaciones de la investigación**

Referente a los límites que pudimos encontrar vemos que no hubo de parte de la empresa debido al apoyo con el que se conta por las facilidades que nos brindó, salvo el tiempo estimado para la realización de la investigación.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

##### **A. Primer Antecedente**

En la tesis de (Chirinos, 2015) que lleva por título "control de aceros de perforación, factores que influyen la vida útil, su relación con el paralelismo y profundidad en el Proyecto de Expansión k-115 JJC Contratistas Generales S.A. Sociedad Minera Cerro Verde" plantea entre sus objetivos en el control del uso idóneo de los aceros de perforación y aumentar la producción de la voladura en su proyecto de expansión, y como conclusiones plantea:

- La voladura se ve influenciada por el paralelismo y desviación de los taladros más aun cuando los taladros son de gran profundidad
- El diseño de la malla, el tipo de explosivo influyen en la fragmentación de la roca
- El conjunto de variables que pueden intervenir en el control del rendimiento de los aceros de perforación hace que no se puedan tener un buen control de los mismos.
- Se llego a establecer el número de explosivos y su ubicación dentro de los taladros para obtener una fragmentación deseada.

## **B. Segundo Antecedente**

En la tesis de (RUELAS, 2020) titulado “OPTIMIZACIÓN DE VIDA ÚTIL DE LOS ACEROS DE PERFORACIÓN PARA DISMINUIR COSTOS EN UNIDAD MINERA SANTA FILOMENA -SOTRAMI S.A” tiene como objetivo emplear el manual de Exsa para diseñar de la malla para perforaciones buscando optimizar la vida útil de los aceros de perforación.

Como conclusión se tiene:

- El ahorro que se obtuvo en los aceros de perforación fue en sub niveles de 10.09 \$, en chimeneas 12.95 \$, en galerías 12.6 \$, en pique 5.53 \$ por disparo, para lo cual se estandarizo la perforación, se marcó el perímetro de las labores, utilización de barrenos de 2 pies para la perforación.
- Se puede obtener mayor tiempo en el trabajo operativo si se evita roturas de brocas, barrenos, contando con un mantenimiento de las maquinas, evitando el desgaste de las brocas y barrenos y con un stock de los aceros de perforación en la bodega.
- Podemos establecer la cantidad de los aceros de perforación que debe consumirse al tener un buen control y establecer parámetros de logística.

## **C. Tercer Antecedente**

En la tesis de (ORE, 2019) cuyo título es “Optimización del uso de aceros de perforación para el método de minado Bench and Fill en la Veta Mary unidad minera Carahuacra de Volcan Compañía Minera S.A.A.” plantea entre sus objetivos la explotación de la veta Mary mediante el método Bench and Fill se propone la optimización del uso de los aceros de perforación, y como conclusiones plantea lo siguiente:

- La veta Mary presenta dos tipos de roca, la roca encajonante es dacita y en la roca mineralizante es la esfalerita, para lo cual se usa perforadoras Simba S7D.
- Para incrementar la vida de los aceros de perforación se usó la diagramación propuesta Ishikawa la cual contribuyó a la elaboración de una planificación de acción logrando optimizar la perforación.
- El consumo de brocas afiladas y sin afilar fue en brocas de 64 mm de 10 m. además se alcanzó una reducción en el costo de 12 \$, y en cuanto a la broca de 127 mm es de 4 m y se alcanzó a reducir el costo de 4.8 \$.
- Los tiempos de perforación y por ende la velocidad va a depender en gran medida del afilado de la broca para taladros largos, broca de 64 mm, longitud de 12 m reduciéndose 23 min al perforar 10 taladros.
- La reducción de costos para el año 2018 con las mejoras realizadas se redujo en 2,949 \$/guardia.

#### **D. Cuarto Antecedente**

La tesis de (MALLMA, 2013) titulado “OPTIMIZACION DEL USO DE ACEROS DE PERFORACIÓN EN LA UEA SAN CRISTOBAL DE MINERA BATEAS SAC”. tiene entre sus objetivos mejorar los usos del acero en perforación en UEA San Cristóbal de minera Bateas SAC. y el detalle se indica a continuación:

- Con un trabajo adecuado de los equipos de perforación se logró una adecuada optimización de la perforación evitando perdidas de los aceros de perforación por desgaste o mal uso.
- Se deduce que hay una íntima relación entre los equipos de perforación y el acero para perforación para obtener un tiempo de uso útil del acero en perforación.

- El incremento del tiempo de uso útil de los aceros y la reducción en los costos de perforación se debió al control de los factores como el uso de estándares, selección de las dimensiones de la broca, prisión de aire, tiempo de afilado.
- La optimización del uso de los aceros en perforación se debió a una supervisión adecuada de la utilización del acero para perforación, además de los equipos para dichas labores, y una capacitación, en el campo de las operaciones, del mantenimiento y la utilización del equipamiento para perforación.

#### **E. Quinto Antecedente**

La tesis de (APARCO, GARCIA, 2019) titulado “OPTIMIZACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LOS ACEROS DE PERFORACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS EN MINA SAN VICENTE – CIA. SAN

IGNACIO DE MOROCOCHA S.A.A. AÑO 2018” cuyo objetivo fue reducir los costos de operación optimizando el tiempo de operatividad de los aceros en perforación de la mina San Vicente, y como conclusión planteo:

- Se mejoró la vida útil de las brocas de 45 mm. En un 35 % con un incremento de 1124.15 pies perforados/broca, debido al cuidado y uso adecuado y afilado oportuno.
- En cuanto a las barras de 12 pies se logró optimizar en un 31% con un incremento de 3914.16 pies perforados/barra debido a la capacitación en el uso de los aceros de perforación.
- Hay una relación muy importante entre la vida operativa de los aceros en perforación y su uso adecuado.
- Se redujo los costos de los aceros de perforación de 1435.04 \$/mes y de 17,220.48 \$/año.

- Si se tiene una mala evaluación geomecánica de las rocas esto va influir en el rendimiento de la perforación y por ende en el desgaste de los aceros de perforación.

#### **F. Sexto Antecedente**

En la tesis de (SANCHEZ, 2021) titulado “Optimización de brocas de perforación en el crucero 746, para reducir costos operativos en la mina Coriloma - Apurímac-2019” tiene como objetivo reducir los costos operativos mediante la optimización del uso en perforación de las brocas para el crucero 746 en la mina Coriloma. Y como conclusiones se obtuvo:

- Se redujo los costos operativos al optimizar el uso de las brocas de perforación en un 0.161 \$/m al usar brocas Rockbit.
- En cuanto a la perforación del crucero se mejoró la longitud de perforación y la vida útil de las brocas con el uso de las brocas Rockbit en un 63.66 pies más que las brocas de atlas Copco.
- El consumo de brocas se ha reducido en un 0.09 brocas/frente menos a favor de las brocas Rockbit. y una producción de 6.62.
- En cuanto al avance lineal se tiene que las brocas Rockbit tiene un avance mejor que las brocas de atlas Copco en un 0.8 m/brocas llegando a producir 6.62 tn/broca con las brocas Rockbit.

#### **2.2. Bases teóricas científicas**

##### **2.2.1. Perforación**

La perforación es un proceso en la minería, mediante el cual un barreno produce percusiones giratorias continuas que tienen por finalidad de generar un corte y perforado en el cuerpo de rocas. Su objetivo es poder ofrecer una cavidad cilíndrica que se denominan taladros y los cuales deberán poder almacenar la carga explosiva, además de los accesorios necesarios para poder llevar a cabo el siguiente procedimiento que se denomina voladura. (LOPEZ JIMENO, 1987)

### **2.2.2. Tipos de perforación**

Tenemos: Perforación manual y mecanizado

#### **A. Perforación Manual**

Este tipo de procedimiento necesariamente tiene que ejecutarse mediante equipamiento que se manipulado por trabajadores en pequeña escala y las dimensiones del área de trabajo no permiten la utilización de otro equipo. (LOPEZ JIMENO, 1987)

#### **B. Perforación mecanizada**

Estos equipos van encima de estructuras que son manipuladas por operadores siguiendo parámetros permitiendo trabajar en dimensiones de gran envergadura (LOPEZ JIMENO, 1987)

### **2.2.3. Perforación a rotopercusión.**

Esta perforación se basa en la combinación de las acciones de percusión, rotación, empuje y barrido:

#### **A. Percusión**

Se trata de producir una onda de choque como consecuencia del impacto del golpe del pistón del martillo perforador. Dichas ondas serán transmitidas directamente por medio del varillaje que se ubican en el martillo. También, pueden ser transmitidas al tallante cuando el martillo se encuentre en el fondo. En el momento en que esta onda impacta la boca de perforación la energía transmitida se descompone por un lado en trabajo, lo que hace posible atravesar el útil y por otro la energía se refleja y es devuelta por medio de varillaje.(JIMENO, JIMENO, BERMUDEZ, 2005)

En este esquema de perforación el parámetro determinante viene a ser la potencia en cuanto a la velocidad con que se puede penetrar. Al impactar el martillo y generar un golpe libera una cantidad de energía que puede ser estimada de las siguientes maneras: (JIMENO, JIMENO, BERMUDEZ, 2005)

$$Ec = 0.5 \times mp \times V2p$$

$$Ec = pm \times Ap \times lp$$

Donde:

$Ec$  = Energía por golpe.

$mp$  = Masa del pistón.

$vp$  = Velocidad máxima del pistón.

$pm$  = Presión del fluido transmisor de la energía dentro del cilindro

$Ap$  = Superficie de la cara del pistón

$lp$  = Carrera del pistón

La potencia de un martillo es pues la energía por golpe multiplicada

por la frecuencia de impactos:

$$Pm = Ec \times ng$$

Donde:

$ng$  = Frecuencia de impactos.

## **B. Rotación.**

En este caso la función primordial es el giro que debe realizar la broca siguiendo sucesivamente el compás de los impactos. Esta disposición tiene como finalidad que la que la broca pueda actuar en diferentes puntos de roca por medio del barreno. Ahora bien, se debe señalar que de acuerdo con la tipología del material será necesario un tipo óptimo de velocidad de rotación. Lo cual genera detritus de mayor dimensión lo que permite una superficie libre más aprovechable. (Instituto Geológico y Minero de España, 1987)

## **C. Empuje.**

Este mecanismo de perforación por impacto debe generar la energía suficiente para poder horadar la roca, este funcionamiento no podrá ser posible si la broca no se encuentra correctamente dispuesta dentro del barreno en la parte del fondo. Para poder asegurar que dicha energía puede

generar la fuerza de empuje optima se debe disponer de un motor con la capacidad adecuada que la suministre, en este caso también son útiles los cilindros de avance, pero debe ser adecuado al tipo de material y a la broca que se usara. (Instituto Geologico y Minero de España, 1987)

#### **D. Barrido.**

Este mecanismo se activa mediante la inyección a presión de una serie de fluidos en dirección a la parte final del orificio abierto siempre buscando la orientación central de varillaje, además de las aberturas que presentan las brocas. De esta manera la evacuación se realizará por medio del orificio anular que se tendrá entre la pared de los barrenos y el varillaje. (Instituto Geologico y Minero de España, 1987)

#### **2.2.4. Martillos de perforación.**

Dentro del esquema de perforación se trata de un dispositivo con dos funciones específicas:

Por un lado, se encuentran los martillos de cabeza que son usados para la generación de las percusiones y rotaciones necesarias. También cumplen la función de regulación del barrido al medio del paso.

Por otro lado, se encuentran los martillos de fondo los cuales solo se limitan a generar precauciones y cabeza de barrido. En este caso la cabeza estará en la parte frontal para que permita que la rotación se transmita por medio de varillaje a partir de la cabeza. (LOPEZ JIMENO, 1987)

Martillos neumáticos. .

En este caso el mecanismo de percusión es accionado por medio de aire comprimido. Hasta 1970 eran el único mecanismo de percusión en el mercado que pueda cumplir esta función.

Entre los dispositivos que lo conforman se encuentran los siguientes:

- **Un cilindro** este dispositivo cuenta con un espacio axial en el que se colocara el dispositivo para portar barrenas y también el que retine las

varillas, se cierra por medio de una tapa ubicada en la parte de adelante.

(LOPEZ JIMENO, 1987)

- **El pistón** su función es golpear el vástago por medio de un movimiento alternativo para que se pueda transmitir a la varilla la onda de choque. (LOPEZ JIMENO, 1987)
- **La válvula** es el mecanismo que sirve para regular el flujo del aire comprimido fijando un volumen determinado, con un funcionamiento alterno a la sección anterior y posterior del pistón (LOPEZ JIMENO, 1987)

Martillos hidráulicos.

En cuanto a sus componentes las perforadoras hidráulicas y neumáticas casino presentan diferencias sustanciales. Sin embargo, la diferencia determinante entre ambas es que el mecanismo del motor que activara las rotaciones y alternativamente al pistón en un caso es accionado por aire comprimido que un compresor acciona generalmente eléctrico o a combustible le suministra. En el otro caso este mecanismo principal es activado mediante el uso de un motor que genera el impulso suficiente para poder bombear suficiente caudal de aceite que pueda accionar el mecanismo general de rotación y el movimiento del pistón. (LOPEZ JIMENO, 1987)

Los tipos de martillos de mecanismo hidráulico son:

- **Martillos ligeros:** ofrecen un impacto que alcanza una potencia de 6 kW, su funcionamiento requiere varillaje integral en un diámetro de perforación con barrenos de 33 hasta 38 mm. (LOPEZ JIMENO, 1987)
- **Martillos medios:** ofrecen un impacto que alcanza una potencia de 7,5 kW, su funcionamiento requiere varillaje R32 y perforación con 38 mm diámetros (LOPEZ JIMENO, 1987)
- **Martillos pesados:** ofrecen un impacto que alcanza una potencia de 15 a 20 kW, su funcionamiento requiere un varillaje R38 y perforación con 45 mm de diámetro normal. (LOPEZ JIMENO, 1987)

- **Martillos de alta potencia:** ofrecen un impacto que alcanza una potencia de 40 kW, su funcionamiento se enfoca en perforación de diámetros mayores de hasta 115 mm (LOPEZ JIMENO, 1987).

*Figura 1: Partes principales de perforadora hidráulica jumbo frontonero*



*Fuente: Presentación y diseño Komatsu*

#### Características principales

- Presión de trabajo 75 a 250 bares
- Frecuencia de impacto 2000 a 6000 golpes/min
- Potencia de impacto 6 a 80 KW
- Frecuencia 60 a 180 Hz

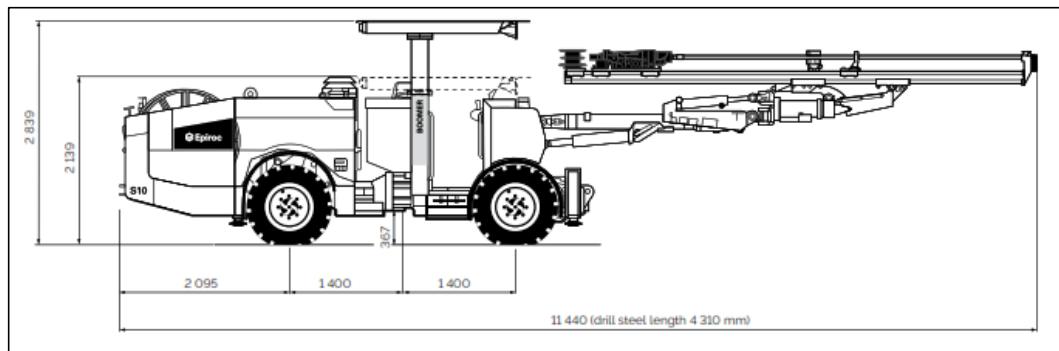
#### 2.2.5. Equipos de perforación usados en minería subterránea

##### **Jumbos de avance y tajo horizontal**

Este equipamiento está destinado para las siguientes funciones:

- Desarrollar secciones como galerías, cruceros y rampas
- Tajo horizontal con una perforación horizontal
- Las labores deben estar diseñadas teniendo en cuenta el tamaño y el área de acción de las maquinarias (ATLAS COPCO, 2012)

Figura 2: Dimensiones del Jumbo S1D



Fuente: Elaboración diseño Atlas Copco

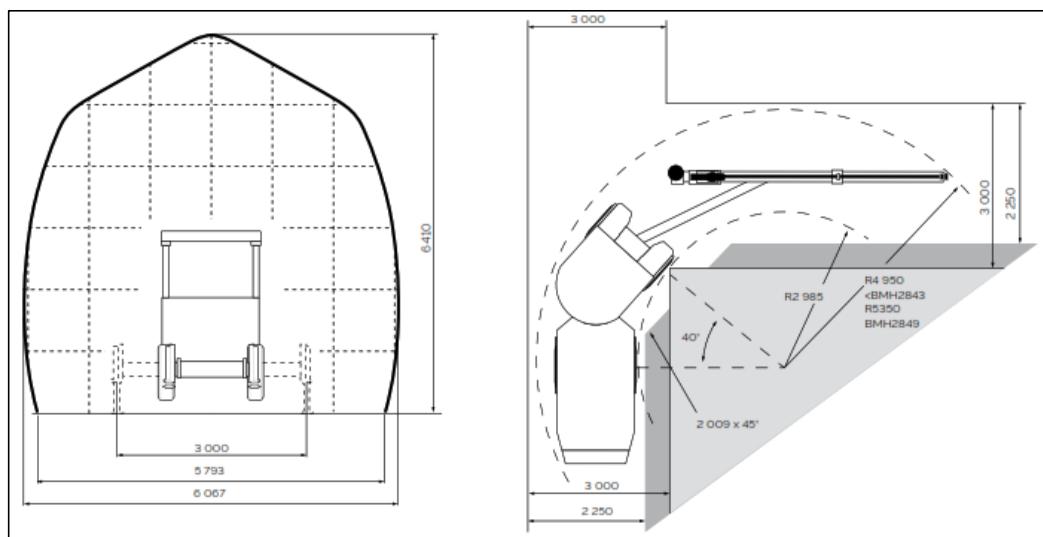
#### A. Jumbos para túneles

Se trata de la maquinaria de mayor dimensión y cuanta en su equipamiento con distintas perforadoras de mecanismo hidráulico. Es común que su composición se articular para ofrecer mayor función de movimiento dentro del túnel. (ATLAS COPCO, 2012)

#### B. Jumbos de bajo perfil

Se trata de la maquinaria de una altura menor que las de su mismo tipo, están diseñadas específicamente para secciones que se extiendan hasta 20 m2. (ATLAS COPCO, 2012)

Figura 3: Dimensiones de radio de giro Jumbo S1D



Fuente: Elaboración diseño Atlas Copco

## **Perforadoras de producción**

La perforación con fines productivos necesariamente deberá guardar estrecha relación con los métodos de explotación que se empleen en el yacimiento específico. En ese sentido, también el equipamiento y el nivel de mecanización operativa debe responder a la geometría del diseño de las labores extractivas.

En el caso de tener que operar en un yacimiento con vetas estrechas será necesario usar perforados de tipo manual, a diferencia de labores que requieran un banqueo con perforación horizontal en las que será necesario usar jumbos; y en los casos que requieran perforados Rock Drill o Perforadoras tipo DTH o radiales solo si el dimensionado del yacimiento es suficientemente adecuado. (ATLAS COPCO, 2012)

### **A. Jumbos radiales**

Se trata de maquinaria que se usa para ejecutar labores largas, como pueden ser secciones extensas de galerías radiales o paralelas. Entre sus principales características encontramos:

Para operaciones de pequeña a mediana dimensiones: el diámetro de la perforación de oscilar entre 48 a 127 mm, la capacidad de los carruseles debe ser de 17 y adicionalmente una barra, en el caso que la perforación se de tipo mecanizado alcanzan hasta 32 metros.

Para operaciones de mediana a grandes dimensiones el diámetro de la perforación de oscilar entre 89 a 165 mm, la capacidad de los carruseles debe ser de 35 y adicionalmente una barra, en el caso que la perforación se de tipo mecanizado alcanzan hasta 63 metros. (ATLAS COPCO, 2012).

### **B. Perforadoras para taladros largos**

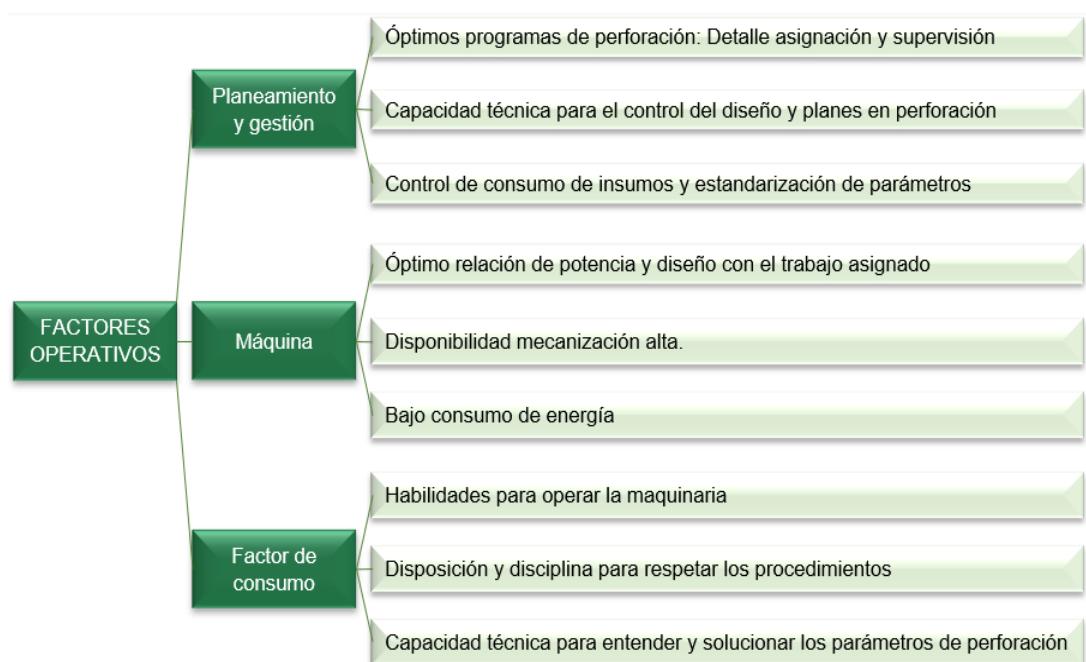
Se trata de dispositivos que van dispuestos sobre orugas, en general usa martillos hidráulicos con rock drill o track drill en martillos neumáticos. Su diseño está orientado a la perforación horizontal y en bancos hacia abajo

pueden presentar una inclinación leve por debajo de 30º. Su uso debe ser parte de las operaciones productivas y pueden contar con el sistema DTH (ATLAS COPCO, 2012).

### C. Factores operacionales de la perforación

La perforación es una de las etapas más delicadas en la explotación de un yacimiento, donde debe tenerse en cuenta los factores que intervienen tanto en la etapa de selección del equipo y en el momento de operación, porque la elección de un equipo significa costos y alta precisión, dentro de los factores que se debe tener en cuenta son: (ATLAS COPCO, 2012).

*Figura 4: Factores operativos de los equipos de perforación*



*Fuente: Elaboración Propia*

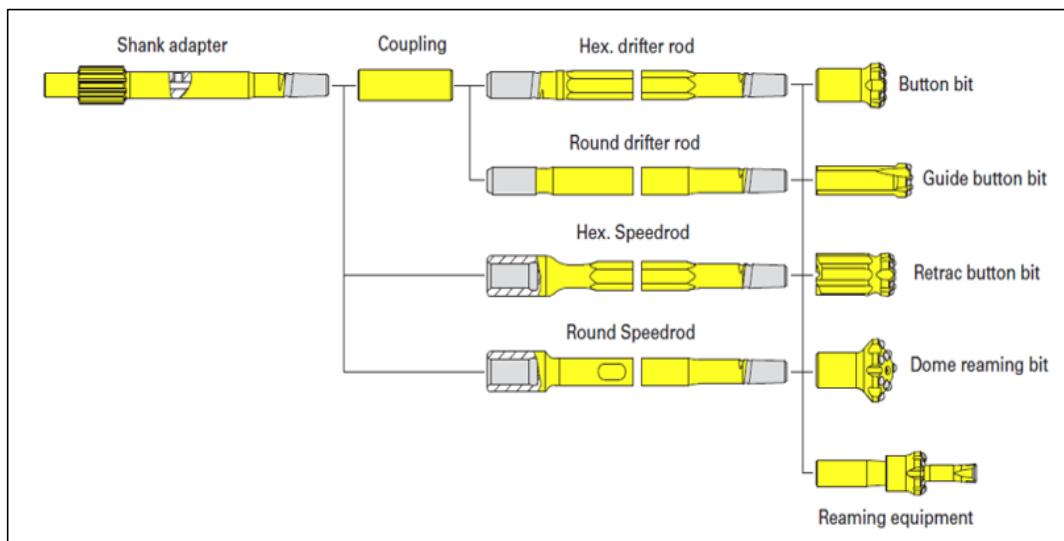
#### 2.2.6. Aceros de perforación

Estos dispositivos están compuestos por 4 elementos principales que vienen a ser el adaptador de martillo o Sank adapter, el manguito o Coupling, los barrenos, las brocas. Están fabricados con materiales que pueden resistir las condiciones de fatiga, los impactos, la flexión y el desgaste por parte de roscas y culatas. Pueden ofrecer alto contenido de carbono para barrenos

integrales o en su defecto bajo contenido en carbono para brocas, manguitos y adaptadores. (Instituto Geológico y Minero de España, 1987)

Se dispone de carburo de tungsteno y cobalto para elaborar los botones o insertos de las brocas.

*Figura 5: El tren de varillaje para top Hammer en equipos mecanizados*



*Fuente: Equipo Top Hammer - Mecanizados*

#### **2.2.7. Adaptadores o Shank Adapter**

Se trata de los dispositivos destinados a la transmisión de la energía del impacto, además de la rotación de las varillas mediante su fijación a las perforadoras.

- El shank adapter La energía generada por el impacto será transmitida en primer lugar a este dispositivo.
- Cada equipo de perforación cuenta con un tipo diferente de shank adapter, y, para cada aplicación se recomienda un tipo específico de shank adapter.

(ATLAS COPCO, 2012)

Figura 6: Shank adapter (adaptador de culata)



Fuente: Shank Adapter Atlas Copco

Figura 7: Shank adapter tipos y diámetros de rosca

Atlas Copco COP 1440, COP 1550, COP 1638, COP 1838, Drifting		
Thread	Product No.	
R32 (1 1/4")	90516087	40
R38 (1 1/2")	90516098	40
T38 (1 1/2")	90516120	43
SR38 (1 1/2")	90516106	42

**Atlas Copco COP 1132**

Bolting, drifting		
Thread	Product No.	
R28 (1 1/8")	90515869	
SR28 (1 1/8")	90515871	
R32 (1 1/4")	90515862	

**Atlas Copco COP 1440, COP 1550, COP 1838**

Bench drilling		
Thread	Product No.	
R32 (1 1/4")	90516158	
TC35 (1 1/8")	90516342	
T38 (1 1/2")	90516184	
T45 (1 1/4")	90516206	
T51 (2")	90516217	

**Atlas Copco**

Fuente: Shank Adapter tipos y diámetros - Atlas Copco

Tipos de rosca en los aceros de perforación

En las labores de perforación la función de las roscas es servir de unión entre las culatas, los manguitos, las brocas y las varillas. (ATLAS COPCO, 2012)

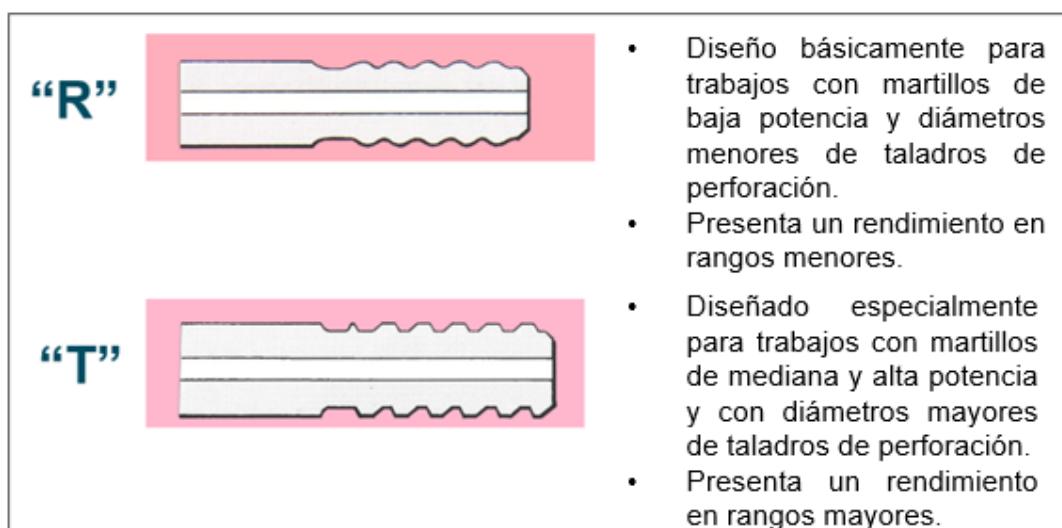
Los principales tipos de rosca son:

A. **Rosca R:** sirven para usarse en barrenas con máximo 38 mm y perforadoras de fuerza y con independencia en la rotación. Aunque su paso

es corto de 12,7 mm presenta un ángulo de perfil amplio. Lo que supone que a mayor diámetro la desconexión es más difícil. (ATLAS COPCO, 2012)

- B. Rosca T:** En cualquier condición de funcionamiento su uso es adecuado, acepta varillaje de 38 a 51 mm. (ATLAS COPCO, 2012)
- C. Rosca C:** Destinado a equipamiento que cuente con barras grades, acepta varillaje de 51 mm. En cuanto a su ángulo y peso es semejante al modelo anterior. (ATLAS COPCO, 2012)
- D. Rosca GD o HL:** este modelo posee semejanzas con los modelos R y T. Cuenta con un perfil diseñado asimétricamente como diente de sierra, los diámetros adecuados para su uso son entre 25 a 57 mm. (ATLAS COPCO, 2012)

*Figura 8: Shank adapter: ventajas de selección en tipos de rosca*



*Fuente: Elaboración Propia*

#### **2.2.8. Manguito o Coupling (acople)**

- Se trata de segundo dispositivo que colaborara para transmitir la energía.
- Sus dimensiones estarán sujetas al de tipo de rosca con que cuenten los dispositivos que se conectarán (el shank y la barra, o dos barras de extensión).

- Usan rosca tipo R, tipo T o mixtos.
- Por sus características son los elementos que menor resistencia ofrecen a la columna de perforado. (ATLAS COPCO, 2012)

Estos adaptadores se presentan en tres tipos:

**De arrastre Leiner:** Pueden usarse en barrenas con 25 y 32 mm.

Ofrecen dos estrías diametralmente enfrentadas. Su uso está destinado a pequeños martillos y a martillos de tipo neumático. (ATLAS COPCO, 2012)

**De arrastre total o tangencial:** Su uso está destinado a equipos de tipo neumático que lleven pistones de 100 mm y 120 mm. (ATLAS COPCO, 2012)

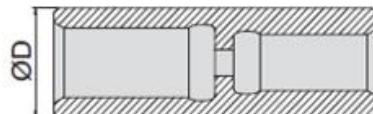
**Estriados:** Se emplean en diámetros de 38 mm a 50 mm usualmente, con martillos de rotación independiente y teniendo entre 4 y 8 estrías. (ATLAS COPCO, 2012)

*Figura 9: Coupling adapter (acople)*



*Fuente: Pagina Aceros de perforación Coupling*

Figura 10: Acoples de mayor rotación



Thread	Length		Diameter (D)		Product No.	Product code	Weight approx. kg
	mm	inch	mm	inch			
R25-R32	160	6 <sup>5</sup> / <sub>16</sub>	44	1 <sup>23</sup> / <sub>32</sub>	90515746	302-1044-03,10	1,2
R28-R32	160	6 <sup>5</sup> / <sub>16</sub>	44	1 <sup>23</sup> / <sub>32</sub>	90515751	307-1044-03,10	1,2
R32-R38	170	6 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	55	2 <sup>5</sup> / <sub>32</sub>	90515748	303-1055-04,10	2,0
R32-T38	170	6 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	55	2 <sup>5</sup> / <sub>32</sub>	90515749	303-1055-35,10	2,0
R38-T38	180	7 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	55	2 <sup>5</sup> / <sub>32</sub>	90515750	304-1055-35,10	1,9
T38-T45	180	7 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	60	2 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	90515753	335-1061-36,10	2,3
T45-T51	225	8 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	72	2 <sup>27</sup> / <sub>32</sub>	90515755	336-1072-37,10	4,0
T38-TC45	175	6 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	55	2 <sup>5</sup> / <sub>32</sub>	90515752	335-1055-70,10	1,8

Fuente: Acoples por diámetros y tamaño Atlas Copco

### 2.2.9. Varillas o barrenos

Estos dispositivos pueden presentar unas características morfológicas que de acuerdo con sus cabezales puede ser hexagonales o redondas. Es común que incorporen en el centro un orificio axial que sirve para enganchar el barrido a la barrena siguiente o a la broca directamente si es la única varilla o la última.

Su designación está determinada por una nomenclatura definida a partir de sus secciones principales que habitualmente son tres. (ATLAS COPCO, 2012).

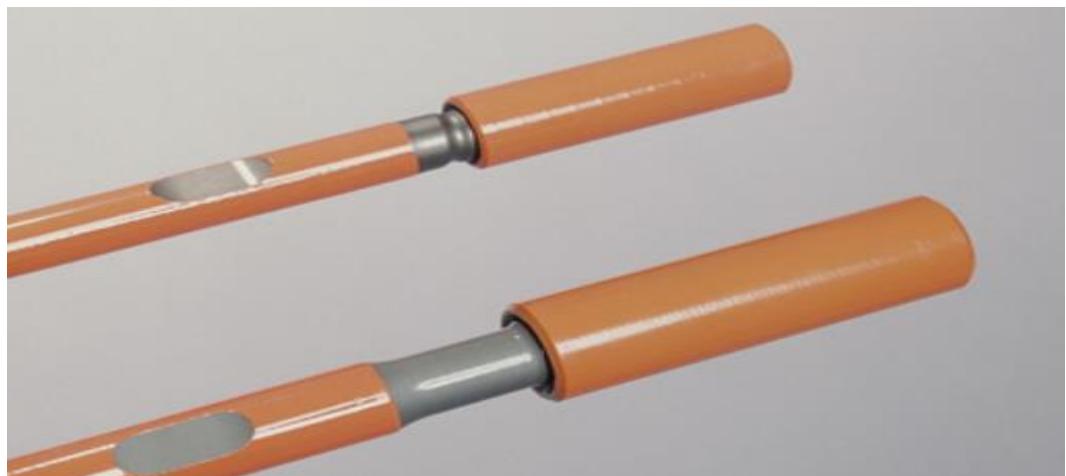
- A. **Extremo roscado posterior**, del martillo, por lo general sus dimensiones son más grandes sobre todo es su parte ancha, es el primer segmento que se representa.
- B. **Diámetro de la barrena o del hexágono** se trata de la distancia exterior que separa diametralmente las caras exteriores.

**C. Extremo roscado anterior**, reservado para la broca. Presenta dimensiones más angostas o estrechas de la misma manera que el extremo posterior.

Sistema de adaptación entre las barras y los acoplos.

- El shank envía la energía a acoplos los que deben retransmitirla a las barras de extensión por medio de las roscas.
- En la línea de perforación el acople es el principal elemento de rotura debido a que su función es ser la unión entre el adaptador y las barras.
- Las roscas de acople y barras deben ser adaptables mutuamente: (ATLAS COPCO, 2012)

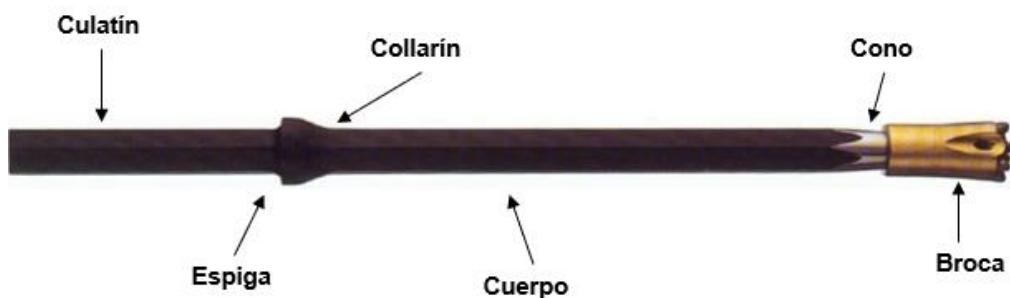
*Figura 11: Acoplamiento entre el barreno y el acople*



*Fuente: Pagina aceros barreno y coupling - Board*

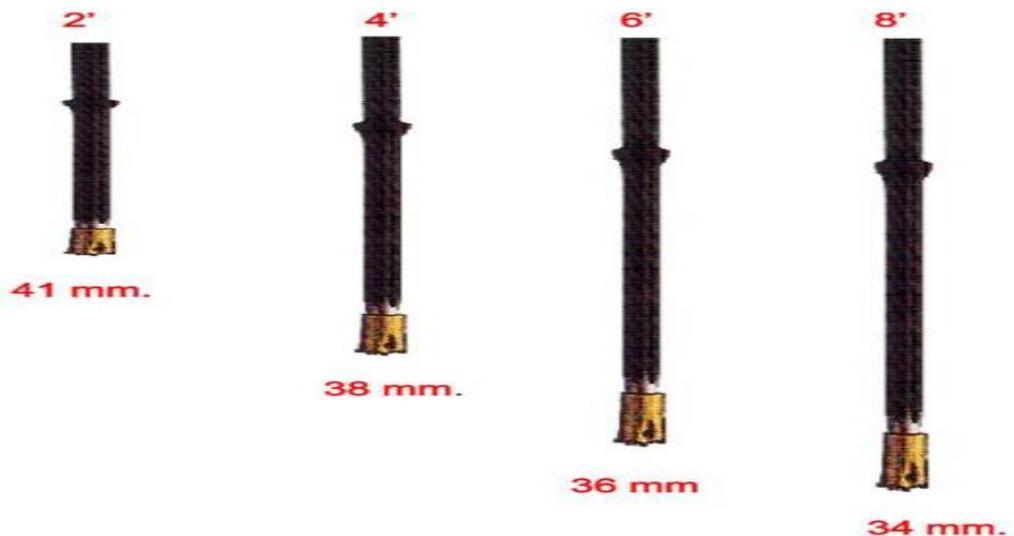
**El varillaje cónico consta de las siguientes partes principales:**

*Figura 12: Partes de una barra de perforación cónica*



*Fuente: Elaboración Propia*

Figura 13: Juegos de barras cónicas empleadas en la minería



Fuente: Elaboración Propia

La máquina perforadora constantemente genera una fuerza  $F$  y cuando los insertos se encuentran desgastados estos ya no trituran la roca, más al contrario generan una resistencia  $R$ . (ATLAS COPCO, 2012)

Figura 14: Fuerza transmitida de la perforadora hacia la barra y broca



Fuente: Elaboración Propia

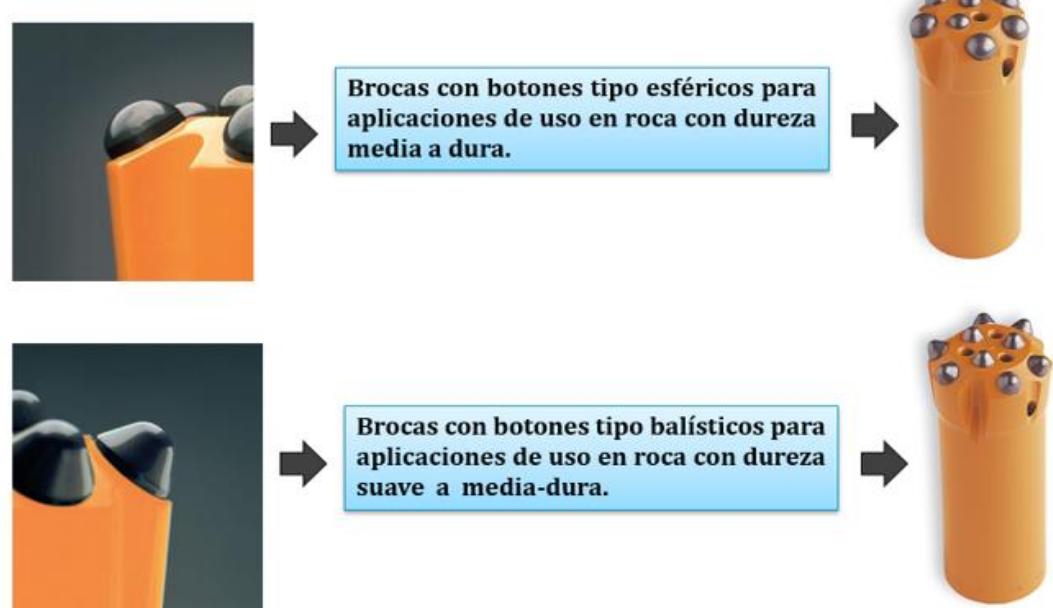
#### 2.2.10. Brocas

La función del triturado y corte de material les compete a las brocas como parte de varillaje. En su conjunto las brocas forman un frente que cuenta con pequeños dispositivos de carburo cementado que son botones o placas. Por lo general se cuenta con una rosca hembra que sirve para transmitir la energía proveniente del extremo de la barra usando un tope en su base. Cualquier broca

debe tener agujeros para limpieza del taladro por medio agua o aire de manera que se pueda realizar un adecuado barrido. Además, las brocas necesariamente deben contar con ranuras para poder realizar una correcta evacuación de los desechos producidos. (ATLAS COPCO, 2012)

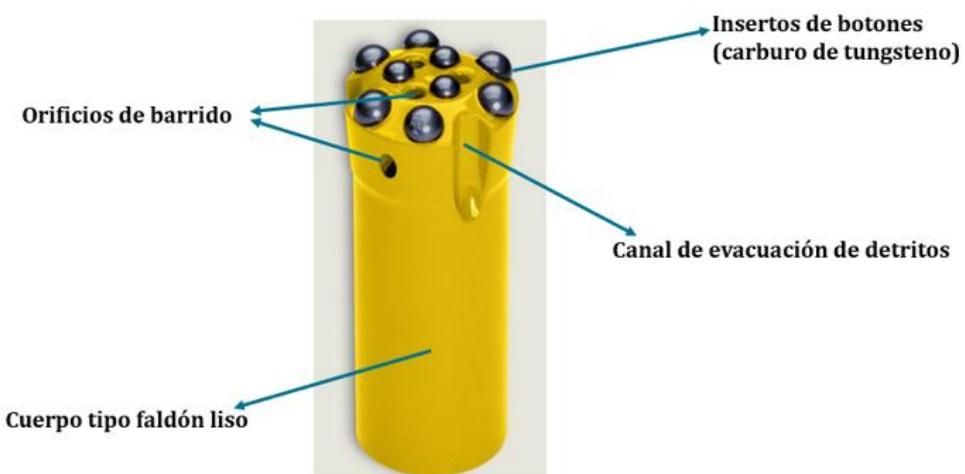
*Figura 15: Brocas roscadas*

**Brocas roscadas**



Fuente: Elaboración Propia

*Figura 16: Características de las brocas roscadas*



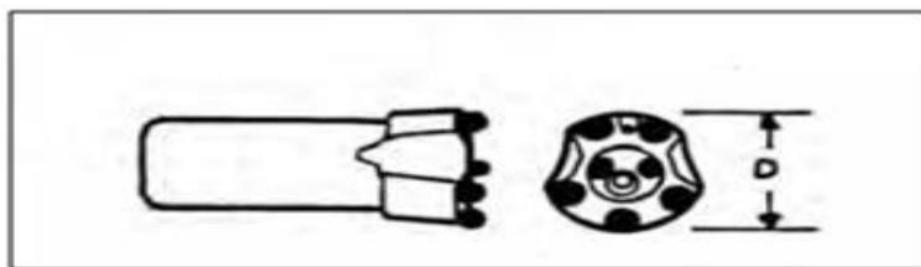
Fuente: Aceros de Perforación – Brocas Atlas Copco

## Tipos de brocas

### A. Broca de botones

Estos dispositivos presentan dimensiones mayores a 35 mm. Estos botones se distribuyen en el centro de la broca y en la parte periférica, por sus características son elementos insertados a presión en forma de cilindros en la matriz de acero. De acuerdo a su diámetro estos elementos pueden presentar el mismo tamaño, pero en ocasiones los botones del centro deben ser más pequeños que los laterales debido a razones de diseño. (ATLAS COPCO, 2012).

*Figura 17: Broca de botones*

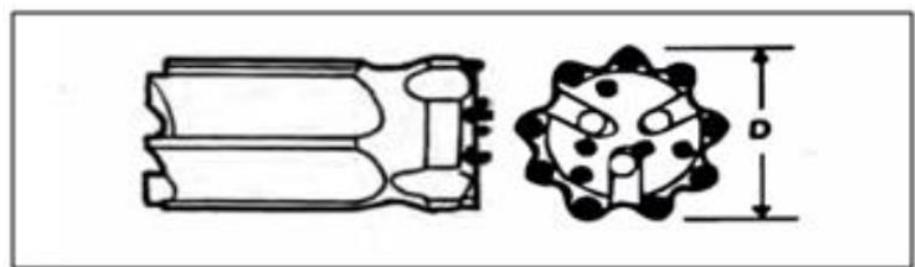


*Fuentes: Elaboración Propia*

### B. Brocas retractiles

Este tipo de brocas presenta ranuras grandes en su extensión, también cuentan con un diámetro semejante en toda su extensión, su finalidad operativa es asegurar que el taladro tenga una orientación recta, facilitando la extracción en caso se produzca un atasco. (ATLAS COPCO, 2012).

*Figura 18: Broca de botones retráctil*

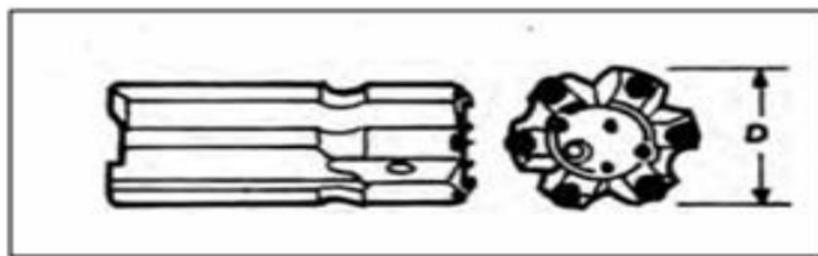


*Fuentes: Elaboración Propia*

### C. Brocas guía

Este tipo de brocas están diseñadas para asegurar que los taladros conserven una orientación recta sobre todo en cuerpo de rocas con condiciones de extrema dificultad de perforación. (ATLAS COPCO, 2012).

*Figura 19: Brocas guía*



Fuentes: *Elaboración Propia*

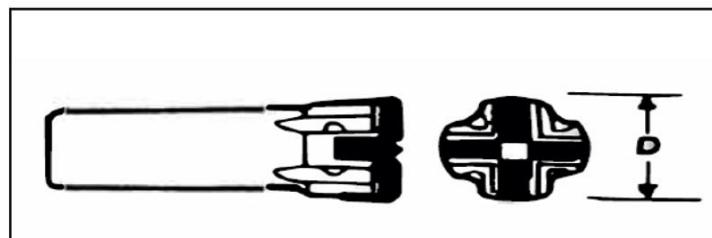
### D. Broca de botones cónicos

Por sus características de diseño ofrecen un buen desempeño en material blando. Además, permite que la velocidad de penetración pueda ser considerablemente mayor. (ATLAS COPCO, 2012).

### E. Brocas en cruz

Este caso presenta una distribución de placas pequeñas en forma de ángulo recto. Alcanzan un diámetro de 64 mm. (ATLAS COPCO, 2012)

*Figura 20: Brocas en cruz*

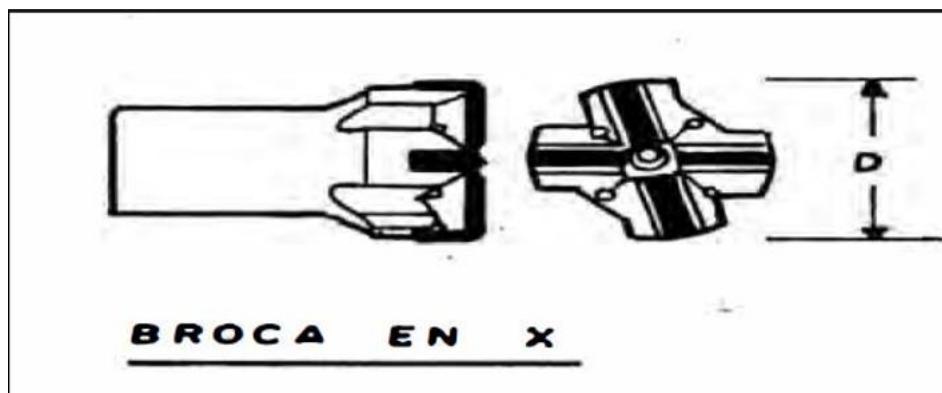


Fuentes: *Elaboración Propia*

## F. Brocas en Equis

Estas presentaciones cuentan con placas pequeñas dispuestas en ángulos de 75 y 105 grados. Su utilización está destinado a diámetros superiores a 64 mm. (ATLAS COPCO, 2012).

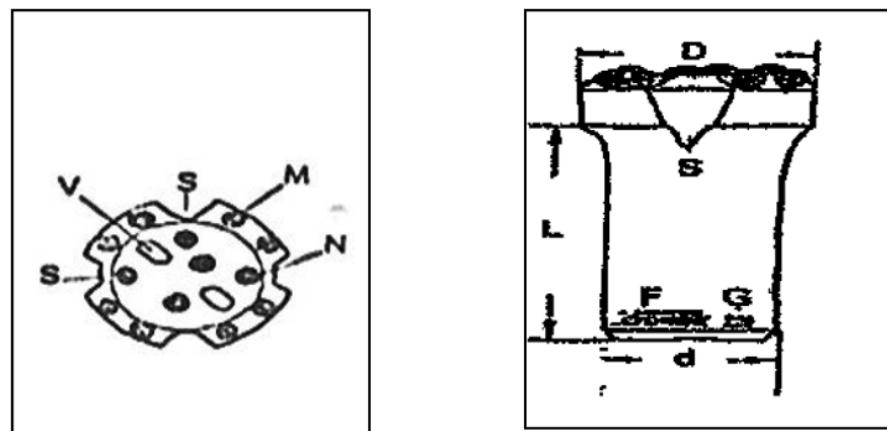
Figura 21: Broca en equis



Fuentes: Elaboración Propia

Nomenclatura de brocas cónicas de botones

Figura 22: Partes de la broca cónica de botones vista de planta y perfil



Fuentes: Elaboración Propia

H: altura del inserto

L: longitud del faldón

M: botones periféricos

N: botones centrales

S: ranura de evacuación del detrito

T: orificio de barrido lateral

V: orificio de barrido central

D: diámetro de la broca

D: diámetro del faldón

G: tipo de rosca, medición número de designación y fecha de fabricación (ATLAS COPCO, 2012)

### **2.3. Definición de términos conceptuales**

#### **A. Adaptadores o Sank Adapter**

Se trata de los dispositivos que van fijados a las perforadoras con el fin de asegurar la transmisión energética de impacto y la rotación de la varilla. (EXSA, 2004)

#### **B. Brocas**

Es el dispositivo parte del varillaje que se enfoca en cortar y triturar el material rocoso. Las brocas conforman un frente que debe estar dotado de botones y pequeñas placas elaboradas a base de carburo cementado. (ENAEX, s.f.)

#### **C. Columna de perforación**

Se trata de los elementos que dispuestos en conjunto permite realizar la perforación, forman parte de esta columna la broca, barra, acople y shank. De estos elementos la broca destaca por su costo superior a los otros, lo que demanda un exhaustivo sistema de mantenimiento y operación. (ENAEX, s.f.)

#### **D. Cruceros:**

Se trata de las labores que sirven para interconectar labores que se efectúan en paralelo. Normalmente son de corta extensión y presenta una disposición estandarizada y son usada como labores de servicio. (Lopez Gimeno 2017)

**E. Galerías sobre Veta:**

SE denominan de esta manera cuando una galería sigue la orientación que marca una veta, pero presenta una gradiente uniforme, en general se destinan a labores de preparación y producción. (Salas Hurtado 2013)

**F. Galería de extracción:**

Se trata de una labor exclusivamente para servicio, por su disposición su orientación es horizontal para que pueda recibir el material detonado para ser extraído por la misma labor. (LOPEZ JIMENO, 1987)

**G. Intervalo de afilado**

Es el momento de la rotación cuando una broca deberá ser reemplazada si presenta un desgaste de 1/3 de su diámetro. (ATLAS COPCO, 2012)

**H. Macizo rocoso:**

Es la denominación que recibe las formaciones de rocas y discontinuidades en bloques o matrices. En términos mecánicos se trata de formaciones discontinuas, anisótropas y heterogéneas, Por lo que clasificarlas es determinante para geología. (Instituto Geológico y Minero de España, 1987)

**I. Mantenimiento de aceros**

Es el procedimiento por el cual las brocas son aguzadas. La finalidad de este aguzado es darle un nuevo contorno al inserto y limar las microfracturas en su superficie. (Instituto Geológico y Minero de España, 1987)

**J. Operaciones mineras:**

Se conoce con este nombre al conjunto que reúne las actividades extractivas relacionadas con minería. Su finalidad operativa en conjunto es extraer material mineral con una potencia económico o que ofrezcan un

benéfico relacionado. (Sociedad nacional de minería y petróleo, 2020).

(LOPEZ JIMENO, 1987)

**K. Optimización:**

Es la ejecución de la estrategia que asegura conseguir los objetivos fijados de la manera más eficiente y efectiva. (ATLAS COPCO, 2012)

**L. Perforación**

Se trata de intervenir directamente en el cuerpo o pared de rocas para generar un orificio que se denomina taladro, que ofrezca una capacidad y distribución adecuadas para poder recibir la carga explosiva o distintos elementos relacionados con las labores de perforación como drenajes, sostenimientos entre otros, para ejecutarlos se utilizan perforadoras. (ENAEX, s.f.)

**M. Rampa:**

Es una labor para uso de servicios por donde ingresarán y se extraerán materiales, minerales, desechos, entre otros. Entre los diseños usuales podemos encontrar disposiciones en espiral, con una inclinación o secciones estándares. (Salas Hurtado 2013)

**N. Sobre perforación**

Cuando el desgaste alcanzado por una broca sobrepase 1/3 de su dimensión se denominará sobre perforación. Por este fenómeno la vida útil de las brocas y rimadoras se reduce considerablemente. (LOPEZ JIMENO, 1987)

**O. Taladros:**

Se trata de los orificios ejecutados para poder contener la carga explosiva. Luego que se inicie el chispeo permite que la roca se fragmente y pueda ser extraída. Los taladros se disponen con el objetivo de volar una porción específica de la pared de roca en un determinado frente. (Isem, 2017).

## P. Varillas o barrenos

Estos dispositivos pueden presentar unas características morfológicas que de acuerdo con sus cabezales puede ser hexagonales o redondas. Es común que incorporen en el centro un orificio axial que sirve para enganchar el barrido a la barrena siguiente o a la broca directamente si es la única varilla o la última. (ATLAS COPCO, 2012)

### 2.4. Enfoque filosófico – epistémico

Al enmarcar la presente propuesta de tesis dentro de una aproximación de tipo científico desde distintos puntos de análisis es posible abordar una problemática específica del campo minero como lo es Consumo de Aceros de Perforación en Taladros Largos. Aun así, los resultados que obtengamos de esta problemática nos podrán parecer distintos si realizamos su aplicación en otras circunstancias o desde otras especialidades.

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

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

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

A partir de esta compleja estructuración de los saberes y los puntos de vista debemos ser conscientes de que el camino científico no es el único que nos ayudará a entender los fenómenos del mundo, sin embargo, este camino nos puede ofrecer métodos para corroborar y validar nuestras evidencias y sobre todo pensar nuestro lugar dentro de la problemática específica.

Es por ello que el método científico cobra importancia vital para este tipo de investigaciones debido a que nos permite ubicarnos por encima de nuestros juicios personales e incluso sociales y culturales para poder establecer conocimientos o principios argumentativos que puedan apoyar juicios ser aceptados por su carácter neutral y abstracto que además respondan directamente a las cuestiones que una problemática específica plantea.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION**

#### **3.1. Tipo de investigación**

En esta ocasión el tipo de investigación que realizaremos será APLICADA porque vamos a evaluar el consumo de los aceros de perforación cuando perforamos taladros largos y frentes y poder constatar si dicho consumo se halla en los estándares establecidos (BAENA , 2017).

#### **3.2. Nivel de investigación**

El nivel que presentamos esta propuesta es descriptivo, de análisis; debido a que nos concentraremos en describir y analizar el consumo de cada elemento de los aceros de perforación, esto es de la broca, barreno, sank y poder ver si se hallan dentro de lo establecido en los estándares de la empresa. (BERNAL, 2010)

#### **3.3. Características de la investigación**

Aceros equipos fontaneros

El muestreo de rendimiento se realizó en las condiciones de operación actual de Terreno, equipo y operación.

Aceros de Perforación Utilizados.

08 Brocas Botones Esféricos, 51 mm, Cód. 110187 - Mineral

02 Broca Escariadora 102 mm, Cód. 090029 - Mineral.

02 Barras 14 pies Cod, 300012- Mineral.

01 Shank coop 1838, Cód. 450550 – Mineral.

Taladros largos:

El muestreo del rendimiento de los aceros para taladro largos se realizó en las condiciones de operación actual, roca, equipo y operación.

Aceros de Perforación Utilizados.

17 Brocas retractiles 64 mm, Cód. 130049

10 Barras M/F 4 pies Cód., 210044

10 Barras M/F 5 pies Cód., 210030

02 Shank T38 cod. 450500 – (Stope Master)

01 Shank T 38 Cod 450551 – (Boomer T1D).

Realce

El rendimiento de los aceros se realizó en condiciones de operación actual equipo, terreno, operación.

La prueba se realizó en la zona Ranichico, ahí se hace realce con el jumbo T1D3

Aceros de Perforación Utilizados

06 brocas Botones 51 mm, Cód. 110187 – Mineral

01 barra M/M R38 - R32 08 pies Cód., 220271- Mineral.

01 coupling T 38 - R38 Cod, 360031- Mineral.

01 Shank coop 1838, Cód. 450550 – Mineral.

### **3.4. Métodos de investigación**

La investigación lo realizaremos mediante la estructura del método científico, a través de los métodos específicos analítico-deductivo; debido a que partiendo de esa base se podrá revisar datos relacionándolos de múltiples maneras con los demás componentes de manera que puedan ser analizados exhaustivamente pudiendo alumbrar relaciones de carácter general entre los

elementos que implica este estudio. (HERNANDEZ, FERNANDES, BAPTISTA, 2014)

### **3.5. Diseño de investigación**

Esta propuesta este diseñada de forma no experimental porque nos avocaremos a observar y recoger datos de las operaciones de perforación que se realizan al perforar taladros largos y frentes en la mina Pallancata.

### **3.6. Procedimiento del muestreo**

#### **3.6.1. Población**

El grupo población objetivo lo componen todas las labores que se hallan operativas en las operaciones mineras de Pallancata, tanto labores de perforación con taladros largos como perforación de frentes.

#### **3.6.2. Muestra**

La muestra está determinada por 4 labores ubicadas en las zonas: zona Pallancata este, zona Pallancata central, zona Pallancata oeste.

### **3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Entre las técnicas usadas para esta investigación se encuentran las siguientes:

#### **3.7.1. Técnicas**

Se empleará la observación directa

El análisis documental de la recopilación de información.

#### **3.7.2. Instrumentos**

Tenemos:

- Guía de observación
- Ficha de registro
- Documentos escritos
- Documento estadístico

### **3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Contando con todos los datos obtenidos durante la observación, recojo de documentos se procederá al procesamiento de datos para lo cual emplearemos la estadística descriptiva, el programa Excel, el programa Word para analizar la información y elaborar el informe final.

### **3.9. Orientación ética**

En el transcurso de la ejecución de este trabajo tendremos presente los principios de la ética en cuanto a la veracidad, el anonimato, confidencialidad, responsabilidad, respeto a las personas e instituciones.

## **CAPITULO IV**

### **PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados.**

##### **4.1.1. Aspectos generales de la mina**

###### **A. Ubicación**

Las operaciones de este yacimiento están ubicadas en el distrito de Coronel Castañeda a una distancia de 520 kilómetros desde la capital del Perú en la jurisdicción provincial de Parinacochas perteneciente a la región de Ayacucho. Su punto de altitud máxima alcanza los 4 500 m.s.n.m.

###### **B. Accesibilidad**

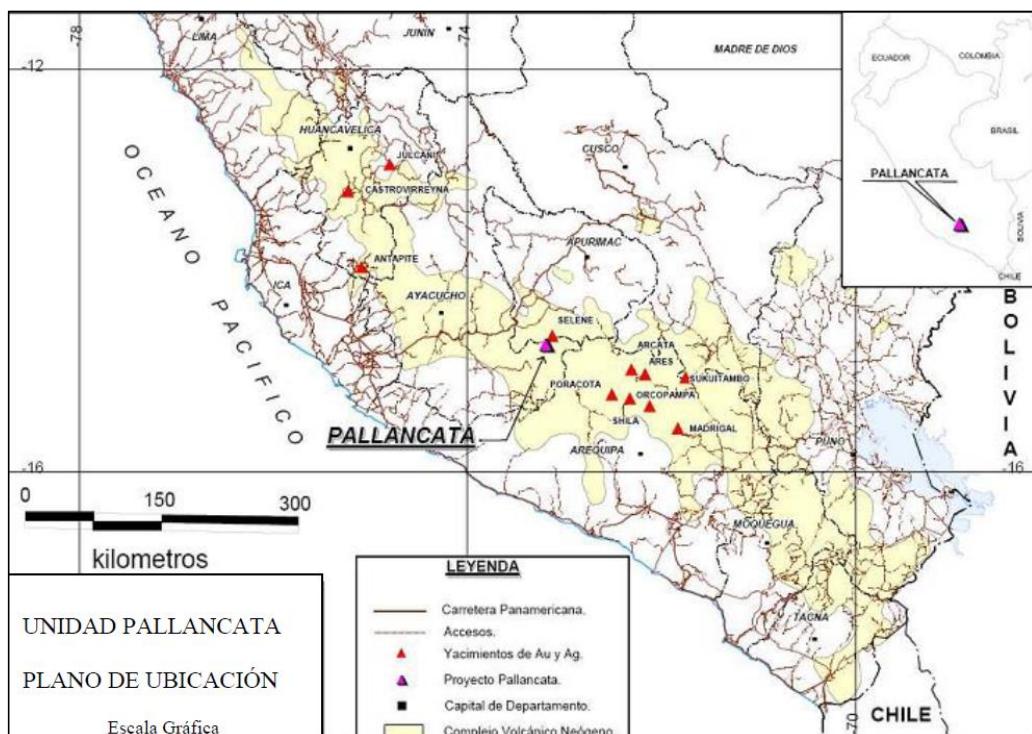
Desde la ciudad de Lima se puede acceder a las operaciones tomando la carretera vía Lima-Nazca-Puquio-Izcahuaca que cubre 770 km. de vía asfaltada. Después se debe tomar la trocha carrozable de 45 km. Hasta el sitio de las operaciones. Todo este trayecto se puede realizar en 13 horas.

Tabla 1: Acceso a la mina Pallancata

Ruta	Tipo de Vía	Distancia (Km)	Tiempo (Hrs)
Lima - Nazca	Asfaltada	460	6
Nazca - Puquio - Izcahuaca	Asfaltada	310	6
Izcahuanca - Pallancata	Afirmada	45	1
Total		815	13

Fuente: Elaboración Propia

Figura 23: Ubicación de la mina Pallancata



Fuente: Plano Unidad Minera Pallancata

### C. Mineralización

El sistema principal lo constituye la Veta Pallancata (Pallancata Oeste, Central y Este) con un Rumbo de N60°W y un buzamiento de 76° SE. Aproximadamente se extiende por 1.2 km de superficie. Así mismo, se identificó la presencia de un par de sistemas adyacentes de menor extinción en comparación de la Veta Pallancata presentan características mineralógicas significativas como valores económicos de plata, este sistema de vetas está conformado por las

matrices Virgen del Carmen, Rina (Zona Ranichico), San Javier y Luisa.

#### **D. Método de explotación**

Las técnicas para realizar las explotaciones en estas operaciones son corte y relleno ascendente para la zona de Ranichico, Rina y minado por subniveles con taladros largos para la zona de Pallancata Este por las condiciones geomecánicas.

#### **E. Explotación por Corte y relleno ascendente**

La explotación en corte y relleno ascendente se ejecuta mediante breasting con secciones de 3 x 3.5 m para arrancar el mineral en forma de franjas horizontales, con longitud de perforación de 3 m con equipos jumbo Atlas Copco, la voladura se realiza en "V" y la limpieza con scoop de 6 yd3 Atlas Copco.

#### **F. Explotación por sub niveles con taladros largos**

La explotación de minado por subniveles usando taladros largos se realiza teniendo encampanes de 10 m entre subniveles y el arranque de mineral se realiza en forma de franjas verticales, la perforación vertical se realiza con equipos stopmaster y simbas con mallas de 1 x 1 m, y la voladura se ejecuta en "V", la limpieza se realiza en la sección inferior con scoop de 6 yd3 con telemundo.

##### **4.1.2. Trabajo de campo**

La investigación sobre los aceros de perforación para frentes y taladros largos en la unidad minera se realizó en coordinación con el área de perforación y voladura de la empresa quien nos designó el equipo y la zona de trabajo.

Para lo cual se programó las siguientes acciones:

Conocer el rendimiento actual de los aceros de perforación para:

1. Equipo frontonero: consumo, rendimiento, costos, metros perforados.

2. Equipo para taladros largos: consumo, rendimiento, costos, metros perforados.
3. Equipo de realce: consumo, rendimiento, costos, metros perforados

#### 4.1.3. Consideraciones previas

Figura 24: Columna de perforación



Shank Adapter	Barra M/F 14 pies	Broca Botones	Broca Rimadora
SHK COP 1838T HM38 038/435	ROD TUN M/F 4310 R32 32H R38	BIT BTN THD 051 R32 BF5/2 H	BIT BTN PILOT 102 R32 041 H
Cod. 450550	Cod.300012	Cod. 110187	Cod.090029

Fuente: Columna de perforación - Board

Tabla 2: Parámetros de operación

Parámetros	Boomer 282-1		Boomer 282-2	
	Baja	Alta	Baja	Alta
Presión de rotación	40	60	40	60
Presión de percusión	140	180	140	190
Presión de avance	40	80	40	80
Presión de agua	18	18	18	18
RPM	186		192	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3: Propiedades geomecánicas de las labores

PROPIEDADES GEOMECÁNICAS Y GEOLÓGICAS					
Zona	Nivel	Labor	Estructura	Roca	Observación
Pallancata Este	<b>NV-4185</b>	S/N 8557 SE	Silice Gris, FeS, Brecha Silicificada Oxidos en Fracturas	III Regular	<b>Cuarzo 100%</b> Abrasivos con fallas
	<b>NV-4200</b>	S/N 8519 SE	Silice Gris, FeS, Brecha Silicificada Oxidos en Fracturas	III Regular	<b>Cuarzo 80-90%</b> Abrasivos con fallas
Pallancata Oeste	<b>NV-(+200)</b>	GAL+200 SOFIA	Silice Gris, FeS, Brecha Silicificada Oxidos en Fracturas	III Regular	<b>Cuarzo 80%</b> Abrasivos
	<b>NV-(-100)</b>	GAL-9185(-100)	Silice Gris, FeS, Brecha Silicificada Oxidos en Fracturas	III A Regular B	<b>Cuarzo 100%</b> Muy abrasivos

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4: Tipos de rocas

PROPIEDADES GEOMECÁNICAS Y GEOLÓGICAS					
Zona	Labor	Estructura	Roca	Observación	
Santa Rosa	1	BA - 8506 Fila 151-160	Silice Gris, FeS, Cuarzo 100%	III Con fracturas	Mayor desgasta en el inserto de la broca, extremadamente duro
	2	BA - 8506 Fila 161-175	Silice Gris, FeS, Brecha Silicificada Oxidos en Fracturas cuarzo 90%	IIIB Abrasivo	Desgaste equitativo en inserto y cuerpo de la broca
Santa Angela	3	BA - 000, +600 BA-000,20	Silice Gris, FeS, Brecha Silicificada Oxidos en Fracturas cuarzo 80%	IV Muy abrasivo	Mayor desgaste en el cuerpo de la broca
	4	BA-000,+10	Silice Gris, FeS, Cuarzo 80% Oxidos en Fracturas	IV A Abrasivo panizo	Desgaste solamente en el cuerpo de la broca
Ranichico 600	5	BA - 1879-1 BA - 1879-2	Silice, Oxidos, cuarzo 80%	III Con fracturas	Desgaste equitativo entre inserto y cuerpo de la broca
	6	BA - 1879-4 BA - 1879-5	Silice, Oxidos, cuarzo 70%	IV Con panizo	Mayor desgaste en el cuerpo de la broca
Rina	7	BA-6515	Silice, Oxidos, cuarzo 60%	III A	Desgaste equitativo entre inserto y cuerpo de la broca

Fuente: Elaboración Propia

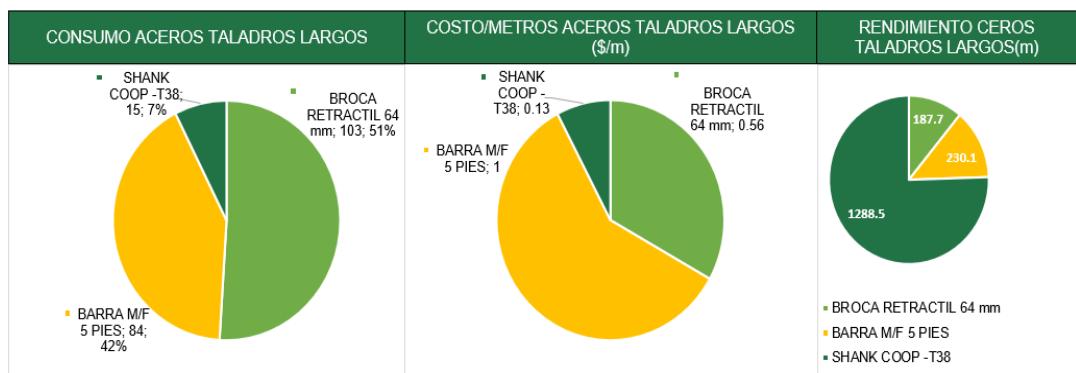
#### 4.1.4. Aceros de perforación, en la perforación de taladros largos, consumo, rendimiento y costo

Tabla 5: Aceros taladros largos – setiembre 2023

ACEROS TALADROS LARGOS – SETIEMBRE 2023					
Aceros	Consumo	Metros perforados	Rendimiento (m.)	Precio/U (\$)	Costo \$/m.
Broca retráctil 64 mm	103	19,328	187.7	104.5	0.56
Barra M/F 5 pies	84	19,328	230.1	236.6	1.00
Shank Coop - T38	15	19,328	1288.5	164.24	0.13
TOTAL					1.69

Fuente: Elaboración Propia

Figura 25: Aceros taladros largos – setiembre 2023



Fuente: Elaboración Propia

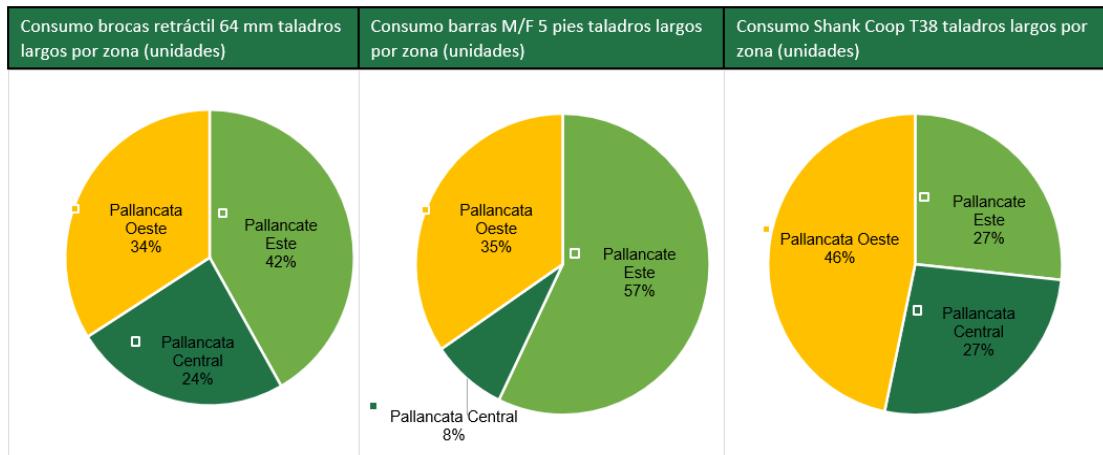
#### 4.1.5. Consumo aceros de perforación – taladros largos por zonas

Tabla 6: Consumo aceros de perforación – taladros largos

CONSUMO DE ACEROS DE PERFORACION – TALADROS LARGOS				
Zona	RMR	Broca 64mm	Barra M/F 5	Shank Coop T38
Pallancate Este	45-56	43	48	4
Pallancata Central	42	25	07	4
Pallancata Oeste	45	35	29	7

Fuente: Elaboración Propia

Figura 26: Consumo aceros de perforación – taladros largos – por zonas



Fuente: Elaboración Propia

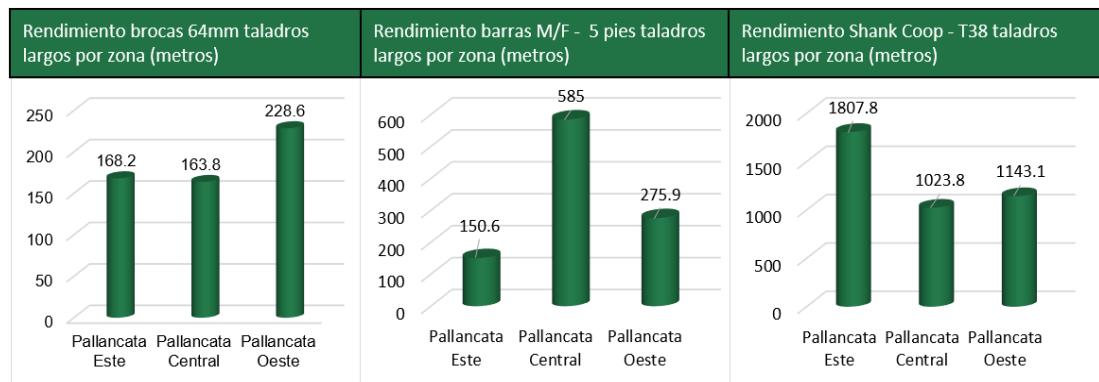
#### 4.1.6. Rendimiento aceros de perforación – taladros largos por Zonas

Tabla 7: Rendimiento aceros de perforación – taladros largos

RENDIMIENTO ACEROS TALADROS LARGOS – SETIEMBRE 2023					
Zona	RMR	Metros perforados	Broca 64 mm (m)	Barra M/F 5pies (m)	Shank Coop T-38 (m)
Pallancata Este	45-56	7,231	168.2	150.6	1807.8
Pallancata Central	42	4,095	163.8	585.0	1023.8
Pallancata Oeste	45	8,002	228.6	275.9	1143.1

Fuente: Elaboración Propia

Figura 27: Rendimiento aceros de perforación – taladros largos – por Zonas



Fuente: Elaboración Propia

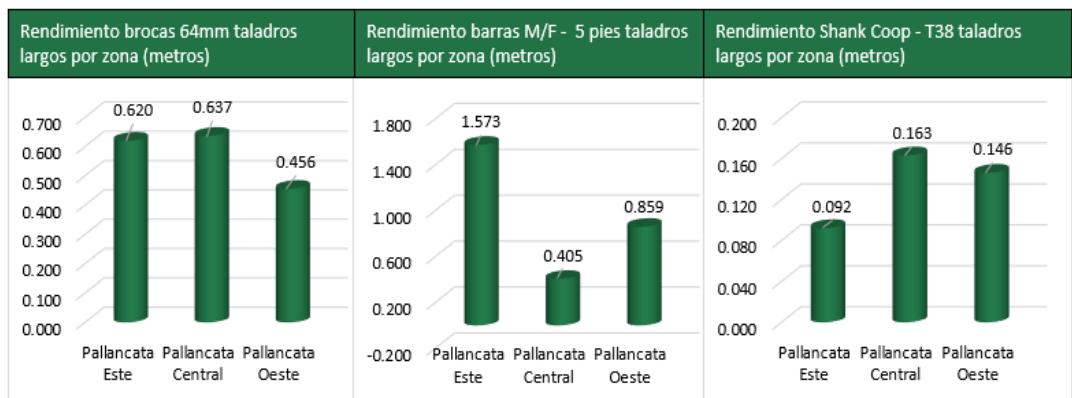
#### 4.1.7. Costos aceros de perforación taladros largos – por zonas

Tabla 8: Costos aceros de perforación taladros largos

COSTOS CEROS DE PERFORACIÓN TALADROS LARGOS POR ZONAS					
Zona	RMR	Broca 64 mm (m.)	Barra M/F 5pies (m)	Shank Coop T-38 (m.)	Total (\$/m.)
Pallancata Este	45-56	0.620	1.573	0.092	2.285
Pallancata Central	42	0.637	0.405	0.163	1.204
Pallancata Oeste	45	0.456	0.859	0.146	1.461

Fuente: Elaboración Propia

Figura 28: Costos aceros de perforación taladros largos – por zonas



Fuente: Elaboración Propia

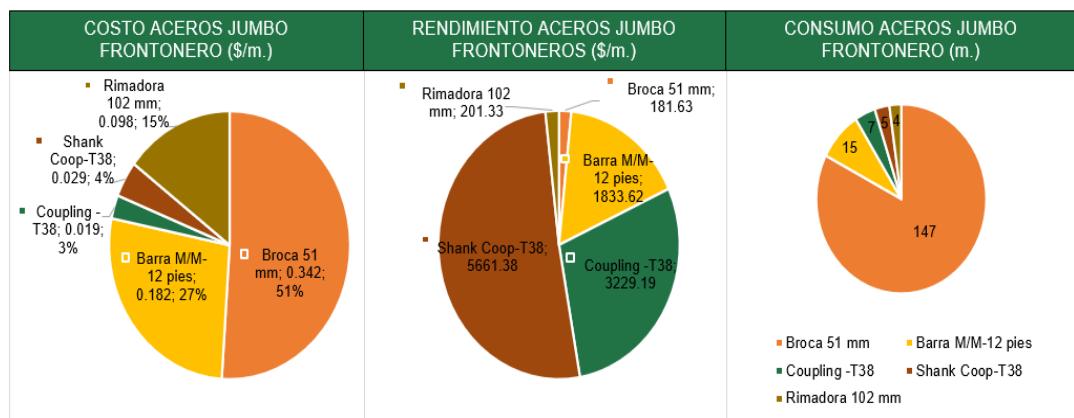
#### 4.1.8. Aceros Jumbo frontonero, Costos, rendimiento y consumo

Tabla 9: Aceros Jumbo frontonero, Costos, rendimiento y Consumo

ACEROS JUMBO FRONTONERO, COSTOS, RENDIMIENTO Y CONSUMO						
Aceros	Consumo	Metros perforados	Rendimiento (m)	P.U. (\$)	Factor	Costo (\$/m)
Broca 51 mm	147	26699	181.63	62.11	1.0	0.342
Barra M/M - 12 pies	15	27504.3	1833.62	333.11	1.0	0.182
Coupling - T38	7	27504.3	3229.19	76.4	1.0	0.019
Shank Coop-T38	5	28306.91	5661.38	164.7	1.0	0.029
Rimadora 102 mm	4	805.3	201.33	197.8	0.1	0.098
TOTAL						0.670

Fuente: Elaboración Propia

Figura 29: Aceros Jumbo frontonero, Costos, rendimiento, Consumo



Fuente: Elaboración Propia

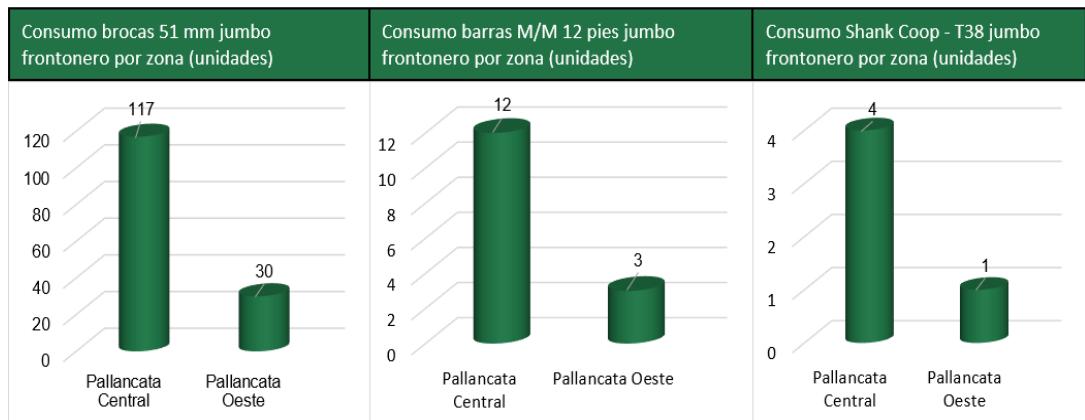
#### 4.1.9. Consumo aceros de perforación – fontaneros por zonas

Tabla 10: Consumo aceros de perforación – fontaneros

CONSUMO ACEROS DE PERFORACIÓN – FRONTONEROS POR ZONAS						
Zona	RMR	Broca 51 mm	Barra M/M 12 pies	Shank Coop T-38	Coupling .T38	Rimadora 102 mm
Pallancata Central	42	117	12	4	6	3
Pallancata Oeste	45	30	3	1	1	1
Consumo Total		147	15	5	7	4

Fuente: Elaboración Propia

Figura 30: Consumo aceros de perforación – fontaneros por Zonas



Fuente: Elaboración Propia

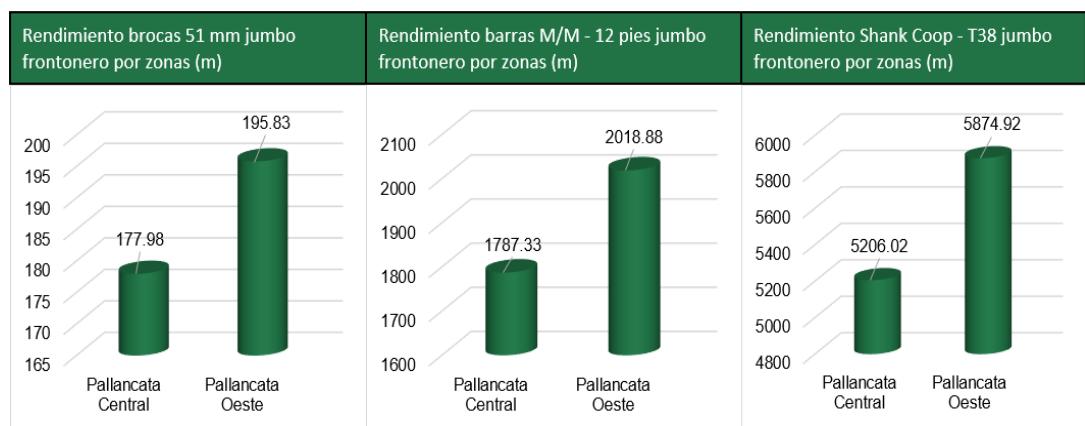
#### 4.1.10. Rendimiento aceros de perforación frontonero por Zonas

Tabla 11: Rendimiento aceros de perforación frontonero

RENDIMIENTO ACEROS DE PERFORACIÓN FRONTONERO – POR ZONAS							
Zona	RMR	Metro	Broca 51 mm	Barra M/M 12 pies	Shank Coop T38	Coupling T38	Rimadora 102 mm
Pallancata Central	42	22,044	177.98	1787.33	5206.02	3470.68	207.98
Pallancata Oeste	45	6,304	195.83	2018.88	5874.92	5874.92	181.72

Fuente: Elaboración Propia

Figura 31: Rendimiento aceros de perforación frontonero – por Zonas



Fuente: Elaboración Propia

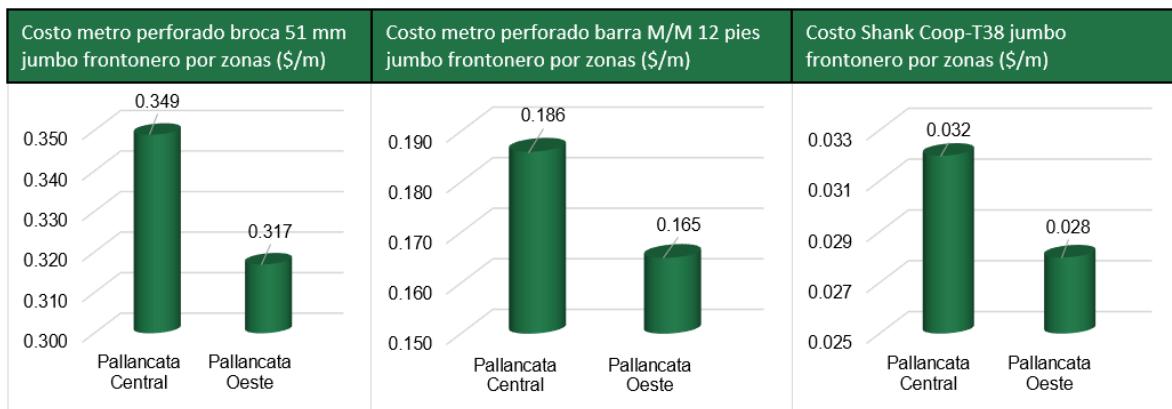
#### 4.1.11. Costos metro perforado aceros Jumbo frontonero por Zonas

Tabla 12: Costos metro perforado aceros Jumbo frontonero

COSTO METRO PERFORADO – ACEROS JUMBO FRONTONERO							
Zona	RMR	Broca 51mm (\$/m)	Barra M/M 12 pies (\$/m)	Shank Coop T-38 (\$/m)	Coupling .T38 (\$/m)	Rimadora 102 mm (\$/m)	Total (\$/m)
Pallancata Central	42	0.349	0.186	0.032	0.022	0.095	0.68
Pallancata Oeste	45	0.317	0.165	0.028	0.013	0.109	0.63

Fuente: Elaboración Propia

Figura 32: Costos metro perforado aceros Jumbo frontonero – por Zonas



Fuente: Elaboración Propia

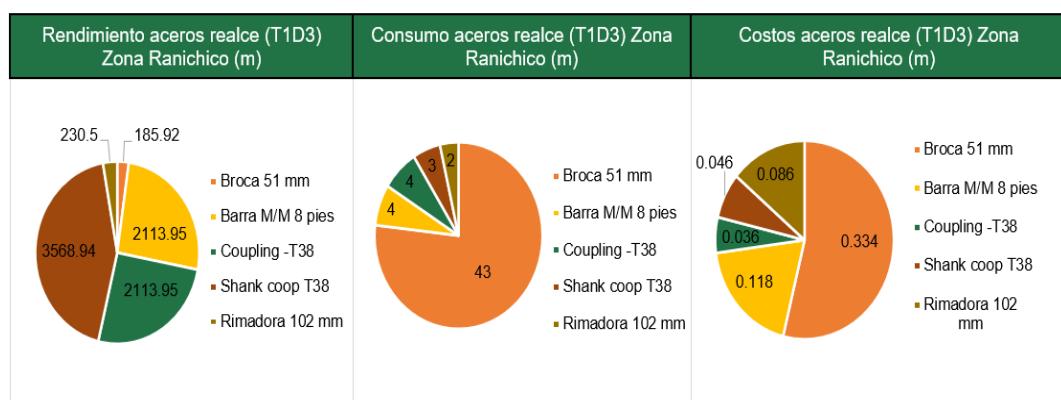
#### 4.1.12. Rendimientos aceros de perforación Realce – Zona Ranichico

Tabla 13: Rendimientos aceros de perforación Realce – Zona Ranichico

RENDIMIENTO ACEROS DE PERFORACIÓN REALCE – ZONA RANICHICO			
METROS PERFORADOS T1D3			
ZONA	PRODUCCIÓN	RIMADO	SOSTENIMIENTO
RANICHICO	7,995	461	2251
ACEROS DE PERFORACIÓN REALCE – ZONA RANICHICO			
Acero	Rendimiento (m)	Consumo	Costo (\$/m)
Broca 51 mm	185.92	43	0.334
Barra M/M 8 pies	2113.95	4	0.118
Coupling -T38	2113.95	4	0.036
Shank coop T38	3568.94	3	0.046
Rimadora 102 mm	230.5	2	0.086

Fuente: Elaboración Propia

Figura 33: Rendimientos aceros de perforación Realce - Zona Ranichico



Fuente: Elaboración Propia

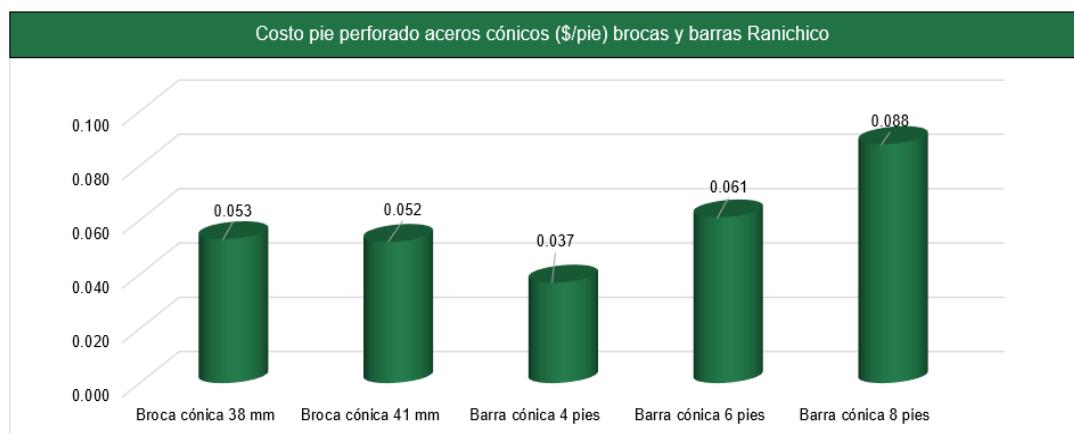
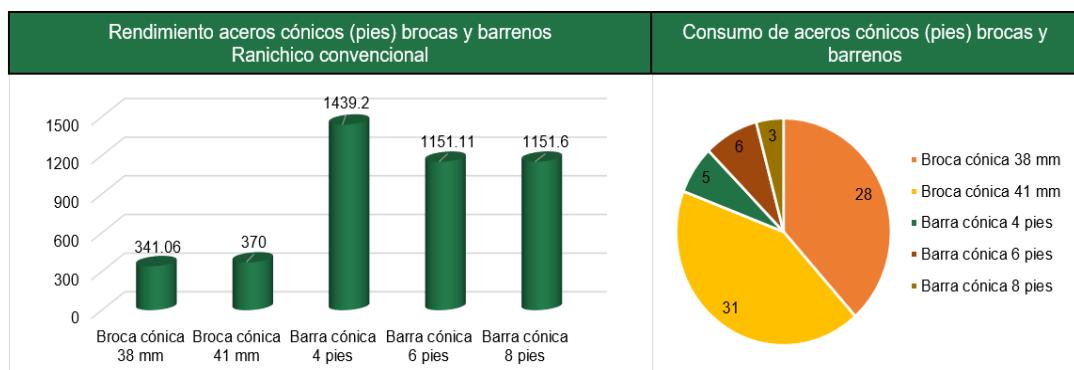
#### 4.1.13. Aceros perforación cónicos. Rendimiento, consumo, costos

Tabla 14: Aceros Perforación Cónicos

ACEROS PERFORACIÓN CONICOS			
PERFORACIÓN EQUIPO CONVENCIONAL JACK LEG			
ZONA	PIES PERFORADOS		
RANICHICO	20,932.84 PIES		
Aceros de perforación Cónicos perforación equipo convencional Jack Leg			
Aceros	Rendimiento (pies)	Consumo	Costo (\$/pie)
Broca cónica 38 mm	341.06	28	0.053
Broca cónica 41 mm	370.00	31	0.052
Barra cónica 4 pies	1439.20	5	0.037
Barra cónica 6 pies	1151.11	6	0.061
Barra cónica 8 pies	1151.60	3	0.088

Fuente: Elaboración Propia

Figura 34: Aceros perforación cónicos



Fuente: Elaboración Propia

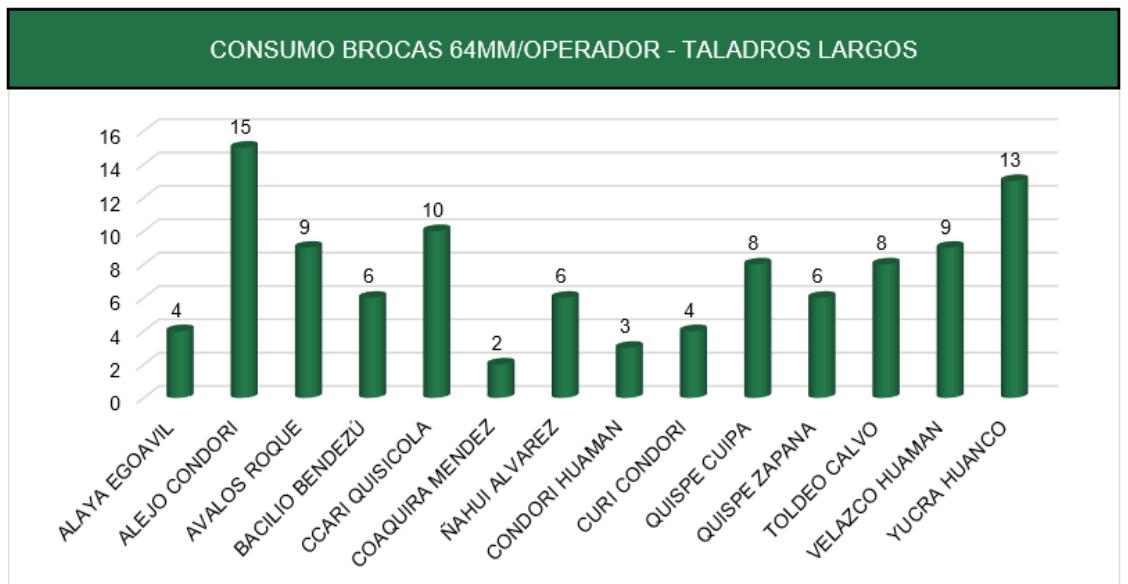
#### 4.1.14. Consumo aceros taladros largos por operador

Tabla 15: Aceros de perforación para taladros largos

OPERADORES	BROCAS 64MM	BARRAS M/F 5 PIES	SHANK COOP T38	METROS PERFORADOS
ALAYA EGOAVIL	4	1	1	578
ALEJO CONDORI	15	11	2	2111
AVALOS ROQUE	9	2	1	1738
BACILIO BENDEZÚ	6	16	2	1526
CCARI QUISICOLA	10	1	1	1924
COAQUIRA MENDEZ	2	7	2	1210
ÑAHUI ALVAREZ	6	4	1	603
CONDORI HUAMAN	3	9	1	655
CURI CONDORI	4	0	1	486
QUISPE CUIPA	8	9	2	906
QUISPE ZAPANA	6	0	1	1965
TOLDEO CALVO	8	4	0	653
VELAZCO HUAMAN	9	8	1	1180
ZYUCRA HUANCO	13	13	3	3374

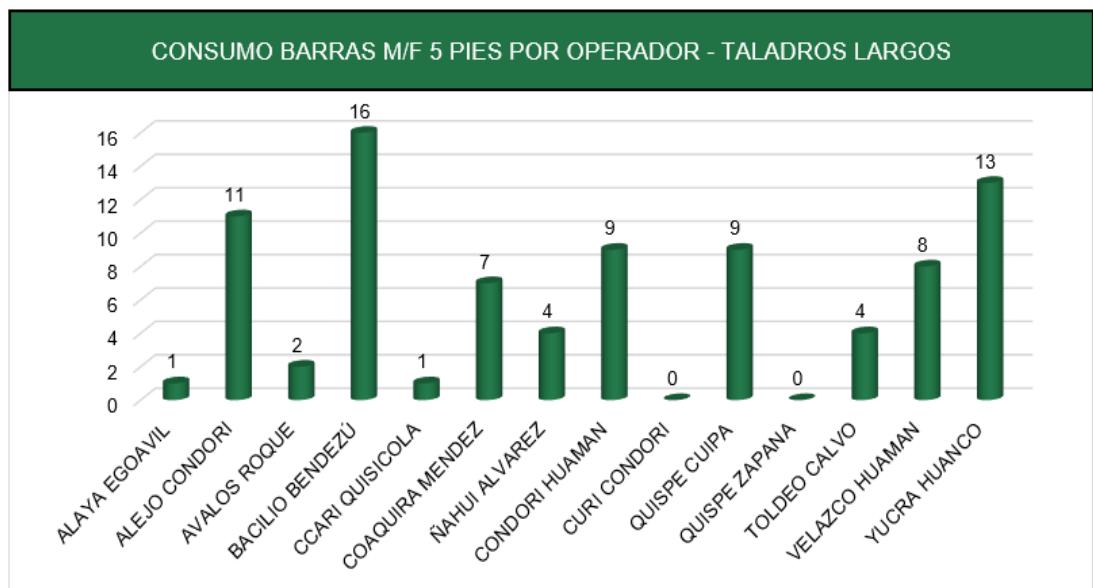
Fuente: Elaboración Propia

Figura 35: Consumo aceros brocas taladros largos por operador



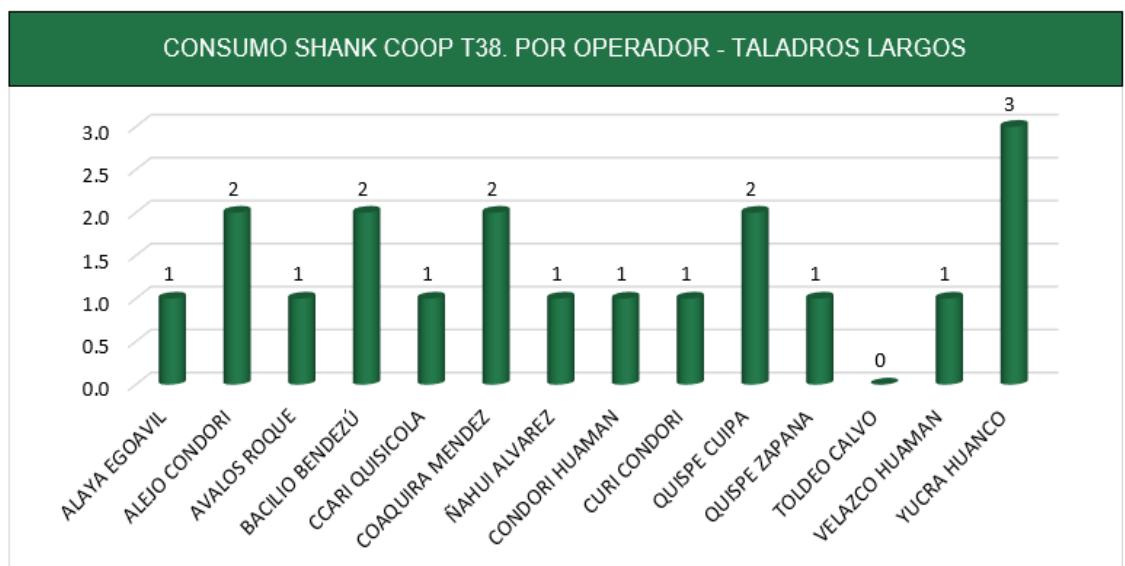
Fuente: Elaboración Propia

Figura 36: Consumo barras m/f. 5 pies, por operador taladros largos



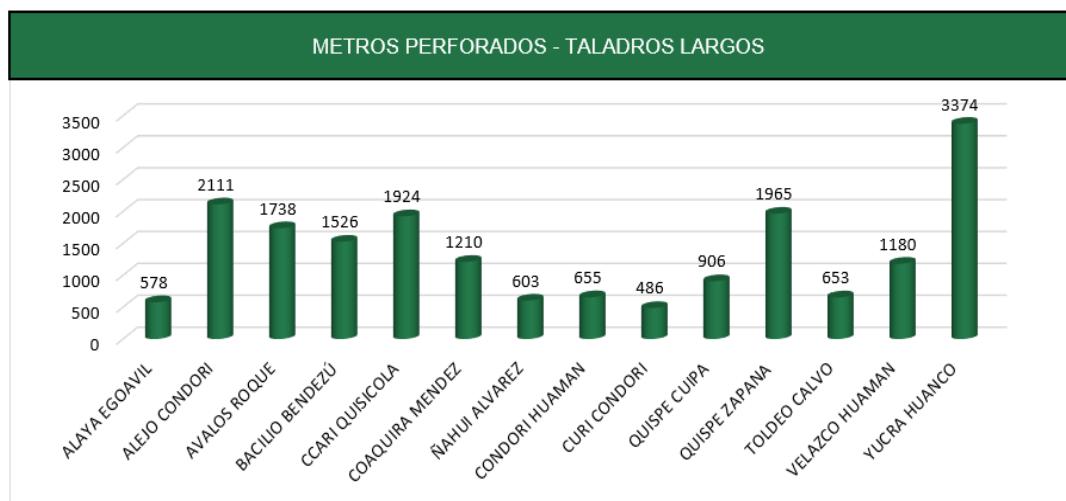
Fuente: Elaboración Propia

Figura 37: Consumo shank coop t38. por operador taladros largos



Fuente: Elaboración Propia

Figura 38: Metros perforados por operador taladros largos



Fuente: Elaboración Propia

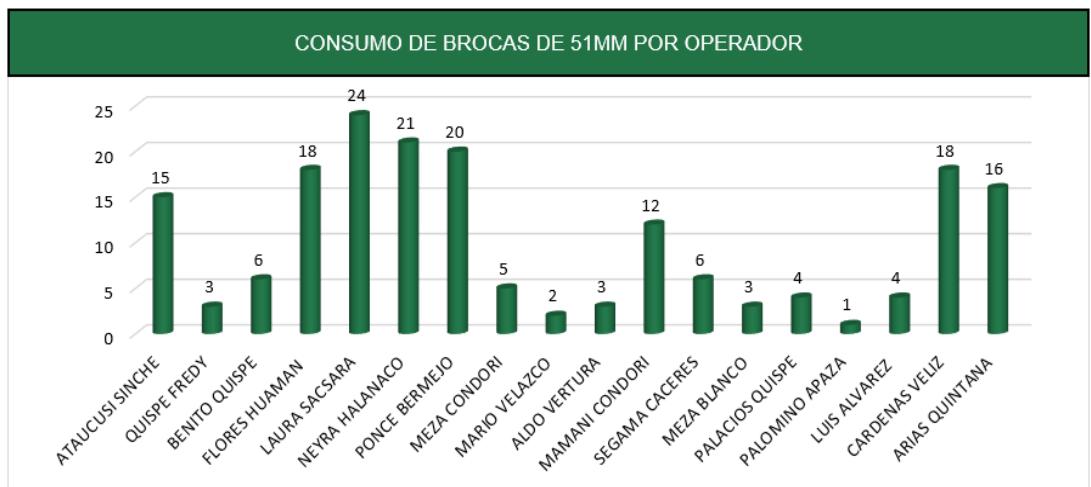
#### 4.1.15. Consumo aceros – Jumbo frontonero por operador

Tabla 16: Consumo de aceros de perforación con Jumbo Frontonero

ACEROS DE PERFORACIÓN JUMBO FRONTERO				
OPERADORES	BROCAS 51MM	BARRAS DE 12 PIES	SHANK COOP T38	METROS PERFORADOS
ATAUCUSI SINCHE	15	5	1	365
QUISPE FREDY	3	6	2	405
BENITO QUISPE	6	9	1	325
FLORES HUAMAN	18	12	2	512
LAURA SACSARA	24	5	1	298
NEYRA HALANACO	21	9	2	368
PONCE BERMEJO	20	6	1	358
MEZA CONDORI	5	0	1	257
MARIO VELAZCO	2	10	1	402
ALDO VERTURA	3	11	2	258
MAMANI CONDORI	12	9	1	267
SEGAMA CACERES	6	6	4	500
MEZA BLANCO	3	8	1	215
PALACIOS QUISPE	4	11	2	365
PALOMINO APAZA	1	9	3	398
LUIS ALVAREZ	4	8	2	354
CARDENAS VELIZ	18	5	1	309
ARIAS QUINTANA	16	0	1	358
MONTESINO QUISPE	9	12	1	251

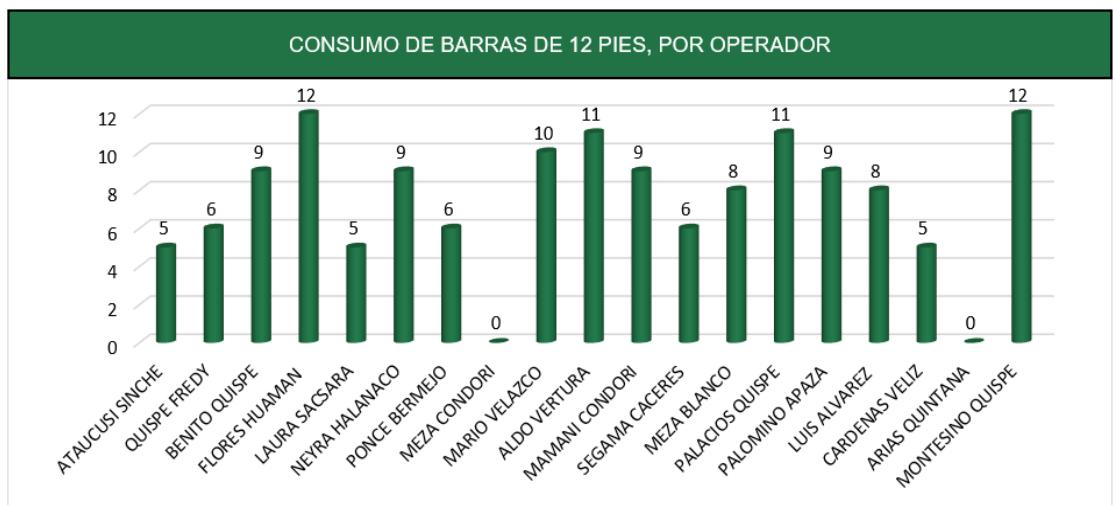
Fuente: Elaboración Propia

Figura 39: Consumo aceros broca 51mm, Jumbo frontonero por operador



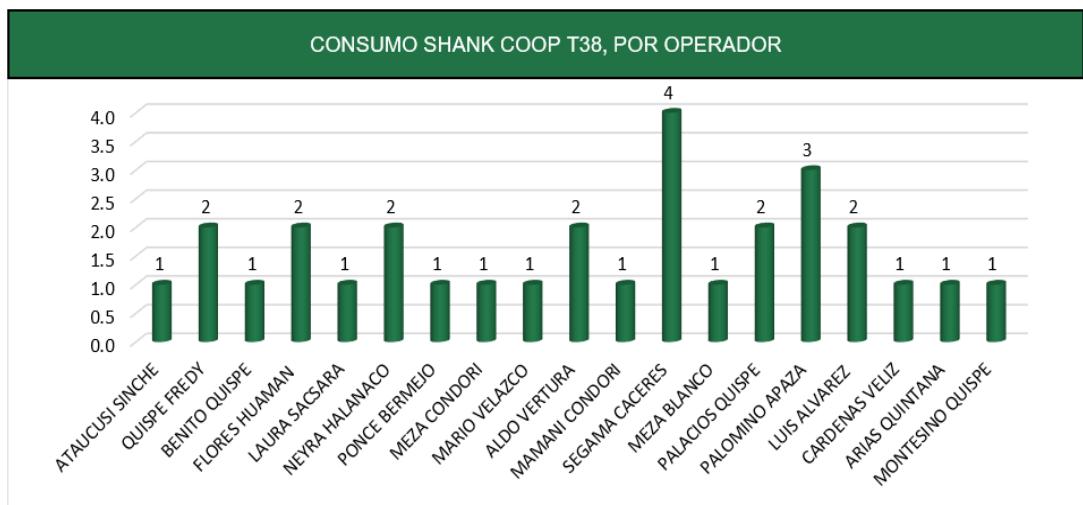
Fuente: Elaboración Propia

Figura 40: Consumo aceros barras de 12 pies, Jumbo frontonero por operador



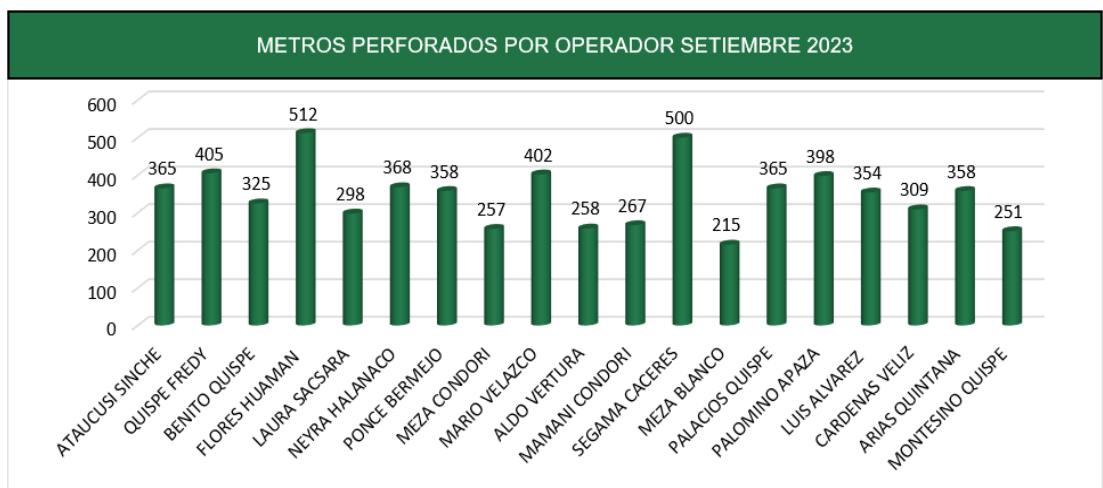
Fuente: Elaboración Propia

Figura 41: Consumo aceros Shank Coop T38, Jumbo frontonero por operador



Fuente: Elaboración Propia

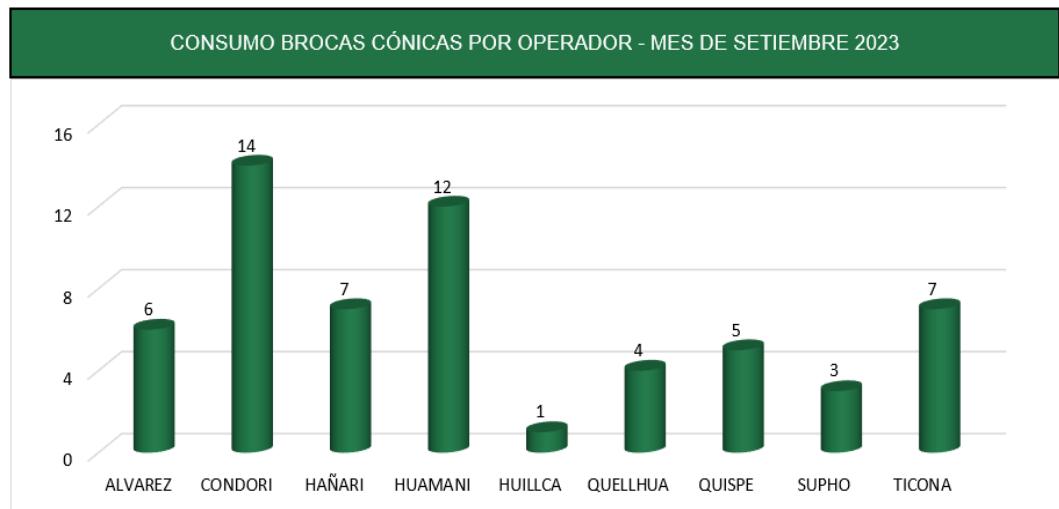
Figura 42: Metros perforados, Jumbo frontonero por operador



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.16. Aceros cónicos por operador

Figura 43: Consumo de brocas cónicas por operador setiembre 2023



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.17. Pies perforados por operador – perforación convencional

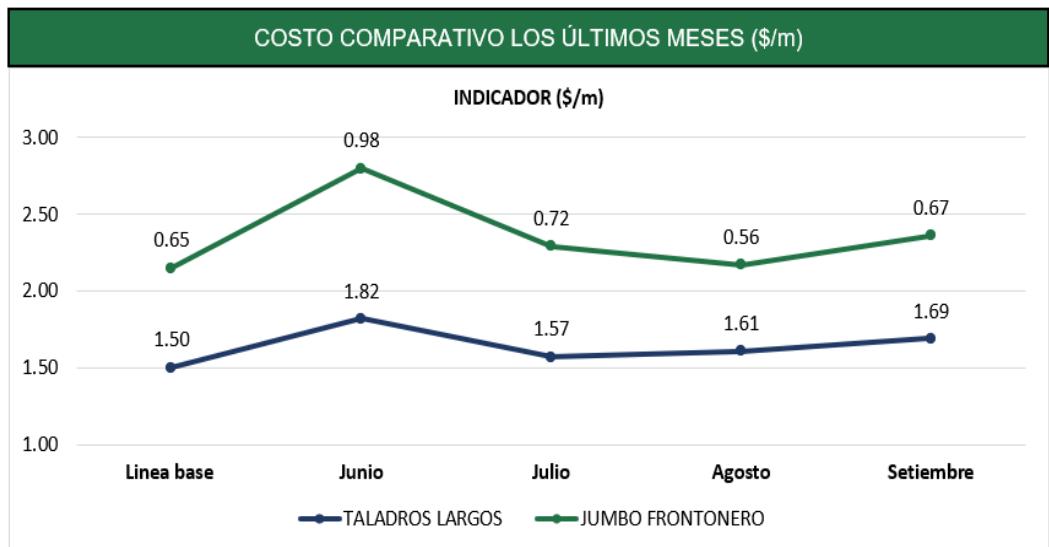
Figura 44: Pies perforados por operador – perforación convencional



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.18. Costo comparativo de los últimos meses

Figura 45: Costo comparativo de los últimos meses



Fuente: Elaboración Propia

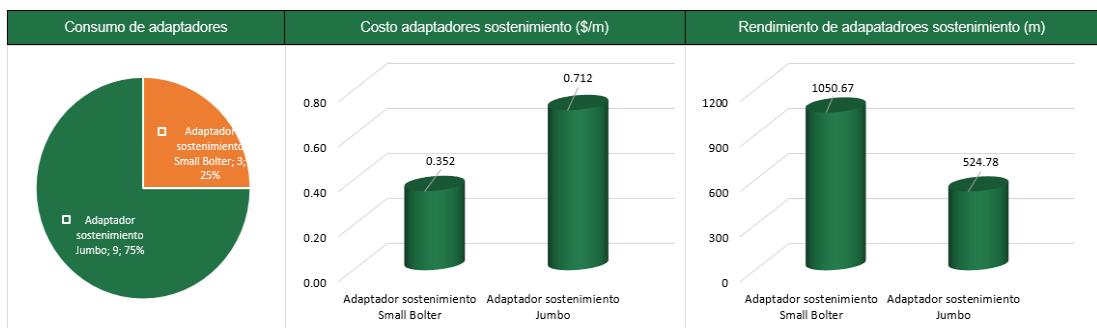
#### 4.1.19. Adaptadores de sostenimiento

Tabla 17: Adaptadores de sostenimiento

ADAPTADORES DE SOSTENIMIENTO					
Adaptador	Metros	Consumo	Rendimiento (m)	P.U. (\$)	Costo (\$/m)
Adaptador Small Bolter	3152	3	1050.67	369.8	0.352
Adaptador Jumbo Bolter	4723	9	524.78	373.8	0.712

Fuente: Elaboración Propia

Figura 46: Adaptadores de sostenimiento



Fuente: Elaboración Propia

## 4.2. Discusión de resultados

### A. Consumo de los aceros de perforación, en la perforación de taladros largos, consumo, rendimiento, costo

Del cuadro mostrado referente a aceros de perforación en taladros largos podemos comentar lo siguiente:

El consumo de aceros de perforación, el consumo mas alto fue del de brocas llegando a un 51 %, totalizando 103 brocas utilizadas, el de barras fue de 42 % usando 84 barras, el consumo de shank fue de 7 % llegando a consumir 15 piezas.

El costo por metro de aceros de perforación, representa el de barras 1.00 dolares por metro, seguido de las brocas con 0.56 \$/m, el de aceros shank tuvo un costo de 0.13 \$/m. totalizando un costo por metro perforado de 1.69 \$/m.

El rendimiento que se tuvo fue: el shank 1288.5 m/shank., la barra 230.1 m/barra. y las brocas 187.7 m/broca.

### B. Consumo aceros de perforación – taladros largos – por zonas

Del cuadro y figura podemos deducir referente al consumo de los aceros de perforación en taladros largos y por zonas lo siguiente:

El consumo de brocas de 64 mm, en la zona Pallancata Este fue de 43 brocas representando un 42 %, en la zona Pallancata Central fue de 25 brocas representando un 24 % y en Pallancata Oeste fue de 35 brocas significando un 34 %.

El consumo de barras de 5 pies fue, en la zona Pallancata Este fue de 48 barras representando un 57 %, en la zona Pallancata Central fue de 7 barras representando un 8 % y en Pallancata Oeste fue de 29 barras significando un 35 %.

El consumo de acero shank coop T38 fue, en la zona Pallancata Este fue de 4 representando un 27 %, en la zona Pallancata Central fue de 4

representando un 27 % y en Pallancata Oeste fue de 7 significando un 46 %.

### **C. Rendimiento aceros de perforación – taladros largos por Zonas**

Del cuadro y figura podemos deducir referente al rendimiento de los aceros de perforación en taladros largos por zonas lo siguiente:

El rendimiento de brocas de 64 mm, en la zona Pallancata Este fue de 168.2 m. por broca, en la zona Pallancata Central fue de 163.8 m. por broca y en Pallancata Oeste fue de 228.6 metros por broca.

El rendimiento de barras de 5 pies fue, en la zona Pallancata Este fue de 150.6 metros por barra, en la zona Pallancata Central fue de 585.0 metros por barra y en Pallancata Oeste fue de 275.9 metros por barra.

El rendimiento de acero shank coop T38 fue, en la zona Pallancata Este fue de 1807.8 metros por cada shank , en la zona Pallancata Central fue de 1023.8 metros por cada shank y en Pallancata Oeste fue de 71143.1 metros por cada shank.

Los metros perforados en cada zona fueron: en la zona Pallancata Este fue de 7231 metros, en la zona Pallancata Central fue de 4095 metros y en Pallancata Oeste fue de 8,002 metros.

### **D. Costos aceros de perforación taladros largos – por zonas**

Del cuadro y figura podemos deducir referente al costo de los aceros de perforación en taladros largos por zonas lo siguiente:

El costo de brocas de 64 mm, en la zona Pallancata Este fue de 0.620 \$/m., en la zona Pallancata Central fue de 0.637 \$/m. y en Pallancata Oeste fue de 0.456 \$/m.

El costo de barras de 5 pies fue, en la zona Pallancata Este fue de 1.573 \$/m., en la zona Pallancata Central fue de 0.405 \$/m y en Pallancata Oeste fue de 0.859 \$/m.

El costo de acero shank coop T38 fue, en la zona Pallancata Este fue de 0.092 \$/m., en la zona Pallancata Central fue de 0.163 \$/m. y en Pallancata Oeste fue de 0.146 \$/m.

El costo total en cada zona representa: en la zona Pallancata Este fue de 2.285 \$/m, en la zona Pallancata Central fue de 1.204 \$/m. y en Pallancata Oeste fue de 1.461 \$/m.

#### **E. Aceros Jumbo frontonero, Costos, rendimiento, Consumo**

Del cuadro mostrado referente a aceros de perforación de Jumbo frontonero en cuanto a consumo, rendimiento, costos y metros perforados podemos comentar lo siguiente:

El consumo de aceros de perforación, el consumo de brocas 51 mm se utilizo 147, consumo de barras fue de 15 barras, el consumo de shank T38 fue de 5 piezas, consumo de Coupling T38 fue de 7 y el consumo de rimadora 102 mm fue de 4 elementos.

El costo por metro de perforación, representa en brocas 0.342 dolares por metro, seguido de las barras con un costo de 0.182 \$/m, el de aceros shank tuvo un costo de 0.029 \$/m. costo de coupling 0.019 \$/m, costo de rimadora 102 mm 0.098 \$/m. haciendo un costo total por metro perforado de 0.670 \$/m.

El rendimiento que se tuvo fue: del shank 5661.38 m/shank., de la barra 1833.62 m/barra, de las brocas 181.63 m/broca, de los coupling 3929.19 m/coupling, de los rimadores 201.33 m/rimador.

Los metros perforados fueron: con brocas 51 mm, 26,699 m, barra 12 pies, 27504.3 m, coupling T38, fue de 27540.3 m, shank coop T38 fue de 38306.91 m, rimadora 102 mm fue de 805.3 m.

#### **F. Consumo aceros de perforación – fontaneros – por Zonas**

Del cuadro y figura podemos deducir referente al consumo de los aceros de perforación frontoneros y por zonas lo siguiente:

El consumo de brocas de 117 mm, en la zona Pallancata Central fue de 117 brocas, en la zona Pallancata Oeste fue de 30 brocas.

El consumo de barras de 12 pies fue, en la zona Pallancata Central fue de 12 y en Pallancata Oeste fue de 3 barras.

El consumo de acero shank coop T38 fue, en la zona Pallancata Central fue de 4 y en Pallancata Oeste fue de 1.

El consumo de acero rimadora 102 mm fue, en la zona Pallancata Central fue de 3 y en Pallancata Oeste fue de 1.

El consumo de acero coupling T38 fue, en la zona Pallancata Central fue de 6 y en Pallancata Oeste fue de 1.

#### **G. Rendimiento aceros de perforación frontonero – por Zonas**

Del cuadro y figura podemos deducir referente al rendimiento de los aceros de perforación frontoneros y por zonas lo siguiente:

El rendimiento de brocas de 51 mm, en la zona Pallancata Central fue de 177.98 m/brocas, en la zona Pallancata Oeste fue de 195.83 m/brocas.

El rendimiento de barras de 12 pies fue, en la zona Pallancata Central fue de 1783.33 m/barra y en Pallancata Oeste fue de 2018.88 m/barra.

El rendimiento de acero shank coop T38 fue, en la zona Pallancata Central fue de 5206.02 m/shank y en Pallancata Oeste fue de 5874.92 m/shank.

El rendimiento de acero rimadora 102 mm fue, en la zona Pallancata Central fue de 207.98 m/rimadora y en Pallancata Oeste fue de 181.72 m/rimadora.

El rendimiento de acero coupling T38 fue, en la zona Pallancata Central fue de 3470.68 m/coupling y en Pallancata Oeste fue de 5874.92 m/coupling

#### **H. Costos metro perforado aceros Jumbo frontonero – por Zonas**

Del cuadro y figura podemos deducir referente al costo de los aceros de perforación frontoneros por zonas lo siguiente:

El costo de brocas de 51 mm, en la zona Pallancata Central fue de 0.349 \$/m, en la zona Pallancata Oeste fue de 0.317 \$/m.

El costo de barras de 12 pies fue, en la zona Pallancata Central fue de 0.186 \$/m y en Pallancata Oeste fue de 0.165 \$/m.

El costo de acero shank coop T38 fue, en la zona Pallancata Central fue de 0.032 \$/m y en Pallancata Oeste fue de 0.028 \$/m.

El costo de acero rimadora 102 mm fue, en la zona Pallancata Central fue de 0.095 \$/m y en Pallancata Oeste fue de 0.109 \$/m.

El costo de acero coupling T38 fue, en la zona Pallancata Central fue de 0.022 \$/m y en Pallancata Oeste fue de 0.013 \$/m.

#### **I. Rendimientos aceros de perforación Realce – Zona Ranichico**

Del cuadro y figura mostrado referente a aceros de perforación realce en la zona Ranichico, en cuanto a consumo, rendimiento, costos podemos comentar lo siguiente:

El consumo de aceros de perforación, el consumo de brocas 51 mm se utilizo 43 unidades, consumo de barras fue de 4 barras, el consumo de shank T38 fue de 3 piezas, consumo de Coupling T38 fue de 4 y el consumo de rimadora 102 mm fue de 2 elementos.

El costo por metro de perforación, representa en brocas 0.334 dolares por metro, seguido de las barras con un costo de 0.118 \$/m, el de aceros shank tuvo un costo de 0.046 \$/m. costo de coupling 0.036 \$/m, costo de rimadora 102 mm 0.086 \$/m.

El rendimiento que se tuvo fue: del shank 3568.94 m/shank., de la barra 2113.95 m/barra, de las brocas 185.92 m/broca, de los coupling 2113.95 m/coupling, de los rimadores 230.5 m/rimador.

#### **J. Aceros perforación cónicos. Rendimiento, consumo, costos**

Del cuadro y figura mostrado referente a aceros de perforación conicos con equipo convencional Jack Leg, en cuanto a consumo, rendimiento, costos podemos comentar lo siguiente:

El consumo de aceros de perforación, el consumo de brocas 38 mm se utilizo 28 unidades, consumo de brocas conicas 41 mm fue de 31 brocas, el consumo de barra conica de 4 pies, fue de 5 piesas, consumo de barra conica de 6 pies fue de 6 y el consumo de barra conica de 8 pies fue de 3 elementos.

El costo de aceros de perforación, el costo de brocas 38 mm fue de 0.053 \$/pie, el costo de brocas conicas 41 mm fue de 0.052 \$/pie, el costo de barra conica de 4 pies, fue de 0.037 \$/pie, el costo de barra conica de 6 pies fue de 0.061 \$/pie y el costo de barra conica de 8 pies fue de 0.088 \$/pie.

El rendimiento de aceros de perforación, el rendimiento de brocas 38 mm 341.06 pies, el rendimiento de brocas conicas 41 mm fue de 370.00 pies, el rendimiento de barra conica de 4 pies, fue de 1439.20 pies, rendimiento de barra conica de 6 pies fue de 1151.11 pies y el rendimiento de barra conica de 8 pies fue de 1125.60 pies.

#### **K. Consumo aceros taladros largos por operador**

El consumo de brocas 64 mm por operador en taladros largos vemos que es variado observándose un consumo que va desde 2 unidades hasta 15 unidades por operador el cual debe ser por varios factores que se presentan en el momento de las operaciones.

Consumo barras m/f. – 5 pies, por operador

El consumo de barras M/F. – 5 pies, por operador – taladros largos vemos que es variado observándose un consumo que va desde 1 unidad

hasta 16 unidades por operador el cual debe ser por varios factores que se presentan en el momento de las operaciones.

**Consumo shank coop t38. por operador**

El consumo de shank coop T38. por operador – taladros largos por operador vemos más uniforme observándose un consumo que va desde 1 unidad hasta 3 unidades por operador el cual debe ser por varios factores que se presentan en el momento de las operaciones.

**L. Metros perforados por operador**

En cuanto a los metros perforados por los operadores en taladros largos es bastante variado pudiéndose observar que los metros perforados van desde los 146.4 m perforados hasta los 3,374 m, durante el tiempo observado.

**M. Consumo aceros – Jumbo frontonero por operador**

El consumo de brocas de 51 mm por operador también es variado observándose que el consumo de las brocas va desde una broca hasta 24 brocas por operador

**N. Aceros cónicos por operador**

El consumo de brocas cónicas por operador también es variado observándose que el consumo de las brocas va desde una broca hasta 14 brocas por operador.

**O. Pies perforados por operador – perforación convencional**

Los pies perforados por cada operador con perforadoras convencionales son también variados observándose que van desde el más bajo 70.047 pies hasta 4769.915 pies como se puede observar el cuadro mostrado líneas arriba.

**P. Costo comparativo de los últimos meses**

En cuanto al comparativo de los últimos meses de junio a setiembre sobre los costos de perforación en taladros largos y frentes se observa que

los costos varían mes a mes; así en el mes de junio los costos fueron de 1.82 \$/m para taladros largos y de 0.98 \$/m en lo que representa la perforación y en el mes de setiembre se tuvo 1.69 \$/m para taladros largos y de 0.67 para perforaciones en frentes.

#### **Q. Adaptadores de sostenimiento**

En cuanto a los adaptadores de sostenimiento tanto con equipos Small bolter y equipos jumbos sobre consumo, costo, rendimiento son los siguientes:

Consumo de adaptadores sostenimiento se utilizó Adaptador sostenimiento Small Bolter 3 adaptadores y Adaptador sostenimiento jumbo se utilizó 9 unidades.

El costo de adaptadores de sostenimiento fue adaptador sostenimiento Small Bolter 0.352 \$/m y en adaptadores sostenimiento jumbo 0.712 \$/m.

El rendimiento de los adaptadores de sostenimiento fue adaptador sostenimiento Small Bolter 1050.67 m. y en adaptadores sostenimiento jumbo 524.78 m.

## CONCLUSIONES

Analizando los resultados de la evaluación del consumo de los aceros de perforación en taladros largos, frentes y realce se llegó a las siguientes conclusiones.

- Consumo de aceros de perforación en taladros largos, se utilizó 103 brocas 64 mm, 84 barras de 5 pies, 15 shank T38; en cuanto al rendimiento se tuvo en brocas 64 mm 187.7 m/broca, barra de 5 pies 230.1 m/barra, shank T38 1288.5 m/shank; sobre los costos se ve para brocas de 64 mm un costo de 0.56 \$/m, para barras de 5 pies 1 \$/m, para shank T38 0.13, haciendo un total de 1.69 \$/m.
- Consumo de acero de perforación en frentes, se tuvo un consumo de brocas 51 mm 147 unidades, barra de 12 pies 15, coupling T38 7 unidades, shank T38, 5 unidades, rimadora 102 mm, 4 unidades; referente al rendimiento se tiene brocas 51 mm 181.63 m. barra de 12 pies 1833.62 m, coupling T38, 3229.19 m, shank T38, 5661.38 m. rimadora 102 mm, 201.33 m. en cuanto a los costos se tuvo brocas 51 mm 0.342 \$/m. barra de 12 pies 0.182 \$/m, coupling T38, 0.019 \$/m, shank T38, 0.029 \$/m. rimadora 102 mm, 0.098 \$/m.
- consumo de aceros de perforación en realce zona Ranichico, se tuvo los siguientes consumos brocas 51 m, 43 unidades, barra de 8 pies 4, coupling T38, 4 unidades, shank T38, 3 unidades, rimadora 102 mm, 2 unidades; referente al rendimiento se tiene brocas 51 mm 185.92 m. barra de 8 pies 2113.95 m, coupling T38, 2113.95 m, shank T38, 3568.94 m. rimadora 102 mm, 230.5 m. en cuanto a los costos se tuvo brocas 51 mm 0.334 \$/m. barra de 8 pies 0.118 \$/m, coupling T38, 0.036 \$/m, shank T38, 0.046 \$/m. rimadora 102 mm, 0.086 \$/m.
- El consumo de aceros de perforación cónicos se tuvo, en cuanto a rendimiento lo siguiente; broca cónica 38 mm 341.06 pies, broca cónica 41 mm, 370.0 pies, barra cónica 4 pies, 1439.20 pies, barra cónica 6 pies 1151.11, barra cónica 8 pies, 1151.60 pies. Referente a consumo se tuvo broca cónica 38 mm 28 unidades, broca cónica 41 mm, 31 unidades, barra cónica 4 pies, 5 unidades, barra cónica 6 pies 6 unidades, barra cónica 8 pies, 3 unidades.

## RECOMENDACIONES

- Para evitar el desgaste prematuro y/o rotura de aceros de perforación (brocas, barras, shank) por factor equipo, se recomienda la calibración constante de las presiones de rotación, percusión, avance, RPM.
- El factor humano (operador) es un punto muy influyente para sacar al máximo la visa útil de los aceros de perforación, por lo tanto, se recomienda:
  - Realizar un check list diario de los parámetros de operación
  - Durante la perforación practicar siempre una operación a la defensiva, cuidando básicamente las presiones
  - Es necesario que los operadores y ayudantes soliciten oportunidades de capacitación para consolidar conocimientos en temas de actividad relacionada con el jumbo Boomer y otros tipos de perforadoras
- Se recomienda mayor control por parte del operador en el alineamiento de la pluma de avance y el taladro. Se debe mantener la broca y la barra de perforación en línea con su perforadora para evitar el pandeo de la barra.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APARCO, GARCIA, A. (2019). OPTIMIZACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LOS ACEROS DE PERFORACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS EN MINA SAN VICENTE – CIA. SAN IGNACIO DE MOROCOCHA S.A.A. AÑO 2018. [tesis de licenciamiento Universidad Nacional de Huancavelica] repositorio institucional U. N. de Huancavelica.
- ATLAS COPCO. (2012). Lineas de perforación Magnum SR35.
- Baena , G. (2014). Metodologia de la investigacion. Grupo Editorial Patria.
- BERNAL, C. (2010). Metodologia de la investigacion, tercera edicion. Pearson Educacion de Colombia Ltda.
- Bernaola, J., Castilla, J., & Herrera, J. (2013). Perforación y voladura de rocas en mineria. DEPARTAMENTO DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS, Universidad Poitecnica de Madrid.
- Chirinos, A. (2015). CONTROL DE ACEROS DE PERFORACIÓN, FACTORES QUE INFLUYEN LA VIDA ÚTIL, SU RELACIÓN CON EL PARALELISMO Y PROFUNDIDAD EN EL PROYECTO DE EXPANSIÓN K-115 JJC CONTRATISTAS GENERALES S.A. SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE. [tesis de licenciatura, U. N. San Agustin de Arequipa.
- ENAELEX. (s.f.). Manual de tronadura ENAELEX S.A. ENAELEX, Gerencia tecnica.
- EXSA. (s.f.). Manual practico de voladura, 4ta edicion. exsa.
- Hernandez ; Fernandez; Baptista, R. (2014). Metodologia de la investigacion, sexta edicion. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MENERO DE ESPAÑA . (1990). Mecanica de rocas aplicada a la mineria metalica subterranea.
- Instituto Geologico y Minero de España. (1987). Manual de perforación y voladura de rocas. Instituto Geologico y Minero de España.
- LOPEZ JIMENO, C. (1987). MANUAL DE PERFORACIÓN Y VOLADURA. (I. G. España, Ed.)

MALLMA, I. (2013). "OPTIMIZACION DEL USO DE ACEROS DE PERFORACIÓN EN LA UEA SAN CRISTOBAL DE MINERA BATEAS SAC". [tesis de licenciamiento Universidad Nacional del Centro del Peru] repositorio de la Universidad Nacional del Centro del Peru.

Ministerio de Energia Y Minas MEM - D.S. 024 - 2016. (2016). Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.

ORE, C. (2019). Optimización del uso de aceros de perforación para el método de minado Bench and Fill en la Veta Mary unidad minera Carahuacra de Volcan Compañía Minera S.A.A. [tesis de licenciamiento Universidad continental] repositorio institucional Universidad Continental.

OSINERGMIN,. (2017). Guía de criterios geomecánicos para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas. (O. S. OSINERGMIN, Ed.)

RUELAS, A. (2020). "OPTIMIZACIÓN DE VIDA ÚTIL DE LOS ACEROS DE PERFORACIÓN PARA DISMINUIR COSTOS EN UNIDAD MINERA SANTA FILOMENA -SOTRAMI S.A". [tesis de licenciamiento Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa] repositorio institucional Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa.

SALAS, L. (2013). ESTUDIO DE KPIs EN LOS EQUIPOS DE PERFORACIÓN, CARGUÍO Y ACARREO PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN DE 3000 A 3600 TM/DÍA EN LA MINA PALLANCATA - HOCHSCHILD MINING. Universidad San Agustin de Arequipa. [tesis de licenciamiento, U.N. San Agustin de Arequipa] repositorio institucional U.N. San Agustin de Arequipa.

SANCHEZ, E. (2021). Optimización de brocas de perforación en el crucero 746, para reducir costos operativos en la mina Coriloma - Apurímac-2019. [tesis de licenciamiento Universidad Nacinal Micaela Bastidas de Apurimac] repositorio de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurimac.

SANCHEZ, Y. (2012). Optimización en los procesos de perforación y voladura en el avance de la rampa en la mina bethzabeth. [tesis de licenciamiento Universidad Central de Ecuador] repositorio de la Universidad Central de Ecuador.

SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA PETROLEO Y ENERGIA. (2004). Manual de geomecanica aplicada a la prevencion de accidentes por caida de rocas.

## **ANEXOS**

Anexo A

Instrumentos de recolección de datos

ACEROS TALADROS LARGOS – SETIEMBRE 2023					
Aceros	Consumo	Metros perforados	Rendimiento (m)	Precio/U (\$)	Costo \$/m
BROCA RETRACTIL 64 mm					
BARRA M/F 5 PIES					
SHANK COOP -T38					
<b>TOTAL</b>					

CONSUMO DE ACEROS DE PERFORACIÓN – TALADROS LARGOS – POR ZONAS – SETIEMBRE 2023				
Zona	RMR	BROCA 64mm	Barra M/F 5 PIES	SHANK COOP T38
Pallancata Este				
Pallancata Central				
Pallancata Oeste				

RENDIMIENTO ACEROS TALADROS LARGOS – SETIEMBRE 2023					
Zona	RMR	Metros perforados	Broca 64 mm (m.)	Barra M/F 5pies (m)	Shank Coop T-38 (m.)
Pallancata Este					
Pallancata Central					
Pallancata Oeste					

COSTOS CEROS DE PERFORACIÓN TALADROS LARGOS POR ZONAS					
Zona	RMR	Broca 64 mm (m)	Barra M/F 5pies (m)	Shank Coop T-38 (m.)	Total (\$/m.)
Pallancata Este					
Pallancata Central					
Pallancata Oeste					

ACEROS JUMBO FRONTERO, COSTOS, RENDIMIENTO Y CONSUMO						
Aceros	Consumo	Metros perforados	Rendimiento (m)	P.U. (\$)	Factor	Costo (\$/m)
Broca 51 mm						
Barra M/M-12 pies						
Coupling - T38						
Shank Coop-T38						
Rimadora 102 mm						
TOTAL						

RERDIMIENTO ACEROS DE PERFORACIÓN REALCE – ZONA RANICHICO			
METROS PERFORADOS T1D3			
ZONA	PRODUCCIÓN	RIMADO	SOSTENIMIENTO
RANICHICO			
Aceros de perforación Realce – Zona Ranichico			
Acero	Rendimiento (m)	Consumo	Costo (\$/m)
Broca 51 mm			
Barra M/M 8 pies			
Coupling -T38			
Shank coop T38			
Rimadora 102 mm			

Anexo B

Matriz de Consistencia

Título: "Evaluación del Consumo de Aceros de Perforación en Taladros Largos y Frentes en la Unidad Minera Pallancata"				
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Metodología
Problema general ¿El consumo de los aceros de perforación se encuentran dentro de los rangos establecidos para la perforación de taladros largos y frentes de la Unidad Minera Pallancata?	Objetivo general Ver si el consumo de los aceros de perforación se encuentra dentro de los rangos establecidos para la perforación de taladros largos y frentes en la Unidad Minera Pallancata.	Hipótesis General Comprobaremos que el consumo de aceros de perforación se halla dentro de lo establecido en los estándares para la perforación de taladros largos y frentes en la Unidad Minera Pallancata.	Variables para la hipótesis general -Consumo de aceros de perforación -Estándares de perforación de taladros largos y frentes	Tipo de Investigación. -Aplicativo Nivel de Investigación. -Explicativo y Analítico Diseño de la Investigación es no experimental -Muestra 04 labores ubicadas en las zonas: Zona Pallancata Este, Zona Pallancata Central y Zona Pallancata Oeste
Problemas específicos Problemas específicos a ¿Cuál es el consumo de los aceros de perforación en la perforación de taladros largos en la Unidad Minera Pallancata?	Objetivos específicos Objetivos específicos a Determinar el consumo de los aceros de perforación en la Unidad Minera Pallancata.	Hipótesis específicas Hipótesis específica a Comprobaremos que el consumo de aceros de perforación se halla dentro de lo establecido en los estándares para la perforación de taladros largos en la Unidad Minera Pallancata.	Variables de la hipótesis específica Variables para la hipótesis específica a -Consumo de aceros de perforación -Estándares de perforación de taladros largos	
Problema específico b ¿Cuál es el consumo de los aceros de perforación, en la Unidad Minera Pallancata?	Objetivo específico b Determinar el consumo de los aceros de perforación en la perforación de frentes en la Unidad Minera	Hipótesis específica b Comprobaremos que el consumo de aceros de perforación se halla dentro de lo establecido en los estándares para la perforación de frentes en la Unidad Minera Pallancata	Variables para la hipótesis específicas b -Consumo de aceros de perforación -Estándares de perforación de frentes	