

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, METALURGICA Y DE
MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



TESIS

**OPTIMIZACIÓN DE PERFORACIÓN DIAMANTINA MEDIANTE EL
USO DE BROCAS FORDIA EN EL TAJO NORTE, RAMPA 1-NV 3900
SONDA-67 EMPRESA GEODRILL S.A.C. COMPAÑIA MINERA
ANTAPACCA Y - ESPINAR - CUSCO**

PRESENTADO POR:

BACH. JUAN CARLOS HUISA CACERES

**PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL
DE INGENIERO DE MINAS**

ASESOR:

MGT. RAIMUNDO MOLINA DELGADO

CUSCO – PERÚ

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

VICE RECTORADO DE INVESTIGACIÓN

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe asesor del informe técnico titulado: **“OPTIMIZACIÓN DE PERFORACIÓN DIAMANTINA MEDIANTE EL USO DE BROCAS FORDIA EN EL TAJO NORTE, RAMPA 1-NV 3900 SONDA-67 EMPRESA GEODRILL S.A.C. COMPAÑIA MINERA ANTAPACCAI - ESPINAR - CUSCO”**

Presentado por **JUAN CARLOS HUISA CACERES**, con DNI **74152433** y código universitario Nro. **130680** para optar al Título Profesional de: **INGENIERO DE MINAS**. Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 03 (Tres) veces, mediante el software antiplagio Turnitin, conforme al Artículo 6° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de: **10 % (diez por ciento)**.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación, tesis, textos, libros, revistas, artículos científicos, material de enseñanza y otros (Art. 7, inc. 2 y 3)

Porcentaje	Evaluación y acciones.	Marque con una X
Del 1 al 10 %	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30%	Devolver al usuario para las correcciones.	-----
Mayores a 31 %	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a ley.	-----

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software antiplagio.

Cusco, 20 de octubre de 2023.

FIRMA

POST FIRMA: Ing. Raimundo Molina Delgado
DNI Nro.: 23912083

ORCID ID: 0000-0003-0291-2700

Se adjunta:

1. Reporte Generado por el sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio:
<https://unsaac.turnitin.com/viewer/submissions/oid:27259:278881444?locale=es-MX>

NOMBRE DEL TRABAJO

**OPTIMIZACIÓN DE PERFORACIÓN DIAM
ANTINA MEDIANTE EL USO DE BROCAS
FORDIA EN EL TAJO NORTE, RAMPA 1-N
V**

AUTOR

JUAN CARLOS HUISA CACERES

RECUENTO DE PALABRAS

21692 Words

RECUENTO DE CARACTERES

123973 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

120 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

9.4MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 20, 2023 9:03 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 20, 2023 9:05 AM GMT-5

● **10% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 9.1% Base de datos de trabajos entregados

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de Internet
- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)
- Fuentes excluidas manualmente



DEDICATORIA

A mis padres Juan Henry Huisa Jordan y Martha Caceres Taype, Eliseo Chavez Vergara Y Justina Caceres Huisa por su apoyo incondicional en mi desarrollo personal y profesional, a los que siempre estaré agradecido por su apoyo en la culminación de mis estudios y haber hecho posible materializar esta tarea.

AGRADECIMIENTO

A Dios padre celestial; gracias por las bendiciones que me has regalado a lo largo de mi vida para poder continuar y cumplir una meta más en mi vida.

Desde muy pequeño de ser Ing. De Minas se convertido en mi pasión, sueño y mi objetivo máspreciado y eh tenido el privilegio de hacer este sueño en realidad durante estos maravillosos años, quiero aprovechar esta oportunidad para expresar mi más profundo agradecimiento a la Facultad de Ingeniería de Minas a los miembros integrantes del jurado calificador, Ing. Tomas Achanccaray Puma, Ing. Mauro Valdivia Jordan por las sugerencias brindadas y la continuidad ofrecida por su paciencia y orientación profesional que fueron importantes para el desarrollo de la presente investigación .

A mi asesor Mgt. Raimundo Molina Delgado y a su plana de docentes que conforman y a todas las personas que trabajan incansablemente para esta institución tan especial, también quiero mencionar a la empresa Geodrill S.A.C y a la U.M. Antapaccay darle gracias por ser parte de equipo de trabajo, también agradezco a mis compañeros de trabajo y formación académica juntos hemos vivido momentos de gloria, luchado en cada batalla y celebrado victorias inolvidables, gracias a todos por su apoyo incondicional.

INTRODUCCIÓN

Geodrill S.A.C es una empresa contratista en la Unidad minera Antapaccay, en la actualidad la empresa MDH viene realizando las perforaciones diamantinas para continuar las reservas del mineral, al realizar una evaluación a una distancia de 200 metros de avance lineal, se encontró el problema de elevados costos de perforación debido a las características de las brocas Geodrill. La presente investigación es importante debido a que se dará a conocer la selección adecuada del tipo de broca Y como alternativa se ha planteado el uso de la broca Fordia, para optimizar la producción y reducir los costos de perforación diamantina, cuya elección es económicamente favorable para la empresa Geodrill S.A.C - Unidad minera Antapaccay.

Las brocas Geodrill tienen una vida útil de 200 metros perforados y un costo de 532.90 US\$, el diámetro de interior de la broca es de 63.5 mm. Y un diámetro exterior de 96mm. El rendimiento de avance de la broca en terreno compacto es un promedio de 7pul/min, y el rendimiento de la broca en terreno fracturado es un promedio de 4 pul/min.

Las brocas Fordia tienen una vida útil de 250 metros perforados y un costo de 593.88 US\$, el diámetro de interior de la broca es de 63.5 mm. Y un diámetro exterior de 96mm. El rendimiento de avance de la broca en terreno compacto es un promedio de 8pul/min, y el rendimiento de la broca en terreno fracturado es un promedio de 4 pul/min.

El tipo de roca en que se realiza el proyecto de investigación de perforación diamantina es en la roca monzonita, diorita, caliza la más predominante con una densidad de 2.6 Tm/m³.

El proyecto de investigación se ha estructurado de la siguiente forma:

Capítulo I, Planteamiento del problema, que comprende: Descripción de la realidad del problema, formulación del problema, Objetivo de investigación, Justificación, Limitaciones de la investigación, Identificación de variables, metodología de investigación y técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Capítulo II, Marco teórico de la investigación, que comprende: Antecedentes de la investigación, la revisión de literatura, analizando las bases teóricas fundamentales y definiciones conceptuales que serán la base para realizar el estudio de investigación, descripción de la mina Antapaccay, Ámbito de estudio, que está constituido por: Unidad de estudio, ubicación, accesibilidad, clima y precipitación, geología, geología regional, geología del depósito, mineralización, estructuras, exploración, recursos de mineral y reservas estimadas de mineral, operación Antapaccay, ciclo de producción de minera Antapaccay.

Capítulo III, se desarrolla optimización de la perforación diamantina, que está constituido por: optimización de la perforación diamantina con broca Fordia, parámetros de perforación, guía de selección de coronas según tipo de roca, tipos de brocas de perforación diamantina, estudio del macizo rocoso, procedimiento de perforación diamantina con maquina geo 3000, análisis de costo de perforación diamantina tajo norte, rampa 1-niv 3900 sonda-67.

Capítulo IV, Resultados este capítulo está constituido por: Se muestra Análisis y discusión de resultados de perforación diamantina.

Finalmente, las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y los anexos.

RESUMEN

Actualmente en los trabajos de exploración en el Perú y en mundo cuando un proyecto necesita ser evaluado geológicamente se recurren a los trabajos de exploración con perforación diamantina, por lo cual es una actividad más importante y efectiva; el interés de conseguir mejores resultados hace que aumente la profundidad para continuar la continuidad de las reservas de mineral.

La presente investigación titulada “OPTIMIZACIÓN DE PERFORACIÓN DIAMANTINA MEDIANTE EL USO DE BROCAS FORDIA EN EL TAJO NORTE, RAMPA 1-NV 3900 SONDA-67 EMPRESA GEODRILL S.A.C. COMPAÑIA MINERA ANTAPACCAY - ESPINAR - CUSCO”, dicha investigación se realizó en distrito y provincia de Espinar, Departamento de Cusco, desarrollándose la investigación de optimización de perforación diamantina trata de poder explicar la optimización utilizando mediante el uso de las brocas Fordia.

En una longitud proyectada de 700 metros, al realizar una evaluación a una distancia de 200 metros de avance lineal, se encontró el problema de elevados costos de perforación debido a las características de las brocas Geodrill. De continuar con este problema afectaría el presupuesto de ejecución y los beneficios económicos para la empresa GEODRILL S.A.C. El objetivo del estudio de investigación es optimizar la producción y reducir los costos de perforación diamantina utilizando las brocas Fordia.

En dicha evaluación de la perforación diamantina con las brocas Geodrill se ha considerado: Costo de mano de obra, costo de máquina perforadora, aditivos de perforación, herramientas y otros materiales, implementos de seguridad, tipo de roca, longitud de avance, costo de brocas, vida útil, diámetro de la broca. Dichos controles se han realizado en 15 días, equivalente a 30 guardias.

Posteriormente en el estudio en dicha evaluación de la perforación diamantina con las brocas Fordia se ha considerado: Costo de mano de obra, costo de máquina perforadora, aditivos de perforación, herramientas y otros materiales, implementos de seguridad, tipo de roca, longitud de avance, costo de brocas, vida útil, diámetro de la broca. Dichos controles se han realizado en 15 días, equivalente a 30 guardias.

Resultado de dicha investigación se ha optimizado la producción en el tajo norte utilizando las brocas Fordia reduciendo el costo por metro perforado de 29.52 US\$ a 27.82 US\$ mediante el uso de las brocas Fordia, haciendo una diferencia de 1.70 US\$, lo cual ayuda a reducir el costo final de perforación en menor tiempo, lo cual es beneficioso en el

tajo norte rampa 1-niv 3900 sonda-67 empresa Geodrill S.A.C - Compañía minera
Antapaccay - Espinar – Cusco.

PALABRAS CLAVES: Optimización, Perforación Diamantina, Costos, Brocas

ABSTRACT

Currently, in exploration work in Peru and in the world, when a project needs to be geologically evaluated, exploration work with diamond drilling is used, which is why it is a more important and effective activity; The interest in achieving better results increases the depth to continue the continuity of the mineral reserves.

This research titled "OPTIMIZATION OF DIAMOND DRILLING THROUGH THE USE OF FORDIA DRILLS IN EL TAJO NORTE, RAMPA 1-NV 3900 SONDA-67 COMPANY GEODRILL S.A.C. ANTAPACCAY MINING COMPANY - ESPINAR - CUSCO", said research was carried out in the district and province of Espinar, Department of Cusco, developing the diamond drilling optimization research trying to explain the optimization using Fordia drill bits.

In a projected length of 700 meters, when carrying out an evaluation at a distance of 200 meters of linear advance, the problem of high drilling costs was found due to the characteristics of the Geodrill bits. If this problem continues, it would affect the execution budget and the economic benefits for the company GEODRILL S.A.C. The objective of the research study is to optimize production and reduce diamond drilling costs using Fordia drill bits.

In this evaluation of diamond drilling with Geodrill drill bits, the following have been considered: Labor cost, cost of drilling machine, drilling additives, tools and other materials, safety implements, type of rock, length of advance, cost of drill bits. , useful life, drill bit diameter. These controls have been carried out in 15 days, equivalent to 30 guards.

Subsequently, in the study in said evaluation of diamond drilling with Fordia drill bits, the following were considered: Labor cost, cost of drilling machine, drilling additives, tools and other materials, safety implements, type of rock, length of advance. , cost of drill bits, useful life, drill bit diameter. These controls have been carried out in 15 days, equivalent to 30 guards.

As a result of this research, production in the northern pit has been optimized using Fordia drill bits, reducing the cost per meter drilled from 29.52 US\$ to 27.82 US\$ through the use of Fordia drill bits, making a difference of 1.70 US\$, which helps to reduce the final cost of drilling in less time, which is beneficial in the north pit ramp 1-niv 3900 probe-67 company Geodrill S.A.C - Antapaccay mining company - Espinar - Cusco.

KEYWORDS: Optimization, Diamond Drilling, Costs, Drill Bits

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INTRODUCCIÓN	iii
RESUMEN	v
ABSTRACT	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE CUADROS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. TITULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.	1
1.2. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD DEL PROBLEMA	1
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	2
1.3.1. Problema genera	2
1.2.2. Problemas específicos	2
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.	2
1.4.1. Objetivo general	2
1.4.2. Objetivos específicos	2
1.5. JUSTIFICACIÓN	3
1.5.1. Justificación ambiental.....	3
1.5.2. Justificación social.....	3
1.5.3. Justificación económica	3
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.	3
1.7. HIPÓTESIS	4
1.7.1 Hipótesis general	4
1.7.2 Hipótesis específico	4
1.8. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	4
1.8.1. Variable Independiente.	4
1.8.2. Variable Dependiente.....	4
1.8.3 Definición operativa de variables.	5
1.9. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.	5
1.9.1 Tipo de investigación.....	5

1.9.2 Nivel de investigación.....	5
1.9.3 Población muestra y muestreo de investigación.....	6
1.10. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	6

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN.....	8
2.2 TEORÍAS	9
2.2.1. Perforación diamantina	9
2.3. DEFINICIONES	10
2.3.1. Broca de perforación diamantina.....	10
2.3.1.1. Descripción general.....	10
2.3.1.2. Partes de una broca	11
2.3.1.3. Problemas Operativos	12
2.3.1.4. tabla comparativa de Broca Geodrill y Broca Fordia	12
2.3.2. Tipos de sondajes.....	13
2.3.3. Aditivos de perforación.....	14
2.3.3.1. Fluidos de perforación.....	14
2.3.4. Máquina de perforación diamantina	18
2.3.5. Partes de un equipo de perforación diamantina.....	19
2.4 DEFINICIONES DE TIPO DE ROCAS.....	23
2.5. DESCRIPCIÓN DE LA MINA ANTAPACCAY	24
2.5.1. Unidad de estudio	24
2.5.1.1. Ubicación.....	24
2.5.1.2. Ubicación geográfica.....	25
2.5.1.3. Accesibilidad.....	26
2.5.1.4. Clima y precipitación	28
2.5.2. Geología	29
2.5.2.1. Geología Regional.....	29
2.5.2.2. Geología del Depósito	30
2.5.3. Operación Antapaccay	35
2.5.3.1. Estado de las operaciones de la mina Antapaccay	35
2.5.4. Ciclo de producción	37
2.5.4.1. Perforación.....	38
2.5.4.2. Voladura	39
2.5.4.3. Carguío	40

2.5.4.4. Acarreo	41
2.5.4.5. Operaciones auxiliares.....	41

CAPITULO III

OPTIMIZACIÓN DE LA PERFORACIÓN DIAMANTINA

3.1. PARAMETROS DE PERFORACIÓN	43
3.1.1. RPM o velocidad de rotación (Revoluciones por minuto).....	43
3.1.2. Velocidad de penetración (RPI)	44
3.1.3. Presión Sobre la Broca.....	44
3.2. CAUDAL DE AGUA	44
3.2.1. Técnica de afilado.....	45
3.3. GUÍA DE SELECCIÓN DE CORONAS SEGÚN TIPO DE ROCA	45
3.4. ESTUDIO DEL MACIZO ROCOSO	46
3.4.1. Estructura del macizo rocoso	46
3.4.2. Dureza	47
3.4.3. Abrasividad	49
3.4.4. Resistencia.....	49
3.4.5. Clasificación del Tipo de Roca.....	50
3.5. PROCEDIMIENTO DE PERFORACIÓN DIAMANTINA CON MAQUINA GEO 3000.....	51
3.6. ANALISIS DE COSTO DE PERFORACIÓN DIAMANTINA EN TAJO NORTE, RAMPA 1-NIV 3900 SOND-67	55
3.6.1. Análisis de costos de perforación con broca Geodrill	55
3.6.2. ANÁLISIS DE COSTOS DE PERFORACIÓN CON BROCA FORDIA	61

CAPITULO IV

ANALISIS DE RESULTADOS

CONCLUSIONES	68
RECOMENDACIONES	69
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	70
ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Pag.

Tabla 1: Operacionalización de las variables	5
Tabla 2: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	6
Tabla 3: Comparativo de las brocas geodrill y brocas Fordia	12
Tabla 4: Según tipo de broca	43
Tabla 5: Muestra el caudal para distintos tamaños de brocas.	45
Tabla 6: Guía de selección de corona según el tipo de roca	46
Tabla 7: Minerales pertenecientes a la escala de Mohs son:	48
Tabla 8: Según sus propiedades físicas de las rocas	49

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Nuestra de testigo.....	7
Figura 2: Perforación diamantina en tajo norte	10
Figura 3: Broca geodrill	11
Figura 4: vías de acceso de agua.....	11
Figura 5: partes de una broca geodrill.....	11
Figura 6: Sondaje Exploratorio.....	13
Figura 7: Broca y lodo de perforación	14
Figura 8: Viscosificador	14
Figura 9: Bentoni	15
Figura 10: PH Control.....	15
Figura 11: Pac	16
Figura 12: Aus-Det	16
Figura 13: Polyplus	17
Figura 14: Poly Lube.....	17
Figura 15: Black Hole	18
Figura 16: Maquinas perforadoras lugar; Pampilla Antapaccay	19
Figura 17: Maquina perforadora geo 300 en operación tajo Norte Antapaccay	19
Figura 18: Tubería de perforación	21
Figura 19: Plano de ubicación del lugar de estudio	25
Figura 20 : Plano de Ubicación de mina Antapaccay	26
Figura 21: Plano de Vías de acceso a la mina Antapaccay	27
Figura 23 : Plano de Franja Eocena-Oligocena del cinturón Andahuaylas-Yauri.....	29
Figura 24: Plano Geológico del Distrito Minero de Tintaya.....	30
Figura 25. Plano de Geología del Proyecto Antapaccay.....	32
Figura 26: Plano de Componentes área Antapaccay	36
Figura 27: Sentido de tránsito en mina Antapaccay.	37
Figura 28: Ciclo de las operaciones unitarias	37
Figura 29: Perforadora eléctrica B & e 49r-diesel.	38
Figura 30: Panel informativo del programa de voladura.	40
Figura 31: Pala eléctrica operación mina Antapaccay.....	41
Figura 32: Camión CAT 797F de (363 TN).....	41

Figura 33: Operación Antapaccay	42
Figura 34: Estructura de macizo rocozo.....	47
Figura 35: Clasificación del Tipo de Roca.....	50
Figura 36: Mina Antapacay Tajo Norte	50
Figura 37: Sondaje 67 en operación tajo Norte	55
Figura 39: Maquina perforadora GEO 3000	57

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N°1: Mano de obra	56
Cuadro N°2: Máquina perforadora	57
Cuadro N°3: Materiales de perforación	58
Cuadro N°4: Aditivos de perforación	59
Cuadro N°5: Herramientas y otros materiales	60
Cuadro N°6: Implementos de seguridad	61
Cuadro N°7. Mano de obra.....	62
Cuadro N°8: Máquina perforadora	62
Cuadro N°9: Materiales de perforación	63
Cuadro N°10: Aditivos de perforación	63
Cuadro N°11: Herramientas y otros materiales	64
Cuadro N°12: Implementos de seguridad	65
Cuadro N°13: Tabla comparativa	67

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1: TAJO NORTE.....	73
ANEXO 3: VISTA DE TAJO NORTE EN OPERACIÓN	74
ANEXO 4: ÁREA DE HERRAMIENTAS Y OTROS MATERIALES.....	74
ANEXO 5: MAQUINA PERFORADORA EN TAJO NORTE.....	75
ANEXO 6: ÁREA DE RESIDUOS SOLIDOS	75
ANEXO 7: ÁREA DE POZA DE FLUIDOS	76
ANEXO 8: CANALETA DE MUESTRAS.....	76
ANEXO 9: ÁREA DE LOGUEO DE MUESTRAS DE TESTIGO.....	77
ANEXO 10: ÁREA DE HERRAMIENTAS	77
ANEXO 11 :PLATAFORMA DE MAQUINA GEO 3000.....	78
ANEXO 12: ÁREA DE TUBERIA DE PERFORACIÓN LINEA HW	78
ANEXO 12 : ÁREA DE VESTIDORES PARA EL PERSONAL DE TURNO	79
ANEXO13 : ÁREA DE ESTACIONAMIENTO DE MAQUINAS PERFORADORAS (MINA ANTAPACCAY,PAMPILLA)	79
ANEXO 14: ÁREA DE TUBERIA DE PERFORACIÓN LINEA HQ Y NQ.....	80
ANEXO 15 BROCA GEODRILL EN ESTADO (NO OPERATIVO),QUEMADA	80
ANEXO 16: BROCA GEODRILL EN ESTADO OPERATIVO.....	81
ANEXO 17: ÁREA DE TUBERIA DE PERFORACIÓN LINEA HQ	81
ANEXO 18:TAJO NORTE MINA ANTAPACCAY VISTA DESDE LA PARTE SUPERIOR.....	82
ANEXO 19: ÁREA DE POZA DE LODO DE PERFORACIÓN Y AGUA(CANCHA DE GALLO).....	82
ANEXO 20 :BROCA FORDIA	83
ANEXO 21: ÁREA DE ADITIVOS DE PERFORACIÓN.....	83
ANEXO 22: ÁREA DE BROCAS GEODRILL(LOGISTICA)	84
ANEXO 23: ÁREA DE HERRAMIENTAS MANUALES Y VESTIDORES.....	84
ANEXO 24: ÁREA DE LLENADO DE MUESTRAS	85
ANEXO 25: ÁREA DE ALMACEN DE BROCAS GEODRILL.....	85

ANEXO 26 :BROCA FORDIA SERIA 7.....	86
ANEXO 27: REAMING SHELL	86
ANEXO 28: BROCA FORDIA SERIE 8.....	87
ANEXO 29: PLATAFORMAS DE PERFORACIÓN TAJO NORTE.....	87
ANEXO 30 :MAQUINA PERFORADORA EN TRASLADO A OTRO PUNTO DE PERFORACIÓN	88
ANEXO 31:TUBERIA DE PERFORACIÓN LINEA HQ EN TRASLADO A OTRO PUNTO DE PERFORACIÓN	88
ANEXO 32: ÁREA DE LOGUEO DE MUESTRAS	89
ANEXO 33: ÁREA DE ZONAS DE RESIDUOS EN TAJO NORTE ANTAPACAY	89
ANEXO 34: LIQUIDACIÓN FINAL DE POZO DE PERFORACIÓN SONDAJE 67.....	90
ANEXO 35: RESUMEN DE AVANSE DIARIO SETIEMBRE 2022.....	91
ANEXO 36: COTIZACION DE BROCA FORDIA.....	92
ANEXO 37: COTIZACION DE ACCESORIOS DE PERFORACION DIMANTINA GEODRILL	93
ANEXO 38: BOLETA PAGO A PERFORISTA.....	94
ANEXO 39: COTIZACION DE ADITIVOS DE PERFORCION DIAMANTINA.....	95
ANEXO 40: COTIZACION DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	96

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIMBOLOS SIMBOLOS

WC	: Carburo de tungsteno
C	: Carbono Abreviaturas
PETS	: Procedimiento escrito de trabajo seguro
AST	: Análisis de trabajo seguro
INEI	: Instituto de estadística e Informática
MINEM	: Ministerio de energía y minas
SAC	: Sociedad anónima cerrada
UM	: unidad minera
Pulg	: Pulgadas
EPP	: Equipo de protección personal
RPM	: Revoluciones por minuto
PW	: tubería de revestimiento de perforación diamantina, diámetro 139.70mm
HW	: tubería de revestimiento de perforación diamantina, diámetro 114.30mm
PQ	: tubería de perforación diamantina, diámetro de testigo 85.00 mm
HQ	: tubería de perforación diamantina, diámetro de testigo 63.50 mm
NQ	: tubería de perforación diamantina, diámetro de testigo 47.60 mm
Ppq	: Piedras por quilate

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.TITULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.

“OPTIMIZACIÓN DE PERFORACIÓN DIAMANTINA MEDIANTE EL USO DE BROCAS FORDIA EN EL TAJO NORTE RAMPA 1-NIV 3900 SONDA-67 EMPRESA GEODRILL S.A.C - COMPAÑIA MINERA ANTAPACCAY – ESPINAR - CUSCO”

1.2.DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD DEL PROBLEMA

La Empresa Minera Antapaccay dispone de la última tecnología con el fin de maximizar la producción y minimizar los costos operativos, En la actualidad la empresa contratista MDH-Compañía minera Antapaccay-Espinar-Cusco, viene desarrollando las perforaciones diamantinas en el tajo Antapaccay para determinar la continuidad de las reservas de mineral, las perforaciones son de diamantina (DDH), se realizan para obtener muestras de dichas zonas a profundidades de hasta 1300 metros para ser estudiadas y analizadas por los geólogos, el cuidadoso registro de las muestras de testigos de los sondajes que ayuda a delinear la geometría y el cálculo del volumen de mineral y proporciona importantes datos estructurales .

El problema de perforación diamantina a cielo abierto, En una longitud proyectada de 700 metros, al realizar una evaluación a una distancia de 200 metros de avance lineal, se encontró elevados costos de perforación debido a las características de la brocas Geodrill en los siguientes aspectos: Tenemos problemas de operación, Perdida de muestras en el campo antes de ser entregado al cliente, Falta de conocimiento del personal: lo queman, lo descoronan, le ponen mucha presión, lo desconectan, falta de comunicación entre guardia de relevo de las maquinas, tenemos mayor consumo de aditivos.

Pérdidas operativas en maniobra de tubería que generan demoras operativas que repercuten negativamente en la producción, pérdida de tiempo al personal, no hay avance, desgaste de personal, desgaste de máquina, desgaste de aditivos elevando el costo de perforación.

No utilizamos un fluido adecuado de perforación (lodo de perforación) generamos más gasto a veces perdemos el taladro, entonces es en vano el trabajo, pero si utilizamos un buen aditivo pasamos normal, terminamos y generamos mayor avance.

Factor terreno; cuando tenemos terreno complicado con grietas, fracturados, automáticamente se bloquea, no agarra un avance, no continua con la misma dirección y siempre tiende a caerse, a desviarse el taladro.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

1.3.1. Problema genera

¿Cómo optimizar la perforación diamantina mediante el uso de brocas brocas geodrill y Fordia en tajo Norte rampa 1-niv 3900 sonda-67 empresa Geodrill S.A.C – Compañía minera Antapaccay-Espinar-Cusco?

1.3.2. Problemas específicos

P1: ¿Cuáles son los costos de las brocas Geodrill en tajo Norte en la empresa Geodrill SAC – Compañía minera Antapaccay-Espinar- Cusco?

P2: ¿Cuáles son los costos de las brocas Fordia en tajo Norte en la empresa Geodrill S.A.C –Compañía minera Antapaccay-Espinar- Cusco?

P3: ¿Cómo optimizar los costos de perforación diamantina utilizando brocas geodrill y brocas Fordia en tajo Norte en la empresa Geodrill S.A.C – Compañía minera Antapaccay-Espinar- Cusco?

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.4.1. Objetivo general

Optimizar la productividad de perforación diamantina utilizando las brocas Fordia en tajo Norte rampa 1-niv 3900 sonda - 67 en la empresa Geodrill S.A.C – Compañía minera Antapaccay-Espinar-Cusco.

1.4.2. Objetivos específicos

O1: Determinar los costos de perforación usando brocas Geodrill en tajo Norte en la empresa Geodrill S.A.C – Compañía minera Antapaccay-Espinar- Cusco.

O2: Determinar los costos de perforación usando brocas Fordia en tajo Norte en la empresa Geodrill S.A.C –Compañía minera Antapaccay-Espinar- Cusco.

O3: Mejorar y comparar los costos de perforación diamantina utilizando brocas Geodrill y brocas Fordia en tajo Norte en la empresa Geodrill S.A.C –Compañía minera Antapaccay-Espinar-Cusco.

1.5. JUSTIFICACIÓN

1.5.1. Justificación ambiental

Mediante nuestra investigación, cuenta con tecnología de punta en máquinas portátiles, rápidas al perforar cuenta con control ambiental y una gestión ambiental: prevenir, minimizar, eliminar, mitigar y controlar los posibles impactos al medio ambiente, como derrame de fluido de perforación, aceite, etc. siempre cuidando bienestar de nuestros colaboradores y a las comunidades donde realizamos nuestras perforaciones.

1.5.2. Justificación social

Desde el punto de vista social es importante el desarrollo de la presente investigación, se conoce de cerca las necesidades de nuestros colaboradores y de las comunidades aledañas dentro del tajo, es por eso que desarrolla un trabajo adecuado para mantener las buenas relaciones con cada una de ellas, además de brindar capacitación y trabajo a los pobladores de la zona, entre otras actividades de apoyo solidario durante las labores de perforación con el fin de continuar contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de nuestras comunidades vecinas de nuestra operación.

1.5.3. Justificación económica

Desde el punto de vista económico, es importante el desarrollo de esta presente investigación ya que contribuirá solucionar problemas de los valores de mineralización que repercuten en el proceso de minado en la empresa minera Antapaccay y será muy favorable para realizar esta labor de perforación diamantina y obtener mayor beneficio económica.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

El presente trabajo de investigación se aplica en el tajo Norte, y no tiene limitaciones en el proceso de su ejecución, se tiene el apoyo de la empresa Geodrill S.A.C - Compañía minera Antapaccay - Espinar – Cusco.

1.7. HIPÓTESIS

1.7.1 Hipótesis general

HG: Dado que se generan altos costos de perforación diamantina; con la selección adecuada de brocas Fordia permitirá optimizar en costos operativos de perforación diamantina.

1.7.2 Hipótesis específico

H1: Al conocer los costos de las brocas geodrill nos permitirá optimizar los costos de perforación diamantina en tajo Norte en la empresa Geodrill S.A.C –Compañía minera Antapaccay-Espinar-Cusco..

H2: Al conocer los costos de las brocas fordía nos permitirá optimizar los costos de perforación diamantina en tajo Norte en la empresa Geodrill S.A.C –Compañía minera Antapaccay - Espinar-Cusco..

H3: Al utilizar las brocas fordía se optimizará los costos de perforación diamantina en tajo Norte en la empresa Geodrill S.A.C –Compañía minera Antapaccay-Espinar-Cusco.

1.8. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Para la optimización de perforación diamantina mediante el uso de brocas Fordia en tajo Norte en la empresa Geodrill S.A.C –Compañía minera Antapaccay-Espinar-Cusco, se tiene variables independientes y dependientes:

1.8.1. Variable Independiente.

- Uso de las brocas Fordia

1.8.2. Variable Dependiente.

- Optimización de la perforación diamantina

1.8.3 Definición operativa de variables.

Tabla 1: Operacionalización de las variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Unidad de medida
Variable Independiente			
Uso de las brocas Fordia	-Proceso de perforación diamantina. - Rendimiento de la broca Fordia.	-Rendimiento -avance	-pulg. /min -metros
Variable dependiente			
Optimización de la perforación diamantina	-Avance de metros perforados. -Reducción de costos de perforación diamantina.	-Costo de perforación diamantina -Costo de equipos de perforación -Costo de brocas	-US\$/m -US\$/m -US\$/m

Fuente: Elaboración propia

1.9. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.

1.9.1 Tipo de investigación

El presente estudio corresponde a una investigación de enfoque Cuantitativo-Cualitativo dado que en su desarrollo nos valdremos de cálculos numéricos y conocer conceptos, experiencias para ir validando datos fundamentales en esta investigación. (sampieri,2014)

1.9.2 Nivel de investigación

Según el nivel del proyecto y el grado de visualización, se puede determinar que el proyecto de investigación es descriptivo-explicativo. (Sampieri,2014)

Es descriptiva, porque el desarrollo de la investigación se analiza los costos de perforación diamantina mediante los catálogos, facturas, ficha técnica y posteriormente se ha determinado la longitud de perforación, costo de mano de obra, costo de maquina perforadora por metros, costo de materiales de perforación y costo de materiales utilizados en el proyecto minero.

Es explicativo mediante el análisis comparativo de costos de las brocas Geodrill y las brocas Fordia de ambas brocas se ha determinado que utilizando las brocas fordia, se incrementa la producción y se minimiza los costos de perforación diamantina en tajo Norte en la empresa Geodrill S.A.C –Compañía minera Antapaccay-Espinar- Cusco.

1.9.3 Población muestra y muestreo de investigación.

A. POBLACIÓN

El conjunto de todos los casos que concuerdan con la investigación.

La población para el estudio de investigación se ha considerado tajo Norte, donde se ha realizado 14 sondajes de diferentes profundidades: 200m, 220m, 270m, 400m, 450m, 500m, 550m, 600m, 650m, 700m, 750m, 800m, 900m, 1300m, la perforación diamantina sea desarrollado en roca monzonita, diorita, caliza la más predominante con una densidad de 2.6 Tm/m³. Según programa de perforación diamantina en Unidad minera Antapaccay.

B. MUESTRA

Una muestra es una parte representativa de una población cuyas características esenciales son objetivas y reflejan fielmente la muestra, de modo que los resultados obtenidos en la muestra pueden generalizarse a todos los elementos que componen la población.

Por lo tanto, el tamaño de muestra es el sonda-67 cuya profundidad es de 700 metros del programa de perforación diamantina tajo Norte en Unidad minera Antapaccay.

No probabilístico por conveniencia.

1.10. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

A. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE DATOS

Las técnicas e instrumentos usados se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 2: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

TECNICA	INSTRUMENTO
ENCUESTA	Los instrumentos utilizados para este estudio de investigación son: liquidación mensual para verificar los costos, reporte mensual de operación, control de perforación diaria, cámara fotográfica, control de costos. Donde los datos recolectados serán procesados en Excel Avanzado, de tal forma que la información obtenida sea válida y confiable corroborada por los datos obtenidos.
ENTREVISTA	Para recoger punto de vista de área de geodrill S.A.C.: se tomó los datos: metros perforados por día, tipo de broca utilizado, rendimiento del equipo, información geomecánica y geológica, Informe del Supervisor de Operaciones, Informe del residente.
OBSERVACION	Esta técnica se utilizó para recoger datos, respecto a los compañeros de Geodrill S.A.C. que se encuentra en área de Geología de mina Antapccay
DOCUMENTAL	En la elaboración del marco teórico se utilizó como instrumento cuaderno de apuntes, Microsoft Excel, cámara fotográfica, revistas, internet.

Fuente: Elaboración propia

Figura 1: Nuestra de testigo



Fuente: propia

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

Los conocimientos previos sobre perforación diamantina se respaldan en investigaciones realizadas de artículos, informes y trabajos de grado, los cuales se mencionan a continuación:

Urteaga, G. J., & Cotrina. S.(2016), en la tesis “Optimización del porcentaje de recuperación de testigos de sondajes diamantinos en rocas fracturadas, aumentando la viscosidad de los fluidos de perforación y variando parámetros operacionales en minera Condestable, 2016.”,Para obtener el título profesional de Ingeniero de Minas en la Universidad Privada del Norte, llego a las siguientes concluye que, aumentando la viscosidad de los fluidos de perforación, los costos de perforación diamantina se han reducido de 13,52 US\$/m a 12,36 US\$/m, con una diferencia de 1,16 US\$/m. por eso es importante determinar los tipos de aditivos y la selección de tipos de brocas, para una perforación óptima.

Contreras, H.C. (2019), en la tesis “Implementación de nuevos procedimientos de perforación diamantina en la solución de problemas de terrenos fracturados en Coroccohuayco - Antapacay Cusco-2018” Para obtener el título profesional de Ingeniero de Minas en la Universidad Privada Del Norte, llego a las siguientes conclusiones :Primero, Se determinó que se optimiza de implementar nuevos procedimientos de perforación a un nivel de más del 40% con la recuperación de testigos de sondajes diamantinos en roca fracturada aumentando la solución de problemas durante el proceso de perforación. Segundo, Se concluye que, al incrementar procedimientos de inspección de acceso a plataforma equipo y materia herramientas, procedimientos de cumplimiento personalizado, procedimientos de riesgos potenciales

y procedimientos críticos durante la presentación de problemas durante la perforación diamantina.

Alvarez, J. A. 2019), en la tesis “Optimización de costos de perforación diamantina mediante las brocas Hayden en la contrata minera Explomin Perú S.A.- Unidad minera San Rafael-Puno.” Para obtener el título profesional de Ingeniero de Minas en la Universidad Nacional del Altiplano, llego a las siguientes conclusiones

Primero, Mediante el uso de las brocas JC Portal, los costos de perforación diamantina ha sido de 11,44 US\$/m en la zona San Germán de la Contrata Minera Explomin del Perú S.A.– Unidad Minera San Rafael – Puno.Segundo,Los costos de perforación diamantina al utilizar las brocas Hayden ha sido de 10,50 US\$/m, en la zona San Germán de la Contrata Minera Explomin del Perú S.A. – Unidad Minera San Rafael – Puno.Tercero, El costo de perforación diamantina se ha optimizado de 11,44 US\$/m a 10,50 US\$/m mediante el uso de las brocas Hayden, haciendo una diferencia de 0,94 US\$/m, en la zona San Germán de la Contrata Minera Explomin del Perú S.A.– Unidad Minera San Rafael – Puno.

2.2 TEÓRIAS

2.2.1. Perforación diamantina

Es un método utilizado en la industria de la minería y la exploración geológica, se la utiliza principalmente para investigar la composiciones geológicas de una zona, obtener muestras de una roca del subsuelo, determinar la viabilidad de un yacimiento mineral y recolectar información para el diseño y la planificación de proyectos mineros, este método utiliza un taladro equipado con un broca de diamante industrial, el cual permite cortar y triturar la roca durante el proceso de perforación, por lo que es ampliamente utilizado debido a su capacidad para atravesar diferentes tipos de formaciones rocosas incluyendo rocas duras y abrasivas además proporciona muestras de alta calidad con modificaciones mínimas lo que permite un análisis geológico preciso y detallado .

Método por el cual se realiza hoyos en la tierra a distintas profundidades, como por ejemplo 100, 200, 500, 1000, 2000 metros; con el fin de extraer y recolectar muestras las cuales son llamadas testigos con el fin de determinar su composición. Es un proceso en el cual se aplica la rotación de tubería y mediante presión de estas hacia una broca se genera la recuperación de muestra (testigo) del subsuelo, para determinar la existencia de mineral. Estas muestras son obtenidas mediante maquina llamadas perforadoras de distintos tamaños, capacidad, utilizado taladros con brocas de tungsteno impregnados

con diamantes de alta dureza mediante los cuales se puede realizar el corte de las rocas del subsuelo, para poder realizar dichas perforaciones se tiene que tener permiso de MINEM, INC (Instituto Nacional de Cultura).

Figura 2: Perforación diamantina en tajo norte



Fuente: Propia

2.3. DEFINICIONES

2.3.1. Broca de perforación diamantina

2.3.1.1. Descripción general

La broca de perforación diamantina es el primer accesorio que entra en contacto con el terreno o macizo rocoso y es la encargada de realizar el corte del testigo en forma cilíndrica.

Las brocas diamantadas se utilizan para perforar debido a las propiedades físicas del diamante como su dureza y conductividad térmica, es debido a estas propiedades que la broca diamantada se usa como herramienta de corte para perforar la roca de manera eficiente, utilizando energía mecánica (rotación y empuje), sin embargo, cabe indicar que los diamantes usados en la broca son sintéticos. De esta forma se puede extraer fácilmente las muestras o núcleos del depósito mineralizado, a través de una sarta de tuberías unidas se perfora, un pozo o sondaje de diferentes diámetros, según la capacidad de la máquina de perforación; de esta perforación se extrae material del subsuelo que son conocidos como testigos o en otros casos podemos extraer detritos de la roca. La perforación diamantina usa una broca con incrustación de diamantes sintéticos en la matriz al final de las barras o sarta de perforación. La matriz diamantada de la broca permite cortar y extraer la muestra de roca por efecto de la aplicación de energía mecánica, esta muestra sube por dentro del tubo interior de la barra de

perforación y se recupera después de retirar el tubo interior. (Australian Drilling Industry Training Committee Limited, 1997)

2.3.1.2. Partes de una broca

Zanco (caña) : Metálica - rosca.

Corona : Polvo metálico- diamantes

Respaldo : Matriz - zanco.

Matriz : Parte cortante. A I.

Insertos : Laminillas alta dureza refuerza diámetro exterior e interior

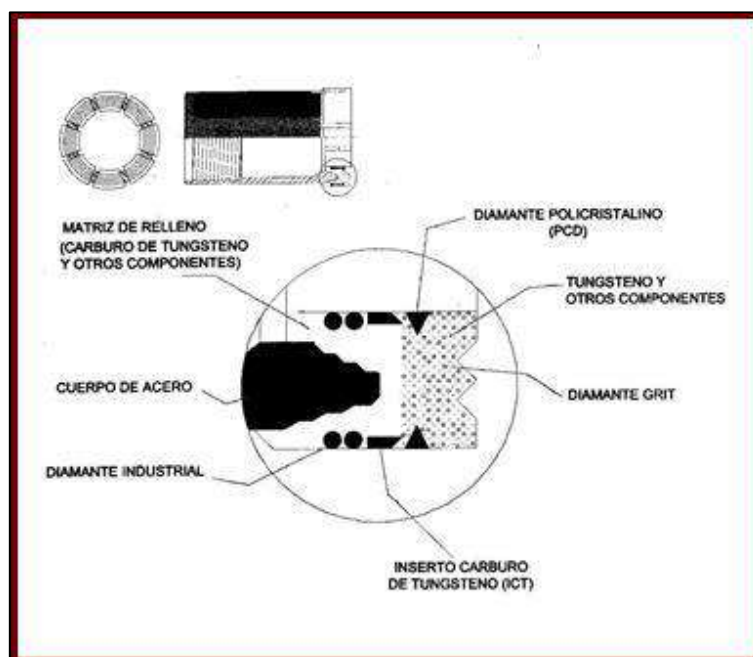
Figura 3: Broca geodrill



Figura 4: vías de acceso de agua



Figura 5: partes de una broca geodrill



Fuente: Geodrill

2.3.1.3. Problemas Operativos

Broca pulida o quemada

A menudo ocasionado por falta de fluido de perforación, falta de visualización de perforista debido a que él tiene que ver los manómetros de presión y acorde a ello evaluar que podría suceder.

Tubería atrapada o amarrada:

Suele suceder cuando la broca se quema, por las mismas condiciones del terreno arena, arcillas que son muy abrasivos además de que en el caso de la arcilla al juntarse con el agua se empieza a ensanchar ocasionado la obturación del anular evitando una correcta refrigeración de la broca, en casos de atrapamiento de tubería cuando es por arcilla se utiliza el aditivo llamado Ausdet que es un inhibidor de arcilla.

Tubo interior bloqueado

Esto puede suceder debido a que se queda muestra en barel, puede suceder por desgaste del barel, del candado del portacandado, y desgaste prematuro de core lifter case, que viene a ser el resorte que impide y recepciona la muestra que se va cortando con la broca de perforación diamantina, estas muestras que se quedan en taladro son perjudiciales ya que para recuperar estas muestras, se tiene que sacar tubería ocasionando tiempos muertos en la perforación, además de que impiden que se arme el tubo interior correctamente.

Pobre recuperación de muestra de testigo

La mayoría de estas situaciones suceden en formaciones geológicas muy fracturadas y con grandes cambios de dureza, cuando se utiliza fluido de perforación en terreno complicados, se suele perder muestra ya que se empieza a lavar la muestra perdiendo parte de dicho testigo.

2.3.1.4. tabla comparativa de Broca Geodrill y Broca Fordia

Tabla 3: Comparativo de las brocas geodrill y brocas Fordia

	BROCA GEODRI	BROCA FORDIA
Costo de broca	532.90US\$	593.88US\$
Vida útil de la broca	200m	250m
Diámetro interior	63.5mm	63.5mm
Diámetro exterior	96mm	96mm
Altura de la matriz	12mm	12mm
Serie	7,8 y 9	7,8 y 9

Fuente: Elaboración propia

2.3.2. Tipos de sondajes

Dentro de los tipos de sondajes a realizar que suelen solicitar el cliente o minera están:

Sondaje In Fill: Para validación de sus recursos minerales, sondajes cortos hasta 600.00 metros.

Sondaje Exploratorio: Para determinar la cubicación de minerales en sondajes profundos mayores a 600 metros.

Sondajes Geometalúrgicos: Para determinar el tipo de procesamiento de mineral adecuado que se va a aplicar de acuerdo a la obtención de muestra solicitado por el cliente, suelen ser perforación hasta los 600 metros.

Sondaje Geotécnicos: Se realizan para obtener distintos tipos de información, como por ejemplo determinar la permeabilidad del terreno, el deslizamiento de terreno en el tiempo, tanto en taludes como en botaderos, para tomar medidas posteriores mediante el área de Geotecnia de las mineras, suelen ser perforación hasta los 600 metros.

Sondajes Hidrogeológicos: Solicitados para poder extraer el agua que filtra por los taludes y evitar el desmoronamiento de estas con el tiempo, siendo una medida de control efectiva, suelen ser perforaciones horizontales con inclinación mayores a $\pm 5^\circ$, una vez concluido la perforación, se drena el agua que emana de los taludes mediante la instalación de tubería de PVC.(fuente Geodrill).

Figura 6: Sondaje Exploratorio



Fuente: Propia

2.3.3. Aditivos de perforación

2.3.3.1. Fluidos de perforación

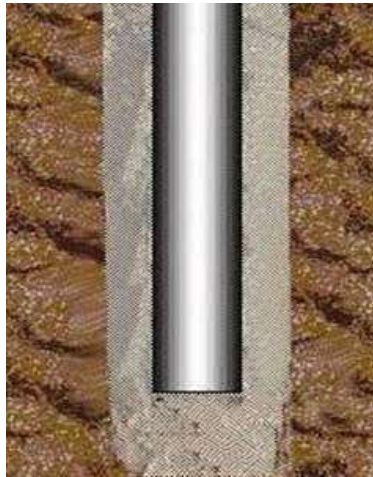
Es una mezcla de bentonita y aditivos químicos, en agua, que tiene características y propiedades especiales, que ayudan a prevenir los problemas en la estabilización en la perforación diamantina.

El lodo o fluido de perforación es una herramienta fundamental de la perforación diamantina ya que sin el es muy difícil perforar

2.3.3.1.1. Funciones principales de fluido de perforación

1. Enfriar o refrigerar la sonda (barras, coronas, etc.).
2. Sacar los detritos de perforación fuera del pozo. (LIMPIAR)
3. Sostener las paredes del pozo. (ESTABILIZAR)

Figura 7: Broca y lodo de perforación



2.3.3.1.2. Aditivos

Son todos elementos sólidos o líquidos que se adicionan al agua para que esta tenga ciertas propiedades como viscosidad, densidad, lubricidad, impermeabilidad, etc VISCOSIFICADOR (VIS)

Son polímeros líquidos o sólidos que van a incrementar la viscosidad del agua (o fluido de perforación)

Figura 8: Viscosificador



BENTONITA

Es una arcilla que al ser mezclada con el agua se hidrata y forma un gel, cuya función principal es formar la pared del taladro y también ayuda en incrementar la viscosidad del fluido.

Figura 9: Bentoni



PH CONTROL

Es un polvo granular de color blanco.

Funcion : Aumenta pH y disminuye dureza del agua.

Figura 10: PH Control



PAC

Polímeros sólidos o líquidos, que van a impermeabilizar la pared formada por la bentonita. Evitan la filtración.

Figura 11: Pac



AUS-DET

Es un detergente de perforación usado en fluidos de perforación base agua, reduce el embotamiento del ensamblaje de fondo debido a arcillas reactivas, así como el torque y el arrastre. Ayuda a incrementar los caballos de fuerza en la broca y se obtienen tasas de perforación mejoradas.

Figura 12: Aus-Det



POLYPLUS

Es un polímero, es expandible al mezclarse con el agua y aumenta su volumen de 200/300 veces en agua dulce (50 veces en agua salada). Esta propiedad hace de este polímero un excelente medio para obturar 1) Fracturas, 2) Formaciones cavernosas (surcos y canales), y 3) Formaciones no consolidadas o muy permeables (gravas sueltas), encontradas durante las operaciones de perforación.

Cuya función es lubricar la barra de tubería, broca y hace la limpieza del taladro

Figura 13: Polyplus



POLY LUBE

Sirven para lubricar, es decir evitar el desgaste de las tuberías y brocas, disminuir la fricción en terrenos duros y abrasivos.

Ayuda a un mejor corte

Aplicación: se recomienda para reducir el torque en cualquier fluido de perforación.

Figura 14: Poly Lube



BLACK HOLE

Es un estabilizador para terrenos críticos, es una mezcla viscosa de asfalto dispensable y arcilla.

Normalmente trabaja con pac y bentonita, forma una pared de filtración y estabiliza poros y micro fracturas de formación.

Función

- Disminuye la fricción y el desgaste de las barras de taladro y brocas.
- Reduce la tendencia de atascamiento de la tubería causado por la presión .

Figura 15: Black Hole



Estabiliza los pozos. (fuente: PTC S.A.C.)

2.3.4. Máquina de perforación diamantina

La máquina es muy importante también para poder realizar adecuadamente la perforación, mucho depende de la potencia de esta para llegar al programa solicitado por el cliente solicitado por el área geología, actualmente la minera solicita realizar sondajes exploratorios más profundos por lo cual se requieren máquinas de mayor potencia que lleguen a profundidades de 1000 hasta 2500 metros, casi siempre se requiere realizar cambios de línea mientras más profundo sean los sondajes de línea PQ a HQ, de línea HQ a NQ, todo con el propósito de llegar a la meta solicitada por la minera.

Las máquinas de perforación diamantina pueden perforar en ángulos de inclinación positiva y negativa, tanto en minería subterránea como a tajo abierto.

Para realizar la perforación, se requiere que la minera, el cliente realice la construcción de accesos, pozas de lodos, plataformas de perforación para lo cual tienen que tener las licencias y permisos necesarios.

Las barras de perforación son de 05 o 10 pies de largo (1.524 y 3.048 metros) y se presentan en múltiples medidas de diámetro, segunda necesidad de perforar, después de los 10 primeros 10 pies de perforación, se atornilla una nueva sección de tubo en el extremo superior y así sucesivamente a nuestro avance, La profundidad de perforación se calcula manteniendo la cuenta del número de barras de perforación que se han insertado en la perforación diamantina. (Edson J,2022)

MAQUINA PERFORADORA GEO 3000

Contamos con el siguiente equipo de perforación diamantina

Figura 16: Maquinas perforadoras lugar; Pampilla Antapaccay



Fuente: Propia

Figura 17: Maquina perforadora geo 300 en operación tajo Norte Antapaccay



Fuente: Propia

LINEA PQ LINEA HQ

LINEA NQ

2.3.5. Partes de un equipo de perforación diamantina

La máquina de perforación diamantina comprende 2 partes principales:

1. La Unidad motriz
2. La columna de perforación

1.-Unidad motriz

Es un motor, enfriado por agua y por aire. Las 3 principales bombas que impulsan el sistema hidráulico están acoplados al volante. Un generador de 12V que es usado para potenciar las partes eléctricas de la máquina.

2.-Columna de perforación

Está constituido por un conjunto de partes, las cuales interactúan entre sí para llevar a cabo el proceso de perforación:

2.1. Mastil de operación

Se utiliza para colocar la inclinación de sondaje, soporte de la unidad de rotación, a la tubería de perforación, etc. Debe de ser diseñada para resistir flexiones debido al peso, el esfuerzo del empuje y la tensión originada por la rotación.

2.2. Tambor de winche

Dispositivo hidráulico o eléctrico, es un cilindro giratorio, donde se enrolla el cable, pasa por la parte superior del mástil, sirve para subir y bajar las barras de perforación.

2.3. Bomba de lodos

Su principal objetivo es inyectar fluido de perforación por el interior de las tuberías y corona diamantada, para lubricar, refrigerar, extraer los detritus y acondicionar el pozo manteniendo el flujo constante de lodo en el pozo.

2.4. Wireline (línea de cable)

Cable delgado cuyo extremo inicial va conectado a un pescador. Una vez acondicionado el motor, el pescador con ayuda de wireline sube y baja el tubo interior que contiene la muestra (testigo).

2.5. Triconos

Al inicio de perforación, si no es de interés económico recuperar el tipo de suelo se recomienda triconear, que involucra realizar la perforación sin recuperación de muestra hasta llegar a la roca. Después de terminar la operación el tricono se debe bajar el casing en el tramo triconeado.

Están formados por 3 conos que giran en torno a un eje y que por desprendimiento de roca va penetrando, removiendo los fragmentos de material perforado con un fluido o lodo que circula continuamente.

2.6. Corona de perforación

Conocido también como broca o cabezal diamantado, en cuya cara posee diamantes naturales y sintéticos, así como una relación de diversos polvos metálicos de alta calidad, según sea el tipo de roca a perforar. La corona rota en el extremo de las barras de perforación sea el tipo de roca a perforar. La corona rota en el extremo de las barras de perforación lo que le permite cortar un testigo sólido de la roca. Los detritus producto del corte son removidos por un fluido que circula continuamente.

Se tiene 2 tipos de corona:

- a) **Coronas Incrustadas o Insertadas.** - Estas coronas llevan sobre la superficie de la matriz una capa de diamantes insertadas. Su campo de aplicación es en formaciones blandas y semiduras.
- b) **Coronas impregnadas de serie.** -la matriz de estas coronas se compone de una aleación de diversos polvos metálicos de alta calidad y refuerzo de carburo de tungsteno. Las diferentes combinaciones de cantidad y tipos de polvo metálicos, como cantidad y tamaño de diamantes, dan origen a las diferentes series de coronas recomendadas para los diversos tipos de terreno a perforar. Las coronas de serie están codificadas numéricamente del 2 al 13, mientras más duro es el tipo de roca, mayor es la serie, es decir, para la formación es más blandas y abrasivas, menor es la serie.

2.7. EL escariador

Es de estructura tubular que une la corona y el barel, compuesto principalmente de un cuerpo de acero, sobre este se coloca uno o más anillos, fabricados con diamantes sintéticos naturales y/o franjas de carburo de tungsteno. Tiene la función de estabilizar e impedir que se produzca la oscilación y pandeo del tubo de perforación, así como mantener el diámetro del pozo, permitiendo a la corona girar en su eje, conservar en su diámetro del pozo a lo largo del taladro, a pesar el desgaste de la corona.

2.8. Tubería de perforación

Barras de acero que sirven para transmitir la presión y empuje de rotación sobre la broca. Las barras de perforación son de 5 a10 pies de largo, se presentan en múltiples medidas como: PQ, HQ, NQ, según sea la necesidad de perforar, asimismo en su interior ingresa el fluido de perforación, alberga también el tubo interior.

Figura 18: Tubería de perforación



Fuente: propia

2.9. Tubo interior

Tubo acerado conocido como muestreador contiene el testigo, que pasa a través de un resorte que le permite la entrada y no la salida.

Una vez que se llena el tubo interior, se bloquea la corona y se extrae la muestra con el pescador que desciende con ayuda de cable wireline atrapando el tubo interior.

2.10. Casing (Revestimiento)

Tubería de mayor diámetro que las barras de perforación, utilizadas para revestir formaciones no consolidadas, propensas a derrumbes, protegiendo sondaje y barras de perforación. También mantiene útil la vida del pozo, cumpliendo con los objetivos a lo largo de todo su funcionamiento sin requerir de un Workover (reacondicionamiento de pozo después de ser perforado).

2.11. Zapatas de revestimiento (Casing Shoe)

Las zapatas son usadas para ensanchar o avanzar el casing por una corta distancia en un hueco previamente perforado. La zapata tiene filos de corte en la parte frontal y en el diámetro exterior, utilizado principalmente en el manejo de tubos de revestimiento, para penetrar una sobrecarga con el fin de asentar y rimar el pozo de esta manera prolongar cuando se coloca revestimiento.

2.12. Overshot (pescador)

Es la herramienta que permite subir y bajar el ensamble del tubo interior con la ayuda del cable wireline a través de la columna de barras. Esta adaptada para soportar fuertes tensiones, torsiones y sacudidas sin dañar o distorsionar el testigo que contiene el tubo interior.

2.13. Head Assembly (Cabezal)

El cabezal forma parte del ensamble del tubo inferior, en su parte posterior tiene una punta en forma de una lanza, la que le permite acoplarse a la tenaza, tijeras de pescador o lifting dog, teniendo el tubo interior, al cabezal y el pescador unidos, listos para subir o bajar con la ayuda del cable wireline.

2.14. Core barrel (tubo porta testigos o tubo interior)

Para el sistema de perforación por cable wireline el barril porta testigos almacena la muestra de testigo en el tubo interior que la corona diamantada corta desde la roca, permitiendo extraer todo el sistema de perforación. (Alvares, 2019).

2.4 DEFINICIONES DE TIPO DE ROCAS

❖ SUELO

Capa superficial de espesor variable, no compactada, originada por la acción de la atmósfera (meteorización) y de los seres vivos sobre la roca madre. En la composición del suelo se distingue un componente vivo (microorganismos, animales y vegetales) y uno no vivo con una fracción orgánica (humus) y una inorgánica o mineral (agua, sales, silicatos, etc.).

❖ ARCILLA

Roca sedimentaria natural procedente de la descomposición (durante millones de años) de las rocas feldespáticas, de origen ígneo como el granito.

La importancia geomorfológica de la arcilla radica en su capacidad de absorber agua, lo que le permite adquirir con facilidad un estado plástico.

❖ ARENA

Roca sedimentaria detrítica no consolidada del grupo de las arenitas.

Al origen de la roca precede un transporte, generalmente fluvial (transportado por agua) o eólico (transportado por viento), salvo en el caso de las arenas residuales formadas en el mismo lugar en que se produce la meteorización de la roca madre.

❖ PANIZO

Arcilla de color plumizo que se origina entre fallas geológicas, este tipo de arcillas son originadas por el rozamiento de dos grandes bloques de rocas.

❖ INTRUSIVO

Las rocas ígneas o magmáticas se forman a partir de la solidificación del magma y su consiguiente cristalización puede tener lugar en el interior de la corteza, tanto en zonas profundas como superficiales. Si la cristalización tiene lugar en una zona profunda de la corteza a las rocas así formadas se les denominan rocas intrusivas o plutónicas. Para las rocas intrusivas se toma los siguientes nombres: Granito, granodiorita, diorita, monzonita, etc.

❖ SILICIFICADO (METAMORFICO)

Las rocas metamórficas son el resultado de la transformación de una roca (protolito) como resultado de la adaptación a unas nuevas condiciones ambientales que son diferentes de las existentes durante el periodo de formación de la roca. Los factores que desencadenan el proceso metamórfico son los cambios de temperatura y presión, así como la presencia de fluidos químicamente activos.

❖ **PIZARRA**

Roca de grano muy fino, con minerales planares abundantes. Las pizarras son propias de metamorfismo de bajo grado (protolito: rocas detríticas de grano fino).

❖ **GNEIS**

Roca de grano grueso, que presenta minerales alargados y granulares en las bandas claras y planares en las oscuras. Es propia del metamorfismo de alto grado (protolito: granitos --> ortogneis, ortogneise glandularres; rocas sedimentarias -- paragneis).

❖ **MÁRMOL**

Roca metamórfica de grano grueso, compuesta por granos de calcita. Esta roca proviene del metamorfismo de calizas o dolomías. Las impurezas pueden darle diferentes coloraciones.

❖ **CUARCITA**

Roca metamórfica compuesta por granos de cuarzo, que proviene del metamorfismo de areniscas ricas en cuarzo. En algunos casos, las estructuras sedimentarias de las areniscas se conservan dando lugar a bandeados.

❖ **ZONA DE VETA**

Estructura tabular mineralizada, está constituida generalmente de cuarzo y minerales económicos (Oro, plata, zinc, cobre, plomo, molibdeno, etc.)

2.5. DESCRIPCIÓN DE LA MINA ANTAPACCAY

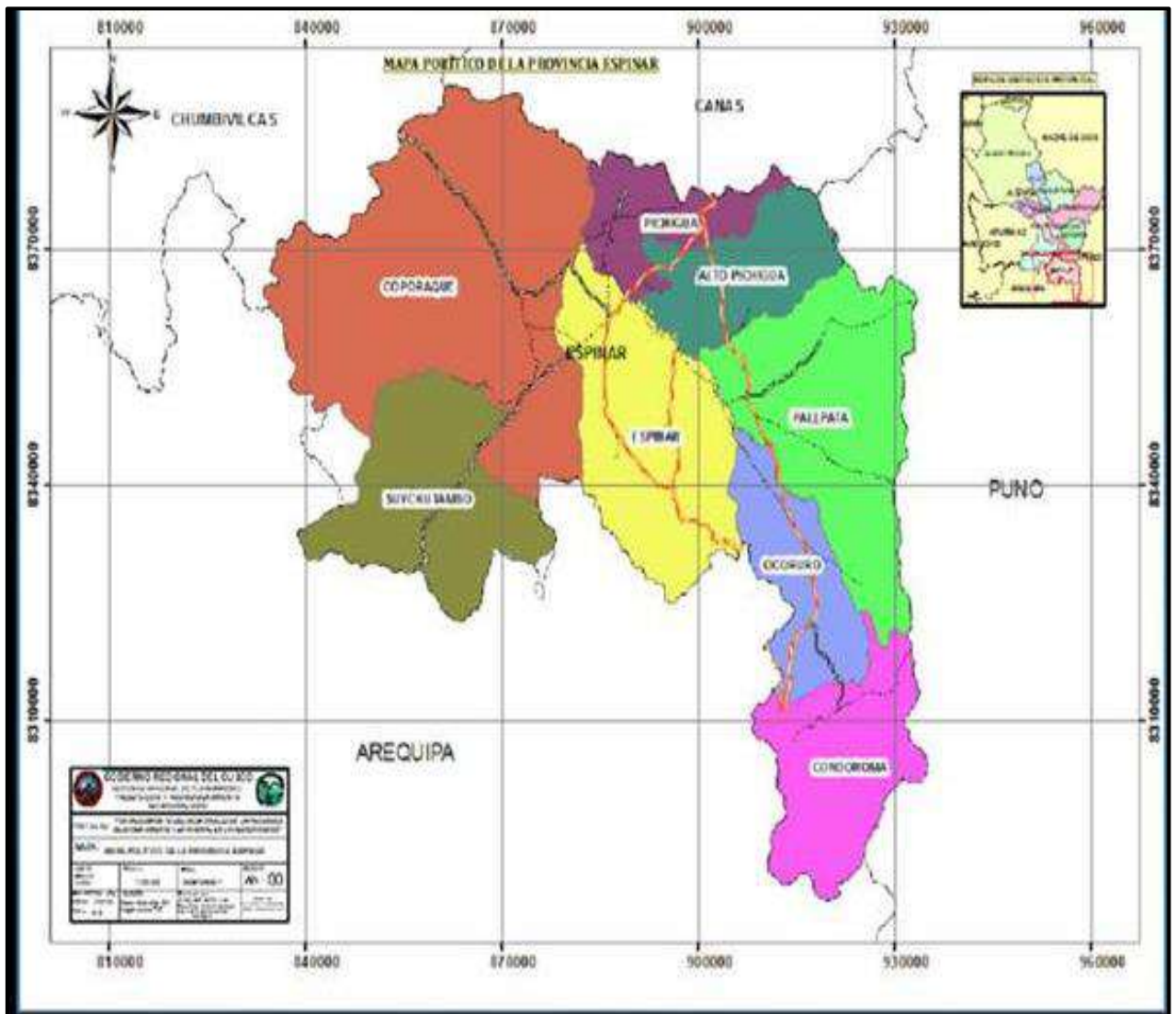
2.5.1. Unidad de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en la Compañía minera Antapaccay-Empresa Geodrill S.A.C. en el tajo norte rampa 1-niv 3900 sonda-67, Distrito y provincia de Espinar, Departamento de Cusco, desarrollándose la investigación de optimización de perforación diamantina mediante el uso de brocas Fordia.

2.5.1.1.Ubicación

Se realizó en el distrito y provincia de Espinar ubicado al Sur de la región del Cusco, departamento de Cusco.

Figura 19: Plano de ubicación del lugar de estudio



Fuente: Instituto de estadística e Informática(INEI)

2.5.1.2. Ubicación geográfica

Mina Antapaccay se encuentra ubicada a 4 100 m.s.n.m. en la comunidad de Alto Huarca, en la zona sur de los andes del Perú, en el distrito y provincia de Espinar, en el departamento del Cusco, Perú; a aproximadamente 256 km al SE de la ciudad de Cusco y 265 km al NE de la ciudad de Arequipa.

Figura 20 : Plano de Ubicación de mina Antapaccay



Fuente: Departamento de Geología

2.5.1.3. Accesibilidad.

La empresa compañía Minera Antapaccay cuenta con los siguientes vías de acceso:

Vía terrestre

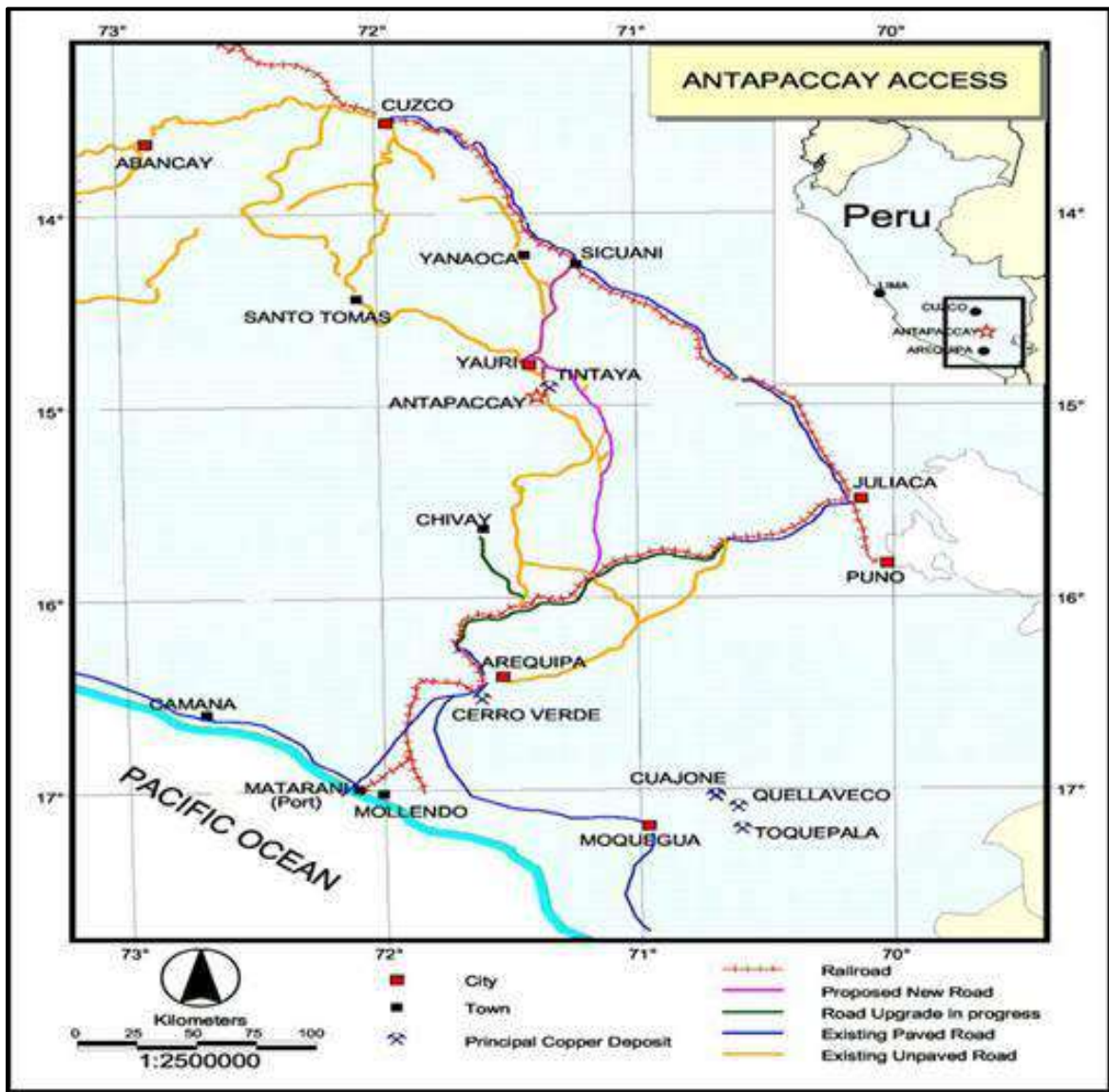
Carretera asfaltada de Tintaya hasta Sicuani (124 km), y, asfaltada de Sicuani a Cusco (132 km).

Carretera asfaltada de Arequipa hasta Imata (125 km), y afirmada desde Imata a Tintaya (130 km).

Vía aérea:

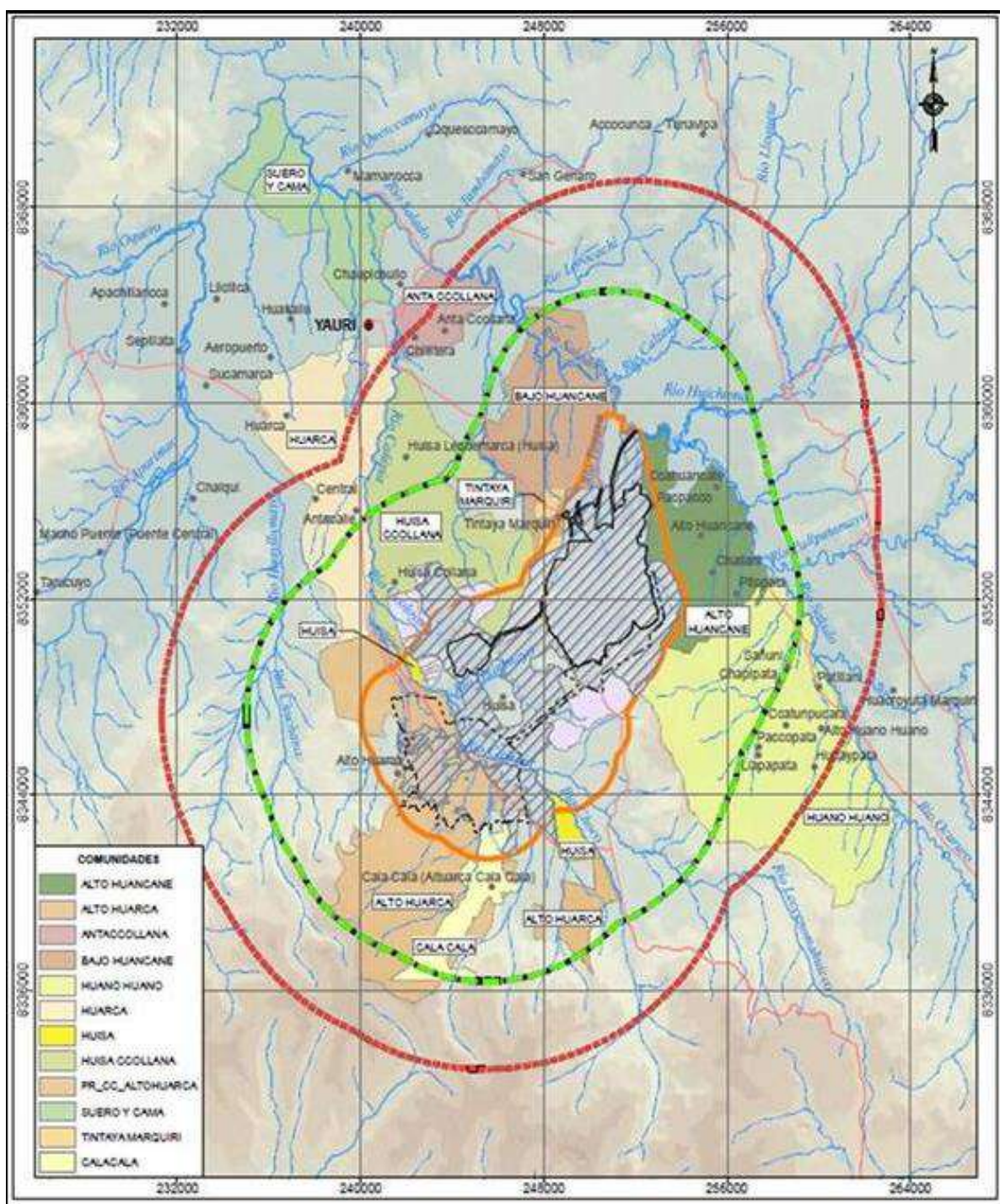
Aterrizaje a un pequeño aeropuerto para naves ligeras, ubicado a 2,5 km al Este de Yauri.

Figura 21: Plano de Vías de acceso a la mina Antapaccay



Fuente: Departamento de Geología

Figura 22: Plano de Zonas De Influencia-Mina Antapaccay



Fuente: Departamento de Geología

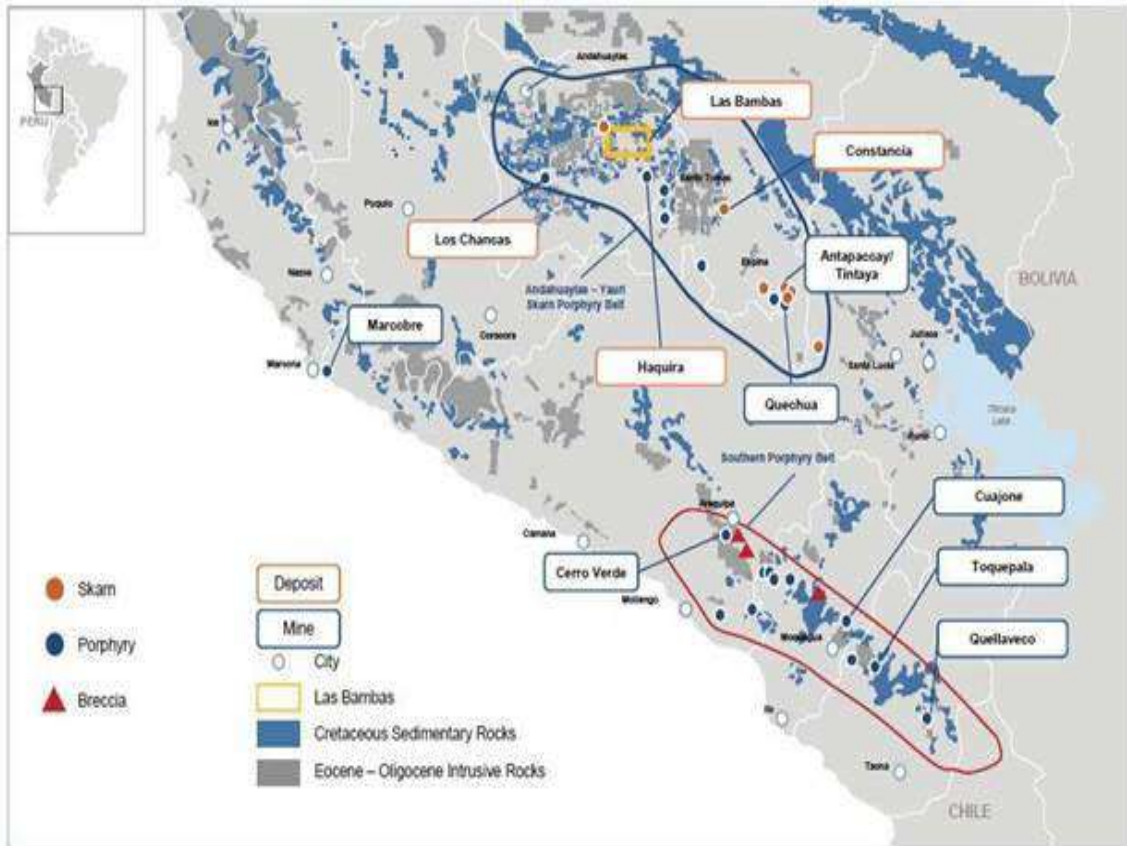
2.5.1.4. Clima Y precipitación

El Clima es semifrío donde está ubicada la actividad minera Antapaccay, siendo el mismo clima de provincia de Espinar, la temperatura es de 6.67 °C anualmente, asimismo en cuanto a la precipitación se caracteriza época de lluvia se presenta en meses de diciembre a abril y un clima frío y seco se caracteriza en meses de mayo a noviembre.

2.5.2. Geología

El depósito de skarn-pórfido de Antapaccay se encuentra dentro de la Franja Eocena-Oligocena del cinturón Andahuaylas-Yauri (Figura 23). Este cinturón alberga varios proyectos importantes como Las Bambas, Haquira, quechua y Constancia.

Figura 23 : Plano de Franja Eocena-Oligocena del cinturón Andahuaylas-Yauri.



Fuente: Área de geología mina, Antapaccay.

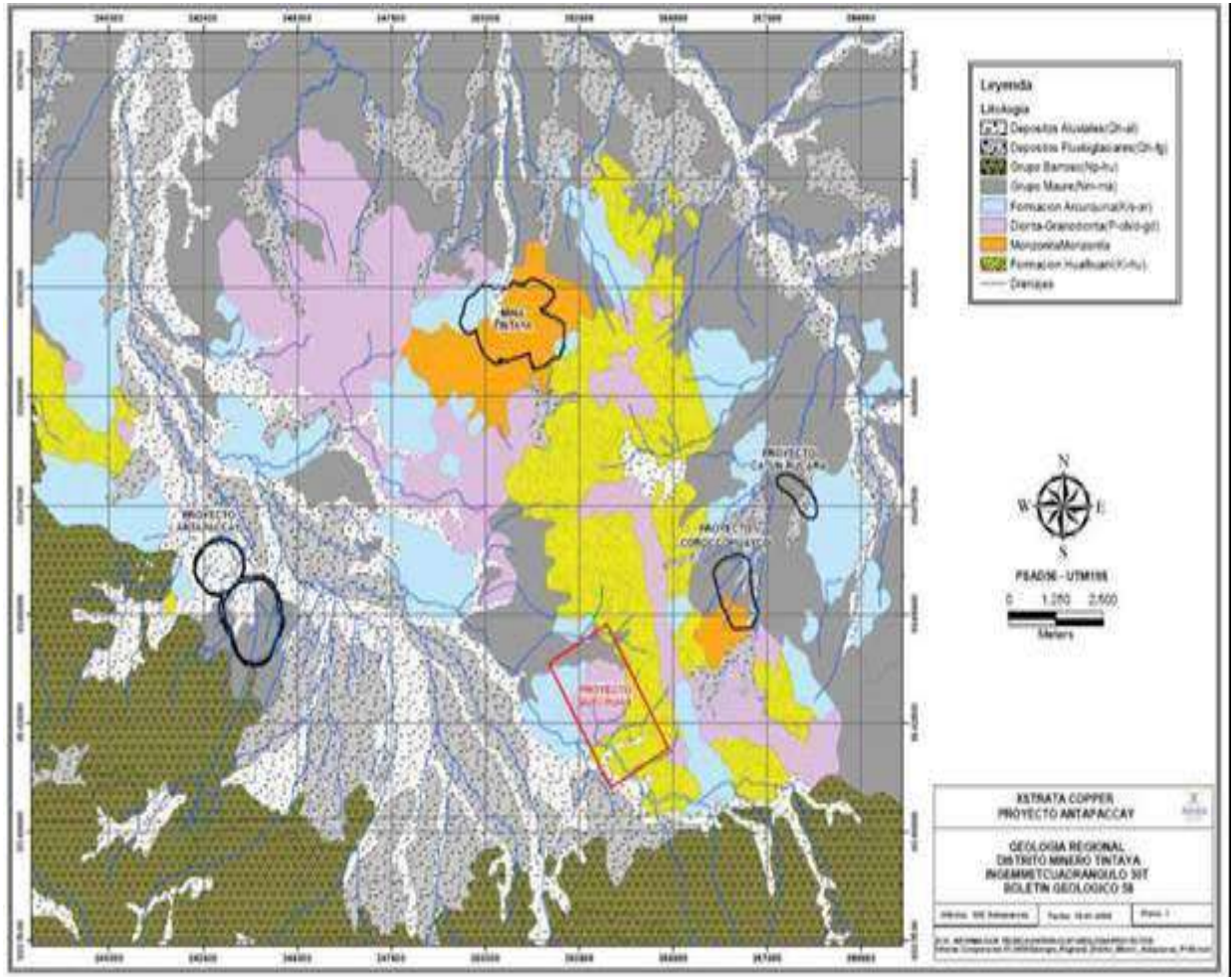
2.5.2.1. Geología Regional

El Proyecto Antapaccay es un depósito tipo pórfido-skarn (Cu-Ag-Au) localizado a 9.4 Km., en línea recta, hacia el SW de la Mina Tintaya en el entorno de la Antigua Mina Atalaya; políticamente se encuentra en la Comunidad Campesina de Alto Huarca, distrito y provincia de Espinar, Región Cusco.

La Franja Eocena-Oligocena del cinturón de Andahuaylas-Yauri se localiza a una distancia de 250 a 300 Km. al oeste de la actual fosa Perú – Chile. Se encuentra sobre una gruesa capa de corteza sálica (50 a 60 Km.; James, 1971), en la zona de transición entre el régimen de subducción plana del centro del Perú y el régimen de subducción normal del sur del Perú y norte de Chile (Caña y Isacks, 1992). Inmediatamente al sureste de la deflexión de Abancay (Marocco, 1978).

Geológicamente consiste de una gruesa secuencia sedimentaria cretácica plegada durante las deformaciones andinas y ampliamente intruída por stocks, sills y diques del Batolito Andahuaylas – Yauri, cubierta por depósitos lacustrinos y volcánicos cenozoicos y depósitos cuaternarios.

Figura 24: Plano Geológico del Distrito Minero de Tintaya.



Fuente: Área de geología mina, Antapaccay.

2.5.2.2. Geología del Depósito

El Proyecto Antapaccay corresponde a un depósito tipo pórfido (Cu-Ag-Au), la mineralización de cobre se encuentra diseminada y en venillas hospedada en diorita y principalmente en diversos pórfidos Nitra-mineral. Al contacto con las rocas sedimentarias cretácicas formaron cuerpos irregulares de skarn (calizas) y stockwork (hornfels y cuarcitas) conteniendo valores altos de cobre, pero estos representan un componente menor de todos los recursos.

Se han diferenciado dos sectores denominados: Antapaccay tajó Norte con 300 m. en dirección NW- SE y ancho de 450 m. y Antapaccay tajó Sur siendo el más extenso con 1,300 m. en dirección NW-SE y ancho variable de 250 a 430 m.

Los afloramientos en el área del Proyecto son limitados a algunos afloramientos de caliza y mármol al NW y SE; así como afloramientos de intrusivos dacíticos en el área de Atalaya. Muchas de las descripciones litológicas fueron hechas de muestras de perforación.

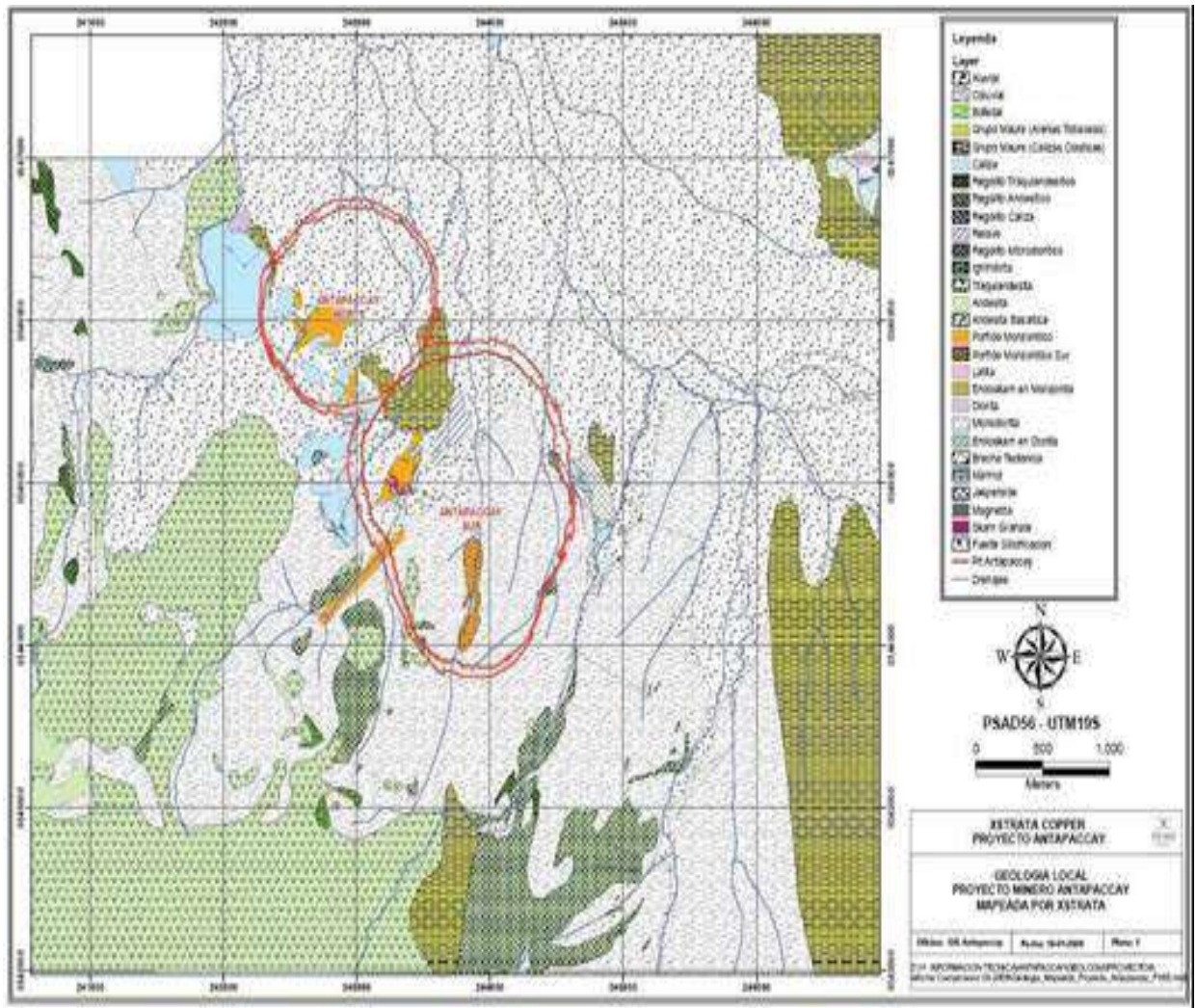
2.5.2.2.1. Litología

En Antapaccay tajo Norte el 6% corresponde a afloramientos, básicamente en el Cerro Juto que se ubica en el extremo NW del proyecto, está constituido por un potente afloramiento de calizas.

Ferrobamba, hacia el SE atravesando una pequeña quebrada sin nombre (con rumbo N35°E) se alcanza el flanco NE del Cerro Quello; entre las cotas 4050 y 4000, se ha cartografiado pequeños afloramientos de intrusivos (Pórfido 75 y 79) que interceptan afloramientos mayores de mármol gris y pardo, de grano fino a medio, bandas de blanqueamiento con venillas de calcita y OxFe. Ambos intrusivos al oeste están en contacto con calizas, generando una delgada franja de Skarn de magnetita, granate y piroxeno (G. Villón y E. Vicharra, E., 2006). El resto del área (94% aprox.), está cubierta por depósitos cuaternarios morrénicos y aluviales.

En Antapaccay Sur el 7% del área corresponde a un conjunto de afloramientos de rocas intrusivas (Pórfido 80, Pórfido 74 y diorita) que intruyen calizas de la Formación Ferrobamba, restringiendo su afloramiento a pequeños parches entre los intrusivos. El 50% del área del proyecto, está cubierta por tobas de color gris claro, con ligera tonalidad rosada con matriz afanítica de grano fino a medio y fragmentos líticos. El 15% corresponde a la Grupo. Maure y el resto del área está cubierta por material cuaternario.

Figura 25. Plano de Geología del Proyecto Antapaccay.



Fuente: Área de geología mina, Antapaccay, 2016.

2.5.2.2.2. Alteración

Antapaccay presenta un patrón asimétrico de zonamiento de alteraciones, resultado de cambios litológicos marcados debido principalmente a la ocurrencia de pliegues asimétricos con convergencia al este que junto a fallas principales controlaron el emplazamiento de los intrusivos (G. Villón, 2008).

2.5.2.2.3. Mineralización

La mineralización cuprífera del proyecto Antapaccay está emplazada principalmente en rocas intrusivas intermedias con diseminación, venillas, brechas hidrotermales que entran en contacto con las rocas pre-minerales tales como dioritas y rocas sedimentarias (calizas, lutitas calcáreas, limonitas y areniscas) formando así brechas mineralizadas por contacto, exoskarn y stockwork en cuerpos sedimentarios con

un marcado predominio de calcopirita sobre bornita hasta los 350m; a mayor profundidad se invierte el rol y se asocia a un nivel de anhidrita-yeso.

La mineralización dominante dentro del pórfido es calcopirita, seguida por la bornita y calcocita. La mineralización de ambos consiste en diseminación y vetillas, con las más altas leyes de oro correspondientes a zonas de stockwork intensas de bornita. El tipo de alteración dominante dentro del pórfido es una alteración potásica de la diorita huésped. El pórfido también está en contacto con rocas sedimentarias cretáceas, que han formado skarn (piedra caliza) irregular y stockwork (cuernos y cuarcitas) que contienen altos valores de cobre, pero representan un componente menor de todos los recursos.

2.5.2.2.4. Estructuras

El Proyecto Antapaccay se encuentra dentro del cinturón metalogénico Andahuaylas-Yauri, el cual está controlado por un juego de bloques que generaron altos estructurales como es el caso del Alto Cuzco-Puno controlado por fallas NW-SE Cuzco-Lagunillas-Mañaso. Ubicando nuestro entorno de trabajo, estaríamos al oeste de este umbral.

El sistema de fallas Cuzco-Lagunillas-Mañaso habría controlado los cabalgamientos con convergencia NE, que luego durante el Eoceno medio en un corto periodo de alivio regional sirvieron para el emplazamiento de los cuerpos dioríticos y porfiríticos del batolito Andahuaylas- Yauri. El magmatismo asociado con la mineralización porfirítica de Cu-Au en Antapaccay fue coincidente con un periodo de rápido crecimiento cortical de más de 10km de espesor en menos de 5 MA, creando un proto-altiplano con 58 km. de espesor en el Eoceno tardío.

En base a la interpretación de lineamientos y mapeo estructural en el distrito de Tintaya, se establece que existe repetición en los patrones estructurales de pliegues y fallas desde la escala distrital a escala de detalle (Proyecto Antapaccay), destacando entre ellos los patrones NNW-NW y NS por ser propios de pliegues y cabalgamientos asociados. Y los patrones NE como propios de estructuras frágiles. Ocurren estructuras frágiles secundarias en la tendencia NW y NS así como algunos pliegues de orientación EW .

2.5.2.2.5. Exploración

Las técnicas geológicas generales utilizadas en el proyecto Antapaccay incluyen los siguientes aspectos: mapeo geológico, geoquímica del suelo, estudios geofísicos

(polarización inducida y magnética), cartografía, perforación diamantina, muestreo e interpretación. También, se han recolectado fotografías aéreas actualizadas del proyecto para generar relieves topográficos digitales a 5 metros, los trabajos de exploración realizados hasta la actualidad indican el potencial de descubrimientos adicionales de cobre dentro del área de propiedad de CMA.

2.5.2.2.5.1. Perforación

Entre junio de 2007 y diciembre de 2015, los programas de perforación de diamantina fueron llevados a cabo por Xstrata/Glencore con el fin de aumentar la cantidad de recursos minerales en el proyecto Antapaccay.

La estimación del recurso mineral para el proyecto Antapaccay que se completó en diciembre de 2015 utilizó datos de 638 taladros, con 221 811 metros completados desde 1998, a una profundidad promedio de 330 metros. La distancia promedio entre taladros es de 64 metros, con aproximadamente el 96.5% de los taladros totales son taladros de perforación diamantina, aproximadamente el 2.8% son taladros de circulación de aire reverso y aproximadamente el 0.7% son taladros combinados.

2.5.2.2.5.2. Muestreo, análisis y verificación de datos

Se recogieron muestras de perforaciones diamantinas en cajas de cartón en el área de perforación y en el área de registro para registrar datos geológicos, geomecánicos y geotécnicos, y para ser fotografiados. Los intervalos de muestreo predominantemente usados fueron de 2, 2.5 y 3 metros, y los intervalos de 2 metros fueron estándar para las rocas mineralizadas. Las muestras se enviaron al área de muestreo de Tintaya para su preparación de acuerdo con los protocolos estándar. Los materiales restantes, que son medias muestras y pulpas gruesas y finas, se almacenaron en las áreas cerradas ubicadas en el campamento de Tintaya.

Para todos los programas de perforación realizados por CMA, los procedimientos de preparación de muestras, ensayo, análisis y control de calidad han seguido prácticas aceptables de la industria. El control de calidad actual de los procedimientos de análisis químico incluye preparación estándar de muestras de material de baja, media y alta ley del depósito, preparación de muestras blancas finas, protocolos para taladros de voladura, perforaciones, gravedad específica para programas de perforación diamantina y una garantía de calidad general y el programa de control de calidad, basado en los últimos desarrollos de la industria.

2.5.2.2.5.3. Procesamiento de mineral y pruebas metalúrgicas

Extensos trabajos y estudios de pruebas metalúrgicas se han completado en el mineral de Antapaccay, tanto antes de la construcción de la planta de Antapaccay como desde la puesta en marcha en 2012. El trabajo fue completado por una serie de prestigiosos laboratorios de ingeniería y metalúrgicos

2.5.2.2.6. Recursos de mineral y reservas estimadas de mineral

Los recursos minerales para el proyecto CM Antapaccay se estimaron a partir de la información de muestras de perforación y se evaluaron utilizando métodos geológicos estándar y geoestadísticos de modelamiento de bloques. La metodología de estimación primaria fue Kriging ordinario. La estimación de la reserva mineral se basa en un plan de mina y diseños de tajo abierto desarrollados utilizando parámetros modificadores que incluyen el precio del metal, recuperación de metales, costos de operación y estimaciones del costo de capital sustentable en función del cronograma de producción y los requerimientos de los equipos.

2.5.3. Operación Antapaccay

Antapaccay inició sus operaciones mineras con la limpieza de la superficie y retiro del Top soil, el cual fue almacenados en los stocks para la futura rehabilitación de las tierras intervenidas. Las actividades que se llevan a cabo en la operación minera son la perforación, voladura y remoción del material, hasta exponer los depósitos de cobre. El mineral extraído es transportado por los camiones hacia la chancadora primaria o stocks de almacenamiento para que finalmente sean transportados a la planta para su tratamiento.

2.5.3.1. Estado de las operaciones de la mina Antapaccay

La mina de Antapaccay tiene dos tajos contiguos. El tajo Norte tendrá un área final de aproximadamente 1,32 km² y el tajo Sur de 2,58 km². El tajo se formó mediante la apertura de una serie de bancos, los que comprenden la construcción de un conjunto de rampas, taludes y bermas.

Los criterios de diseño son los siguientes:

- ❖ Altura de banco: 15 m (H) para banco simple y 30 m para banco doble.
- ❖ Altura de berma: Mínimo 1,7 m.
- ❖ Ángulo de talud total: 41 ° (a) y ángulo de cara de banco de 63°.
- ❖ Ancho de rampa: 35 m, basado en un camión típico de 300 t.
- ❖ Pendiente de rampa: Máximo 10%.

Figura 27: Sentido de tránsito en mina Antapaccay.



Fuente: propia

2.5.4. Ciclo de producción

Las operaciones unitarias son operaciones fundamentales que se realizan en el área de producción para liberar y transportar el material de minado, también llamados operaciones de producción.

Figura 28: Ciclo de las operaciones unitarias



Fuente: Área de operaciones mina

2.5.4.1. Perforación

Consiste en apertura de hoyos en la superficie del macizo rocoso siguiendo los patrones de diseño de mallas perforación que tienen un diseño rectangular para lograr una buena fragmentación. Por lo tanto, cada taladro queda definido por su longitud y diámetro establecido, con la finalidad de alcanzar una buena fragmentación para su posterior traslado a la planta de beneficio, botadero o stock pile.

- Es la primera operación unitaria dentro de las actividades mineras; como principal objetivo es realizar taladros de minado en los bancos para cargarlo con explosivos.

Para las siguientes actividades:

1. Preparación de la zona de trabajo (Topografía y limpieza).
2. Replanteo de los taladros de perforación según el diseño de la malla de perforación.
3. Posicionamiento de los equipos sobre los taladros replanteados.
4. Perforación de cada taladro.
5. Muestreo y retiro de detritos.
6. Verificación de la calidad y cantidad de taladros perforados.
7. Retiro del equipo de perforación del sector.

Figura 29: Perforadora eléctrica B & e 49r-diesel.



Fuente: propia

2.5.4.1.1. Controles Operativos en U.M Antapaccay

- Procedimientos PET, AST, Check List diarios.
- Charlas de Seguridad.
- Supervisión de tarea.

- Control topográfico
- Delimitación de áreas de perforación
- Señalización de cables.
- Mantenimiento de equipos.
- Verificación del operador.
- Plan de manejo de tierras contaminadas.
- Revisión de accesorios y herramientas de trabajo específico.

2.5.4.2. Voladura

Está es la operación más relevante dentro del proceso de extracción del mineral, tiene como principal objetivo lograr la adecuada fragmentación del mineral, evitando el uso de perforación secundaria y reduciendo los costos del ciclo de minado para su posterior traslado a la planta de beneficio.

El material tronado debe de cumplir con una granulometría y una disposición espacial apta para los posteriores procesos asociados.

La voladura cumple o realiza una secuencia de trabajos que consisten en:

1. Preparación de los taladros, explosivos y accesorios, comprobando la longitud y limpieza de los taladros, acondicionando y/o mezclas de los materiales explosivos.
2. Carguío de los taladros con explosivos y sus accesorios respectivos.
3. Realización del sistema de amarre si el caso lo requiere.
4. Disparo (encendido, chispeo o iniciado de voladura).

Actualmente en la empresa minera Antapaccay los trabajos de voladura son tercerizados a la Empresa Enaex, quienes son encargados de realizar toda la secuencia de trabajos para la fragmentación de la rocas.

El horario de voladura en la mina es 6:15 P.M., 12:40 P.M.,4: 15P.M. y es informado a través del correo electrónico, paneles informativos al ingreso de mina y reuniones de coordinación.

Figura 30: Panel informativo del programa de voladura.



Fuente: propia

2.5.4.3. Carguío

En la Unidad Minera Antapaccay el carguío del material producto de la voladura se realiza mediante palas eléctricas y cargadores frontales de diferentes capacidades y dimensiones.

Las etapas de carguío y acarreo suponen la ejecución conjunta de cargar material en los equipos de gran tamaño y transportarlos al lugar de destino correspondiente.

Dependiendo de la calidad del mineral, las siguientes etapas pueden ser: Chancado (en el caso de mineral sobre ley de corte) y a botaderos (en caso de ser considerado material estéril).

la utilización y la capacidad de los equipos de minado (palas y cargadores) y de los camiones para su transporte.

En la operación de carguío se relacionan:

- Pala – Camiones
- Cargador - Camiones
- Equipos de apoyo (Equipo auxiliar)

Figura 31: Pala eléctrica operación mina Antapaccay.



Fuente: propia

2.5.4.4. Acarreo

En Antapaccay el transporte de material es una de las actividades mineras más importantes de los camiones de acarreo. Los camiones son los equipos encargados de trasladar el material y este proceso de transporte inicia en los frentes de minado y finaliza en la chancadora, stock o botaderos; y para que el acarreo sea eficiente y seguro es imprescindible contar con adecuadas condiciones de vías, estado del equipo, clima y destreza del operador.

Figura 32: Camión CAT 797F de (363 TN)



Fuente: propia

2.5.4.5. Operaciones auxiliares

Todas las operaciones unitarias requieren del soporte de los equipos auxiliares para hacer productiva las operaciones mineras. Dentro de las operaciones auxiliares más importantes tenemos: construcción mina, drenaje y bombeo y disposición de estéril.

Figura 33: Operación Antapaccay



Fuente: propia

CAPITULO III

OPTIMIZACIÓN DE LA PERFORACIÓN DIAMANTINA

3.1. PARAMETROS DE PERFORACIÓN

Los parámetros de operación tenemos:

3.1.1. RPM o velocidad de rotación (Revoluciones por minuto)

En la elección de una velocidad de rotación intervienen diferentes factores: Factores determinantes son:

1. Diámetro de broca
2. Velocidad de penetración
3. Vibración
4. Profundidad del agujero

Las RPM se deben de medir con tacómetro. (tabla4)

Las RPM altas pasará que la broca se pula, si la RPM son demasiado bajos pasará que la broca se desgaste prematuramente.

RPM óptimo para cada tipo de broca.

Tabla 4: Según tipo de broca

DIMENSIÓN	RPM
	En relación con la velocidad de penetración (4pulg/min)
AQ	950-1050
BQ	850-950
NQ	750-900
HQ	650-750
PQ	600-700

En la tabla N°4 se identifica el valor de RPM óptimo para cada tipo de broca.

Es necesario tomar en cuenta los valores promedios de RPM por tipo de broca, para optimizar el tiempo de vida.

3.1.2. Velocidad de penetración (RPI)

Es la revolución de la corona por pulgada de penetración, la velocidad de penetración óptima se calcula, velocidad de rotación (RPM) de la corona entre la velocidad de penetración(pulg/min).

Ejemplo:

$1000\text{RPM}/4 \text{ pul/min}=250 \text{ RPI (máximo)}$

$600\text{RPM}/4 \text{ pul/min}=150 \text{ RPI (mínimo)}$

El rango de velocidad de penetración es de 150-250 RPI.

3.1.3. Presión Sobre la Broca

Al realizar la perforación, la fuerza que se aplica sobre la perforadora y el peso sobre la varilla debe ser lo más bajo posible.

Esto ayudara a conservar una velocidad de penetración adecuada para que impida que los diamantes se pulan.

Si la presión es demasiado elevada puede traer una consecuencia de:

- Desgaste prematuro de la broca diamantada.
- Probabilidad de desviación del taladro.
- Desgaste prematuro de los componentes de la maquina perforadora.

3.2. CAUDAL DE AGUA

El caudal de agua debe de ser lo más fluido posible dependiendo de las dimensiones de la broca y del tipo de roca que se va a perforar.

EJEMPLO:

- Si vamos a perforar un tipo de roca que es fracturado, el caudal correspondiente debe de ser lo más alto posible.
- Si el tipo de roca que vamos a perforar va ser una roca dura y competente, la velocidad de penetración será baja y el caudal de agua debe reducirse para poder cortar la roca y evitar el riesgo de que se pulan los diamantes.

Tabla 5: Muestra el caudal para distintos tamaños de brocas.

Tipos	Caudal de agua recomendado Galón imp/min (L/min)				
	AQ	BQ	NQ	HQ	PQ
Muy duro a extremadamente duro y competente	3-4 (14-18)	5-6 (23-27)	6-8 (27-36)	8-9 (36-41)	10-11 (45-50)
Duro a muy duro y competente	4-5 (18-23)	6-8 (23-36)	8-9 (36-50)	10-12 (45-54)	12-13 (55-60)
Otro	6-8 (27-36)	7-10 (32-45)	12-14 (56-64)	14-16 (64-73)	15-17 (68-77)

Tabla: Caudal recomendado según el tipo de broca.

3.2.1. Técnica de afilado

Al perforar en rocas dura o extremadamente duras, la matriz de la broca puede pulirse.

El afilado de la matriz, es una operación muy delicada por que en la perforación puede desgastar una parte muy importante de la matriz por consiguiente dentro de las técnicas de afilado están:

1. Incrementar la presión de empuje y reducir el flujo de fluido.
2. Incrementar la presión de empuje.
3. Reducir el flujo de fluido y RPM.
4. Reducir el flujo de fluido.

3.3. GUÍA DE SELECCIÓN DE CORONAS SEGÚN TIPO DE ROCA

La broca Fordia se ha seleccionado de acuerdo a la experiencia adquirida en la empresa Geodrill S.A.C. en diferentes proyectos mineros como: Cerro Verde (Minera Cerro verde, Arequipa), Arcata (Hochschild, Arequipa), Ares (Hochschild, Arequipa), Pallancata (Hochschild, Ayacucho), Orcopamoa (Buenaventura, Arequipa), Ttotal(Sinchi Wayra, Oruro Bolivia), Pinaya(Canper Explor), Tia Maria (Southern, Arequipa), y más unidades mineras.

A continuación, se presenta una tabla que relaciona el tipo de roca, las características de la roca y la correspondencia con la corona de serie recomendada.

Tabla 6: Guía de selección de corona según el tipo de roca








Característica de la roca	Tipos de roca	Serie de la Corona
Extremadamente dura y compacta, de grano fino y no abrasiva. La potencia de la sonda debe ser limitada.	Cuarzo, calcedonia, jaspe, riolitas, taconitas, rocas con mineral de fierro.	Serie #10 Dorada 
Muy dura y compacta, de grano fino y moderadamente abrasiva. Es una corona de corte muy rápido y capaz de perforar a altas velocidades de penetración.	Dioritas, cuarcitas, taconitas, riolitas.	Serie #9 Púrpura 
Dura, de grano fino a medio grueso. Formaciones sólidas a suavemente fracturadas.	Andesita, granito, gneiss, esquisto, basalto, gabro, diorita, hematita, pórfido silificado	Serie # 8 Negra 2 
Moderadamente abrasiva, grano fino a grueso. Formaciones sólidas a suavemente fracturadas.	Pegmatitas, gabro, monzonitas, dolomita, serpentina, pizarra	Serie # 7 Negra 2 
Abrasiva, de grano medio a grueso. Formación medianamente fracturada. Se comporta bien en formaciones sujetas a cambios en la dureza y abrasividad de la roca	Calcita, conglomerados, areniscas, riolita, talco, pizarra	Serie # 6 Negra 3 
Abrasiva, grano grueso. Formación fracturada y quebrada.	Arenisca, pegmatitas, taconitas, cuarcitas.	Serie # 4 Gris 
Extremadamente abrasiva, grano medio a grueso. De blanda a muy dura, altamente fracturada, fallas y derrumbes.	Areniscas, granitos, piedras calizas, cuarcitas	Serie # 2 Roja 

Tabla: Serie de broca según tipo de roca.

3.4. ESTUDIO DEL MACIZO ROCOSO

3.4.1. Estructura del macizo rocoso

Las propiedades estructurales como: planos de estratificación, fracturas, diaclasas y fallas, así como el rumbo y manto de estas afectan directamente en la linealidad de pozos, a los rendimientos de perforación y a la estabilidad de las paredes del pozo.

CLASIFICACIÓN:

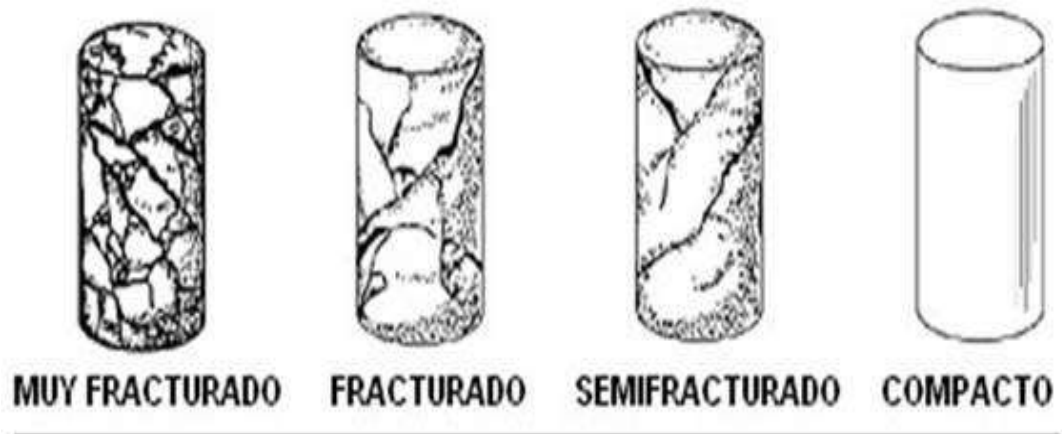
A.- COMPACTO. - Presenta fracturas en tramos $>1\text{m}$.

B.- SEMIFRACTURADO. - Presenta fracturas en tramos de 15 cm a 1 m.

C.- FRACTURADO. - Presenta fracturas en tramos de 5 cm a 15 cm.

D- MUY FRACTURADO. - Presenta fracturas en tramos $<15\text{cm}$.

Figura 34: Estructura de macizo rocozo



3.4.2. Dureza

Se define como la resistencia que opone un mineral a ser rayado por otro, por una lima, por una punta de acero.

Se ha elegido la escala de dureza de Mohs, escala formada por 10 minerales como término de comparación, en la que el Diamante es el que mayor dureza presenta y el talco el de menor. En dicha escala se dispone que el diamante puede rayar todos los minerales. El corindón es el siguiente mineral en la escala e indica que puede rayar a todos los minerales excepto al diamante. Este hecho se reproduce escala abajo, hasta llegar al talco, que no es capaz de rayar ningún mineral debido a su escasa dureza.

Tabla 7: Minerales pertenecientes a la escala de Mohs son:

Dureza Mohs	Mineral representativo	Foto	Descripción	Dureza Geodrill
1	Talco		Los minerales de dureza 1, según esta escala, son suaves al tacto y pueden rayarse fácilmente con la uña.	Suave
2	Yeso		Se rayan con la uña.	Suave
3	Calcita		La punta de una navaja de acero lo raya con facilidad.	Media
4	Fluorita		La punta de una navaja de acero lo raya.	Media
5	Apatita		La punta de una navaja de acero lo raya con dificultad.	Media
6	Feldespato		El canto agudo de un vidrio lo raya, no lo raya la navaja de acero.	Duro
7	Cuarzo		Puede rayar al vidrio común, No lo raya la navaja de acero.	Duro
8	Topacio		Los minerales de dureza 8 o mayor son muy raros, por lo que no se suelen necesitar pruebas de rayado.	Duro
9	Corindón		El corindón deja su marca en todos los demás minerales de la escala, salvo el diamante.	Ultraduro
10	Diamante		La única materia natural que puede rayar a un diamante es otro diamante.	Ultraduro

3.4.3. Abrasividad

Los ensayos de abrasión determinan la resistencia al desgaste de la tubería, barel, reaming shell y broca.

Cuoyos ensayos incluyen el desgaste cuando el material de perforación (tubería) está sometida al rozamiento con una roca o minerales abrasivos.

a.-Terreno Abrasivo

Si se perfora en un terreno con una dureza de 6 a 10 según la escala de Mohs o terreno Duro y Ultra duro según la escala Geodrill el detrito producido por el corte de la broca hará que este material se torne abrasivo provocando un desgaste en la tubería y accesorios que están en contacto con la roca.

b.- Terreno No Abrasivo

Si se perfora un terreno con una dureza de 1 a 5 según la escala de Mohs o terreno Suave y Medio según la escala Geodrill el detrito producido por el corte de la broca no ocasionara desgaste en la tubería o accesorios que están sometidos en contacto con la roca.

Tabla 8: Según sus propiedades físicas de las rocas

Estructura del macizo rocozo	Dureza	Abrasividad	Descripción del tipo de Roca
Compacto	Suave	Abrasivo	-Suelo
Semifracturado	Medio	No Abrasivo	-Arcilla
Fracturado	Duro		-Arcilla-arena
Muy Fracturado	Ultraduro		-Arena
			-Panizo
Escala de dureza: 1 - 10			-Volcánico
Suave : 1 al 2 lo raya la uña			-Intrusito
Medio : 3 al 5 lo raya la navaja de acero			-Arenisca
Duro : 6 al 8 no lo raya la navaja de acero			-Silicificado
Ultraduro : 9 al 10 no lo raya la navaja de			-Zona de veta
acero y es muy frágil			-Relleno detrítico

3.4.4. Resistencia

La resistencia mecánica de una roca a la propiedad de oponerse a su destrucción bajo una carga externa, estática o dinámica.

Las rocas presentan su mayor resistencia a rotura por compresión; comúnmente, la resistencia a la tracción varía entre un 10 y 15% de la resistencia a la compresión. Esto

se debe fundamentalmente a la fragilidad que presentan las rocas, a la gran cantidad de estructuras locales y a la pequeña cohesión entre las partículas.

3.4.5. Clasificación del Tipo de Roca

Las rocas se clasifican en tres diferentes grupos que son:

- **Rocas ígneas:** Se forman por la cristalización o enfriamiento del magma.
- **Rocas sedimentarias:** Se forman por el endurecimiento o litificación de sedimentos formados a partir de partículas de diversos tamaños transportados por el agua, el hielo o el viento.
- **Rocas metamórficas:** Se forman mediante un proceso de transformación (metamorfismo) de roca ya existentes, son sometidas a presiones y temperaturas altas.

Figura 35: Clasificación del Tipo de Roca

IGNIA

SEDIMENTARIA

METAMORFICA

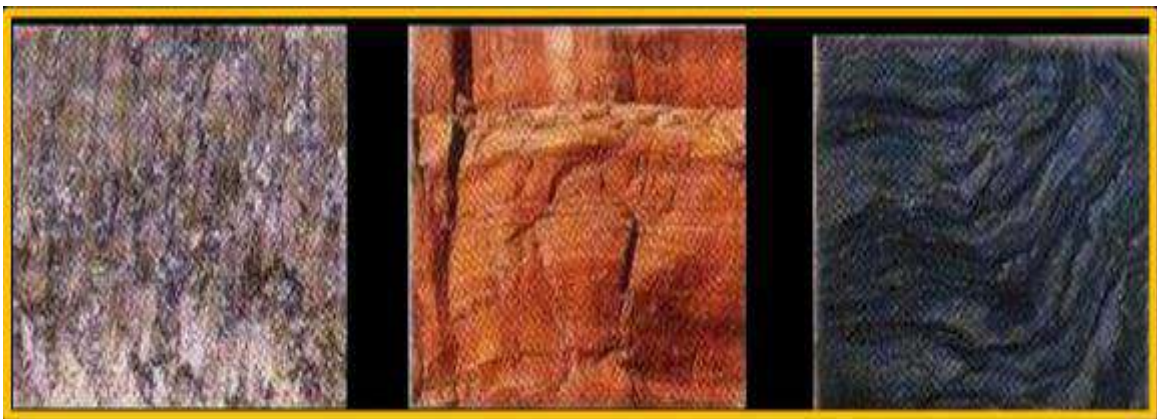


Figura 36: Mina Antapaccay Tajo Norte



Fuente: Propia

3.5. PROCEDIMIENTO DE PERFORACIÓN DIAMANTINA CON MAQUINA GEO 3000

1.-Normas Generales planificación de trabajos de perforación y check list de Maquina y estación de sondaje

- El personal que vaya a realizar esta actividad debe tener la capacitación, entrenamiento y el conocimiento adecuado en perforación diamantina, se deberá llenar el formato SLAM e IPERC Continuo antes de empezar cada labor, identificar correctamente los peligros, evaluar los riesgos y tomar las medidas de control eficaces, y realizar el Check List de la máquina y estación de sondaje de perforación diamantina.
- La plataforma deberá estar en buenas condiciones para poder realizar el rastrillado continuo de la plataforma para nivelar y retirar las rocas, incidiendo en la zona de maniobras de tubería, para evitar caídas del personal a mismo nivel.
- Durante el turno en la ejecución de la tarea deberá mantenerse orden y limpieza, realizando la correcta clasificación de los residuos en los tachos correctos

2. Perforación rotación de tubería.

- El Operador de Maquina debe tener la seguridad que no se encuentre nadie cerca de la unidad de rotación antes de accionar el eje de rotación y además deberá asegurarse de que las guardas estén bien cerradas.
- El operador de máquina perforadora, verifica que la distancia entre la bomba conexión y la cabeza del chuck tenga una distancia de seguridad mínima de 20 cm.
- El Operador de maquina Inicia la perforación, accionando gradualmente el mando de rotación y el mando de presión de avance.
- El perforista y ayudantes se comunicarán en todo momento a través de las señales obligatorias de perforación, detalladas en la guía SIG-GEO-ANT-GUI-01
- Si fuera el caso de pérdida de fluido de retorno en un 20% a más, los ayudantes deberán monitorear el área de influencia en un radio de 100 metros constantemente para verificar que no se esté produciendo una filtración de lodos de perforación, si es así proceder según el procedimiento, se paralizara las operaciones y se seguirá las recomendaciones del plan de manejo ambiental de proyecto.
- Los ayudantes monitorearan que no haya fugas en los equipos de bombeo, en los componentes de la máquina y verificaran el correcto funcionamiento de este así mismo, durante la perforación se mantendrá orden y limpieza.

- Continuar la perforación hasta que se bloquee el tubo interior (El Operador de Maquina controlará permanentemente los manómetros en el panel de mandos).

3. Desacople de tubería

- Finalizada la perforación de una corrida o en el caso de que se bloquee el tubo interior, el Operador de maquina detendrá la rotación y la circulación de fluidos, luego abre la válvula de desfogue, esperando la liberación total de la presión acumulada durante unos segundos.
- Verificar siempre que la manguera de desfogue esté asegurada a la tina con el acople empernado y el whipcheck.
- El primer Ayudante abrirá las guardas de la unidad de rotación y medirá la sobrante y a su vez pondrá la caja de transmisión en primera para que el Operador de inicio a la perforación.
- El operador Templara el cable de izaje y levantará la tubería hasta poner la unión del siguiente tubo 10 cm por encima del chuck, luego accionara cerrando el chuck para asegurar el tubo, después destemplara el cable para verificar que el chuck esté cerrado y la tubería este segura.
- Para los ayudantes con dominio de la parte surda se tendrán que adecuar al diseño y estructura de la máquina para cualquier maniobra en la operación tomando en consideración la buena comunicación y coordinación con el perforista.
- El primer ayudante deberá solamente guiar la llave más no sostenerla evitando en todo momento exponerse a la línea de fuego hasta lograr el desacople total, posteriormente colocar la llave en el perchero.
- El ayudante embonará manualmente la bomba conexión al siguiente tubo que se encuentra en el caballete.
- El operador de la máquina verificará que el dispositivo de bloqueo (dispositivo T) del tablero de control este activado para evitar el accionamiento involuntario y/o accidental por parte del operador cuando se realice maniobras.

4. Ingreso y salida de tubo interior,

- El segundo ayudante alcanza el pescador al primer ayudante para colocarlo sobre la unidad, luego el operador deberá izar lentamente el pescador hasta la altura del box de la tubería para que el primer ayudante lo coloque dentro de la tubería y se retirara de la plataforma de manipulación. Esta plataforma deberá encontrarse libre de obstáculos que impidan el transito libre de los ayudantes.

- El Operador de Maquina bajara el pescador con el cable wireline a velocidad moderada hasta que se acople con el cabezal del tubo interior.
- El primer Ayudante embonara el accesorio de frenado en la tubería.
- El operador maniobrará hacia arriba y abajo el cable para asegurarse que este se encuentre bien tensado.
- La guarda continúa abierta siempre y cuando la rotación de la máquina este bloqueada.
- El ayudante a la indicación del operador subirá a la plataforma y colocará el locking pin (seguro) para evitar el riesgo de desacople entre el tubo interior y el pescador, el operador continúa izando el tubo interior y el primer ayudante lo va guiando con la herramienta tipo “S” colocándose a un costado de la línea de fuego para deslizarlo por debajo del guiador-guarda de la unidad de rotación.
- El 2do ayudante colocará el sujetador introduciendo a unos 20cm del tubo interior para trasladarlo al caballete suavemente alejando el cuerpo de la línea de fuego con apoyo del primer ayudante (nunca sujetar por la Parte final del tubo con las manos).
- Durante esta tarea es necesario que el ayudante mantenga comunicación con sus compañeros, además debe visualizar bien el caballete de tubo interior y la ubicación de sus manos para evitar lesiones en estas, simultáneamente el Operador de Maquina deberá bajar el cable de wireline observando la posición del ayudante, en todo momento deberá haber una estrecha comunicación entre ambos ayudantes.
- El primer ayudante retirara el locking pink para luego conectar el pescador al siguiente cabezal asegurándolo nuevamente con este seguro.
- El 2do ayudante colocara el sujetador al tubo interior vacío y en coordinación con el Operador será llevado hasta la altura determinada en la guarda de la unidad de rotación, mientras que el cable es izado suavemente por el Operador de máquina el primer ayudante lo guía con el sujetador tipo S hasta el guiadorguarda de la unida una vez, colocado el tubo interior en el guiador de la unidad de rotación el ayudante retirara el sujetador.
- El primer ayudante en coordinación con el operador introducirá el tubo interior dentro de la tubería de perforación, luego retira la herramienta “S”; esta herramienta también se utilizará en ángulos inclinados donde se requiera empujar el tubo interior o barras de perforación, nunca deberá utilizar las manos para realizar esta tarea.
- Se debe tener presente que mientras se realice el izaje del tubo interior con winche, nadie debe pasar por ningún motivo debajo de éste.

- A la indicación del operador el primer ayudante desactivará las tijeras del pescador de acuerdo a las condiciones del taladro y si no hay una buena columna de agua se deberá bajar el tubo interior con ayuda del cable Wire Line y el automático hasta el fondo del taladro, luego se izará el pescador a velocidad moderada hasta que salga completamente.
- El primer ayudante coge el pescador y lo pasa al 2do ayudante quien lo posicionará al costado del castillo. Si fuese necesario el Operador deslizará el cable wireline para que el Ayudante acomode el pescador al costado del castillo (tarea que se realiza mayormente en ángulos menores de 50°).

5. Aumento y acople de tubería

- El Operador empezará a izar lentamente el cable con el tubo acoplado a la bomba conexión mientras que el segundo ayudante lo sujeta del otro extremo con el rod lifter hasta que la tubería se apoye en el guiador el Segundo ayudante durante esta maniobra guiará la manguera de la bomba conexión.
- El operador baja lentamente el tubo de perforación hasta juntar al box de la tubería y simultáneamente el primer ayudante guiará el tubo con la herramienta “S”.
- El primer ayudante activará el guiador de tubería del castillo y luego procede a embonar la tubería con la llave cadena N° 24, terminado el proceso el ayudante colocará el cambio en la caja según indicación del operador.
- El ayudante antes de iniciar la perforación deberá cerrar las guardas correctamente.

6. Vaciado de muestra a la canaleta y colocado en cajas

- Los Ayudantes, quienes manipulan el tubo interior, trabajaran con mucha concentración y atentos siempre a cada movimiento que se realice en esta actividad.
- Para el vaciado de la muestra en la canaleta el primer ayudante sujetará el tubo interior con el sujetador de tubo interior y el segundo ayudante apoyará sujetando de la parte posterior dándole una inclinación de 45° aproximadamente.
- En el caso de que se tenga dificultades y no salga la muestra se deberá inclinar más el tubo incluso hasta 90°, esta tarea debe realizarse con los dos ayudantes, uno sosteniendo y el otro golpeando con el combo de baquelita.
- Si hay muestra atascada en el corelifter case, se deberá sacar este del tubo interior, golpear y/o romper la muestra con el martillo de baquelita y usando en todo momento lentes de protección.
- Sujetar la muestra extraída con guantes, posicionarla sobre la canaleta.

- Luego que la muestra es lavada se colocara en las respectivas cajas y estas se llevaran a la zona de apilamiento de cajas para testigos.
- Lave siempre el tubo interior y engrase el cabezal, siempre sobre una bandeja de contención.
- Al trasladar las cajas hágalo flexionando las rodillas y levantando el peso adecuado para evitar posibles lesiones.

Figura 37: Sondaje 67 en operación tajo Norte



Fuente: propia

3.6. ANALISIS DE COSTO DE PERFORACIÓN DIAMANTINA EN TAJO NORTE, RAMPA 1-NIV 3900 SOND-67

Se utilizó 02 tipos de brocas:

Evaluamos los costos de perforación diamantina con la broca geodrill y se obtiene los costos de perforación en el Tajo Norte Rampa 1-Niv 3900 Sonda - 67 Empresa Geodrill S.A.C - Compañía Minera Antapaccay - Espinar - Cusco”

Dichos controles se han realizado en 15 días, equivalente a 30 guardias.

El tipo de roca en que se realiza el proyecto de investigación de perforación diamantina es en la roca monzonita, diorita, caliza con una densidad de 2.6 Tm/m³.

3.6.1. Análisis de costos de perforación con broca Geodrill

Datos de campo:

- Longitud de avance : 24m/guardia
- Longitud de la tubería de perforación : 3:00 m
- Densidad de la roca : 2.6TM/m³

1.-COSTO DE MANO DE OBRA

Se determina que los costos de mano de obra directa requeridos para la ejecución del trabajo:

Un supervisor de operaciones que tiene un sueldo de 4800 soles, y un perforista operador de maquina perforadora que percibe un sueldo de 4200 soles y se necesita para operar 2 ayudantes perforistas (1 ayudante tipo 1: con mayor año de experiencia en perforación diamantina ,1 ayudante de tipo 2: con menor año de experiencia) que percibe un sueldo de 2500 soles.

En una guardia con perforación efectiva se determina que la longitud de avance es de 24m, densidad de la roca 2.6 TM/m³, considerando que la tubería mide 3.00m.

✚ Donde tipo de cambio de un dólar es de 3.78 soles. Cálculo de costos de mano de obra

- Se determina los costos de mano de obra para la ejecución del trabajo a realizar con un total de 8.23 US\$/m.

Cuadro N°1: Mano de obra

T.C =3.78

Mano de obra directa	Número de personal	Sueldo mensual(soles)	Jornal en soles	Costo US\$/m
Supervisor de operaciones	01	4,800.00	160.00	1.76
Perforista	01	4,200.00	140.00	1.54
Ayudante perforista	02	2,500.00	83.33	1.84
Sub total				5.14
Leyes sociales 60 %				3.09
Costo Total				8.23

Fuente: Propia

Donde:

Sueldo de supervisor de operaciones (\$) = (160 soles) / (3.78 soles/ 1US\$) =42.32

US\$ Costo de supervisor de operaciones (US\$/m) = 42.32 US\$/24m=1.76 US\$/m

Figura 38: Supervisor, perforista y dos ayudantes analizando cambio de broca



Fuente: propia

2. COSTO DE MÁQUINA PERFORADORA

Cálculo de costos de maquina perforadora GEO 3000

- Se determina los costos de la maquina perforadora para la ejecución del trabajo a realizar con un total de 0.66 US\$/m

Cuadro N°2: Máquina perforadora

T.C =3.78

Equipo	Costo US\$	Vida útil Pies/perforados	Costo US\$/pie	Pies perforados	US\$/m
Máquina perforadora	120,000	600,000	0.20	79	0.66

Fuente: Propia

Donde:

- Costo de Máquina perforadora (US\$/pie) = Costo de maquina (US\$)/ Vida útil (Pies/perforados)
- Costo de Máquina perforadora (US\$/pie) =120,000 US\$/600,000pies=0.20 US\$/pie
- 24m equivalente a 79 Pies perforados
- Costo de Máquina perforadora (US\$/m) = (0.20 US\$/pie) / (24 m/79 pies) =0.66 US\$/m

Figura 39: Maquina perforadora GEO 3000



Fuente: propia

3.- COSTO DE MATERIALES DE PERFORACIÓN

Se determina que los costos de materiales de perforación para la ejecución del trabajo:

Broca geodrill que tiene un costo de 532.90 dólares y una vida útil de 200 metros, Reaming Shell que tiene un costo de 449 dólares y una vida útil de 1500 metros, Core barel tiene un costo de 890 dólares y una vida útil de 900 metros, tubo interior que tiene un costo de 289 dólares y una vida útil de 5000 metros, 8 tuberías de perforación de 3 metros, que tiene un costo de 260 dólares cada unidad y una vida útil de 800 metros y

un Casing shoe para posicionar barras de cubierta en el taladro que tiene un costo de 200 dólares y una vida útil de 500 metros.

Cálculo de costos de materiales de perforación

- Se determina los costos de materiales de perforación para la ejecución del trabajo a realizar con un total de 7.03 US\$/m

Cuadro N°3: Materiales de perforación

T.C =3.78

Accesorios	Cantidad	Costo US\$	Vida útil Pp	Pies perforados	US\$/pie perforados	US\$/m
Broca Geodrill	1	532.90	656.00	79.00	0.81	2.67
Reaming Shell	1	449.00	4921.00	79.00	0.09	0.30
Core barel	1	890.00	2953.00	79.00	0.30	0.99
Tubo interior	1	289.00	16404.00	79.00	0.02	0.06
Tubería de perforación	8	2080.00	2625.00	79.00	0.79	2.61
Casing shoe	1	200.00	1640.00	79.00	0.12	0.40
Costo Total						7.03

Fuente: Propia

Donde:

- Costo de Broca Geodrill (US\$/pie) = Costo de Broca Geodrill (US\$)/ Vida útil (Pies/perforados)
- Broca Geodrill (US\$/pie) =532.90US\$/656.00pies=0.81 US\$/pie
- 24m equivalente a 79 Pies perforados
- Costo de Broca Geodrill (US\$/m) = (0.81US\$/pie) / (24 m/79 pies) =2.67 US\$/m

4.- COSTO DE ADITIVOS DE PERFORACIÓN

Se determina los costos de aditivos de perforación para la ejecución del trabajo a realizar:

Viscosificador que tiene un costo de 70 dólares de 22.7 kilos, Bentonita de marca Toromocho que tiene un costo de 19 dólares de 23 kilos, Aus-det(detergente) tiene un costo de 62 dólares de 18.9 litros, Carbonatada (PH control) tiene un costo de 8 dólares de 15 kilos, Pac tiene un costo de 100 dólares de 15 kilos, Black hole que tiene un costo de 89 dólares de 20 kilos, Polyplus que tiene un costo de 80 dólares de 20 kilos y poly lube que tiene un costo de 35 dólares de 19 litros.

Cálculo de costos de aditivos de perforación

- Se determina los costos de aditivos de perforación para la ejecución del trabajo a realizar con un total de 13.43 US\$/m

Cuadro N°4: Aditivos de perforación**T.C =3.78**

Aditivos	Costo \$	Cantidad kilos	Costo US\$/Kilo	Metros Perforados/guardia	US\$/m
Viscosificador(vis)	40.09	13.00 kilos	3.08	24.00	1.67
Bentonita (toromocho)	95.00	115.00	0.83	24.00	3.96
Aus-det (detergente)	29.52	9.00 litros	3.28	24.00	1.23
Carbonatada (PH)	3.20	6.00 kilos	0.53	24.00	0.13
Pac	53.33	8.00 kilos	6.67	24.00	2.22
Black hole	44.50	10.00 kilos	4.45	24.00	1.85
Polyplus	40.00	10.00 kilos	4.00	24.00	1.67
Poly lube	16.58	9.00 litros	1.84	24.00	0.69
Costo Total					13.43

Fuente: Propia

Donde:

- Costo Viscosificador(vis) (US\$/m) = (cantidad(kilos)*Costo de Viscosificador (US\$/Kilo)) /metros perforados(guardia(m))
- Costo Viscosificador(vis) (US\$/m) = (13 Kilos *3.08 US\$/Kilos) /24m =1.67US\$/m
- 24m equivalente a 79 Pies perforados

5.- COSTO DE HERRAMIENTAS Y OTROS MATERIALES

Se determina que las herramientas y otros materiales de perforación para la ejecución del trabajo:

Juego de llaves mixtas que tiene un costo de 146 soles y una vida útil de 90 días, Llaves stilson N18 que tiene un precio de 65 soles y una vida útil de 90 días, Pala punta redondeada que tiene un precio de 60 soles y una vida útil de 90 días, pico tiene un precio de 84 soles y una vida de 90 días, combo tiene un precio de 70 soles y una vida útil de 90 días, Rod lifter tiene un precio de 150 soles y una vida de 90 días, Llaves grinch tiene un precio de 80 soles y una vida útil de 90 días, Llaves S o J tiene un precio de 120 soles y una vida de 90 días, comba de baquelita tiene un precio de 79 soles y una vida útil de 90 días.

Cálculo de costos de herramientas y otros materiales

- Se determina los costos de herramientas y otros materiales para la ejecución del trabajo a realizar con un total de 0.05 US\$/m

Cuadro N°5: Herramientas y otros materiales**T.C =3.78**

Descripción	Medida	Cantidad	Costo soles	Costo \$	Vida útil(días)	metros Perforados /guardia	Costo US\$/m
Juego de llaves mixtas	unidad	1	146.00	38.62	90	24	0.43
Llaves stilson N 18	unidad	1	65.00	17.20	90	24	0.19
Pala punta redondeada	unidad	1	60.00	15.87	90	24	0.18
Pico	unidad	1	84.00	22.22	90	24	0.25
Combo	unidad	1	70.00	18.52	90	24	0.21
Rod lifter	unidad	1	150.00	39.68	90	24	0.44
Llaves grinsh	unidad	1	80.00	21.16	90	24	0.24
Llave S o J	unidad	1	120.00	31.75	90	24	0.35
Comba de baquelita	unidad	1	79.00	20.90	90	24	0.23
Costo Total							0.05

Fuente: Propia

Donde:

- Costo de juego de llaves mixtas (US\$/m) = Costo (US\$) / (vida útil*metros perforados)
- Costo de juego de llaves mixtas (US\$/m) = 38.62 US\$/ (90 *48m) =0.01 US\$/m
- 24m equivalente a 79 Pies perforados

6.- COSTO DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD

Se determina que las herramientas y otros materiales de perforación para la ejecución del trabajo:

Mameluco jeans que tiene un costo de 89 soles y una vida útil de 180 días, Ropa de jebe con capucha que tiene un precio de 76 soles y una vida útil de 90 días, Casco de seguridad 3M que tiene un precio de 49 soles y una vida útil de 360 días, Zapato metatarsal tiene un precio de 160 soles y una vida de 90 días, Chaleco de seguridad tiene un precio de 35 soles y una vida útil de 90 días, Guantes de cuero tiene un precio de 6 soles y una vida útil de 30 días, Guantes de hycron tiene un precio de 12 soles y una vida útil de 30 días, Respirador 3M para polvo tiene un precio de 7 soles y una vida útil de 90 días, Filtro de respirador 2097 tiene un precio de 27 soles y una vida útil de 30 días, Anteojos de luna clara y/o oscuro tiene un precio de 2.5 soles y una vida útil de 30 días, Anteojos de luna clara y/o oscuro tiene un precio de 4 soles y una vida útil de 30 días, Tapón de oído tiene un precio de 2.5 soles y una vida útil de 30 días.

Cálculo de costos de implementos de seguridad

- Se determina los costos de implementos de seguridad para la ejecución del trabajo a realizar con un total de 0.12 US\$/m

Cuadro N°6: Implementos de seguridad T.C =3.78

Descripción	Medida	Cantidad personal	Costo Soles	Costo US\$	Vida útil (días)	Costo US\$/m
Mameluco jeans	Pza.	4	89.00	23.54	18	0.13
Ropa de jebe con capucha	Pza.	4	76.00	20.11	9	0.22
Casco de seguridad 3M	Pza.	4	49.00	12.96	36	0.04
Zapato metatarsal	Pza.	4	160.0	42.33	9	0.47
Chaleco de seguridad	Pza.	4	35.00	9.26	9	0.10
Guantes de cuero	Pza.	4	6.00	1.59	3	0.05
Guantes de hycron	Pza.	4	12.00	3.17	3	0.11
Respirador 3M para polvo	Pza.	4	7.00	1.85	9	0.02
Filtro de respirador 2097	Pza.	4	27.00	7.14	3	0.24
Anteojos de luna clara y/o oscuro	Pza.	4	4.00	1.06	3	0.04
Tapón de oído	Pza.	4	2.50	0.66	3	0.02
Costo Total						0.12

Fuente: Propia

- Costo de Mameluco jeans (US\$/m) = Costo US\$*cantidad personal/(vida útil *avance por día)
- Mameluco jeans (US\$/m) = 23.54 US\$*4/(180*48) =0.01 US\$/m
- Costo total= Cuadro N°1+ Cuadro N°2+ Cuadro N°3+ Cuadro N°4+ Cuadro N°5+ Cuadro N°6 Costo total = 29.52 US\$/m

3.6.2. ANÁLISIS DE COSTOS DE PERFORACIÓN CON BROCA FORDIA

Evaluamos los costos de perforación diamantina con la broca Fordia y se obtiene los costos de perforación en el Tajo Norte Rampa 1-Niv 3900 Sond-67 Empresa Geodrill S.A.C - Compañía Minera Antapaccay - Espinar - Cusco”

Datos de campo:

- Longitud de avance : 26m/guardia
- Longitud de la tubería de perforación : 3:00 m
- Densidad de la roca : 2.6 TM/m3

El tipo de roca en que se realiza el proyecto de investigación de perforación diamantina es en la roca monzonita, diorita, caliza con una densidad de 2.6 Tm/m3.

1.- COSTO DE MANO DE OBRA

Se determina que los costos de mano de obra directa requeridos para la ejecución del trabajo:

Un supervisor de operaciones que tiene un sueldo de 4800 soles, y un perforista operador de maquina perforadora percibe un sueldo de 4200 soles y se necesita para operar 2 ayudantes perforistas (1 ayudante tipo 1: con mayor año de experiencia en perforación diamantina ,1 ayudante de tipo 2: con menor año de experiencia) que percibe un sueldo de 2500 soles.

En una guardia con una perforación efectiva se determina que la longitud de avance es de 26m, densidad de la roca 2.6 TM/m³, considerando que la tubería mide 3.00m.

Cálculo de costos de mano de obra

- Se determina los costos de mano de obra para la ejecución del trabajo a realizar con un total de 7.60 US\$/m

Cuadro N°7. Mano de obra

T.C =3.78

Mano de obra directa	Número de personal	Sueldo mensual (soles)	Jornal en soles	Costo US\$/m
Supervisor de operaciones	01	4,800.00	160.00	1.63
Perforista	01	4,020.00	140.00	1.42
Ayudante perforista	02	2,520.00	83.33	1.70
Sub total				4.75
Leyes sociales 60 %				2.85
Costo Total				7.60

Fuente: Propia

Donde:

Sueldo de supervisor de operaciones= (160 soles) / (3.78 soles/ US\$) =42.32 US\$

Costo de supervisor de operaciones (US\$/m) = 42.32 US\$/26m=1.63 US\$/m

2.- COSTO DE MÁQUINA PERFORADORA

Cálculo de costos de maquina perforadora GEO 3000

- Se determina los costos de la maquina perforadora para la ejecución del trabajo a realizar con un total de 0.65 US\$/m

Cuadro N°8: Máquina perforadora

T.C =3.78

Equipo	Costo US\$	Vida útil Pies/perforados	Costo US\$/m	Pies perforados	US\$/m
Máquina perforadora	120,000	600,000	0.20	85	0.65

Fuente: Propia

- Costo de Máquina perforadora (US\$/pie) = Costo de maquina (US\$) / Vida útil (Pies/perforados)
- Máquina perforadora (US\$/pie) =112,000 US\$/600,000pies=0.20 US\$/pie 26 m equivalente a 85 Pies perforados
- Costo de Máquina perforadora (US\$/m) = (0.20 US\$/pie) / (26 m/85 pies) = (0.20 US\$/pie*85 pies) /26m=0.65 US\$/m

3.- COSTO DE MATERIALES DE PERFORACIÓN

Cálculo de costos de materiales de perforación

- Se determina los costos de materiales de perforación para la ejecución del trabajo a realizar con un total de 7.02 US\$/m

Cuadro N°9: Materiales de perforación

T.C =3.78

Accesorios	Cantidad	Costo US\$	Vida útil Pp	Pies perforados	US\$/pie perforados	US\$/m
Broca Fordia	1	593.88	820.00	85.00	0.72	2.37
Reaming shell	1	449.00	4921.00	85.00	0.09	0.30
Core barel	1	890.00	2953.00	85.00	0.30	0.99
Tubo interior	1	289.00	16404.00	85.00	0.02	0.06
Tubería de perforación	9	2340.00	2625.00	85.00	0.89	2.91
Caousing shoe	1	200.00	1640.00	85.00	0.12	0.40
Costo Total						7.02

Fuente: Propia

Donde:

- Costo de broca Fordia (US\$/pie) = Costo de Broca Fordia (US\$) / Vida útil (Pies/perforados)
- Costo de broca Fordia (US\$/pie) = 593.88 US\$ / 820.00 pies = 0.72 US\$/pie
- 24m equivalente a 79 Pies perforados
- Costo de Broca Fordia (US\$/m) = (0.72 US\$/pie) / (26 m / 85 pies) = 2.37 US\$/m

4.- COSTO DE ADITIVOS DE PERFORACIÓN

Cálculo de costos de aditivos de perforación

- Se determina los costos de aditivos de perforación para la ejecución del trabajo a realizar con un total de 12.39 US\$/m

Cuadro N°10: Aditivos de perforación

T.C =3.78

Aditivos	Costo \$	Cantidad	Costo US\$/Kilo	Metros Perforados/guardia	US\$/m
Viscosificador(vis)	40.09	13.00 kilos	3.08	26.00	1.54
Bentonita (toromocho)	95.00	115.00 kilos	0.83	26.00	3.65
Aus-det (detergente)	29.52	9.00 litros	3.28	26.00	1.14
Carbonatada (PH control)	3.20	6.00 kilos	0.53	26.00	0.12
Pac	53.33	8.00 kilos	6.67	26.00	2.05
Black hole	44.50	10.00 kilos	4.45	26.00	1.71
Polyplus	40.00	10.00 kilos	4.00	26.00	1.54
Poly lube	16.58	9.00 litros	1.84	26.00	0.64
Costo Total					12.39

Fuente: Propia

Donde:

- Costo Viscosificador(vis) (US\$/m) = (cantidad(kilos)*Costo de Viscosificador (US\$/Kilo)/metros perforados(guardia(m))
- Viscosificador(vis) (US\$/m) =(13 Kilos * 3.08 US\$/Kilo) /26m =1.54 US\$/m
- 26m equivalente a 85 Pies perforados

5.- COSTO DE HERRAMIENTAS Y OTROS MATERIALES

Cálculo de herramientas y otros materiales de perforación

- Se determina los costos de herramientas y otros materiales para la ejecución del trabajo a realizar con un total de 0.05 US\$/.

Cuadro N°11: Herramientas y otros materiales**T.C =3.78**

Descripción	Medida	Cantidad	Costo soles	Costo \$	Vida útil(días)	Pies Perforados	Costo US\$/m
Juego de llaves mixtas	unidad	1	146.00	38.62	90	26	0.43
Llaves stilson N 18	unidad	1	65.00	17.20	90	26	0.19
Pala punta redondeada	unidad	1	60.00	15.87	90	26	0.18
Picos	unidad	1	84.90	22.22	90	26	0.25
Combo	unidad	1	70.00	18.52	90	26	0.21
Rod lifter	unidad	1	150.00	39.68	90	26	0.44
Llaves grinsh	unidad	1	80.00	21.16	90	26	0.24
Llave S o J	unidad	1	120.00	31.75	90	26	0.35
Comba de baquilita	unidad	1	79.00	20.90	90	26	0.23
Costo Total							0.05

Fuente: Propia

Donde:

- Costo de juego de llaves mixtas (US\$/m) = Costo US\$/(vida útil*metros perforados)
- Costo de juego de llaves mixtas (US\$/m) = 38.61 US\$/ (90 días*52m/día) =0.01US\$/m
- 24m equivalente a 79 Pies perforados

6.- COSTO DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD

Cálculo de costos de implementos de seguridad

- Se determina los costos de implementos de seguridad para la ejecución del trabajo a realizar con un total de 0.11 US\$/m

Cuadro N°12: Implementos de seguridad**T.C =3.78**

Descripción	Medida	Cantidad personal	Costo Soles	Costo US\$	Vida útil (días)	Costo US\$/m
Mameluco jeans	Pza.	4	89.00	23.54	180	0.13
Ropa de jebe con capucha	Pza.	4	76.00	20.11	90	0.22
Casco de seguridad 3M	Pza.	4	49.00	12.96	360	0.04
Zapato metatarsal	Pza.	4	160.00	42.33	90	0.47
Chaleco de seguridad	Pza.	4	35.00	9.26	90	0.10
Guantes de cuero	Pza.	4	6.00	1.59	30	0.05
Guantes de hycron	Pza.	4	12.00	3.17	30	0.11
Respirador 3M para polvo	Pza.	4	7.00	1.85	90	0.02
Filtro de respirador 2097	Pza.	4	27.00	7.14	30	0.24
Anteojos de luna clara y/o oscuro	Pza.	4	4.00	1.06	30	0.04
Tapón de oído	Pza.	4	2.50	0.66	30	0.02
Costo Total						0.11

Fuente: Propia

Donde:

- Costo de Mameluco jeans (US\$/m) = Costo US\$*cantidad personal/(Vida útil*1 avance por día)
- Mameluco jeans (US\$/m) = 23.54US\$*4/(180*52)=0.01 US\$/m
- 26m equivalente a 85 Pies perforados
- ❖ Costo total= Cuadro (7+8+9+10+11+12)
- ❖ Costo total=27.82 US\$/m

BROCA GEODRILL

- ❖ Costo total= 8.23+0.66+7.03+13.43+0.05+0.12
- ❖ Costo total=29.52 US\$/m

BROCA FORDIA

- ❖ Costo total= 7.60+0.65+7.02+12.39+0.05+0.11
- ❖ Costo total=27.82 US\$/m

DIFERENCIA: 29.52 – 27.82=1.70 US\$/m

CAPITULO IV

ANALISIS DE RESULTADOS

DISCUSIÓN DE RESULTADO DE PERFORACIÓN DIAMANTINA

Esta investigación tuvo como principal objetivo optimizar mediante el uso de brocas Fordia en el tajo norte rampa 1-niv 3900 sonda - 67 empresa Geodrill S.A.C - Compañía minera Antapaccay - Espinar – Cusco´

Se realiza un análisis comparativo de los resultados de perforación, en dónde determinamos el costo de perforación utilizando las brocas Geodrill es de 29.52 US\$/m, dónde utilizando las brocas Fordia se ha reducido a 27.82 US\$/m, con una diferencia de 1.70 US\$/m, y se tiene un resultado aproximado a los antecedentes de las tesis de Urtiaga, G.J. (2016) y Alvarez, J. A. (2019).

Antecedentes de la tesis de Urtiaga, G.J. (2016) En minera Condestable, donde concluye que, aumentando la viscosidad de los fluidos de perforación, los costos de perforación diamantina se han reducido de 13,52 US\$/m a 12.36 US\$/m, con una diferencia de 1,16 US\$/m.

Antecedente de la tesis de Alvarez, J. A. (2019) En minera san Rafael Puno donde llega a una conclusión, el costo de perforación se ha optimizado de 11,44US\$/m a 10,50US\$/m mediante el uso de las brocas Hayden, haciendo una diferencia de 0,94 US\$/m.

**RESULTADO OPTIMIZADO MEDIANTE EL USO DE BROCAS FORDIA EN
EL TAJO NORTE RAMPA 1-NIV 3900 SONDA - 67 EMPRESA GEODRILL S.A.C
- COMPAÑIA MINERA ANTAPACCAY - ESPINAR – CUSCO**

Se especifican en la siguiente tabla.

Cuadro N°13: Tabla comparativa

DESCRIPCIÓN	BROCA GEODRILL US\$	BROCA FORDIA US\$	DIFERENCIA US\$
Mano de obra	8.23	7,60	0.63
Equipo de perforación	0.66	0.65	0.01
Material de perforación	7.03	7.02	0.01
Aditivos de perforación	13.43	12.39	1.03
Herramientas y otros materiales	0.05	0.05	---
Implementos de seguridad	0.12	0.11	0.01
Costo por US\$/m	29.52	27.82	1.70

Fuente: Propia

Según los cálculos obtenidos se ha realizado el análisis comparativo de los resultados de perforación diamantina en el tajo Norte Antapaccay. En donde se ha determinado que utilizando las brocas GEODRILL los costos de perforación diamantina es de 29.52 US\$/m y optimizado utilizando las brocas FORDIA obtenemos un costo de perforación diamantina de 27.82 US\$/m, haciendo una diferencia de 1.70 US\$/m.

Es decir, para realizar una perforación diamantina de 700 metros lineales se ha logrado un ahorro de 1190.00 US\$, la campaña de perforación diamantina es de 50,000 metros para la empresa Geodrill $50,000 \times 1.70 \text{US\$} = 85,000 \text{US\$}$, significa que logramos obtener un beneficio económico para la empresa GEODRILL S.A.C - COMPAÑIA MINERA ANTAPACCAY - ESPINAR – CUSCO.

CONCLUSIONES

- 1) Se optimizo la productividad de perforación diamantina logrando obtener un beneficio económico de 1190.00 US\$ de una longitud proyectada de 700 metros lineal en el tajo norte rampa 1-niv 3900 sonda-67 empresa geodrill S.A.C - Compañía minera Antapaccay - Espinar – Cusco, conforme se demuestra en el Cuadro N°13.
- 2) Mediante el uso de las brocas Geodrill los costos de perforación diamantina es de 29.52 US\$/m en el tajo norte rampa 1-niv 3900 sonda-67 empresa geodrill S.A.C - Compañía minera Antapaccay - Espinar – Cusco, conforme se demuestra en el Cuadro N°13.
- 3) Mediante el uso de las brocas Fordia, los costos de perforación diamantina son de 27.82 US\$/m en el tajo norte rampa 1-niv 3900 sonda-67 empresa geodrill S.A.C - Compañía minera Antapaccay - Espinar – Cusco, conforme se demuestra en el Cuadro N°13.
- 4) Se optimizo la producción en el tajo norte utilizando las brocas Fordia reduciendo el costo por metro perforado de 29.52 US\$/m a 27.82 US\$/m, haciendo una diferencia de 1.70 US\$/m, lo cual ayuda a reducir el costo final de perforación en menor tiempo lo cual es beneficioso en el tajo norte rampa 1-niv 3900 sonda-67 empresa Geodrill S.A.C - Compañía minera Antapaccay - Espinar – Cusco, conforme se demuestra en el Cuadro N°13.

RECOMENDACIONES

1. Para optimizar la perforación diamantina obteniendo resultados satisfactorios con la selección adecuada con las brocas Fordia, para tener mayor productividad se recomienda perforar utilizando las brocas Fordia en el Proyecto minero Antapaccay que genera mayor avance en metros perforados y menor costo de perforación. Conforme se demuestra en el Cuadro N°13.
2. Se recomienda para inicio adecuado en la perforación de 0 m a 50 m utilizar las brocas Geodrill y de 50 metros a mayor profundidad utilizar brocas Fordia hasta culminar el pozo de perforación diamantina.
3. Se recomienda ejecutar continuamente programas de capacitación, entrenamiento, motivación y comunicación para el personal con la finalidad de elevar su productividad y desarrollo personal.
4. Se recomienda para poder llevar a cabo una operación en perforación diamantina se tiene que considerar el triángulo de perforación: Maquina, Operador y terreno.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Urteaga Gastolomendo, Julio. & Cotrina Vilela, Segundo. (2016), “Optimización del porcentaje de recuperación de testigos de sondajes diamantinos en rocas fracturadas, aumentando la viscosidad de los fluidos de perforación y variando parámetros operacionales en minera Condestable, 2016.”. Tesis de Facultad de Ingeniería, Especialidad de Ingeniería de Minas, Universidad Privada del Norte.
2. Cupi Llanos, Julio. & Pari Jara, Ricardo. (2021), “Optimización de la utilidad mediante la reducción de la desviación en la perforación rotopercutiva de taladros horizontales de la empresa Geodrill S.A.C.”. Tesis de Facultad de Ingeniería, Especialidad de Ingeniería de Minas, Universidad Tecnológica del Perú.
3. Contreras Herrera, Camila. (2019), “Implementación de nuevos procedimientos de perforación diamantina en la solución de problemas de terrenos fracturados en Coroccohuayco - Antapacay Cusco-2018”. Tesis de Facultad de Ingeniería, Especialidad de Ingeniería de Minas, Universidad Privada del Norte.
4. Alvarez Juarez, Alaguien. (2019), “Optimización de costos de perforación diamantina mediante las brocas Hayden en la contrata minera Explomin Perú S.A.- Unidad minera San Rafael-Puno.”. Tesis de Facultad de Ingeniería de Minas, Especialidad de Ingeniería de Minas, Universidad Nacional del Altiplano.
5. Mamani Quispe, Edson. (2022), “Anteproyecto para la instalación de planta de fabricación de brocas para perforación diamantina en la ciudad de Arequipa - 2022”. Tesis de Facultad de Ingeniería de Procesos, Especialidad de Ingeniería Metalúrgica, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
6. Hernández Sampieri, Roberto. (2014). Metodología de la investigación. México: ITERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., sexta edición.
7. Hugo Rivera, Mantilla. (2005). Geología general. Perú: COMUNICACIÓN ON TIME SAC., segunda edición.
8. Australian Drilling Industry Training Committee Limited. (1997), Drilling: the manual of methods, applications, and management. CRC Press.
9. Manual Técnico de perforación diamantina christensen. (2008) <http://www.diamantinachristensen.com/pdf/DCT>
10. Manual Técnico de Perforación Diamantina GEOTEC (2005). <http://www.geotec.com/pdf/DCT>
11. Manual perforación diamantina Boart Longyear. (2013) <http://www.boartlongyear.com>

12. Manual técnico de perforación diamantina Fordia. (2014)
13. www.fordia.com/wp-content/uploads/2015/06/manualtecnico.pdf

ANEXOS

ANEXO N°1: TAJO NORTE



Fuente: Propia

ANEXO N°2: MAQUINA PERFORADORA GEO -3000 TAJO NORTE



Fuente: Propia

ANEXO 3: VISTA DE TAJO NORTE EN OPERACIÓN



Fuente: Propia

ANEXO 4: ÁREA DE HERRAMIENTAS Y OTROS MATERIALES



Fuente: Propia

ANEXO 5: MAQUINA PERFORADORA EN TAJO NORTE



Fuente: Propia

ANEXO 6: ÁREA DE RESIDUOS SOLIDOS



Fuente: Propia

ANEXO N° 7: ÁREA DE POZA DE FLUIDOS



Fuente: Propia

ANEXO 8: CANALETA DE MUESTRAS



Fuente: Propia

ANEXO 9: ÁREA DE LOGUEO DE MUESTRAS DE TESTIGO



Fuente: Propia

ANEXO 10: ÁREA DE HERRAMIENTAS



Fuente: Propia

ANEXO 11 :PLATAFORMA DE MAQUINA GEO 3000



Fuente: Propia

ANEXO 12: ÁREA DE TUBERIA DE PERFORACIÓN LINEA HW



Fuente: Propia

ANEXO 12 : ÁREA DE VESTIDORES PARA EL PERSONAL DE TURNO



Fuente: Propia

**ANEXO13 : ÁREA DE ESTACIONAMIENTO DE MAQUINAS PERFORADORAS
(MINA ANTAPACCA Y,PAMPILLA)**



Fuente: Propia

ANEXO 14: ÁREA DE TUBERIA DE PERFORACIÓN LINEA HQ Y NQ



Fuente: Propia

ANEXO 15 BROCA GEODRILL EN ESTADO (NO OPERATIVO), QUEMADA



Fuente: Propia

ANEXO 16: BROCA GEODRILL EN ESTADO OPERATIVO



Fuente: Propia

ANEXO 17: ÁREA DE TUBERIA DE PERFORACIÓN LINEA HQ



Fuente: Propia

ANEXO 18:TAJO NORTE MINA ANTAPACCAY VISTA DESDE LA PARTE SUPERIOR



Fuente: Propia

ANEXO 19: ÁREA DE POZA DE LODO DE PERFORACIÓN Y AGUA(CANCHA DE GALLO)



Fuente: Propia

ANEXO 20 :BROCA FORDIA



Fuente: Propia

ANEXO 21: ÁREA DE ADITIVOS DE PERFORACIÓN



Fuente: Propia

ANEXO 22: ÁREA DE BROCAS GEODRILL(LOGISTICA)



Fuente: Propia

ANEXO 23: ÁREA DE HERRAMIENTAS MANUALES Y VESTIDORES



Fuente: Propia

ANEXO 24: ÁREA DE LLENADO DE MUESTRAS



Fuente: Propia

ANEXO 25: ÁREA DE ALMACEN DE BROCAS GEODRILL



Fuente: Propia

ANEXO 26 :BROCA FORDIA SERIA 7



ANEXO 27: REAMING SHELL



Fuente: Propia

ANEXO 28: BROCA FORDIA SERIE 8



Fuente: Propia

ANEXO 29: PLATAFORMAS DE PERFORACIÓN TAJO NORTE



Fuente: Propia

ANEXO 30: MAQUINA PERFORADORA EN TRASLADO A OTRO PUNTO DE PERFORACIÓN



Fuente: Propia

ANEXO 31: TUBERIA DE PERFORACIÓN LINEA HQ EN TRASLADO A OTRO PUNTO DE PERFORACIÓN



Fuente: Propia

ANEXO 32: ÁREA DE LOGUEO DE MUESTRAS



Fuente: Propia

ANEXO 33: ÁREA DE ZONAS DE RESIDUOS EN TAJO NORTE ANTAPACAY



Fuente: Propia

ANEXO 34: LIQUIDACIÓN FINAL DE POZO DE PERFORACIÓN SONDAJE 67

GeoDrill		0		
		0		
	FIN	FIN	FIN	
SONDAJE	SOND-67	SOND 68	SOND-118	
MAQUINA	GEO - 104	GEO 109	GEO-111	
PROFUNDIDAD (Metros)	700.00	866.30	590.90	2157.20
METROS PERFORADOS	700.00	866.30	590.90	
RECUPERACION (%)	95%	94%	92%	95%
CANTIDAD METROS HQ 0 - 200 MTS	200.00	200.00	200.00	600.00
PRECIO UNITARIO HQ (US\$)	101.00	101.00	101.00	101.00
SUB TOTAL HQ (US\$)	20200.00	20200.00	20200.00	60600.00
CANTIDAD METROS HQ 201 - 400 MTS	200.00	200.00	200.00	600.00
PRECIO UNITARIO HQ (US\$)	103.00	103.00	103.00	103.00
SUB TOTAL HQ (US\$)	20600.00	20600.00	20600.00	61800.00
CANTIDAD METROS HQ 401 - 600 MTS	94.90	50.70	190.90	336.50
PRECIO UNITARIO HQ (US\$)	105.00	105.00	105.00	105.00
SUB TOTAL HQ (US\$)	9964.50	5323.50	20044.50	35332.50
CANTIDAD METROS HQ 601 A MAS MTS	0.00	0.00	0.00	0.00
PRECIO UNITARIO HQ (US\$)	105.00	105.00	105.00	105.00
SUB TOTAL HQ (US\$)	0.00	0.00	0.00	0.00
CANTIDAD METROS NQ 0.00 - 200 MTS	0.00	0.00	0.00	0.00
PRECIO UNITARIO NQ (US\$)	0.00	0.00	0.00	0.00
SUB TOTAL NQ (US\$)	0.00	0.00	0.00	0.00
CANTIDAD METROS NQ 201 - 400 MTS	0.00	0.00	0.00	0.00
PRECIO UNITARIO NQ (US\$)	96.00	96.00	96.00	96.00
SUB TOTAL NQ (US\$)	0.00	0.00	0.00	0.00
CANTIDAD METROS NQ 401 - 600 MTS	105.10	149.30	0.00	254.40
PRECIO UNITARIO NQ (US\$)	96.00	96.00	96.00	96.00
SUB TOTAL NQ (US\$)	10089.60	14332.80	0.00	24422.40
CANTIDAD METROS NQ 601 A MAS MTS	100.00	266.30	0.00	366.30
PRECIO UNITARIO NQ (US\$)	99.00	99.00	99.00	99.00
SUB TOTAL NQ (US\$)	9900.00	26363.70	0.00	36263.70
CANTIDAD METROS PQ 0 - 201 MTS	0.00	0.00	0.00	0.00
PRECIO UNITARIO NQ (US\$)	0.00	0.00	0.00	117.00
SUB TOTAL NQ (US\$)	0.00	0.00	0.00	0.00
CANTIDAD METROS PQ 201 - 400 MTS	0.00	0.00	0.00	0.00
PRECIO UNITARIO NQ (US\$)	119.00	119.00	119.00	119.00
SUB TOTAL NQ (US\$)	0.00	0.00	0.00	0.00
CANTIDAD METROS PQ 401 - 600 MTS	0.00	0.00	0.00	0.00
PRECIO UNITARIO NQ (US\$)	122.00	122.00	122.00	122.00
SUB TOTAL NQ (US\$)	0.00	0.00	0.00	0.00
MOVILIZACION DE MAQUINAS A ANTAPACCAY	0.00	0.00	0.00	0.00
PRECIO DE TRASLADO (US\$)	0.00	0.00	0.00	0.00
SUB TOTAL	0.00	0.00	0.00	0.00
HORAS STAND BY	0.00	0.00	0.00	0.00
PRECIO UNITARIO (US\$)	100.00	100.00	100.00	100.00
SUB TOTAL	0.00	0.00	0.00	0.00
SERVICIO DE LOGUEO Y MUESTREO CONCESIONES ANTAPACCAY	0.5864			0.5864
PRECIO UNITARIO POR PUNTO (US\$)	35428.50			35428.50
SUB TOTAL	20776.42			20776.42
SERVICIO DE SUPERVISION OPERATIVA ANTAPACCAY	0.0000			0.0000
PRECIO UNITARIO POR PUNTO (US\$)	13538.77			13538.77
SUB TOTAL	0.00			0.00
GASTOS POR PROTOCOLO COVID - 19	0.00			0.00
PRECIO UNITARIO POR PUNTO (US\$)	0.00			0.00
SUB TOTAL	0.00			0.00
TOTAL	91530.52	86820.00	60844.50	239195.02
I.G.V. 18%	16475.49	15627.60	10952.01	43055.10
TOTAL A FACTURAR inc I.G.V.	108006.01	102447.60	71796.51	282250.12

V"B" GEODRILL S.A.C.
ING. GONZALO MEJIA M.

Valorizacion

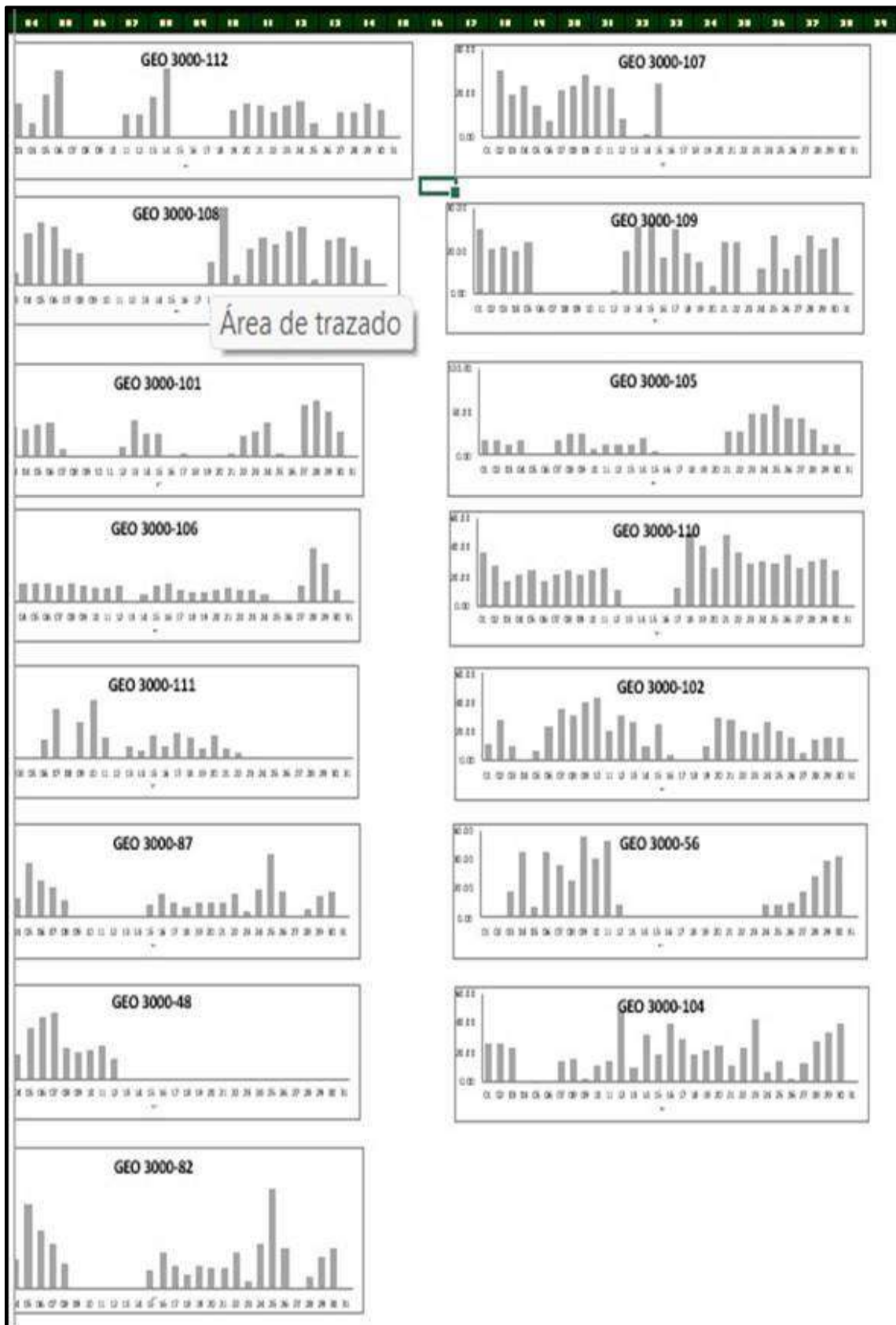
LIQ-SUP

Hoja1

Hoja2



ANEXO 35: RESUMEN DE AVANSE DIARIO SETIEMBRE 2022




Fuente: Geodrill

ANEXO 36: COTIZACION DE BROCA FORDIA

 FORDIA Powered by Epiroc						R.U.C. N° 20506152357		
						COTIZACIÓN NRO. 12,812		
SEÑORES: CONSORCIO JM DIRECCIÓN: AV. LIMA MZA. G8, LOTE 9, CERRO COLORADO AREQUIPA - PERÚ						FECHA: 09/06/2023		
ATENCIÓN: SR. JOSE MARÍA JACOBO TELÉFONO: +51 958 961 443 E-MAIL: fimiacobo@consorciojm.com.pe						CONTACTO: MANUEL CARRERA TELÉFONO: (+511) 251-3870 CELULAR: (+511) 998 187 651 E-MAIL: manuel.carrera@fordia.com		
Item	Cant.	Código	Descripción Fordia	Precio Unitario	Descnt. %	Precio Unitario Especial	Valor Venta	Disponibilidad estimada
1	6	9469715039	BROCA-HO-AZURE-13-8-REG-BIS	593.88	0.0%	593.88	3,563.28	Inmediata
2	6	9469715188	BROCA-HO-CRAELIUS KS(S++)-13-8-REG-BIS	593.88	0.0%	593.88	3,563.28	Inmediata
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
BCP Dólares (USD) Cta. Cte. N° 194-1418736-1-75 /// (CCI) 002-194-001418736175-94							Sub Total	7,126.56
							I.G.V. 18%	1,282.78
							Total	8,409.34
CONDICIONES COMERCIALES <ul style="list-style-type: none"> • Los precios no incluyen el IGV • Los precios son en dólares americanos • Los precios pueden variar sin previo aviso • Todas las ventas son finales, pasados 07 días no se aceptará devolución de productos • Validez oferta: 07 días • Forma de pago: Letra a 30 días • Incoterm: EXW - Lima 								
NOTAS:						PRECIOS Y TIEMPOS PUEDEN VARIAR SIN PREVIO AVISO.		


Fuente: Fordia

ANEXO 37: COTIZACION DE ACCESORIOS DE PERFORACION DIMANTINA GEODRILL

 <p>GEODRILL S.A.C. Av. Argentina 2577, Callao Lima-Lima (Carretera Central Km. 1.3) Teléfono: +51-1 562 2020 Lima 100 LIMA - PERÚ</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #ffff00;">R.U.C. N°</td> <td style="text-align: right;">20273877569</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ffff00;">FACTURA ELECTRÓNICA</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ffff00;">F001-00036472</td> <td></td> </tr> </table> <p style="font-size: small; text-align: center;">FABRICACIÓN DE BROCAS DIMANTINAS, ACCESORIOS DE PERFORACIÓN</p>	R.U.C. N°	20273877569	FACTURA ELECTRÓNICA		F001-00036472																																																																																						
R.U.C. N°	20273877569																																																																																											
FACTURA ELECTRÓNICA																																																																																												
F001-00036472																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;"> Nombre/Razón Social : SONDAJES ARAOS E.I.R.L. DNI / RUC : 76146435-3 Dirección : CALLE PADRE TADEO 4720 QUINTA NORMAL - SANTIAGO - CHILE Condición de Pago : LETRA 30 Y 60 DIAS : -Credito USD 29,587.89 -Cuota001 USD 29,587.89 Fecha:09/09/2022 </td> <td style="width: 40%;"> Fecha Emisión : 2022-08-10 Tipo Moneda : USD Orden de Compra : INVENTARIO PD Guía de Remisión : T005-0000005 Nota Pedido : 157770 </td> </tr> </table>		Nombre/Razón Social : SONDAJES ARAOS E.I.R.L. DNI / RUC : 76146435-3 Dirección : CALLE PADRE TADEO 4720 QUINTA NORMAL - SANTIAGO - CHILE Condición de Pago : LETRA 30 Y 60 DIAS : -Credito USD 29,587.89 -Cuota001 USD 29,587.89 Fecha:09/09/2022	Fecha Emisión : 2022-08-10 Tipo Moneda : USD Orden de Compra : INVENTARIO PD Guía de Remisión : T005-0000005 Nota Pedido : 157770																																																																																									
Nombre/Razón Social : SONDAJES ARAOS E.I.R.L. DNI / RUC : 76146435-3 Dirección : CALLE PADRE TADEO 4720 QUINTA NORMAL - SANTIAGO - CHILE Condición de Pago : LETRA 30 Y 60 DIAS : -Credito USD 29,587.89 -Cuota001 USD 29,587.89 Fecha:09/09/2022	Fecha Emisión : 2022-08-10 Tipo Moneda : USD Orden de Compra : INVENTARIO PD Guía de Remisión : T005-0000005 Nota Pedido : 157770																																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #ffff00;"> <th>ITEM</th> <th>COOIGO</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>CANTIDAD</th> <th>U.M.</th> <th>PRECIO UNIT</th> <th>VALOR TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>580609P187300</td> <td>BROCA GEODRILL, HO, P1873, SERIE UP 7-10, DL, ZDL, 10WW WIDE</td> <td>20</td> <td>NIU</td> <td>532.90</td> <td>9,032.20</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>5826026076500</td> <td>ZAPATA GEODRILL, HWT, 60765, SERIE 2, DL, 8WW / ZAPATA IMPREGNADA</td> <td>8</td> <td>NIU</td> <td>301.14</td> <td>2,041.60</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>5806026099400</td> <td>BROCA GEODRILL, HO3, 60994, SERIE UP 2-4, DWW, ZDL, 10WW WIDE</td> <td>2</td> <td>NIU</td> <td>587.52</td> <td>995.80</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>580607P193900</td> <td>BROCA GEODRILL, HO3, P1939, SERIE UP 4-7, DWW, ZDL, 10WW WIDE</td> <td>4</td> <td>NIU</td> <td>587.52</td> <td>1,991.60</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>580609P194000</td> <td>BROCA GEODRILL, HO3, P1940, SERIE UP 7-10, DWW, ZDL, 10WW WIDE</td> <td>4</td> <td>NIU</td> <td>587.52</td> <td>1,991.60</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>580607P187400</td> <td>BROCA GEODRILL, HO3, P1874, SERIE UP 4-7, DL, ZDL, 10WW WIDE</td> <td>8</td> <td>NIU</td> <td>564.26</td> <td>3,825.52</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>5825026071500</td> <td>REAMING SHELL, P1942, SERIE UP 7-10, DWW, ZDL, 10WW WIDE</td> <td>3</td> <td>NIU</td> <td>449.00</td> <td>1,347.00</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>580509P207000</td> <td>CORE BAREL, P1945, SERIE UP 7-10, DWW, ZDL, 10WW WIDE</td> <td>5</td> <td>NIU</td> <td>890.00</td> <td>4,450.00</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>580607P187200</td> <td>CASING SHOE, P1948, SERIE UP 7-10, DWW, ZDL, 10WW WIDE</td> <td>4</td> <td>NIU</td> <td>200.00</td> <td>800.00</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>5825026071500</td> <td>ZAPATA GEODRILL, HO, 60715, SERIE 2, DL, 8WW / IMP, CASING SHOE, HO, 60715, SERIAL 2, DL, 8WW</td> <td>1</td> <td>NIU</td> <td>243.73</td> <td>206.55</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>580509P207000</td> <td>BROCA GEODRILL, NO, P2070, SERIE UP 9+, DL, ZDL, 8WW WIDE</td> <td>6</td> <td>NIU</td> <td>393.88</td> <td>2,002.80</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>580607P187200</td> <td>BROCA GEODRILL, HO, P1872, SERIE UP 4-7, DL, ZDL, 10WW WIDE</td> <td>2</td> <td>NIU</td> <td>532.90</td> <td>903.22</td> </tr> </tbody> </table>		ITEM	COOIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	U.M.	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL	1	580609P187300	BROCA GEODRILL, HO, P1873, SERIE UP 7-10, DL, ZDL, 10WW WIDE	20	NIU	532.90	9,032.20	2	5826026076500	ZAPATA GEODRILL, HWT, 60765, SERIE 2, DL, 8WW / ZAPATA IMPREGNADA	8	NIU	301.14	2,041.60	3	5806026099400	BROCA GEODRILL, HO3, 60994, SERIE UP 2-4, DWW, ZDL, 10WW WIDE	2	NIU	587.52	995.80	4	580607P193900	BROCA GEODRILL, HO3, P1939, SERIE UP 4-7, DWW, ZDL, 10WW WIDE	4	NIU	587.52	1,991.60	5	580609P194000	BROCA GEODRILL, HO3, P1940, SERIE UP 7-10, DWW, ZDL, 10WW WIDE	4	NIU	587.52	1,991.60	6	580607P187400	BROCA GEODRILL, HO3, P1874, SERIE UP 4-7, DL, ZDL, 10WW WIDE	8	NIU	564.26	3,825.52	7	5825026071500	REAMING SHELL, P1942, SERIE UP 7-10, DWW, ZDL, 10WW WIDE	3	NIU	449.00	1,347.00	8	580509P207000	CORE BAREL, P1945, SERIE UP 7-10, DWW, ZDL, 10WW WIDE	5	NIU	890.00	4,450.00	9	580607P187200	CASING SHOE, P1948, SERIE UP 7-10, DWW, ZDL, 10WW WIDE	4	NIU	200.00	800.00	10	5825026071500	ZAPATA GEODRILL, HO, 60715, SERIE 2, DL, 8WW / IMP, CASING SHOE, HO, 60715, SERIAL 2, DL, 8WW	1	NIU	243.73	206.55	11	580509P207000	BROCA GEODRILL, NO, P2070, SERIE UP 9+, DL, ZDL, 8WW WIDE	6	NIU	393.88	2,002.80	12	580607P187200	BROCA GEODRILL, HO, P1872, SERIE UP 4-7, DL, ZDL, 10WW WIDE	2	NIU	532.90	903.22
ITEM	COOIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	U.M.	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL																																																																																						
1	580609P187300	BROCA GEODRILL, HO, P1873, SERIE UP 7-10, DL, ZDL, 10WW WIDE	20	NIU	532.90	9,032.20																																																																																						
2	5826026076500	ZAPATA GEODRILL, HWT, 60765, SERIE 2, DL, 8WW / ZAPATA IMPREGNADA	8	NIU	301.14	2,041.60																																																																																						
3	5806026099400	BROCA GEODRILL, HO3, 60994, SERIE UP 2-4, DWW, ZDL, 10WW WIDE	2	NIU	587.52	995.80																																																																																						
4	580607P193900	BROCA GEODRILL, HO3, P1939, SERIE UP 4-7, DWW, ZDL, 10WW WIDE	4	NIU	587.52	1,991.60																																																																																						
5	580609P194000	BROCA GEODRILL, HO3, P1940, SERIE UP 7-10, DWW, ZDL, 10WW WIDE	4	NIU	587.52	1,991.60																																																																																						
6	580607P187400	BROCA GEODRILL, HO3, P1874, SERIE UP 4-7, DL, ZDL, 10WW WIDE	8	NIU	564.26	3,825.52																																																																																						
7	5825026071500	REAMING SHELL, P1942, SERIE UP 7-10, DWW, ZDL, 10WW WIDE	3	NIU	449.00	1,347.00																																																																																						
8	580509P207000	CORE BAREL, P1945, SERIE UP 7-10, DWW, ZDL, 10WW WIDE	5	NIU	890.00	4,450.00																																																																																						
9	580607P187200	CASING SHOE, P1948, SERIE UP 7-10, DWW, ZDL, 10WW WIDE	4	NIU	200.00	800.00																																																																																						
10	5825026071500	ZAPATA GEODRILL, HO, 60715, SERIE 2, DL, 8WW / IMP, CASING SHOE, HO, 60715, SERIAL 2, DL, 8WW	1	NIU	243.73	206.55																																																																																						
11	580509P207000	BROCA GEODRILL, NO, P2070, SERIE UP 9+, DL, ZDL, 8WW WIDE	6	NIU	393.88	2,002.80																																																																																						
12	580607P187200	BROCA GEODRILL, HO, P1872, SERIE UP 4-7, DL, ZDL, 10WW WIDE	2	NIU	532.90	903.22																																																																																						
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> SON: VEINTINUEVE MIL QUINIENTOS OCHENTA Y SIETE CON 89/100 DOLARES AMERICANOS </td> <td style="width: 40%; padding: 5px;"> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;">Subtotal</td> <td style="text-align: right; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;">\$ 25,074.48</td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black;">IGV %</td> <td style="text-align: right; border-bottom: 1px solid black;">\$ 4513.41</td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black;">Total</td> <td style="text-align: right; border-bottom: 1px solid black;">\$ 29,587.89</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>		SON: VEINTINUEVE MIL QUINIENTOS OCHENTA Y SIETE CON 89/100 DOLARES AMERICANOS	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;">Subtotal</td> <td style="text-align: right; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;">\$ 25,074.48</td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black;">IGV %</td> <td style="text-align: right; border-bottom: 1px solid black;">\$ 4513.41</td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black;">Total</td> <td style="text-align: right; border-bottom: 1px solid black;">\$ 29,587.89</td> </tr> </table>	Subtotal	\$ 25,074.48	IGV %	\$ 4513.41	Total	\$ 29,587.89																																																																																			
SON: VEINTINUEVE MIL QUINIENTOS OCHENTA Y SIETE CON 89/100 DOLARES AMERICANOS	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;">Subtotal</td> <td style="text-align: right; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;">\$ 25,074.48</td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black;">IGV %</td> <td style="text-align: right; border-bottom: 1px solid black;">\$ 4513.41</td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black;">Total</td> <td style="text-align: right; border-bottom: 1px solid black;">\$ 29,587.89</td> </tr> </table>	Subtotal	\$ 25,074.48	IGV %	\$ 4513.41	Total	\$ 29,587.89																																																																																					
Subtotal	\$ 25,074.48																																																																																											
IGV %	\$ 4513.41																																																																																											
Total	\$ 29,587.89																																																																																											
Representación gráfica del documento electrónico, este puede ser consultado en: http://www.geo-drill.com/index.php Autorizado a ser Emisor Electrónico mediante resolución N° 0180050002250/SUNAT																																																																																												

Fuente: Geodrill

ANEXO 38: BOLETA PAGO A PERFORISTA

RUC: 20273877569							
MES	BOLETA DE FIN DE MES						TOTAL INGRESOS
Setiembre 2022							4200.00
MATRICULA	APELLIDOS Y NOMBRES	D.N.I / L.E	AUTOGENERADO		CUSSP	AFP	
0000100443	MERMA ILLACHOQUE FREDY	42573858	8406151MMICF001		608461FMIMCO	INTEGRA	
CENTRO COSTO	AREA	PUESTO			UBICACION	FEC. INGRESO	
PROYECTO ANTAPACCAY	PROYECTO ANTAPACCAY	OPERADOR DE MAQUINA TIPO 1			CUZCO	01/04/2019	
DIAS NO LAB.	DIAS SUBSID.	F.INI.VAC	F.FIN.VAC	DIAS EFECTIVO	HORAS ORDIN.	H.EXTRAS	DIAS LABORADOS
0	0			30	200	0	20
INGRESOS							
*HABER BASICO				3800.00			
ASIGNACION FAMILIAR				100.00			
BONO X RESPONSABILIDAD				300.00			
TOTAL REMUNERACIONES				4200.00			
DESCUENTOS							
APORTE OBLIGATORIO AFP				450.25			
APORTE S. INVAL. SOBR. Y SEP.				78.34			
+VIDA SEGURO DE ACCIDENTES				5.00			
IMPUESTO A LA RENTA 5TA				165.06			
TOTAL DESCUENTOS				698.65			
NETO A PAGAR				3501.85			
APORTES DEL EMPLEADOR							
ESSALUD				405.23			
IMPUESTO EXTRAORDINARIO SOLIDARIDAD				0.00			
SENATI				0.00			
SEGURO COMPLEMENTARIO TRABAJO RIESGO (SCTR)				55.38			
SCTR PENSION				78.79			
VIDA LEY				20.90			
TOTAL CONTRIBUCIONES				560.30			
NRO. CUENTA				7940282556			
							
RECIBI CONFORME				EMPLEADOR O REPRESENTANTE			
REM-00034967							

Fuente: Geodrill

ANEXO 39: COTIZACIÓN DE ADITIVOS DE PERFORCIÓN DIAMANTINA



PTC SAC

PTC S.A.C.
RUC: 20191338856
AV. ALFONSO UGARTE 1855
STA. CLARA, ATE LIMA
Perú

Cotización # SO245

Cliente: GEODRILL SAC
RUC: 20273877569
Dirección: AV. HAYAS 1329
LIMA LIMA CHORRILLOS

Fecha de Cotización: 28/04/2023 16:17:58
Validez de oferta: 28/04/2023
Elaborado Por: Mauricio Cardenas Torres
Moneda: DOLAR
Dirección de Entrega: ALMACEN AREQUIPA

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	TIEMPO DE ENTREGA	CANT	U.M.	PRECIO UNIT.	TOTAL
1	E1-044	VISCOSIFICADOR (VIS)		48.000	Unidad(es)	70.00	\$ 3,360.00
2	E1-037	BENTONITA		150.000	Unidad(es)	19.00	\$ 2,850.00
3	E1-003	AUS – DET		35.000	Unidad(es)	62.00	\$ 2,170.00
4	E1-029	CARBONATADA PH		24.000	Unidad(es)	8.00	\$ 192.00
5	E1-030	PAC		25.000	Unidad(es)	100.00	\$ 2,500.00
6	E1-047	BLACK HOLE		26.000	Unidad(es)	89.00	\$ 2,314.00
7	E1-041	POLY PLUS		26.000	Unidad(es)	80.00	\$ 2,080.00
8	E1-039	POLY LUBE		30.000	Unidad(es)	35.00	\$ 1,050.00

Subtotal	\$ 13,996.61
IGV 18%	\$ 2,519.39
Total	\$ 16,516.00

Validéz de la Oferta: 28/04/2023

Condiciones de Pago:
PTC S.A.C.

BCP Cuenta Soles Corriente
Nro.430-2223405-0-69
CCI.00243000222340506972

BCP Cuenta Dólares Corriente
Nro. 430-2639391-1-58
CCI. 00243000263939115876

ANEXO 40: COTIZACION DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD



AGRADECEREMOS ENVIAR SUS ÓRDENES DE COMPRA AL E-MAIL:
ovbackoffice@prosac.com.pe

PROSAC S.A.
 SAN IGNACIO DE LOYOLA 271
 MIRAFLORES LIMA L18
 PERÚ
 20167884491

GEODRILL SAC

Cotización
COT198717

Fecha: 05/8/2022
 Fecha de Vencimiento: 05/8/2022
 Forma de pago: FACTURA 30 DIAS
 Plazo de entrega:

Representante de Venta: SARA MORALES
 Correo Electrónico: SMORALES@PROSAC.COM.PE
 Teléfono: 99962-8435
 Celular:

Contacto: JAVIER BELTRAN
 Correo Electrónico: geogrill@crubher.com.pe
 Teléfono: 54 60 4000
 Celular:

Item	-	Unidad	Cantidad	P Unitario	Precio Total
MAMELUCO JEANS	ver	UNIDAD	80	89.00	S/ 7,120.00
ROPA DE JEBE CON CAPUCHA	ver	UNIDAD	100	76.00	S/ 7,600.00
LENTE SPY CLARO AF STEELPRO 352451590099	ver	UNIDAD	120	4.00	S/ 480.00
FILTRO DE RESPIRADOR 2097	ver	UNIDAD	90	27.00	S/ 2,430.00
TAPÓN AUDITIVO REUTILIZABLE EP- T06C 26dB (BOLSA) STEELPRO 201851310071	ver	UNIDAD	130	2.50	S/ 325.00
GUANTE CUERO PUÑO CORTO (BLANCO) STEELPRO X 12 300850680019	ver	PAR	110	6.00	S/ 660.00
CASCO DE SEGURIDAD 3M	ver	UNIDAD	70	49.00	S/ 3,430.00
CHALECO DE SEGURIDAD	ver	UNIDAD	85	35.00	S/ 2,975.00
ZAPATO METATARSAL	ver	PAR	60	160.00	S/ 9,600.00
GUANTES DE HYCRON	ver	PAR	110	12.00	S/ 1,320.00
RESPIRADOR 3M PARA POLVO	ver	UNIDAD	90	7.00	S/ 630.00

MONTO EN LETRAS: TREINTA Y SEIS MIL QUINIENTOS SETENTA CON 04/100 SOLES

Subtotal	S/. 30991.53
Costo de Envío	
IGV %	S/. 5578.48
Total	36570.04

Notas:

1 of 2



San Ignacio de Loyola 271 - Miraflores Tel. (01) 617-1212 Fax: 617-1213 www.prosac.com.pe contacto@prosac.com.pe
 Calle Jacinto Ibañez 315 Parque Industrial E-201 - Arequipa Tel. (054) 233952

Fuente: PROSAC