

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS

**“ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO PARA LA SELECCIÓN ÓPTIMA DE LA
MAQUINA PERFORADORA DIAMANTINA POR LA EMPRESA REMICSA
DRILLING S.A. UNIDAD MINERA YAULIYACU - LIMA”.**

PRESENTADO POR:

Bachiller GLORIA MOJONERO AGUILAR

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS

Asesor:

MGT. RAIMUNDO MOLINA DELGADO

CUSCO – PERU

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 trabajo de investigación titulado:
“ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO PARA LA SELECCIÓN ÓPTIMA DE LA MAQUINA PERFORADORA DIAMANTINA POR LA EMPRESA REMICSA DRILLING S.A. UNIDAD MINERA YAULIYACU - LIMA”

Presentado por **Gloria Mojonero Aguilar**, con código universitario Nro. **080160** 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, 07 de febrero 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:27259:203556919?locale=es>

NOMBRE DEL TRABAJO

**ANALISIS TECNICO ECONOMICO PARA
LA SELECCIÓN OPTIMA DE LA MAQUINA
PERFORADORA DIAMANTINA POR LA E
MPR**

AUTOR

GLORIA MOJONERO AGUILAR

RECUENTO DE PALABRAS

17142 Words

RECUENTO DE CARACTERES

92772 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

132 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

50.8MB

FECHA DE ENTREGA

Feb 7, 2023 2:27 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Feb 7, 2023 2:29 PM GMT-5

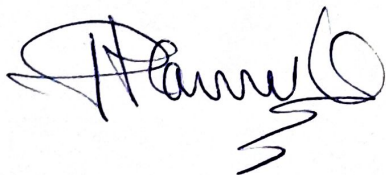
● **10% de similitud general**

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

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de trabajos entregados
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 30 palabras)
- Material bibliográfico
- Material citado
- Fuentes excluidas manualmente



DEDICATORIA

*A mis Padres Epifanio Mojonero y
Eulogia Aguilar por ser mi apoyo
incondicional, muchas gracias por su
apoyo.*

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida, salud y la capacidad de poder continuar mirando hacia adelante, y a mis padres por educarme con sus valores. Asimismo, a todo mi entorno de amigos y familiares por su constante apoyo.

Agradecer también a la Compañía Minera Los Quenuales S.A. Unidad Minera Yauliyacu, a los ingenieros, trabajadores y todo el personal de la Compañía por compartir sus experiencias y conocimientos referentes a la operación diamantina, por haberme hecho parte de este grupo de amigos y compañeros.

A la vez extender mi agradecimiento a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico y darme la oportunidad de tener una formación académica y profesional.

Gloria Mojonero Aguilar.

INTRODUCCIÓN.

La presente tesis es una investigación desarrollada en el año 2020, lo cual busca optimizar el ciclo de perforación diamantina, disminuir el costo del proceso de perforación con la máquina perforadora diamantina RD500 y reducir el tiempo del proceso de perforación, esta perforadora RD500 debe ser adecuado para perforar en labores de dimensiones reducidas (3.5 m x 3.5 m), actualmente viene trabajando en estas labores la unidad minera Yauliyacu.

En el año 2019 la empresa Redrilsa plantea implementar una nueva perforadora RD500, con dimensiones factibles para labores reducidas, siendo este el primer equipo con sus características únicas en el mercado, obteniendo resultados positivos por sus dimensiones para poder continuar los la dinamicidad de las labores en desarrollo y evitar demoras asimismo permitirá extraer los testigos en las labores reducidas para su proyección de dichas labores.

Resumen.

La presente tesis realiza un análisis técnico y económico de los parámetros que deben de considerarse para la selección optima de las perforadoras diamantina Metre Eater y RD500 en la unidad minera Yauliyacu. Así mismo mostrar la diferencia entre las dos perforadoras diamantinas para minería subterránea.

Se persigue el objetivo de demostrar la optimización de estas perforadoras, reduciendo tiempos de espera para continuar con la dinamicidad de las labores minera, aumentar la producción, delimitación y extracción del mineral así como el costos al extraer los testigos de rocas, considerados exploratorios o ínfilos en la unidad minera Yauliyacu, perteneciente a la compañía minera Los Quenuales S.A.

Esta tesis contará con cinco capítulos, los temas a tratar será en el capítulo 1 trata sobre temas de generalidades de la investigación, capítulo 2 marco teórico del estudio a investigar, capítulo 3 ámbito de estudio, capítulo 4 análisis técnico-económico para la selección optima de las perforadoras diamantinas y capítulo 5 resultados y discusión.

Abstract.

This thesis carries out a technical and economic analysis of the parameters that must be considered for the optimal selection of the Meter Eater and RD500 diamond drills in the Yauliyacu mining unit. Also show the difference between the two diamond drills for underground mining.

The objective of demonstrating the optimization of these drills is pursued, reducing waiting times to continue with the dynamism of mining work, increasing the production, delimitation and extraction of the mineral as well as the costs when extracting the rock samples, considered exploratory or insignificant. in the Yauliyacu mining unit, belonging to the mining company Los Quenuales S.A.

This thesis will have five chapters, the topics to be dealt with will be in chapter 1 dealing with general research issues, chapter 2 theoretical framework of the study to be investigated, chapter 3 field of study, chapter 4 technical-economic analysis for optimal selection of the diamond drills and chapter 5 results and discussion.

INDICE

| | |
|--|-----|
| DEDICATORIA | II |
| AGRADECIMIENTO | III |
| INTRODUCCIÓN..... | IV |
| Resumen. | V |
| Abstract..... | VI |
| CAPITULO I..... | 14 |
| GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN..... | 14 |
| 1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... | 14 |
| 1.1.1 Planteamiento del problema. | 14 |
| 1.1.2 Formulación del problema..... | 15 |
| 1.1.2.1 Problema general. | 15 |
| 1.1.2.2 Problemas específicos. | 15 |
| 1.2 OBJETIVOS..... | 15 |
| 1.2.1 Objetivo general..... | 16 |
| 1.2.2 Objetivos específicos. | 16 |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO..... | 16 |
| 1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES..... | 16 |
| 1.5 HIPÓTESIS..... | 17 |
| 1.5.1 Hipótesis general. | 17 |
| 1.5.2 Hipótesis específicos. | 17 |
| 1.6 VARIABLES E INDICADORES..... | 17 |
| 1.7 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN..... | 18 |
| 1.7.1 Tipo de investigación | 18 |
| 1.7.2 Nivel de investigación | 18 |
| 1.7.3 Técnicas de recolección de datos | 18 |
| 1.7.4 Procesamiento de datos | 18 |
| 1.7.5 Técnicas de análisis de datos | 18 |
| 1.7.6 Población y muestra. | 18 |
| 1.7.7 Población..... | 18 |
| 1.7.7.1 Muestra..... | 19 |
| CAPITULO II:..... | 20 |
| MARCO CONCEPTUAL | 20 |
| 2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIOS..... | 20 |
| 2.2 MARCO CONCEPTUAL..... | 22 |
| 2.2.1 Optimizar | 23 |
| 2.2.2 Eficiencia | 23 |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.2.3 | Tasa de oportunidad | 23 |
| 2.2.4 | Valor de salvamento | 23 |
| 2.2.5 | Costo | 23 |
| 2.2.6 | Costo de posesión | 23 |
| 2.2.7 | Gasto | 23 |
| 2.2.8 | Depreciación..... | 24 |
| 2.2.9 | Flujo de caja | 24 |
| 2.2.10 | Perforación. | 24 |
| 2.2.11 | Perforación diamantina | 24 |
| 2.2.12 | Clasificación de los equipos de perforación diamantina: | 25 |
| 2.2.13 | Roca | 25 |
| 2.2.14 | Estructura | 26 |
| 2.2.15 | Dureza | 27 |
| 2.2.16 | Testigo de perforación | 27 |
| 2.2.17 | Máquinas perforadoras diamantinas | 28 |
| 2.2.18 | Cámara de perforación | 30 |
| 2.2.19 | Plano geomecánico del área a evaluar. | 30 |
| 2.2.20 | Brocas: | 30 |
| 2.2.21 | Corona..... | 30 |
| 2.2.22 | Tipos de coronas: | 31 |
| 2.2.23 | Diámetro de coronas:..... | 32 |
| 2.2.24 | Componentes coronas impregnadas | 32 |
| 2.2.25 | Clases de vías de agua en las coronas..... | 33 |
| 2.2.26 | Selección de brocas de perforación diamantina..... | 35 |
| 2.2.27 | Tipos de tuberías en perforación diamantina | 37 |
| 2.2.28 | Escariador (Reaming Shell): | 40 |
| 2.2.29 | Zapata para revestimiento | 40 |
| 2.2.30 | Barras de revestimiento (Casing)..... | 41 |
| 2.2.31 | Barril sacatestigos..... | 41 |
| 2.2.32 | Cajas porta testigos | 43 |
| 2.2.33 | Parámetros de operación..... | 43 |
| 2.2.34 | Fluidos de perforación | 46 |
| 2.2.35 | Condiciones de la cámara diamantina en interior mina. | 51 |
| 2.2.36 | Mapa de riesgo | 52 |
| 2.2.37 | Proceso de perforación..... | 53 |
| 1.2.37.1 | Plano geomecánico..... | 54 |
| 1.2.37.2 | Malla de perforación - número de taladros. | 54 |

| | | |
|---|---|----|
| 1.2.37.3 | Operación diamantina con el equipo de perforación diamantina..... | 54 |
| 1.2.37.4 | Secuencia de perforación diamantina y obtención de muestras | 56 |
| 1.2.37.5 | Medición réflex del sondaje..... | 57 |
| 1.2.37.6 | Sellado de sondajes..... | 57 |
| CAPITULO III..... | | 59 |
| ÁMBITO DE ESTUDIO | | 59 |
| 3.1 | UBICACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN..... | 59 |
| 3.1.1 | Ámbito de investigación..... | 59 |
| 3.1.2 | Accesibilidad..... | 59 |
| 3.1.3 | Topografía y relieve | 60 |
| 3.1.4 | Clima..... | 60 |
| 3.2 | DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD MINERA YAULIYACU..... | 60 |
| 3.2.1 | Geología regional..... | 61 |
| 3.2.1.1 | Estratigrafía..... | 61 |
| 3.2.2 | Geología estructural..... | 62 |
| 3.2.2.1 | Estructuras principales..... | 62 |
| 3.2.3 | Geología local..... | 63 |
| 3.2.3.1 | Origen y Tipo de yacimiento..... | 63 |
| 3.2.3.2 | Mineralogía..... | 63 |
| 3.2.3.3 | Alteraciones..... | 63 |
| 3.2.4 | Geología económica..... | 64 |
| 3.2.5 | Recursos minerales..... | 66 |
| 3.2.6 | MINERÍA..... | 67 |
| 3.2.6.1 | Planeamiento de mina..... | 67 |
| 3.2.6.2 | Capacidad de producción..... | 68 |
| 3.2.6.3 | Métodos de explotación del mineral | 68 |
| CAPITULO IV | | 69 |
| ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO PARA LA SELECCIÓN ÓPTIMA DE LAS PERFORADORAS DIAMANTINAS..... | | 69 |
| 4.1 | Características geomecánicas del área de estudio..... | 69 |
| 4.1.1 | Bieniawski – RMR (Rock Mass Rating)..... | 69 |
| 4.1.2 | GSI | 70 |
| 4.1.3 | Calidad y clase de rocas en el área de la mina..... | 72 |
| 4.1.4 | Parámetros geomecánicos | 72 |
| 4.1.4.1 | Condición de la cámara diamantina..... | 72 |
| 4.1.4.2 | Selección de broca..... | 73 |
| 4.2 | Factores técnicos..... | 74 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 4.2.1 | Parámetros técnicos de las perforadoras diamantinas | 74 |
| 4.2.2 | Procedimiento de la operación..... | 81 |
| 4.2.3 | Cualidades del operador..... | 82 |
| 4.2.4 | Triangulo del éxito en la perforación | 83 |
| 4.2.5 | Velocidad de rotación (RPM) | 83 |
| 4.2.6 | Vida útil de las perforadoras diamantinas | 85 |
| 4.2.7 | Datos de campo de las perforadoras | 85 |
| 4.2.8 | Rendimiento del equipo | 87 |
| 4.3 | Factores económicos. | 88 |
| 4.3.1 | Depreciación (De)..... | 88 |
| 4.3.2 | Costos directo..... | 89 |
| 4.3.2.1 | Costo directo de accesorios de perforación..... | 89 |
| 4.3.2.2 | Costo directo de herramientas de perforación | 90 |
| 4.3.2.3 | Costo directo de mano de obra | 92 |
| 4.3.2.4 | Costo directo de equipos de protección personal (EPP)..... | 92 |
| 4.3.2.5 | Costo directo de aditivos y grasas para la perforación..... | 93 |
| 4.3.2.6 | Costo directo para la operación..... | 94 |
| 4.3.2.7 | Costo directo de servicio en la perforación (\$/m)..... | 94 |
| 4.3.2.8 | Costo directo de mantenimiento de las perforadoras: Se tiene:..... | 95 |
| 4.3.3 | Costos indirectos | 97 |
| 4.3.3.1 | Costo indirecto de mano de obra..... | 97 |
| 4.3.3.2 | Costo indirecto de equipos de protección personal (EPP)..... | 97 |
| 4.4 | RENTABILIDAD DEL PROYECTO..... | 98 |
| 4.4.1 | Cálculo del VAN (VALOR ACTUAL NETO)..... | 100 |
| 4.4.2 | Cálculo del TIR (TASA INTERNA DE RETORNO) o tasa de rendimiento ME..... | 101 |
| 4.4.3 | Cálculo del VAN (VALOR ACTUAL NETO)..... | 104 |
| 4.4.4 | Cálculo del TIR (TASA INTERNA DE RETORNO) o tasa de rendimiento RD500 | 105 |
| 4.4.5 | Periodo de retorno de la inversión (PRI) de las perforadoras..... | 106 |
| | CAPITULO V | 108 |
| | RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 108 |
| 5.1 | Resultados técnico-económicos de las perforadoras..... | 108 |
| 5.1.1 | Aspecto geomecánica..... | 110 |
| 5.1.2 | Resultados técnicos..... | 111 |
| 5.1.3 | Resultados económicos..... | 112 |
| 5.2 | Comentarios finales de decisión..... | 113 |
| | CONCLUSIONES..... | 115 |
| | RECOMENDACIONES..... | 116 |

| | |
|-------------------|-----|
| Bibliografía..... | 117 |
| ANEXOS..... | 118 |

ÍNDICE DE TABLA

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Variables e indicadores | 14 |
| Tabla 2: Escala de mohs | 24 |
| Tabla 3: Dureza del terreno | 24 |
| Tabla 4: Equipos de perforación diamantina de la empresa Redrilsa | 25 |
| Diámetro de coronas, sistema Wireline. | 29 |
| Tabla 6: Clasificación de dureza de las brocas de diamante | 33 |
| Tabla 7: Diámetro estándar de perforación en minería | 35 |
| Tabla 8: Clases de barra de perforación según sus diámetros | 36 |
| Tabla 9: Dimensión de escariadora | 37 |
| Tabla 10: Concentraciones estándar para definir las características del agua | 47 |
| Tabla 11: Accesibilidad a la Unidad Minera Yauliyacu | 56 |
| Tabla 12: Columna estratigráfica de la unidad minera Yauliyacu | 58 |
| Tabla 13: Resumen de Recursos Minerales Yauliyacu | 63 |
| Tabla 14: Catilla de selección de tipo de matriz | 70 |
| Tabla 15: Resumen de avance de perforación por la maquina ME de campo | 83 |
| Tabla 16: Resumen de avance de perforación por la maquina RD500 de campo | 84 |
| Tabla 17: Adquisición y vida útil de las perforadoras | 85 |
| Tabla 18: Depreciación de las perforadoras | 86 |
| Tabla 19: Costo de accesorios de perforación | 86 |
| Tabla 20: Costo de materiales para la perforación | 87 |
| Tabla 21: Costo de herramientas de perforación | 88 |
| Tabla 22: Costo directo | 89 |
| Tabla 23: Costo directo e indirecto del personal | 89 |
| Tabla 24: Costo de EPP del personal directo..... | 90 |
| Tabla 25: Costo de aditivos y grasas para la perforación..... | 90 |
| Tabla 26: Costo directo para la operación | 91 |
| Tabla 27: Costo de servicio en la perforación diamantina | 91 |
| Tabla 28: Costo de mantenimiento anual de la perforadora ME | 92 |
| Tabal 29: Costo de mantenimiento anual de la perforadora RD500 | 93 |
| Tabla 30: Costo indirecto de mano de obra | 94 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 31: Costo de EPP del personal indirecto | 94 |
| Tabla 32: Inversión inicial de las perforadoras ME y RD500 | 95 |
| Tabla 33: Análisis económico financiero de la perforadora ME..... | 96 |
| Tabla 34: Flujo de caja maquina ME | 97 |
| Tabla 35: Análisis económico financiero de la perforadora RD500..... | 99 |
| Tabla 36: Flujo de caja perforadora RD500 | 101 |
| Tabla 37: Año de recuperación para la inversión | 103 |
| Tabla 38: Año de recuperación para la inversión | 104 |
| Tabla 39: Diferencia comparativa de las perforadoras | 106 |

ÍNDICE DE GRAFICO

| | |
|--|----|
| Gráfico 1: Clasificación de la estructura del terreno para la perforación diamantina | 14 |
| Gráfico2: Equipos para la perforación diamantina | 26 |
| Gráfico 3: Broca de insertos superficial | 28 |
| Gráfico 4: Broca impregnada | 28 |
| Gráfico 5: Componentes coronas impregnadas | 29 |
| Gráfico 6: Kit de prueba de dureza de Mohs..... | 32 |
| Grafico 7: Barra de perforacion diamantina | 36 |
| Gráfico 8: Barras de perforación | 36 |
| Gráfico 9: Escariador (Reaming Shell) | 37 |
| Gráfico 10: Zapatas (Casing Shoes) | 37 |
| Gráfico 11: Barra de revestimiento (Casing) | 38 |
| Gráfico 12: Cabezal y tubo interior o sacatestigo | 38 |
| Gráfico 13: Componentes barril sacatestigo | 39 |
| Gráfico 14: Parte superior del cabezal al que va enroscado el tubo sacatestigos (tubo interior) | 39 |
| Gráfico 15: Esquema del core barel o barril armado en el fondo del sondeo | 39 |
| Gráfico 16: Cajas porta testigos y tacos de madera | 40 |
| Gráfico 17: Parámetros de operación | 41 |
| Gráfico 18: Velocidad de rotación | 41 |
| Gráfico 19: Carga sobre la broca | 42 |
| Gráfico 20: Preparación de lodo | 42 |
| Gráfico 21: Fluido de perforación diamantina | 43 |

| | |
|---|----|
| Gráfico 22: Cámara diamantina | 49 |
| Gráfico 23: Mapa de Riesgos | 50 |
| Gráfico 24: Puntos marcados para el sondaje (boca y cola) | 51 |
| Gráfico 26: Sellado de sondajes con cemento | 55 |
| Gráfico 27: Colocado de packers a solicitud de Geología | 55 |
| Gráfico 28: Ubicación de la EMQSA, UM Yauliyacu | 57 |
| Gráfico 29: Plano de geología estructural (fallas y pliegues) | 59 |
| Gráfico 30: Alteración que presenta por zona en la unidad Yauliyacu | 61 |
| Gráfico 31: Horizontes color rojo es más ancha y de mejor ley | 64 |
| Gráfico 32: Cartilla GSI (Índice Geológico de Resistencia) | 68 |
| Gráfico 33: Posicionamiento de la perforadora RD 500 | 72 |
| Gráfico34: Posicionamiento de la perforadora RD 500 | 73 |
| Gráfico 35: Unidad de poder | 74 |
| Gráfico 36: Capacidad de Posicionamiento | 76 |
| Gráfico 37: Dimensión de la unidad de poder | 77 |
| Gráfico 38: Triangulo del éxito en la perforación | 80 |

CAPITULO I

GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

1.1.1 Planteamiento del problema.

La unidad minera Yauliyacu pertenece a la compañía minera Los Quenuales S.A., una subsidiaria de Glencore Finance (Bermuda) Ltd., es una mina subterránea con una profundidad operativa de 1,296 metros, donde se extrae mineral polimetálico y se produce concentrados de zinc, plomo, cobre y bulk (obtenido en la planta, es el concentrado de: plata, cobre y plomo). Se encuentra ubicada a una altura de 4,250 m.s.n.m. en el distrito de Chicla, provincia de Huarochirí, Departamento de Lima.

En la etapa de exploración se realiza proyecciones para posterior desarrollo, profundización de labores, descarte de las vetas o cubicación de mineralización a través de toma de testigos mediante la perforación, esta actividad en interior mina está terciarizado a cargo de la empresa Remicsa Drilling S.A. (REDRILSA), esta actividad es de alto riesgo porque comprende trabajos repetitivos que ocasiona fatiga, por lo que el trabajador hace de los riesgos parte de su trabajo. Las cámaras en la unidad minera Yauliyacu aun cuentan con dimensiones reducidas de 3.5 m x 3.5 m, donde se viene trabajando actualmente con la maquina perforadora Metre Eater (ME) generando demoras en las operaciones, al hacer uso de esta máquina el tiempo de perforación es

mayor ya que al operar esta máquina se requiere de más esfuerzo físico del personal generando tiempos muertos, demoras para la continuidad de las labores a profundizar, menores avances de perforación (metros perforados), mayores costo, baja rentabilidad del negocio en la empresa REDRILSA, así mismo mayor riesgo del personal por manipuleo de equipo ocasionando discontinuidad del proceso en caso de la ocurrencia de un accidente. En el mercado existen competencias de máquinas perforadoras diamantinas de grandes dimensiones poniendo en desventaja para las cámaras diamantinas de dimensiones reducidas, es por esta razón REDRILSA requiere de una nueva máquina perforadora diamantina para estas condiciones de las cámaras con el fin de optimizar el ciclo de perforación en la unidad minera Yauliyacu así mismo que nos permita responder a la dinamicidad de las demás operaciones, cuyas perforadoras sean para estas condiciones de accesos restringidos (dimensiones reducidas).

1.1.2 Formulación del problema.

1.1.2.1 Problema general.

- ❖ ¿Qué parámetros se debe tener en cuenta para seleccionar la máquina perforadora más óptima por la empresa Remicsa Drilling S.A. para la Unidad Minera Yauliyacu?

1.1.2.2 Problemas específicos.

- ❖ ¿Cuáles son los parámetros geomecánicos que debe considerarse para elegir una maquina perforadora para la Unidad Minera Yauliyacu?
- ❖ ¿Cuáles son los factores técnicos para la selección más óptima de las máquinas perforadoras para la Unidad Minera Yauliyacu?
- ❖ ¿Cuáles serán los factores económicos más conveniente para la selección de la maquinas perforadoras para la Unidad Minera Yauliyacu?

1.2 OBJETIVOS.

1.2.1 Objetivo general.

- ❖ Determinar los parámetros técnico-económico para la selección de la máquina perforadora más óptima por la empresa Remicsa Drilling S.A. para la Unidad Minera Yauliyacu.

1.2.2 Objetivos específicos.

- ❖ Determinar los parámetros geomecánicos que deben considerarse para elegir una máquina perforadora para la Unidad Minera Yauliyacu.
- ❖ Determinar los factores técnicos para la selección de la máquina perforadora más óptima para la Unidad Minera Yauliyacu.
- ❖ Determinar los factores económicos más convenientes para la selección de la maquina perforadora para la Unidad Minera Yauliyacu.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.

La misión de la empresa REDRILSA es exceder las necesidades de nuestros clientes a través de un constante mejoramiento de la calidad en los procesos y en los servicios creando un ambiente agradable a todo nuestro personal que nos asegurara el éxito como empresa. Por consiguiente, la empresa REDRILSA requiere de una nueva máquina perforadora para evitar demoras en labores de profundización e incrementar la producción de testigos diamantinas en el menor tiempo posible y a bajos costos, cuyas máquinas perforadoras sean para accesos restringidos de las cámaras diamantinas. Hoy en día existen competencias en el mercado las empresas de este rubro buscan reducir sus costos, incrementar su producción, se busca la optimización de las operaciones en el menor tiempo posible y sobre todo evitar accidentes, cumpliendo los controles de riesgo para la seguridad del personal.

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES.

Alcance: se realizará en la unidad minera Yauliyacu (minería subterránea).

Limitaciones: El estudio se realiza dentro de la cámara de dimensiones 3.5 m x

3.5m. Por un periodo aproximado de 7 años, debido a su vida útil de las perforadoras de diamantinas.

1.5 HIPÓTESIS.

1.5.1 Hipótesis general.

- ❖ Determinando los parámetros técnicos – económicos se podrá seleccionar la maquina perforadora más óptima por la empresa Remicsa Drilling S.A. para la Unidad Minera Yauliyacu.

1.5.2 Hipótesis específicos.

- ❖ Al conocer los parámetros geomecánicos se podrá elegir la máquina perforadora para la Unidad Minera Yauliyacu.
- ❖ Al conocer los factores técnicos nos permitirá seleccionar la máquina perforadora más óptima para la Unidad Minera Yauliyacu.
- ❖ Al conocer los factores económicos nos permitirá seleccionar la máquina perforadora diamantina más conveniente para la Unidad Minera Yauliyacu.

1.6 VARIABLES E INDICADORES.

Tabla 1

VARIABLES e Indicadores

| TIPO DE VARIABLES | VARIABLES | INDICADORES |
|----------------------|--|-------------------------------------|
| Dependiente | - Selección óptima de máquina perforadora | - Eficiencia (m/h) |
| Independiente | - Características geomecánicas del terreno | - Calidad de roca: RQD,RMR, GSI |
| | - Velocidad de perforación | - m/h, corridas/minuto |
| | - Costo de perforación diamantina | - \$/m, costo (\$/día) |
| | - Metros de testigos requeridos | - m de testigo, corridas de testigo |
| | - Cualidades del operador | - Eficiencia, % |

Nota. Descripción de variables e indicadores Fuente: Propia

1.7 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

1.7.1 Tipo de investigación

Aplicada: la investigación aplicada busca el conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar.

1.7.2 Nivel de investigación

Explicativa: con este estudio podemos conocer por que un hecho o fenómeno de la realidad tiene características, cualidades, propiedades.

1.7.3 Técnicas de recolección de datos

- Análisis de datos
- Análisis de campo
- Análisis documentario

1.7.4 Procesamiento de datos

Los datos de origen primario serán obtenidos y analizados de la siguiente forma:

- Análisis geomecánico
- Análisis técnico
- Análisis económico
- Evaluación de los parámetros
- Análisis de datos operacionales
- Evaluación de los resultados comparativos

1.7.5 Técnicas de análisis de datos

Se utilizó lo siguiente para determinar y procesar los datos obtenidos:

- Hoja de calculo
- AutoCAD
- Base de datos

1.7.6 Población y muestra.

1.7.7 Población.

En la unidad minera Yauliyacu actualmente se viene trabajando con las siguientes perforadoras: Metre Eater, RD 800, LM 75, LM 110 y RD 500 cada una en sus respectivas cámaras.

1.7.7.1 Muestra.

Para la investigación se ha tomado como muestra la perforadora Metre Eater y RD 500. Esta muestra es considerada como muestra por conveniencia.

CAPITULO II: MARCO CONCEPTUAL

2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIOS.

Para el desarrollo del estudio de investigación se tomó como referencia a los siguientes trabajos:

a) Tema: INNOVACION TECNOLOGICA EN PERFORACION DIAMANTINA

Autor: Oscar Rosales Reyes

Informe De Ingeniería presentado en la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Conclusiones:

- Definitivamente empleando el método de perforación diamantina, obteniendo una muestra de roca, nos da una mayor información del depósito de mineral en investigación, como: Información estratigráfica, grado de mineralización, dureza de roca, permeabilidad de roca, etc.
- El continuo desarrollo tecnológico de máquinas, accesorios, métodos y técnicas de aplicación, están orientados a obtener un incremento de productividad y ser una operación segura.
- Siendo uno de los mayores problemas operacionales en perforación

diamantina, la perforación en taladros secos, nació la necesidad de contar con una alternativa para solucionar esta situación y una de estas alternativas es el nuevo cabezal del conjunto sacatestigo desarrollado por Boart Longyear.

- Este nuevo cabezal del conjunto sacatestigo incrementó en muchas minas del Perú, el índice de productividad, obteniéndose una operación más eficiente y reduciendo en forma significativa el costo de operación US\$/m.
- Debido a la complejidad de nuestra formación geológica, impulsa a los fabricantes de equipos y accesorios de perforación diamantina a estar en un continuo desarrollo tecnológico tanto en equipos, accesorios y productos diamantados.

b) Tema: Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Determinación de Controles, en las Actividades de Perforación Diamantina, basado en la Norma OHSAS 18001:2007 en la Unidad Minera Cerro Lindo'

Autor: Riquelme Castro Cuba, Disney Jesús

Tesis presentada en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa

Conclusiones:

- El yacimiento Cerro Lindo es un depósito de sulfuros masivos volcanogénicos, orientado al NW, buzando al SW, con un ángulo de inclinación promedio de 65°, en los trabajos de exploración con máquinas de perforación diamantina se realizaron 70 taladros en los cuerpos mineralizados, los cuales sirvieron de base para establecer la columna estratigráfica local de 96 las unidades que albergan los depósitos de sulfuros masivos volcanogénicos que integra la Formación Huaranguillo del Grupo Casma.
- Los trabajadores, si identifican los peligros y evalúan los riesgos en las labores, influyendo positivamente en el sistema de gestión de seguridad y salud de la organización, con un nivel muy bueno (98%). La evaluación de riesgos en los trabajadores es de (74.76%), ubicándose en un nivel regular a bueno de aceptación. El control de riesgos en los trabajadores es de (83.4%),

ubicándose en un nivel bueno. La Gestión de Riesgos en los supervisores es de (74.5%), ubicándose en un nivel regular a bueno.

- Las herramientas de gestión de seguridad para la identificación de los peligros son aplicadas adecuadamente. Sin embargo, existe una falta de participación de los trabajadores en la identificación de peligros y evaluación de Riesgos a nivel de la organización. Con respecto a la elaboración y revisión del IPER de línea base solo participa el (30%), elaboración de PETS (40%), elaboración de protocolos y estándares de trabajo (36%)
- Se evidencian fallas en la comunicación entre los trabajadores y los supervisores de línea. La estadística demuestra que solo el (70%) conoce la lista de actividades críticas, el (40%) conoce el mapa de riesgos de los procesos de la empresa, y el (40%) reconoce las situaciones potenciales de emergencia en su zona de trabajo.

c) Tema: optimización de costos de perforación diamantina mediante las brocas hayden en la contrata minera Explomin Del Perú S.A. – Unidad Minera San Rafael – Puno.

Autor: ALAGUIEN URIEL ALVAREZ JUAREZ

Conclusión:

- 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.
- 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.
- 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 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Optimizar

Es mejorar el proceso hasta un punto, en el que ya es casi imposible mejorar. Mejorar la eficiencia.

2.2.2 Eficiencia

Capacidad de lograr los recursos deseados con el mínimo posible de recurso.

2.2.3 Tasa de oportunidad

Es la tasa de interés para la cual los ingresos totales actualizados es igual a los costos totales actualizados: Es la tasa de interés por medio de la cual se recupera la inversión. Es la tasa de interés máxima a la que se pueden endeudar para no perder dinero con la inversión.

2.2.4 Valor de salvamento

Llamado también valor residual o valor de rescate de un activo, es una estimación del valor de un activo fijo al término de su vida útil. (<https://slideplayer.es/slide/1631514/>)

2.2.5 Costo

El costo es la inversión obligatoria para la producción de tus productos, es el dinero que se invierte para poder fabricar los productos, por lo tanto, genera un retorno de dinero. (<https://www.cetys.mx/educon/diferencias-entre-costos-y-gastos/>)

2.2.6 Costo de posesión

El costo de posición se refiere al costo de inversión de una maquinaria. El costo de posición representa un costo continuo para el propietario. (<https://1library.co/article/costo-posesi%C3%B3n-bases-te%C3%B3ricas-costos-posesi%C3%B3n-operaci%C3%B3n-estructura.qvl0190y>)

2.2.7 Gasto

Es el desembolso de la empresa para llevar a cabo sus actividades habituales,

como lo son los pagos de servicios de la oficina: luz, gas y teléfono.
(<https://www.cetys.mx/educon/diferencias-entre-costos-y-gastos/>)

2.2.8 Depreciación

Es la pérdida de valor de un bien como consecuencia de su desgaste con el paso del tiempo. (<https://economipedia.com/definiciones/depreciacion.html>)

2.2.9 Flujo de caja

Hace referencia a las salidas y entradas netas de dinero que tiene una empresa o proyecto en un período determinado.

(<https://economipedia.com/definiciones/flujo-de-caja.html>).

2.2.10 Perforación.

Es la acción y efecto de perforar (agujerear algo atravesándolo). La máquina que se utiliza para perforar se conoce como perforadora.
(<https://definicion.de/perforacion/>).

2.2.11 Perforación diamantina

La perforación diamantina es aquella perforación que se hace utilizando una broca diamantada para perforar la roca obteniendo un testigo de la misma, el cual es extraído, registrado y colocado en cajas porta-testigos para debida protección y almacenamiento dentro del almacén de testigos. Para la perforación se usa brocas diamantadas pues el diamante es el material existente con mayor dureza y conductividad térmica sobre el planeta, lo cual le permite actuar como herramienta de corte con gran efectividad para cortar la roca que se requiere y extraer convenientemente las muestras o testigos del yacimiento mineralizado.

La perforación diamantina puede ser usado en una etapa muy temprana para delinear cuerpos mineralizados, determinar si la mineralización dentro de un yacimiento o proyecto minero. De igual forma puede usarse también en una etapa posterior para ampliar las reservas existentes o pueda tratarse de perforaciones en mina que sirven como perforaciones de control (para producción) o perforaciones

confirmatorias en profundización de interior mina para ubicar nuevas reservas minerales.

(Schwarz, 2013)

2.2.12 Clasificación de los equipos de perforación diamantina:

Los equipos de perforación diamantina se pueden clasificar de acuerdo a los sistemas de perforación a emplear, los cuales son:

a. Sistema convencional. – Se le denomina “operación tubo por tubo”, debido a que para obtener la muestra se procede a retirar toda la columna de perforación y para continuar avanzando se agrega un tubo adicional y se tiene que volver a ingresar al taladro toda la columna de perforación retirada.

b. Sistema Wireline o cable. – Para obtener la muestra, se realiza una operación de desenganche del tubo interior, a través de un cable Wireline, y por consiguiente con este sistema, no se requiere retirar toda la columna de perforación o sarta de perforación, dado que la muestra obtenida discurre con el tubo interior a lo largo de la columna de perforación. (Rosales Reyes, 2002)

2.2.13 Roca

Para la geología, una roca es un sólido cohesionado que está formado por uno o más minerales. Existen tres tipos de rocas: rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias.

Rocas ígneas: Son producto del enfriamiento y solidificación del magma. Este enfriamiento puede darse dentro de la corteza terrestre, dando origen a rocas ígneas plutónicas o intrusivas como el granito. Graba, etc; o bien al entrar en contacto con la atmósfera o el océano, lo cual originan las rocas volcánicas o extrusivas como el basalto, riolita u obsidiana.

(Rica, 2019)

Rocas sedimentarias: Se forman como resultado de la acción de los agentes

atmosféricos sobre rocas preexistentes. Es decir, la meteorización ocasionada por agentes físicos, químicos y biológicos a los cuales la roca queda expuesta la debilitan, lo que provoca su fragmentación, y los productos o sedimentos generados a partir de la roca son transportados hacia otros sitios por el viento y los ríos, donde se depositaron gradualmente en capas. Las rocas resultantes de este proceso son rocas sedimentarias que pueden ser de tipo clástico como la arenisca, lutita y conglomerado, y químico o evaporítico como la caliza y la halita. (Rica, 2019)

Rocas metamórficas: Se forman cuando las rocas ígneas o sedimentarias son sometidas durante y después de largo periodos de tiempo al calor, humedad y/o presión. Así es como el granito se transforma en gneis, la caliza en mármol y la lutita en pizarra. (Rica, 2019)

2.2.14 Estructura

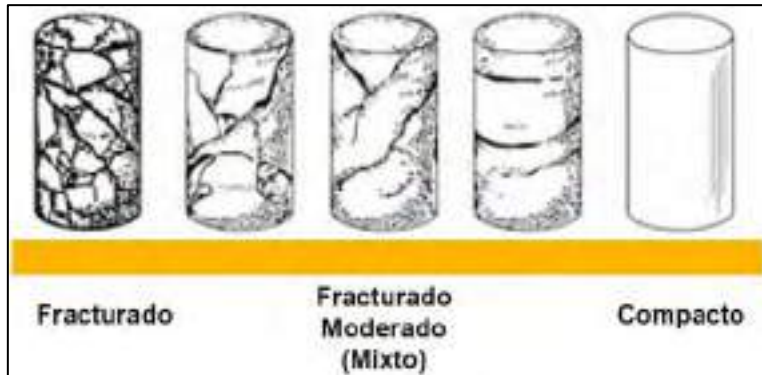
Las propiedades estructurales del macizo rocoso como planos de estratificación, fracturas, diaclasas y fallas, así como el rumbo que afectan directamente en la linealidad de pozos, a los rendimientos de perforación y a la estabilidad de las paredes del pozo.

Clasificación de la estructura del terreno según la tabla GSI:

1. **Fracturada:** Bien trabada, poco disturbada. Espaciamiento de 1.5 a 25 cm. Formados por 3 sistemas de discontinuidades. RQD: 55-75%. 6-12 fracturas por m².
2. **Muy fracturada:** Moderadamente trabada y disturbada. Espaciamiento de 6-15 cm. Formados por 3 sistemas + 1 secundaria en discontinuidad. RQD: 25-50%. 11 a 20 fracturas por m².
3. **Intensamente fracturada:** Plegamientos y fallamiento. Espaciamiento menor a 6 cm. Formado por 4 sistemas de discontinuidades. RQD: menor a 25%. Mayor a 20 fracturas por m².
4. **Triturado:** Masa rocosa extremadamente rota. Sin espaciamiento. Sin RQD. Roca molida y/o fragmentada.

Grafico 1

Clasificación de la estructura del terreno para la perforación diamantina.



Fuente: Boart Longyear: brocas de diamante impregnado seleccionadas para Perú (2011)

2.2.15 Dureza

Dureza es la resistencia que opone un material a dejarse rayar por otro. Para medir la dureza de un material se utiliza la escala de Mohs, escala de 1 a 10, correspondiendo la dureza 10 al material más duro, que según esta escala es el diamante.

Tabla 2

Escala de Mohs

| Dureza de Mohs | Mineral | Comentario |
|----------------|----------|---|
| 1 | Talco | Se puede rayar fácilmente con la uña |
| 2 | Yeso | Se puede rayar con la uña con más dificultad |
| 3 | Calcita | Se puede rayar con una moneda de cobre |
| 4 | Fluorita | Se puede rayar con un cuchillo de acero |
| 5 | Apatito | Se puede rayar difícilmente con un cuchillo |
| 6 | Ortosa | Se puede rayar con una lija para el acero |
| 7 | Cuarzo | Raya el vidrio |
| 8 | Topacio | Rayado por herramientas de carburo de wolframio |
| 9 | Corindón | Rayado por herramientas de carburo de silicio |
| 10 | Diamante | El material más duro en esta escala (rayado por otro diamante). |

Fuente: Propia

Tabla 3

Dureza del terreno

| TIPO DE ROCA | DENOMINACIÓN | DUREZA (MOHS) |
|-----------------|--------------|---------------|
| ÍGNEA INTRUSIVA | GRANITO | 7 |
| ÍGNEA INTRUSIVA | GRANODIORITA | 7 |
| ÍGNEA INTRUSIVA | DIORITA | 6 a 7 |
| ÍGNEA INTRUSIVA | GABRO | 5 a 6 |
| ÍGNEA EXTRUSIVA | RIOLITA | 6 a 9 |
| ÍGNEA EXTRUSIVA | ANDESITA | 6 |
| ÍGNEA EXTRUSIVA | BASALTO | 5 a 6 |
| SEDIMENTARIA | LODOLITA | 7 |
| SEDIMENTARIA | DOLOMITA | 3.5 a 4 |
| SEDIMENTARIA | CALIZA | 3 |
| SEDIMENTARIA | ARENISCA | 7 |
| METAMÓRFICA | CUARCITA | 7 |
| METAMÓRFICA | GNEIS | 6 |

Fuente: Boart Longyear, 2011

2.2.16 Testigo de perforación

Muestra de roca que se extrae del taladro al realizar el trabajo de perforación.

2.2.17 Máquinas perforadoras diamantinas

Actualmente REDRILSA viene trabajando 15 años para la unidad minera Yauliyacu y en otras unidades mineras del territorio peruano. Motivo por el cual y con la finalidad de optimizar o reducir costos, REDRILSA viene implementando equipos de perforación diamantina.

Tabla 4

Equipos de perforación diamantina de la empresa Redrilsa

| Equipos, profundidades de perforacion y dimension de cámara diamantina | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Equipos de Perforación | Profundidad línea HQ (m) | Profundidad línea NQ (m) | Profundidad línea BQ (m) | Dimensión Cámara diamantina |
| LM 110 | 800 | 1100 | 1400 | 5 m X 5 m |
| LM 90 Boart Longyear | 600 | 900 | 1200 | 6 m X 6 m |
| LM 75 Boart Longyear | 400 | 600 | 800 | 5 m X 5 m |
| Meter Eater | - | - | 150 | 3.5 m X 3.5 m |
| Diamec U6 Atlas Copco | - | 300 | 500 | 5 m X 5 m |
| RD 1000 | 200 | 400 | 600 | 4.5 m X 4.5 m |
| RD 800 | 100 | 200 | - | 4.5 m X 4.5 m |
| RD 800 M | 100 | 200 | - | 5 m X 5 m |
| RD 500 | - | - | 200 | 3.5 m X 3.5 m |

Nota: REDRILSA cuenta estas perforadoras para interior mina. *Fuente:* Propia

Gráfico 2

Equipos para la perforación diamantina

Equipo Boart Longyear LM 90



Fuente: REDRILSA, 2019

Equipo Boart Longyear LM 75



Fuente: REDRILSA, 2019

Equipo RD 800



Fuente: Propia

Equipo Metre Eater



Fuente: Propia

Equipo RD 800 M



Fuente: REDRILSA, 2019

Equipo RD 500



Fuente: Propia

Equipo LM 110.



Fuente: REDRILSA, 2019

Equipo Atlas Copco Diamec U6



Fuente: REDRILSA, 2019

2.2.18 Cámara de perforación

Área o labor donde se realiza la perforación diamantina utilizando un equipo de perforación diamantina y sus accesorios.

2.2.19 Plano geomecánico del área a evaluar.

El plano geomecánico es una representación gráfica donde nos informa la calidad de roca (RMR, GSI) y el tipo de sostenimiento del área, con el objetivo de seleccionar el tipo de broca a utilizar para el inicio con la perforación.

2.2.20 Brocas:

Una broca es una herramienta de metal cuyo destino principal es el de realizar agujeros o perforaciones. Para utilizar una broca de forma efectiva necesitamos una herramienta giratoria como un taladro o un destornillador eléctrico.

<https://www.cadena88.com/es/kit-de-herramientas/aclarate-con-los-diferentes-tipos-de-brocas-para-un-taladro>

2.2.21 Corona

Las coronas de diamante se emplean en rocas muy duras y abrasivas, donde el rápido desgaste de las coronas de widia¹ no compensaría la economía obtenida en su compra.

¹Widia: metal muy duro formado por un aglomerado de carburos de titanio, molibdeno o tungsteno, con cobalto o níquel, que se utiliza especialmente en la fabricación de

herramientas de perforación y de corte.

(<https://victoryepes.blogs.upv.es/2014/06/16/perforacion-con-coronas/>)

2.2.22 Tipos de coronas:

a. Coronas insertadas o incrustadas, diamantes expuestos

Gráfico 3

Broca de insertos superficial



Fuente: Seminario-Empresa CORE TECH, 2019

- Estas brocas con coronas insertadas son fabricadas con diamante insertado en la superficie de la matriz.
- Son adecuadas para formaciones suaves a medianamente duras:
- Dependiendo de la dureza del terreno se selecciona el tamaño del diamante.

ROCA SUAVE => DIAMANTE GRANDE (10-15 ppq)

ROCA DURA => DIAMANTE PEQUEÑO (40-60 ppq)

*ppq: piedras por quilate

b. Coronas Impregnadas

Gráfico 4

Broca impregnada



Fuente: Empresa Boyles Bros Diamantina S.A., 2019


- Estas brocas con coronas impregnadas son las más usadas a nivel mundial.
- Presenta un alto performance en formaciones de mediana a alta dureza.
- Buena tolerancia a terrenos cambiantes, por lo cual pueden ser usadas en casi todos los tipos de formaciones existentes.

2.2.23 Diámetro de coronas:

Tabla 5

Diámetro de coronas, sistema Wireline.

| Dimensión de corona (línea de perforación) | Diámetro exterior | | Diámetro interior o diámetro de | |
|--|-------------------|--------|---------------------------------|-------|
| | Pulg. | mm | Pulg. | mm |
| BQ | 2.35 | 59.56 | 1.43 | 36.37 |
| NQ | 2.97 | 75.31 | 1.88 | 47.63 |
| HQ | 3.76 | 95.58 | 2.50 | 63.50 |
| PQ | 4.81 | 122.05 | 3.35 | 84.96 |



Fuente: Diamantina Christensen- manual técnico del perforista, 2018

2.2.24 Componentes coronas impregnadas

Gráfico 5

Componentes coronas impregnadas



Fuente: Diamantina Christensen- manual técnico del perforista, 2018

1. **Matriz:** Está construida de polvos metálicos matriceros de metal duro (Carburo de Tungsteno) y soldadura (Cobre, Plata), y tiene 3 funciones:

- a. Unir el cuerpo de acero de la corona y los diamantes en una unidad integral.
 - b. Asegurar mecánicamente los diamantes en su lugar, para resistir la fuerza de corte.
 - c. Proveer resistencia al desgaste y a la erosión, compatible con la formación y condición del pozo.
- 2. Vías de agua:** Son ranuras radiales que permiten refrigerar y transportar el fluido para evitar que la corona sea quemada o fundida. También sirven para lograr un buen barrido del recorte que se está generando al fondo del pozo.
- 3. Refuerzo de los diámetros:** Todas las coronas impregnadas son fabricadas con refuerzo de Carburo de Tungsteno y con diamantes sinterizados en el diámetro interior y exterior, para mantener la dimensión del testigo y del pozo cuando se desgasta la corona.

2.2.25 Clases de vías de agua en las coronas

Las vías de agua en las coronas se clasifican de la siguiente manera:

| | |
|---|---|
|  | <p>Curso de agua estándar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estilo de canal más común • Vida más larga basada en el área abierta más baja 15% |
|  | <p>Vías navegables</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reduce la presión en la cara de la broca • Área abierta 25%. • Preferido |
|  | <p>Vías navegables exprés</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penetración más rápida y / o menor peso. • Área abierta 30%. • Fórmulas de corte libre |
|  | <p>Etapa / GT</p> <ul style="list-style-type: none"> • Amplias vías navegables, más versátiles. • Mejor lavado y penetración que las vías de agua estándar. • Área abierta 20% para el escenario. |
|  | <p>ID profundas vías navegables</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recomendado para aplicaciones de pérdida de circulación; evita que la caja del levantador se introduzca en la broca y cierre el agua. • Descarga de cara preferida para la recuperación del núcleo. Área abierta basada en vía fluvial. |
|  | <p>Vías de descarga facial</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reduce la presión del agua en el núcleo y redirige el fluido a la cara de la broca (reduce el material del núcleo de lavado), ayudando en la recuperación del núcleo. • Requerido para casos de elevadores de núcleo pilotados. • Área abierta basada en vía fluvial. |

Fuente: [https://www.boartlongyear.com/es/insite/longyear-bits-selecting-the-right-bit-in-](https://www.boartlongyear.com/es/insite/longyear-bits-selecting-the-right-bit-in-5-easy-steps/)

[5-easy-steps/](https://www.boartlongyear.com/es/insite/longyear-bits-selecting-the-right-bit-in-5-easy-steps/)

2.2.26 Selección de brocas de perforación diamantina.

La selección de brocas depende del tipo de terreno a perforar.

Aunque la selección de brocas de diamante es a menudo una idea de último momento, es muy importante que el operador del equipo de perforación sepa cuando cambiar el tipo de broca a usar durante la perforación.

Para seleccionar una broca se tiene en cuenta los siguientes pasos:

Paso 1: Identificar la dureza de la roca

Se puede hacer uso del kit de prueba de rasguño para identificar la dureza de la roca, este kit de la marca Boart Longyear tiene cuatro rascadores con ocho puntas reemplazables y una piedra de afilar. Si la punta numerada raya la roca, la roca es más suave que el número en la punta. Si una punta número siete rayas a la roca y la punta número seis no raya, entonces esta roca es de dureza 6.5.

Gráfico 6

Kit de prueba de dureza de Mohs.



Fuente: <http://geominex.pe/portfolio-view/kit-de-probador-de-dureza/>

Paso 2: Selección color de broca

Una vez que se identifica la dureza de la roca, Boart Longyear ofrece una Clasificación de dureza y cuadro de dureza Diamond Bits de Longyear para encontrar la broca recomendable para el tipo de terreno.

Tabla 6

Clasificación de dureza de las brocas de diamante



DUREZA & CUADRO COMPARATIVO

La serie de brocas de colores de Longyear™ es una nueva línea de brocas diamantadas innovadoras y versátiles que utiliza tecnología con patente pendiente.

Las brocas diamantadas de Longyear han sido desarrolladas para perforar más rápido y durar más, superando la tecnología actual en un rango amplio de condiciones de perforación y formaciones de suelo.

| | |
|--|---|
|  <p>Broca Roja Dureza: 7-9 COMPARAR CON BROCAS BLY: BLY ALPHA104MR, 13, 13COM 8-9</p> |  <p>Broca Verde Dureza: 4.5-7.5 COMPARAR CON BROCAS BLY: BLY ALPHA07MR, 07, 07COM 5-7, BLY ALPHA06MR, 06, 06COM 6-7.5</p> |
|  <p>Broca Naranja Dureza: 7-9 COMPARAR CON BROCAS BLY: BLY ALPHA09MR, 09, 09COM 7-9, BLY ALPHA104MR, 13, 13COM 8-9</p> |  <p>Broca Azul Dureza: 2.5-6 COMPARAR CON BROCAS BLY: BLY ALPHA05MR, 05, 05COM 4-6</p> |
|  <p>Broca Amarilla Dureza: 5-8.5 COMPARAR CON BROCAS BLY: BLY ALPHA08MR, 08, 08COM 6-7.5, BLY ALPHA07MR, 07, 07COM 7-8</p> |  <p>Broca Púrpura Dureza: 1-4.5 COMPARAR CON BROCAS BLY: BLY ALPHA03MR, 03, 03COM 2.5-4.5</p> |



Fuente: http://app.boartlongyear.com/brochures/Longyear Bits Technical Overview - Spanish_698.pdf

Si una roca presenta una dureza de 6.5, el rango de bits se superpone, seleccionar un bit verde o un bit amarillo?, se va considerar según el objetivo, si el sitio está cortando muchos hoyos cortos y la vida útil no es una gran preocupación, es probable que tenga la mejor suerte con el amarillo: penetrará más rápido que el verde, pero no tendrá la vida más larga en 6.5 de dureza en la roca.

Si la vida útil de las brocas es una preocupación porque está perforando taladros profundos, es posible que prefiera el verde.

Por otra parte, a considerar para la selección de bits es la geometría. Mientras que la broca verde es, en general, más dura que la amarilla, una broca verde con más área abierta y una amarilla con menos área abierta mostrara características de corte muy similares.

Paso 3: Prueba de la broca seleccionado

Una vez que se ha identificado la broca para el tipo de terreno se procese a perforar, se debe reportar los datos después de cada corrida de perforación (metros perforados) para verificar el comportamiento de la roca y así evaluar si requiere el cambio de broca según la dureza de la roca.

2.2.27 Tipos de tuberías en perforación diamantina

i. Tubo interior

El tubo interior captura el testigo a medida que avanza la perforación. Se pueden ensamblar varios tubos interiores con acoplamientos o extensiones para admitir testigos más largos. La línea de tubo interior a utilizar es a pedido de la empresa minera Los Quenuales S.A.

Tabla 7

Diámetro estándar de perforación en minería

| Denominación | Diámetro de testigo | | Diámetro externo (Pozo) | |
|--------------|---------------------|------|-------------------------|------|
| | mm | pulg | mm | pulg |
| AQ | 27.00 | 1.06 | 48.00 | 1.89 |
| BQ | 36.37 | 1.43 | 60.00 | 2.36 |
| NQ | 47.63 | 1.88 | 75.70 | 2.98 |
| HQ | 63.50 | 2.50 | 96.00 | 3.78 |
| PQ | 84.96 | 3.35 | 122.60 | 4.83 |

Nota: diámetro interior del tubo interior y diámetro del sondaje. *Fuente:* Fernández Raúl, De Barrio Raúl y Tessone Mario, 2015.

ii. Tubo exterior o barra de perforación diamantina

Tubos de cilindros de distinto diámetro que albergan en su interior al tubo interior, el cual alberga a la muestra que se extrae. Estas barras de perforación son de acero inoxidable con roscas en sus extremos y de diámetro externo inferior al de la corona correspondiente, ya que por ese espacio (entre las paredes del pozo y el exterior de las barras) asciende la inyección que lleva la roca molida desde el fondo del pozo

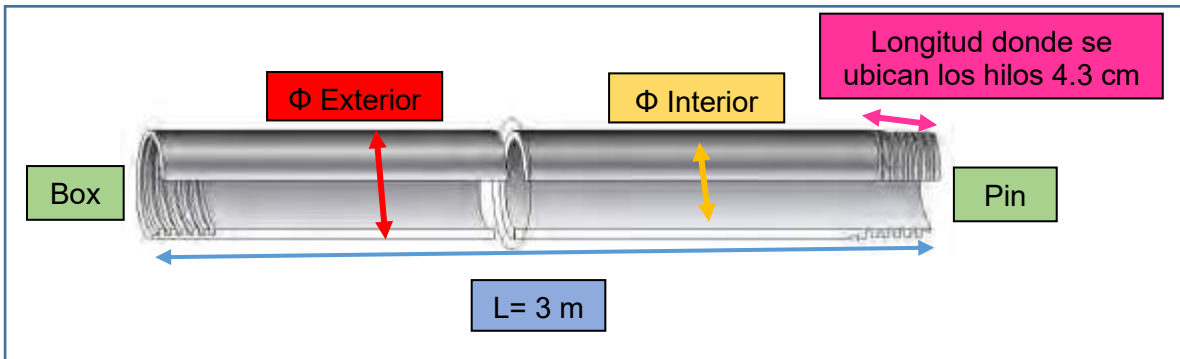
Las funciones principales de las barras de perforación son las siguientes:

- Transferir torque y rotación desde la máquina perforadora hasta la corona.
- Servir como una línea de distribución para el agua de lavado.

En la cámara diamantina las tuberías de perforación diamantina deben estar apiladas en caballetes nivelados, seleccionados por diámetro y longitud. Los tipos de barra de perforación son según la línea: AQ, BQ, NQ, HQ y PQ, de longitudes 10 pies, 5 pies, 3 m y 1.5 m. Ver gráfico 7.

Grafico 7

Barra de perforacion diamantina



Fuente: propia

Tabla 8

Clases de barra de perforación según sus diámetros.

| BARRA DE PERFORACIÓN WIRELINE | LONGITUD DE BARRA 3 m | | | |
|-------------------------------|-----------------------|--------|---------------|--------|
| | DIAMETRO EXT. | | DIAMETRO INT. | |
| | Pulg. | mm | Pulg. | mm |
| Línea AQ | 1.750 | 44.50 | 1.375 | 34.90 |
| Línea BQ | 2.188 | 55.60 | 1.813 | 46.00 |
| Línea NQ | 2.750 | 69.85 | 2.375 | 60.33 |
| Línea HQ | 3.500 | 88.90 | 3.063 | 77.80 |
| Línea PQ | 4.625 | 117.48 | 4.062 | 103.17 |

Fuente: Manual técnico del perforista/Diamantina Christensen, 2018

Gráfico 8

Barras de perforación



Fuente: Propia

2.2.28 Escariador (Reaming Shell):

El escariador o ensanchador va ubicado inmediatamente después de la corona donde su primera función es mantener el diámetro del sondaje a lo largo de la perforación con la finalidad de permitir que una nueva corona sea bajada al sondaje sin atascarse. La segunda función es estabilizar todo el sistema durante toda la actividad de perforación.

Tabla 9

Dimensión de escariadora.

| Dimensión de Escariador (línea de perforación) | Diámetro exterior | |
|--|-------------------|--------|
| | Pulg. | mm. |
| BQ | 2.36 | 59.94 |
| NQ | 2.98 | 75.69 |
| HQ | 3.78 | 96.09 |
| PQ | 4.83 | 122.63 |

Fuente: Manual técnico del perforista/Diamantina Christensen, 2018

Gráfico 9

Escariador (Reaming Shell)



Fuente: Seminario-Empresa CORE TECH 2019

2.2.29 Zapata para revestimiento

Las zapatas o Casing Shoes son usados para ensanchar o avanzar el Casing por una corta distancia en un taladro previamente perforado. El diámetro interior de la zapata no lleva diamantes, y su diámetro permite el adecuado paso de la broca y escariador.

Las zapatas para revestimiento van atornilladas al tren de revestimientos y se usan para penetrar una sobrecarga con el fin de asentar el revestimiento en el lecho de la roca o para prolongar la entubación cuando se coloca revestimiento de un sondaje. (Vallenas Huaman Danilo. 2013).

Gráfico 10

Zapatas (Casing Shoes)



Fuente: Seminario-Empresa CORE TECH 2019

2.2.30 Barras de revestimiento (Casing)

Las barras o tuberías de revestimiento cumplen con la función principal de estabilizar el material de recubrimiento y las formaciones no estables con tendencia a derrumbe, además cuenta con un diámetro mayor a las barras de perforación. (Salas Vasquez Alonso T. 2016).

Gráfico 11

Barra de revestimiento (Casing)



Fuente: Propia 2019

2.2.31 Barril sacatestigos

Para un sistema de perforación por cable wire line el barril saca testigos almacena la muestra de testigo en el tubo interior que la corona diamantada corta desde la roca, permitiendo extraer la muestra del fondo del sondaje sin necesidad de extraer todo el sistema de perforación. El barril saca testigos mediante cable wire line incluyen los siguientes componentes principales: Culatín, porta-resorte, resorte, seguro, tubo interior. (Salas Vasquez Alonso T. 2016).

Gráfico 12

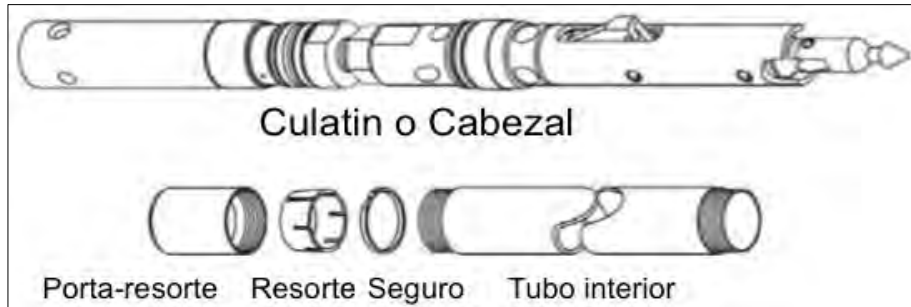
Cabezal y tubo interior o sacatestigo.



Fuente: Salas Vasquez Alonso T. 2016

Gráfico 13

Componentes barril sacatestigo



Fuente: Salas Vasquez Alonso T. 2016

Gráfico 14

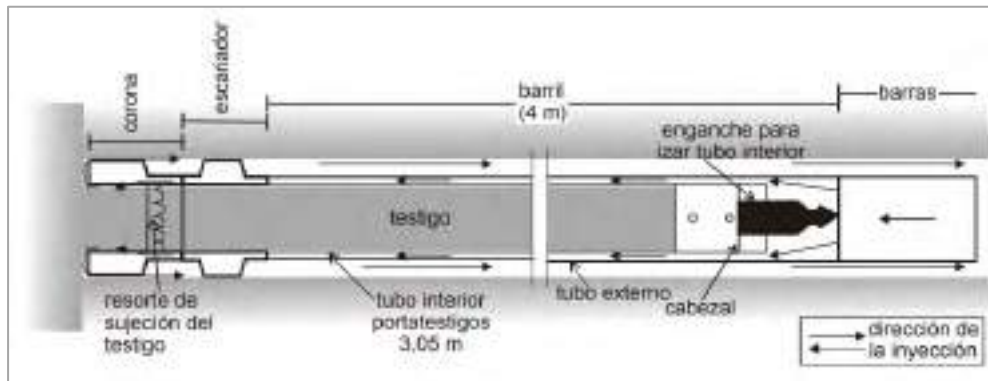
Parte superior del cabezal al que va enroscado el tubo sacatestigos (tubo interior).



Fuente: Fernández Raúl, De Barrio Raúl y Tessone Mario, 2015

Gráfico 15

Esquema del core barrel o barril armado en el fondo del sondeo².



Fuente: Fernández Raúl, De Barrio Raúl y Tessone Mario, 2015

²Para retirar el tubo interior sacatestigos una vez está lleno, se baja una herramienta llamada “pescador” (“overshot”) que se acopla al enganche y el conjunto es izado mediante el cable (“wire line”).

Esquema (no a escala) del barril armado con escariador y corona (en el fondo del sondeo) y conectado por medio de las barras al sistema de rotación y circulación de la inyección. Se trata sólo de un esquema ya que el barril, según las marcas, consta de alrededor de 40 piezas.

2.2.32 Cajas porta testigos

Son cajas de madera de forma rectangular, con dimensiones que pueden variar según la línea de perforación AQ, BQ, NQ, PQ. Estas cajas tienen 5 divisiones en su interior, para almacenar ordenadamente los testigos de perforación después de cada extracción. Después de cada extracción se coloca los tacos de madera en las cajas porta testigos, sirviendo estos como separadores de los testigos, en los tacos de madera se escribe las profundidades dando a conocer la ubicación de la muestra. Para finalmente ser evaluados por la empresa minera Los Quenuales S.A.

Gráfico 16

Cajas porta testigos y tacos de madera



Fuente: Propia 2020

2.2.33 Parámetros de operación

Los parámetros de operación a considerar para un correcto desempeño de la broca son:

- a. Velocidad de rotación de la tubería.
- b. Carga sobre la broca.
- c. Flujo de fluido.

Gráfico 17

Parámetros de operación.



Fuente: Seminario –Empresa Boyles Bros Diamnatina S.A. 2019.

a. Velocidad de rotación

- La velocidad de rotación depende del tipo de formación que se está perforando.
- Está limitada a la potencia de la máquina.
- Depende de la profundidad de perforación, no es lo mismo perforar en los primeros metros que a 200 m.
- Se recomienda para terrenos fracturados bajas RPM.

Gráfico 18

Velocidad de rotación



Fuente: Seminario –Empresa Boyles Bros Diamnatina S.A. 2019.

b. Carga sobre la broca

- La carga sobre la broca se debe aplicar dependiendo de la velocidad de rotación para mantener a la broca penetrando.
- Si la carga aplicada es alta puede causar desgaste prematuro en la broca o falla mecánica, si la carga es baja la broca se puede pulir o descoronamiento de la broca.

Gráfico 19

Carga sobre la broca



Fuente: Seminario –Empresa Boyles Bros Diamnatina S.A. 2019.

c. Flujo de fluido

- El flujo de fluido es otra variable crítica para optimizar la perforación.
- El propósito de este fluido es enfriar y minimizar la acumulación de detritos en la corona.
- Un volumen alto de fluido puede causar levante de las tuberías de perforación o sarta de perforación y un volumen bajo un desgaste prematuro de la corona debido a la acción abrasiva de los recortes.

Gráfico 20

Preparación de lodo



Fuente: Propia 2020

2.2.34 Fluidos de perforación

El fluido de perforación, también conocido como LODO por su apariencia, es la composición de una o más soluciones mezcladas con agua.

El lodo es un auxiliar importante y debe manejarse tan inteligentemente como sea posible. El lodo tiene un propósito fundamental de hacer rápida y segura la perforación y además cumplir con ciertas funciones como: Limpieza y estabilización del pozo.

Gráfico 21

Fluido de perforación diamantina



Fuente: seminario-Empresa CORE TECH 2019

i. Composición del fluido



ii. Principios fundamentales en la utilización del fluido de perforación:

1. Limpieza del pozo



2. Estabilización del pozo



iii. Preparación del fluido de perforación

1. Identificar el tipo de terreno.
2. Identificar las soluciones que utilizaremos (Aditivos).
3. Identificar la capacidad de la Tina de Lodos.
4. Identificar la capacidad del Mixer.
5. Identificar las condiciones del agua.



iv. Productos de perforación y su función principal:

- **PH CONTROL**

Controlador de PH (ácidos y dureza) del agua.



- **F-PLUS (Poly Plus, Polímero CR 650, etc)**

Es un polímero granular de alto peso molecular; que también actúa como encapsulador de recortes de detritos, reductor de fricción, floculante, proporciona cierto control de filtrado y limpieza del pozo.



- **BENTONITA**

La bentonita es una arcilla de grano muy fino.

La Bentonita sódica se hincha cuando toma contacto con el agua. Es una arcilla muy pegajosa con un alto grado de encogimiento y tiene la tendencia a fracturarse durante el secado, por esta razón no conviene trabajarla sola.

La aplicación de la bentonita sódica es recomendable debido a que se hidratan mejor y logran un mejor desempeño en la viscosidad del lodo al estar acompañado de otro viscosificante añadido al sistema de lodos en cantidades mínimas.

Las presentaciones comerciales más comunes bentonitas para la industria de perforación son él: Max Gel, Star-Gel, Bento-Gel, Super Col, etc.

- **MAX GEL:**

Son bentonitas de alta calidad mezclada con diluyentes especiales, que producen un viscosificador que rendirá más del doble de viscosidad que las bentonitas normales. MAX GEL es una bentonita de alto rendimiento, fácil de mezclar, productora superior de lodo, en agua dulce.



Se recomienda su uso para formar rápidamente la viscosidad del lodo y suministrar una limpieza superior del hoyo, así como, ayudar a controlar la circulación perdida, los derrumbes y a estimular la estabilidad del taladro (Formador de pared) en formaciones no consolidadas o muy fracturadas. Además, el uso de bentonitas en la perforación, permite incrementar velocidades de penetración y esto gracias a su menor contenido de sólidos.

La bentonita en general es el aditivo por excelencia más usado en trabajos de perforaciones diamantinas. Además, está probado que no es tóxico ni mucho menos representa un peligro de contaminación al medio ambiente y es adaptable para su uso en perforación pozos de agua potable, Exploración minera, Perforación Geotécnicas y otras.

- **EZEE TROLL (Hip Troll, F-PAC RD, etc.)**

Es un polímero granular que sella o controla la pérdida del fluido en micro fracturas en el pozo y evita la pérdida de circulación. Provee a su vez en menor medida encapsulación de recortes e inhibición arcillas reactivas.



- **PAPER DRILLING (Magma Faber, Hi Seal, etc)**

- Reduce la pérdida de circulación del fluido.
- Obtura pequeñas grietas que se encuentran en el sondaje.



- **AUS PLUG (F-LOSS, Poly Seal, Poly Swel, etc.)**

Es un polímero utilizado en la pérdida de circulación,

- Sellar fracturas de mayor dimensión y evitar la pérdida masiva del fluido, para recuperar la circulación en el sondaje.
- Obtura grietas que se encuentra en el sondaje.



- **SUPER LUBE (Rod Lube, F-LUBE, Penetrol, etc)**

Es un aceite biodegradable ambientalmente aceptable, desarrollado específicamente como lubricante.

- Lubricar los aceros de perforación.
- Aumentar la velocidad de perforación.
- Disminuir el torque en el sondaje.



- **ROD GREASE**

Se adhiere a las barras de perforación evitando la corrosión y desgaste prematuro, además reduce el torque y vibración en la columna de perforación.



v. Control de calidad. - antes de formular el lodo.

Verificar el PH (medida de acidez o alcalinidad) y la Dureza del Agua.

1. El pH indica la concentración de iones hidrógeno $[H]^+$, presentes en determinadas soluciones.



pH ideal: Entre $8 \leq PH \leq 10$

2. Verificar la Dureza del agua (concentración de iones calcio y magnesio).



Dureza recomendada:
Rango ideal menor a
250 ppm.

Tabla 10

Concentraciones estándar para definir las características del agua.

| concentración (Ca + Mg) | Características |
|-------------------------|--------------------|
| 0 - 75 ppm | Blanda |
| 75 - 200 ppm | Moderadamente dura |
| 200 - 300 ppm | Dura |
| > 300 ppm | Muy dura |

Fuente: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432010000200004

vi. Preparación y dosificación por tipo de terreno

• **PARA TERRENOS FRACTURADOS:**

SOLUCIÓN BÁSICA (BENTONITA + EZZE TROLL o F-PAC + CR 650 o F-PLUS)

Paso 1:

Mezclar Ezee Troll o F-Pac (01 kilo) con la Bentonita (01 bolsa) para optimizar su buen uso e hidratación antes de echar a la tina para su mezclado con agua.



Paso 2:

En la primera tina preparar (PH+ Bentonita+ Ezee Troll o F-Pac) el agua NO debe estar contaminada de otros productos. Tiempo de Agitación= 10-15 minutos.



Paso 3:

En la segunda tina ya sea de 1000 o 3000 litros agregar la (Bentonita+Ezee Troll o F-pac) hidratada o agregar polímero CR-650 y/o F-Plus según terreno en perforación.

Tiempo de Agitación = Constante



• **PARA TERRENOS COMPETENTES Y POCO FRACTURADOS**
SOLUCIÓN TÍPICA (BENTONITA + F-PLUS / F-PLUS RD)

Paso 1: Mezclar la Bentonita en agua hasta que hidrate en una tina NO contaminada.



Paso 2: Agregar el polímero granular F-PLUS o F-PLUS RD a la mezcla de Bentonita previamente hidratada.



vii. Prueba de viscosidad. - Durante la perforación

Viscosidad: Es la medida de resistencia que tiene un fluido para trasladarse.

La prueba de embudo medirá el tiempo (segundos) que tarde el fluido en trasladarse hasta llenar la jarra (950 ml).

Viscosidad de Embudo recomendada:

Entre 38 a 45 seg / 950 ml según el diámetro de perforación y condiciones del terreno.



2.2.35 Condiciones de la cámara diamantina en interior mina.

Para la resección de la cámara diamantina debe de contar con lo siguiente: ventilación, sostenimiento de la cámara según recomendación geomecánica, iluminación, pozo de sedimentación o lama y cuneta, refugio para el tablero eléctrico y contar los taladros de servicio con las alcayatas para el cable eléctrico, agua y aire.

Al cumplir con estas condiciones se procede a Instalar el equipo de perforación diamantina, panel de mando, unidad de poder, los cubiles de lodo; luego entablar el piso de la cámara diamantina, una vez culminada el entablado acondicionar la cámara: colocar caballete para el tubo interior y barras de perforación, canaleta para los testigos, barras de bloqueo para la unidad de rotación, bamba de lodo, andamio para los aditivos y lubricantes de perforación, cajas porta testigos, porta herramientas, contar con una caja de herramientas, equipos de emergencia e incendio, panel informativo y pizarra de

monitoreo de gases.

Gráfico 22

Cámara diamantina



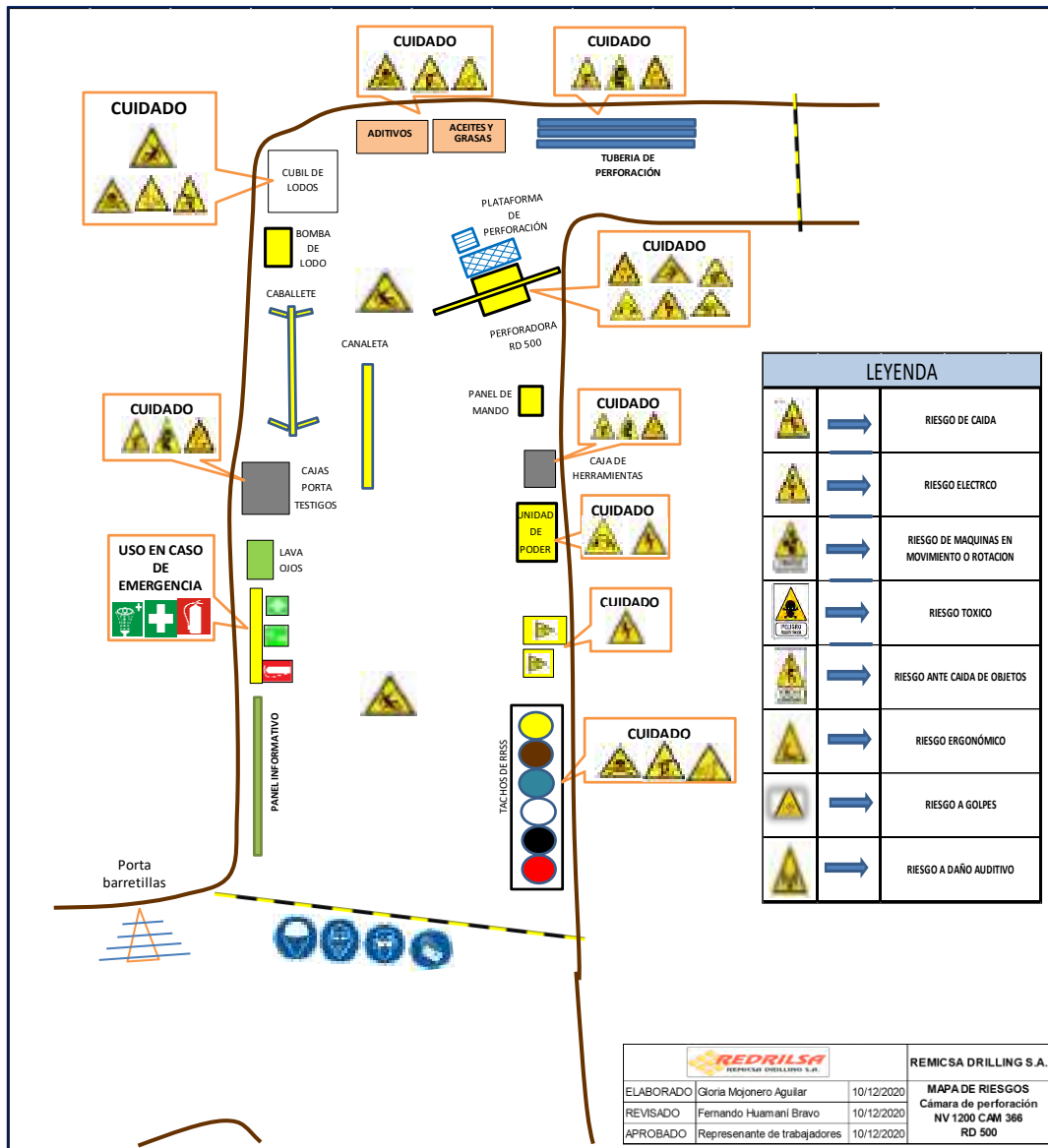
Fuente: Propia 2020

2.2.36 Mapa de riesgo

Es una herramienta de análisis esencial que nos permite identificar zonas de mayor o menor riesgo frente a diferentes peligros, como factor clave a la hora de determinar las áreas o labor a intervenir. A continuación, se muestra el mapa de riesgo de la cámara diamantina 366, NV 1200 de la unidad minera Yauliyacu.

Gráfico 23

Mapa de Riesgos



Fuente: Labor a perforar, Cámara 816, NV 800, Propia 2020.

2.2.37 Proceso de perforación.

Antes de iniciar el proceso de perforación diamantina se debe contar primero con el plano geomecánico (para verificar el cumplimiento de la recomendación geomecánica de la cámara) y plano de proyecto de sondajes (para ver el número, profundidad y dirección de cada sondaje por consiguiente selección de perforadora diamantina).

1.2.37.1 Plano geomecánico

Verificar el área de trabajo (cámara diamantina) el tipo de sostenimiento según la evaluación geomecánica por la cia minera Los Quenuales, así mismo se seleccionará el tipo de broca según la dureza de la roca a perforar el sondaje.

1.2.37.2 Malla de perforación - número de taladros.

Para dar inicio con la perforación se debe contar con el plano proyecto de sondajes, en este plano indica el número de sondajes, longitud de cada sondaje, rumbo e inclinación de los sondajes. Seguidamente estos puntos de sondaje son marcados por el área de topografía de la empresa minera Los Quenuales S.A.

La malla de perforación diamantina no tiene un diseño como se tiene para el desarrollo o preparación de labores subterráneas (taladros de corte. Ayuda cuadradores, alzas y arrastre), las perforaciones diamantinas son según las evaluaciones y/o requerimiento por el área de geología de la empresa minera Los Quenuales S.A.

En la siguiente imagen se muestra los puntos marcados para la perforación siendo “boca” el punto de inicio a perforar y “cola” punto de proyección del sondaje para la alineación del equipo y/o dirección del sondaje.

Gráfico 24

Puntos marcados para el sondaje (boca y cola)



Fuente: Propia 2020

1.2.37.3 Operación diamantina con el equipo de perforación diamantina

Una vez instalada y nivelada la perforadora diamantina (para el caso de la Metre Eater verificar la barra telescópica que este bien ajustada), utilizar las llaves stillson n° 18 pulg, 24 pulg, 36 pulg para el armado del core barel e introducir el core barel armado

con broca y escariadora en el cabezal de rotación (Chuck), maniobrar (ajustar y desajustar) el Chuck de acuerdo al rumbo e inclinación del sondaje, según proyecto. Seguidamente introducir el tubo interior dentro del Core barel, embonar la barra de perforación al core barel, al final de la barra de perforación colocar o enrosca la bomba conexión con su manguera mediante conexión rápida, y bombear el agua hasta que llegue a la broca del taladro.

El operador activa la bomba de lodos, haciendo circular el fluido de perforación y hará rotar la unidad de rotación, con la velocidad y el avance adecuado para el inicio de la perforación (avance lento). El lodo es preparado según al tipo de terreno.

Una vez lleno el tubo interior, se procederá a pescar el tubo interior para recuperar la muestra. Si se utiliza un tubo interior sacatestigos de 3 m se perfora esa longitud. Se detiene la perforación y se corta el testigo con una pequeña rotación inversa. Hecho esto se saca la bomba conexión o cabeza de inyección, se introduce el pescador (overshot) con el cable (wire line) y se conecta la manguera de agua. Este “pescador” tiene un cerrojo que cuando contacta con el enganche del cabezal del tubo interior y lo atrapa y de esta forma se recupera la muestra de testigo con el malacate. Dentro del tubo interior, en el pin, hay un anillo flexible (resorte seguro) que se cierra contra el testigo y no permite que este se deslice cuando se está recuperando la muestra.

Para retirar el tubo sacatestigo del interior del tren de barras, se desengancha la manguera de agua y el pescador, dejando libre el tubo sacatestigo con la muestra para luego ser puesto sobre el caballete de tubo interior.

Colocar otro sacatestigos (cabezal y tubo interior) que ya está preparado al lado de la máquina (se trabaja siempre con dos tubos sacatestigos). Luego embonar una nueva barra de perforación este debe tener en el box la bomba conexión.

Al llegar el nuevo tubo sacatestigos al core barel, provocará una serie de sonidos muy característicos a los que el perforista debe estar atento para escucharlos, de esta forma el tubo está dentro del core barel, reiniciando con la perforación.

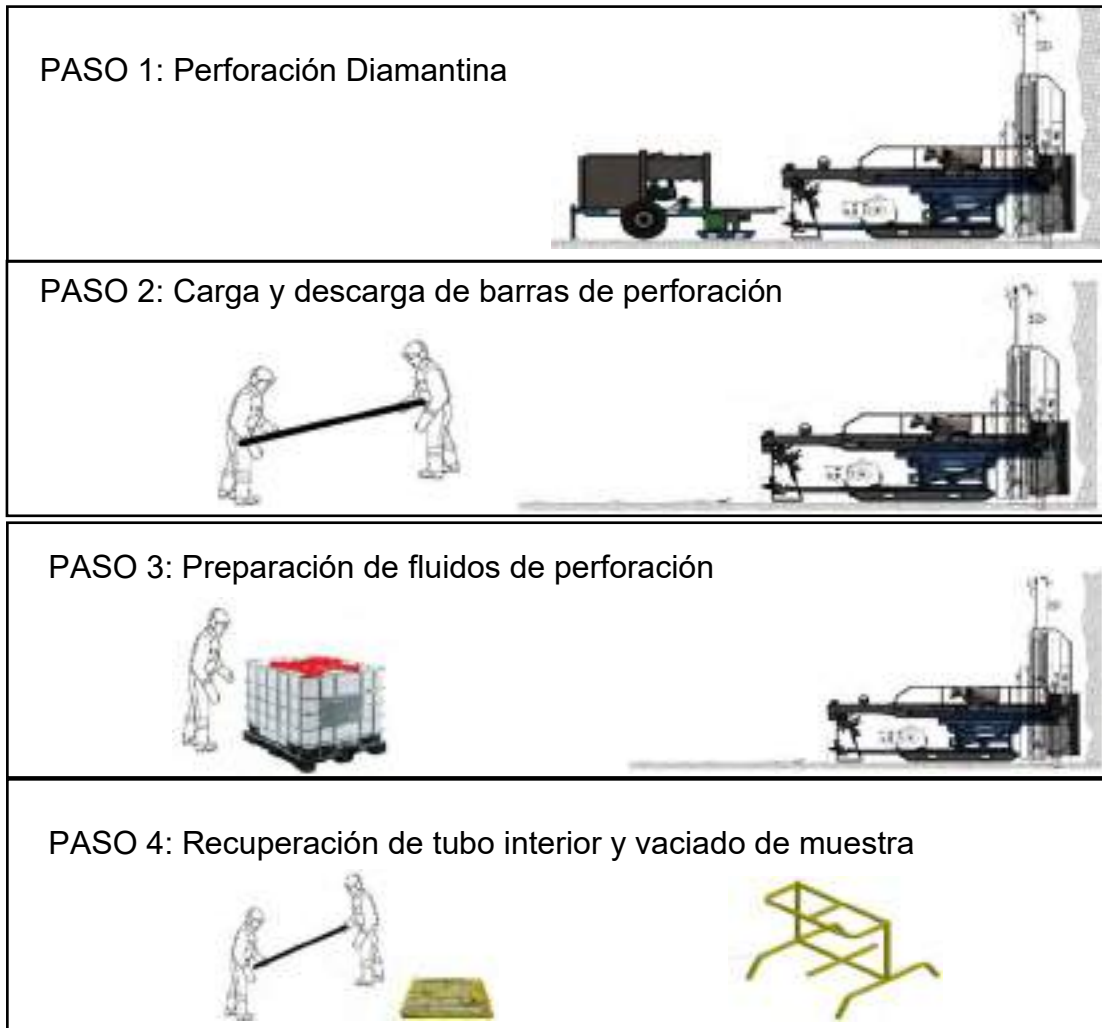
Para trabajar con la perforadora ME se requiere de un perforista y un ayudante perforista. El perforista manipula el panel de mando cerca a la perforadora y controla la presión del agua, ya que de quedarse sin suministro se corre el riesgo de que se funda la corona. El ayudante manipula las herramientas, saca el testigo del tubo interior y lo

acomoda los testigos en la caja porta testigos y la preparación de los aditivos.

Del tubo interior extraído, se retira el testigo, mediante golpes suaves y giro con el martillo de goma, y se dispone en una canaleta de testigos para ser lavados haciendo uso de una jarra con agua.

Las cajas portatestigos están previamente rotulados con la denominación del sondaje, el ayudante debe colocar al final del testigo un taco de madera en el cual se indica la profundidad alcanzada y el tramo perforado. Estas muestras de testigos son trasladadas en camionetas a la “casa de logueo” de la empresa minera Los Quenuales para ser evaluados por el área de geología.

1.2.37.4 Secuencia de perforación diamantina y obtención de muestras



PASO 5: Traslado de caja de muestras de interior mina a superficie con camioneta



Fuente: REDRILSA

1.2.37.5 Medición réflex del sondaje.

Gráfico 25

Equipo de medición REFLEX



Fuente: Propia 2020

Se realiza para verificar si hubo desviaciones del sondaje. Se comienza revisando el equipo de manera que se encuentre en las condiciones óptimas para su ensamble de forma manual. Una vez que el instrumento se encuentra en el fondo del pozo enganchado del pescador se empieza con la toma de datos cada 3 a 5 metros hasta que llega a superficie, se procede con el desarme y posterior guardado. Se descarga todas las mediciones y con esos datos se va a la oficina para pasarlo al software.

1.2.37.6 Sellado de sondajes.

Cuando existan varios taladros en una misma cámara estos serán sellados de acuerdo a como se van culminando, previo levantamiento del topógrafo y confirmación por parte de Geología, sin esperar a culminar todos los sondajes del proyecto.

El sellado del sondaje es con cemento y agua, esta mezcla se coloca dentro de la tubería pvc de 1.50 m de longitud, una vez llevado en su totalidad la tubería pvc con la mezcla se coloca un tapón de trapo en la boca del tubo. Finalmente se coloca la tubería pvc dentro del sondaje a sellar, con una barretilla de 8,10 y/o 12 pies empujar el tapón hacia adentro.

Al finalizar el sellado de taladro, la cámara debe quedar en las mismas condiciones que fue entregada para iniciar la perforación.

Gráfico 26

Sellado de sondajes con cemento



Fuente: Propia 2020

Gráfico 27

Colocado de packers a solicitud de Geología.



Fuente: Propia 2020

CAPITULO III

ÁMBITO DE ESTUDIO

3.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN.

3.1.1 Ámbito de investigación.

La Compañía minera Los Quenuales S.A. –U.M Yauliyacu se ubica en el distrito de Chicla, provincia de Huarochirí, departamento de Lima. Geográficamente se localiza en la zona central, flanco Oeste de la Cordillera occidental de los Andes, entre las coordenadas; 11°30' latitud sur, 76°10' de longitud Oeste. A una altura promedio de 4,250 msnm.

3.1.2 Accesibilidad.

El acceso la unidad, se da por dos rutas, las cuales son especificadas en la tabla 11.

Tabla 11
Accesibilidad a la Unidad Minera Yauliyacu.

| Rutas | Distancia (Kilometro) | Tiempo (Horas) | Vía de acceso |
|---|-----------------------|-----------------|---------------|
| Lima - Chosica - Matucana - San Mateo de Huanchor - Chicla - Casapalca. | 131 Km | 2 horas, 42 min | Asfaltada |
| Huancayo - Concepción- Jauja - La Oroya - Ticlio - Casapalca. | 178 Km | 3 horas, 35 min | Asfaltada |

Fuente: <http://es.distancias.himmera.com/buscar/>. 2016

Gráfico 28

Ubicación de la EMQSA, UM Yauliyacu



Fuente: <https://es.scribd.com/doc/47386446/YAULIYACU>. 2016

3.1.3 Topografía y relieve

El área de estudio presenta un relieve topográfico moderadamente accidentado, conformada por montañas elevadas las cuales están disectadas por el río Rímac. El relieve es moderado con formas topográficas de una geomorfología glacial, se observan depósitos morreicos ubicados en ambas márgenes del valle, los cuales son profundos.

3.1.4 Clima.

En la zona minera, se aprecian dos estaciones bien definidas: la temporada de lluvias, comprendidas entre los meses de diciembre a abril caracterizada por fuertes precipitaciones con una temperatura de 10° y disminuyendo está a 0°. Dirección y velocidad del viento es 30 Km/h (6), y los periodos de sequía (seco templado) corresponden a los meses de mayo - noviembre.

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD MINERA YAULIYACU.

3.2.1 Geología regional.

En la unidad minera Yauliyacu se extrae minerales polimetálicos y se produce concentrados de zinc, plomo, bulk (obtenido en la planta es el concentrado plata, cobre y plomo) y cantidades menores de cobre. La mineralogía es construida por esfalerita, galena, tetraedrita y calcopirita como minerales de mena de mayor abundancia; los minerales de ganga están representados principalmente por pirita, calcita y cuarzo. Presenta una alteración hidrotermal de las cajas de las vetas es silicificación, sericitización y propilitización a unas distancias de las vetas.

3.2.1.1 Estratigrafía.

La columna estratigráfica de la región está conformada principalmente por areniscas, lutitas calcáreas, calizas, brechas, tufos y lavas, los cuales alcanzan una potencia aproximada de 5,400 m. Se muestra en la tabla 12.

Tabla 12

Columna estratigráfica de la unidad minera Yauliyacu

| ESTRATIGRAFIA | | | | |
|--------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| ERA | SISTEMA | FORMACIÓN | MIEMBRO | |
| CENOZOICO | CUATERNARIO | Depósitos glaciares | Morrenas antiguas | |
| | TERCIARIO | Rocas intrusivas | Andesitas, diorita, diques | |
| | | Fm. Rio Blanco: | Tufos, intercalaciones de calizas | |
| | | Fm. Bellavista: | Calizas, tufos y lutitas rojas | |
| | | Fm. Carlos Francisco | Yauliyacu: | Tufos rojos |
| | | | Carlos Francisco: | Flujos andesíticos porfíricos |
| | | | Tablachaca: | Tufos y brechas porfíricas |
| | | Fm. Casapalca | Carmen: | Conglomerados, areniscas y lutitas |
| | | | Capa Rojas | Lutitas y areniscas calcáreas (rojo) |
| | | MESOZOICO | CRETACEO | Fm. Jumasha |
| Fm. Gollarisquizga | Areniscas, lutitas y cuarzo | | | |

Fuente: Departamento de área de geología EMQSA. 2018

3.2.2 Geología estructural.

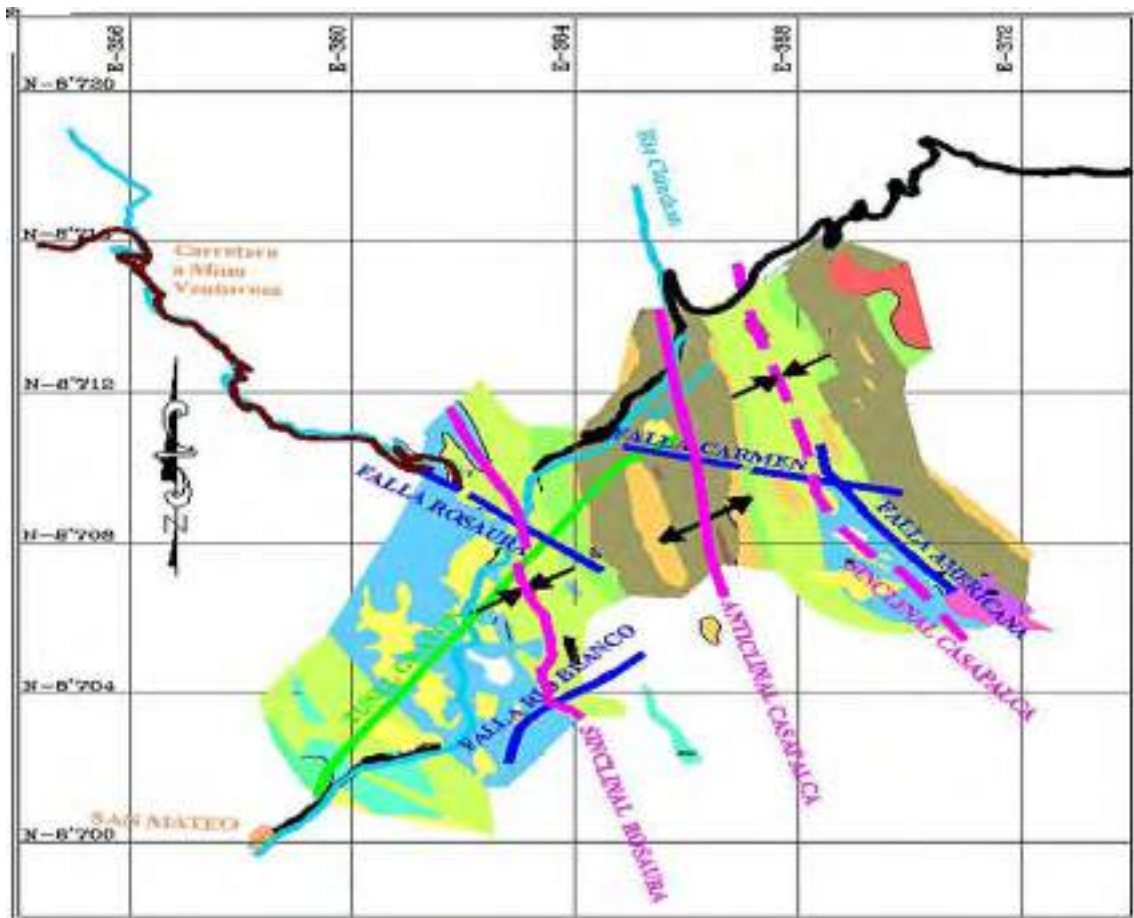
3.2.2.1 Estructuras principales.

La estructura principal es el anticlinal Casapalca, pliegue abierto en la parte central, al norte pasa a un pliegue cerrado volcado hacia el este. Rumbo 10° - 20° NW. La gran falla es post mineral rumbo 55° NW y buzamiento 50° - 60° NE.

En el área se encuentra tres grandes fallas inversas conservando cierto paralelismo entre sí; estas fallas son las siguientes: Infiernillo, rumbo 38° NW y buzamiento de 70° al SW. Rosaura, rumbo N 38° W y buzamiento N 80° W (presenta mineralización). Y American, con rumbo N 38° W y buzamiento 80° al NE. La falla del Rio Blanco en la parte SW del distrito tiene un rumbo cerca de N 35° E paralelo al sistema de las vetas M y C. En subsuelo la gran falla, de rumbo N 55° W, desplaza a las vetas, siendo dicho desplazamiento ligeramente mayor en profundidad.

Gráfico 29

Plano de geología estructural (fallas y pliegues).



Fuente: Departamento de área de geología EMQSA. 2018

3.2.3 Geología local.

Zona horizontal

En la denominada zona horizontal, se observó tanto en los niveles 3000, 3300. 3600 y 3900 una secuencia sedimentaria, perteneciente al Miembro Capas Rojas de la Formación Casapalca. Esta secuencia localmente está constituida por areniscas calcáreas de granito fino a grueso, de coloración gris clara. Las alteraciones hidrotermales de la roca localmente son: silicificación, sericitización y propilitización.

3.2.3.1 Origen y Tipo de yacimiento.

El yacimiento es de origen hidrotermal, y el tipo de yacimiento es en vetas, cuerpos y diseminados.

3.2.3.2 Mineralogía.

La unidad Yauliyacu es productora de plomo, zinc, plata y cantidades menores de cobre.

La mineralogía es constituida por esfalerita, galena, tetraedrita y calcopirita, como minerales de mena de mayor abundancia. Los minerales de ganga están representados principalmente por pirita, calcita y cuarzo.

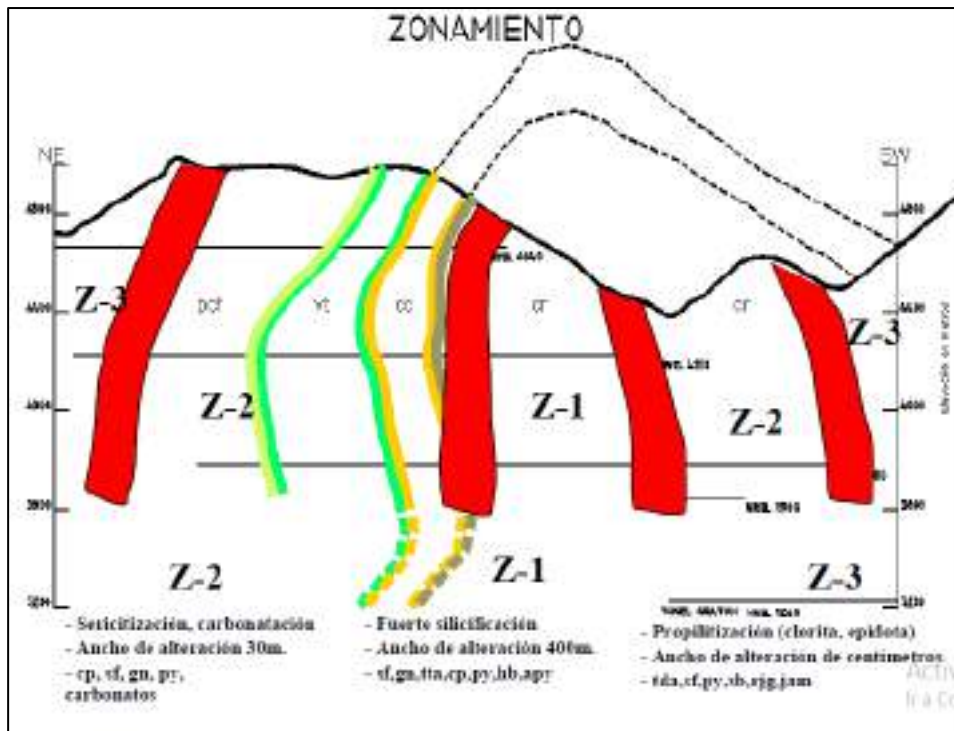
Otros minerales puntualmente abundantes o raros son: Oropimente, rejalgar, argentita, estibina, rodonita, fluorita, barita, bornita, arsenopirita, polibasita, jamesonita, bournonita, pirargirita y geocronita.

3.2.3.3 Alteraciones.

Presenta una alteración hidrotermal de las cajas de las vetas es silicificación, sericitización y propilitización a unas distancias de las vetas.

Gráfico 30

Alteración que presenta por zona en la unidad Yauliyacu



Fuente: Departamento de área de geología EMQSA. 2018

3.2.4 Geología económica

La mineralización de la unidad minera Yauliyacu se presenta en:

A. Vetas

Las vetas que han sido formadas por el relleno de fracturas. En superficie, la estructura más importante tiene una longitud aproximada de 5 Km. de los cuales 4.0 km. han sido ya explorados en subsuelo. Verticalmente la mineralización es conocida en un encampame de 2,000 m. Las vetas son angostas, generalmente menores a 1.00 metro de ancho.

En Yauliyacu se han diferenciado varios tipos de mineralización en vetas, los cuales se:

a. Tipo Carlos Francisco.

Cuarzo, calcita y pirita subordinada como ganga. Esfalerita, Galena y Tetraedrita, como mena. Vetas formadas por relleno de fisuras.

b. Tipo Carmen, Aguas Calientes.

Carbonatos y cuarzo como ganga. Esfalerita, Galena y Tetraedrita como mena. Vetas formadas por relleno de fallas (vetas C y S).

c. Tipo Corina.

Poca ganga, Esfalerita y Jamesonita. Veta A, a 2 Km. al Norte de la mina principal.

d. Tipo Americana.

Carbonatos como ganga. Tetraedrita, esfalerita con poca galena y pirita. Al este de la mina principal (vetas Oroya y Mercedes).

e. Tipo Yauliyacu.

En las formaciones Yauliyacu, Bellavista y Río Blanco a 4 Kilómetros al Sur de la mina principal (Rosaura). Los minerales principales son: Esfalerita, galena, en menor cantidad tetraedrita y calcopirita; como ganga está la pirita, cuarzo y calcita.

f. Tipo Chisay.

Los minerales de mena son: Calcopirita, bornita y tetraedrita en vetas, vetillas y diseminaciones, junto a las que se hallan localizada la malaquita. Los principales minerales de ganga son: Calcita, dolomita, rodocrosita y barita, que se presentan en pequeñas cantidades. Las rocas encajonantes son los volcánicos porfiríticos " Carlos Francisco " ampliamente distribuidos (3 a 4 Kilómetros) en el distrito Americana.

B. Cuerpos

Los cuerpos pueden ser de tres tipos:

1. Diseminaciones laterales a las vetas.
2. Vetillas y diseminaciones concordantes con la estratificación de las areniscas y conglomerados.
3. Sulfuros masivos concordantes con niveles de conglomerado.

3.2.5 Recursos minerales

La estimación de recursos minerales para la mina Yauliyacu está basado en la interpretación geológica para cada estructura mineralizada considerando la información de análisis de muestreo por sondajes diamantinos y canales, incluyendo controles estructurales y litológicos.

Tabla 13

Resumen de Recursos Minerales Yauliyacu.

| | Recursos Minerales Medidos | Recursos Minerales Indicados | Recursos Minerales Medidos e indicados | Recursos Minerales Inferidos | Total |
|----------------------|---|---|---|---|-------------------|
| Toneladas | 6,557,273 | 13,468,845 | 20,026,118 | 14,048,126 | 34,074,244 |
| Zinc (%) | 3.02 | 3.07 | 3.05 | 2.90 | 2.99 |
| Plomo (%) | 1.09 | 1.32 | 1.25 | 1.56 | 1.38 |
| Cobre (%) | 0.34 | 0.32 | 0.33 | 0.36 | 0.34 |
| Plata(Oztroy) | 3.99 | 5.09 | 4.73 | 8.07 | 6.11 |

Fuente: EMQSA 2020

- **Recurso inferido:** Se puede estimar tonelaje, ley y contenido de mineral con un bajo nivel de confianza.
- **Recurso indicado:** Se puede estimar para un nivel razonable de confianza, el tonelaje, la densidad, forma, características físicas y contenido mineral.
- **Recurso medido:** Se puede estimar para un alto nivel de confianza el tonelaje, la densidad, forma, características físicas y contenido mineral.
- **Reserva mineral probable**
Parte económica explotable de un recurso mineral indicado y en algunas circunstancias recurso mineral medido. Tiene grado de certeza 0.75.
- **Reserva mineral probado**
Parte económica explotable de un recurso mineral medido. Se han realizado evaluaciones apropiadas que pueden incluir estudios de factibilidad e incluyen

consideración y modificación por factores de minería, metalurgia, económicos, mercados, ambientales, sociales y gubernamentales. Tiene grado de certeza 1.0

3.2.6 MINERÍA

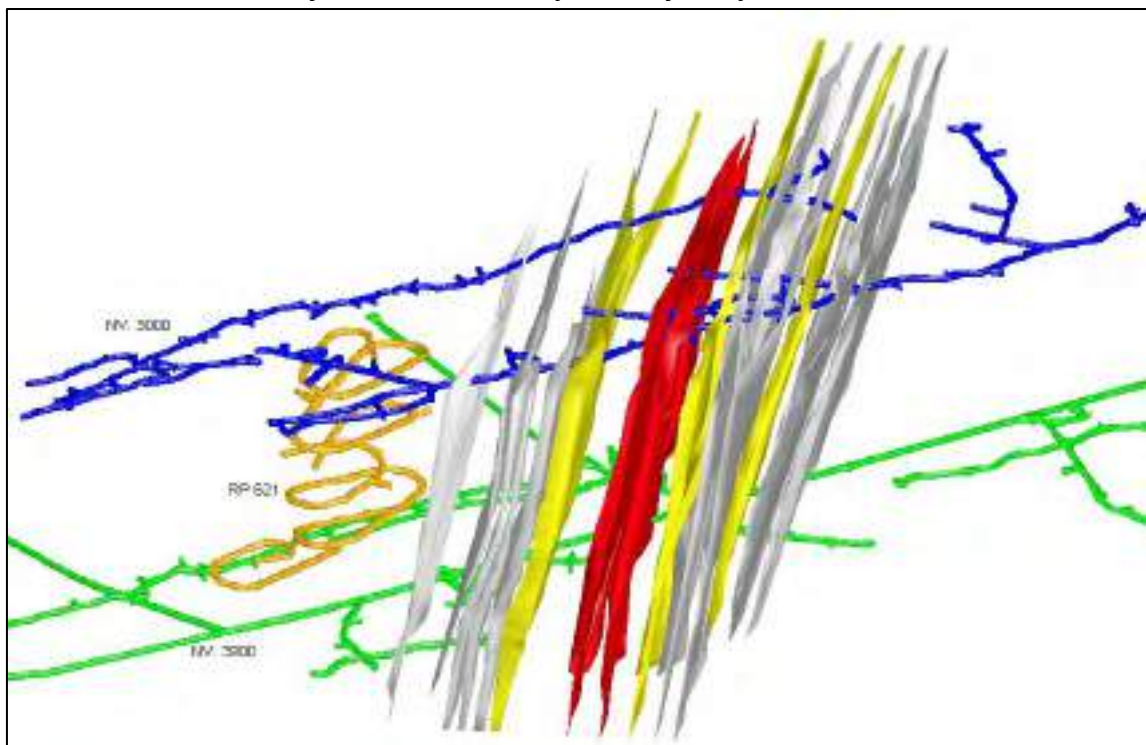
3.2.6.1 Planeamiento de mina.

El planeamiento a largo plazo, la unidad minera cuenta con una zona de recurso importante denominado Horizontes. Considerando su accesibilidad se ha optado la zona horizonte y profundizar en una siguiente etapa.

El alcance en relación con el objetivo es: la explotación, preparación, desarrollo y producción de la zona denominada Horizonte, comprendida entre los niveles 3000 y 3900 ubicado entre progresivas 550 S Y 1100 S.

Gráfico 31

Horizontes color rojo es más ancha y de mejor ley.



Fuente: EMQSA, 2018

3.2.6.2 Capacidad de producción.

Dentro del programa mensual de producción correspondiente al mes de diciembre 2020 y enero 2021 es 115 200 TM y 109 000 TM, en el cual se tuvo una producción mensual de 107 000 TM cumpliéndose el 98% de lo programado. La planta de tratamiento tiene una capacidad de 4 000 TM diarias.

3.2.6.3 Métodos de explotación del mineral

1. Sublevel Stoping

En la unidad Yauliyacu existen dos formas del método de explotación: sublevel Vetas y sublevel Cuerpo. Ambos se desarrollan de la misma forma la diferencia está en la longitud de los taladros largos para vetas es de 20 m (10 m positivo y 10 m negativo) y para cuerpos es 15 m (7.5 m positivo y 7.5 negativo). Aplicable en vetas o cuerpos anchos (mayor de 4.0 metros) con mineral de buena continuidad y rocas encajonantes resistentes.

CAPITULO IV

ANALISIS TECNICO-ECONOMICO PARA LA SELECCIÓN ÓPTIMA DE LAS PERFORADORAS DIAMANTINAS

4.1 Características geomecánicas del área de estudio.

La cámara diamantina o labor a perforar se debe realizar una previa evaluación para determinar el tipo de sostenimiento a realizar por el área de geomecánica de la unidad minera.

Para clasificar geomecánicamente a la masa rocosa se utilizó los criterios de clasificación geomecánica de Bieniawski (RMR – Valoración del Macizo Rocoso– 1989) y la Clasificación del índice Geológico de Resistencia (GSI) propuesto por Hoek (1995).

4.1.1 Bieniawski – RMR (Rock Mass Rating)

Permite obtener un índice de calidad del macizo rocoso a partir de resistencia de la roca intacta, grado de fracturación y diaclasado de las discontinuidades del macizo, presencia de agua y la orientación de las discontinuidades respecto al elemento de estudio: túnel, talud o cimentación.

Para el cálculo de RQD, se utiliza la siguiente fórmula que define el porcentaje de piezas intactas.

En 1964, Deere propuso un índice cuantitativo de la calidad de roca, basada en la recuperación de núcleos con perforación diamantina, el sistema RQD. Este índice de calidad de roca se ha usado en muchas partes y se ha comprobado que es muy útil en la clasificación del macizo rocoso.






$$\text{RQD} = \frac{\text{Sumatoria longitudes de testigos} \geq 10\text{cm}}{\text{Longitud del taladro}} \times 100\%$$

4.1.2 GSI

La clasificación GSI se basa en una excavación cuidadosa del macizo rocoso y, por consiguiente, es esencialmente cualitativa. Este índice incorpora la estructura del mismo y las características geomecánicas de las superficies de discontinuidades existentes en él y se obtiene a partir de un examen visual del macizo rocoso en afloramientos y sondeos. El GSI combina los dos aspectos fundamentales del comportamiento de los macizos rocosos; es decir, su fracturación, o sea, el tamaño y la forma de los bloques, y la resistencia al corte de las discontinuidades.

Gráfico 32

Cartilla GSI (Índice Geológico de Resistencia)

| EMPRESA MINERA LOS QUEHUALES S. A. UNIDAD YAULIYACU SOSTENIMIENTO DE LABORES SEGUN GSI ESTANDARIZADO 2013 | | | | |
|--|------|---|------|-------|
| <p>Labores permanentes de 3 o más años de apertura. Labores Temporales de 2.5 hasta 4 años de apertura.</p>  | | <p>CONDICIONES SUPERFICIALES</p> <p>BIEN (B): Roca competente. Resistencia en 100 MPa (Promedio de toda la masa). Debe estar libre de grietas. <i>(Se requiere gape de placa)</i></p> <p>REGULAR (R): Masa rocosa competente. Resistencia de 25 - 50 MPa. No debe estar libre de grietas. Debe estar libre de defectos. <i>(Se requiere gape inmediato)</i></p> <p>ROBUSTO (P): Roca competente. Resistencia de 5 - 20 MPa. Muy afectada. Espesor de placa debe ser mayor a 10 cm. <i>(Se requiere gape con arnés)</i></p> <p>MUY ROBUSTO (MP): Roca competente. Resistencia < 5 MPa. Muy afectada. Espesor de placa debe ser mayor a 10 cm. <i>(Se requiere gape con arnés de placa)</i></p> | | |
| <p>A Sin sostenimiento o punto ocasional</p> <p>B Placa sistemática 1.2 x 1.5 m (+ hasta 0.000125)</p> <p>C Placa sistemática 1.2 x 1.2 m + más (incluye 2" optional)</p> <p>D Shotcrete de 2" reforzado con fibra, opcionalmente avaras con split web puntuales (en drags ligeros o polvos)</p> <p>E Cámaras y excavos con espacillos de 1.0 a 1.5 m, cuadrado en bordos temporales.</p> | | | | |
| ESTRUCTURA | | | | |
| <p>FRACTURADA (F)</p> <p>Bien trabada, poco disturbada. Espaciamiento de 1.5 a 25 cm. 3 sistemas de discontinuidades. RGD = 65 - 75 % 6 x 10 fracturas/m² (pocas en ángulos)</p>  | A | A | NA | NA |
| | F/B | F/R | NA | NA |
| <p>MUY FRACTURADA (MF)</p> <p>Mucha grietas trabada y disturbada. Espaciamiento de 5 a 15 cm. 3 sistemas de 1 segundo en discontinuidades. RGD = 25 - 60 % 11 a 20 fracturas por metro m² (pocas en ángulos)</p>  | A | B | C | NA |
| | MF/B | MF/R | MF/P | NA |
| | B | C | D | |
| <p>INTENSAMENTE FRACTURADA (IF)</p> <p>Pegajoso y trabado. Espaciamiento < 6 cm. 4 sistemas de discontinuidades. RGD = 25 % 20 fracturas/m² (Trabado por efecto angular)</p>  | NA | C | D | E |
| | NA | IF/R | IF/P | IF/MP |
| | | D | E | |
| <p>TRITURADA (T)</p> <p>Masa rocosa estratificada o no. Sin espaciamiento. Sin RGD. Roca mojada y/o fragmentada</p>  | NA | NA | E | E |
| | NA | NA | TF/P | TMP |

Fuente: Área de geomecánica de EMQSA. 2018

i. Estructura de masa rocosa

La estructura de la masa rocosa considera el grado de fracturamiento o la cantidad de fracturas por m², y se clasifica en 5 categorías.

- Moderadamente fracturada (F)
- Muy fracturada (MF).
- Intensamente fracturada (IF).

- Triturada o brecha (T).

ii. **Condiciones superficiales**

La condición superficial de la masa rocosa involucra a la resistencia de la roca intacta y a las propiedades de las discontinuidades: resistencia, apertura, rugosidad, relleno y la meteorización o alteración.

- Masa rocosa buena (B).
- Masa rocosa regular (R).
- Masa rocosa mala (M).
- Masa rocosa muy mala (MM).

Para la aplicación, se deben considerar los factores influyentes. Para aplicar la tabla, se deben lavar los hastiales, el techo y el frente de la labor y determinar los dos parámetros del índice GSI. La condición de estructura se determina contando el número de fracturas por metro lineal, la condición de resistencia se determina mediante golpes de picota, comba o barretillas y también se deberá tener en cuenta los factores influyentes.

4.1.3 Calidad y clase de rocas en el área de la mina.

En la EMQSA se realiza las labores en frentes de avance de secciones de 3m x 3m, 3.5m x 3.5m, 4m x 4m y 4.5m x 4.5m en rocas suave, intermedia y dura, así mismo las vetas atraviesan dos tipos de rocas volcánicas y sedimentarias (andesitas y areniscas respectivamente).

4.1.4 Parámetros geomecánicos

La dureza de la roca es muy importante para poder descartar el tipo de broca a utilizar e iniciar con la perforación. Para lo cual se consideró lo siguiente:

4.1.4.1 Condición de la cámara diamantina

La labor para realizar los sondajes fue lo siguiente:

Para la perforadora RD500 perforó en la cámara 816, NV 800, sección 3.5 m x 3.5 m; según la recomendación geomecánica de la labor a perforar fue el tipo de sostenimiento desatar la roca en avanzada y sostener con Split set de 5 pies de forma

sistemática desde la gradiente, tipo de roca andesita, GSI: MF/R.

Para la perforadora Meter Eater perforó en la cámara 773, NV 1000, sección 3.5 m x 3.5 m; según recomendación geomecánica de la labor a perforar fue sostenimiento con malla eslabonada + p. helicoidal de 7 pies a 1.2 m x 1.2 m de G a G, tipo de roca andesita, GSI: MF/R.

4.1.4.2 Selección de broca

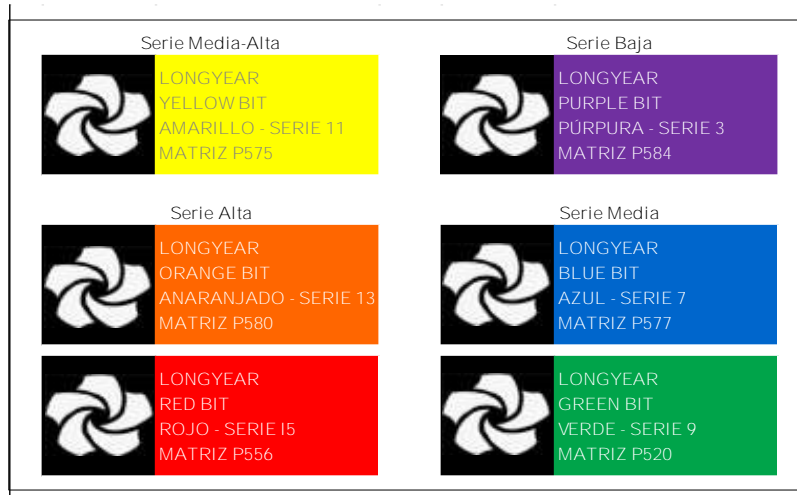
Las brocas que vienen usando la empresa REDRILSA son brocas impregnadas de la marca Boar Longyear, la broca a utilizar para el sondaje será según la dureza de la roca.

La roca a perforar fue rayada con una lija para acero, perteneciendo a la escala de Mohs de 6. Seguidamente se utiliza la tabla 14 cartilla de selección de tipo de matriz, donde se elige la broca de serie 9 color verde, ya que la dureza de la roca andesita fue de 6, así mismo considerar la tabla GSI (Gráfico 32) para verificar la calidad de la roca.

Tabla 14

Cartilla de selección de tipo de matriz

| <p>Selección de Tipo de Matriz</p> <p>1.- Identificar tipo de terreno y potencia del equipo de perforación (Tabla 1). Ejemplo: Tipo mixto de dureza variable.</p> <p>2.- matriz Blue (P577) adecuada para todo tipo terreno (mixto y dureza variable).</p> <p>3.- Para identificar tipo de serie, visualizar calcomanía en cuerpo de la broca y/o validar tipo de fórmula de la matriz. lo cual se valida de la siguiente manera:</p> <p>Ejemplo: N° Serie 1234567-P577 1234567 Lote de fabricación P577 Fórmula matriz Blue(P557)</p> <p style="text-align: right;">Rev.ETA-07/2019</p> | BROCA IMPREGNADAS DE SERIE DE COLORES LONGYEAR BITS | | |
|---|--|-------------------------|--------------------------------|
| | ESTRUCTURA DE TERRENO (LITOLÓGÍA) | ESCALA DE DUREZA (MOHS) | BOART LONGYEAR LONGYEAR BIT |
| | COBERTURA DE TERRENO | 1 – 3 | PÚRPURA (P584) |
| | MUY FRACTURADO Y/O FRACTURADO | 1 – 3.5 | AZUL (P577) |
| | FRACTURADO Y/O MIXTO | 3 – 5.5 | VERDE (P520) |
| | MIXTO | 3 – 6.5 | AMARILLO (P575) |
| | | 6 – 7.5 | |
| | | 6 – 8 | ANARANJADO (P580) |
| | | 8 – 9 | |
| | COMPETENTE | 8 – 9.5 | ROJO (P556) |
| Tabla 1: Cartilla de selección de tipo de matriz | | | |



Fuente: Cartilla de Boart Longyear, 2020

4.2 Factores técnicos.

Las dimensiones de las labores son 3.5 m x 3.5 m, esto indica que las perforadoras deben tener dimensiones menores a la labor a perforar.

4.2.1 Parámetros técnicos de las perforadoras diamantinas

En la unidad minera Yauliyacu se viene utilizando las siguientes perforadoras con las siguientes especificaciones técnicas:

A. Perforadora METRE EATER (ME)

| Capacidad de perforación (Línea BQ) | |
|-------------------------------------|-------|
| Taladro horizontal con barra BQ | 170 m |
| Taladro negativo con barra BQ | 120 m |
| Taladro positivo con barra BQ | 120 m |

| Dimensiones |
|--|
| Unidad de poder: 2.50 x 1.10 x 1.60 |
| Unidad de Perforación 2.60 x 0.90 x 1.60 |

| Peso | |
|-----------------------|----------|
| Perforación | 125.3 kg |
| Abrazadera de barra | 24.4 kg |
| Sujetador de barrilla | 77.1 kg |
| TOTAL | 226.8 kg |

| Mandril y tornillo de alimentación | |
|--|---------|
| Longitud total | 1700 mm |
| Longitud de alimentación | 1000 mm |
| Diámetro máximo de la barra de perforación | BQ |
| 3 mordazas empotrados al tornillo | |

| Sujetador de barrilla | |
|------------------------------|-----------------|
| Diámetro del pistón | 80 mm |
| Diámetro del bastidor | 56 mm |
| Longitud de carrera | 760 mm |
| Capacidad | |
| Empuje | 7370 kg a 16 MP |
| Jalando | 3761 kg a 16 MP |

| Engranaje | Alimentación | Avance a 1000 Rev./min (cm/min) |
|------------------|---------------------|--|
| Alto | 150 | 6.6 |
| Medio | 100 | 10.0 |
| Bajo | 78 | 12.8 |

Gráfico 33

Posicionamiento de la perforadora RD 500



Fuente: http://www.diamonddrillingcorp.com/prod_services.html, 2016

B. Perforadora RD500

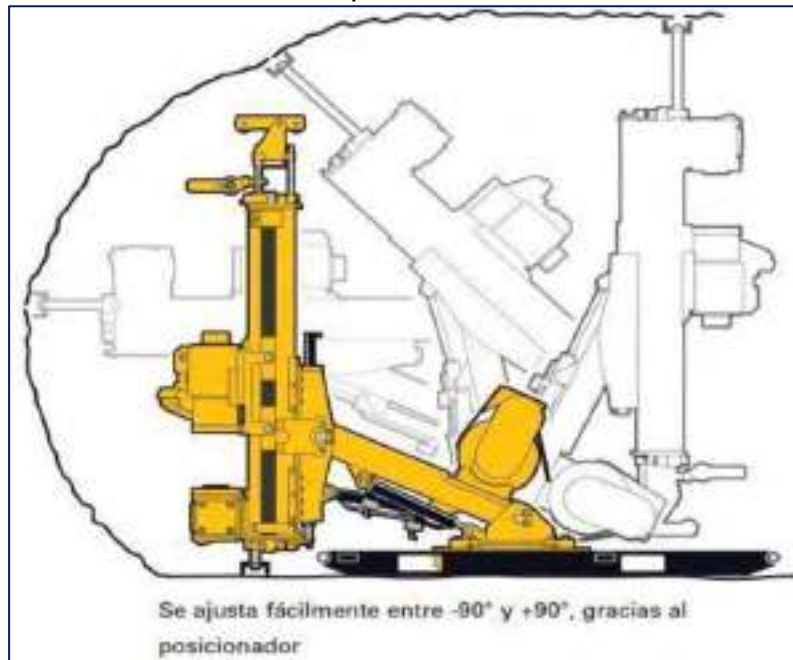
| Capacidad de perforación (Línea BQ) | |
|--|-------|
| Taladro horizontal con barra BQ | 250 m |
| Taladro negativo con barra BQ | 250 m |
| Taladro positivo con barra BQ | 120 m |

| Componentes | Peso total |
|-----------------------|------------|
| Unidad de perforación | 900 Kg |
| Panel de control | 148 Kg |
| Bomba de agua | 220 Kg |

| Unidad de potencia | Peso total |
|--------------------------------------|------------|
| Motor Eléctrico 55KW/75Hp a 1750 rpm | 350 kg |

Gráfico 34

Posicionamiento de la perforadora RD 500



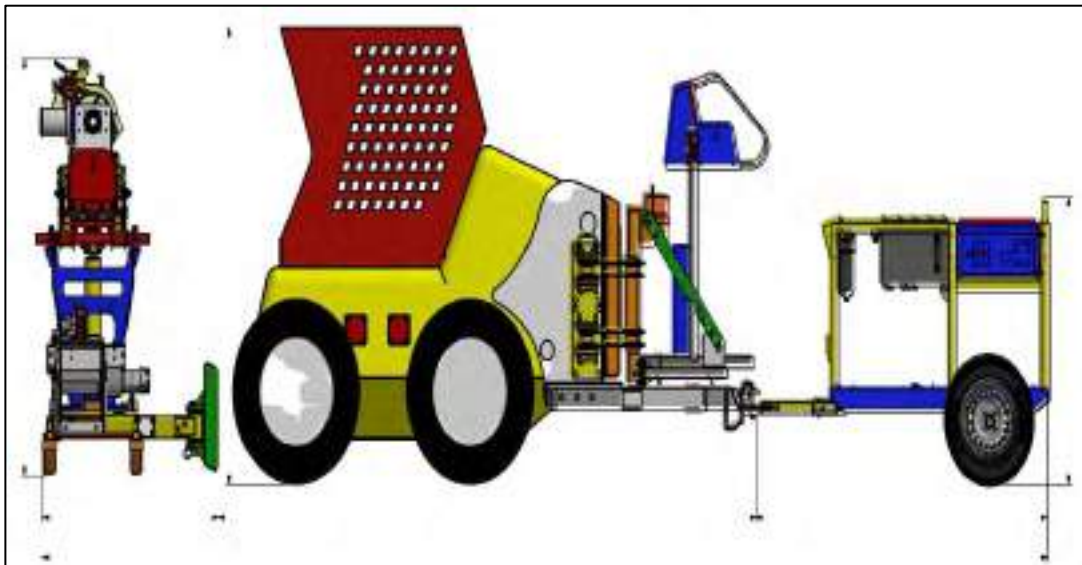
Fuente: Redrilsa, 2020

Unidad de Potencia

| | |
|---------------------------------|--|
| Capacidad de Tanque | 60 litros |
| Filtros Enfriador | Filtro de Retorno Agua - Aceite |
| Adicionales | |
| Bomba Principal | Bomba de Llenado Manual |
| | Bomba hidráulica variable |
| Características | De pistones axiales de 45ccr. 78 litros/min @ 250 bar |
| Condiciones de operación | |
| Bomba Auxiliar | Bomba hidráulica variable |
| Características | De pistones axiales de 28 ccr |
| Condiciones de operación | 45 litros/min @ 210 bar |
| Motor | |
| Potencia | Eléctrico |
| Tensión | 45 kW/60 Hp @ 1750 rpm |
| Frecuencia | Trifásico 440 V |
| Aislamiento | 60 Hz Clase |

Gráfico 35

Unidad de poder



Fuente: REDRILSA, 2020

Perforadora Hidráulica

Unidad de rotación

| | |
|--------------------------|---|
| Tipo | Hidráulicamente Cerrada Mecánicamente Abierta Sincronización automática con el sujetador de barras desde el panel de control. |
| Mordazas | 03 mordazas intercambiables Con insertos de carburo de tungsteno |
| Velocidad Continua | 0 - 1350 rpm |
| Torque Máximo | 500 Nm |
| Fuerza de Sujeción Axial | 70 kN |
| Diámetro máximo | 50 mm |
| Motor Hidráulico | Tipo variable de pistones axiales 55 ccr Guiadores de tuberías intercambiables para sartas BQ. |



Bastidor

| | |
|-------------------|-------------------------------|
| Tipo | Pistón Hidráulico Telescópico |
| Carrera de avance | 500mm Fuerza |
| Empuje Máx. | 75kN Fuerza |
| Empuje Min | 75kN Velocidad |
| Avance | 0.8 m/s |



Sujetador de barras

| | |
|--------------------------|---|
| Tipo | Hidráulicamente Abierto Cerrado por presión de gas - acumulador Sincronización automática con la unidad de rotación desde el panel de control. |
| Mordazas | 02 mordazas intercambiables Con insertos de carburo de tungsteno |
| Fuerza de Sujeción Axial | 60 kN |
| Diámetro máximo | 80 mm |
| Adicionales | Guiadores de tuberías intercambiables para sartas - BQ |



Winche wireline

| | |
|---|--|
| Capacidad | 300m cable de ¼ mm Propulsado por motor hidráulico |
| Tipo | Con ordenador de cable automático Con 4 posiciones desde el panel de control (Subir, neutro, bajar y caída libre) |
| Fuerza de Izaje Tambor Lleno Tambor Vacío | 2.5 kN 6 kN |



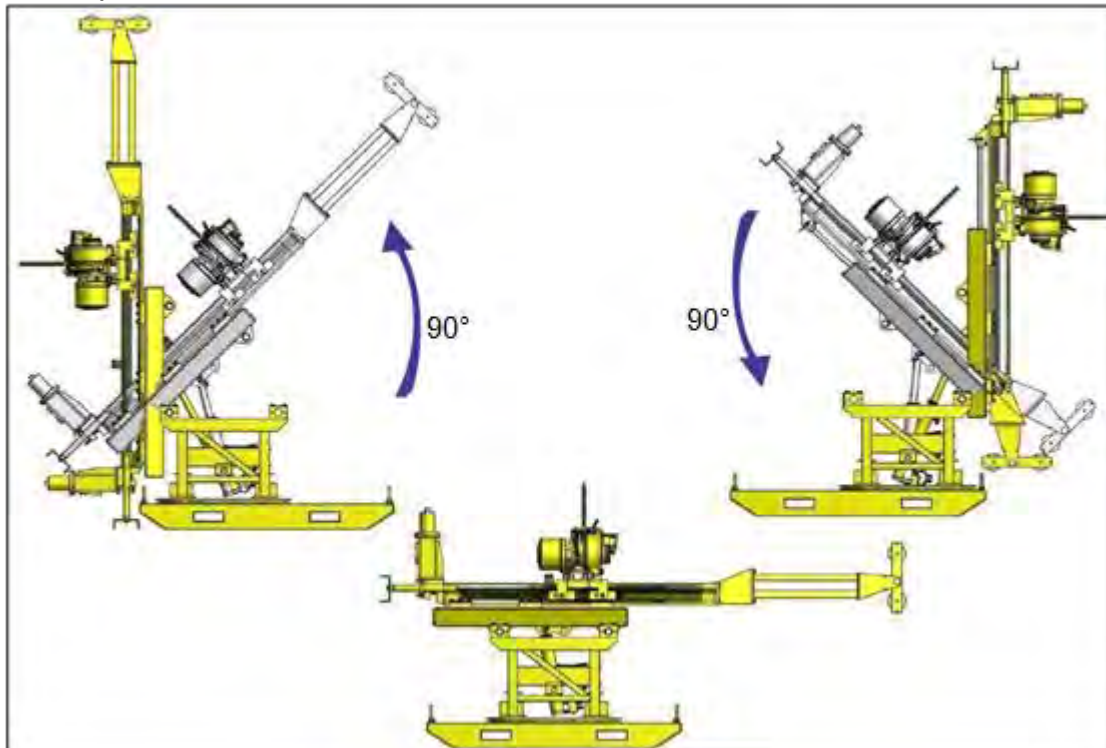
Bomba de lodos

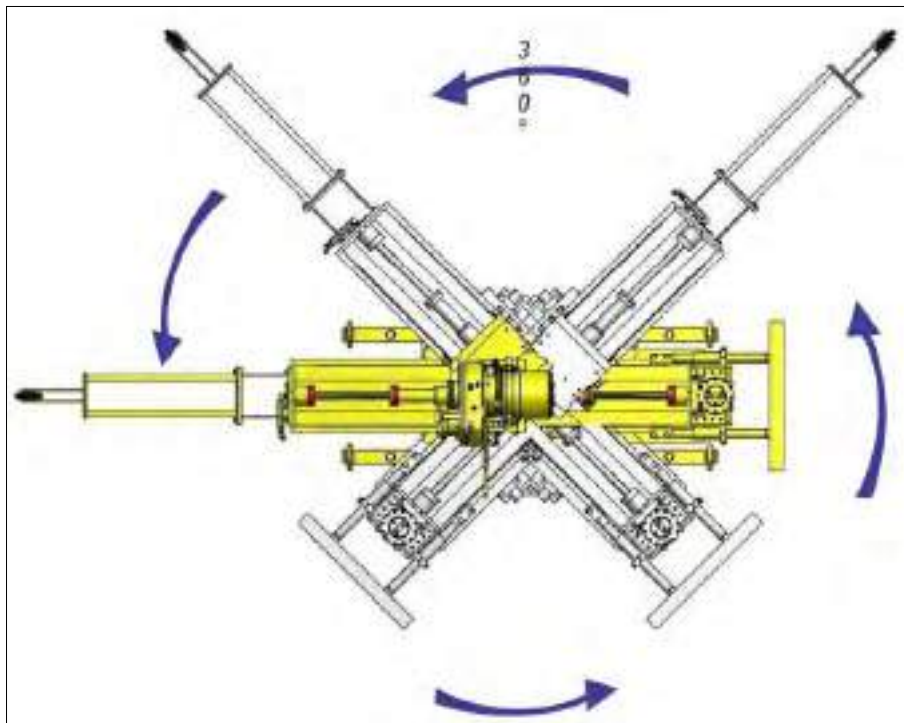
| | |
|--------------------|----------------------------------|
| Tipo | Propulsada por motor hidráulico |
| Bomba | Tipo pistón de múltiples etapas |
| Número de Pistones | 3- 420 |
| Cilindros | De cerámica reforzadas con acero |
| Capacidad | 80 litros / min |
| Presión Máxima | 40 bares |
| Adicionales | Montada sobre skid de acero |



Gráfico 36

Capacidad de Posicionamiento

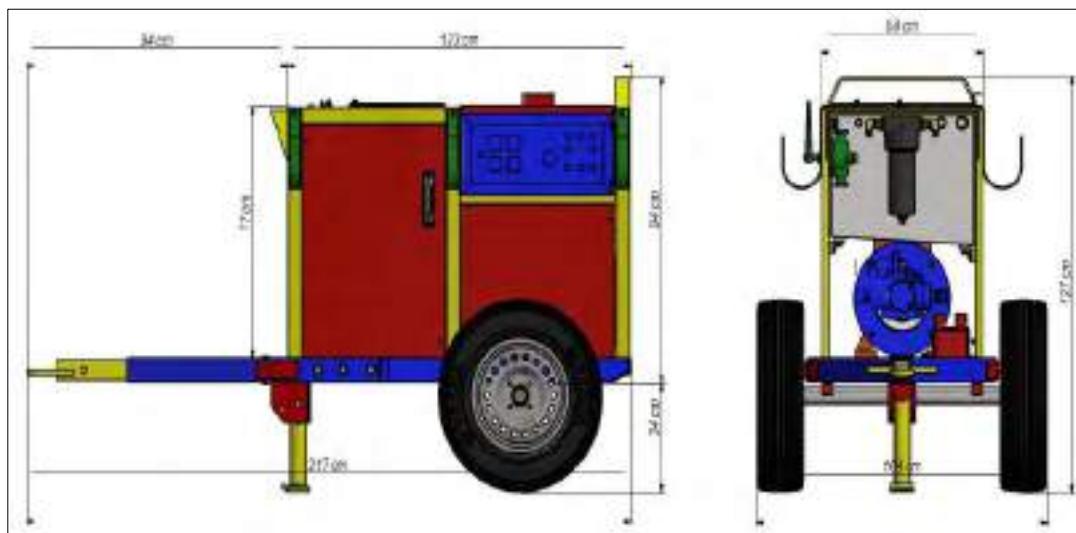




Fuente: REDRILSA, 2020

Gráfico 37

Dimensión de la unidad de poder



Fuente: REDRILSA, 2020

4.2.2 Procedimiento de la operación

A. Procedimiento de operación: perforadora Metre Eater

1.- Instalación de la perforadora Metre Eater:

- Verificar con cordel el rumbo (boca y cola), para poder posicionar el durmiente donde va a quedar instalada la barra telescópica.
- Colocar la unidad de rotación en la barra telescópica, del pistón hidráulico y de la unidad de potencia.
- Ubicar los demás componentes de la maquina (bomba de lodos, panel de mandos, winche wire line, cubil de lodos, mixer).
- Colocar la caja breaker, sistema de iluminación, energizado de la unidad de poder, bomba de lodos y panel de mandos.
- Tendido e instalación de mangueras hidráulicas a la máquina, unidad de poder y demás componentes de la maquina y probadores.
- Entablar el piso de la cámara.

2.- Operación

- Verificar la barra telescópica (Metre Eater) que este bien ajustada
- Verificar las instalaciones hidráulicas, controlar presiones, temperatura, viscosidad y variables operativas
- Colocar las barras de perforación en la unidad de rotación para realizar el sondaje de acuerdo al rumbo e inclinación del taladro, según proyecto
- Maniobrar los ajustes al Chuck
- Carga y descarga de tuberías de la columna de perforación
- Inspeccionar y verificar la plataforma y máquina de perforación (pistones, unidad de rotación, mangueras de alta presión, unidad de potencia, mordazas)
- Desembonar la tubería y bajar de la unidad de rotación
- Colocar la grampa manual (pico de loro), para la extracción de la tubería que se encuentra en el taladro
- Asegurar con una palanca dándole de golpes suaves al pico de loro para que sujete y presione bien la tubería de la misma forma se le da golpes para que el pico de loro regrese a su posición inicial al momento de volver el pistón.

- Desembonar con la llave stilson entre perforistas y ayudante y trasladar la tubería que ya está en el box detrás del pistón recientemente sacada del taladro hacia el caballete
- Para el cargado de tuberías, se coloca la tubería en la unidad de rotación y el collar del taladro se une el pin y box embonando entre tuberías los hilos con llave stilson. El perforista embonara a los hilos restantes con la máquina.

B. Procedimiento de operación: perforadora RD500

1. Inspección inicial, realizar el check list de la labor, check list de máquina de perforadora RD500 (verificar las instalaciones hidráulicas, controlar presiones hidráulicas y variables operativas), y verificar que el anclaje esté bien ajustado para evitar que la máquina no se descuadre.
2. Instalación del corel barel, para dar inicio al sondaje se colocará el core barel junto con el tubo interior dentro de la unidad de rotación (puede ser de 5 a 10 pies dependiendo de las dimensiones del terreno) se colocará la broca, para realizar el sondaje de acuerdo al rumbo e inclinación del taladro, según proyecto.
3. Embonado de la bomba conexión, colocar la bomba conexión con su manguera al final de la tubería para bombear el tubo interior con agua hasta que llegue a la broca del taladro, el ayudante se bajara del andamio y cerrara la guarda evitando la exposición a la rotación.
4. Perforación diamantina, activar la palanca de mandos de la unidad de rotación para perforar.
5. Aumento de tuberías, Una vez que el core barel se encuentre dentro del del taladro se irán aumentando los tubos de perforación.

4.2.3 Cualidades del operador.

El operador o perforista diamantina debe tener experiencia ya que el perforista es una variante para el éxito de la perforación diamantina. En la empresa REDRILSA los operadores son autorizado previa evaluación a cargo del supervisor de operaciones.

4.2.4 Triangulo del éxito en la perforación

Gráfico 38

Triangulo del éxito en la perforación



Fuente: Propia 2020

El éxito de la perforación depende estas tres variables que funcionan como un engranaje:

Si el perforista es experimentado y la maquina no presenta problemas mecánicos, entonces la causa real es posible encontrar en la preparación de un lodo inadecuado para el terreno que se está atravesando.

Si el lodo es formulado con su densidad, viscosidad y propiedades de acarreo correctos y la maquina presenta buena capacidad de bombeo, es probable que las malas prácticas de perforación del operador sean las causantes de los problemas.

Si se cuenta de un buen perforista y un buen lodo, sin embargo, se encuentra limitaciones por una deficiente bomba, malos equipos de mezcla o tubería y corona con excesivo desgaste, el causante seria la máquina.

4.2.5 Velocidad de rotación (RPM)

Las **RPI** y **RPC** son **indicadores** para determinar las revoluciones, cuyo calculo se muestra a continuación:

RPI: Numero de Revoluciones de la corona por cada pulgada o avance de penetración.

RPC: Numero de revoluciones de la corona por cada centimetro.

A. Calculo para la perforadora ME:

Se tiene los siguientes datos:

- Longitud de perforación = 7.90 m
- Tiempo de perforación = 2.19 h = 131.40 min

1.- Calculo de la velocidad de avance perforado:

$$\text{Velocidad de avance} = \frac{\text{longitud de perforación}}{\text{tiempo de perforación}}$$

Factor de conversión

$$\text{Velocidad de avance} = \frac{7.90 \text{ m} * 39.3701 \frac{\text{pulg}}{\text{m}}}{131.40 \text{ min}} = 2.37 \frac{\text{pulg}}{\text{min}}$$

2.- Calculo de RPI (revoluciones por pulgada):

Si RPM de Metre Eater es 1000 rpm

$$\text{RPI} = \frac{\text{Velocidad de rotación Tubería (RPM)}}{\text{Velocidad de avance (Pulg/min)}}$$

$$\text{Entonces: RPI} = \frac{1000 \text{ rpm}}{2.37 \frac{\text{pul}}{\text{min}}} = 421.94 \text{ RPI}$$

$$\text{RPC} = \frac{1000 \text{ rpm}}{2.37 \frac{\text{pug}}{\text{min}} * \frac{1 \text{ cm}}{0.39 \text{ pulg}}} = 164.56 \text{ RPC}$$

B. Calculo para la perforadora RD 500:

Se tiene los siguientes datos:

- Longitud de perforación = 4.40 m
- Tiempo de perforación = 0.97 h = 58.20 min

1.- Calculo de la velocidad de avance perforado:

$$\text{Velocidad de avance} = \frac{\text{longitud de perforación}}{\text{tiempo de perforación}}$$

Factor de conversión

$$\text{Velocidad de avance} = \frac{4.40 \text{ m} * 39.3701 \frac{\text{pulg}}{\text{m}}}{58.20 \text{ min}} = 2.98 \frac{\text{pulg}}{\text{min}}$$

2.- Calculo de RPI (revoluciones por pulgada):

Si RPM de Meter Eater es 1000 rpm

$$RPI = \frac{\text{Velocidad de rotación Tubería (RPM)}}{\text{Velocidad de avance (Pulg/min)}}$$

Entonces: $RPI = \frac{1000 \text{ rpm}}{2.98 \frac{\text{pul}}{\text{min}}} = 335.57$

$$RPC = \frac{1000 \text{ rpm}}{2.98 \frac{\text{pulg} \cdot 1 \text{ cm}}{\text{min} \cdot 0.39 \text{ pulg}}} = 130.87 \text{ RPC}$$

4.2.6 Vida útil de las perforadoras diamantinas

La vida útil de ambas maquinas diamantinas ME y RD500 es de 20,000 horas.

4.2.7 Datos de campo de las perforadoras

Según el cuadro del reporte obtenidos en el campo fueron lo siguiente, cabe mencionar que estos datos fueron por un periodo de un mes por la perforadora.

Tabla 15

Resumen de avance de perforación por la maquina ME de campo

| Perforadora | Línea | Sondeo | Inclinación (°) | Nivel | Ubicación | Desde (m) | Hasta (m) | Avance (m) | Tiempo de perforación (h) | Proyectado (m) |
|-------------|-------|--------|-----------------|-------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------------------|----------------|
| ME | BQ | DDH-03 | 25 | 1000 | Camara VN 773 | 0.00 | 7.90 | 7.90 | 2.19 | 70.00 |
| ME | BQ | DDH-03 | 25 | 1000 | Camara VN 773 | 7.90 | 21.50 | 13.60 | 3.78 | 70.00 |
| ME | BQ | DDH-03 | 25 | 1000 | Camara VN 773 | 21.50 | 36.50 | 15.00 | 4.17 | 70.00 |
| ME | BQ | DDH-03 | 25 | 1000 | Camara VN 773 | 36.50 | 53.00 | 16.50 | 4.58 | 70.00 |
| ME | BQ | DDH-03 | 25 | 1000 | Camara VN 773 | 53.00 | 66.00 | 13.00 | 3.61 | 70.00 |
| ME | BQ | DDH-03 | 25 | 1000 | Camara VN 773 | 66.00 | 70.00 | 4.00 | 1.11 | 70.00 |
| ME | BQ | DDH-02 | -25 | 1000 | Camara VN 773 | 0.00 | 1.50 | 1.50 | 0.42 | 95.00 |
| ME | BQ | DDH-02 | -25 | 1000 | Camara VN 773 | 1.50 | 23.00 | 21.50 | 5.97 | 95.00 |
| ME | BQ | DDH-02 | -25 | 1000 | Camara VN 773 | 23.00 | 45.00 | 22.00 | 6.11 | 95.00 |
| ME | BQ | DDH-02 | -25 | 1000 | Camara VN 773 | 45.00 | 66.40 | 21.40 | 5.94 | 95.00 |
| ME | BQ | DDH-02 | -25 | 1000 | Camara VN 773 | 66.40 | 72.25 | 5.85 | 1.63 | 95.00 |
| ME | BQ | DDH-02 | -25 | 1000 | Camara VN 773 | 72.25 | 90.00 | 17.75 | 4.93 | 95.00 |
| ME | BQ | DDH-05 | -14 | 1000 | Camara VN 773 | 0.00 | 1.55 | 1.55 | 0.43 | 105.00 |
| ME | BQ | DDH-05 | -14 | 1000 | Camara VN 773 | 1.55 | 14.20 | 12.65 | 3.51 | 105.00 |
| ME | BQ | DDH-05 | -14 | 1000 | Camara VN 773 | 14.20 | 24.75 | 10.55 | 2.93 | 105.00 |
| ME | BQ | DDH-05 | -14 | 1000 | Camara VN 773 | 24.75 | 39.05 | 14.30 | 3.97 | 105.00 |
| ME | BQ | DDH-05 | -14 | 1000 | Camara VN 773 | 39.05 | 50.20 | 11.15 | 3.10 | 105.00 |
| ME | BQ | DDH-05 | -14 | 1000 | Camara VN 773 | 50.20 | 57.75 | 7.55 | 2.10 | 105.00 |
| ME | BQ | DDH-05 | -14 | 1000 | Camara VN 773 | 57.75 | 63.00 | 5.25 | 1.46 | 105.00 |
| ME | BQ | DDH-05 | -14 | 1000 | Camara VN 773 | 63.00 | 63.00 | 0.00 | 0.00 | 105.00 |
| ME | BQ | DDH-05 | -14 | 1000 | Camara VN 773 | 63.00 | 63.00 | 0.00 | 0.00 | 105.00 |
| ME | BQ | DDH-05 | -14 | 1000 | Camara VN 773 | 63.00 | 68.40 | 5.40 | 1.50 | 105.00 |
| ME | BQ | DDH-05 | -14 | 1000 | Camara VN 773 | 68.40 | 68.40 | 0.00 | 0.00 | 105.00 |
| ME | BQ | DDH-05 | -14 | 1000 | Camara VN 773 | 68.40 | 77.15 | 8.75 | 2.43 | 105.00 |
| ME | BQ | DDH-05 | -14 | 1000 | Camara VN 773 | 77.15 | 81.65 | 4.50 | 1.25 | 105.00 |
| ME | BQ | DDH-05 | -14 | 1000 | Camara VN 773 | 81.65 | 88.70 | 7.05 | 1.96 | 105.00 |
| ME | BQ | DDH-05 | -14 | 1000 | Camara VN 773 | 88.70 | 90.75 | 2.05 | 0.57 | 105.00 |
| ME | BQ | DDH-05 | -14 | 1000 | Camara VN 773 | 90.75 | 92.95 | 2.20 | 0.61 | 105.00 |
| ME | BQ | DDH-05 | -14 | 1000 | Camara VN 773 | 92.95 | 97.60 | 4.65 | 1.29 | 105.00 |
| ME | BQ | DDH-05 | -14 | 1000 | Camara VN 773 | 97.60 | 105.55 | 7.95 | 2.21 | 105.00 |
| ME | BQ | DDH-01 | 30 | 1000 | Camara VN 773 | 0.00 | 17.35 | 17.35 | 4.82 | 70.00 |
| ME | BQ | DDH-01 | 30 | 1000 | Camara VN 773 | 17.35 | 32.30 | 14.95 | 4.15 | 70.00 |
| ME | BQ | DDH-01 | 30 | 1000 | Camara VN 773 | 32.30 | 41.50 | 9.20 | 2.56 | 70.00 |
| ME | BQ | DDH-01 | 30 | 1000 | Camara VN 773 | 41.50 | 56.50 | 15.00 | 4.17 | 70.00 |
| ME | BQ | DDH-01 | 30 | 1000 | Camara VN 773 | 56.50 | 70.00 | 13.50 | 3.75 | 70.00 |
| ME | BQ | DDH-06 | 28 | 1000 | Camara VN 773 | 0.00 | 1.85 | 1.85 | 0.51 | 90.00 |
| ME | BQ | DDH-06 | 28 | 1000 | Camara VN 773 | 1.85 | 22.50 | 20.65 | 5.74 | 90.00 |
| ME | BQ | DDH-06 | 28 | 1000 | Camara VN 773 | 22.50 | 41.15 | 18.65 | 5.18 | 90.00 |
| ME | BQ | DDH-06 | 28 | 1000 | Camara VN 773 | 41.15 | 50.60 | 9.45 | 2.63 | 90.00 |
| ME | BQ | DDH-06 | 28 | 1000 | Camara VN 773 | 50.60 | 59.35 | 8.75 | 2.43 | 90.00 |
| ME | BQ | DDH-06 | 28 | 1000 | Camara VN 773 | 59.35 | 74.60 | 15.25 | 4.24 | 90.00 |
| ME | BQ | DDH-06 | 28 | 1000 | Camara VN 773 | 74.60 | 90.00 | 15.40 | 4.28 | 90.00 |
| ME | BQ | DDH-04 | -25 | 1000 | Camara VN 773 | 0.00 | 3.15 | 3.15 | 0.88 | 120.00 |
| ME | BQ | DDH-04 | -25 | 1000 | Camara VN 773 | 3.15 | 26.00 | 22.85 | 6.35 | 120.00 |
| ME | BQ | DDH-04 | -25 | 1000 | Camara VN 773 | 26.00 | 56.00 | 30.00 | 8.33 | 120.00 |
| ME | BQ | DDH-04 | -25 | 1000 | Camara VN 773 | 56.00 | 59.00 | 3.00 | 0.83 | 120.00 |
| ME | BQ | DDH-04 | -25 | 1000 | Camara VN 773 | 59.00 | 72.50 | 13.50 | 3.75 | 120.00 |
| ME | BQ | DDH-04 | -25 | 1000 | Camara VN 773 | 72.50 | 96.50 | 24.00 | 6.67 | 120.00 |
| ME | BQ | DDH-04 | -25 | 1000 | Camara VN 773 | 96.50 | 113.00 | 16.50 | 4.58 | 120.00 |
| ME | BQ | DDH-04 | -25 | 1000 | Camara VN 773 | 113.00 | 120.00 | 7.00 | 1.94 | 120.00 |
| | | | | | | Total | 545.55 | 151.54 | 550.00 | |

Fuente: Propia, 2022

Tabla 16

Resumen de avance de perforación por la maquina RD500 de campo

| Perforadora | Línea | Sondeo | Inclinación (°) | Nivel | Ubicación | Desde (m) | Hasta (m) | Avance (m) | Tiempo de perforación (h) | Proyectado (m) |
|----------------|-------|--------|-----------------|-------|------------|-----------|-----------|---------------|---------------------------|----------------|
| RD 500 | BQ | DDH-05 | 16 | 800 | Camara 816 | - | 4.40 | 4.40 | 0.97 | 110.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-05 | 16 | 800 | Camara 816 | 4.40 | 16.40 | 12.00 | 2.64 | 110.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-05 | 16 | 800 | Camara 816 | 16.40 | 29.90 | 13.50 | 2.97 | 110.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-05 | 16 | 800 | Camara 816 | 29.90 | 49.40 | 19.50 | 4.29 | 110.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-05 | 16 | 800 | Camara 816 | 49.40 | 68.60 | 19.20 | 4.22 | 110.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-05 | 16 | 800 | Camara 816 | 68.60 | 83.90 | 15.30 | 3.37 | 110.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-05 | 16 | 800 | Camara 816 | 83.90 | 104.40 | 20.50 | 4.51 | 110.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-05 | 16 | 800 | Camara 816 | 104.40 | 110.00 | 5.60 | 1.23 | 110.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-03 | 15 | 800 | Camara 816 | - | 13.00 | 13.00 | 2.86 | 85.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-03 | 15 | 800 | Camara 816 | 13.00 | 34.30 | 21.30 | 4.69 | 85.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-03 | 15 | 800 | Camara 816 | 34.30 | 59.90 | 25.60 | 5.63 | 85.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-03 | 15 | 800 | Camara 816 | 59.90 | 86.10 | 26.20 | 5.76 | 85.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-06 | 30 | 800 | Camara 816 | - | 21.00 | 21.00 | 4.62 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-06 | 30 | 800 | Camara 816 | 21.00 | 21.00 | 0.00 | 0.00 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-06 | 30 | 800 | Camara 816 | 21.00 | 51.00 | 30.00 | 6.60 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-06 | 30 | 800 | Camara 816 | 51.00 | 78.40 | 27.40 | 6.03 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-06 | 30 | 800 | Camara 816 | 78.40 | 90.00 | 11.60 | 2.55 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-01 | 15 | 800 | Camara 816 | - | 15.10 | 15.10 | 3.32 | 115.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-01 | 15 | 800 | Camara 816 | 15.10 | 38.70 | 23.60 | 5.19 | 115.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-01 | 15 | 800 | Camara 816 | 38.70 | 47.30 | 8.60 | 1.89 | 115.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-01 | 15 | 800 | Camara 816 | 47.30 | 69.90 | 22.60 | 4.97 | 115.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-01 | 15 | 800 | Camara 816 | 69.90 | 93.00 | 23.10 | 5.08 | 115.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-01 | 15 | 800 | Camara 816 | 93.00 | 114.10 | 21.10 | 4.64 | 115.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-01 | 15 | 800 | Camara 816 | 114.10 | 115.10 | 1.00 | 0.22 | 115.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-02 | 30 | 800 | Camara 816 | - | 3.10 | 3.10 | 0.68 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-02 | 30 | 800 | Camara 816 | 3.10 | 28.60 | 25.50 | 5.61 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-02 | 30 | 800 | Camara 816 | 28.60 | 54.00 | 25.40 | 5.59 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-02 | 30 | 800 | Camara 816 | 54.00 | 69.10 | 15.10 | 3.32 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-02 | 30 | 800 | Camara 816 | 69.10 | 78.05 | 8.95 | 1.97 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-02 | 30 | 800 | Camara 816 | 78.05 | 93.05 | 15.00 | 3.30 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-02 | 30 | 800 | Camara 816 | 93.05 | 111.05 | 18.00 | 3.96 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-02 | 30 | 800 | Camara 816 | 111.05 | 120.00 | 8.95 | 1.97 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-04 | 30 | 800 | Camara 816 | - | 17.70 | 17.70 | 3.89 | 100.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-04 | 30 | 800 | Camara 816 | 17.70 | 37.00 | 19.30 | 4.25 | 100.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-04 | 30 | 800 | Camara 816 | 37.00 | 55.80 | 18.80 | 4.14 | 100.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-04 | 30 | 800 | Camara 816 | 55.80 | 75.80 | 20.00 | 4.40 | 100.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-04 | 30 | 800 | Camara 816 | 75.80 | 95.90 | 20.10 | 4.42 | 100.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-04 | 30 | 800 | Camara 816 | 95.90 | 100.00 | 4.10 | 0.90 | 100.00 |
| t total | | | | | | | | 621.20 | 136.66 | 620.00 |

Fuente: Propia, 2022

4.2.8 Rendimiento del equipo

Para calcular el rendimiento de las perforadoras se considera la siguiente formula:

$$R = \sum \frac{\text{Metros perforados}}{\text{Tiempo de perforación}}$$

$$R (ME) = \frac{545.55 \text{ m}}{151.54 \text{ h}} = 3.60 \text{ m/h}$$

$$R (RD500) = \frac{621.20 \text{ m}}{136.66 \text{ h}} = 4.55 \text{ m/h}$$

| Rendimiento del equipo | Mes |
|------------------------|----------|
| Metre Eater (ME) | 3.60 m/h |
| RD500 | 4.55 m/h |

4.3 Factores económicos.

Para este proyecto se utilizó la barra de perforación de línea BQ, el costo de perforación con esta línea BQ es de 84.3 \$/m, se ha seleccionado esta línea porque los sondajes son de longitud corto que pueden alcanzar hasta 400 m. Así mismo cabe mencionar que cuando los sondajes sean mayores a 400 m, se recomienda iniciar con una línea mayor (mayor diámetro) que puede ser de NQ, HQ, PQ y terminar con una línea menor llegando hasta BQ (línea de menor diámetro), para mantener la estabilidad de las barras dentro del sondaje.

Para los factores económicos se consideró lo siguiente:

4.3.1 Depreciación (De)

La depreciación es la pérdida de valor de un bien como consecuencia de su desgaste con el paso del tiempo. Se muestra en la tabla 18.

Tabla 17

Adquisición y vida útil de las perforadoras

| Perforadora | Valor de adquisición (Va) | Vida útil (Vu) | Vida útil (Vu) |
|-------------|---------------------------|----------------|----------------|
| Metre Eater | 35,000.00 \$ | 20,000 h | 6.67 años |
| RD500 | 55,000.00 \$ | 20,000 h | 6.67 años |

Fuente: Propia, 2022

Si en una guardia se realiza 5h entonces en un día se realiza dos guardias que seria 10 h.

$$Vida\ util = 20,000\ hr \times \frac{1\ dia}{10\ h} \times \frac{1\ mes}{25\ dias} \times \frac{1\ año}{12\ meses} = 6.67\ años = 7\ años$$

Calculando la depreciación de las perforadoras, por el método de depreciación por línea recta, se tiene la siguiente formula:

$$De = \frac{Va - Vs}{Vu}$$

Donde:

Va: Valor del activo

Vs: Valor de salvamento o de desecho = 0

Vu: Vida útil del activo

Tabla 18

Depreciación de las perforadoras

| | |
|--------------|---|
| RD 500: | $De = \frac{55,000\ \$}{7\ años} = 7,857.14\ \$/años$ |
| Metre Eater: | $De = \frac{35,000\ \$}{7\ años} = 5,000.00\ \$/años$ |

Fuente: Propia, 2022

4.3.2 Costos directo

4.3.2.1 Costo directo de accesorios de perforación

En la tabla 19 se presenta la lista de costo de los accesorios de perforación diamantinas, esta lista se considera para las dos perforadoras a utilizar.

Tabla 19

Costo de accesorios de perforación

| Accesorio de perforación | Precio unitario | Cantidad anual ME | Consumo anual ME | Cantidad anual RD500 | Consumo anual RD500 |
|-------------------------------------|-----------------|-------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| Outer tube de 10 pies estándar | \$ 245.63 | 12 | \$ 2,947.56 | 25 | \$ 6,140.75 |
| Inner tube de 10 pies | \$ 134.65 | 12 | \$ 1,615.80 | 25 | \$ 3,366.25 |
| Broca diamantina (diamond bit) | \$ 250.00 | 23 | \$ 5,750.00 | 32 | \$ 8,000.00 |
| Landing ring | \$ 17.58 | 12 | \$ 210.96 | 15 | \$ 263.70 |
| Locking coupling - u full hole | \$ 145.22 | 15 | \$ 2,178.30 | 20 | \$ 2,904.40 |
| Drive coupling hidraulico full hole | \$ 68.45 | 15 | \$ 1,026.75 | 20 | \$ 1,369.00 |
| Locking coupling estándar mecanico | \$ 145.22 | 0 | \$ - | 0 | \$ - |
| Adaptor coupling full hole | \$ 38.85 | 0 | \$ - | 0 | \$ - |
| Inner tube stabilizer | \$ 21.74 | 12 | \$ 260.88 | 18 | \$ 391.32 |
| Core lifter case estándar | \$ 20.35 | 30 | \$ 610.50 | 35 | \$ 712.25 |
| Core lifter brochado | \$ 13.46 | 90 | \$ 1,211.40 | 128 | \$ 1,722.88 |
| Stop ring estándar | \$ 4.35 | 10 | \$ 43.50 | 12 | \$ 52.20 |
| Core lifter case d.f. | \$ 22.00 | 5 | \$ 110.00 | 10 | \$ 220.00 |
| | | Total ME | \$ 15,965.65 | Total RD500 | \$ 25,142.75 |

Fuente: Propia, 2022

Tabla 20**Costo de materiales para la perforación**

| Materiales para la perforación | Precio unitario | Cantidad anual | Total |
|---|------------------------|-----------------------|----------------|
| Martillo de goma | \$ 6.10 | 12 | 73.2 |
| Escobilla de acero | \$ 1.30 | 18 | 23.4 |
| Hoja de sierra | \$ 1.30 | 48 | 62.4 |
| Cintas aislantes 3m (paquetes) | \$ 9.50 | 120 | 1140 |
| Cintas teflón 3m (paquetes) | \$ 1.50 | 72 | 108 |
| Clavos de 4" de madera x kg | \$ 1.80 | 9 | 16.2 |
| Clavos de 5" de madera x kg | \$ 2.10 | 0 | 0 |
| Alambre n.16 de amarre | \$ 2.80 | 12 | 33.6 |
| Cinta de seguridad (inspección) | \$ 13.80 | 12 | 165.6 |
| Flexómetro de 5 metros | \$ 4.96 | 12 | 59.52 |
| Fitting m6 | \$ 0.20 | 12 | 2.4 |
| Niples galvanizados de 1" x 4" | \$ 1.20 | 9 | 10.8 |
| Tee de 1" galvanizado | \$ 1.70 | 2 | 3.4 |
| Unión universal de 1" | \$ 4.90 | 6 | 29.4 |
| Codo reducción cachimba de 1" | \$ 1.90 | 1 | 1.9 |
| Conexiones rápidas de 1" | \$ 52.80 | 6 | 316.8 |
| Conexiones rápidas de 3/4" | \$ 36.00 | 4 | 144 |
| Conexiones reusables de 1" | \$ 18.30 | 4 | 73.2 |
| Válvula de bola de 1" | \$ 12.50 | 4 | 50 |
| Manguera de alta p° de 1" x 15 m. Conexión hembra ambos lados | \$ 103.90 | 2 | 207.8 |
| Manguera de alta p° de 1" x 12 m. Conexión hembra ambos lados | \$ 84.70 | 2 | 169.4 |
| Manguera de succión de 2" x 8 m. Con canastilla (para lodos) | \$ 170.00 | 2 | 340 |
| | | TOTAL(\$) | 3031.02 |

Fuente: Propia, 2022

4.3.2.2 Costo directo de herramientas de perforación

En la siguiente tabla 21 se muestra el costo de las herramientas a utilizar para la perforación diamantina.

Tabla 21

Costo de herramientas de perforación

| Herramientas | Precio unitario | Cantidad anual | Consumo anual |
|-------------------------------------|-----------------|----------------|---------------------|
| Llaves stillson 18" | \$ 41.00 | 12 | \$ 492.00 |
| Llaves stillson 24" | \$ 73.07 | 12 | \$ 876.84 |
| Llaves stillson 36" | \$ 140.00 | 6 | \$ 840.00 |
| Llaves francesa nro 15 | \$ 21.30 | 2 | \$ 42.60 |
| Llaves francesa nro 12 | \$ 15.60 | 2 | \$ 31.20 |
| Llave media luna bq | \$ 7.80 | 0 | \$ - |
| Llaves para tubo interior wrench BQ | \$ 98.24 | 2 | \$ 196.48 |
| Martillo carpintero | \$ 5.80 | 2 | \$ 11.60 |
| Alicate electrico | \$ 7.50 | 2 | \$ 15.00 |
| Alicate mecanico | \$ 5.30 | 2 | \$ 10.60 |
| Alicate de presion | \$ 8.60 | 2 | \$ 17.20 |
| Pico | \$ 10.50 | 2 | \$ 21.00 |
| Lampa | \$ 10.00 | 2 | \$ 20.00 |
| Arco de sierra | \$ 6.00 | 4 | \$ 24.00 |
| Comba de 6 libras | \$ 9.80 | 1 | \$ 9.80 |
| Combas de 20 libras | \$ 35.00 | 1 | \$ 35.00 |
| Destornillador plano (juego) | \$ 9.20 | 2 | \$ 18.40 |
| Destornillador estrella (juego) | \$ 9.20 | 2 | \$ 18.40 |
| Nivel de aluminio (mano) | \$ 4.50 | 1 | \$ 4.50 |
| Pata de cabra mediana | \$ 9.50 | 1 | \$ 9.50 |
| Juego de llaves allen milimetricas | \$ 6.20 | 3 | \$ 18.60 |
| Juego de llaves allen pulgadas | \$ 6.80 | 3 | \$ 20.40 |
| Juego de llaves mixtas (14 piezas) | \$ 81.00 | 3 | \$ 243.00 |
| Malla de seguridad | \$ 17.30 | 6 | \$ 103.80 |
| Candados grandes | \$ 13.40 | 2 | \$ 26.80 |
| Templador de 1" | \$ 16.50 | 0 | \$ - |
| Niples galvanizados de 1" x 2" | \$ 0.70 | 0 | \$ - |
| Barra de perforacion | \$ 76.50 | 180 | \$ 13,770.00 |
| | | Total | \$ 16,876.72 |

Fuente: Propia, 2022

4.3.2.3 Costo directo de mano de obra

- El costo directo de mano de obra, es lo siguiente:

Tabla 22
Costo directo

| Cargo | Sueldo mensual básico | |
|---------------|-----------------------|-----------------|
| Perforista 2 | S/ | 3,000.00 |
| Ayud. Perf. 1 | S/ | 1,950.00 |
| | S/ | 4,950.00 |
| Total | \$ | 1,269.23 |

Fuente: Propia, 2022

Tabla 23

Costo directo e indirecto del personal

| Costo directos e indirecto para las perforadoras ME y RD500 | | | | | | | |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Costos | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 |
| Costo directo de personal operativo | \$ 59,566.42 | \$ 59,566.42 | \$ 61,200.84 | \$ 61,200.84 | \$ 62,835.25 | \$ 62,835.25 | \$ 62,835.25 |
| Gastos de RRHH (personal indirecto) | \$ 199,831.48 | \$ 199,831.48 | \$ 203,606.59 | \$ 203,606.59 | \$ 207,381.70 | \$ 207,381.70 | \$ 207,381.70 |

Nota. El costo directo de personal operativo viene a ser la suma de los costos de epp tabla 24 y el anexo 9. El gasto de RRHH (personal indirecto) viene a ser la suma de los costos de epp tabla 31 y el anexo 10 *Fuente:* Propia.

4.3.2.4 Costo directo de equipos de protección personal (EPP)

Se muestra en la siguiente tabla 24.

Tabla 24**Costo de EPP del personal directo**

| Equipo de protección personal (epp) | Precio unitario | Cantidad anual por persona | Cantidad anual | Consumo anual |
|-------------------------------------|-----------------|----------------------------|----------------|--------------------|
| Protector tipo minero (u) | \$ 12.93 | 1 | 6 | \$ 77.58 |
| Barbiquejo (u) | \$ 0.29 | 6 | 36 | \$ 10.44 |
| Respirador media cara (u) | \$ 25.80 | 2 | 12 | \$ 309.60 |
| Filtro 7093 (par) | \$ 4.30 | 24 | 144 | \$ 619.20 |
| Tapón auditivo (par) | \$ 1.20 | 24 | 144 | \$ 172.80 |
| Lentes luna clara (u) | \$ 4.70 | 36 | 216 | \$ 1,015.20 |
| Orejeras para casco (u) | \$ 31.33 | 6 | 36 | \$ 1,127.88 |
| Correa portalámpara de nylon (u) | \$ 2.59 | 1 | 6 | \$ 15.54 |
| Guantes de jebe hycron (par) | \$ 2.70 | 36 | 216 | \$ 583.20 |
| Guantes anticorte (par) | \$ 4.00 | 24 | 144 | \$ 576.00 |
| Botas de jebe punta de acero (par) | \$ 17.50 | 1 | 6 | \$ 105.00 |
| Botín de cuero punta acero (par) | \$ 12.12 | 1 | 6 | \$ 72.72 |
| Overol (u) | \$ 17.40 | 2 | 12 | \$ 208.80 |
| Lampara minera (u) | \$ 32.00 | 1 | 6 | \$ 192.00 |
| | | | Total | \$ 5,085.96 |

Fuente: Propia, 2022

4.3.2.5 Costo directo de aditivos y grasas para la perforación.

Se muestra en la siguiente tabla 25

Tabla 25

Costo de aditivos y grasas para la perforación.

| Aditivos | | | | |
|----------------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|
| Aditivo | Precio unitario | Cantidad anual | Consumo anual | |
| Bentonita (bolsas) | \$ 11.95 | 2400 | \$ | 28,680.00 |
| Cr-650 (caja) | \$ 86.63 | 180 | \$ | 15,593.40 |
| Water traemet (caja) | \$ 41.33 | 15 | \$ | 619.95 |
| Ezee - troll (balde) | \$ 110.20 | 24 | \$ | 2,644.80 |
| F-pac (balde) | \$ 112.50 | 12 | \$ | 1,350.00 |
| Super lube x 20 lt (amc) (galón) | \$ 55.11 | 12 | \$ | 661.32 |
| | | | Total | \$ 49,549.47 |

| Grasas | | | | |
|------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|
| Grasas | Precio unitario | Cantidad anual | Consumo anual | |
| Zn50 (balde) | \$ 215.50 | 9 | \$ | 1,939.50 |
| Ep2 gulf (balde) | \$ 64.80 | 9 | \$ | 583.20 |
| | | | Total | \$ 2,522.70 |

Fuente: Propia, 2022

4.3.2.6 Costo directo para la operación

Los costos directos de operación será la sumatoria de los costos que intervienen directamente con la operación, se muestra en la siguiente tabla 26

Tabla 26

Costo directo para la operación

| Costos directos de operación | | | |
|------------------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Item | Descripción | Costo anual perforadora ME (\$) | Costo anual perforadora RD500 |
| 1 | Accesorios de perforación | \$ 15,965.65 | \$ 25,142.75 |
| 2 | Consumibles de operación | \$ 55,103.19 | \$ 55,103.19 |
| 3 | Costo de servicio | \$ 101,112.50 | \$ 112,232.50 |
| Total | | \$ 172,181.34 | \$ 192,478.44 |

Fuente: Propia. Dato calculado para el primer año, 2020

4.3.2.7 Costo directo de servicio en la perforación (\$/m)

Los costos a considerar para la perforación se muestran en la siguiente tabla 27.

Tabla 27

Costo de servicio en la perforación diamantina

| Servicio | Unidad | P.U. \$ | costo de servicio ME | costo de servicio RD500 |
|---|--------|--------------|----------------------|-------------------------|
| <u>Actividades preliminares</u> | | | | |
| Movilización de personal, equipos e insumos (01 | Unidad | 1,657.50 \$ | 1,657.50 \$ | 1,657.50 |
| Desmovilización de personal, equipos e insumos (01 | Unidad | 3,315.00 \$ | 3,315.00 \$ | 3,315.00 |
| Traslado de perforadora del taller de Lima hasta la | Unidad | 35,000.00 \$ | 32,000.00 \$ | 40,000.00 |
| <u>Precios especial</u> | | | | |
| Instalación y/o retiro de casing | Hora | 65.00 \$ | 390.00 \$ | 520.00 |
| Rimado o reducción | Metros | 65.00 \$ | 1,950.00 \$ | 195.00 |
| Costo Stand By por restricción externo al equipo | Hora | 60.00 \$ | 600.00 \$ | 600.00 |
| Traslado entre cámara de perforación y/o viceversa | Hora | 65.00 \$ | 130.00 \$ | 130.00 |
| Instalación y/o desinstalación en cada punto de | Hora | 65.00 \$ | 325.00 \$ | 455.00 |
| Medición de desviación de los pozos | Hora | 65.00 \$ | 325.00 \$ | 455.00 |
| Alquiler de equipo de medición de pozo (Devi Gyro) | Mes | 6500.00 \$ | 19,500.00 \$ | 39,000.00 |
| Total (mes) | | | \$ 3,720.00 | \$ 2,355.00 |
| Total (año) | | | \$ 101,112.50 | \$ 112,232.50 |

Fuente: Propia, 2022

4.3.2.8 Costo directo de mantenimiento de las perforadoras: Se tiene:

Tabla 28

Costo de mantenimiento anual de la perforadora ME

| Mantenimiento mecánico: Perforadora METRE EATER (ME) | | | | | | |
|--|---|-------------|----------|--------|-------------------------------|-----------------------------|
| Itm | Componentes y partes para su mantenimiento preventivo | Observación | Cantidad | Unidad | Precio unitario (\$) | Costo de mantenimiento (\$) |
| 1 Bomba de Lodo 435 FMC | | | | | | |
| | Chamber | 500 h | 5 | mant | 65.00 | 325.00 |
| | Cambio de aceite 15W-40 (chamber) | 500 h | 7 | val | 64.80 | 453.60 |
| | Cambio de aceite 85W-140 (Caja de cambio) | 500 h | 6 | val | 215.50 | 1293.00 |
| | Motor eléctrico 15 HP - | 3000 h | | | | 0.00 |
| | Tablero de arranque 15 HP - | 900 h | | | | 0.00 |
| | Billa 15/16" | | 4 | und | 9.36 | 37.44 |
| | (Fab.Elast.) Cylinder Packing (goma) | | 3 | und | 5.03 | 15.10 |
| | (Fab.Elast.) Gasket valve cover (E/T Chica 435) | | 3 | und | 5.03 | 15.10 |
| | (Fab) Ball Holer Heavy Duty | | 1 | und | 11.20 | 11.20 |
| | (Fab.Elast.) Gasket Cylinder (Emp cilindro 435) | | 3 | und | 5.03 | 15.10 |
| 2 Unidad de Poder/ Potencia | | | | | | |
| | Bomba hidráulica | 3000 h | | | | 0.00 |
| | Bomba hidráulica secundaria | 3000 h | | | | 0.00 |
| | Filtro hidráulico HF 6710 | 500 h | 3 | und | 189 | 567.00 |
| | Tanque hidráulico | 1500 h | | | | 0.00 |
| | Enfriador de aceite | 900 h | 2 | mant | 65 | 130.00 |
| | Agitador de lodos | 900 h | | | | 0.00 |
| | Motor eléctrico 60 HP | 3000 h | | | | 0.00 |
| | Tablero de arranque 60 HP | 900 h | | | | 0.00 |
| | Element filter 10mm oil (f1) (hp33dn14-12mb) | 500 h | 5 | und | 49.36 | 246.80 |
| | Aceite hidráulico Tellus 68 - | 1500 h | 7 | bal | 53.00 | 371.00 |
| | Manguera 3/4" E/presión 12 c/conexión (R12) _____ | | 28 | m | 17.49 | 489.66 |
| | Manguera p/prensar R2 3/8" _____ | | 18 | m | 4.70 | 84.60 |
| 3 Unidad de Rotación | | | | | | |
| | Motor hidráulico Eaton 74318 | 500 h | 6 | mant | 65 | 390 |
| | Unidad de rotación | 500 h | 6 | mant | 65 | 390 |
| | Barra telescópica y gata mecánica | 500 h | 6 | mant | 65 | 390 |
| | Guide bush BQ 56637 (rot. Unit/rod holder)☐ | | 4 | und | 73.97 | 295.892 |
| | Perno de bronce | | 4 | und | 0.66 | 2.64 |
| | Jaw set BQ - chuck BQ (3 pzas) 5307911 mk/ rod holder BQ | | 2 | par | 1081.20 | 2162.4 |
| | Perno hex. Rc g-10.9_m16 x 45 (68953/17100222) | | 28 | und | 0.30 | 8.4 |
| | Lin upper f/*fr direct 3000789☐ | | 2 | und | 586.42 | 1172.84 |
| | Link lower 3000790 | | 6 | und | 209.32 | 1255.92 |
| | Slide wear 601175 | | 8 | und | 119.34 | 954.72 |
| | (fab) locknut v-slide (tuerca reguladora) 85059☐ | | 4 | und | 40.00 | 160 |
| | (fab) pin hinge (eje de cabezal) 88687☐ | | 2 | und | 120.00 | 240 |
| | Element filter 10mm 60L/min (CHUCK) (HP06DNL4-12MB) | | 4 | und | 32.00 | 128 |
| | HYPPO024 (0060 D010 BN4HC) N/P 56156 | | | | | |
| 4 Panel de mando | | | | | | |
| | Block de válvulas | 1500 h | | | | 0.00 |
| | Mangueras hidráulicas | 500 h | | | | 0.00 |
| | Manómetros del panel control. | 250 h | 2 | und | 295.50 | 591.00 |
| 5 Winche Wireline | | | | | | |
| | Motor hidráulico charlyn serie 2000 | 1500 h | | | | 0.00 |
| | Base guarda y tambora | 500 h | | | | 0.00 |
| | (fab) roller assembly long 3000564☐ | | 1 | und | 284.75 | 284.75 |
| | (fab) roller assembly short 3000565 | | 1 | und | 284.75 | 284.75 |
| | (fab) follower thread 89736☐ | | 1 | und | 383.16 | 383.16 |
| | Bearing flange 25 id y-type 87557 chumacera pared 2 huecos eje 25 fytb25tf☐ | | 2 | und | 18.18 | 36.36 |
| | Bar, tie spooling w/l hoist 3000552☐ | | 2 | und | 100.00 | 200.00 |
| | (fab) shaft spooling/ sin fil (89718)☐ | | 1 | und | 1257.50 | 1,257.50 |
| | Chain roller 3/8p 118p 89739 / cadena norma asa 35-1 x 14.5 cm largo | | 2 | und | 55.13 | 110.26 |
| | Rodaje bola 6004 2RS 89807 | | 2 | und | 2.93 | 5.86 |
| | Sprocket 15T/18T 3/8P 89735 | | 1 | und | 229.39 | 229.39 |
| Fuente: Propia, 2022 | | | | | Costo de mantenimiento | 14,988.44 |

Tabla 29

Costo de mantenimiento anual de la perforadora RD500

| Mantenimiento mecánico: PerforaB3:J53dora RD500 | | | | | | | |
|---|---|-------------|----------------|--------|----------------------|-------------------------------|------------------|
| Itm | Componentes y partes para su mantenimiento preventivo | Observación | Cantidad | Unidad | Precio unitario (\$) | Costo de mantenimiento (\$) | |
| 1 | Bomba de Lodo 435 FMC | | | | | | |
| | Chamber | 500 h | En buen estado | 5 | mant | 65 | 325.00 |
| | Cambio de aceite 15w-40 (chamber) | 500 h | En buen estado | 7 | val | 64.80 | 453.60 |
| | Cambio de aceite 85w-140 (caja de cambio) | 500 h | En buen estado | 6 | val | 215.50 | 1293.00 |
| | Motor eléctrico 15 hp | 3000 h | En buen estado | | | | 0.00 |
| | Tablero de arranque 15 hp | 900 h | En buen estado | | | | 0.00 |
| | Billa 15/16" | | | 5 | und | 9.36 | 46.80 |
| | (fab.elast.) Cylinder packing (goma) | | | 3 | und | 5.03 | 15.09 |
| | (fab.elast.) Gasket cylinder head (e/t grande 435) | | | 3 | und | 5.03 | 15.09 |
| | (fab.elast.) Gasket valve cover (e/t chica 435) | | | 3 | und | 5.03 | 15.09 |
| | (fab) ball holder heavy duty | | | 1 | und | 11.20 | 11.20 |
| | (fab.elast.) Gasket cylinder (emp cilindro 435) | | | 3 | und | 5.03 | 15.09 |
| 2 | Unidad de Poder/ Potencia | | | | | | |
| | Bomba hidráulica principal | 3000 h | En buen estado | | | | 0.00 |
| | Bomba hidráulica secundaria | 3000 h | En buen estado | | | | 0.00 |
| | Tanque hidráulica | 1500 h | En buen estado | 1 | mant | 65 | 65.00 |
| | Enfriador de aceite | 900 h | En buen estado | 2 | mant | 65 | 130.00 |
| | Motor eléctrico 60 hp | 3000 h | En buen estado | | | 65 | 0.00 |
| | Tablero de arranque 60 hp | 900 h | En buen estado | | | | 0.00 |
| | Agitador de lodos | 900 h | En buen estado | | | | 0.00 |
| | Element filter 10mm oil (f1) (hp33dnl14-12mb) | 500 h | | 4 | und | 49.36 | 197.44 |
| | Aceite hidráulico tellus 68 | 1500 h | | 7 | bal | 53.00 | 371.00 |
| | Manguera 3/4" e/presión 12 c/conexión (R12) | | | 40 | m | 17.49 | 699.60 |
| | Manguera p/prensar R2 3/8" | | | 16 | m | 4.70 | 75.20 |
| 3 | Unidad de Rotación/ Bastidor | | | | | | |
| | Motor hidráulico EATON | 500 h | En buen estado | 2 | mant | 65 | 130.00 |
| | Unidad de rotación | 500 h | En buen estado | 3 | mant | 65 | 195.00 |
| | Mordazas del mandril (CHUCK) | 250 h | En buen estado | 6 | mant | 65 | 390.00 |
| | Mordazas de la prensa de barras (ROD HOLDER) | 250 h | En buen estado | | | | 0.00 |
| | Guide bush BQ 56637 (Rot. Unit/ROD HOLDER) | | | 4 | und | 73.97 | 295.88 |
| | (fab) screw adjusting v-slide 85060 (perno de bronce) | | | 4 | und | 0.66 | 2.64 |
| | Jaw set BQ - chuck hq (3 pzas) 5307911 mk/ rod holder BQ | | | 2 | par | 1081.20 | 2162.40 |
| | Perno hex. Rc g-10.9_m16 x 45 (68953/17100222) | | | 30 | und | 0.30 | 9.00 |
| | Lin upper f/*fr direct 3000789 | | | 2 | und | 586.42 | 1172.84 |
| | Link lower 3000790 | | | 6 | und | 209.32 | 1255.92 |
| | Slide wear 601175 | | | 8 | und | 119.34 | 954.72 |
| | (fab) locknut v-slide (tuerca reguladora) 85059 | | | 4 | und | 40.00 | 160.00 |
| | (fab) pin hinge (eje de cabezal) 88687 | | | 1 | und | 120.00 | 120.00 |
| | Element filter 10mm 60l/min (chuck) (hp06dn14-12mb) | | | 1 | und | 32.00 | 32.00 |
| 4 | Panel de mando | | | | | | |
| | Block de válvulas | 1500 h | En buen estado | | | | 0.00 |
| | Mangueras hidráulicas | 500 h | En buen estado | 3 | und | 20.3 | 60.90 |
| | Manómetros del panel control. | 250 h | | 1 | und | 295.50 | 295.50 |
| 5 | Winche Wireline | | | | | | |
| | Motor hidráulico charlyn serie 2000 | 1500 h | En buen estado | | | | 0.00 |
| | Guiador de cable wire line | 500 h | En buen estado | 2 | mant | 65 | 130.00 |
| | Base guarda y tambora | 500 h | En buen estado | | | | 0.00 |
| | (fab) roller assembly long 3000564 | | | 1 | und | 284.75 | 284.75 |
| | (fab) roller assembly short 3000565 | | | 1 | und | 284.75 | 284.75 |
| | (fab) follower thread 89736 | | | 1 | und | 383.16 | 383.16 |
| | Bearing flange 25 id y-type chumacera pared 2 huecos eje 25 | | | 2 | und | 18.18 | 36.36 |
| | Bar, tie spooling w/l hoist 3000552 | | | 2 | und | 100.00 | 200.00 |
| | (fab) shaft spooling (89718) | | | 1 | und | 1257.50 | 1257.50 |
| | Chain roller 3/8p 118p /cadena norma asa 35-1x14.5cm largo | | | 1 | und | 55.13 | 55.13 |
| | Rodaje bola 6004 2RS 89807 | | | 2 | und | 2.93 | 5.86 |
| | Sprocket 15T/18T 3/8P 89735 | | | 1 | und | 229.39 | 229.39 |
| Fuente: Propia, 2022 | | | | | | Costo de mantenimiento | 13,831.90 |

4.3.3 Costos indirectos

4.3.3.1 Costo indirecto de mano de obra

- El costo mano de obra, es lo siguiente:

Tabla 30
Costo indirecto de mano de obra

| Cargo | Sueldo mensual básico | |
|--------------------------|-----------------------|------------------|
| Residente | S/ | 8,000.00 |
| Ingeniero seguridad | S/ | 7,000.00 |
| Supervisor de seguridad | S/ | 4,000.00 |
| Mecánico | S/ | 3,900.00 |
| Supervisor 1 | S/ | 5,000.00 |
| Supervisor 2 | S/ | 5,000.00 |
| Supervisor 3 | S/ | 5,000.00 |
| Chofer 1 | S/ | 2,250.00 |
| Chofer 2 | S/ | 2,250.00 |
| Chofer 3 | S/ | 2,250.00 |
| Total S/ | S/ | 44,650.00 |
| Cambio en dolares | \$ | 11,448.72 |

Fuente: Propia, 2022

4.3.3.2 Costo indirecto de equipos de protección personal (EPP)

Tabla 31
Costo de EPP del personal indirecto

| Equipo de protección personal (epp) | Precio unitario | Cantidad anual por persona | Cantidad anual | Consumo anual |
|-------------------------------------|-----------------|----------------------------|----------------|---------------------|
| Protector tipo minero (u) | \$ 12.93 | 1 | 18 | \$ 232.74 |
| Barbiquejo (u) | \$ 0.29 | 3 | 54 | \$ 15.66 |
| Respirador media cara (u) | \$ 25.80 | 2 | 36 | \$ 928.80 |
| Filtro 7093 (par) | \$ 4.30 | 24 | 432 | \$ 1,857.60 |
| Tapón auditivo (par) | \$ 1.20 | 24 | 432 | \$ 518.40 |
| Lentes luna clara (u) | \$ 4.70 | 24 | 432 | \$ 2,030.40 |
| Orejeras para casco (u) | \$ 31.33 | 4 | 72 | \$ 2,255.76 |
| Correa portalámpara de nylon (u) | \$ 2.59 | 1 | 18 | \$ 46.62 |
| Guantes de jebe hycron (par) | \$ 2.70 | 24 | 432 | \$ 1,166.40 |
| Guantes anticorte (par) | \$ 4.00 | 12 | 216 | \$ 864.00 |
| Botas de jebe punta de acero (par) | \$ 17.50 | 1 | 18 | \$ 315.00 |
| Botín de cuero punta acero (par) | \$ 12.12 | 1 | 18 | \$ 218.16 |
| Overol (u) | \$ 17.40 | 2 | 36 | \$ 626.40 |
| Lampara minera (u) | \$ 32.00 | 0 | 0 | \$ - |
| | | | Total | \$ 11,075.94 |

Fuente: Propia, 2022

4.4 RENTABILIDAD DEL PROYECTO

La rentabilidad mide la ganancia que se puede obtenerse del proyecto a invertir. Para esto calcularemos el valor actual neto (VAN) y la tasa de retorno (TIR).

- En la siguiente tabla se tiene los datos iniciales de las perforadoras Metre Eater y RD500. Donde las perforadoras perforaron ME = 545.55 m/mes y RD500 = 621.20 m/mes, el valor residual es cero debido a que se usará las perforadoras hasta su vida útil, asimismo la TCEA (tasa de costo efectivo anual) del banco Pichincha es 18%, se elige este banco por su baja tasa a diferencia de otros bancos. (ver tabla 32).

Tabla 32

Inversión inicial de las perforadoras ME y RD500.

| Datos iniciales | Perforadora ME | Perforadora RD500 |
|---|----------------|-------------------|
| Inversión del equipo en \$ | \$35,000.00 | \$55,000.00 |
| Vida util en años o en horas | 20000 h | 20000 h |
| Perforación anual del equipo m/año | 6546.6 | 7454.4 |
| Precio de perforación \$/m | \$84.30 | \$84.30 |
| El valor residual | \$0.00 | \$0.00 |
| Rendimiento m/h | 3.60 | 4.55 |
| Tasa minima aceptable de rendimiento (TMAR) | 18.00% | 18.00% |

Fuente: Propia, 2022

- A. Análisis económico financiero de la perforadora ME:** Se realizó el siguiente cálculo, se muestra en la siguiente tabla 33.

Tabla 33**Análisis económico financiero de la perforadora ME**

| Perforadora Metre Eater ME | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Incremento de la perforación (%) | | 3% | 3% | 3% | 2% | 1% | Trabajo 8 meses |
| Metros perforados al año (m/año) | 6547 | 6743 | 6743 | 6743 | 6678 | 6612 | 4364 |
| 1 Estado de Resultados | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 |
| 2 Ingreso por perforación | \$ 551,878.38 | \$ 568,434.73 | \$ 568,434.73 | \$ 568,434.73 | \$ 562,915.95 | \$ 557,397.16 | \$ 367,918.92 |
| Costos Directos | | | | | | | |
| 3 * Costos directos de operación | -\$ 172,181.34 | -\$ 177,346.78 | -\$ 177,346.78 | -\$ 177,346.78 | -\$ 175,624.97 | -\$ 173,903.15 | -\$ 115,361.50 |
| 4 * Costos de personal operativo | -\$ 59,566.42 | -\$ 59,566.42 | -\$ 61,200.84 | -\$ 61,200.84 | -\$ 62,835.25 | -\$ 62,835.25 | -\$ 42,099.62 |
| 5 * Costo por mantenimiento | -\$ 14,988.44 | -\$ 14,988.44 | -\$ 19,484.98 | -\$ 19,484.98 | -\$ 25,330.47 | -\$ 25,330.47 | -\$ 16,971.41 |
| Costos indirectos | | | | | | | |
| 6 * Gastos de RRHH indirectos | -\$ 199,831.48 | -\$ 199,831.48 | -\$ 203,606.59 | -\$ 203,606.59 | -\$ 207,381.70 | -\$ 207,381.70 | -\$ 138,945.74 |
| 7 Depreciación de la perforadora ME | -\$ 5,000.00 | -\$ 5,000.00 | -\$ 5,000.00 | -\$ 5,000.00 | -\$ 5,000.00 | -\$ 5,000.00 | -\$ 5,000.00 |
| 8 Depreciación de herramientas y mobiliario | -\$ 4,204.06 | -\$ 4,204.06 | -\$ 4,204.06 | -\$ 4,204.06 | -\$ 4,204.06 | | |
| 9 Utilidad operativa o ganancia sin pagar los impuestos | \$ 96,106.64 | \$ 107,497.55 | \$ 97,591.49 | \$ 97,591.49 | \$ 82,539.50 | \$ 82,946.59 | \$ 49,540.65 |
| Impuestos | | | | | | | |
| 10 Impuesto a la renta 29.5% | -\$ 28,351.46 | -\$ 31,711.78 | -\$ 28,789.49 | -\$ 28,789.49 | -\$ 24,349.15 | -\$ 24,469.24 | -\$ 14,614.49 |
| 11 Utilidad neta | \$ 67,755.18 | \$ 75,785.77 | \$ 68,802.00 | \$ 68,802.00 | \$ 58,190.35 | \$ 58,477.35 | \$ 34,926.16 |

Fuente: Propia, 2022

Detalles de la tabla 33:

1. Estado de resultados: será en función a la vida útil de la perforadora ME es 20,000 h = 6.67 años, (6 años y 8 meses).
2. El ingreso por perforación: viene a ser el producto de metros perforados al año (m/año) por el precio de metro perforado (\$/m).
3. Los costos directos de operación: ver tabla 26 (costo de accesorio, costo consumible y costo de servicio), para el 2do año al 7mo año será en función al incremento de la perforación.
4. El costo de personal operativo: ver tabla 23 (suma del costo de epp del personal directo tabla 21 y el anexo 9)
5. El costo por mantenimiento: ver tabla 28, para el 2do año al 7mo año será en función al incremento de la perforación.
6. El gasto de RRHH indirecto: ver tabla 23 (suma del costo de epp personal indirecto tabla 31 y el anexo 10).
7. La depreciación de la perforadora ME: ver tabla 18 (valor de activo/vida útil del activo).

8. La depreciación de la herramientas y mobiliario: viene a ser (Costos de herramientas de perforación tabla 2/su vida útil de 1 más el costo de mobiliario anexo 12) /vida útil de las herramientas y mobiliario.
9. Utilidad operativa o ganancia sin pagar los impuestos: viene a ser la sumatoria del ingreso por perforación, costos directos e indirectos y sus depreciaciones.
10. Impuesto a la renta 29.5%: este impuesto entra en vigencia desde el 1 de enero 2017.
11. Utilidad neta: es la utilidad operativa menos el impuesto a la renta del 29.5%.

- Cálculo de flujo de caja, se muestra en la siguiente tabla 34.

Tabla 34

Flujo de caja maquina ME

| Itm | Flujo de caja | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 |
|-----|-------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | Ingreso por perforación | | \$ 551,878.4 | \$ 568,434.7 | \$ 568,434.7 | \$ 568,434.7 | \$ 562,915.9 | \$ 557,397.2 | \$ 367,918.9 |
| | Costos Directos | | | | | | | | |
| 2 | * Costos directos de operación | | -\$ 172,181.3 | -\$ 177,346.8 | -\$ 177,346.8 | -\$ 177,346.8 | -\$ 175,625.0 | -\$ 173,903.2 | -\$ 115,361.5 |
| 3 | * Costo de personal operativo | | -\$ 59,566.4 | -\$ 59,566.4 | -\$ 61,200.8 | -\$ 61,200.8 | -\$ 62,835.2 | -\$ 62,835.2 | -\$ 42,099.6 |
| 4 | * Costo por mantenimiento | | -\$ 14,988.4 | -\$ 14,988.4 | -\$ 19,485.0 | -\$ 19,485.0 | -\$ 25,330.5 | -\$ 25,330.5 | -\$ 16,971.4 |
| | Costos indirectos | | | | | | | | |
| 5 | * Gastos de RRHH indirectos | | -\$ 199,831.5 | -\$ 199,831.5 | -\$ 203,606.6 | -\$ 203,606.6 | -\$ 207,381.7 | -\$ 207,381.7 | -\$ 138,945.7 |
| | Impuestos | | | | | | | | |
| 7 | Impuesto a la renta 29.5% | | -\$ 28,351.5 | -\$ 31,711.8 | -\$ 28,789.5 | -\$ 28,789.5 | -\$ 24,349.2 | -\$ 24,469.2 | -\$ 14,614.5 |
| 8 | Pago a Sunat de IGV | | -\$ 47,088.0 | -\$ 57,371.1 | -\$ 56,685.2 | -\$ 56,685.2 | -\$ 55,214.3 | -\$ 54,635.1 | -\$ 35,936.8 |
| 9 | Flujo de caja operativo | | \$ 29,871.20 | \$ 27,618.72 | \$ 21,320.86 | \$ 21,320.86 | \$ 12,180.09 | \$ 8,842.23 | \$ 3,989.31 |
| 10 | Inversión perforadora ME | -\$ 35,000.00 | | | | | | | |
| 11 | Inversión herramientas y mobiliario | -\$ 21,020.31 | | | | | | | |
| 11 | Flujo económico | -\$ 56,020.31 | \$ 29,871.20 | \$ 27,618.72 | \$ 21,320.86 | \$ 21,320.86 | \$ 12,180.09 | \$ 8,842.23 | \$ 3,989.31 |

Fuente: Propia, 2022

Detalles de la tabla 34

8. Pago a la Sunat de IGV, ver anexo 11
11. Costos de herramientas de perforación tabla 21/vida útil más el costo de mobiliario anexo 12/vida útil.

4.4.1 Cálculo del VAN (VALOR ACTUAL NETO)

Se determinó con la siguiente formula:

$$VAN = -I_o + \sum_{t=1}^n \left(\frac{Ft}{(1+k)^t} \right)$$

Donde:

I_0 : inversión inicial

Ft : Flujo de caja en cada periodo t

n : numero de periodos

k : interés o tasa de descuento = 18%

Teniendo en cuenta la tabla 34 flujo económico de la perforadora ME se tiene el siguiente cálculo:

$$VAN = -56,020.31 + \frac{29,871.20}{(1 + 0.18)^1} + \frac{27,618.72}{(1 + 0.18)^2} + \frac{21,320.86}{(1 + 0.18)^3} + \frac{21,320.86}{(1 + 0.18)^4} \\ + \frac{12,180.09}{(1 + 0.18)^5} + \frac{8,842.23}{(1 + 0.18)^6} + \frac{3,989.31}{(1 + 0.18)^7}$$

$VAN = 22,955.01$ \$ El proyecto es rentable

Si el $VAN < 0$ genera perdida, $VAN = 0$ no se gana ni se pierde y si el $VAN > 0$ es rentable el proyecto.

4.4.2 Cálculo del TIR (TASA INTERNA DE RETORNO) o tasa de rendimiento ME

La tasa interna de retorno es la rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión.

Si se ejecuta, el valor se halla cuando el $VAN = 0$

$$TIR \rightarrow VAN = 0 = VPB - VPC$$

Para: $i = 36\%$

$$VAN = -56,020.31 + \frac{29,871.20}{(1 + 0.36)^1} + \frac{27,618.72}{(1 + 0.36)^2} + \frac{21,320.86}{(1 + 0.36)^3} + \frac{21,320.86}{(1 + 0.36)^4} \\ + \frac{12,180.09}{(1 + 0.36)^5} + \frac{8,842.23}{(1 + 0.36)^6} + \frac{3,989.31}{(1 + 0.36)^7}$$

$VAN = 63.25$ \$

Para: $i = 37\%$

$$VAN = -56,020.31 + \frac{29,871.20}{(1 + 0.37)^1} + \frac{27,618.72}{(1 + 0.37)^2} + \frac{21,320.86}{(1 + 0.37)^3} + \frac{21,320.86}{(1 + 0.37)^4} \\ + \frac{12,180.09}{(1 + 0.37)^5} + \frac{8,842.23}{(1 + 0.37)^6} + \frac{3,989.31}{(1 + 0.37)^7}$$

$$VAN = -855.93 \$$$

Interpolación para el TIR:

| <u>i</u> | <u>VAN</u> |
|----------|------------|
| 36% | 63.25 \$ |
| TIR% | 0 \$ |
| 37% | -855.93 \$ |

$$\frac{36 - 37}{36 - TIR} = \frac{63.25 - (-855.93)}{63.25 - 0}$$

$$TIR = 36.07 \%$$

Teniendo en cuenta que la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) es 18 % y el TIR obtenido es 36.07%. Por consiguiente:

TMAR < TIR, es aceptable el proyecto

18% < 36.07%. Es aceptable el proyecto

B. Análisis económico financiero de la maquina RD500:

Se muestra en la siguiente tabla 35.

Tabla 35

Análisis económico financiero de la perforadora RD500

| Perforadora RD500 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Incremento de la perforación | | 2.5% | 2.5% | 2% | 2% | 1% | Trabajo 8 meses |
| Metros perforados al año | 7454 | 7641 | 7641 | 7603 | 7603 | 7529 | 4970 |
| 1 Estado de Resultados | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 |
| 2 Ingreso por perforación | \$ 628,405.92 | \$ 644,116.07 | \$ 644,116.07 | \$ 640,974.04 | \$ 640,974.04 | \$ 634,689.98 | \$ 418,937.28 |
| Costos Directos | | | | | | | |
| 3 * Costos directos de operación | -\$ 192,478.44 | -\$ 197,290.40 | -\$ 197,290.40 | -\$ 196,328.01 | -\$ 196,328.01 | -\$ 194,403.22 | -\$ 128,960.55 |
| 4 * Costo de personal operativo | -\$ 59,566.42 | -\$ 59,566.42 | -\$ 61,200.84 | -\$ 61,200.84 | -\$ 62,835.25 | -\$ 62,835.25 | -\$ 42,099.62 |
| 5 * Costos por mantenimiento | -\$ 13,831.90 | -\$ 13,831.90 | -\$ 17,981.47 | -\$ 17,981.47 | -\$ 23,375.91 | -\$ 23,375.91 | -\$ 15,661.86 |
| Costos indirectos | | | | | | | |
| 6 * Gastos de RRHH indirectos | -\$ 199,831.48 | -\$ 199,831.48 | -\$ 203,606.59 | -\$ 203,606.59 | -\$ 207,381.70 | -\$ 207,381.70 | -\$ 138,945.74 |
| 7 Depreciación perforadora RD500 | -\$ 7,857.14 | -\$ 7,857.14 | -\$ 7,857.14 | -\$ 7,857.14 | -\$ 7,857.14 | -\$ 7,857.14 | -\$ 7,857.14 |
| 8 Depreciación de herramientas y mobiliario | -\$ 4,204.06 | -\$ 4,204.06 | -\$ 4,204.06 | -\$ 4,204.06 | -\$ 4,204.06 | | |
| 9 Utilidad operativa o ganancia sin pagar los impuesto | \$ 150,636.48 | \$ 161,534.66 | \$ 151,975.57 | \$ 149,795.93 | \$ 138,991.96 | \$ 138,836.75 | \$ 85,412.37 |
| Impuestos | | | | | | | |
| 10 Impuesto a la renta 29.5% | -\$ 44,437.76 | -\$ 47,652.73 | -\$ 44,832.79 | -\$ 44,189.80 | -\$ 41,002.63 | -\$ 40,956.84 | -\$ 25,196.65 |
| 11 Utilidad neta | \$ 106,198.72 | \$ 113,881.94 | \$ 107,142.78 | \$ 105,606.13 | \$ 97,989.34 | \$ 97,879.91 | \$ 60,215.72 |

Fuente: Propia, 2022

Detalles de la tabla 35:

1. Estado de resultados: será en función a la vida útil de la perforadora RD500 es 20,000 h = 6.67 años, (6 años y 8 meses).
2. El ingreso por perforación: viene a ser el producto de metros perforados al año (m/año) por el precio de metro perforado (\$/m).
3. Los costos directos de operación: ver tabla 26 (costo de accesorio, combustible y servicio), para el 2do año al 7mo año será en función al incremento de la perforación.
4. El costo de personal operativo: ver tabla 23 (suma del costo de epp del personal directo tabla 21 y el anexo 9)
5. El costo por mantenimiento: ver tabla 29, para el 2do año al 7mo año será en función al incremento de la perforación.
6. El gasto de RRHH indirecto: ver tabla 23 (suma del costo de epp personal indirecto tabla 31 y el anexo 10).
7. La depreciación de la perforadora RD500: ver tabla 18 (valor de activo/vida útil del activo).
8. La depreciación de la herramientas y mobiliario: viene a ser (Costos de herramientas de perforación tabla 21/vida útil más el costo de mobiliario anexo 12) /vida útil de las herramientas y mobiliario.
9. Utilidad operativa o ganancia sin pagar los impuestos: viene a ser la sumatoria del ingreso por perforación, costos directos e indirectos y sus depreciaciones.
10. Impuesto a la renta 29.5%: este impuesto entra en vigencia desde el 1 de enero 2017.
11. Utilidad neta: es la utilidad operativa menos el impuesto a la renta del 29.5%.

- Cálculo de flujo de caja, se muestra en la siguiente tabla 36.

Tabla 36

Flujo de caja perforadora RD500

| Itm | Flujo de caja | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 |
|--------------------------|-------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | Ingreso por perforación | | \$ 628,405.92 | \$ 644,116.07 | \$ 644,116.07 | \$ 640,974.04 | \$ 640,974.04 | \$ 634,689.98 | \$ 418,937.28 |
| Costos Directos | | | | | | | | | |
| 2 | * Costos directos de operación | | -\$ 192,478.44 | -\$ 197,290.40 | -\$ 197,290.40 | -\$ 196,328.01 | -\$ 196,328.01 | -\$ 194,403.22 | -\$ 128,960.55 |
| 3 | * Costo de personal operativo | | -\$ 59,566.42 | -\$ 59,566.42 | -\$ 61,200.84 | -\$ 61,200.84 | -\$ 62,835.25 | -\$ 62,835.25 | -\$ 42,099.62 |
| 4 | * Costos por mantenimiento | | -\$ 13,831.90 | -\$ 13,831.90 | -\$ 17,981.47 | -\$ 17,981.47 | -\$ 23,375.91 | -\$ 23,375.91 | -\$ 15,661.86 |
| Costos indirectos | | | | | | | | | |
| 5 | * Gastos de RRHH indirectos | | -\$ 199,831.48 | -\$ 199,831.48 | -\$ 203,606.59 | -\$ 203,606.59 | -\$ 207,381.70 | -\$ 207,381.70 | -\$ 138,945.74 |
| Impuestos | | | | | | | | | |
| 7 | Impuesto a la renta 29.5% | | -\$ 44,437.76 | -\$ 47,652.73 | -\$ 44,832.79 | -\$ 44,189.80 | -\$ 41,002.63 | -\$ 40,956.84 | -\$ 25,196.65 |
| 8 | Pago a Sunat de IG | | -\$ 52,791.14 | -\$ 66,049.90 | -\$ 65,416.91 | -\$ 65,084.42 | -\$ 64,261.54 | -\$ 63,596.57 | -\$ 41,844.64 |
| 9 | Flujo de caja operativo | | \$ 65,468.78 | \$ 59,893.24 | \$ 53,787.07 | \$ 52,582.91 | \$ 45,789.00 | \$ 42,140.48 | \$ 26,228.22 |
| 10 | Inversión de la perforadora RD500 | -\$ 55,000.00 | | | | | | | |
| 11 | Inversión herramientas y mobiliario | -\$ 21,020.31 | | | | | | | |
| 11 | Flujo económico | -\$ 76,020.31 | \$ 65,468.78 | \$ 59,893.24 | \$ 53,787.07 | \$ 52,582.91 | \$ 45,789.00 | \$ 42,140.48 | \$ 26,228.22 |

Fuente: Propia, 2022

Detalles de la tabla 36:

8. Pago a la Sunat de IG, ver anexo 11

11. Costos de herramientas de perforación tabla 21/vida útil más el costo de mobiliario anexo 12/vida útil.

4.4.3 Cálculo del VAN (VALOR ACTUAL NETO)

Se determinó con la siguiente formula:

$$VAN = -I_o + \sum_{t=1}^n \left(\frac{Ft}{(1+k)^t} \right)$$

Donde:

k: interés o tasa de descuento = 18%

Teniendo en cuenta la tabla 36 flujo económico de la perforadora RD500, se tiene el siguiente cálculo:

$$VAN = -76,020.31 + \frac{65,468.78}{(1+0.18)^1} + \frac{59,893.24}{(1+0.18)^2} + \frac{53,787.07}{(1+0.18)^3} + \frac{52,582.91}{(1+0.18)^4} + \frac{45,789.00}{(1+0.18)^5} + \frac{42,140.48}{(1+0.18)^6} + \frac{26,228.22}{(1+0.18)^7}$$

VAN = 126,192.90 \$ El proyecto es rentable.

Si el VAN < 0 genera pérdida, VAN = 0 no se gana ni se pierde y si el VAN > 0 es rentable el proyecto.

4.4.4 Cálculo del TIR (TASA INTERNA DE RETORNO) o tasa de rendimiento RD500

La tasa interna de retorno es la rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión.

Si se ejecuta, el valor se halla cuando el VAN = 0

$$TIR \rightarrow VAN = 0 = VPB - VPC$$

Para: $i = 76\%$

$$VAN = -76,020.31 + \frac{65,468.78}{(1 + 0.76)^1} + \frac{59,893.24}{(1 + 0.76)^2} + \frac{53,787.07}{(1 + 0.76)^3} + \frac{52,582.91}{(1 + 0.76)^4} + \frac{45,789.00}{(1 + 0.76)^5} + \frac{42,140.48}{(1 + 0.76)^6} + \frac{26,228.22}{(1 + 0.76)^7}$$

$$VAN = 490.02 \$$$

Para: $i = 77\%$

$$VAN = -76,020.31 + \frac{65,468.78}{(1 + 0.77)^1} + \frac{59,893.24}{(1 + 0.77)^2} + \frac{53,787.07}{(1 + 0.77)^3} + \frac{52,582.91}{(1 + 0.77)^4} + \frac{45,789.00}{(1 + 0.77)^5} + \frac{42,140.48}{(1 + 0.77)^6} + \frac{26,228.22}{(1 + 0.77)^7}$$

$$VAN = -369.70 \$$$

Interpolación para el TIR:

| <u>i</u> | <u>VAN</u> |
|----------|------------|
| 76% | 490.02 \$ |
| TIR% | 0 \$ |
| 77% | -369.70 \$ |

$$\frac{76 - 77}{76 - TIR} = \frac{490.02 - (-369.70)}{490.02 - 0}$$

$$TIR = 76.57\%$$

Teniendo en cuenta que la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) es 18 % y el TIR obtenido es 76.57 %. Por consiguiente:

TMAR < TIR, es aceptable el proyecto

18% < 76.57 %. Es aceptable el proyecto

4.4.5 Periodo de retorno de la inversión (PRI) de las perforadoras

El PRI nos permite determinar el lapso de tiempo que nos tomara recuperar la inversión realizada para poner en marcha el proyecto. Se tiene la siguiente formula:

$$PRI = A + \frac{B - C}{D}$$

Donde:

A: Periodo anterior al que se recupera la inversión.

B: Inversión inicial.

C: Flujo de caja acumulado del periodo A.

D: Flujo de caja del período donde se recupera la inversión.

a) PRI de la perforadora ME

Se tiene el siguiente cuadro de cálculo del año de recuperación para la perforadora ME. Ver tabla 37.

Tabla 37

Año de recuperación para la inversión

| Año de recuperación | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Inversión | -\$ 56,020.31 | | | | | | | |
| Flujo de caja | | \$ 29,871.20 | \$ 27,618.72 | \$ 21,320.86 | \$ 21,320.86 | \$ 12,180.09 | \$ 8,842.23 | \$ 3,989.31 |
| Flujo de efectivo a valor presente año 0 | | \$ 25,314.57 | \$ 19,835.34 | \$ 12,976.53 | \$ 10,997.06 | \$ 5,324.03 | \$ 3,275.44 | \$ 1,252.34 |
| Flujo de efectivo acumulado | | \$ 25,314.57 | \$ 45,149.91 | \$ 58,126.44 | \$ 69,123.51 | \$ 74,447.54 | \$ 77,722.98 | \$ 78,975.32 |

Fuente: Propia, 2022

Haciendo uso de la formula PRI se tiene:

$$PRI = 2 + \frac{56,020.31 \$ - 45,149.91 \$}{12,976.53 \$}$$

$$PRI = 2.84$$

$$PRI = 2 \text{ años } 10 \text{ meses}$$

El periodo de recuperación al invertir la perforadora ME será dentro de 2 año y 10 meses.

b) PRI de la perforadora RD500

Se tiene el siguiente cuadro de cálculo del año de recuperación para la perforadora ME. Ver tabla 38.

Tabla 38

Año de recuperación para la inversión

| Año de recuperación | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|---------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Inversión | -\$ 76,020.31 | | | | | | | |
| Flujo de caja | | \$ 65,468.78 | \$ 59,893.24 | \$ 53,787.07 | \$ 52,582.91 | \$ 45,789.00 | \$ 42,140.48 | \$ 26,228.22 |
| Flujo de efectivo a valor presente año 0 | | \$ 55,482.01 | \$ 43,014.40 | \$ 32,736.47 | \$ 27,121.68 | \$ 20,014.79 | \$ 15,610.16 | \$ 8,233.69 |
| Flujo de efectivo acumulado | | \$ 55,482.01 | \$ 98,496.41 | \$ 131,232.88 | \$ 158,354.56 | \$ 178,369.35 | \$ 193,979.52 | \$ 202,213.21 |

Fuente: Propia, 2022

Haciendo uso de la formula PRI se tiene:

$$PRI = 1 + \frac{76,020.31 \$ - 55,482.01 \$}{43,014.40 \$}$$

$$PRI = 1.4774$$

$$PRI = 1 \text{ año } 5 \text{ meses}$$

El periodo de recuperación al invertir la perforadora RD500 será dentro de 1 año y 5 meses.







CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Resultados técnico-económicos de las perforadoras.

En el siguiente cuadro se muestra la diferencia comparativa de las perforadoras ME y RD500, ver tabla 39.

Tabla 39: Diferencia comparativa de las perforadoras

| Diferencia comparativa de las perforadoras | Perforadora ME | Perforadora RD500 | Imagen | |
|---|---|---|---|-------|
| | | | ME | RD500 |
| Dimensión de labor a perforar | 3.5 m x 3.5 m | |  | |
| Aspecto geomecánica | La broca a utilizar es según la dureza de la roca, haciendo uso de la cartilla GSI (Índice Geológico de Resistencia) y la cartilla de selección de tipo de matriz. | |  | |
| Aspectos de seguridad | Peligro: Manipulación del cable wire line. Riesgo: Atrapamiento de mano. | El cable wire line es maniobrado por el mismo equipo, ya que tiene un guiador haciendo que este sea automático. |  | |
| | Peligro: Embonar y desembonar con llave stilson entre perforistas y ayudante las barras de perforación. Riesgo: Sobre esfuerzo, daños lumbares. | La perforadora embona sin la necesidad del esfuerzo humano. Peligro: Embonado de la unidad de rotación. Riesgo: Mala maniobra del operador, exposición a la rotación. |  | |
| | Peligro: Instalar la barra telescópica y colocar la unidad de rotación en la barra telescópica. Riesgo: Sobre esfuerzo daños lumbares, golpes. | Cuenta con una tornamesa, la instalación es menos peligrosa de la ME. |  | |
| Aspecto técnico | Barra de perforación a utilizar: línea BQ | |  | |
| | Longitud de perforación: Taladro horizontal con barra BQ 170m Taladro negativo con barra BQ 120m Taladro positivo con barra BQ 120m | Longitud de perforación: Taladro horizontal con barra BQ 250m Taladro negativo con barra BQ 250m Taladro positivo con barra BQ 120m | | |
| | Tiempo promedio de perforación = 25 min | Tiempo promedio de perforación = 20 min | | |
| | Velocidad de avance = 2.37 pulg/min | Velocidad de avance = 2.98 pulg/min | | |
| | Revolución por centímetro: 0 - 1000 rpm | Revolución por centímetro: 0 - 1350 rpm | | |
| | Rendimiento de la perforadora = 3.60 m/h | Rendimiento de la perforadora = 4.55 m/h | | |
| | Metros perforados promedio/mes = 545.55 m/mes | Metros perforados promedio/mes = 621.20 m/mes | | |
| | Vida útil = 20,000 h = 6.67 años | | | |
| | El proceso de embonar y desembonar la barra de perforación y recuperación del tubo interior mediante el cable wire line, es mecánica manual (operación con el panel de mando y maniobra del ayudante haciendo uso de llave stilson para embonar). | El proceso de embonar y desembonar la barra de perforación y recuperación del tubo interior mediante el cable wire line, es hidráulica (operación solo con el panel de mando para embonar las barras de perforación). | | |
| | Aspecto económico | Precio de la perforadora = 35,000.00 \$ | Precio de la perforadora = 55,000.00 \$ | |
| Costo de perforación por metro = 84.3 \$/m | | | | |
| Depreciación de la perforadora = 5,000 \$/años | | Depreciación de la perforadora = 7,857.14 \$/años | | |
| Costo de mantenimiento: Con la perforadora RD500 es 1% menos que la perforadora ME | | | | |
| Costo accesorios de perforación = 15,965.65 \$ | | Costo accesorios de perforación = 25,142.75 \$ | | |
| Costo directo de operación varía de 172,181.34 \$ a 177,346.78 \$ | | Costo directo de operación varía de 192,478.44 \$ a 197,290.40 \$ | | |
| Ingreso por perforación: Año 1: 551,878.38 \$ Año 2: 568,434.73 \$ Año 3: 568,434.73 \$ Año 4: 568,434.73 \$ Año 5: 562,915.95 \$ Año 6: 557,397.16 \$ Año 7: 367,918.92 \$ | | Ingreso por perforación: Año 1: 628,405.92 \$ Año 2: 644,116.07 \$ Año 3: 644,116.07 \$ Año 4: 640,974.04 \$ Año 5: 640,974.04 \$ Año 6: 634,689.98 \$ Año 7: 418,937.28 \$ | | |
| VAN = 22,955.01 \$ | | VAN = 126,192.90 \$ | | |
| TIR = 36.07% | | TIR = 76.57% | | |
| Periodo de recuperación de la inversión PRI = 1 año y 5 meses | | Periodo de recuperación de la inversión PRI = 2 años y 10 meses | | |

Fuente: Propia, 2022

5.1.1 Aspecto geomecánica

Según las recomendaciones geomecánica de las labores para dar inicio con la perforación fue: la perforadora ME fue destinada en la cámara 773, NV 1000, donde la recomendación geomecánica fue, sostenimiento con malla eslabonada + p. helicoidales de 7 pies a 1.2m x 1.2m de G a G y hasta el tope, tipo de roca volcánicas (andesita), ver anexo 3. La perforadora RD500 fue destinada para la labor cámara 816, NV 800 la recomendación geomecánica fue, desatar la roca en avanzada y sostener con Split set de 5 pies de forma sistemática desde la gradiente, tipo de roca volcánicas (andesita), ver anexo 3. Ambas perforadoras perforaron en condiciones litológicas similares.

La dureza de la roca indica la broca a utilizar para perforar, esto se da inicio haciendo uso de:

Paso 1:

Paso 1: Usar la cartilla GSI (Índice Geológico de Resistencia) ver gráfico 32 para verificar:

- Estructura de la roca: presentan de 11 – 15 fracturas/ m^2 , esto indica que sea una roca muy fracturada.
- Condiciones superficiales de la roca: se rompe con un golpe de picota, esto indica que es una roca regular.

* Índice GSI: MF/R (roca muy fracturada a regular)

Paso 2:

Paso 2: Usar Cartilla de selección de tipo de matriz ver tabla 14 para definir la broca a utilizar, se encontró roca andesita con una dureza de 6 que fue rayado con una lija para acero, por consiguiente, se elige la broca de serie 9 color verde.

| ESTRUCTURA DE TERRENO (LITOLÓGIA) | ESCALA DE DUREZA (MOHS) | BOART LONGYEAR | LONGYEAR BIT |
|-----------------------------------|-------------------------|----------------|-------------------|
| COBERTURA DE TERRENO | 1 - 3 | | PÚRPURA (P584) |
| MUY FRACTURADO Y/O FRACTURADO | 1 - 3 | | |
| | 1 - 3.5 | | AZUL (P577) |
| FRACTURADO Y/O MIXTO | 3 - 5.5 | | VERDE (P520) |
| | 3 - 6.5 | | |
| | 6 - 7.5 | | AMARILLO (P575) |
| MIXTO | 6 - 8 | | ANARANJADO (P580) |
| | 8 - 9 | | |
| COMPETENTE | 8 - 9.5 | | ROJO (P556) |

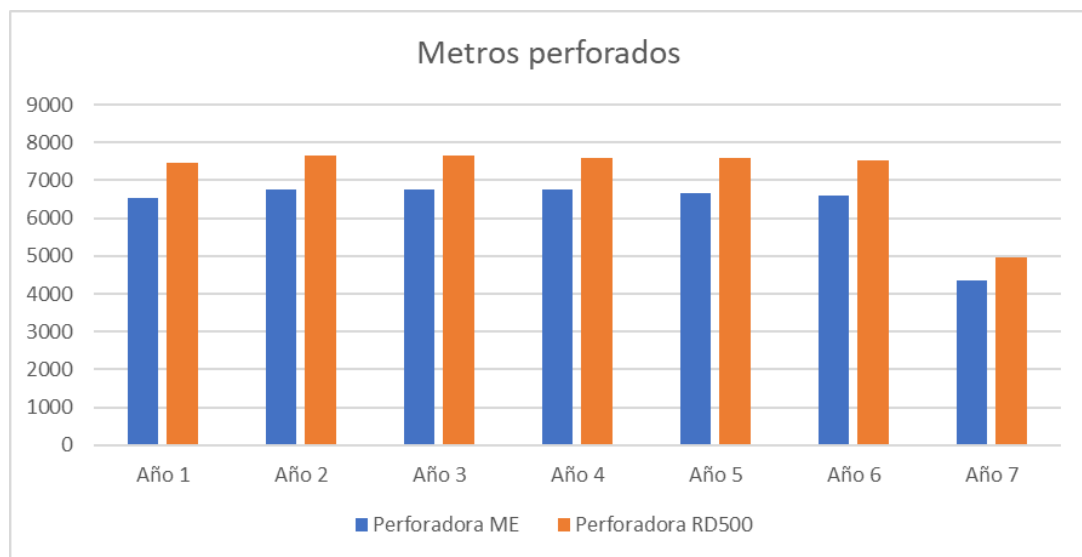


5.1.2 Resultados técnicos.

En el aspecto técnico se realizó una comparación entre las dos perforadoras ME y RD500, ver tabla 39. Teniéndose como resultado lo siguiente.

1. La perforadora RD500 puede perforar taladros horizontales y taladros negativos, que pueden llegar hasta 250 m de longitud superando a la perforadora ME.
2. Tiempo promedio de perforación de la perforadora RD500 es 20 min y de la ME 25 min. Optimizándose los tiempos de perforación con la perforadora RD500, así mismo evitando demoras para la entrega de las labores para la continuidad de la mina. El tiempo de demora se debe al embonar las barras de perforación con la ME es de manera manual haciendo uso de una llave stilson mientras que con la RD500 es ejecutado por la misma perforadora de manera hidráulica. Ver el siguiente cuadro como referencia.

| Metros perforados | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Unidades |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Perforadora ME | 6547 | 6743 | 6743 | 6743 | 6678 | 6612 | 4364 | m |
| Perforadora RD500 | 7454 | 7641 | 7641 | 7603 | 7603 | 7529 | 4970 | |



3. La velocidad promedio de avance de la perforadora RD500 es 2.98 pulg/min y ME es 2.37 pulg/min, generando una diferencia de 0.61 pulg/min, demostrándose que la maquina RD500 es mayor que la Metre Eater de 0.61pulg/min.
4. El rendimiento de la perforadora RD500 (4.55 m/h) es más que la perforadora ME (3.60 m/h), con una diferencia de 0.95 m/h, haciendo que sea más eficiente

la perforadora RD500.

5. La perforadora RD500 perforó más metros con un promedio de 621.20 m mensuales mientras que la ME puede ejecutar 545.55 m mensual, haciendo que la maquina RD500 supere con una diferencia de 75.65 m mensual. Dando mayor confiabilidad de ejecutar los sondajes sin inconvenientes.
6. Siendo la vida útil de ambas perforadoras igual 20,000 h

5.1.3 Resultados económicos.

1. El precio de las perforadoras fue ME = 35,000.00 \$ y RD500 = 55,000.00 \$, siendo más económica la ME.
2. El costo de perforación por metro perforado en la unidad minera Yauliyacu es 84.3 dólares por metro lineal, para la línea BQ; siendo esta la más económica a diferencia de otras líneas de mayor diámetro (barras de perforación), cabe mencionar que estos sondajes realizados fueron de menores longitudes lo que implica que, es rentable utilizar barras de menor diámetro BQ para longitudes menores. Los costos de perforación con barras de línea mayor a BQ son mayores a 84.3 dólares por m.
3. El costo de mantenimiento de la perforadora RD500 es 1% menos que la perforadora ME. Así mismo el costo de mantenimiento de ambas perforadoras aumentará a medida que se van acercándose a su vida útil.
4. Los ingresos por perforación son mayores con la perforadora RD500 llegando hasta 644,116.07 \$/año, generando más ganancias que la perforadora ME esté llegando 568,434.73 \$/año, debido a que perfora más en menor tiempo que la perforadora ME.
5. El Valor Actual Neto es positivo, en el análisis de las dos perforadoras son rentables, sin embargo, la RD500 es más rentable que la ME con una diferencia de 103,237.89 \$. Ver el siguiente cuadro comparativo.

| ANALISIS COMPARATIVO ECONOMICO | VAN | TIR |
|---------------------------------------|---------------|------------|
| Perforadora METRE EATER | \$ 22,955.01 | 36.07% |
| Perforadora RD500 | \$ 126,192.90 | 76.57% |

6. La tasa interna de retorno es mayor a la tasa de mercado 18%, por lo que el

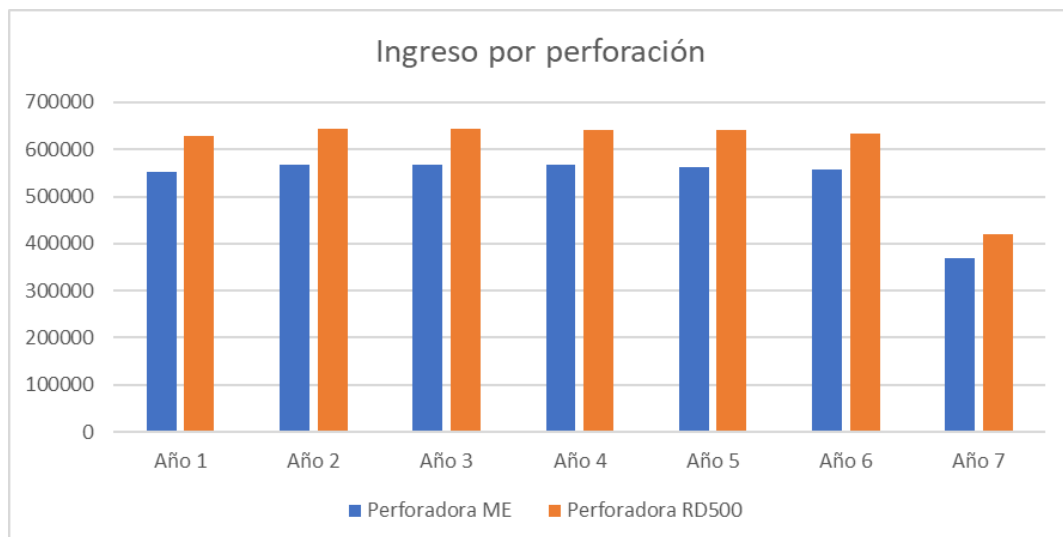
proyecto procede con ambas perforadoras, sin embargo, la perforadora RD500 tiene una tasa mayor que la ME, siendo más rentable utilizar la perforadora RD500.

5.2 Comentarios finales de decisión.

En relación a lo dispuesto se sugiere utilizar la perforadora RD500 por los siguientes puntos que se detalla a continuación:

1. Las dos perforadoras pueden perforar en labores de perforación con dimensiones de 3.5 x 3.5 m.
2. En la parte técnica la perforadora RD500 es hidráulica en el proceso de embone de tubería y recuperación del tubo interior mediante el cable wire line, lo que le da una gran ventaja para poder producir más metros perforados, ya que la Metre Eater para embonar las barras de perforación es con energía mecánica manual, haciendo que el rendimiento sea más eficiente con la perforadora RD500.
3. El tiempo de perforación de la perforadora RD500 es menor que la perforadora Metre Eater, esto hace que no haya demoras en la continuar de las labores mineras.
4. En la parte económica genera mejor valorización al producir más metros en menos tiempo de perforación, siendo más rentable la perforadora RD500. Ver siguiente cuadro:

| Ingreso por perforación | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Unidades |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Perforadora ME | 551878.38 | 568434.73 | 568434.73 | 568434.73 | 562915.95 | 557397.16 | 367918.92 | \$ |
| Perforadora RD500 | 628405.92 | 644116.07 | 644116.07 | 640974.04 | 640974.04 | 634689.98 | 418937.28 | |



5. La selección de la perforadora RD500 es más rentable para que invierta la empresa Redrilsa en la unidad minera Yauliyacu.

CONCLUSIONES.

1. Los parámetros geomecánicos del ámbito de estudio encontrados en campo corresponden a una dureza de roca de 6, dato que nos permite seleccionar de acuerdo a los parámetros geomecánicos una broca de serie 9 color verde de la línea perforación tipo BQ.
2. De la evolución técnica se determina, la perforadora RD500 perforó 621.20 m/mes en 136.66 h y la perforadora ME perforó 545.55 m/mes en 151.54 h, siendo más eficiente la perforadora RD500, asimismo el rendimiento promedio de la perforadora RD500 es más que la perforadora ME, siendo estos RD500 = 4.55 m/h y ME = 3.60 m/h. La perforadora RD500 da mayor confiabilidad al ejecutar los sondajes, optimizando la operación diamantina. Lo que conlleva a que la operación con la perforadora RD500 sea más rentable para la empresa Redrilsa.
3. La evaluación económica realizado en un horizonte de 7 años para las perforadoras, como es el caso de la implementación de una de las perforadoras RD500 da como resultado lo siguiente:

| ANALISIS COMPARATIVO ECONOMICO | VAN | TIR |
|---------------------------------------|---------------|------------|
| Perforadora METRE EATER | \$ 22,955.01 | 36.07% |
| Perforadora RD500 | \$ 126,192.90 | 76.57% |

Los resultados muestran la viabilidad de las dos perforadoras, sin embargo, la implementación de la perforadora RD500, presenta una oportunidad de obtener mejores resultados de rentabilidad económica que la perforadora ME.

4. El análisis comparativo técnicos-económicos, concluye, seleccionar e implementar la perforadora RD500 el cual cuenta con significados beneficios, ventajas y mayor rentabilidad respecto a la perforadora ME.

RECOMENDACIONES.

- ✓ Sobre la evaluación realizada en el presente estudio, se recomienda la implementación de la perforadora RD500 para las condiciones de las labores mineras de secciones reducidas (3.5m x 3.5m) donde vienen trabajando actualmente en la unidad minera, así lo determina los resultados económicos del análisis comparativo.
- ✓ Se recomienda implementar el numero necesario de perforadoras RD500 para lograr la optimización de la perforación en la unidad minera y como consecuencia una mejor rentabilidad para la empresa Redrilsa.
- ✓ Se recomienda tener un control detallado sobre los avances del proyecto y aplicar correctamente la gestión de costos de perforación en minera subterránea, para evaluar los ingresos de la perforación.
- ✓ Se recomienda para la selección de la perforadora diamantina, las dimensiones de las labores o cámaras diamantinas y longitud del sondaje a perforar.

Bibliografía

- Boartlongyear. (Junio de 2019). <https://www.boartlongyear.com/es/insite/longyear-bits-selecting-the-right-bit-in-5-easy-steps/>.
- Delgado Vega, J. (2019). Apuntes del curso de planificación. Universidad de Antofagasta. Obtenido de <https://pdfslide.tips/documents/planificacion-minera-superficie-y-subterrapdf.html>
- Hernández. (2014). Metodología de la investigación (Vol. 6ta edición). Mexico: Editorial Mexicana.
- Longyear, B. (2011). Brocas de diamante impregnado seleccionada para Perú. Seminario, Lima, Perú.
- Longyear, B. (2011). Brocas de diamante impregnado seleccionadas para Peru. Boart Longyear .
- Rica, U. d. (23 de Enero de 2019). <https://rsn.ucr.ac.cr/documentos/educativos/geologia/2278-tipos-de-roca>.
- Rosales Reyes, O. (2002). Innovación tecnológica en perforación diamantina. Lima.
- Salas Vasquez, A. T. (2016). Análisis y mejora de la calidad en el proceso de perforación en diamantina utilizando la metodología DMAIC. Universidad Andres Bello, Santiago de Chile.
- Schwarz, B. M. (11 de Febrero de 2013). Gestion de operaciones y proyectos mineros. Obtenido de <http://max-schwarz.blogspot.com/2013/02/perforacion-diamantina-de-proyectos.html#:~:text=La%20perforaci%C3%B3n%20diamantina%20puede%20ser,un%20yacimiento%20o%20proyecto%20minero>.
- Hernández Sapiere Roberto (2014), pag.152, Metodología de la investigación.
- Salas Vasquez Tomas Alonso (2016). Tesis Análisis y mejora de la calidad en el proceso de perforación en diamantina utilizando la metodología DMAIC.
- Vallenas Huaman Danilo (2013). Tesis análisis técnico operativo de perforaciones diamantinas en el Proyecto Minero Inmaculada – Hochschild Mining.
- Fernández Raúl, De Barrios Raúl y Tessone Mario (2015). Apuntes didácticos de Geología de Minas: Perforaciones en la exploración minera. Universidad nacional de La Plata. Argentina

ANEXOS.

Anexo 1: Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS) vivo con IPERC continuo – perforadora Metre Eater

Anexo 2: Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS) vivo con IPERC continuo – perforadora RD 500

Anexo 3: Plano geomecánica de las labores a perforar (cámara diamantina)

Anexo 4: IPERC base del proceso de perforación

Anexo 5: Plano de proyecto de los sondajes a perforar

Anexo 6: Cartilla de selección de tipo de matriz

Anexo 7: Cámara diamantina – perforadora Metre Eater

Anexo 7: Cámara diamantina – perforadora RD 500

Anexo 8: Datos de perforación en campo de las perforadoras ME y RD500

Anexo 9: Costo del personal directo en recursos humanos

Anexo 10: Costo del personal indirecto en recursos humanos

Anexo 11: Pago de IGV a SUNAT

Anexo 12: Costo de mobiliario para el proyecto.

Anexo 1

Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS) vivo con IPERC continuo – perforadora Metre Eater (ME)

| PETS VIVO CON IPERC CONTINUO | | | | CÓDIGO | FY-RED-004 | | |
|--|---|---|--|--|-------------------------|---------------------|-------------------------|
| OPERACIÓN DAMANTINA CON MAQUINA ELECTROHIDRAULICA METRE EATER | | | | REVISIÓN | 01 | | |
| CÓDIGO DEL PETS BASE | | IDY - RED - 008 | | | | | |
| LUGAR | PERSONAL REQUERIDO PARA LA ACTIVIDAD | | | 01 Perforista + 01 Ayudante (Maquina Metre Eater) | | | |
| SUPERVISOR | EQUIPO PROTECCIÓN PERSONAL | | | RESTRICCIONES (Ejemplos: Permisos de Trabajo Seguro requeridos, Años de experiencia del personal, Licencias, condiciones específicas de la actividad, etc.) | | | |
| Casco de seguridad: <input checked="" type="checkbox"/> Especifico: <input type="checkbox"/> | Respirador: <input checked="" type="checkbox"/> Especifico: <input type="checkbox"/> | Mascarilla o Canda: <input checked="" type="checkbox"/> Especifico: <input type="checkbox"/> | 1 El personal que no se encuentre capacitado en la actividad. 2 El personal que no tenga la autorización respectiva. | ALTO Mucha probabilidad de: Lesión parcial o total en forma permanente / Impacto irreversible sobre el medio ambiente. (NO INCIAR ACTIVIDAD) MEDIO Moderada probabilidad de: Lesión parcial o temporal / Impacto reversible sobre el medio ambiente BAJA Poca probabilidad de: Lesión leve temporal / Impacto leve o temporal sobre el medio ambiente | | | |
| Casco: <input checked="" type="checkbox"/> Especifico: <input type="checkbox"/> | Protección Auditiva: <input checked="" type="checkbox"/> Especifico: <input type="checkbox"/> | Aresas: <input checked="" type="checkbox"/> Especifico: <input type="checkbox"/> | 3 No contar con el personal completo 4 No contar con las herramientas adecuadas | | | | |
| Guantes: <input checked="" type="checkbox"/> Especifico: <input type="checkbox"/> | Antojos de Seguridad: <input checked="" type="checkbox"/> Especifico: <input type="checkbox"/> | Traje Especial: <input checked="" type="checkbox"/> Especifico: <input type="checkbox"/> | 5 Llave estilon # 36 24 y 18. 6 Llave media tara 50 7 Llave allen # 3/8, | | | | |
| Otros (especificar) Casco con faribugio y ósmil con cintas reflectivas. | | | 8 Comba de 6 libras. 9 Martillo de bola. Alcata a presión, Desarmadores, Fincrometos, limpiapa. 10 Martillo de goma, Llave francesa # 12 y 15, Lima Llave mixta de 3/8 a 1 1/4, Juego de llaves allen. | | | | |
| PAISOS SECURIALES DE TRABAJO SEGURO | | PELIGRO / ASPECTO AMBIENTAL | RIESGOS | MEDIDAS PREVENTIVAS EXISTENTES | REAL DE PREGUNTA ACTUAL | MEDIDAS ADICIONALES | REAL DE PREGUNTA RESUAL |
| Verificar la barra telescópica (Metre Eater) que este bien ajustada. | | Rocas sueltas Herramientas inadecuadas o defectuosas | (Golpeado por caída de rocas) LESIÓN LEVES INCAPACITANTES PARCIAL (Corte golpe y/o laseración por herramientas) LESIÓN INCAPACITANTES PARCIAL TEMPORAL | * Sostenerimiento según recomendación de geomecánica. * Inspección diaria de labores. * Ajustar los pesos del telescopico * Check List de herramientas manuales. | | | |
| Observaciones/IPERC Continuo | | | | | | | |
| Verificar las instalaciones hidráulicas, controlar presiones, temperaturas, viscosidades y variables operativas. | | Líquidos (Aceites hidráulicos) Derrames o potenciales derrames | Contacto con fluido a presión LESIÓN INCAPACITANTE PARCIAL PERMANENTE Contaminación del suelo | * Utilizar el check list de máquinas. * Mantenimiento preventivo. * Hacer uso de los paños absorbentes y bandejas metálicas y contar con su kits ante derrames. | | | |
| Observaciones/IPERC Continuo | | | | | | | |
| Colocado de barras en la unidad de rotación para realizar el sondaje de acuerdo al rumbo e inclinación del taladro, según proyecto | | Partes rotatorias o móviles Ruido Polvo | (Atrapamiento) FATALIDAD (Por exposición a ruidos) ENFERMEDAD IRREVERSIBLE (Por exposición al polvo) ENFERMEDAD IRREVERSIBLE | * Utilizar el check list de máquinas. * Mantenimiento preventivo. * Uso de EPPs: tapones auditivos y orejeras. * Uso de EPPs: respirador y filtros P100. | | | |
| Observaciones/IPERC Continuo | | | | | | | |
| Maniobras de ajuste y desajuste al chuck | | Rocas sueltas. Polvo Partes rotatorias o móviles. Partes rotatorias o móviles. Herramientas inadecuadas o defectuosas. | (Golpeado por caída de rocas - Lesión incapacitante) (Exposición al polvo - Enfermedad irreversible) (Atrapamiento - Lesión incapacitante total temporal). (Atrapamiento - Lesión incapacitante total temporal). (Golpeado por caída de herramientas - Lesión leve o trivial). | * Realizar el desate de rocas de acuerdo al Pets de desate de rocas en labores horizontales, entre dos personas. * Uso de EPP - Respirador con filtro P-100 * Apagar el equipo * Mantenimiento preventivo. * Uso de biombos (barreras de protección) * Apagar el equipo * Mantenimiento preventivo. * Uso de biombos (barreras de protección) * Inspección de herramientas. * Uso de guantes de seguridad * Coordinación y comunicación entre los que realizan el trabajo. | | | |
| Observaciones/IPERC Continuo | | | | | | | |
| Colocado de la bomba conexión con su manguera mediante conexión rápida al final de la tubería y bombear el agua hasta que llegue a la broca del taladro. | | Equipo o instalaciones presurizadas Uso de agua | Contacto con fluido a presión LESIÓN INCAPACITANTE PARCIAL PERMANENTE Agotamiento o reducción del recurso natural | Bloqueo y etiquetado (lock out y tag out) * Check list máquina * Recirculación de agua | | | |
| Observaciones/IPERC Continuo | | | | | | | |
| Activar la palanca de mandos de la unidad de rotación, iniciando la perforación con todos sus parámetros. | | Partes rotatorias o móviles Consumo de energía Uso de agua Generación de residuos sólidos no peligrosos (Detritus de perforación). Piso resbaloso Agentes biológicos (Necesidades biológicas) (Bacterias, hongos, virus, parásitos, etc) | (Atrapamiento) FATALIDAD Agotamiento o reducción del recurso natural Contacto directo o indirecto e inducción con electricidad. AGOTAMIENTO O REDUCCIÓN DE RECURSOS NATURALES Agotamiento o reducción del recurso natural Contaminación del suelo Caída al mismo nivel - Lesión leve o Trivial Exposición a agentes biológicos - Enfermedad Reversible | * Utilizar el check list de máquinas. * Mantenimiento preventivo. * Mantenerse alejado a 1.5 metros de la unidad de rotación durante la perforación. * Verificación de los componentes de la máquina * Recirculación de agua * Recajo de lamas en sacos * Orden y limpieza constante en el estabado con agua. * Orden, limpieza e instrucción de buenas practicas ambientales. | | | |
| Observaciones/IPERC Continuo | | | | | | | |
| Nota: Culminada la labor, el responsable del grupo de trabajo entregará al asistente de sección o área, firmando un documento para demostrar recepción de PETS Vivo - IPERC Continuo | | | | | | | |
| OBSERVACIONES DEL SUPERVISOR (MEDIDAS CORRECTIVAS / PREVENTIVAS PROPIAS POR EL SUPERVISOR EN CAMPO) | | | | | | | |
| FECHA | TURNO | APELLIDOS Y NOMBRES (Iniciadores y Ejecutores) | COPACIACIÓN | EMPRESA | FRMA | V°B° DEL SUPERVISOR | |
| | | | | | | | |

Fuente: REDRILSA, 2020

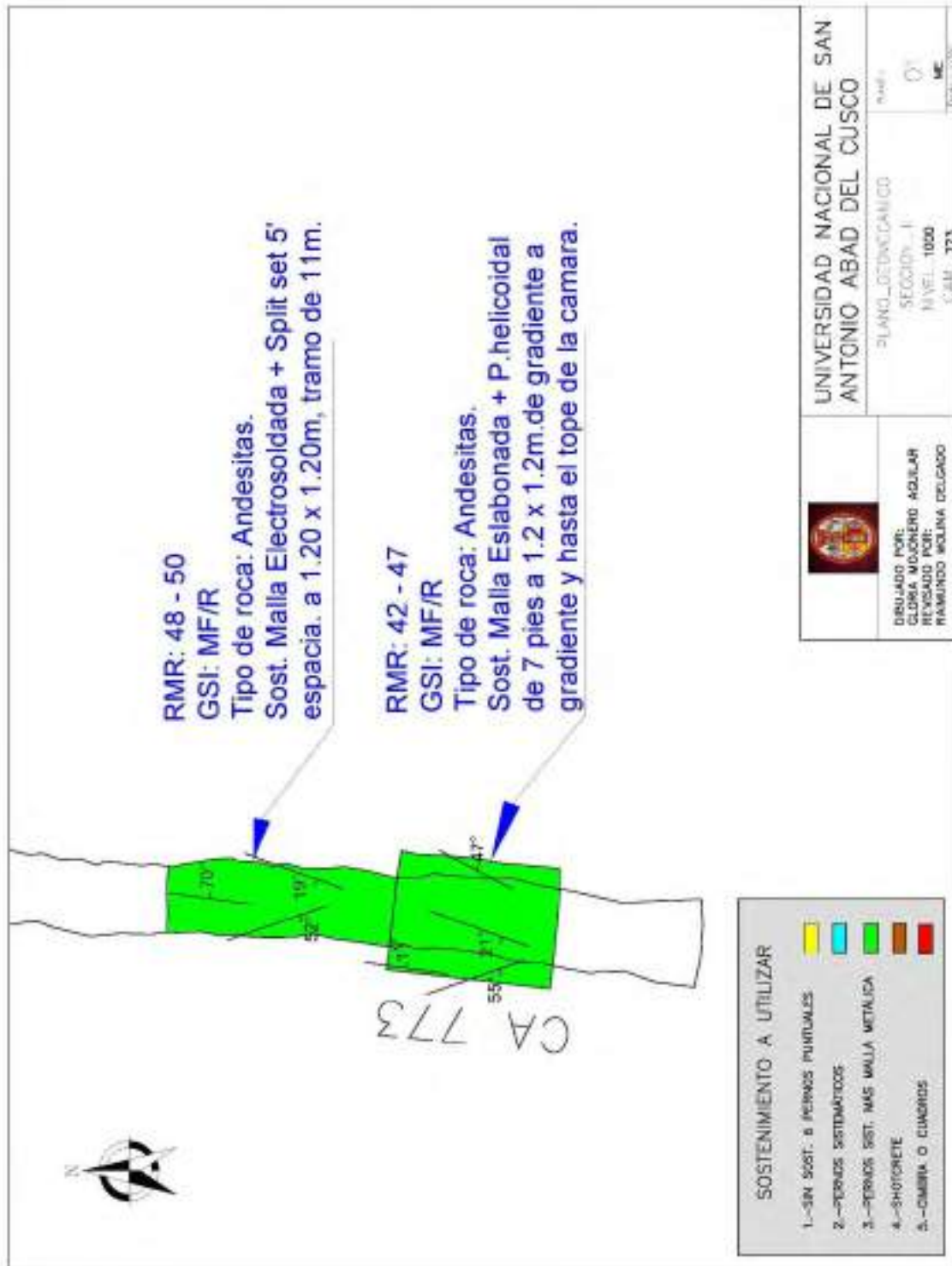
Anexo 2

Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS) vivo con IPERC continuo- perforadora RD 500

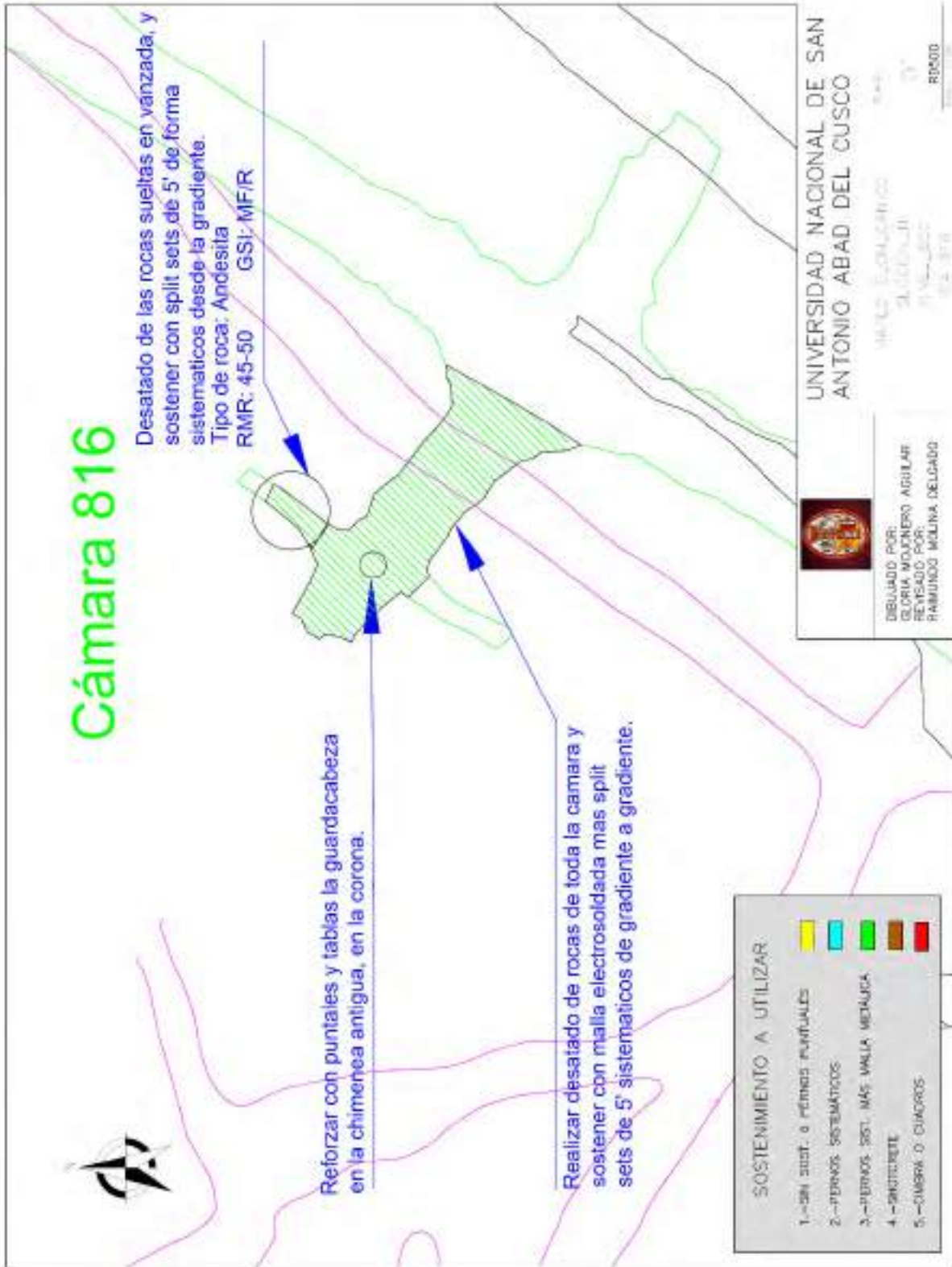
| PETS VIVO CON IPERC CONTINUO | | | | CODIGO | REVISION | |
|--|---|--|---|-----------------------------|---------------------|---------------------|
| OPERACIÓN DIAMANTINA CON MAQUINA ELECTROHIDRAULICA RD-500 | | | | RY-RED-004 | 01 | |
| COBRO DEL PETS BASE | | 107-RED-003 | | | | |
| LUGAR | | | | | | |
| SUPERVISOR | | PERSONAL REQUERIDO PARA LA ACTIVIDAD | | 01 perforista y un ayudante | | |
| RISGO PERSONAL | | RESTRICCIONES (Ejemplos: Permisos de Trabajo Seguro requeridos, Areas de experiencia del personal, Licencias, condiciones específicas de la actividad, etc.) | | | | |
| Calzado de seguridad <input checked="" type="checkbox"/> Respirador <input checked="" type="checkbox"/> Ovelet <input checked="" type="checkbox"/> Especifico: botas con punta de acero Especifico: (filtro P-100) Especifico: Con cintas Reflectivas | | 1 El personal que no se encuentre capacitado en la actividad. 2 El personal que no tenga la autorización respectiva. 3 No contar con el personal completo. 4 No Contar con las herramientas adecuadas. | | | | |
| Casco <input checked="" type="checkbox"/> Protección Auditiva <input checked="" type="checkbox"/> Correa de Seguridad <input checked="" type="checkbox"/> Especifico: Tipo safety o Batajojo Especifico: Tapones/Orejeras Especifico: | | 4. Comba de 6 tiras. 5. Martillo de bola. Alcalá a presión, Desarmadores, Flexómetros, limpara. 6. Martillo de goma, llave francesa # 12 y 15, Lima, llave meda de 3/8 a 1 1/4, Juego de llaves allen. | | | | |
| Guantes <input checked="" type="checkbox"/> Antojos de Seguridad <input checked="" type="checkbox"/> Linterna <input checked="" type="checkbox"/> Especifico: Nitrilo Especifico: lentes clara Especifico: | | EQUIPO, MATERIAL, HERRAMIENTAS REQUERIDAS 1. Llave estilson # 36 24 y 18, 2 llave meda tuna 80, 2 NQL, o HQ 3. Juego Llave Mixtas | | | | |
| Otro (especificar) | | Correa porta lámpara. | | | | |
| PASOS SECUENCIALES DE TRABAJO SEGURO | PELIGRO / ASPECTO AMBIENTAL | RIESGOS | MEDIDAS PREVENTIVAS EXISTENTES | AVL. RIESGO ORIGINAL | AVL. RIESGO RESIDUO | |
| 1. Verificar la unidad de Rotación SKIP si el perno central de anclaje está ajustada, el rumbo y ángulo según el plano. | <ul style="list-style-type: none"> Rocas sueltas. Pólvora Ruido Herramientas inadecuadas o defectuosas. Partes rotatorias o móviles. | <ul style="list-style-type: none"> Golpeado por caída de rocas - Lesión incapacitante Exposición al polvo - Enfermedad Irreversible Exposición a Ruido - Enfermedad Irreversible Golpeado por caída de herramientas - Lesión leve o trivial. Atrapamiento - Lesion incapacitante total temporal | <ul style="list-style-type: none"> Realizar el desate de rocas de acuerdo al Pets de desate de rocas en labores horizontales; entre dos personas. Uso de EPP - Respirador con filtro P-100 Uso de EPP - Doble protección Auditiva No exponerse mayor a 85 db por mas 08 horas trabajadas. Inspección de herramientas. Uso de guantes de seguridad Protocolos de Trabajo coordinacion en los repartos de guardia Uso obligatorio de overol con cintas reflectivas de 2 pulgadas | | | |
| Observaciones/IPERC Continuo | | | | | | |
| 2. Verificar las instalaciones hidráulicas, controlar presiones, temperaturas, viscosidades y variables. | <ul style="list-style-type: none"> Rocas sueltas. Pólvora Ruido Líquidos (Aceites hidráulicos). Derrames o potenciales derrames. | <ul style="list-style-type: none"> Golpeado por caída de rocas - Lesión incapacitante Exposición al polvo - Enfermedad Irreversible Exposición a Ruido - Enfermedad Irreversible Contacto con líquidos presurizados. Contaminación al suelo. | <ul style="list-style-type: none"> Realizar el desate de rocas de acuerdo al Pets de desate de rocas en labores horizontales; entre dos personas. Uso de EPP - Respirador con filtro P-100 Uso de EPP - Doble protección Auditiva No exponerse mayor a 85 db por mas 08 horas trabajadas. Inspección de equipos. Uso de win check Uso de lentes de EPP (lentes de seguridad, guantes de seguridad, uso de overol. Uso de paños absorbentes y bandejas metálicas Uso del kit antiderrames. | | | |
| Observaciones/IPERC Continuo | | | | | | |
| 3. Colocados de barras en la unidad de rotación para realizar el sondaje según proyecto. | <ul style="list-style-type: none"> Rocas sueltas. Pólvora Ruido Sobreesfuerzo físico Levantamiento y transporte manual de peso. | <ul style="list-style-type: none"> Golpeado por caída de rocas - Lesión incapacitante Exposición al polvo - Enfermedad Irreversible Exposición a Ruido - Enfermedad Irreversible Ergonómico por sobre esfuerzo físico - Enfermedad reversible. Posturas Incorrectas - Lesión incapacitante parcial permanente | <ul style="list-style-type: none"> Realizar el desate de rocas de acuerdo al Pets de desate de rocas en labores horizontales; entre dos personas. Uso de EPP - Respirador con filtro P-100 Uso de EPP - Doble protección Auditiva No exponerse mayor a 85 db por mas 08 horas trabajadas. Uso de guantes de seguridad Levantar pesos correctamente (no mas de 25 kg.) Uso de guantes de seguridad Levantar pesos correctamente (no mas de 25 kg.) | | | |
| Observaciones/IPERC Continuo | | | | | | |
| 4. Colocado del cabezal con tubo interior dentro de la columna de perforación, colocar la bomba conexión, luego bombear hasta el armado, ver presión de agua. | <ul style="list-style-type: none"> Rocas sueltas. Pólvora Ruido Partes rotatorias o móviles. Herramientas inadecuadas o defectuosas. | <ul style="list-style-type: none"> Golpeado por caída de rocas - Lesión incapacitante Exposición al polvo - Enfermedad Irreversible Exposición a Ruido - Enfermedad Irreversible Atrapamiento - Lesion incapacitante total temporal Golpeado por caída de herramientas - Lesion leve o trivial. | <ul style="list-style-type: none"> Realizar el desate de rocas de acuerdo al Pets de desate de rocas en labores horizontales; entre dos personas. Uso de EPP - Respirador con filtro P-100 Uso de EPP - Doble protección Auditiva No exponerse mayor a 85 db por mas 08 horas trabajadas. Apagar el equipo Mantenimiento preventivo. Uso de biombos (barreras de protección) Inspección de herramientas. Uso de guantes de seguridad Coordinación y comunicación entre los que realizan el trabajo . | | | |
| Observaciones/IPERC Continuo | | | | | | |
| 5. Realizar maniobras activando las palancas de mando Rotación Chuck y Rod Holder para iniciar la perforación, con todos sus parámetros. | <ul style="list-style-type: none"> Rocas sueltas. Pólvora Ruido Sobreesfuerzo físico Ergonómico por sobreesfuerzo (movimiento mal realizado). | <ul style="list-style-type: none"> Golpeado por caída de rocas - Lesión incapacitante Exposición al polvo - Enfermedad Irreversible Exposición a Ruido - Enfermedad Irreversible Ergonómico por sobre esfuerzo físico - Enfermedad reversible. Ergonómico por sobreesfuerzo - Enfermedad Reversible. | <ul style="list-style-type: none"> Realizar el desate de rocas de acuerdo al Pets de desate de rocas en labores horizontales; entre dos personas. Uso de EPP - Respirador con filtro P-100 Uso de EPP - Doble protección Auditiva No exponerse mayor a 85 db por mas 08 horas trabajadas. Uso de guantes de seguridad Levantar pesos correctamente (no mas de 25 kg.) Coordinación y comunicación entre los que realizan el trabajo . Colocarse en una postura adecuada No cargar mas de 25 kg. decer mas realizar entre dos personas. | | | |
| Observaciones/IPERC Continuo | | | | | | |
| 6. Retroceder la tubería con el chuck, desmontar el Kelly, ingresar al sondaje el pescador y bombear agua hasta engranar en el cabezal y | <ul style="list-style-type: none"> Rocas sueltas. Pólvora Ruido Equipos o instalaciones presurizadas. Uso de agua. | <ul style="list-style-type: none"> Golpeado por caída de rocas - Lesión incapacitante Exposición al polvo - Enfermedad Irreversible Exposición a Ruido - Enfermedad Irreversible Golpeado por fluidos a presión - Lesion incapacitante total temporal. Agotamiento o reducción del recurso natural | <ul style="list-style-type: none"> Realizar el desate de rocas de acuerdo al Pets de desate de rocas en labores horizontales; entre dos personas. Uso de EPP - Respirador con filtro P-100 Uso de EPP - Doble protección Auditiva No exponerse mayor a 85 db por mas 08 horas trabajadas. Inspección de equipos y accesorios Uso de válvulas críticas Inducción en impacto ambiental Capacitación en uso racional del agua Rotulado de tuberías de acuerdo al código de colores - (DS 024-2016 EM Y modificatoria) | | | |
| Observaciones/IPERC Continuo | | | | | | |
| 7. Retirar el tubo interior con muestra, con la ayuda del winche wireline. | <ul style="list-style-type: none"> Rocas sueltas. Pólvora Herramientas inadecuadas o defectuosas Tubería en taladro positivo. (deslizamiento) Partes rotatorias o móviles. Ruido | <ul style="list-style-type: none"> Golpeado por caída de rocas - Lesión incapacitante Exposición al polvo - Enfermedad Irreversible Golpeado por caída de herramientas - Lesion leve o trivial. Golpeado por caída de tubería - Lesion leve o trivial. Atrapamiento - Lesion incapacitante total temporal Exposición al ruido - Lesion incapacitante permanente. | <ul style="list-style-type: none"> Realizar el desate de rocas de acuerdo al Pets de desate de rocas en labores horizontales; entre dos personas. Uso de EPP - Respirador con filtro P-100 Inspección de herramientas. Uso de guantes de seguridad. Inspección de equipo y máquina . Cartilla de Inspección de la soga . Asegurar con soga nylon . 3/4 del piston hacia la bomba conexión. Apagar el equipo- Mantenimiento preventivo. Uso de doble protección auditiva (tapones auditivos y orejeras) | | | |
| Observaciones/IPERC Continuo | | | | | | |
| 8. Repetir pasos anteriores y monitoreo de parámetros de perforación . | <ul style="list-style-type: none"> Rocas sueltas. Pólvora Ruido Partes rotatorias o móviles Consumo de energía Generación de residuos sólidos no peligrosos (Detritus de perforación). Piso resbaloso. | <ul style="list-style-type: none"> Golpeado por caída de rocas - Lesión incapacitante Exposición al polvo - Enfermedad Irreversible Exposición al ruido - Lesion incapacitante permanente. Atrapamiento - Lesion incapacitante total temporal Agotamiento o reducción de recursos naturales- electricidad. Contaminación del suelo. Caida al mismo nivel - Lesion leve o Trivial. | <ul style="list-style-type: none"> Realizar el desate de rocas de acuerdo al Pets de desate de rocas en labores horizontales; entre dos personas. Uso de EPP - Respirador con filtro P-100 Uso de doble protección auditiva (tapones auditivos y orejeras) Apagar el equipo Mantenimiento preventivo. Inspección del equipo y máquina. Formato de internamiento de residuos sólidos Recojo de lamas en Realizar orden y limpieza. | | | |
| Observaciones/IPERC Continuo | | | | | | |
| Nota: Cúmplase la labor, el responsable del grupo de trabajo entregará al asistente de sección o área, firmando un documento para demostrar recepción de PETS Vvo - IPERC Continuo | | | | | | |
| OBSERVACIONES DEL SUPERVISOR (MEDIDAS CORRECTIVAS / PREVENTIVAS PROPUESTAS POR EL SUPERVISOR EN CAMBIO) | | | | | | |
| PARTICIPANTES DEL TRABAJO (Realizar antes de iniciar el trabajo) | | | | | | |
| FECHA | TURNO | APellidos y Nombres (Equipo y Supervisores) | OCCUPACION | EMPRESA | FRMA | V°B° DEL SUPERVISOR |
| | | | | | | |

Anexo 3

Plano geomecánico de la labor a perforar (cámara 773) – ME



Plano geomecánico de la labor a perforar (cámara 816) – RD500



Anexo 4

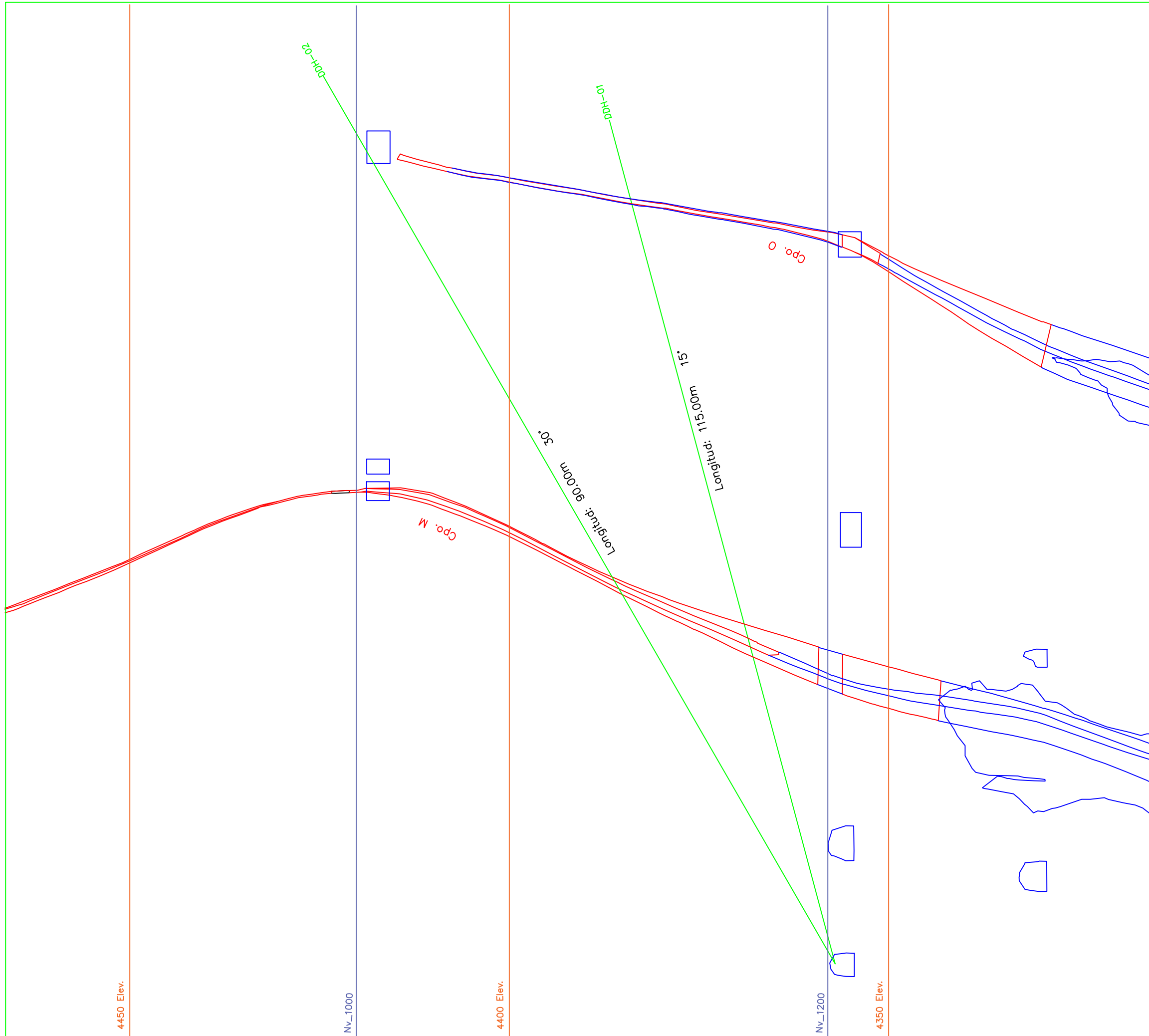
IPERC base del proceso de perforación




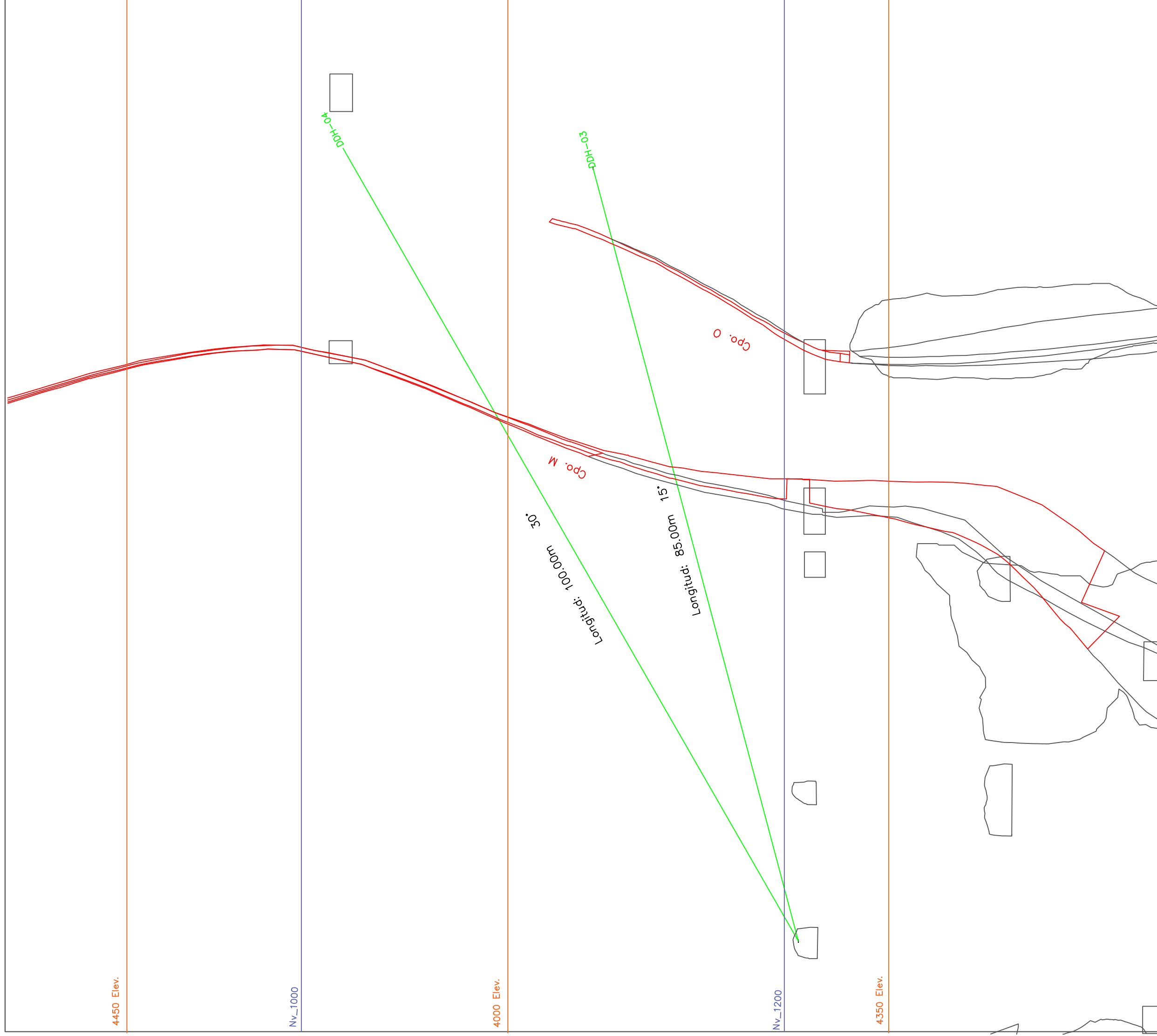
| RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL O NOMBRES Y APELLIDOS | | REMICA DRILLING S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|------------------------|----------------------------------|-------------------------|--|---|--|-------------------------------|--|------|--------|--------------|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----------|----------------|--|--|--|-----------------------------|---|---|--|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| DIRECCIÓN | | CAMPAMENTO YAULYACU | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DISTRITO | CNICLA | PROVINCIA | HUARACHIRI | | | REGION | | | | LIMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AREA | PROCESO | SUBPROCESO | PUESTO DE TRABAJO | ACTIVIDAD | TAREA | ASPECTO / PELIGRO | PELIGRO | RIESGO | CONSECUENCIA | TIPO | INICIO | TEMPORALIDAD | EVALUACIÓN DEL PERFIL DE RIESGO | | | | | Situación | RESUMEN S50MAC | | | OBJETIVOS Y METAS | PLAN DE EMERGENCIA | LEGISLACIÓN | PARTES INTERESADAS | JERARQUÍA DE CONTROLES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | S50 | S51 | S52 | S53 | S54 | | S55 | S56 | S57 | | | | | S58 | S59 | S60 | S61 | S62 | S63 | S64 | S65 | S66 | S67 | S68 | S69 | S70 | S71 | S72 | S73 | S74 | S75 |
| Área | PROCESO | SUBPROCESO | PUESTO DE TRABAJO | ACTIVIDAD | TAREA | ASPECTO / PELIGRO | PELIGRO | RIESGO | IMPACTO / CONSECUENCIA | TIPO | INICIO | TEMPORALIDAD | S50 | S51 | S52 | S53 | S54 | S55 | S56 | S57 | S58 | S59 | S60 | S61 | S62 | S63 | S64 | S65 | S66 | S67 | S68 | S69 | S70 | S71 | S72 | S73 | S74 | S75 | S76 | S77 | S78 | S79 | S80 |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 1. Inspección de la cámara de perforación | Gases en mina | Labores con Ventilación deficiente | Asesora/ Reducción de Oxígeno | Muerte | Sa | D | A | 32 | 8 | 1 | 50% | N | 256 | 128 | Procedimiento Operacional / Entrenamientos | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | Equipo Detectores de Gas implementados en cada cámara de perforación | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 1. Inspección de la cámara de perforación | Gases en mina | Exposición a los gases contaminantes por combustión y del lugar de trabajo | Gaseamiento | Muerte | Sa | D | A | 32 | 8 | 1 | 50% | N | 256 | 128 | Procedimiento Operacional / Entrenamientos | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | Equipo Detectores de Gas implementados en cada cámara de perforación | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 1. Inspección de la cámara de perforación | Rocas sueltas | Rocas sueltas remanentes en techo y haultes por habilitación de nueva cámara | Aplastamiento | Muerte | Sa | D | A | 16 | 16 | 1 | 50% | N | 256 | 128 | Procedimiento Operacional / Entrenamientos | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | Estándar Espacios Confinados, Atmósferas irrespirables Nocivas | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 1. Inspección de la cámara de perforación | Shutroete | Shutroete craquelado y/o rajado | Aplastamiento | Muerte | Sa | D | A | 64 | 8 | 1 | 25% | N | 912 | 384 | Procedimiento Operacional / Entrenamientos | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | Estándar seguridad en trabajos eléctricos | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 1. Inspección de la cámara de perforación | Ruido | Ruido de labores conrigas o paso de equipos pesados | Exposición a | Pérdida de la capacidad auditiva | Sa | D | A | 32 | 8 | 1 | 25% | N | 256 | 192 | Procedimiento Operacional / Entrenamientos | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 1. Inspección de la cámara de perforación | Materia Particulado/ Polvo | Producto del traslado de otros equipos, vehículos o trabajo en labores conrigas | Inhalación | Neumocistosis | Sa | D | A | 32 | 16 | 1 | 50% | N | 912 | 256 | Procedimiento Operacional / Entrenamientos | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 1. Inspección de la cámara de perforación | Piso / cancheta / zarja | Piso con presencia de lodo | Resbalar | Contusión | Sa | D | A | 8 | 16 | 1 | 50% | N | 128 | 64 | Tolerar | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 1. Inspección de la cámara de perforación | Tubería | Tuberías expuestas en los haultes | Golpear/ Golpearse contra | Contusión | Sa | D | A | 16 | 8 | 1 | 25% | N | 128 | 96 | Tolerar | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 1. Inspección de la cámara de perforación | Conductor eléctrico | Conductores eléctricos pelados, expuestos en los haultes | Contacto con | Muerte | Sa | D | A | 32 | 8 | 1 | 50% | N | 256 | 128 | Procedimiento Operacional / Entrenamientos | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 1. Inspección de la cámara de perforación | Calor | Exceso de calor presente en el ambiente o producto de realizar la tarea | Estrés Térmico | Afección de la salud | Sa | D | A | 8 | 4 | 2 | 50% | N | 64 | 32 | Tolerar | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 2. Coordinar el trabajo a realizar según el orden de trabajo dada por el supervisor. | Piso / superficie irregular con presencia de residuos de aditivos | Al trasladar dentro de la cámara DDH | Caida en el mismo nivel | Contusión | Sa | D | A | 8 | 4 | 4 | 25% | N | 128 | 96 | Tolerar | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 3. Inspección de maquina de perforación diamantina. | Herramientas manuales | Por manipulación de herramientas manuales (Llaves mitas, combas, llave silicon,etc) | Golpear/ Golpearse contra | Heridas / Excoriaciones / Raguños / cortes | Sa | D | A | 4 | 32 | 1 | 3% | N | 128 | 124.16 | Procedimiento Operacional / Entrenamientos | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | Estándar Espacios Confinados, Atmósferas irrespirables Nocivas | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 3. Inspección de maquina de perforación diamantina. | Ruido | Ruido de labores conrigas o paso de equipos pesados | Exposición a | Pérdida de la capacidad auditiva | Sa | D | A | 32 | 8 | 1 | 25% | N | 256 | 192 | Procedimiento Operacional / Entrenamientos | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 3. Inspección de maquina de perforación diamantina. | Materia Particulado/ Polvo | Producto del traslado de otros equipos, vehículos o trabajo en labores conrigas | Inhalación | Neumocistosis | Sa | D | A | 32 | 16 | 1 | 50% | N | 912 | 256 | Procedimiento Operacional / Entrenamientos | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 3. Inspección de maquina de perforación diamantina. | Piso / cancheta / zarja | Piso con presencia de lodo | Resbalar | Contusión | Sa | D | A | 8 | 16 | 1 | 50% | N | 128 | 64 | Tolerar | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 3. Inspección de maquina de perforación diamantina. | Tubería | Tuberías expuestas en los haultes | Golpear/ Golpearse contra | Contusión | Sa | D | A | 16 | 8 | 1 | 25% | N | 128 | 96 | Tolerar | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 4. Revisión del anclaje de la máquina, andamios, gradis, banandas, accesorios | Maquina, andamios, gradis, banandas, accesorios | Manipulación de maquina, andamios, banandas, gradis y accesorios | Golpear/ Golpearse contra | Heridas / Excoriaciones / Raguños / cortes | Sa | D | A | 8 | 8 | 1 | 25% | N | 64 | 48 | Tolerar | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 4. Revisión del anclaje de la máquina, andamios, gradis, banandas, accesorios | Herramientas manuales | Por manipulación de herramientas manuales (Llaves mitas, combas, llave silicon,etc) | Golpear/ Golpearse contra | Heridas / Excoriaciones / Raguños / cortes | Sa | D | A | 4 | 32 | 1 | 3% | N | 128 | 124.16 | Procedimiento Operacional / Entrenamientos | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 4. Revisión del anclaje de la máquina, andamios, gradis, banandas, accesorios | Ruido | Ruido de labores conrigas o paso de equipos pesados | Exposición a | Pérdida de la capacidad auditiva | Sa | D | A | 32 | 8 | 1 | 25% | N | 256 | 192 | Procedimiento Operacional / Entrenamientos | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 4. Revisión del anclaje de la máquina, andamios, gradis, banandas, accesorios | Materia Particulado/ Polvo | Producto del traslado de otros equipos, vehículos o trabajo en labores conrigas | Inhalación | Neumocistosis | Sa | D | A | 32 | 16 | 1 | 50% | N | 912 | 256 | Procedimiento Operacional / Entrenamientos | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 4. Revisión del anclaje de la máquina, andamios, gradis, banandas, accesorios | Piso / cancheta / zarja | Piso con presencia de lodo | Resbalar | Contusión | Sa | D | A | 8 | 16 | 1 | 50% | N | 128 | 64 | Tolerar | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 4. Revisión del anclaje de la máquina, andamios, gradis, banandas, accesorios | Tubería | Tuberías expuestas en los haultes | Golpear/ Golpearse contra | Contusión | Sa | D | A | 16 | 8 | 1 | 25% | N | 128 | 96 | Tolerar | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 5. El perforista se colocará en el panel de mandos y encendrán la máquina. | Mangas de ventilación | Ventilación inadecuada | Inhalación | Astúia | Sa | D | A | 16 | 8 | 2 | 50% | N | 256 | 128 | Procedimiento Operacional / Entrenamientos | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | Estándar Espacios Confinados, Atmósferas irrespirables Nocivas | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 5. El perforista se colocará en el panel de mandos y encendrán la máquina. | Mangas de ventilación | En malas condiciones Rotas | Contaminación | Alteración de la calidad del aire | Sa | D | A | 16 | 8 | 2 | 50% | N | 256 | 128 | Procedimiento Operacional / Entrenamientos | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 5. El perforista se colocará en el panel de mandos y encendrán la máquina. | Gases generados por explosivos y accesorios | Labores sin ventilar productos del disparo, bolsonadas de CO ₂ , H ₂ S | Inhalación | Astúia | Sa | D | A | 16 | 8 | 2 | 50% | N | 256 | 128 | Procedimiento Operacional / Entrenamientos | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | Uso de guantes de seguridad | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 5. El perforista se colocará en el panel de mandos y encendrán la máquina. | Energía eléctrica | Manipular switch eléctrico | Shock eléctrico | Electroucción | Sa | D | A | 16 | 8 | 2 | 50% | N | 256 | 128 | Procedimiento Operacional / Entrenamientos | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 5. El perforista se colocará en el panel de mandos y encendrán la máquina. | Piso / cancheta / zarja | Piso resbaladizo | Caida en el mismo nivel | Fractura | Sa | D | A | 8 | 16 | 2 | 3% | N | 256 | 248.32 | Procedimiento Operacional / Entrenamientos | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | Estándar de Herramientas Manuales | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 5. El perforista se colocará en el panel de mandos y encendrán la máquina. | Herramientas manuales | Por manipulación de herramientas manuales (Llaves mitas, combas, llave silicon,etc) | Golpear/ Golpearse contra | Heridas / Excoriaciones / Raguños / cortes | Sa | D | A | 4 | 32 | 1 | 3% | N | 128 | 124.16 | Procedimiento Operacional / Entrenamientos | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | Estándar de Herramientas Manuales | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 5. El perforista se colocará en el panel de mandos y encendrán la máquina. | Ruido | Ruido de labores conrigas o paso de equipos pesados | Exposición a | Pérdida de la capacidad auditiva | Sa | D | A | 32 | 8 | 1 | 25% | N | 256 | 192 | Procedimiento Operacional / Entrenamientos | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | Estándar de Herramientas Manuales | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 5. El perforista se colocará en el panel de mandos y encendrán la máquina. | Materia Particulado/ Polvo | Producto del traslado de otros equipos, vehículos o trabajo en labores conrigas | Inhalación | Neumocistosis | Sa | D | A | 32 | 16 | 1 | 50% | N | 912 | 256 | Procedimiento Operacional / Entrenamientos | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | Estándar de Herramientas Manuales | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 5. Inyección de lodos de perforación y rotación de barra | Equipo en movimiento | Rotación | Aplastamiento | Muerte | Sa | D | A | 8 | 16 | 2 | 3% | N | 256 | 248.32 | Procedimiento Operacional / Entrenamientos | DS N° 024-2016 EM y su modificatoria DS N° 023-2017 EM | Estándar Espacios Confinados, Atmósferas irrespirables Nocivas | PETS Perforación Diamantina | Autorización Interna de Operador (Perforista) | Capacitación PETS/ Capacitación en tipo de gases en interior mina | Manual de PETS / Cartilla de protocolos peligro mortales | Según PETS PERFORACIÓN DIAMANTINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mina | Exploración diamantina | Perforación diamantina | Perforista y ayudante Diamantina | Perforación diamantina. | 6. El ayudante preparará los aditivos de perforación de acuerdo a la litología | Aditivos para perforación diamantina | Al manipular aditivos para la perforación diamantina | Salpicaduras/ruptura de piel | Daño a la persona | Sa | D | A | 16 | 8 | 2 | 25% | N | 256 | 192 | Procedimiento Operacional / Entrenamientos | DS N° 024-2016 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Anexo 5

Plano de proyecto de los sondajes a perforar



| | | | |
|---|---------|-------------------|-------------------|
|  | | | |
| LOS QUENUALES S.A. | | | |
| UNIDAD MINERA YAULIYACU | | | |
| Nv_800 | Cam 816 | Cpo M - Cpo O | PERFORADORA RD500 |
| DDH_ 01,02 | | | |
| Scala: 1:500 | | Fecha: 26/09/2020 | |
| DIBUJADO POR: GLORIA MOJONERO AGUILAR REVISADO POR: RAMONDO MOLINA DELGADO | | | |



LOS QUENUALES S.A.

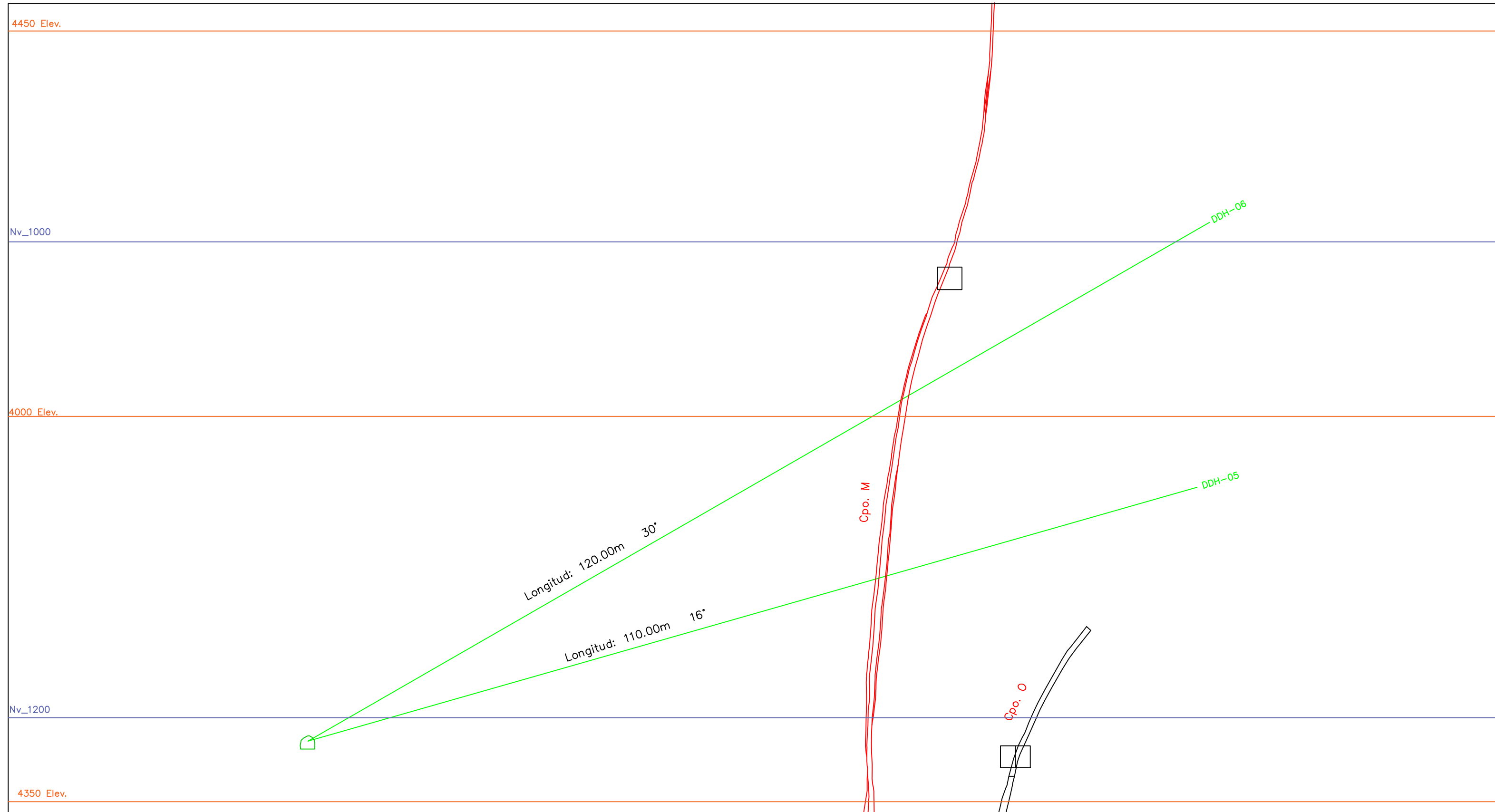
UNIDAD MINERA YAULIYACU


Nv_800 Cam816 Cpo M - Cpo O DDH_ 03.04 PERFORADORA RD500

Scala: 1:500 Fecha: 26/09/2020

REVISADO POR: RAFAEL MORA DELANO

REVISADO POR: FLORA MORA DELANO



| | | | | |
|---|---------|-------------------|---------------|---|
|  | | | | |
| LOS QUENUALES S.A. | | | | |
| UNIDAD MINERA YAULIYACU | | | | |
| Nv 800 | Cam 816 | Cpo M - Cpo O | DDH: H05, H06 | PERFORADORA RD500 |
| Scala: 1:500 | | Fecha: 26/09/2020 | | DIBUJADO POR: GLORIA MOJONERO AGUILAR REVISADO POR: RAMONDO MOLINA DELGADO |

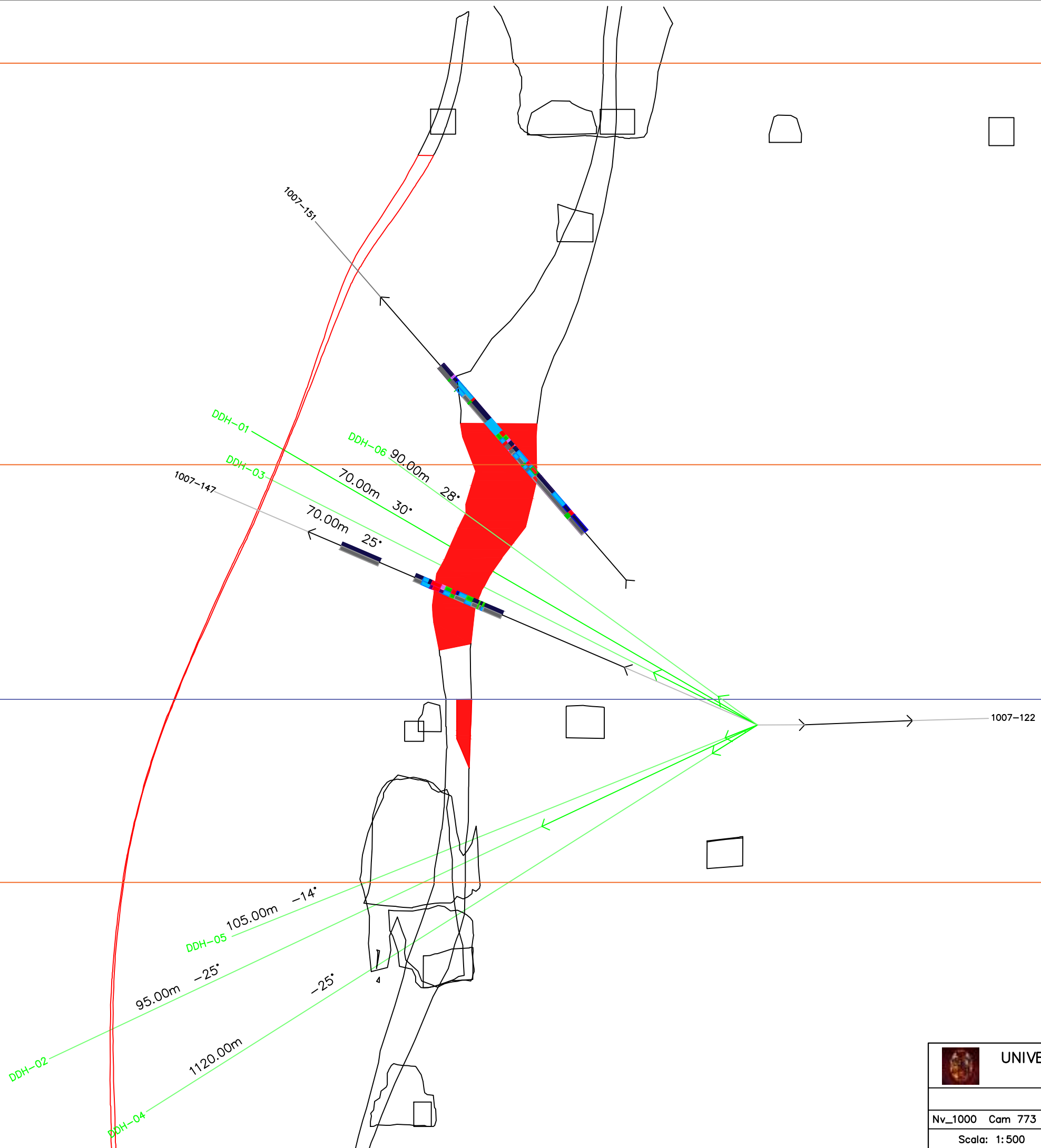
4500 Elev.

4450 Elev.

Nv_1000

4400 Elev.

| Zn | | Ag | |
|------------|----------|------------|----------|
| Dark Blue | [0,1] | Dark Grey | [0,1] |
| Light Blue | [1,2] | Light Blue | [1,2] |
| Green | [2,5] | Green | [2,5] |
| Red | [5,10] | Red | [5,10] |
| Purple | [10,100] | Purple | [10,100] |









| | | | |
|---|---------|--------------------------------------|-------------|
| | | | |
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO | | | |
| PLANO DE PROYECTO | | | |
| Nv_1000 | Cam 773 | Cpo M | DDH:H01-H06 |
| PERFORADORA ME | | | |
| Scala: 1:500 | | Fecha: 26/09/2020 | |
| DIBUJADO POR: GLORIA MOLINERO AGUILAR | | REVISADO POR: RAMUNDO MOLINA DELGADO | |

Anexo 6

Cartilla de selección de tipo de matriz

| <p>Selección de Tipo de Matriz</p> <p>1.- Identificar tipo de terreno y potencia del equipo de perforación (Tabla 1). Ejemplo: Tipo mixto de dureza variable.</p> <p>2.- matriz Blue (P577) adecuada para todo tipo terreno (mixto y dureza variable).</p> <p>3.- Para identificar tipo de serie, visualizar calcomanía en cuerpo de la broca y/o validar tipo de fórmula de la matriz. lo cual se valida de la siguiente manera:</p> <p>Ejemplo: N° Serie 1234567-P577 1234567 Lote de fabricación P577 Fórmula matriz Blue(P557)</p> <p style="text-align: right;">Rev.ETA-07/2019</p> | BROCA IMPREGNADAS DE SERIE DE COLORES LONGYEAR BITS | | |
|---|--|-------------------------|-------------------|
| | ESTRUCTURA DE TERRENO (LITOLOGÍA) | ESCALA DE DUREZA (MOHS) | BOART LONGYEAR |
| | COBERTURA DE TERRENO | 1 – 3 | LONGYEAR BIT |
| | MUY FRACTURADO Y/O FRACTURADO | 1 – 3 | PÚRPURA (P584) |
| | FRACTURADO Y/O MIXTO | 1 – 3.5 | AZUL (P577) |
| | MIXTO | 3 – 5.5 | VERDE (P520) |
| | | 3 – 6.5 | AMARILLO (P575) |
| | | 6 – 7.5 | ANARANJADO (P580) |
| | | 6 – 8 | ROJO (P556) |
| | COMPETENTE | 8 – 9 | |
| | 8 – 9.5 | | |

Tabla 1: Cartilla de selección de tipo de matriz

| | |
|--|--|
| <p>Serie Media-Alta</p>  <p>LONGYEAR YELLOW BIT AMARILLO - SERIE 11 MATRIZ P575</p> | <p>Serie Baja</p>  <p>LONGYEAR PURPLE BIT PÚRPURA - SERIE 3 MATRIZ P584</p> |
| <p>Serie Alta</p>  <p>LONGYEAR ORANGE BIT ANARANJADO - SERIE 13 MATRIZ P580</p> | <p>Serie Media</p>  <p>LONGYEAR BLUE BIT AZUL - SERIE 7 MATRIZ P577</p> |
|  <p>LONGYEAR RED BIT ROJO - SERIE 15 MATRIZ P556</p> |  <p>LONGYEAR GREEN BIT VERDE - SERIE 9 MATRIZ P520</p> |

Fuente: Empresa Boart Longyear, 2020

Anexo 7

Cámara diamantina – perforadora Metre Eater



Fuente: REDRILSA, 2020

Cámara diamantina – perforadora RD500



Fuente: REDRILSA, 2020

Anexo 8

Datos de perforación en campo de las perforadoras ME y RD500

| Perforadora | Línea | Sondeo | Inclinación (°) | Nivel | Ubicación | Desde (m) | Hasta (m) | Avance (m) | Tiempo de perforación (h) |
|--------------|-------|--------|-----------------|-------|---------------|-----------|-----------|---------------|---------------------------|
| ME | BQ | DDH-07 | -45 | 1200 | Camara BP 880 | 0.00 | 6.50 | 6.50 | 1.81 |
| ME | BQ | DDH-07 | -45 | 1200 | Camara BP 880 | 6.50 | 20.00 | 13.50 | 3.75 |
| ME | BQ | DDH-07 | -45 | 1200 | Camara BP 880 | 20.00 | 38.50 | 18.50 | 5.14 |
| ME | BQ | DDH-07 | -45 | 1200 | Camara BP 880 | 38.50 | 55.50 | 17.00 | 4.72 |
| ME | BQ | DDH-07 | -45 | 1200 | Camara BP 880 | 55.50 | 70.50 | 15.00 | 4.17 |
| ME | BQ | DDH-07 | -45 | 1200 | Camara BP 880 | 70.50 | 90.00 | 19.50 | 5.42 |
| ME | BQ | DDH-08 | 15 | 1200 | Camara BP 880 | 0.00 | 9.50 | 9.50 | 2.64 |
| ME | BQ | DDH-08 | 15 | 1200 | Camara BP 880 | 9.50 | 29.50 | 20.00 | 5.56 |
| ME | BQ | DDH-08 | 15 | 1200 | Camara BP 880 | 29.50 | 51.00 | 21.50 | 5.97 |
| ME | BQ | DDH-08 | 15 | 1200 | Camara BP 880 | 51.00 | 70.00 | 19.00 | 5.28 |
| ME | BQ | DDH-08 | 15 | 1200 | Camara BP 880 | 70.00 | 88.00 | 18.00 | 5.00 |
| ME | BQ | DDH-08 | 15 | 1200 | Camara BP 880 | 88.00 | 92.00 | 4.00 | 1.11 |
| ME | BQ | DDH-09 | 20 | 1200 | Camara BP 880 | 0.00 | 1.55 | 1.55 | 0.43 |
| ME | BQ | DDH-09 | 20 | 1200 | Camara BP 880 | 1.55 | 17.00 | 15.45 | 4.29 |
| ME | BQ | DDH-09 | 20 | 1200 | Camara BP 880 | 17.00 | 17.00 | 0.00 | 0.00 |
| ME | BQ | DDH-09 | 20 | 1200 | Camara BP 880 | 17.00 | 29.00 | 12.00 | 3.33 |
| ME | BQ | DDH-09 | 20 | 1200 | Camara BP 880 | 29.00 | 45.00 | 16.00 | 4.44 |
| ME | BQ | DDH-09 | 20 | 1200 | Camara BP 880 | 45.00 | 57.00 | 12.00 | 3.33 |
| ME | BQ | DDH-09 | 20 | 1200 | Camara BP 880 | 57.00 | 67.00 | 10.00 | 2.78 |
| ME | BQ | DDH-09 | 20 | 1200 | Camara BP 880 | 67.00 | 79.00 | 12.00 | 3.33 |
| ME | BQ | DDH-09 | 20 | 1200 | Camara BP 880 | 79.00 | 96.00 | 17.00 | 4.72 |
| ME | BQ | DDH-09 | 20 | 1200 | Camara BP 880 | 96.00 | 110.00 | 14.00 | 3.89 |
| ME | BQ | DDH-09 | 20 | 1200 | Camara BP 880 | 110.00 | 120.00 | 10.00 | 2.78 |
| ME | BQ | DDH-10 | -15 | 1200 | Camara BP 880 | 0.00 | 18.00 | 18.00 | 5.00 |
| ME | BQ | DDH-10 | -15 | 1200 | Camara BP 880 | 18.00 | 38.00 | 20.00 | 5.56 |
| ME | BQ | DDH-10 | -15 | 1200 | Camara BP 880 | 38.00 | 60.00 | 22.00 | 6.11 |
| ME | BQ | DDH-10 | -15 | 1200 | Camara BP 880 | 60.00 | 78.00 | 18.00 | 5.00 |
| ME | BQ | DDH-10 | -15 | 1200 | Camara BP 880 | 78.00 | 95.00 | 17.00 | 4.72 |
| ME | BQ | DDH-11 | -20 | 1200 | Camara BP 880 | 0.00 | 1.55 | 1.55 | 0.43 |
| ME | BQ | DDH-11 | -20 | 1200 | Camara BP 880 | 1.55 | 18.50 | 16.95 | 4.71 |
| ME | BQ | DDH-11 | -20 | 1200 | Camara BP 880 | 18.50 | 34.50 | 16.00 | 4.44 |
| ME | BQ | DDH-11 | -20 | 1200 | Camara BP 880 | 34.50 | 52.00 | 17.50 | 4.86 |
| ME | BQ | DDH-11 | -20 | 1200 | Camara BP 880 | 52.00 | 67.50 | 15.50 | 4.31 |
| ME | BQ | DDH-11 | -20 | 1200 | Camara BP 880 | 67.50 | 81.50 | 14.00 | 3.89 |
| ME | BQ | DDH-11 | -20 | 1200 | Camara BP 880 | 81.50 | 96.00 | 14.50 | 4.03 |
| ME | BQ | DDH-12 | 25 | 1200 | Camara BP 880 | 0.00 | 3.15 | 3.15 | 0.88 |
| ME | BQ | DDH-12 | 25 | 1200 | Camara BP 880 | 3.15 | 19.50 | 16.35 | 4.54 |
| ME | BQ | DDH-12 | 25 | 1200 | Camara BP 880 | 19.50 | 33.00 | 13.50 | 3.75 |
| ME | BQ | DDH-12 | 25 | 1200 | Camara BP 880 | 33.00 | 46.00 | 13.00 | 3.61 |
| ME | BQ | DDH-12 | 25 | 1200 | Camara BP 880 | 46.00 | 58.00 | 12.00 | 3.33 |
| ME | BQ | DDH-12 | 25 | 1200 | Camara BP 880 | 58.00 | 65.00 | 7.00 | 1.94 |
| Total | | | | | | | | 558.00 | 155.00 |

| Perforadora | Línea | Sondeo | Inclinación (°) | Nivel | Ubicación | Desde (m) | Hasta (m) | Avance (m) | Tiempo de perforación (h) |
|--------------|-------|--------|-----------------|-------|---------------|-----------|-----------|---------------|---------------------------|
| ME | BQ | DDH-14 | -16 | 1000 | Camara VN 700 | 0.00 | 7.00 | 7.00 | 1.94 |
| ME | BQ | DDH-14 | -16 | 1000 | Camara VN 700 | 7.00 | 28.00 | 21.00 | 5.83 |
| ME | BQ | DDH-14 | -16 | 1000 | Camara VN 700 | 28.00 | 47.70 | 19.70 | 5.47 |
| ME | BQ | DDH-14 | -16 | 1000 | Camara VN 700 | 47.70 | 66.00 | 18.30 | 5.08 |
| ME | BQ | DDH-14 | -16 | 1000 | Camara VN 700 | 66.00 | 79.50 | 13.50 | 3.75 |
| ME | BQ | DDH-14 | -16 | 1000 | Camara VN 700 | 79.50 | 98.00 | 18.50 | 5.14 |
| ME | BQ | DDH-13 | 30 | 1000 | Camara VN 700 | 0.00 | 1.50 | 1.50 | 0.42 |
| ME | BQ | DDH-13 | 30 | 1000 | Camara VN 700 | 1.50 | 23.00 | 21.50 | 5.97 |
| ME | BQ | DDH-13 | 30 | 1000 | Camara VN 700 | 23.00 | 45.00 | 22.00 | 6.11 |
| ME | BQ | DDH-13 | 30 | 1000 | Camara VN 700 | 45.00 | 66.40 | 21.40 | 5.94 |
| ME | BQ | DDH-13 | 30 | 1000 | Camara VN 700 | 66.40 | 86.50 | 20.10 | 5.58 |
| ME | BQ | DDH-13 | 30 | 1000 | Camara VN 700 | 86.50 | 95.00 | 8.50 | 2.36 |
| ME | BQ | DDH-15 | 15 | 1000 | Camara VN 700 | 0.00 | 2.00 | 2.00 | 0.56 |
| ME | BQ | DDH-15 | 15 | 1000 | Camara VN 700 | 2.00 | 14.20 | 12.20 | 3.39 |
| ME | BQ | DDH-15 | 15 | 1000 | Camara VN 700 | 14.20 | 24.75 | 10.55 | 2.93 |
| ME | BQ | DDH-15 | 15 | 1000 | Camara VN 700 | 24.75 | 39.05 | 14.30 | 3.97 |
| ME | BQ | DDH-15 | 15 | 1000 | Camara VN 700 | 39.05 | 54.50 | 15.45 | 4.29 |
| ME | BQ | DDH-15 | 15 | 1000 | Camara VN 700 | 54.50 | 68.00 | 13.50 | 3.75 |
| ME | BQ | DDH-15 | 15 | 1000 | Camara VN 700 | 68.00 | 86.00 | 18.00 | 5.00 |
| ME | BQ | DDH-15 | 15 | 1000 | Camara VN 700 | 86.00 | 100.00 | 14.00 | 3.89 |
| ME | BQ | DDH-15 | 15 | 1000 | Camara VN 700 | 100.00 | 115.00 | 15.00 | 4.17 |
| ME | BQ | DDH-17 | -30 | 1000 | Camara VN 700 | 0.00 | 7.00 | 7.00 | 1.94 |
| ME | BQ | DDH-17 | -30 | 1000 | Camara VN 700 | 7.00 | 27.00 | 20.00 | 5.56 |
| ME | BQ | DDH-17 | -30 | 1000 | Camara VN 700 | 27.00 | 48.00 | 21.00 | 5.83 |
| ME | BQ | DDH-17 | -30 | 1000 | Camara VN 700 | 48.00 | 68.00 | 20.00 | 5.56 |
| ME | BQ | DDH-17 | -30 | 1000 | Camara VN 700 | 68.00 | 90.00 | 22.00 | 6.11 |
| ME | BQ | DDH-17 | -30 | 1000 | Camara VN 700 | 90.00 | 104.10 | 14.10 | 3.92 |
| ME | BQ | DDH-18 | 16 | 1000 | Camara VN 700 | 0.00 | 3.00 | 3.00 | 0.83 |
| ME | BQ | DDH-18 | 16 | 1000 | Camara VN 700 | 3.00 | 20.00 | 17.00 | 4.72 |
| ME | BQ | DDH-18 | 16 | 1000 | Camara VN 700 | 20.00 | 38.00 | 18.00 | 5.00 |
| ME | BQ | DDH-18 | 16 | 1000 | Camara VN 700 | 38.00 | 59.50 | 21.50 | 5.97 |
| ME | BQ | DDH-18 | 16 | 1000 | Camara VN 700 | 59.50 | 80.00 | 20.50 | 5.69 |
| ME | BQ | DDH-18 | 16 | 1000 | Camara VN 700 | 80.00 | 100.00 | 20.00 | 5.56 |
| ME | BQ | DDH-18 | 16 | 1000 | Camara VN 700 | 100.00 | 115.00 | 15.00 | 4.17 |
| Total | | | | | | | | 527.10 | 146.42 |

| Perforadora | Línea | Sondeo | Inclinación (°) | Nivel | Ubicación | Desde (m) | Hasta (m) | Avance (m) | Tiempo de perforación (h) | Proyectado (m) |
|----------------|-------|--------|-----------------|-------|---------------|-----------|-----------|---------------|---------------------------|----------------|
| RD 500 | BQ | DDH-07 | 16 | 800 | Camara VN 730 | - | 5.00 | 5.00 | 1.10 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-07 | 16 | 800 | Camara VN 730 | 5.00 | 15.00 | 10.00 | 2.20 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-07 | 16 | 800 | Camara VN 730 | 15.00 | 32.00 | 17.00 | 3.74 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-07 | 16 | 800 | Camara VN 730 | 32.00 | 51.00 | 19.00 | 4.18 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-07 | 16 | 800 | Camara VN 730 | 51.00 | 72.00 | 21.00 | 4.62 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-07 | 16 | 800 | Camara VN 730 | 72.00 | 86.00 | 14.00 | 3.08 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-07 | 16 | 800 | Camara VN 730 | 86.00 | 90.00 | 4.00 | 0.88 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-09 | 15 | 800 | Camara VN 730 | - | 10.00 | 10.00 | 2.20 | 70.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-09 | 15 | 800 | Camara VN 730 | 10.00 | 32.00 | 22.00 | 4.84 | 70.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-09 | 15 | 800 | Camara VN 730 | 32.00 | 54.00 | 22.00 | 4.84 | 70.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-09 | 15 | 800 | Camara VN 730 | 54.00 | 70.00 | 16.00 | 3.52 | 70.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-08 | 30 | 800 | Camara VN 730 | - | 6.50 | 6.50 | 1.43 | 100.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-08 | 30 | 800 | Camara VN 730 | 6.50 | 27.00 | 20.50 | 4.51 | 100.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-08 | 30 | 800 | Camara VN 730 | 27.00 | 48.50 | 21.50 | 4.73 | 100.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-08 | 30 | 800 | Camara VN 730 | 48.50 | 71.50 | 23.00 | 5.06 | 100.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-08 | 30 | 800 | Camara VN 730 | 71.50 | 92.50 | 21.00 | 4.62 | 100.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-08 | 30 | 800 | Camara VN 730 | 92.50 | 100.00 | 7.50 | 1.65 | 100.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-10 | 15 | 800 | Camara VN 730 | - | 10.00 | 10.00 | 2.20 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-10 | 15 | 800 | Camara VN 730 | 10.00 | 31.10 | 21.10 | 4.64 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-10 | 15 | 800 | Camara VN 730 | 31.10 | 51.10 | 20.00 | 4.40 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-10 | 15 | 800 | Camara VN 730 | 51.10 | 74.00 | 22.90 | 5.04 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-10 | 15 | 800 | Camara VN 730 | 74.00 | 95.10 | 21.10 | 4.64 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-10 | 15 | 800 | Camara VN 730 | 95.10 | 118.00 | 22.90 | 5.04 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-10 | 15 | 800 | Camara VN 730 | 118.00 | 120.00 | 2.00 | 0.44 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-11 | 30 | 800 | Camara VN 730 | - | 3.10 | 3.10 | 0.68 | 130.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-11 | 30 | 800 | Camara VN 730 | 3.10 | 28.50 | 25.40 | 5.59 | 130.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-11 | 30 | 800 | Camara VN 730 | 28.50 | 53.00 | 24.50 | 5.39 | 130.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-11 | 30 | 800 | Camara VN 730 | 53.00 | 75.10 | 22.10 | 4.86 | 130.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-11 | 30 | 800 | Camara VN 730 | 75.10 | 98.10 | 23.00 | 5.06 | 130.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-11 | 30 | 800 | Camara VN 730 | 98.10 | 120.00 | 21.90 | 4.82 | 130.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-11 | 30 | 800 | Camara VN 730 | 120.00 | 130.00 | 10.00 | 2.20 | 130.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-12 | 30 | 800 | Camara VN 730 | - | 6.10 | 6.10 | 1.34 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-12 | 30 | 800 | Camara VN 730 | 6.10 | 29.00 | 22.90 | 5.04 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-12 | 30 | 800 | Camara VN 730 | 29.00 | 42.00 | 13.00 | 2.86 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-12 | 30 | 800 | Camara VN 730 | 42.00 | 62.50 | 20.50 | 4.51 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-12 | 30 | 800 | Camara VN 730 | 62.50 | 84.00 | 21.50 | 4.73 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-12 | 30 | 800 | Camara VN 730 | 84.00 | 90.00 | 6.00 | 1.32 | 90.00 |
| t total | | | | | | | | 600.00 | 132.00 | 600.00 |

| Perforadora | Línea | Sondeo | Inclinación (°) | Nivel | Ubicación | Desde (m) | Hasta (m) | Avance (m) | Tiempo de perforación (h) | Proyectado (m) |
|----------------|-------|--------|-----------------|-------|------------|-----------|-----------|---------------|---------------------------|----------------|
| RD 500 | BQ | DDH-13 | 16 | 1000 | Camara 777 | - | 4.40 | 4.40 | 0.97 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-13 | 16 | 1000 | Camara 777 | 4.40 | 17.10 | 12.70 | 2.79 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-13 | 16 | 1000 | Camara 777 | 17.10 | 38.00 | 20.90 | 4.60 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-13 | 16 | 1000 | Camara 777 | 38.00 | 58.10 | 20.10 | 4.42 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-13 | 16 | 1000 | Camara 777 | 58.10 | 80.10 | 22.00 | 4.84 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-13 | 16 | 1000 | Camara 777 | 80.10 | 99.00 | 18.90 | 4.16 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-13 | 16 | 1000 | Camara 777 | 99.00 | 110.00 | 11.00 | 2.42 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-13 | 16 | 1000 | Camara 777 | 110.00 | 120.00 | 10.00 | 2.20 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-14 | 15 | 1000 | Camara 777 | - | 13.00 | 13.00 | 2.86 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-14 | 15 | 1000 | Camara 777 | 13.00 | 34.30 | 21.30 | 4.69 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-14 | 15 | 1000 | Camara 777 | 34.30 | 34.30 | 0.00 | 0.00 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-14 | 15 | 1000 | Camara 777 | 34.30 | 59.90 | 25.60 | 5.63 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-14 | 15 | 1000 | Camara 777 | 59.90 | 90.00 | 30.10 | 6.62 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-15 | 30 | 1000 | Camara 777 | - | 10.00 | 10.00 | 2.20 | 100.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-15 | 30 | 1000 | Camara 777 | 10.00 | 29.00 | 19.00 | 4.18 | 100.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-15 | 30 | 1000 | Camara 777 | 29.00 | 52.00 | 23.00 | 5.06 | 100.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-15 | 30 | 1000 | Camara 777 | 52.00 | 78.00 | 26.00 | 5.72 | 100.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-15 | 30 | 1000 | Camara 777 | 78.00 | 100.00 | 22.00 | 4.84 | 100.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-16 | 15 | 1000 | Camara 777 | - | 2.50 | 2.50 | 0.55 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-16 | 15 | 1000 | Camara 777 | 2.50 | 16.00 | 13.50 | 2.97 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-16 | 15 | 1000 | Camara 777 | 16.00 | 46.00 | 30.00 | 6.60 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-16 | 15 | 1000 | Camara 777 | 46.00 | 71.00 | 25.00 | 5.50 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-16 | 15 | 1000 | Camara 777 | 71.00 | 92.00 | 21.00 | 4.62 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-16 | 15 | 1000 | Camara 777 | 92.00 | 114.10 | 22.10 | 4.86 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-16 | 15 | 1000 | Camara 777 | 114.10 | 120.00 | 5.90 | 1.30 | 120.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-17 | 30 | 1000 | Camara 777 | - | 3.10 | 3.10 | 0.68 | 110.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-17 | 30 | 1000 | Camara 777 | 3.10 | 26.10 | 23.00 | 5.06 | 110.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-17 | 30 | 1000 | Camara 777 | 26.10 | 50.00 | 23.90 | 5.26 | 110.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-17 | 30 | 1000 | Camara 777 | 50.00 | 73.00 | 23.00 | 5.06 | 110.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-17 | 30 | 1000 | Camara 777 | 73.00 | 88.00 | 15.00 | 3.30 | 110.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-17 | 30 | 1000 | Camara 777 | 88.00 | 96.00 | 8.00 | 1.76 | 110.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-17 | 30 | 1000 | Camara 777 | 96.00 | 105.00 | 9.00 | 1.98 | 110.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-17 | 30 | 1000 | Camara 777 | 105.00 | 110.00 | 5.00 | 1.10 | 110.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-18 | 30 | 1000 | Camara 777 | - | 10.10 | 10.10 | 2.22 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-18 | 30 | 1000 | Camara 777 | 10.10 | 35.00 | 24.90 | 5.48 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-18 | 30 | 1000 | Camara 777 | 35.00 | 55.80 | 20.80 | 4.58 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-18 | 30 | 1000 | Camara 777 | 55.80 | 75.80 | 20.00 | 4.40 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-18 | 30 | 1000 | Camara 777 | 75.80 | 87.00 | 11.20 | 2.46 | 90.00 |
| RD 500 | BQ | DDH-18 | 30 | 1000 | Camara 777 | 87.00 | 90.50 | 3.50 | 0.77 | 90.00 |
| t total | | | | | | | | 630.50 | 138.71 | 630.00 |

Fuente: Propia

ANEXO 9

Costo del personal directo en recursos humanos

| Personal directo | | |
|--|-----------|-------------------|
| Total remuneración bruto | S/ | 178,200.00 |
| gratificación | S/ | 14,850.00 |
| CTS | S/ | 14,850.00 |
| Total personal | S/ | 207,900.00 |
| Capacitación | S/ | 3,118.50 |
| Integración (día de trabajo y navidad) | S/ | 1,039.50 |
| Incentivos no monetarios (canasta, premios, sorteos) | S/ | 415.80 |
| Total presupuesto RRHH | S/ | 212,473.80 |
| Cambio en dólares | \$ | 54,480.46 |

Fuente: Propia. 2022

ANEXO 10

Costo del personal indirecto en recursos humanos

| Personal indirecto | | |
|--|-----------|-------------------|
| Total remuneración bruto | S/ | 617,400.00 |
| gratificación | S/ | 51,450.00 |
| CTS | S/ | 51,450.00 |
| Total personal | S/ | 720,300.00 |
| Capacitación | S/ | 10,804.50 |
| Integración (día de trabajo y navidad) | S/ | 3,601.50 |
| Incentivos no monetarios (canasta, premios, sorteos) | S/ | 1,440.60 |
| Total presupuesto RRHH | S/ | 736,146.60 |
| Cambio en dólares | \$ | 188,755.54 |

Fuente: Propia. 2020

ANEXO 11

Pago de IGV a SUNAT - ME

| Análisis del IGV | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 |
|----------------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| IGV de Ventas | | 84,184.84 | 86,710.38 | 86,710.38 | 86,710.38 | 85,868.53 | 85,026.69 | 56,123.23 |
| IGV de Gastos | - | 28,551.32 | 29,339.27 | 30,025.18 | 30,025.18 | 30,654.22 | 30,391.57 | 20,186.38 |
| IGV de Inversiones | - 8,545.47 | - | | | | | | |
| IGV Neto | - 8,545.47 | 55,633.51 | 57,371.11 | 56,685.20 | 56,685.20 | 55,214.32 | 54,635.12 | 35,936.85 |
| Crédito Fiscal | - 8,545 | - | - | | | | | |
| Pago de IGV a SUNAT | - | 47,088.04 | 57,371.11 | 56,685.20 | 56,685.20 | 55,214.32 | 54,635.12 | 35,936.85 |

Fuente: Propia. 2020

Pago de IGV a SUNAT - RD500

| Análisis del IGV | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 |
|----------------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| IGV de Ventas | | 95,858.53 | 98,254.99 | 98,254.99 | 97,775.70 | 97,775.70 | 96,817.12 | 63,905.69 |
| IGV de Gastos | - | 31,471.07 | 32,205.10 | 32,838.08 | 32,691.28 | 33,514.16 | 33,220.55 | 22,061.05 |
| IGV de Inversiones | - 11,596.32 | - | | | | | | |
| IGV Neto | - 11,596.32 | 64,387.46 | 66,049.90 | 65,416.91 | 65,084.42 | 64,261.54 | 63,596.57 | 41,844.64 |
| Crédito Fiscal | - 11,596 | - | - | - | - | - | - | - |
| Pago de IGV a SUNAT | - | 52,791.14 | 66,049.90 | 65,416.91 | 65,084.42 | 64,261.54 | 63,596.57 | 41,844.64 |

Fuente: Propia, 2020

ANEXO 12

Costo de mobiliario para el proyecto

| Mobiliario | | | | | | | | | |
|------------|-------------------------------------|-----|----------|---------------------|---------------------------|------------------|-----------|-------|------------------|
| Ítem | Equipos, mobiliario, materiales | Und | Cantidad | Precio unitario S/. | Valor anual más IGV (S/.) | | | Año 0 | |
| 1 | Activos | | | | | | | | |
| 1.1 | Escritorio + Sillón | und | 2 | S/ 600.00 | S/ 1,200.00 | S/ | | | 1,200.00 |
| 1.2 | Estantes con cajonera | und | 2 | S/ 600.00 | S/ 1,200.00 | S/ | | | 1,200.00 |
| 1.3 | Tacho de basura | und | 1 | S/ 80.00 | S/ 80.00 | S/ | | | 80.00 |
| 1.4 | Dispensador de Agua | und | 2 | S/ 600.00 | S/ 1,200.00 | S/ | | | 1,200.00 |
| 1.5 | Dispensador desinfectante para mano | und | 2 | S/ 80.00 | S/ 160.00 | S/ | | | 160.00 |
| 1.6 | Computadora | und | 1 | S/ 2,500.00 | S/ 2,500.00 | S/ | | | 2,500.00 |
| 1.7 | Laptop | und | 2 | S/ 3,200.00 | S/ 6,400.00 | S/ | | | 6,400.00 |
| 1.8 | Impresora/ multifuncional | und | 1 | S/ 900.00 | S/ 900.00 | S/ | | | 900.00 |
| 1.9 | Celular | und | 3 | S/ 600.00 | S/ 1,800.00 | S/ | | | 1,800.00 |
| 2 | SSHH | | | | | | | | |
| 2.1 | Dispensador de Jabón Líquido | und | 2 | S/ 80.00 | S/ 160.00 | S/ | | | 160.00 |
| 2.1 | Dispensador de Papel higiénico | und | 2 | S/ 35.00 | S/ 70.00 | S/ | | | 70.00 |
| 2.1 | Dispensador de Papel toalla | und | 2 | S/ 100.00 | S/ 200.00 | S/ | | | 200.00 |
| 3 | Seguridad | | | | | | | | |
| 3.1 | Botiquín | und | 1 | S/ 150.00 | S/ 150.00 | S/ | | | 150.00 |
| 4 | Otros | | | | | | | | |
| 4.1 | Extintores | und | 2 | 70 | 140 | S/ | | | 140.00 |
| | | | | | | Sub total | S/ | | 16,160.00 |
| | | | | | | Sub total | \$ | | 4,143.59 |

Fuente: Propia. 2020