



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“IMPLEMENTACIÓN DE NUEVOS PROCEDIMIENTOS DE PERFORACIÓN DIAMANTINA EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE TERRENOS FRACTURADOS EN COROCCOHUAYCO - ANTAPACAY CUSCO-2018”

Trabajo de investigación para optar el grado de:

Bachiller en Ingeniería de Minas

Autor:

Camila Ruth Contreras Herrera

Asesor:

Ing. Shonel Miguel Cáceres Pérez

Cajamarca - Perú

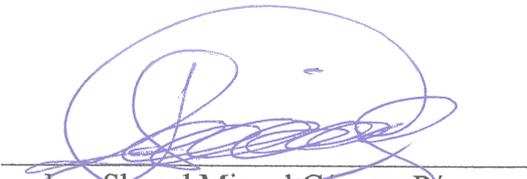
2019

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El asesor Ing. Shonel Miguel Cáceres Pérez., docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de Ingeniería de Minas, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la investigación del (los) estudiante(s):

- Camila Ruth Contreras Herrera

Por cuanto, **CONSIDERA** que el trabajo de investigación titulado: "IMPLEMENTACIÓN DE NUEVOS PROCEDIMIENTOS DE PERFORACIÓN DIAMANTINA EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE TERRENOS FRACTURADOS EN COROCCOHUAYCO-ANTAPACAY CUSCO-2018" " para aspirar al grado de bachiller por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al(los) interesado(s) para su presentación.


Ing. Shonel Miguel Cáceres Pérez.
Asesor

ACTA DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El Sr(a) *Alex Marinovic Pulido* *Coordinador de Carrera de Ingeniería de Minas*, ha procedido a realizar la evaluación del trabajo de investigación del (los) estudiante(s): *Camila Ruth Contreras Herrera* para aspirar al grado de bachiller con el trabajo de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE NUEVOS PROCEDIMIENTOS DE PERFORACIÓN DIAMANTINA EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE TERRENOS FRACTURADOS EN COROCCOHUAYCO-ANTAPACAY CUSCO-2018”

Luego de la revisión del trabajo en forma y contenido expresa:

Aprobado

Calificativo: () Excelente [20 - 18]

() Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

() Desaprobado



Ing. *Alex Marinovic Pulido*

Evaluador

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El asesor Ing. Shonel Miguel Cáceres Pérez., docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de Ingeniería de Minas, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la investigación del (los) estudiante(s):

) Camila Ruth Contreras Herrera

Por cuanto, **CONSIDERA** que el trabajo de investigación titulado: "IMPLEMENTACIÓN DE NUEVOS PROCEDIMIENTOS DE PERFORACIÓN DIAMANTINA EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE TERRENOS FRACTURADOS EN COROCCOHUAYCO-ANTAPACAY CUSCO-2018" " para aspirar al grado de bachiller por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al(los) interesado(s) para su presentación.

Ing. Shonel Miguel Cáceres Pérez.
Asesor

ACTA DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El Sr(a) *Alex Marinovic Pulido* *Coordinador de Carrera de Ingeniería de Minas* , ha procedido a realizar la evaluación del trabajo de investigación del (los) estudiante(s): *Camila Ruth Contreras Herrera* para aspirar al grado de bachiller con el trabajo de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE NUEVOS PROCEDIMIENTOS DE PERFORACIÓN DIAMANTINA EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE TERRENOS FRACTURADOS EN COROCCOHUAYCO-ANTAPACAY CUSCO-2018”

Luego de la revisión del trabajo en forma y contenido expresa:

Aprobado

Calificativo: Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Ing. *Alex Marinovic Pulido*

Evaluador

DEDICATORIA

A Dios Padre todopoderoso:

Por darme la vida, amor, fuerza e salud, y su luz que me ilumina y permite superar cualquier problema que se me presente en la vida. A mis, hijos, por el inmenso amor que les tengo y ser mi más preciada inspiración en esta hermosa vida, que comprenden el hecho de no poder estar con ellos los fines de semana y dedicar tiempo a mis estudios.

AGRADECIMIENTO

Mi especial agradecimiento todos los docentes de la UNP, por sus enseñanzas, conocimientos y afecto que me brindaron, para poder culminar con éxito esta nueva etapa profesional.

Agradezco a mi esposo Elvis Rolando Segura Benavides por compartir su experiencia y su tiempo para poder lograr terminar el presente trabajo.

Agradezco a las personas que trabajaban en perforación diamantina que brindaron información Javier Enrique, Dávila Herrera, Elar Zea, Elvis Segura que con sus consejos, apoyo y experiencia me ayudaron en el proceso de recopilar información real de todo el proceso. Agradezco a mi asesor Ingeniero Shonel Miguel Cáceres Pérez, por la orientación y ayuda que me brindó para la realización de esta tesis.

INDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN | 2 |
| ACTA DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN..... | 3 |
| DEDICATORIA..... | 4 |
| AGRADECIMIENTO | 5 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 7 |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | 8 |
| RESUMEN..... | 9 |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN | 11 |
| CAPÍTULO II. METODOLOGÍA..... | 15 |
| CAPÍTULO III. RESULTADOS | 28 |
| CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 40 |
| REFERENCIAS | 45 |
| ANEXO..... | 46 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: PROCEDIMIENTO N° 01 | 29 |
| Tabla 2: PROCEDIMIENTO N° 02 CUMPLIMIENTO PERSONALIZADO PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS DE TERRENOS FRACTURADOS | 35 |
| Tabla 3: PROCEDIMIENTOS N° 03..... | 36 |
| Tabla 4: PROCEDIMIENTO N° 04 SOLUCIÓN DEL PROBLEMA CRITICOS EN TERRENOS FRACTURADOS | 39 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Ilustración 1: Reporte de problemas en las perforaciones para la instalación de piezómetros 2017..... | 17 |
| Ilustración 2: Recursos minerales y energéticos..... | 19 |
| Ilustración 3: máquinas de perforación diamantina..... | 24 |
| Ilustración 4: Problemas en terrenos fracturados. | 24 |
| Ilustración 5 Máquina CS3001 perforadora diamantina..... | 25 |
| Ilustración 6: Broca diamantina de perforación en Antapaccay..... | 26 |
| Ilustración 7: Pescador de tubo interior de muestra | 27 |

RESUMEN

La presente investigación detalla la optimización de la Implementación de nuevos procedimientos de perforación diamantina en la solución de problemas de terrenos fracturados en Coroccohuayco aplicado en la compañía minera Antapaccay, el proyecto Minero está ubicado a 9 km al sudeste de Tintaya en la prov. de Espinar, región Cusco, con recurso mineral: 290 diaria 1,03% Cu, Propiedad: Glencore – 100%, con promedio de vida de la mina: 25 + años con capacidad de molienda de diseño de la planta concentradora de Tintaya - 20.000 tpd, con una producción de cobre potencial de hasta 100.000 tpa con una intensidad de capital competitiva dentro de 3-4 años, viene realizando trabajos de perforación programados 4 perforaciones mensuales para el 2018 taladros (5.75 pulgadas de diámetro y 300 metros de profundidad) el cual representan un costo de 80.000 dólares, siempre y cuando no haya complicaciones operativas, tal como se reportó en el año 2017, en donde las faltas de implementación de nuevos procedimientos en la solución de problemas de perforación, para trabajos de sondaje Geotécnico se triplicaron los costos en función al proyectado de fallas permisibles, causando trastornos operativos al avance del proyecto en global. Se identificó que las capacitaciones que se realizan luego de los reportes mensuales de los avances de perforación en los trabajos geotécnico y en función a los problemas operativos reportados en dicho documento se evidencian retrasos en los avances para la entrega del proyecto a cargo de la empresa de perforaciones, GEOTEC asimismo debido a que el cliente penaliza el incumplimiento de avance de perforaciones programadas se corre el riesgo de la continuidad del contrato por fallas constantes en las perforaciones. La empresa luego de investigar e identificar pérdidas de zonas perforadas, mostró que las fallas de las perforaciones están directamente relacionadas al factor de herramientas, factor humano relacionado a la habilidad y conocimiento del trabajo de perforación, y el factor del uso adecuado de materiales aditivos

por lo tanto, se opta por implementar nuevos procedimientos de perforación diamantina en la solución de problemas de terrenos fracturados en la solución de problemas de perforación en Coroccohuayco - Antapaccay cusco-2018. Se concluyó que fue necesario la implementación de nuevo procedimientos en la perforaciones, luego de solucionar atrapamientos de barras en terrenos fracturados evidenciando mediante reportes de 5 atrapamientos de barra en el proyecto de Coroccohuayco presentados durante el año 2018 según reporte estadísticos, se han reducido las pérdidas económicas y retrasos operativos de perforación.

PALABRAS CLAVES: Procedimiento, perforaciones, terrenos fracturados.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La capacidad de molienda de diseño de la planta concentradora de Tintaya - 20.000 tpd, con una producción de cobre potencial de hasta 100.000 tpa con una intensidad de capital competitiva dentro de 3-4 años, viene realizando trabajos de perforación programados 4 perforaciones mensuales para el 2018 taladro proporciona la mayor parte de la información para la evaluación final de un prospecto y en última instancia, determinará si el prospecto es explotable económicamente. El cuidadoso registro de las muestras de testigos de sondajes ayuda a delinear la geometría y el cálculo del volumen de mineral y proporciona importantes datos estructurales. Los dos principales tipos de perforación son de diamantina (DDH) y los de aire reverso o circulación inversa (RC). Los trabajos de perforación diamantina en terrenos fracturados se realizan para obtener muestras de dichas zonas a profundidades de hasta 1.200 m para ser estudiadas y analizadas por lo geólogos. Las técnicas más utilizadas actualmente son la perforación con recuperación de testigos o diamantina y la con recuperación de detritos o aire reverso. En la primera se utiliza una tubería engastada en diamantes en la punta, obteniéndose un cilindro de roca de un diámetro entre 2 y 5 pulgadas, en tanto que la segunda se realiza con herramientas que van moliendo la roca, permitiendo obtener sólo trozos de roca de hasta 1 cm. La empresa minera viene realizando perforaciones en varios lugares de nuestro país. En el presente proyecto se implementará procedimientos detallado de perforación en trabajos geotécnicos. La empresa encargada del desarrollo normal y responsable de las diversas actividades de perforación , luego de investigar e identificar pérdidas mostró que el 10% de las perforaciones no son rentable e involucra que no se logre la meta económica global del proyecto a causa de factores operativos relacionados a la habilidad en el manejo de perforación y se opta por implementar nuevos procedimientos de perforación diamantina adecuados para resolver problemas de terrenos fracturados el problema surge cuando se

realiza la perforación, necesitando más horas de acondicionamiento generándose horas cobrables a favor de la empresa de perforaciones y otras horas no cobrables generando pérdidas para la empresa. El contrato que se realizan son por horas operativas, el sistema de trabajo es con dos guardias turno día turno noche, cuando existe complicación en terrenos fracturados se comunica al cliente y se evalúa, da la orden de continuar con horas adicionales o paralizar la perforación. Según el contrato el cliente abastece combustible a la empresa de perforaciones, pero no reconoces horas del tiempo de abastecimiento, armado de maquina y/o equipo, arreglo o cambio de aceite, cambio y carga de materiales, charlas de seguridad capacitación del cliente, control y limpieza de filtraciones, desarmado de máquina y equipo, disparo voladura, ensanchado con tricono, esperando aditivos, accesorios de perforación, esperando agua, esperando ayudante y/o perforista, esperando combustible generando complicaciones en la sumatoria de tiempo en el y se presenta problemas de atrapamiento de barras Por tal razón algunas empresas como EXPLOMIN, ACADRILIN, BOAR LONGER que están en el rubro de perforación se retiran después de la licitación, durante la operación debido a que se generan grandes pérdidas, prefiriendo pagar el incumplimiento, en penalidad y optar por retirarse. La principal discusión problemática son las penalidades ó sanción del cliente incumplimiento de entrega de trabajo de, generando pérdidas económicas logísticas: la perforación para trabajos de sondaje geotécnico tienen un tiempo de duración determinado generalmente en un terreno adverso aproximadamente la duración es de 15 días a más dependiendo de la profundidad (300 a más metros) si se complica debido al terreno, equipo, herramientas y capacitación del trabajador calificado y demora más de lo acordado con el cliente surgen las penalidad que por lo general pueden ser pérdida total, parcial es relativo al finalizar el cliente no paga, problemas de avance de producción ocasionados por: Rotura de barras, Atrapamiento de barras, Desgaste de herramienta, Se derrumba el pozo no usaste el

aditivo correcto ,Falta de comunicación Equipos perdidos por no informar a la guardia entrante lo sucedido, No anotaron corridas en cuaderno (cambios de presiones) conlleva a una falta de información al momento de la instalación., Perdida de muestras en el campo antes de ser entregado al cliente, Realizar la instalación muy rápido, Atrapamiento por no realizar medidas constantemente del nivel de grava ., Bajar la tubería con los sensores de cuerda vibrante muy rápido creando fricción y posible ruptura de los cables, No tomar las lecturas de los sensores de cuerda vibrante cada barra al momento de la instalación. etc. .Durante el año 2018 la empresa GEOTEC que realiza perforación diamantina se presentaron 5 atrapamientos de barra en los pozos de perforación en el cual se implementó nuevos procedimientos de perforación el cual la empresa recuperó las barras por lo tanto no se generaron grandes pérdidas económicas

1.1. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la implementación de nuevos procedimientos de perforación diamantina en la solución de problemas durante la perforación de terrenos fracturados?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar cuáles son los nuevos procedimientos de perforación en la solución de problemas en los terrenos fracturados en Coroccohuayco -Antapaccay Cusco-2018.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la implementación de nuevo procedimiento N°01 inspección de accesos, plataformas y equipo de herramientas de tubería en perforación diamantina en la solución de problemas de terreno fracturados

- Demostrar la eficiencia del procedimiento N° 02 de cumplimiento personalizado para solucionar problemas de terrenos fracturados procedimiento terminar el impacto. los procedimientos de perforación diamantina en la solución de problemas de terreno fracturados
- Demostrar que los procedimientos N° 03 de procedimientos para solucionar riesgos potenciales en problemas ambientales, salud, ocupación, seguridad, pérdidas económicas.
- Demostrar la eficiencia del procedimiento N° 04 representativo Riesgos Críticos perforación diamantina en rocas fracturadas.

1.3.Hipótesis

1.3.1. Hipótesis general

Implementando nuevos procedimientos de perforación diamantina se solucionan problemas de atrapamiento de barras en terrenos fracturados en el proyecto minero de Coroccohuayco Antapacay-Cusco 2018

1.3.2. Hipótesis específicas

Los procedimientos de perforación diamantina en la solución de problemas de terreno fracturados.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La investigación según el nivel será descriptiva y analítica de campo y no experimental, según su naturaleza será cualitativo, cuantitativo combinado: investigación mixta y investigación teórica, según su finalidad será aplicativo. El trabajo de investigación tendrá carácter descriptivo correlacional; para la recolección de datos se procederá al recorrido de campo como técnica primaria y la observación como técnica secundaria experimental.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

La población es el reporte números taladros perforaciones diamantina para trabajos de sondaje geotécnico en el año 2017 y la muestra es los problemas de perforación La unidad de análisis es la aplicación de implementar nuevos procedimientos en la solución de problemas de atrapamiento de barras es el tipo de terreno fracturado de cada zona del proyecto Minero Antapacay Coroccohuayco. El métodos es descriptiva y analítica Luego se procederá a checlis posteriormente se realizará las actividades de gabinete, con el proceso de la información obtenidas de atrapamientos y rescate de barras de 5 pozos atrapados en el 2018 se realizar las proyecciones y cuadros. Como instrumentos para registrar la información se utilizará el software Microsoft Excel. Realizando un diagrama de Ishikawa, Pareto y una matriz de priorización para las causas raíces (Tabla 1). Finalmente se elaborará una matriz de indicadores a partir de las causas raíces (Figura 2).

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

. El trabajo de investigación será descriptivo correlacional; para la recolección de datos se procederá al recorrido en campo como técnica primaria y la observación como técnica secundaria, y como instrumento un reporte de problemas de perforación 2017. Posteriormente se realizaron las actividades de gabinete con el proceso de la información obtenida para realizar las proyecciones y cuadros.

2.4. Procedimiento.

| VARIABLES | PROCEDIMIENTOS | DIMENCIONES | INSTRUMENTO | TECNICA |
|---|--|--|--|---|
| variable independiente PROCEDIMIENTOS | _Capacitación teórica en ruptura de barras. _capacitación teoría en desaguaste excesivos de brocas por mala maniobra. _Capacitación teoría por derrumbe de pozos. _Capacitación Práctica en ruptura de barras. _Capacitación practica en desgaste excesivo de brocas por mala maniobra. _ Capacitación practica por derrumbe de pozo. _Capacitación practica en atrapamiento de barras | _Procedimientos N°01 INSPECCIÓN DE ACCESOS, PLATAFORMAS Y EQUIPO - Procedimientos N°02 CUMPLIMIENTO PERSONALIZADO - Procedimientos N°03 CUMPLIMIENTO DE PROCEDIMIENTOS PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS DE ATRAPAMIENTO DE BARRAS | _Encuesta. _Aplicación de un Examen escrito. _cuestionario _Observación sistematizada _Reporte mensual. _ Data software Microsoft Excel. -Informe del Supervisor de Operaciones. Informe del residente. | Técnica Cuantitativa Técnica Cualitativa |

| | | | | |
|--|--|--|---|-------------------------|
| variable dependiente SOLUCIÓN DE PROBLEMAS CON TERRENO FRACTURADOS | _ Reporte de ruptura de barras 2017. _Reporte desgaste excesivo de brocas por mala maniobra. -Reporte de desgaste excesivo de broca por mala maniobra. - Reporte de derrumbe de pozo 2017 | _Rescate de barras de perforación. _Reducir riesgos Producción-avance. En terreno fracturados problemas operativos en atrapamiento de barras. | Control de problemas en la perforación diamantina Control de presupuesto problemas de terreno en la perforación diamantina . | Observación Chep lis |
|--|--|--|---|-------------------------|

Tabla N°01 Procedimientos metodológicos

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 1: Reporte de problemas en las perforaciones para la instalación de piezómetros 2017.



Como instrumentos para registrar la información se utilizó el software Microsoft Excel, así como una encuesta de conocimientos teóricos y prácticos relacionados a la perforación a los 70 trabajadores a la perforación e instalación de piezómetros. Parámetros importantes para una perforación con éxito.

A.- Presión Hidrostática.

B.-Velocidad de Barrido.

C.-RPM

D.-ROP.

F.-TORQUE.

2.5. Ubicación y acceso de terrenos fracturado en Coroccohuayco

En todo el Perú se realizan trabajos de perforación y en algunos lugares se presentan terrenos fracturados

2.6. Geología general.

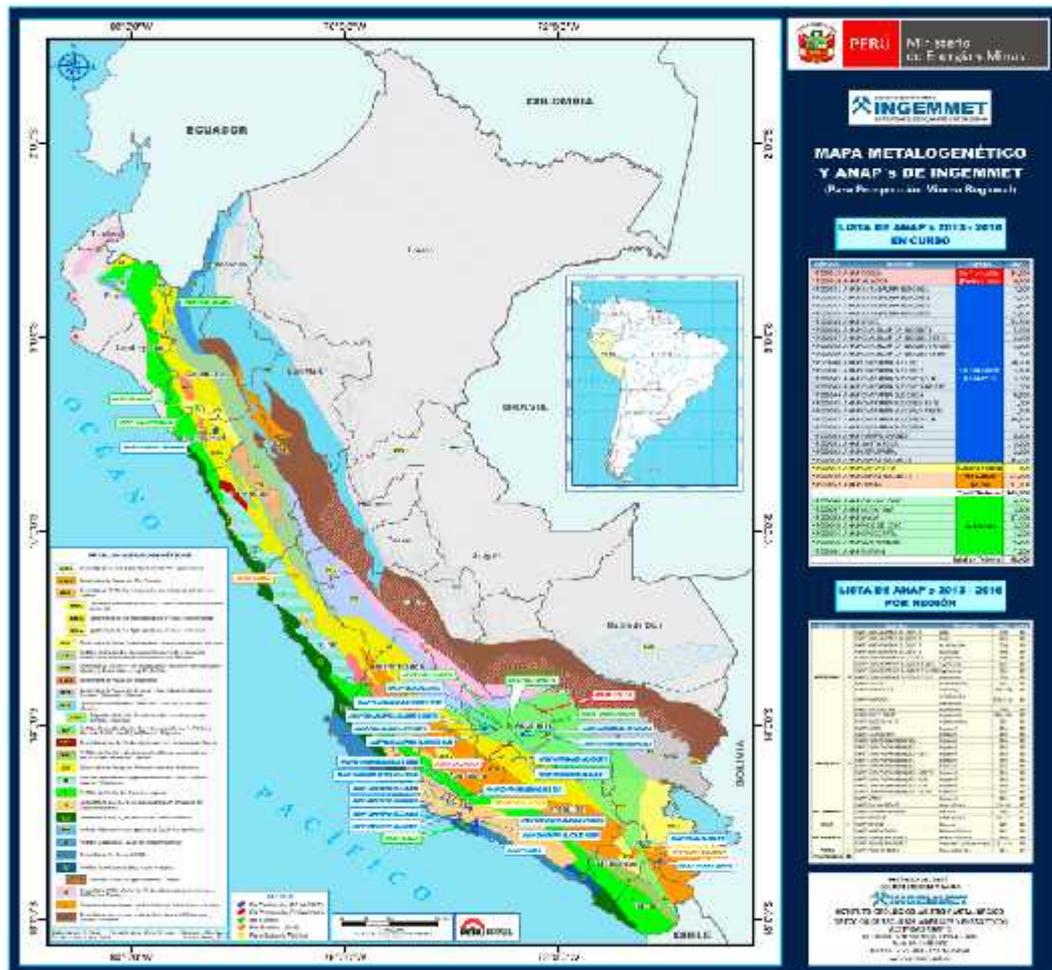


Ilustración 2: Recursos minerales y energéticos

Fuente: <http://www.ingemmet.gob.pe/prospeccion-anap-s>

2.4. Perforación Diamantina

La perforación diamantina utiliza un cabezal o broca diamantada, que rota en el extremo de las barras de perforación (o tubos). La abertura en el extremo de la broca diamantada permite cortar un testigo sólido de roca que se desplaza hacia arriba en la tubería de perforación y se recupera luego en la superficie. Los tamaños estándares básicos son 7/8 pulgadas (EX), 13/16 pulgada (AX), 1 5/8 pulgadas (BX) y 2 1/8 pulgadas (NX). La mayoría de barras de perforación son de 10 pies de largo (3,048 m). Después de los primeros 10 pies

de perforación, se atornilla una nueva sección de tubo en el extremo superior y así sucesivamente. El cabezal diamantado gira lentamente con suave presión mientras se lubrica con agua para evitar el sobrecalentamiento. La profundidad de perforación se estima manteniendo la cuenta del número de barras de perforación que se han insertado en la perforación. El perforador escucha la máquina de sondaje con mucho cuidado para evaluar la condición de la perforación abajo. Ajustará la velocidad de rotación, la presión y la circulación de agua para diferentes tipos de roca y las condiciones de perforación con el fin de evitar problemas, tales como que quede la broca atascada o recalentamiento del cabezal diamantado. Las rocas muy fracturadas (a menudo encontradas cerca de la superficie), además del riesgo que las barras se atasquen, pueden dejar escapar el agua, con el consiguiente recalentamiento de la broca. El problema se reduce al mínimo mediante la inyección de "lodo de perforación" (o aserrín u otros materiales) en la perforación para "tapar" las fracturas y evitar la fuga de los fluidos. Dentro de la tubería de perforación hay otro tubo interno, que tiene un mecanismo de cierre conectado a un cable de acero. Al final de cada serie de 10 pies, el cable se utiliza para izar el tubo que contiene el testigo de roca a la superficie donde se puede recuperar. El testigo se almacena en cajas especialmente diseñadas que contienen compartimentos para mantener secciones del testigo. Las cajas estándar son de 2,5 pies de largo (0,762 m) y contienen cuatro compartimentos, así que permiten almacenar tres metros de testigo en cada caja, pero también hay cajas de 3,3 pies de largo (1,02 m) con 3 compartimentos. El testigo de perforación primero se lava y se registra ("loguea") por un geólogo calificado, y luego se divide por la mitad para obtener una muestra para los análisis geoquímicos. Para obtener un testigo de sondaje se requiere gastar mucho tiempo, esfuerzo y dinero, por lo que su estudio y registro debe hacerse con mucho cuidado. Se utiliza un formulario de "logueo" (registro) normalizado para mapear el testigo. El formulario tiene columnas para cada uno de los tipos de información que se registra, con marcas de graduación indicando el metraje. La información generalmente incluye el % de recuperación, litología, alteración, mineralización, los datos de calidad de la roca (RQD), y detalles estructurales. A pesar que el rumbo y manto de estructuras planas, como estratos, foliación, fallas y vetas respecto al eje del sondaje no se conocen, el ángulo de estas estructuras con respecto al eje del sondaje se registra, ya que proporciona información valiosa acerca de la geometría de las estructuras en sub-superficie. También se pueden realizar pruebas de minerales, incluyendo prueba de fluorescencia (para scheelita), pruebas de efervescencia con HCl diluido (carbonato de alteración), o tinción de minerales (feldespatos

o carbonatos). A menudo, el sondaje también se fotografía para un registro gráfico. El % de recuperación es el cociente entre la longitud del testigo real comparado con el intervalo de perforación indicado. Los 3 huecos y zonas de **fractura** (terrenos fracturados) pueden causar una pobre recuperación. Por ejemplo, si una perforación de 3 m obtiene 2,4 m de testigo, la recuperación es del 80%. Los logueos de sondajes se utilizan para construir las secciones de perforación (secciones que muestran los sondajes), las que ilustran la geometría del subsuelo del yacimiento. La tendencia actual es la creación de registros de perforación en formato digital o de hoja de cálculo, lo que facilita la construcción de tramos de perforación mediante computador. En algunos casos el registro se realiza directamente en un "Tablet PC" y es transferido directamente a una base de datos central evitando errores de transcripción de los datos de logueo. El testigo se divide mediante una sierra diamantada o por un partididor ("splitter") de impacto. Siempre existe el problema de obtener una fracción representativa del testigo y debe tenerse gran cuidado para evitar este problema. A veces el testigo se analiza en su totalidad para evitar este problema, pero por lo general se conserva la mitad en una testigoteca como evidencia. En algunos casos, una serie de pequeños chips o fragmentos se recogen a lo largo de la longitud del testigo para formar un "esqueleto" con fines de archivo.

2.5 Máquinas de perforación diamantina.

Desde los inicios de 1,860 estos equipos son conocidos como máquinas de perforación diamantina, y han sido desarrollados para una alta performance en recuperación de muestras, con la operación conjunta de productos diamantados. A diferencia de otros equipos de perforación rotaria, estos equipos tienen alta velocidad de rotación. Típicamente un equipo Diamond Drill opera a 1000 R.P.M. o más, comparado con una perforadora rotaria normal, que opera de 60 - 120 R.P.M. ó una perforadora Down the hole de aproximadamente 5 - 20 R.P.M. A continuación un pequeño resumen sobre los "Equipos de perforación diamantina":
Un equipo de perforación diamantina debe tener.

- Un principio de aplicación de presión a la broca.
Un principio de rotación de la broca.
- Un principio de alimentación a la broca a través del corte.

Un equipo de perforación diamantina debe ser capaz de perforar taladros en superficie, taladros con ángulos, perforación horizontal o hacia arriba. Tales taladros requieren que la

presión sobre la broca sea aplicada por la máquina. Los equipos de perforación diamantina constan de un cabezal de perforación, quien es el que suministra el avance ó empuje. Este cabezal puede operar sobre un tornillo sin fin ó a través de cilindros hidráulicos. El empuje es transferido a las barras de perforación a través de un Chuck, quien rota las barras con una fuerza determinada. La unidad de potencia ó motor puede ser neumática, eléctrica ó diesel. Para llegar a una determinación más precisa, clasificaremos a los equipos de perforación diamantina, de acuerdo al sistema de perforación a realizar. Página 16 de 84 INNOVACION TECNOLOGICA EN PERFORACION DIAMANTINA 5.1. CLASIFICACION DE LOS PERFORACION DIAMANTINA: EQUIPOS DE Los equipos de perforación diamantina se pueden clasificar de acuerdo a los sistemas de perforación a emplear, los cuales son: a. - Sistema convencional.- A este sistema de perforación 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.- Este sistema consiste en un método de perforación, en el cual para obtener la muestra, se realiza una operación de desenganche del tubo interior, a través de un cable Wireline, y por consiguiente con éste sistema, no se requiere retirar toda la columna de perforación, dado que la muestra obtenida discurre con el tubo interior a lo largo de la columna de perforación. A continuación, una sub-clasificación de los equipos de perforación diamantina, sobre la base de su fuente de poder de accionamiento. Sistema Convencional: En este sistema contamos con equipos de accionamiento:

Neumático y Electrohidráulico. Estos equipos son muy versátiles, de fácil instalación, con una muy buena capacidad de penetración. Su limitación principal es su capacidad de perforación en profundidad, pues están diseñadas para una limitada capacidad de perforación. La limitación en el caso de los equipos neumáticos es el aire comprimido. Página 17 de 84 INNOVACION TECNOLOGICA EN PERFORACION DIAMANTINA Dentro de los equipos neumáticos existentes en el mercado, podemos mencionar los siguientes:

- Piranha, Metre Eater de Boart Longyear.
- Bazooka de Boyles Bross.
- Tipo Pack Sack de Tasarolli.
- Equipos electro-hidráulicos existentes en el mercado:

• Explorer Jr. De Ingetrol, Diamec 232 de Atlas Copeo, Piranha y Metre Eater de Boart Longyear. Sistema Wireline: En este sistema contamos con equipos de accionamiento:

_ Perforación con equipos mecánicos: Son equipos diseñados principalmente para trabajos en superficie y su sistema de accionamiento puede ser diesel ó eléctrico. No son muy versátiles, requieren de accesos para su instalación respectiva, por ser equipos de difícil maniobrabilidad. Dentro de los equipos existentes en el mercado tenemos a los equipos: Longyear 38 y Longyear 44, de la empresa Boart Longyear. Perforación con equipos hidráulicos: En esta clasificación nos encontramos con dos alternativas de acuerdo a su principal aplicación en el sistema de perforación a realizar y son como sigue: Equipos de superficie y subterráneo. •!• Equipos de Superficie: Página 18 de 84 INNOVAC/ON TECNOLOGICA EN PERFORACION DIAMANTINA Son equipos modulares, accionados por motores diesel turbocargados versátiles, de transporte práctico y muy poderosos, con altas performances de rendimientos. Estos equipos están preparados para realizar taladros negativos en forma vertical y con inclinaciones de hasta - 45° grados. Dentro de los equipos más comunes en este rubro tenemos:

- -Equipos LF-70 y LF-140 de Boart Longyear. • Equipos CS-1000,CS-2000 y CS-3000 de Christensen Boyles.
- Equipo Diamec 282 de Atlas Copeo.



Ilustración 3: máquinas de perforación diamantina.

Fuente: fotos de perforación Coroccohuayco -Antapaccay Cusco-2018



Ilustración 4: Problemas en terrenos fracturados.

Fuentes: foto de perforación. Coroccohuayco -Antapaccay Cusco-2018



Ilustración 5 Máquina CS3001 perforadora diamantina

Fuente.: foto atrapamiento de barra Antapaccay tajo Sur.



Ilustración 6: Broca diamantina de perforación en Antapaccay

Fuente: Foto en problemas en torque alto.



Ilustración 7: Pescador de tubo interior de muestra

Fuente: fotos de Antapaccay tajo Sur.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Procedimientos en perforación diamantina en la solución de problemas de terrenos fracturados. El más importante resultado de la campaña de perforación por la exploración y la actividad de prospección es la recuperación de muestras, basado fundamentalmente en el equipo de perforación, condiciones geológicas del terreno fracturado y la experiencia del perforista. Sin embargo, en algunos casos, poca información puede ser suficiente, así que algunos métodos de muestreo más baratos como muestras de lodos ó polvo (R/C), podrían ser adecuados. A continuación, realizaremos una breve descripción de algunos métodos aplicados en la obtención de información del terreno: TIPO CORE. -Es un método de exploración que involucra un mayor costo, pero que en contraparte se obtiene mayor información " in situ" del terreno. TIPO POLVO (R/C).-Es un método de exploración, de menor costo que el tipo diamantino, más rápido, pero cierta información vital puede ser perdida, como por ejemplo: Estructura de roca, terreno fracturado ó frecuencia de fisura, etc. Este método sólo nos da una información cuantitativa y es aplicada sólo en algunos depósitos. TIPO LODO. -Es un método de exploración económica y algunas veces es usado en conjunción, con el tipo Core, cuando la recuperación de la muestra es baja. Para los diferentes procedimientos de muestreo empleados, es importante tener en cuenta varios factores, como:

- La profundidad en que se obtiene la muestra debe estar siempre identificada, tan exactamente como sea posible. Esta información es importante para los tres métodos de obtención de muestra. Sabemos lo difícil que es realizar una perforación en terrenos fracturados con taladros de 1.5, 1.8 metros, esto se complica más aún cuando hablamos de taladros de 400 ó 600 metros de profundidad, con recuperación de muestra. La perforación diamantina es un método de exploración que consiste en un conjunto de actividades orientadas a obtener muestras

representativas del terreno, que se evaluará cualitativa y cuantitativamente. Los factores más importantes que influyen en la recuperación de muestras, en terrenos fracturados son los siguientes: o Problemas asociados con la formación geológica (formaciones suaves, pérdida de circulación de agua ó lodos, formaciones con grandes cambios de dureza, etc.).o Problemas asociados con los equipos de perforación (mal anclaje de la máquina, vibración de máquinas ó barras, incorrecta velocidad de rotación) Problemas que resultan por una incorrecta aplicación del método de perforación (incorrecta relación de avance vs. Velocidad de rotación, incorrecta velocidad de rotación, incorrecto fluido de perforación).

Tabla 1: PROCEDIMIENTO N° 01

INSPECCIÓN DE ACCESOS, PLATAFORMAS Y EQUIPO

| TABLA DE CONTENIDOS | |
|---------------------------------------|---|
| 1. PERSONAL | 3 |
| 2. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL | 3 |
| 3. EQUIPOS/ HERRAMIENTAS / MATERIALES | 4 |
| 4. PROCEDIMIENTO | 4 |
| 5. RESTRICCIONES | 6 |
| 6. RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS | 7 |
| 7. CUADRO DE CONTROL DE CAMBIOS | 7 |

1. PERSONAL.

Todas las tareas realizadas por trabajadores de **GEOTEC** Opcionalmente podrán ser aplicadas incluso a los proveedores y sub contratistas de la empresa.

- 1.1.- Supervisor Operaciones. - Persona responsable de planificar, liderar, asesorar y verificar el cumplimiento de las normas y procedimientos de trabajo y de seguridad establecidos por GEOTEC y el cliente.
- 1.2. Supervisor de Seguridad. - Persona responsable de Asesorar, verificar el cumplimiento de las normas de seguridad evaluando las condiciones del área e informar a los trabajadores acerca de los peligros en el trabajo.
- 1.3.- Perforista. - Persona responsable de operar la máquina de perforación y liderar los trabajos en la plataforma, velar por la seguridad de los ayudantes, cumplir con los requerimientos de seguridad en la perforación e informar al supervisor de operaciones las contingencias en el área de trabajo.
- 1.4.- Conductor - Personal calificado para conducir el camión perforador, grúa, cisterna u otro equipo auxiliar, con fines de traslado y ubicación en puntos de perforación. Responsable de la inspección operativa del vehículo y la conducción segura de los equipos.

2. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL. -

Todo el personal involucrado en la tarea deberá utilizar en todo momento el siguiente equipo de protección personal, compuesto por los siguientes elementos:



- 2.1. Overol de trabajo.
- 2.2. Casco de seguridad.
- 2.3. Lentes de seguridad.
- 2.4. Zapatos de seguridad con protección Metatarsal.
- 2.5. Guantes de seguridad (de nitrilo para ayudantes y de hilo para perforista).
- 2.6. Orejeras.
- 2.7. Chaleco reflectivo.

3. EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES. -

Para llevar a cabo la tarea, se debe contar los siguientes equipos, herramientas y materiales:

-) Camioneta 4x4
-) Cables de remolque
-) Conos de seguridad
-) Luces estroboscópica
-) Pértiga en caso requiera
-) Radios de comunicación
-) Tacos de seguridad
-) Teléfono celular

4. PROCEDIMIENTO.

4.1. Planificación de la tarea

-) Se coordinarán previamente todos los trabajos, permisos, autorizaciones necesarias con la supervisión del cliente según el estándar de RTMP, antes de empezar cualquier trabajo.
-) Se realizará la charla de seguridad de 5 minutos, dirigida por el supervisor o por el responsable del grupo.
-) Antes de la ejecución de la tarea, se deberá identificar permanente los peligros, evaluar y analizar los riesgos, implementando los controles de cada uno de los pasos de la tarea, teniendo en cuenta a todo el personal involucrado en la tarea. Todo lo analizado se consignara en el A.T.S de acuerdo al Anexo N° 15-C del D.S.055-2010-EM.
-) La supervisión verificará que todos los operadores cuenten con las autorizaciones respectivas de manejo acorde con los equipos a operar, las unidades a trasladarse cuenten con radio de comunicación, chequeara que los operadores y conductores hayan realizado su pre uso de sus vehículos.

4.2. Evaluación de accesos a la plataforma

En conjunto la supervisión de BOART LONGYEAR y la supervisión de RTMP verificaran que se cumpla los requisitos mínimos de BLY:

Acceso de Plataforma:

- J Sistema de drenaje adecuado
- J Acceso cortado y lastrado
- J Bermas de seguridad con altura estándar (altura $\frac{3}{4}$ partes de llanta del vehículo más grande)
- J Taludes adecuados (se inspeccionara desquinche y la no presencia de rocas colgadas y materiales suelto)
- J Ancho estándar de acceso de acuerdo al tipo de plataforma.
- J Cuenta con área de volteo para cisterna (a 20 m de la plataforma)
- J Pendiente adecuada de acuerdo al tipo de plataforma
- J Pendiente adecuada de acuerdo al tipo de plataforma.

Plataforma de Perforación

- J Plataforma en terreno pantanoso o presencia de agua.
- J Plataforma en terreno estable y capacidad portante adecuada.
- J Plataforma cortada y lastrada (con material de grava o ripio) y nivelada
- J La plataforma requerirá un área estándar de 30 x 55 de acuerdo al tipo de Máquina Perforadora Schramm T-130 XD.
- J Tiene bermas de contención al pie de taludes (solo si es necesario).
- J Tiene bermas de seguridad con altura estándar (altura $\frac{3}{4}$ partes de llanta del vehículo más grande) en el perímetro de la plataforma
- J Presencia de basura en plataforma y alrededores
- J Presencia de derrames de combustible, lubricantes y aditivos de perforación.
- J Taludes desatados.
- J La plataforma se ubica cerca de canales, quebradas, ríos, etc.
- J Se construyó canales de coronación.

Poza de Fluidos

- J Terreno estable para la poza
- J Taludes de poza de acuerdo a ángulos de reposo.
- J Tiene bermas de seguridad con altura estándar (altura $\frac{3}{4}$ partes de llanta del vehículo más grande) en el perímetro de la plataforma.
- J Poza protegida con malla metálica o señalizada con cinta de peligro.
- J Acceso adecuado para el ingreso de la cisterna.
- J Capacidad y tamaño adecuado de la poza.

-)] Presencia de agua subterránea en la poza.
-)] Ubicación adecuada de la poza.
-)] Necesita forrar con manta plástica o alguna protección requerida por el cliente.

Otras consideraciones

-)] Altura de cables de alta tensión para el tránsito libre de los equipos y maquinaria de perforación si existiesen en la ruta hacia la plataforma de perforación.
-)] La ubicación de las áreas de refugio en la ruta en caso que los equipos sufran algún desperfecto mecánico en el traslado para que puedan estacionarse. Estas áreas de refugio serán coordinadas previamente con el cliente.

Los conductores en todo momento aplicaran “Las Reglas del Camino las unidades deberán de contar con Radio comunicación (Art 127, Capítulo XII del D.S N° 055), pedirán permiso para adelantar por equipos pesados en minería y/o operaciones

El supervisor de operaciones y supervisor de seguridad, anotarán las condiciones encontradas en la ruta, las cuales serán informadas al supervisor responsable del área, para ser levantadas antes recibir la plataforma de perforación.

4.3. Evaluación de la plataforma

En conjunto la supervisión (supervisor de operaciones, supervisor de seguridad) y la supervisión del cliente determinarán que la plataforma:

-)] Las dimensiones de la Plataforma (serán el tipo de perforación requerida), que sean las adecuadas para el posicionamiento y trabajo de la máquina perforadora, camión grúa, parqueo de camionetas y otros equipos, accesorios y materiales y herramientas necesarias para el proceso.
-)] Se encuentre nivelada, lastrada. Verificaran la estabilidad del terreno (es decir si se encuentra construida en terreno natural o con material de relleno)
-)] Verificar la existencia y altura de bermas en la plataforma. La altura deberá ser de $\frac{3}{4}$ partes la altura de llanta del vehículo mas grande.
-)] La supervisión verificarán la ubicación de la plataforma si se encuentra en una parte alta (acantilado) identificando que no exista rocas sueltas que puedan caer ya sea por el agua de lluvia, movimiento de equipos u por otras condiciones.
-)] Considerar la posible presencia de líneas aéreas de alta tensión en los puntos de perforación, considerar las distancias a cuerpos receptores de agua, acuíferos, bofedales, lagos y lagunas (si estos existieran).

- J La supervisión, recibirán la plataforma según el formato de entrega y recepción de plataformas del cliente por parte de la supervisión del dueño de contrato donde se colocarán algunas observaciones o comentarios si fuese necesario y será firmado por ambas partes.
- J Verificar que no se esté realizando movimiento de tierras en las partes alta de la plataforma para evitar caída de material y roca y genere un evento no deseado.

5. RESTRICCIONES. -

- J No utilizar equipos y/o herramientas en condiciones no operativas.
- J No colocar manos y dedos directamente a la línea de fuego.
- J Se realizará una inspección de 360° en la plataforma de perforación
- J Evitar todo tipo de distracción innecesaria.
- J No realizar trabajos para los que no ha sido designado y capacitado.
- J Cualquier problema operativo en los trabajos de perforación se debe comunicar en forma inmediata al supervisor y a la supervisión del cliente.
- J En caso la plataforma no preste las condiciones adecuadas de seguridad, serán registrado en el formato de inspección de plataforma, comunicado al cliente para el levantamiento de observaciones y los trabajos de BLY se reanudarán luego de levantar las observaciones y de conformidad luego de una nueva inspección.

6. RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS. -

- J En la Plataforma se deberá de contar con algún medio de comunicación (Radio, celular, etc.), para la comunicación efectiva con los supervisores y/o el cliente. (Art 127, Capítulo XII del D.S N° 055).
- J Todos los trabajadores deberán contar con los números de comunicación en casos de emergencia (Art 127, Capítulo XII del D.S N° 055).

7. CONTROL DE CAMBIOS. -

| N° DE REVISION | FECHA | REVISADO POR | RESUMEN DE CAMBIOS / CAPITULOS AFECTADOS |
|----------------|-------|--------------|--|
| 01 | | | Edición Inicial |

“Implementación de nuevos procedimientos de perforación diamantina en la solución de problemas de terrenos fracturados en Coroccohuayco - Antapaccay Cusco-2018”

Tabla 3: PROCEDIMIENTOS N° 03

| (RIESGO ASOCIADO) Riesgo Potencial EHS E = AMBIENTAL H = SALUD OCUPACIONAL S = SEGURIDAD | Antes de los Controles | | | Controles A: Capacitación B: Procedimiento C: Control Operacional D: Objetivos, Metas, Programas E: Respuesta Emergencias F: EPPs | Después de los Controles | | | Efectividad de los Controles A=90%<100% B=80%<90% C=70%<80% <70% | COMENTARIOS Nota *: todo riesgo, que después de la aplicación de los controles, sigue sin cumplir con los umbrales de permisos o límites reglamentarios, se asignará una calificación de riesgo del 25% y requerirá consultas con el gerente zonal, el asesor jurídico regional antes del inicio de las operaciones |
|---|------------------------|-----------|----------------------|---|--------------------------|-----------|----------------------|--|--|
| | Frecuencia | Severidad | Clasificación Riesgo | | Frecuencia | Severidad | Clasificación Riesgo | | |
| S: ELECTROCUCIÓN | 5 | 5 | 25 | C | 1 | 5 | 15 | B | Reubicar los cables. |
| H: POSTURA INADECUADA | 4 | 3 | 17 | A | 5 | 2 | 16 | B | Pausas activas |
| H: INHALACIÓN | 4 | 3 | 17 | B, C | 3 | 2 | 8 | B | Limpieza de pozo, traslado del taller |
| H: FATIGA Y ESTRÉS | 3 | 4 | 18 | D | 3 | 3 | 13 | B | Entrega de información a tiempo |
| S: CAIDA | 4 | 4 | 21 | C | 2 | 1 | 2 | B | Tapizar los pisos con materiales garantizados, verificar su aplicación y inspección de los ambientes de trabajo. |
| E: USO DE PAPEL | 5 | 2 | 16 | A, D | 5 | 1 | 11 | B | Capacitación al personal sobre el control de los recursos naturales. Reusar el papel. |
| H: LESIONES A LA VISTA | 5 | 2 | 16 | C | 5 | 1 | 11 | B | Mejorar la iluminación |
| H: PROBLEMAS AUDITIVOS | 3 | 3 | 13 | C | 1 | 1 | 1 | B | Traslado del taller |
| H: POSTURA INADECUADA | 3 | 2 | 8 | C | 1 | 2 | 3 | F | Pausas activas |
| H: EXPOSICIÓN A RUIDO DE EQUIPOS | 3 | 2 | 8 | C | 1 | 1 | 1 | F | Reubicación del taller |
| H: INHALACIÓN DE OLORES DESAGRADABLES | 5 | 2 | 16 | D | 2 | 2 | 5 | F | Programa de inspección |
| H: TRABAJO SEDENTARIO CON TIEMPO PROLONGADO | 4 | 2 | 12 | A | 2 | 2 | 5 | F | Pausas activas |
| H: CARGA O MOVIMIENTO DE MATERIALES O EQUIPOS | 4 | 3 | 17 | A, B | 2 | 2 | 5 | B | Capacitación de carga en objetos pesados y Programa de inspección |
| S: CAIDA DE OBJETOS | 3 | 4 | 18 | C | 1 | 3 | 6 | B | Señalización del área y aplicación del AST |
| H: CONTACTO CON MATERIALES PELIGROSOS | 3 | 3 | 13 | A, E, F | 2 | 2 | 5 | B | Capacitación en uso de hojas MSDS, Respuesta a Emergencia y Uso permanente de EPPs |
| S: COLISIÓN ATROPELLO VOLCADURA | 3 | 4 | 18 | B, D | 1 | 4 | 10 | B | Procedimiento de conducción de vehículos, Programas de concientización |
| S: CAIDAS A MISMO NIVEL | 3 | 2 | 8 | A, B | 1 | 2 | 3 | A | Realizar capacitación en Orden y limpieza |
| S: ELECTROCUCIÓN | 3 | 3 | 13 | A, B, D | 2 | 2 | 5 | A | Realizar inspección a equipos energizados (laptop, cargadores) y Desarrollar un procedimiento |
| H: INHALACIÓN DE OLORES DESAGRADABLES | 3 | 2 | 8 | C | 1 | 2 | 3 | A | Cumplimiento del programa de inspección |
| H: TRABAJO SEDENTARIO CON TIEMPO PROLONGADO | 4 | 2 | 12 | A | 2 | 2 | 5 | F | Pausas activas |
| S: CONTACTO CON ENERGÍA ELÉCTRICA E INCENDIOS | 4 | 3 | 17 | B, F | 3 | 3 | 13 | B | Realizar procedimientos de inspección y Uso de EPPs permanentes. |
| H: EXPOSICIÓN A RUIDO DE EQUIPOS | 5 | 3 | 20 | A | 4 | 3 | 17 | C | Capacitación y concientización en temas a la salud ocupacional, uso de los EPPs permanentemente |
| H: POSTURAS INADECUADAS | 3 | 3 | 13 | B, F | 2 | 3 | 9 | B | Realizar un procedimiento en pautas básicas de seguridad al inicio de labores, uso de EPPs permanentemente |
| S: CAIDA DE OBJETOS | 2 | 4 | 14 | B, F | 1 | 4 | 10 | B | Realizar procedimiento porta herramientas, |
| S: CONTACTO CON HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS EN MOVIMIENTO | 4 | 3 | 17 | A, F | 3 | 3 | 13 | B | Capacitación e inspecciones de herramientas |
| S: CONTACTO CON ENERGÍA ELÉCTRICA E INCENDIOS | 4 | 3 | 17 | D, F | 2 | 3 | 8 | B | Realizar un cronograma de inspecciones y INSPECCIÓN DE BARRAS |
| : ATRAPAMIENTO / EN TERRENOS FRACTURADOS CONTACTO CON MAQUINARIAS Y OBJETOS EN MOVIMIENTO | 4 | 4 | 21 | A, B, F | 3 | 4 | 18 | B | Realizar procedimiento en AST, capacitación y difusión de procedimientos y uso de EPPs permanente. |
| H: POSTURA INADECUADA | 3 | 2 | 8 | C | 1 | 2 | 3 | F | Pausas activas |

**“Implementación de nuevos procedimientos de perforación
diamantina en la solución de problemas de terrenos
fracturados en Coroccohuayco -Antapaccay Cusco-2018”**

| | | | | | | | | | |
|--|---|---|----|---------|---|---|----|---|---|
| H: EXPOSICIÓN A RUIDO DE EQUIPOS | 3 | 2 | 8 | C | 1 | 1 | 1 | F | Reubicación del taller |
| H: INHALACIÓN DE OLORES DESAGRADABLES | 5 | 2 | 16 | D | 2 | 2 | 5 | F | Programa de inspección |
| H: TRABAJO SEDENTARIO CON TIEMPO PROLONGADO | 4 | 2 | 12 | A | 2 | 2 | 5 | F | Pausas activas |
| S: COLISIÓN ATROPELLO VOLCADURA | 1 | 2 | 3 | A | 1 | 2 | 3 | A | Capacitación en manejo defensivo |
| S: CAIDAS A DISTINTO NIVEL | 2 | 4 | 14 | B, F | 1 | 4 | 10 | B | Realizar procedimiento porta herramientas, uso de EPPs permanentes |
| S: CONTACTO CON HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS | 4 | 3 | 21 | A, C, F | 3 | 3 | 13 | B | Capacitación e inspecciones en bloqueo y señalización, Uso de los EPPs permanentemente |
| S: CARGA O MOVIMIENTO DE MATERIALES O EQUIPOS | 4 | 3 | 17 | A,B | 2 | 2 | 5 | B | Capacitación de carga en objetos pesados y Programa de inspección |
| S: CONTACTO CON ENERGÍA ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN | 4 | 3 | 17 | B, F | 3 | 3 | 13 | B | Realizar procedimientos de inspección |
| S: CAIDAS A DISTINTO NIVEL | 2 | 4 | 14 | B, F | 1 | 4 | 10 | B | Realizar procedimiento porta herramientas, uso de EPPs permanentes |
| S: CONTACTO CON HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS | 4 | 3 | 17 | A, C, F | 3 | 3 | 13 | B | Capacitación e inspecciones en bloqueo y señalización, Uso de los EPPs permanentemente |
| S: CONTACTO CON ENERGÍA ELÉCTRICA EN BAJA/ MEDIA TENSIÓN | 4 | 3 | 17 | B, F | 3 | 3 | 13 | B | Capacitación e inspecciones en bloqueo y señalización, Uso de los EPPs permanentemente |
| S: CONTACTO CON ENERGÍA ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN | 4 | 3 | 17 | B, F | 3 | 3 | 13 | B | Realizar procedimientos de inspección |
| H: FATIGA/ ESTRÉS/ ALEJAMIENTO DE LA FAMILIA | 3 | 2 | 8 | B, C | 1 | 2 | 3 | F | Pausas activas, Procedimiento de rotación de personal. |
| Caída al mismo nivel | 3 | 2 | 8 | C | 2 | 2 | 5 | A | Comunicar las condiciones de los suelos e instalaciones. |
| Caída al mismo nivel | 3 | 2 | 8 | B | 2 | 2 | 5 | A | Procedimiento en aplicación de orden y limpieza |
| Caída al mismo nivel | 4 | 2 | 12 | A, B | 3 | 2 | 8 | A | Limpieza de areas, procedimiento de uso de bandejas, kit de emergencia y comunicar en formatos medio ambientales. |
| Caída al mismo nivel | 3 | 2 | 8 | A, B | 2 | 2 | 5 | A | Mantener orden y limpieza de las instalaciones, procedimiento y capacitacion en manejo de residuos solidos. |
| Caídas a distinto nivel | 2 | 2 | 5 | A, B | 1 | 2 | 3 | A | Procedimiento en uso de equipos de trabajo en altura, instructivo de ubicación materiales encimados. |
| Caída de Objetos | 2 | 2 | 5 | A, B | 1 | 2 | 3 | A | Procedimiento y capacitación en trabajos en altura y manipulación de herramientas manuales. |
| Caída de Objetos | 2 | 2 | 5 | A, B | 1 | 2 | 3 | A | Procedimiento para manipulación de izaje de objetos. |
| Caída de Objetos | 3 | 2 | 8 | A, B | 2 | 2 | 5 | A | Procedimiento y capacitación para la movilización de equipos y materiales hacia y fuera del almacén. |
| Caída de Objetos | 3 | 2 | 8 | A, B | 2 | 2 | 5 | A | Procedimiento en izaje de cargas |
| Colisión/ Atropello/ Volcadura | 2 | 3 | 9 | A, B | 1 | 3 | 6 | A | Procedimiento para aplicación de señalización de las áreas en almacén |
| Contacto con herramientas y objetos varios | 3 | 2 | 8 | A, B | 2 | 2 | 5 | A | Procedimiento y capacitación en trabajos en altura y manipulación de herramientas manuales. |
| Atrapamiento/ Contacto con herramientas en mal estado | 3 | 2 | 8 | A, B | 2 | 2 | 5 | A | Procedimiento en inspección de herramientas manuales y de poder. |
| Caída de estructuras | 3 | 2 | 8 | A, B | 2 | 2 | 5 | A | Procedimiento en ubicación de estructuras, materiales, objetos y otros en almacén. |

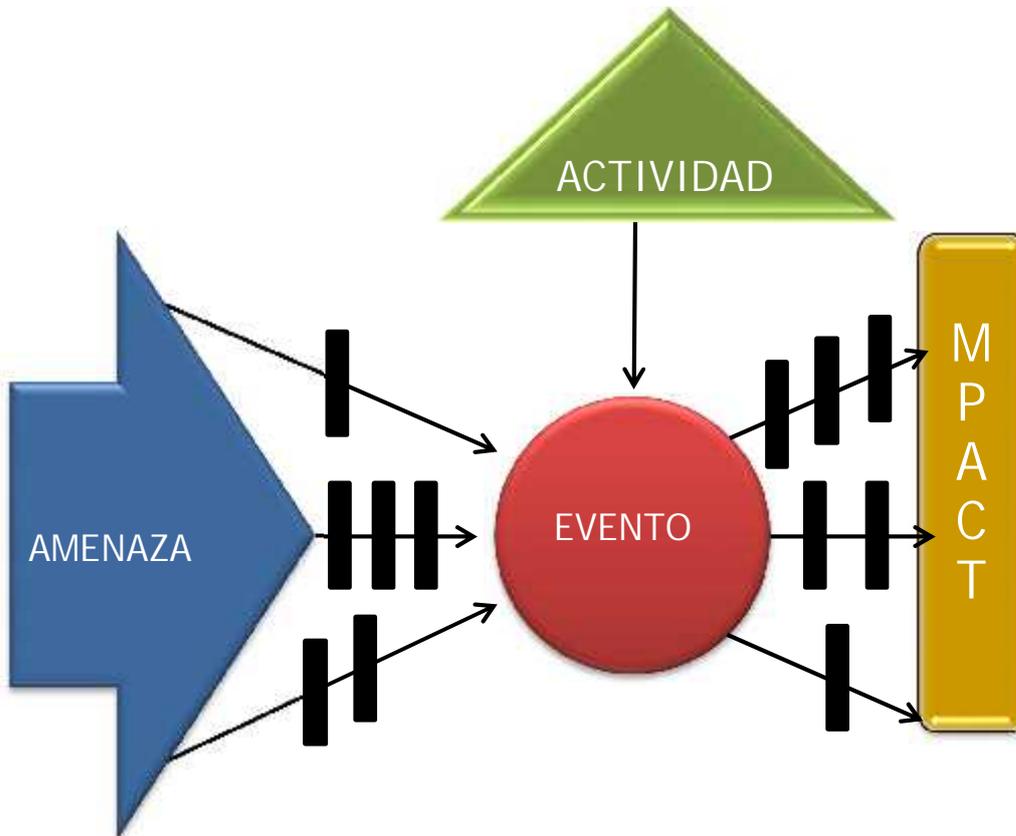
“Implementación de nuevos procedimientos de perforación diamantina en la solución de problemas de terrenos fracturados en Coroccohuayco -Antapaccay Cusco-2018”

| | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|------|---|---|---|---|---|
| Contacto químico (por vía: cutánea, respiratoria, digestiva y ocular)/ Desgaste de depósitos/ tuberías | 3 | 2 | 8 | A, B | 2 | 2 | 5 | A | Procedimiento para uso de equipos de protección personal en almacen. Procedimiento en manipulación de sustancias peligrosas. |
| Inhalación de polvo | 3 | 2 | 8 | A, B | 2 | 2 | 5 | A | Procedimiento para uso de equipos de protección personal en almacen. |
| Descarga/Contacto con energía eléctrica en baja tensión | 3 | 2 | 8 | A, B | 2 | 2 | 5 | A | Procedimiento en manipulación de puntos energizados. |
| Carga o movimiento de materiales o equipos | 3 | 2 | 8 | A, B | 2 | 2 | 5 | A | Procedimiento en manipulación de objetos pesados. |

Tabla 4: PROCEDIMIENTO N° 04

SOLUCIÓN DEL PROBLEMA CRITICOS EN TERRENOS FRACTURADOS

Relación entre Actividad, Evento No Deseado, Amenaza, Impacto y Control



01. Caída de Altura
02. Energía Almacenada
03. Riesgos Eléctricos
04. Grúas/ Equipos de Levante
05. Caída/ Desprendimiento de Terreno
06. Operación de Vehículos (pesados y Livianos)
07. Espacios confinados
09. Rayos
10. Incendio (Fijos y Móviles)
11. Excavaciones y zanjas
12. Protecciones / Barreras
13. Manejo de Explosivos
14. Materiales Peligrosos y Agentes Biológicos
15. Falla o colapso de infraestructura
16. Trabajos en condiciones especiales

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Después de observar el comportamiento de las variables estudiadas (procedimientos en perforaciones diamantina) en el proceso de implementar de nuevos procedimientos de perforación diamantina, en la compañía minera de Antapacay proyecto de Coroccohuayco con 48 taladros ejecutados del proyecto, durante el año 2018 y después de haber analizado el porcentaje de recuperación de barras en los 5 pozos que se atraparon en el se encontró que el contenido representativo de los testigos de perforación se hallaban por debajo de lo requerido por el cliente, para la ejecución de los estudios que fundamentan el proyecto. Como primer condicionante tenemos la implementación de los procedimientos para solucionar problemas de atrapamiento de barras a la mayoría las características del macizo rocoso que en su mayoría se halla fracturaciones que dificultan recuperar el núcleo en su totalidad y complica la eficiencia de las herramientas de corte que utilizadas en otras rocas y con los parámetros recomendados entregan mejores resultados. De la misma manera ocurre con los fluidos de perforación cuyas funciones se reducen cuando se pierde la circulación (retorno). Perforar en un taladro sin retorno es peligroso pues mediante la circulación de los fluidos las herramientas de corte y la sarta de tubería se lubrican de manera permanente prolongando su vida útil y evitando el desgaste prematuro, luego el taladro que tiene buena recirculación de fluido tiene mayor estabilidad en sus paredes permitiendo un buen espacio anular y evitando atrapamientos o plantadas de tubería. Dentro de las pruebas que se permitió realizar diversos procedimientos adecuados, la zona de perforación es una

de las más críticas de la unidad en cuanto a su litología pues la secuencia de los estratos mostraban roca muy fracturada y en tramos intercalados con panizadas (materiales arcillosos) con un porcentaje de recuperación del 60%; Minera Antapacay proyecto Coroccohuayco hizo llegar su preocupación con respecto al tema a la empresa especializada GEOTEC, motivo por el cual se llegó a un nuevo acuerdo donde el cliente solicitó como mínimo un porcentaje representativo de cada sondaje sobre el 80%; condicionando de esta manera la ejecución de los siguientes sondajes, pero también se ampliaba el proyecto que en un inicio era de 2,000 m a 10,000 m Empezando entonces la implementación de nuevos procedimientos 2018 para el proyecto de Coroccohuayco. La sonda de perforación LF-90D es un equipo moderno y muy versátil, que permite realizar taladros en línea HQ hasta 800 mts, lo que quiere decir que contábamos con el equipo suficiente, hablando con el operador del equipo encontramos que los parámetros de operación de la sonda tales como presión de carga, y tipo de broca (descarga lateral) no eran lo más acertado para las condiciones del terreno. Los taladros secos producen vibración de la sarta de perforación y para reducir la vibración bajamos los RPM, y aumentamos la presión sobre la corona de manera que los testigos ingresaran al tubo interno sin lavarse, el cambio de tipo de broca de descarga lateral a una broca de descarga frontal que evite la destrucción de los testigos al ingreso del tubo interior. En los trabajos de gabinete realizados con los datos encontrados en campo se analizó las causas que originaban la pérdida y atrapamiento de barras de una cantidad importante de testigos de perforación y las posibles soluciones que permitieran mejorar la recuperación de manera significativa teniendo como base los resultados de los tres primeros sondajes: DDH-101 con una recuperación obtenida de 71.82 % y profundidad perforada de 110 metros en un ángulo de inclinación de 75° , DDH-102 con una recuperación obtenida

de 71.94 % y profundidad perforada de 160 metros en un ángulo de inclinación de 80 ° y DDH-103 con una recuperación obtenida de 73.80 % y profundidad perforada de 150 metros en un ángulo de inclinación de 78°, los cuales se pueden visualizar en la tabla N° 2.1 reportes de perforación de la empresa GEOTEC. La viscosidad aplicada se muestra en promedio de 35 seg según la prueba del embudo de March método de aplicación común para la dosificación, esto es funcional en terrenos de características competentes donde el fluido recircula de manera constante brindando condiciones óptimas de perforación pero en este caso el aporte era negativo porque ocasionaba pérdida de una cierta cantidad de los testigos antes de ingresar al tubo interno. Aumentando la viscosidad se logra cierto modo de adherencia que permite que las pequeñas partículas de roca (los finos), sean recuperados, también mejora la recirculación obturando las zonas de filtración y pérdida, beneficiando la recuperación. Después de realizadas las pruebas de fluidos donde se aplicaron métodos e instrumentos en campo se obtuvieron resultados de: viscosidad, densidad, contenido de arena (sólidos), y el porcentaje de retorno en incremento significativo permitiendo la limpieza del sondaje. (Referencia tabla N°1 procedimiento N°01) Después de procesar los datos, estos se ajustaron a un modelo de Regresión y Correlación Múltiple, donde la variable respuesta Y: Porcentaje de recuperación de testigos de sondajes diamantinos, se modeló en función de las variables independientes X1: (Referencia tabla N°02 Procedimiento N°02) Viscosidad de los fluidos de perforación, el parámetro operacional X2: Eficiencia de la corona de perforación de descarga frontal y el parámetro operacional X3: Revoluciones de la corona, encontrándose que tanto en las mediciones realizadas antes y después de aumentar la viscosidad y variar los parámetros operacionales,(Referencia tabla N°03 procedimiento N°03) para los diferentes pozos estudiados, se encuentra una alta correlación entre las

variables. La variable independiente Y con la variable dependiente X1 (Referencia tabla N°04 procedimiento N°04) Los pozos utilizados para la aplicación de los nuevos procedimientos para las pruebas ANTES de las variaciones de las variables Independientes son los Pozos 13, 14 y 15; siendo los Pozos 16,17 y 18, los utilizados para las pruebas DESPUES de las variaciones de las variables Independientes.

4.2 Conclusiones

- Se determinó que se optimiza de implementar nuevos procedimientos de perforación a un nivel de más del 40% con la recuperación de testigos de sondajes diamantinos en roca fracturada aumentando la solución de problemas durante el proceso de perforación.
- Se concluye que, al incrementar procedimientos de inspección de acceso a plataforma equipo y materia herramientas, procedimientos de cumplimiento personalizado, procedimientos de riesgos potenciales y procedimientos críticos durante la presentación de problemas durante la perforación diamantina.

REFERENCIAS

1. American Petroleum Institute (2000). API RP 13B. Procedimientos Estándar para Pruebas Fluidos de Perforaciones, Sección 1, Densidad (Peso del Lodo) y Sección 2, Viscosidad y Resistencia del Material Gelatinoso.
2. AMC drilling fluids & products.
3. Atlas Copco <http://www.atlascopcoexploration.com/> Diamond drilling.
4. Baldeon Quispe Zoila Liliana (2011). Tesis gestión en las operaciones de transporte y acarreo para el incremento de la productividad en Cia. Minera Condestable S.A.
5. Catálogo de herramientas y accesorios Boart Longyear SAC
6. Chumpitaz Cari, César Raúl (2007). Tesis estudio geotécnico y geognóstico del sub suelo mediante perforación diamantina. Universidad Ricardo Palma Lima.
7. EQUIPOS DE PERFORACIÓN PARA SUPERFICIE; Descripción técnica, 2012 Boart Longyear.
8. <http://www.petroleumhistory.org/OilHistory/pages/Diamond/inventor.html>
9. Manual Técnico de perforación diamantina christensen. (2008)
<http://www.diamantinachristensen.com/pdf/DCT>
10. Manual de Perforación Diamantina GEOTEC (2005).
<http://www.geotec.com/pdf/DCT>
11. Manual perforación diamantina Boart Longyear. (2013)
<http://www.boartlongyear.com>
12. Manual técnico de perforación diamantina Fordia.(2014) www.fordia.com/wp-content/uploads/2015/06/manualtecnico.pdf
13. Manual técnico de fluidos de perforación de MI-SWACO, versión 2013.
14. Manual de fluidos de perforación Yrán Romai Mexico-2008.

ANEXO

CUMPLIMIENTOS PERSONALIZADOS

EMPRESA: BOART LONGYEAR SAC

MES: MARZO 2013

| Responsables | Inspecciones Generales | | | | | | Inspecciones Específicas | | | | | | | | | | | | ANTITOS | | | Charla de 10 minutos | | | Capacitación PETS | | | O.P.T | | | Informe de Relevé | | | Auditoría AST | | | Promedio Estándar | | | | | | |
|---------------------------|------------------------|-------------|------------|--|-------------|-----------|--------------------------|-------------|-----------|---|-------------|-----------|----------------------------|-------------|-----------|---|-------------|------------|---|-------------|-----------|----------------------|-------------|-----------|-------------------|-------------|------------|--------------|-------------|-----------|-------------------|-------------|------------|---------------|-------------|-----------|-------------------|--------------|------------|---------------|-------|-------|-------|
| | Inspecciones Planeadas | | | Inspecciones Planeadas de Riesgos críticos | | | Inspección Plataforma | | | Inspección de Grúas / De Sistema de Izaje de la máquina perforadora | | | Inspección de Herramientas | | | Inspección de Higiene de Talleres / Bodega / Gestión RRSS | | | Inspección de Escaleras y Protecciones Colectivas: barandas / guardas | | | Prog. | Ejec. | % | Prog. | Ejec. | % | Prog. | Ejec. | % | Prog. | Ejec. | % | Prog. | Ejec. | % | | Prog. | Ejec. | % | Prog. | Ejec. | % |
| | Prog. | Ejec. | % | Prog. | Ejec. | % | Prog. | Ejec. | % | Prog. | Ejec. | % | Prog. | Ejec. | % | Prog. | Ejec. | % | Prog. | Ejec. | % | Prog. | Ejec. | % | Prog. | Ejec. | % | Prog. | Ejec. | % | Prog. | Ejec. | % | Prog. | Ejec. | % | | Prog. | Ejec. | % | | | |
| Supervisores OPERACION DD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lirares Santa Cruz Elmer | 2 | 1 | 50.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 5 | 0 | 0.0 | 2 | 2 | 100.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 1 | 100.0 | 1 | 0 | 0.0 | 3 | 3 | 100.0 | 33.33 |
| Palacios Cardenas Johan | 2 | 1 | 50.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 1 | 100.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 5 | 0 | 0.0 | 2 | 2 | 100.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 1 | 100.0 | 1 | 0 | 0.0 | 3 | 3 | 100.0 | 38.10 |
| Ukeli Romy | 2 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 5 | 0 | 0.0 | 2 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 3 | 0 | 0.0 | 0.00 |
| Supervisores OPERACION RC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caneros Henry | 2 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 5 | 0 | 0.0 | 2 | 0 | 0.0 | 1 | 1 | 100.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 5.26 |
| Segura Elías | 2 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 5 | 0 | 0.0 | 2 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 0.00 | | | |
| Bos Altir | 2 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 5 | 0 | 0.0 | 2 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 0.00 | | | |
| Capataces OPERACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chuquiña Peña Reynaldo | 2 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 1 | 100.0 | 1 | 0 | 0.0 | 5 | 0 | 0.0 | 2 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 1 | 100.0 | 1 | 0 | 0.0 | 3 | 3 | 100.0 | 23.81 | | | |
| Mansilla Saavedra Segundo | 2 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 5 | 0 | 0.0 | 2 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 1 | 100.0 | 1 | 0 | 0.0 | 3 | 3 | 100.0 | 19.05 |
| Salazar Espinoza Percy | 2 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 1 | 100.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 5 | 0 | 0.0 | 2 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 1 | 100.0 | 1 | 0 | 0.0 | 3 | 3 | 100.0 | 23.81 |
| Superintendente | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Idelso Portal Pico | 2 | 1 | 50.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 5 | 0 | 0.0 | 2 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 1 | 100.0 | 1 | 1 | 100.0 | 3 | 0 | 0.0 | 14.29 |
| Carlos Morel | 2 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 5 | 0 | 0.0 | 2 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 1 | 0 | 0.0 | 3 | 0 | 0.0 | 0.00 |
| TOTAL | 22.00 | 3.00 | 14% | 11.00 | 0.00 | 0% | 11.00 | 0.00 | 0% | 11.00 | 1.00 | 9% | 11.00 | 0.00 | 0% | 11.00 | 2.00 | 18% | 11.00 | 0.00 | 0% | 55.00 | 0.00 | 0% | 22.00 | 4.00 | 18% | 11.00 | 1.00 | 9% | 11.00 | 6.00 | 55% | 11.00 | 1.00 | 9% | 27.00 | 15.00 | 56% | 13.89% | | | |

