



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS DE PERFORACIÓN
EN LA PRODUCCIÓN DE TALADROS EN UNA MINA DE
ORO A TAJO ABIERTO, CAJAMARCA 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autores:

Jhon Alex Javier Ramirez Tucto

Miguel Roger Leal Villanueva

Asesor:

Ing. Víctor Eduardo Alvarez León

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

A mis queridos padres por haberme guiado con en el ejemplo y motivarme para alcanzar mis metas, y con ello llegar hacer la persona que soy en la actualidad, muchos de los logros obtenidos en mi vida se los debo a ustedes, en los que se incluye mi carrera profesional de ingeniería.

A mi adorada hija Ariadne, sé que en estos momentos no entiendes mis palabras; pero para cuando seas capaz, sabrás entender que este logro te lo dedico ya que eres la niña más hermosa e importante que llegó a mi vida, la cual me motiva a levantarme cada día y esforzarme al máximo para demostrar todo lo aprendido, con el fin de brindarte un presente agradable y un mañana en el cual puedas logras todas tus metas con todas las enseñanzas que te compartiré.

Jhon Ramírez

A Dios por permitirme llegar a este momento tan importante en mi vida, de igual forma dedico esta tesis a mi madre Susana Villanueva, a mi padre Miguel Leal, a mi esposa Jovita, a mis hijos: Diego, Estefani, Charlie y Juan Miguel; a mi familia en general porque me han brindado su apoyo en todo momento.

A mis compañeros por los grandes momentos pasados en las aulas de la Universidad.

Miguel Leal

AGRADECIMIENTO

Al apoyo incondicional de mi familia, primeramente, a mis padres por ser ejemplo de perseverancia, comprensión y apoyo incondicional en mi vida. A todos aquellos amigos casi hermanos que hicieron mi paso por la Universidad Privada del Norte uno de los mejores tiempos de mi vida.

A los compañeros y supervisores de trabajo que vieron expectativas altas en mi persona y por ello me motivaron y brindaron sus conocimientos en base a sus experiencias laborales, con lo cual me ayudaron a lograr mi desarrollo profesional.

Al ingeniero Víctor E. Alvarez León, asesor por excelencia, quien me apoyo con su tiempo y enseñanza en este proceso de titulación como si fuese suyo.

Jhon Ramírez

A mi esposa Jovita por tener paciencia, amor, cariño, apoyo en todo momento para salir adelante día a día; a mis hijos por su comprensión y unión para cumplir mi meta.

Al Ing. Víctor E. Alvarez León, asesor de tesis, por su valiosa guía y asesoramiento durante la realización de la misma. A los docentes que día a día nos acompañaron y se tomaron la ardua labor de transmitirnos sus diversos conocimientos.

A mis compañeros y amigos por su apoyo incondicional, por sus palabras de motivación, aliento y trabajo en equipo.

Miguel Leal

Tabla de contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Realidad problemática.....	9
1.2. Formulación del problema	15
1.3. Objetivos	16
1.3.1. Objetivo general.....	16
1.3.2. Objetivos específicos	16
1.4. Hipótesis.....	16
1.4.1. Hipótesis general.....	16
1.4.2. Hipótesis específicas	16
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	17
2.1. Tipo de investigación	17
2.2. Población y muestra	18
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	19
2.4. Procedimiento.....	21
CAPÍTULO III. RESULTADOS	47
3.1. Análisis de los parámetros de perforación: usaje, uso, disponibilidad mecánica, posicionamiento y profundidad presentados durante los meses de enero, febrero, abril y septiembre	47
3.1.1. Parámetros de Perforación – Mes Enero.....	47
3.1.2. Parámetros de Perforación – Mes Febrero.....	49

3.1.3.	Parámetros de Perforación – Mes Abril	51
3.1.4.	Parámetros de Perforación – Mes Septiembre	53
3.2.	Influencia total e individual de cada parámetro de perforación en la producción de taladros	55
3.2.1.	Influencia total de los parámetros de perforación en la producción de taladros	55
3.2.2.	Influencia individual de los parámetros de perforación en la producción de taladros	57
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		63
REFERENCIAS		68
ANEXOS		71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Especificaciones técnicas de las brocas 7 7/8”	33
Tabla 2: Especificaciones técnicas de las brocas 9 7/8”	34
Tabla 3: Especificaciones técnicas de las brocas 10 5/8”	34
Tabla 4: Modelo de Regresión y Correlación Múltiple	46
Tabla 5: Caracterización de los parámetros de Perforación - enero	47
Tabla 6: Caracterización de los parámetros de Perforación – febrero.....	49
Tabla 7: Caracterización de los parámetros de Perforación – abril.....	51
Tabla 8: Caracterización de los parámetros de Perforación – septiembre.....	53
Tabla 9: Indicadores estadísticos de los parámetros de perforación	55
Tabla 10: Análisis estadístico de regresión - Parámetros de perforación.....	56
Tabla 11: Análisis estadístico de varianza - Parámetros de perforación	56
Tabla 12: % Usage Vs producción de taladros.....	57
Tabla 13: Análisis estadístico de regresión - Usage (%).....	58
Tabla 14: % Uso Vs producción de taladros	58
Tabla 15: Análisis estadístico de regresión - Uso (%)	59
Tabla 16: % Disponibilidad Mecánica Vs producción de taladros	59
Tabla 17: Análisis estadístico de regresión - Disponibilidad Mecánica (%).....	60
Tabla 18: % Posicionamiento Vs producción de taladros	60
Tabla 19: Análisis estadístico de regresión - Posicionamiento (%)	61
Tabla 20: % Profundidad Vs producción de taladros	61
Tabla 21: Análisis estadístico de regresión - Profundidad (%)	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Formato de Instrumento de recolección - parámetros de perforación	20
Figura 2: Formato de Instrumento de recolección – Target de parámetros.....	20
Figura 3: Verificación del terreno de perforación – Perforadora Pit Viper.....	25
Figura 4: Eliminación de la presión de avance de la perforadora	27
Figura 5: Sistema Dispatch – Parámetros de perforación Febrero	44
Figura 6: Base de Datos del Sistema Dispatch	45
Figura 7: Gráfico comparativo de los parámetros de Perforación Vs Target - enero.....	48
Figura 8: Gráfico comparativo de los parámetros de Perforación Vs Target - febrero	50
Figura 9: Gráfico comparativo de los parámetros de Perforación Vs Target – abril.....	52
Figura 10: Gráfico comparativo de los parámetros de Perforación Vs Target – septiembre	54

RESUMEN

La tesis que se presenta a continuación tiene como objetivo principal determinar la influencia de los parámetros de perforación en la producción de taladros en una mina de oro a tajo abierto ubicada en la región Cajamarca. La investigación es del tipo No experimental, Aplicada con diseño descriptivo. La muestra tomada son los parámetros de perforación de 14 días en total distribuidos durante un periodo de 4 meses, los cuales se detallan a continuación: Mes Enero: 24, 25, 26 y 27 (4 días); Mes Febrero: 15,16 y 17 (3 días); Mes Abril: 09, 10 y 11 (3 días); Mes Septiembre: 16, 17, 18 y 19 (4 días). En la mina se usa malla triangular, debido a que su geometría provee una mejor distribución de la energía en la roca y las líneas muestran un acomodo geométrico (burden efectivo) para mejorar la secuencia de detonación. Dentro de la operación se busca maximizar el uso de las perforadoras manteniendo un alto rendimiento: productividad, usage y un control de calidad. Inicialmente se realizó el análisis de los parámetros de perforación: usage, uso, disponibilidad mecánica, posicionamiento y profundidad presentados durante los meses de enero, febrero, abril y septiembre. Los parámetros que tuvieron una significativa variación con respecto al target fueron la disponibilidad mecánica, usage y uso; generando una diferencia de hasta 76 taladros por debajo de la producción programada. Estos parámetros están ligados a los tiempos de paradas inoperativas, generalmente por equipo malogrado, en los informes de Dispatch se especificó que las perforadoras Pit Viper tuvieron periodos de paradas entre 8 a 10 horas. Finalmente se determinó que la mejora del plan de mantenimiento preventivo permitirá alcanzar el target establecido para el parámetro de disponibilidad mecánica, el cual ayudará a aumentar la producción de taladros y con ello optimizar el proceso de perforación generando menor costo y mayor utilidad para la empresa minera.

Palabras clave: Perforación, Disponibilidad mecánica, Usage, Uso, Taladros.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En el presente trabajo de investigación el objetivo principal es determinar la influencia de los parámetros de perforación en la producción de taladros de una mina a tajo abierto ubicada en la región Cajamarca. La empresa minera en la cual se realizaron la toma de datos en su proceso de perforación cuenta con una flota de catorce perforadoras Ingersoll Rand de los modelos DML (5 equipos), Pit Viper (9 equipos), Rock Drill (1 equipo). Estos equipos operan en los tajos con Bancos de 8, 10 y 12 metros, el diámetro de los taladros es $5 \frac{1}{4}$ ", $7 \frac{7}{8}$ ", $9 \frac{7}{8}$ ", $10 \frac{5}{8}$ ".

En el área perforación se hacen varios taladros uniformemente espaciados que conforman la malla de perforación: diámetro de $7 \frac{7}{8}$ " (taladros de Pre corte) para proteger las paredes del tajo, diámetro de $9 \frac{7}{8}$ " (taladros de Procedimiento), diámetro de $9 \frac{7}{8}$ " (taladros de Producción). En la mina se usa malla triangular, debido a que su geometría provee una mejor distribución de la energía en la roca y las líneas muestran un acomodo geométrico (burden efectivo) para mejorar la secuencia de detonación.

Actualmente las actividades unitarias en la operación son de mucha importancia para alcanzar el objetivo de la empresa, por tal motivo se ha investigado como influyen los parámetros de operación en la producción de taladros.

El operador ubica los taladros y realiza la perforación de los mismos en base a la experiencia, el cálculo del posicionamiento y profundidad es manual. El error de posicionamiento y ubicación es de 30 cm; el error en la profundidad es de 50 cm. Los sobre costos por sobre perforación, voladura secundaria y carguío por mala

fragmentación de la roca, esto a consecuencias de fallas en la perforación. Asimismo, el área de perforación de la empresa minera no cuenta con un equipo auxiliar para la limpieza de las zonas en las cuales se perforará (nivelación de las plataformas, así como las bermas de seguridad y mejoramiento de piso). Por este motivo hay tiempos muertos de hasta 12 horas por día, lo cual repercute en la falta de cumplimientos de los parámetros de perforación diarios.

Por tal motivo se realiza la investigación con el propósito de identificar cuál de estos parámetros afecta directamente en la meta diaria de producción de taladros, y si estos se encuentran relacionados con las paradas inoperativas de las perforadoras. Para conseguir una voladura eficiente la perforación es tan importante como la selección del explosivo, por lo que este trabajo debe efectuarse con buen criterio y cuidado. Lamentablemente, la supervisión de la correcta operación de perforación aún no es adecuadamente realizada en muchas minas, lo que permite que ocurran deficiencias en la calidad del trabajo (taladros desviados, más espaciados, de longitud irregular, etc.) que determinan pérdidas de eficiencia de la energía explosiva disponible. Normalmente la calidad de los taladros a ser perforados está determinada por cuatro condiciones: diámetro, longitud, rectitud y estabilidad.

Calispa & Villegas (2013) en su trabajo de investigación “Análisis Técnico para la optimización de los parámetros y variables de perforación en la Cuenca Oriente”, siendo su objetivo principal alcanzar el máximo rendimiento de los parámetros de perforación de pozos direccionales controlados y fiscalizados por la ARCH (Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífera) en la Cuenca Oriente, mediante la investigación de los parámetros de perforación y la caracterización litológica de los

campos motivo de estudio, para ahorrar tiempo y costos a través de rangos óptimos de operación. Concluye que el óptimo desempeño de la perforación, en armonía con los parámetros y variables optimizadas, dependerán de que se disponga de equipos certificados y con las especificaciones requeridas, siempre con mira a desarrollar alta eficiencia en las operaciones y planes trazados.

Según Calderón (2015) en su tesis “Optimización de las prácticas de perforación y voladura en el avance y producción de la minería de mediana escala (Unidad Minera Macdesa)”, teniendo como objetivo evaluar técnicas que mejoren dicha operación unitaria y maximicen el avance en las distintas labores en la unidad minera MACDESA y así minimizar los costos de perforación que permitirá optimizar el proceso de avance y producción en la explotación minera. Concluyendo que el trabajo que se realiza en las operaciones unitarias donde están implicados desde un obrero hasta el superintendente es muy importante, ya que todos tienen el mismo fin de realizar la perforación y voladura de manera correcta y sin incidentes en avance y producción; además, el control de tiempos en las diferentes guardias reflejo las características de los procesos de perforación y voladura mostrando la causa de la mala práctica de dichas actividades.

Salas (2013) en su tesis denominada “Estudio de kpis en los equipos de perforación, carguío y acarreo para el incremento de la producción de 3000 a 3600 tm/día en la mina Pallancata - Hochschild Mining”, tuvo como objetivo determinar las demoras operativas de los equipos de perforación, carguío y acarreo para optimizar sus indicadores clave de desempeño e incrementar la producción de 3 000 a 3 600 TM/día

en la unidad minera Pallancata llegando a la conclusión de que los equipos de perforación incrementaron sus utilidades efectivas bajas (40%). Los equipos de carguío poseen utilidades efectivas moderadas a ideales (>40%) y los equipos de acarreo poseen utilidades efectivas ideales (>50%). Además de que Los equipos de perforación y carguío existentes en la U.O. Pallancata pueden cubrir el incremento de la producción de 3 000 a 3 600 TM/día, y se debería incrementar la flota de volquetes a 19 unidades para que cubran la producción.

Cáceres (2017), en su tesis titulada “Optimización de la perforación y voladura con nuevo diseño de malla en el cruce 10014 de la empresa minera Marsa”, presentado a la Universidad Nacional del Altiplano, para optar el título de Ingeniero de Minas, concluye que, “se ha determinado un nuevo diseño de malla, reduciendo el número de taladros de 39 a 34 con una optimización en costo y tiempo, obteniéndose una disminución en el consumo de explosivos de 21.1 a 16.24 Kg/disparo, así mismo, una reducción en los costos operativos por metro lineal de US\$ 342.32 a US\$ 247.61 con una diferencia de US\$ 94.71 que significa un ahorro 28% y un rendimiento de avance lineal de 25%; y que con el nuevo diseño de malla de perforación y voladura se pudo maximizar la programación mina que era de 75 a 95 metros lineal de avance con un tonelaje de desmonte de 3500 a 4082.4 TM”.

Según Cáceres (2012) en su tesis titulada "Aplicación de alta precisión en la perforación de mallas de producción en Cia. Minera Yanacocha SRL." realizó una propuesta de análisis y describe cada uno de las etapas y/o pasos que se deben de llevar a cabo para maximizar la productividad. En la actualidad el proceso de marcado de

mallas en campo es parte de las actividades diarias del equipo de topografía mediante estacas con cintas de colores. Esto genera inexactitudes en cuanto a la ubicación exacta del punto a perforar, como a la profundidad del mismo. Por tal motivo se tiene diferencia en el resultado de la perforación de la malla de producción versus lo diseñado en el gabinete, dicha diferencia pasa por la profundidad, así como el posicionamiento del taladro. Por lo indicado se requiere tener la información de la malla a perforar en tiempo real tanto para el operador como para toda la supervisión, de esta manera se podrá tener seguimiento, control, monitoreo de la producción, seguimiento de suministros, patrón del progreso actualizado automáticamente, así como la visualización gráfica de la actividad que se está realizando según lo diseñado.

Osorio (2016) en su trabajo de investigación “Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la perforadora diamantina Superdrill H600 de la empresa MAQPOWER S.A.C.” se basa en la necesidad de diseñar un plan de mantenimiento preventivo en una de las máquinas que conforma el sistema productivo de la empresa, que se dedica a extraer muestras de mineral mediante la perforación. Concluyendo que el diseño plan de mantenimiento preventivo aplicado en los 7 meses se aumentó la disponibilidad mecánica que en promedio es 93.14%, superando a la disponibilidad meta planteada que era en un inicio 92%, además se mejoró el proceso de mantenimiento por consecuencia se redujo las horas de parada del equipo, llegándose a implementar formato de mantenimiento a las diferentes horas de mantenimiento, así como su respectiva lista de respuestas.

Según Garrido (2015) en su tesis “Mejora y control de estándares en perforación y voladura para la reducción del costo en mina ANIMON” tiene como objetivo exponer

la factibilidad de la reducción de los costos del ciclo de minado, aplicando para ello estándares mejorados de trabajo y control en las principales operaciones unitarias de minado que son la Perforación y Voladura. Realizando un diagnóstico de los procesos operativos incidiendo en el rendimiento y costos de las actividades de perforación - voladura, limpieza-acarreo y sostenimiento en las labores de desarrollo y producción haciendo una comparación de lo presupuestado y lo real. A través de la Mejoras y Control de los Estándares de las Operaciones Unitarias de Perforación y Voladura, se logró una reducción del Costo Unitario Total de Mina en 4.19 US\$/TMS, es decir una reducción del 18.50% en comparación con lo que se venía obteniendo. Representando esto una reducción del Costos Operativos de Mina de: 3'771,000.00 US\$ /año. La reducción Total en Costos Operativos por la mejora de las operaciones unitarias de minado y por los ahorros en la eliminación de tiros cortados y soplados, la eliminación de voladura secundaria y el incremento en la vida de los aceros de Perforación ascienden a un monto de: 3'925,570.00 US\$/año. Este ahorro considerable, justifica ampliamente la implementación de un sistema de Control y Evaluación permanente de los Estándares Operativos en Perforación y Voladura que es la base de toda Operación Minera.

Barzola (2019), en su trabajo de investigación titulado “Optimización de los estándares de perforación y voladura en la reducción de costos operativos en el cruceo XC 10654-NW (GAL 10602-N), empresa especializada Mincotrall S.R.L- Minera Aurífera Retamas S.A”, se planteó como objetivo determinar en qué medida influye la optimización de estándares en perforación y voladura en la reducción de costos operativos. La metodología de investigación es el método científico, tipo aplicada,

nivel descriptivo - correlaciona y de diseño experimental; la población conformada por las labores de la zona de Valeria III NV 2570 y la muestra constituida por el crucero XC 10654-N (GAL10602-N). Concluyó que, a través de la optimización de los estándares de perforación y voladura, se logró la reducción del Costo unitario total de Mina de 871.93 S/.m a 756.31 S/.m es decir una reducción del 13.26% en comparación con lo que se venía obteniendo.

Según Osorio (2020), en su tesis “Propuesta técnica para implementar un plan de mantenimiento preventivo de la perforadora Jumbo Troidon 55XP para mejorar su disponibilidad en una mina subterránea para el año 2020”, tiene como objetivo de mejorar la disponibilidad de la perforadora Jumbo Troidon 55XP proponiendo la implementación del mantenimiento preventivo de dicha perforadora para su utilización en una mina subterránea debido a que en la empresa Lincuna S.A.C. solo se realiza el mantenimiento correctivo. Se concluyó que el plan de mantenimiento preventivo resulto de forma correcta y con el tiempo apropiado. Se está previniendo las fallas antes que se presenten inesperadamente, evitando que la disponibilidad mecánica se vea afectada. Se supera al promedio del año 2018 (61%) llegando alcanzar 89% de disponibilidad mecánica para el año 2020.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influyen los parámetros de perforación en la producción de taladros en una mina de oro a tajo abierto en Cajamarca, 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia de los parámetros de perforación en la producción de taladros en una mina de oro a tajo abierto en Cajamarca.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar un análisis de los parámetros de perforación: usaje, uso, disponibilidad mecánica, posicionamiento y profundidad presentados durante los meses de enero, febrero, abril y septiembre.
- Medir la influencia total e individual de cada parámetro de perforación en la producción de taladros, haciendo uso de fórmulas estadísticas.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Con el análisis de los parámetros de perforación se determinará si estos influyen de forma conjunta o individual, directamente en la producción de taladros.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Con el análisis de los parámetros de perforación: usaje, uso, disponibilidad mecánica, posicionamiento y profundidad presentados durante los meses de enero, febrero, abril y septiembre, se determinará la variación porcentual con respecto al target programado.
- Al medir la influencia total e individual de cada parámetro de perforación en la producción de taladros, haciendo uso de fórmulas estadísticas, se determinará el grado de correlación entre cada parámetro para identificar cual es el que influye directamente en la producción obtenida por los equipos de perforación.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Según la finalidad la investigación es Aplicada, debido a que para llegar a los objetivos se busca mecanismos y/o estrategias; según el enfoque es del tipo cuantitativa puesto que consiste en recolectar y analizar datos numéricos. Es de diseño No experimental-descriptivo de corte longitudinal puesto que, se basa exclusivamente en la observación y se trabaja con hechos de experiencia directa no manipulados. El diseño longitudinal, generalmente se usa para estudiar los procesos de cambio que se vinculan con la forma directa con el paso del tiempo (Sampieri & Mendoza, 2018).

Murillo (2008), la investigación aplicada recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. El uso del conocimiento y los resultados de investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad.

Vargas (2009), nos indica que el tipo de investigación Aplicada es una forma de conocer las realidades con una prueba científica; requiere obligatoriamente de un marco teórico, sobre el cual se basará para generar una solución al problema específico que se quiera resolver, se centra en el análisis y solución de problemas de varias índoles de la vida real, así como también se nutre de avances científicos y se caracteriza por su interés en la aplicación de los conocimientos.

Según Hernández, Fernández & Baptista (2012), la investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos, es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones. De hecho, no hay condiciones o estímulos a los cuales se expongan los sujetos del estudio. Los sujetos son observados en su ambiente natural, en su realidad.

Según Tamayo y Tamayo (2006), el tipo de investigación descriptiva, comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o procesos de los fenómenos; el enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre cómo una persona, grupo, cosa funciona en el presente; la investigación descriptiva trabaja sobre realidades de hecho, caracterizándose fundamentalmente por presentarnos una interpretación correcta.

2.2. Población y muestra

Población

La población para el presente trabajo de investigación consta de todos los parámetros de perforación que presentaron los equipos durante el año 2020.

Muestra

La muestra tomada en cuenta para el presente trabajo de investigación son los parámetros de perforación de 14 días en total distribuidos durante un periodo de 4 meses, los cuales se detallan a continuación:

- Mes Enero: 24, 25, 26 y 27 (4 días).

- Mes Febrero: 15,16 y 17 (3 días).
- Mes Abril: 09, 10 y 11 (3 días).
- Mes Septiembre: 16, 17, 18 y 19 (4 días).

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Observación directa en campo

Se realizó la observación directa en campo, en dónde se pudo identificar una baja en la producción de taladros durante el proceso de perforación, al revisar los targets en los parámetros de los equipos se verificó diferencias porcentuales significativas por lo cual no se cumplían, esto estaba afectando directamente la productividad de las perforadoras.

2.3.2. Análisis de la información documental

Se investigaron antecedentes previos de trabajos de investigación relacionados a los parámetros de los equipos de perforación: usaje, uso, disponibilidad mecánica, posicionamiento y profundidad, así como factores que terminan la producción de los taladros durante el proceso de perforación. Para lo cual se recurrió a información bibliográfica, información en revistas, folletos e información virtual (repositorios virtuales), etc.

2.3.3. Recolección de datos en campo

Se recopiló la información de campo relacionada a los parámetros de los equipos de perforación, para lo cual se utilizaron formatos adecuados y elaborados para organizar los datos porcentuales de cada parámetro.

2.3.4. Análisis de datos

Para el análisis de datos se empleó las medidas estadísticas de tendencia central y variabilidad. Para medir la influencia se utilizó en complemento del Excel ANALISIS DE DATOS, que para un determinado porcentaje de confiabilidad (normalmente se utiliza el 95% de confianza, es decir, un valor α de 0.05). Si α es menor a 0.05, tiene influencia en la variable dependiente (producción de taladros).

2.4. Procedimiento

2.4.1. Primera etapa: Gabinete

Como procedimiento inicial se realizó la revisión de antecedentes de estudios previos relacionados al tema de investigación en los diferentes ámbitos, tanto local, nacional como internacional, para lo cual se recurrió a los repositorios virtuales, revistas digitales y artículos. Así mismo se tuvo acceso a los procedimientos en campo que se realizan durante el proceso de perforación.

a) Procedimientos de Verificación del área de perforación

- Los accesos al área de perforación, deben tener un ancho de 2 metros adicionales al ancho del equipo y contar con su muro de seguridad (berma) de 0.75 m.
- Asegurarse que el área de perforación y rampas de acceso al área de perforación cuente con muro de seguridad (berma) perimetral de 0.75 m. de altura señalado con paletas reflectivas (ojos de gato), en la entrada conos de seguridad, cadenas de seguridad y letreros que indiquen: “Prohibido el ingreso área de perforación”, “Prohibido mover

puntos de perforación”, “Zona de Exclusión” y “Parqueo de equipo liviano”

- Si el área de perforación está junto a una zona de C&A el muro de seguridad (berma) será de 1.5 m. de altura.
- De estar perforando cerca de cualquier talud, verificar que se encuentren estables, de no ser así retire el equipo y reportar radialmente al supervisor o y/o encargado de perforación.
- Si la primera fila de taladros está a una distancia de 5 m. al pie de talud; y se tiene la posibilidad de caída de rocas, inspeccionar el área con el supervisor y/o encargado de perforación, quien determinará las acciones a seguir y plasmando dichas acciones en un IPERC.
- Verifique que los puntos a perforar siempre estén alineados, de no ser así comunique radialmente a su supervisor y/o encargado de perforación.
- En las zonas de interface donde se realicen trabajos en la parte superior e inferior comunique radialmente al supervisor y/o encargado de perforación, quien le indicará las acciones a seguir.
- En zonas reducidas y accidentadas solicite el apoyo de un auxiliar, quien lo guiará y observará constantemente el área.
- Asegúrese que en las crestas del banco no existan cornisas, en caso de que el equipo de carguío haya minado el muro de seguridad (berma) estando la zona perforada y no se puede ingresar con un equipo de apoyo, el muro de seguridad (berma) será reemplazado con cinta de

peligro o conos de seguridad, si no cuenta con esto, pare la perforadora hasta que se corrija la condición.

- Verificar si se tiene presencia de zonas inestables (zonas argílicas saturadas de agua, fallas geológicas) retire la máquina de 3 a 4 metros de distancia de dicha zona y comuníquese al supervisor y/o encargado de perforación.

- Verificar que la plataforma de perforación se encuentre nivelada sin presencia de toes, desniveles, pozas, zonas de relleno, etc. caso contrario para el equipo. Comunicará inmediatamente al supervisor y/o encargado de perforación quién se acercará a inspeccionar la zona, pedirá un equipo de apoyo (tractor) para eliminar la condición. Si en caso no se pudiera eliminar la condición tener en cuenta las siguientes recomendaciones:
 - El Supervisor y/o encargado de Perforación tomará en campo los puntos GPS de la zona inestable y enviará los puntos GPS al Dispatch para la creación de la zona Hazard en el sistema Leyca de la perforadora
 - Cuando el operador ingrese a la zona de Hazard, comunicará a su supervisor y/o encargado de Perforación quien se acercará a la zona para inspeccionar el trabajo a realizar en conjunto con el operador.
 - El operador de la perforadora solo ingresará a trabajar en la zona de Hazard previa inspección con su supervisor y/o encargado de Perforación quién tomará los controles (Vigías, apoyo de tractor, etc.) estos controles deben ser estar colocados en el IPERC.

- Solicite al supervisor y/o encargado de perforación, el formato de malla con su respectiva leyenda, verifique la información de: dureza del terreno, profundidad requerida para la perforación de los taladros de producción, procedimiento y pre corte según sea el caso; También revise el diámetro de broca requerida de acuerdo al diseño antes de iniciar la perforación.
- Verifique que no haya presencia de equipos menores a menos de 50 m. de las perforadoras.
- Coordine con el supervisor y/o encargado de perforación para que la perforación de taladros se realice con una secuencia ordenada para la voladura, así mismo dejar puentes según lo indicado, si hay espacios sin perforar hacia las zonas voladas asegúrese que esté volado y comunique al supervisor y/o encargado de perforación, quien coordinará con los responsables.
- Todo personal (vigía de perforación, personal de geología, personal de topografía, personal de voladura, mecánicos, etc) se deben encontrar a una distancia mínima de 30m de la perforadora; si tuvieran que realizar cualquier trabajo a una distancia menor deben comunicar al operador de la perforadora para detener el equipo o reubicar la perforadora en otro frente.

Figura 3

Verificación del terreno de perforación – Perforadora Pit Viper



Fuente: Datos tomados en campo

b) Procedimiento para el Desplazamiento de las perforadoras (Pit Viper y DML) de punto a punto en la malla de perforación

- Antes de iniciar la operatividad del equipo asegúrese que el sistema de propulsión/perforación, mandos y radio de comunicación se encuentren en buenas condiciones.
- Asegúrese que la llave mordaza esté limpia y operativa. Motor a: 2100 RPM DML / 1,800 RPM en P.V.

- Asegurar la broca con la mordaza, eliminar la presión de avance (pull down) a 0 (cero) psi, esta operación también es obligatoria ante cualquier parada del equipo, por abastecimiento de combustible, agua, varillaje, mantenimiento, cambio de operadores, etc.
- Colocar el soporte de barras (**revisar manual de operación**). al cuerpo de la barra e ingresar los datos al sistema Leyca.
- Retraer completamente los gatos de nivelación hasta observar los 3 indicadores con luces encendidas.
- Si hay necesidad de hacer un giro, hacerlo utilizando sus dos orugas, y no sobre su propio eje.
- Observar alrededor del equipo, que el área esté totalmente despejada.
- Si hay más equipos en el área de trabajo comunicar radialmente a los operadores su movimiento y la trayectoria por donde se desplazará e inicie el desplazamiento cuando tenga la confirmación radial de los demás operadores del equipo.
- Tocar 2 veces la bocina para avanzar hacia delante y 3 veces para retroceder e iniciar el desplazamiento.
- En zonas accidentadas y despejadas, para mayor estabilidad desplazar el equipo con la torre en posición horizontal y con el soporte de barras pegado a la barra.
- Si se desplaza a taladros cercanos al talud, inspeccionar la estabilidad de la misma.
- Antes de iniciar el traslado se debe inspeccionar el estado de las orugas y mandos del equipo.

Figura 4

Eliminación de la presión de avance de la perforadora



Fuente: Área Operaciones Mina – PETS Perforación.

c) Procedimiento de Posicionamiento en el punto a perforar

- Antes de iniciar la operatividad del equipo asegúrese que el sistema de propulsión/perforación, mandos y radio de comunicación se encuentren en buenas condiciones.
- Coordine con el Supervisor y/o encargado de perforación la secuencia de perforación.
- Ubique el equipo de tal manera que la fila de taladros a perforar quede al centro de las dos orugas y avanzar hasta el primer taladro de dicha fila.
- Asegúrese que la base de la olla centralizadora coincida con el punto a perforar (perforadoras DML). Por intermedio de la ventana de la plataforma revise la alineación del punto con la broca; corrija, de ser necesario.
- Si cuenta con el sistema de alta precisión operativo guíese de la pantalla para ubicarse en el punto, de lo contrario guiarse por los puntos puestos en campo (topografía).

- Si observa en la pantalla taladros que aparecen como perforado en el sistema, el operador comunicará radialmente al supervisor y/o encargado de perforación.
- Si el supervisor de perforación y voladura valida que dicho taladro ha sido disparado (cargado con explosivos), se retira la perforadora del punto; y de caso contrario, se perforará a 1 metro del punto que aparece en el sistema previa evaluación del supervisor de perforación y voladura.
- En perforadoras que no tengan alta precisión y haya espacios libres entre una zona cargada y un área por perforar, el operador comunicará radialmente al supervisor y/o encargado de perforación.
- Al inicio de guardia verifique la operatividad del sistema de alta precisión, posicionando el equipo en un punto marcado por topografía, la variación de la ubicación no debe exceder a 15 cm. De no cumplirse con lo indicado, comunique radialmente al supervisor y/o encargado de perforación.

d) Ubicación de la perforadora y perforación cerca de crestas

- Revisar el sistema antivuelco antes de ingresar a perforar una cresta.
- Inspeccionar las crestas antes de iniciar la perforación que estén libres de cornisas o sobre minado.
- El personal de piso, debe marcar los puntos de malla a una distancia mínima de 3 metros de las crestas.
- Ingresar y perforar las crestas posicionándose perpendicularmente a la cresta utilizando el cinturón de seguridad (Se utilizará cinturón de

seguridad para perforar todos los taladros de las tres filas paralelas a la cresta).

- Las gatas delanteras deberán quedar a una distancia mínima de 3 m. del borde de la cresta.
- Ante la posibilidad de alguna desnivelación por condición de terreno, al perforar las crestas observar siempre el ojo de pollo (burbuja de nivelación) de la perforadora.
- En crestas que presenten pisos inestables y que no se pueda nivelar y/o se desnivele la perforadora (antes o durante la perforación), retire la perforadora y comuníquese radialmente al supervisor y/o encargado de perforación.
- En todos los proyectos de la mina, el traslado de la perforadora desde y hacia las crestas, se realizará con la torre en posición horizontal.

e) Ubicación de las perforadoras cerca de taludes

- Inspeccionar el supervisor y/o en conjunto con el operador inspeccionar la estabilidad de las paredes.
- Si encuentra un talud inestable trabaje en esta zona solo de día y sin lluvias, con la presencia permanente de un auxiliar de perforación, quien estará en una plataforma segura alejada a 30m del equipo, contará con un radio Handy y un anemómetro para medir la velocidad de viento, quien desde el piso verificará constantemente el estado del talud, en especial después de disparos cercanos, lluvias, o sismos, en caso de caída

de rocas retire inmediatamente la perforadora y comunique a su supervisor y/o encargado de perforación.

- Cuando desplace el equipo con torre en posición horizontal, realice los giros de la perforadora con la torre en sentido contrario del talud.
- Para perforar la fila de pre corte y adyacente, ubique la perforadora posicionando la cabina al lado opuesto al talud, solo cuando sea necesario, perfore en otra posición coordinando la autorización del trabajo con el supervisor y/o encargado de perforación quien deba inspeccionar las condiciones de la tarea.
- Si encuentra un talud inestable, taludes doble banco o cualquiera otra condición insegura trabaje solo de día sin presencia de lluvias y con medición constante de vientos con el apoyo de anemómetro (<45 km/h), con la presencia permanente de un auxiliar de campo que debe contar con una radio portátil manteniendo una distancia de 1.5 veces de la altura del talud, quien desde el piso verificará constantemente el estado del talud, en especial después de disparos cercanos, lluvias, o sismos. En caso de caída de rocas retire inmediatamente la perforadora y comunique radialmente a su supervisor y/o encargado de perforación.
- Durante el descanso, reparaciones mecánicas o cualquier otra parada, retire la perforadora a una zona segura y a una distancia mínima de 1.5 veces por la altura del banco.

f) Nivelación de las perforadoras

- Una vez posicionado el equipo en el punto a perforar, asegúrese que el selector PERFORACIÓN / PROPULSIÓN, se encuentre en la posición "PERFORACIÓN".
- Observe el nivel y la ubicación del ojo de pollo, accione el control del gato del lado contrario al ojo de pollo hasta ubicar dicha burbuja en el centro de cualquiera de los ejes.
- Luego levantar los gatos de nivelación del lado contrario a la ubicación del ojo de pollo hasta conseguir ubicar el ojo de pollo en el centro del nivel del equipo.
- Asegurarse que todos los gatos de nivelación estén ubicados en piso firme y soporten el equipo lo más bajo posible; las orugas deben estar levemente levantadas del piso de 1" a 2" de altura.
- Si las condiciones del terreno no permiten la nivelación (crestas, terrenos inestables, pendientes excesivas, etc.) retire el equipo a un punto más seguro y comunique radialmente al supervisor y/o encargado de perforación.

g) Proceso de Perforación – Separación entre perforadoras

- Si en la malla de perforación hay dos o más perforadoras, asegurarse que estén paralelas y a una distancia mínima de una fila entre perforadoras DML. y para las PV 271 la separación mínima es de 2 filas, la distancia entre una PV y una DML será 01 fila de separación.

- En caso de perforar con 2 o más máquinas en una misma fila, mantenga una separación mínima de 30m.
- También se puede perforar con dos máquinas en una sola fila, pero en sentido opuesto (alejándose una de la otra) dejando una separación de 03 puntos entre ellas al inicio de la perforación.
- Si se está perforando sin dejar filas de separación entre perforadoras mantenga una separación mínima de 30m.
- En condiciones de climas adversos (neblina, lluvia etc.) asegúrese de encender las luces de la perforadora, circulina de cabina y/o torre y mantener comunicación constante con los operadores de los demás equipos y perforadoras para alertar cualquier movimiento.

h) Proceso de Perforación de Taladros

- Al perforar dos filas paralelas a la cresta (mínimo 12 mts), use el cinturón de seguridad.
- Verifique que las RPM del motor de la perforadora esté a 2100 RPM para DML y 1800 RPM para PV 271, la presión de rotación del cabezal esté regulada a 3500 PSI, que el soporte de barra se encuentre alineando a la barra de perforación.
- Asegúrese de ingresar al sistema los siguientes datos: mina, banco, malla y número de taladro.
- Revisar la perpendicularidad de la línea de perforación y el tricono se encuentren en buenas condiciones.

- Retire la mordaza de la broca, regule la presión de empuje (pull down) máximo a 500 PSI, baje el cabezal hasta que la broca se encuentre a nivel del piso, aplicar rotación al cabezal de 60 - 80 rpm. Abrir el paso de aire a la línea de perforación.
- Empiece la perforación lentamente, para formar el collarín del taladro e ir detectando capas del material (fracturado, rellenos y otros), evitando atascamientos de la barra, inyectando agua de acuerdo a la formación del terreno.
- Una vez formado el collarín del taladro, cerrar la inyección de agua, retire el soporte de barras (PV 271), aplique los parámetros de perforación, cuando el taladro está a más de 2 m. de profundidad y hay buena recuperación de material. Controlar el polvo con una mínima inyección de agua a la línea de barrido.

Tabla 1

Especificaciones técnicas de las brocas 7 7/8”

Tipo de material	Peso máximo sobre la broca	Velocidad de rotación	Presión de aire en cabina
Material Duro	54000 libras	80-90 RPM	Mín. 45 psi, Máx. 58 psi
Material Medio	40000 libras	90-100 RPM	Mín. 45 psi, Máx. 58 psi
Material Suave	24000 libras	100-110 RPM	Mín. 45 psi, Máx. 58 psi

Fuente: Área Operaciones Mina – PETS Perforación.

Tabla 2

Especificaciones técnicas de las brocas 9 7/8”

Tipo de material	Peso máximo sobre la broca	Velocidad de rotación	Presión de aire en cabina
Material Duro	65,000 libras	80-90 RPM	Mín. 45 psi, Máx. 58 psi
Material Medio	50000 libras	90-100 RPM	Mín. 45 psi, Máx. 58 psi
Material Suave	28,000 libras	100-110 RPM	Mín. 45 psi, Máx. 58 psi

Fuente: Área Operaciones Mina – PETS Perforación.

Tabla 3

Especificaciones técnicas de las brocas 10 5/8”

Tipo de material	Peso máximo sobre la broca	Velocidad de rotación	Presión de aire en cabina
Material Duro	73,000 libras	80-90 RPM	Mín. 45 psi, Máx. 58 psi
Material Medio	55000 libras	90-100 RPM	Mín. 45 psi, Máx. 58 psi
Material Suave	30,000 libras	100-110 RPM	Mín. 45 psi, Máx. 58 psi

Fuente: Área Operaciones Mina – PETS Perforación.

- Cuando observe un aumento en la presión de rotación o aire, repase el taladro.
- Para repasar el taladro, cierre el paso del aire cuando la broca alcance la mitad del taladro perforado para evitar derrumbes de material. Al bajar el cabezal regule la presión de avance (pull down) máximo a 500 PSI, para evitar que la broca impacte con fuerza en el fondo del taladro.
- Abrir el paso de aire, aplique rotación, presión de avance (pull down) y la inyección de agua de acuerdo al tipo de terreno, asegurándose de sellar

las paredes del taladro y realizar la perforación hasta la profundidad requerida

- Con el taladro completamente perforado y con la profundidad requerida, retirar la barra, cierre el paso del aire cuando la broca alcance la mitad del taladro perforado para evitar derrumbes de material, con la broca a la altura del inicio del taladro y con un máximo de 500 psi de presión de avance (pull down) baje el cabezal, cuando la broca se encuentre a la mitad del taladro perforado, abrir el paso de aire y asegúrese que el taladro se encuentre bien conformado es decir hasta la profundidad requerida, al observar derrumbe de material, repita los pasos anteriores hasta asegurar una buena perforación.
- Al terminar el taladro levante el cabezal, coloque la mordaza en la broca, elimine la presión de avance (pull down) a cero psi, coloque el soporte de barras, codifique el final del taladro perforado en el sistema.
- Al inicio de turno en las perforadoras PV 271, verifique la operatividad del profundímetro, midiendo la profundidad perforada del primer taladro con una wincha, y compararlo con lo que registró el sistema, si hubiese una variación de (+, -) 0.30 metros indica que el profundímetro del sistema de la perforadora está trabajando correctamente, pero si la variación es mayor a lo indicado el profundímetro necesita ser calibrado, comunique al supervisor y/o encargado de perforación.

i) Identificación y estaqueo de taladros

- Antes de realizar esta tarea asegúrese de contar con todo su EPP respectivo para dicha tarea y uso de bloqueador solar si fuese el caso.

- El operador de la perforadora debe de contar con la cantidad suficiente de estacas, de lo contrario solicitará al supervisor y/o encargado de perforación.
- En perforadoras que tengan alta precisión (PV 271), verifique que el sistema esté operativo. Caso contrario comunicar al supervisor y/o encargado de perforación y voladura.
- Para perforadoras que no tengan alta precisión (PV 271, DML y ROC L8) pare el equipo comunicar a su supervisor y/o encargado de perforación; quien coordinara con el área de Ingeniería Mina para el colocado de la malla en campo.
- Cuando la malla de perforación fue colocada en campo pida el apoyo a su supervisor y/o encargado de perforación para proceder a marcar la malla en campo Este trabajo de deber realizar entre 2 personas teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:
 - Traslade la perforadora a un lugar seguro (plataforma plana, alejada a 1.5 veces respecto a la altura del talud y a 12 m de la cresta)
 - Antes de iniciar el marcado de la malla en campo proceder con el PET-PC02(Apagado de motor)
 - Con ayuda de compañero de perforación, utilizando una Wincha y pintura procedan a marcar la malla de perforación en campo, manteniendo una distancia mínima de 30 m a cualquier perforadora que se encuentre en el punto.

- Cuando la malla se encuentre marcada en campo y el compañero de apoyo se encuentre alejado a 30 m del equipo, encienda la perforadora y proceda a iniciar sus actividades
- Escriba sobre la superficie más lisa de la estaca los siguientes datos:
 - Número de malla, número de taladro, profundidad perforada (de acuerdo al sistema y/o formato).
 - Número de perforadora, guardia e iniciales del operador.
 - Dejando un espacio para la verificación del personal de voladura.
- Todo taladro perforado deberá tener su estaca de identificación, correctamente colocada en el detritus del taladro

j) Procedimientos de Re – Perforación de taladros

- Antes de iniciar la operatividad del equipo asegúrese que el sistema de propulsión/perforación, mandos y radio de comunicación se encuentren en buenas condiciones.
- Al re - perforar dos filas paralelas a la cresta (mínimo 12m.) use el cinturón de seguridad.
- Si fuera necesario, solicite un auxiliar de perforación, quien lo guiará durante el ingreso, ubicación en los puntos a re - perforar y para retirar el equipo del proyecto.
- Durante el guiado, asegúrese de tener contacto visual en todo momento con el auxiliar de perforación y seguir sus indicaciones hasta que el equipo se encuentre ubicado exactamente en el taladro a re - perforar.

- Asegúrese que el taladro a re - perforar se encuentre a una distancia mínima de 5 m. de cualquier tiro cortado o taladro cargado con explosivos y que el gato posterior del equipo no coincida con el taladro perforado y/o cargado con explosivos. En caso puntual que sea requerido, será guiado por personal de voladura.
- Para re - perforar el taladro, se debe realizar a una distancia mayor a 1 m. del taladro malogrado
- Finalizado el taladro y asegurándose que el auxiliar se encuentre a una distancia mínima de 30 metros de la perforadora y en un punto visible. Baje la torre a posición horizontal, guíese por las indicaciones del auxiliar de perforación de acuerdo al código de señales para trasladarse al siguiente taladro o para salir del proyecto.

k) Procedimientos de Desatoro de Barras

- En caso de presentarse un atoro de barra durante la perforación de taladros verifique que la nivelación de la perforadora (ojo de pollo) esté correctamente centrada; reporte radialmente al supervisor y/o encargado de perforación, quien coordinará con mantenimiento y por ningún motivo manipular los gatos de nivelación, hasta que venga el personal de varillaje (turno día), supervisor y/o líder encargado de perforación
- En caso de estar operando la perforadora DML solicite apoyo de un auxiliar de perforación para el manipuleo de la llave cadena.

- Codifique la demora en el sistema, regule la presión de rotación a 4500 psi, comunicar al personal de mantenimiento en caso que la presión de rotación no llegara a los 4500 psi.
- Si el equipo se ha desnivelado, accione las gatas para corregir la condición.
- Inyecte aire o agua solo cuando sea necesario.
- Aplique rotación horaria una vez, si se libera la barra, esta continuará rotando en forma horaria, de lo contrario repetir esta operación hasta lograr la rotación del cabezal.
- Si con el paso anterior no se logra liberar la barra, el auxiliar de perforación colocará los accesorios y llave cadena para dar rotación horaria a la barra de perforadoras DML. (Este paso realizarlo con los RPM del motor en mínimo).
- Luego de que el auxiliar se haya retirado de la plataforma, accione el control hidráulico para hacer girar la barra; repetir este paso por cinco veces o una rotación entera de la barra.
- Retire la llave cadena y aplique rotación horaria para comprobar si fue liberada; si la barra no se liberó proceda con los pasos # 4,5, 6 y 7 hasta lograr una rotación constante.
- Retire la barra del taladro aplicando rotación horaria continua a la barra.
- Liberada la barra, verifique visualmente (cambio de color en el acero) la temperatura de la broca, estabilizador y barra; si alguno de estos aceros muestra temperatura alta espere un tiempo prudente para que se enfríe y

luego continuar trabajando. (por ningún momento aplique agua y/o aire a la línea de perforación).

1) Acople del Cabezal y Barra de las Perforadoras

- Reporte vía radial a su supervisor y/o encargado de perforación, codifique la demora en el sistema y solicite personal de varillaje.
- Asegúrese que la perforadora esté nivelada para facilitar el trabajo de unión y acople respectivamente.
- Según sea el caso, operador de camión grúa evaluará y comunicará al supervisor y/o encargado de perforación la forma como realizará la alineación de los dos componentes (adaptador-barra) desacoplados. (El camión de varillaje se acercará a la perforadora cumpliendo el PETS - PVA 01)
- Cuando los dos componentes se encuentren alineados. El operador de la perforadora bajará el cabezal con una rotación horaria de 30 RPM y 500 psi máximo de presión de avance (pull down) para realizar el acople.
- Terminado el Acople, el personal de varillaje retirará sus herramientas y accesorios.
- Trabrar la mordaza en los flats y aplicar rotación en sentido horario para ajustar la barra.

m) Perforación con DML en plataformas reducidas con crestas a ambos lados y Sub – Bancos

- Use el cinturón de seguridad en todo momento de la perforación de taladros.
- Antes de ingresar a las áreas reducidas a perforar, se revisará la operatividad del antivuelco en una zona segura.
- Como mínimo la plataforma deberá tener un ancho de 10 m y un largo del doble de la dimensión de la perforadora DML. De NO cumplir con estas condiciones el supervisor y/o encargado de perforación coordinará con el supervisor de C&A el acondicionamiento mencionado.
- Todo traslado de la perforadora sobre la plataforma deberá ser con torre horizontal y con la presencia permanente de un auxiliar de campo quien guiará en todo momento al operador y mantendrá una distancia mínima de 30m del equipo manteniendo un contacto visual y/o radial permanente y constante (en caso de climas severo se recogerá al auxiliar y se parará la operación), si la plataforma de perforación no tiene la distancia de 30 m. para que se ubique el auxiliar de perforación; el supervisor y/o encargado de perforación se acercará a la zona realizara el IPERC e implementara los controles para realizar el trabajo de manera segura.
- El posicionamiento de la perforadora deberá ser paralela a las crestas con las orugas a una distancia de 3 m como mínimo respecto a estas.
- Para iniciar la perforación, considerar el paso PI02.

n) Perforación de Taladros Inclinados hacia la cresta con perforadoras

DML

- Al perforar dos filas paralelas a la cresta (mínimo 12 m.) use el cinturón de seguridad.
- 2. El operador traslada la perforadora a la zona indicada por el supervisor y/o encargado de perforación, una vez ubicado en el lugar, el operador inspecciona su área de trabajo, ubica la maquina en el punto a perforar de acuerdo al formato de ingeniería (Revisar cotas e inclinación).
- Ubique el equipo en el punto a perforar, las revoluciones del motor a 2100 rpm y que el equipo se encuentre nivelado en terreno estable.
- La perforación de taladros inclinados deberá ser perpendicular a la cresta. Los gatos delanteros estarán ubicados a 3 m como mínimo de la cresta.
- Con el apoyo de dos auxiliares y en constante coordinación con ellos, instale y asegure los accesorios para la perforación inclinada (escalera, pin y seguro).
- Solicite el apoyo de un auxiliar quien, durante la perforación estará ubicado en el piso observando alguna condición insegura (alineación correcta de mangueras hidráulicas y manguera principal de aire, manteniendo contacto visual o radial con el operador).
- Nivelar la máquina, inicie la perforación con una rotación máxima 30 RPM, con un máximo de 500 psi de presión de avance (pull down) hasta formar el collarín.
- Con la barra a 2 m. dentro del taladro, aumentar el pull down lentamente de 500 a 1000 psi. y la rotación a un máximo a 60 RPM.

- Asegurar la limpieza y la alineación del taladro con la barra, observando el nivel del equipo y repasando constantemente el taladro (reducir la presión de avance (pull down) en esta operación para que la broca no choque con fuerza al fondo del taladro)
- Solo cuando tenga más de 3 metros de la barra dentro del taladro y el terreno lo permita, incrementar la presión de avance (pull down) hasta un máximo de 50 % del peso que soporta la broca.
- Repita los pasos de 4 a 6 hasta llegar a la profundidad requerida.
- Levantar el cabezal, asegurar la broca con la mordaza, elimine la presión de pull down a 0 (cero) psi, retraer las gatas y trasladar la perforadora. En tramos largos y en terrenos accidentados, no traslade la perforadora con la torre en posición inclinada.

2.4.2. Segunda etapa: Trabajo de campo

En la segunda etapa se realizó la recolección de los datos en campo, referente a las bases de datos del sistema Dispatch de las perforadoras, para lo cuál se utilizaron formatos elaborados para ser utilizados como instrumentos, de igual forma se tuvo acceso a los registros en pantalla del sistema para verificar la producción de taladros diaria y los parámetros de perforación.

Figura 5

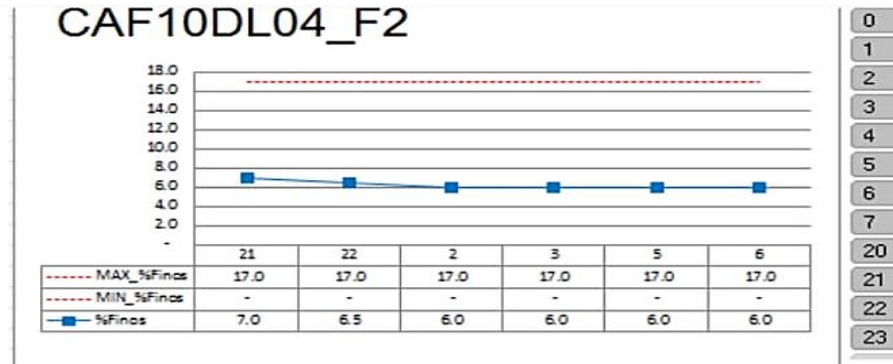
Sistema Dispatch – Parámetros de perforación Febrero



Fuente: Área de Gestión de Operaciones.

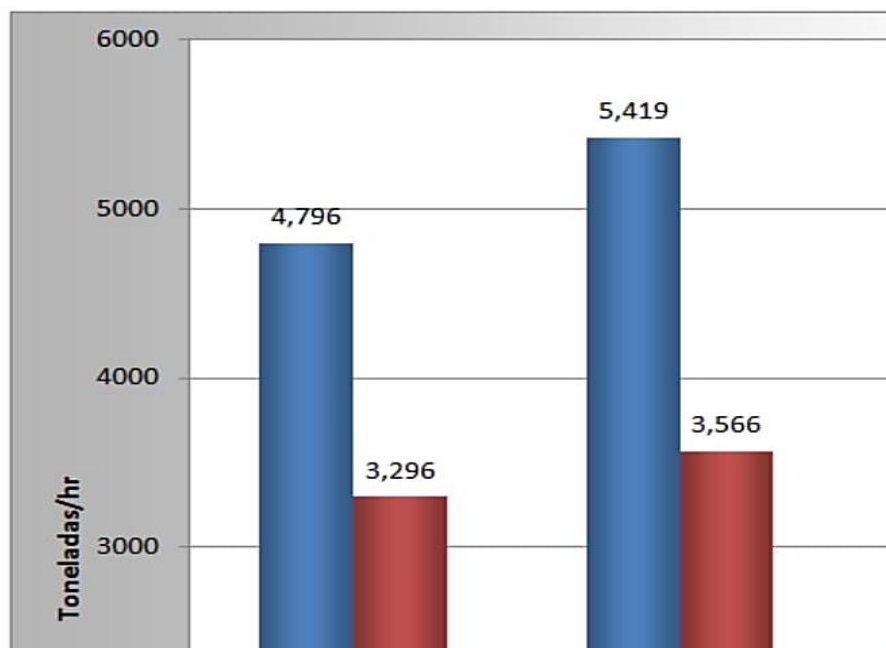
Figura 6

Base de Datos del Sistema Dispatch



Parámetros de Perforadoras:

Disponibilidad:	72.1 %
Usage:	89.1 %
Uso:	97.1 %
Uso de Disponibilidad:	91.6 %
Profundidad:	100.0 %
Posición:	100.0 %
Taladros Perforados:	80



Fuente: Área de Gestión de Operaciones.

2.4.3. Tercera etapa: Gabinete

La información recolectada en campo mediante los instrumentos utilizados se digitalizó haciendo uso del programa Excel para la elaboración de tablas y gráficos comparativos, posteriormente esta información se procesó mediante un modelo de Regresión y Correlación Múltiple, donde la variable respuesta Y: Taladros perforados, se modeló en función de las variables independientes X1: Usage, X2: Uso, X3: Disponibilidad mecánica, X4: Posicionamiento y el parámetro operacional X5: profundidad.

Tabla 4

Modelo de Regresión y Correlación Múltiple

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN								
Coeficiente de correlación múltiple								
Coeficiente de determinación R ²								
R ² ajustado								
Error típico								
Observaciones								
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión								
Residuos								
Total								
	Coef.	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inf. 95%	Sup. 95%	Inf. 95.0%	Sup. 95.0%
Intercepción								
Posicionamiento (%)								

Fuente: Complemento Análisis de Datos – Excel.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Análisis de los parámetros de perforación: usaje, uso, disponibilidad mecánica, posicionamiento y profundidad presentados durante los meses de enero, febrero, abril y septiembre

A continuación, se presenta los resultados del análisis de los parámetros de perforación: usaje, uso, disponibilidad mecánica, posicionamiento y profundidad presentados durante el periodo de 4 meses.

3.1.1. Parámetros de Perforación – Mes Enero

En el mes de enero se analizaron los valores porcentuales de los parámetros de perforación durante los días 24,25, 26 y 27, incluyendo el target estimado para cada uno de ellos.

Tabla 5

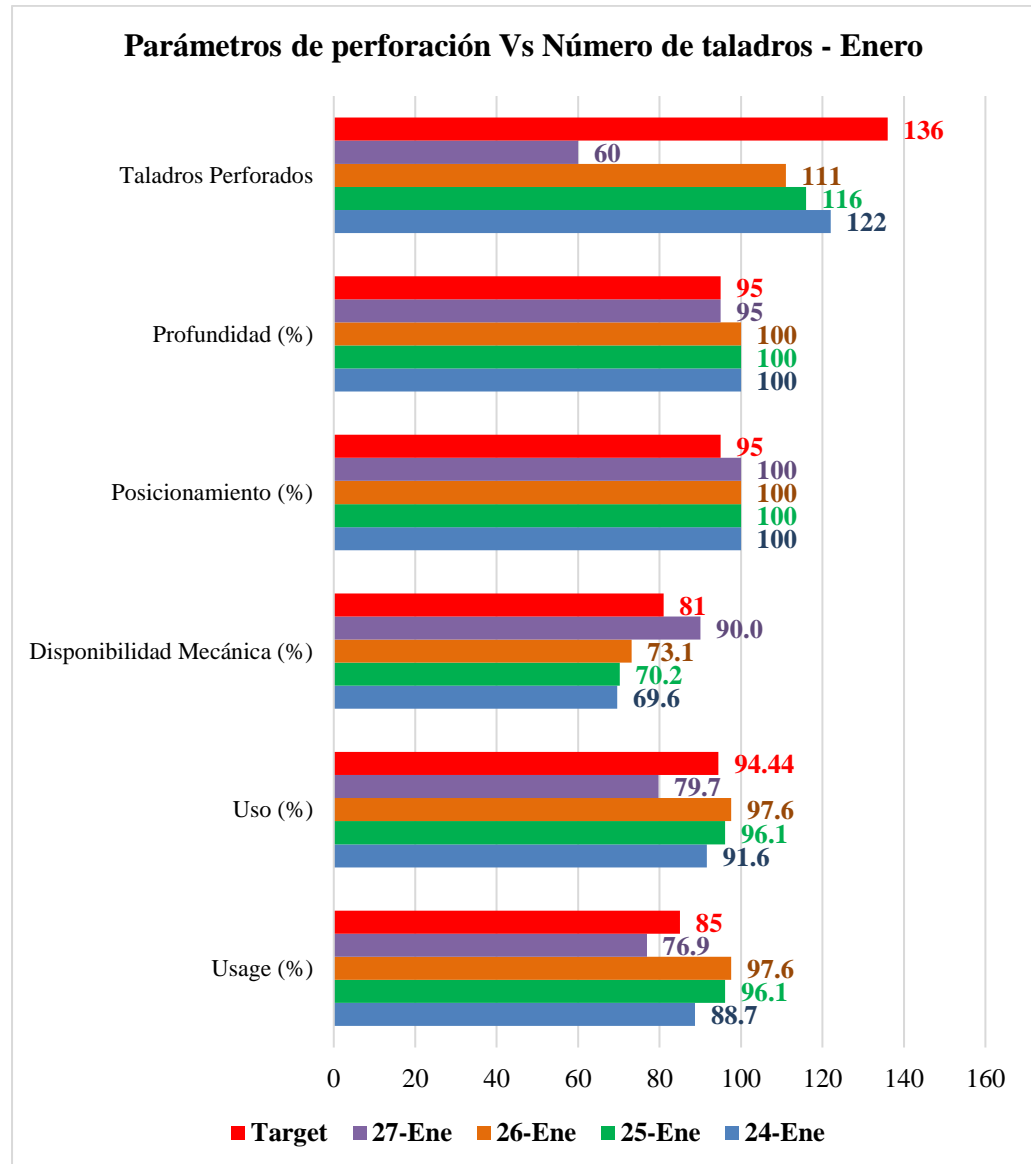
Caracterización de los parámetros de Perforación – enero 2020

INDICADORES	Target enero 2020	24-Ene	25-Ene	26-Ene	27-Ene
Usage (%)	85	88.7	96.1	97.6	76.9
Uso (%)	94.44	91.6	96.1	97.6	79.7
Disponibilidad Mecánica (%)	81	69.6	70.2	73.1	90.0
Posicionamiento (%)	95	100	100	100	100
Profundidad (%)	95	100	100	100	95
Taladros Perforados	136	122	116	111	60

Fuente: Datos de Campo.

Figura 7

Gráfico comparativo de los parámetros de Perforación Vs Target - enero



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 07 se evidencia que en los parámetros de disponibilidad mecánica y uso no se llegó a la meta según el target programado, lo cual influyo en la producción de taladros ya que la meta establecida fue de 136, siendo el día 27 de enero el que menor producción genero con una diferencia de 76 taladros.

3.1.2. Parámetros de Perforación – Mes Febrero

En el mes de febrero se analizaron los valores porcentuales de los parámetros de perforación durante los días 15, 16 y 17, incluyendo el target estimado para cada uno de ellos.

Tabla 6

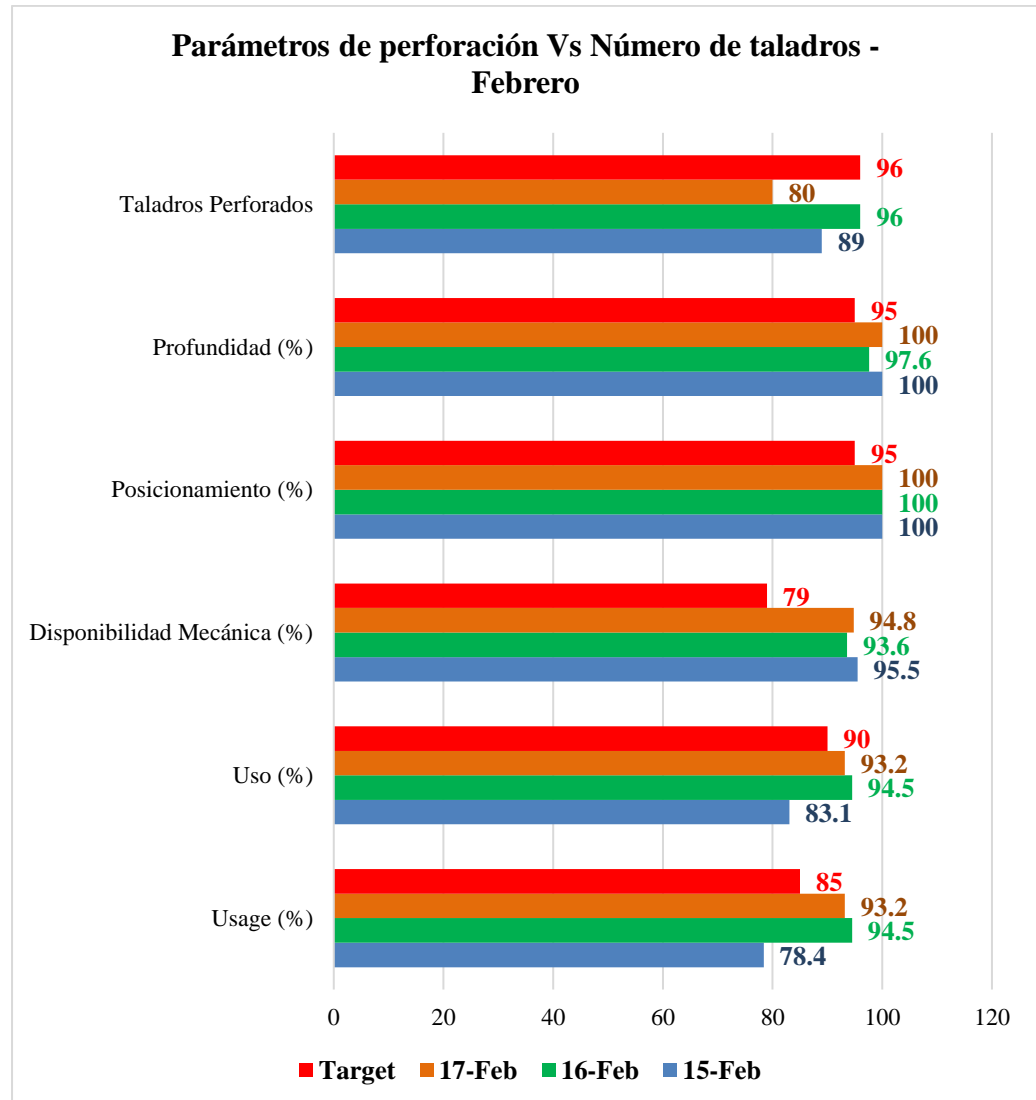
Caracterización de los parámetros de Perforación – febrero

INDICADORES	Target febrero 2020	15-Feb	16-Feb	17-Feb
Usage (%)	85	78.4	94.5	93.2
Uso (%)	90	83.1	94.5	93.2
Disponibilidad Mecánica (%)	79	95.5	93.6	94.8
Posicionamiento (%)	95	100	100	100
Profundidad (%)	95	100	97.6	100
Taladros Perforados	96	89	96	80

Fuente: Datos de Campo.

Figura 8

Gráfico comparativo de los parámetros de Perforación Vs Target - febrero



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 08 se evidencia que en los parámetros de usage y uso no se llegó a la meta según el target programado, lo cual influyo en la producción de taladros ya que la meta establecida fue de 96, siendo el día 17 de febrero el que menor producción genero con una diferencia de 16 taladros.

3.1.3. Parámetros de Perforación – Mes Abril

En el mes de abril se analizaron los valores porcentuales de los parámetros de perforación durante los días 09, 10 y 11, incluyendo el target estimado para cada uno de ellos.

Tabla 7

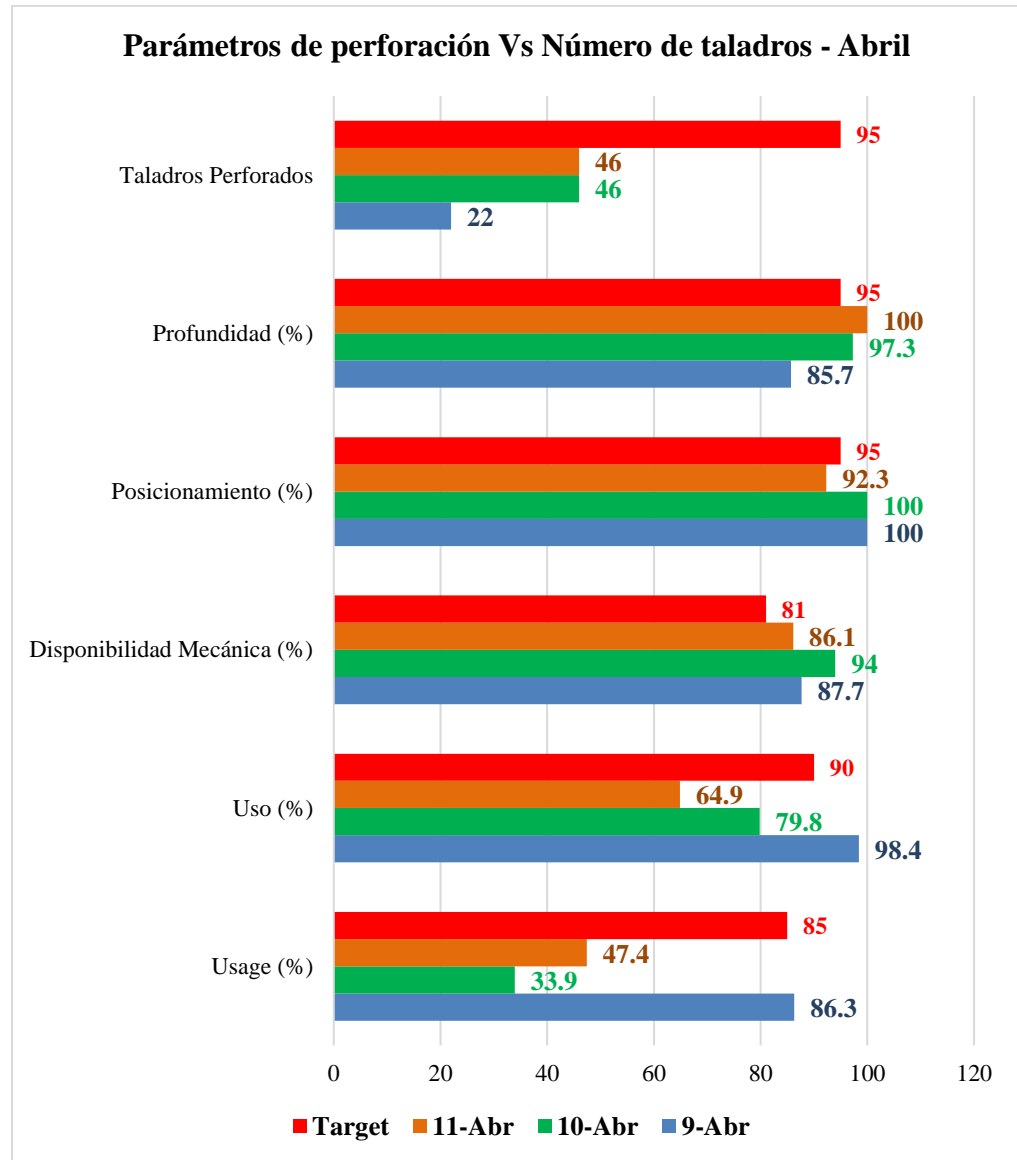
Caracterización de los parámetros de Perforación – abril

INDICADORES	Target abril 2020	9-Abr	10-Abr	11-Abr
Usage (%)	85	86.3	33.9	47.4
Uso (%)	90	98.4	79.8	64.9
Disponibilidad Mecánica (%)	81	87.7	94	86.1
Posicionamiento (%)	95	100	100	92.3
Profundidad (%)	95	85.7	97.3	100
Taladros Perforados	95	22	46	46

Fuente: Datos de Campo.

Figura 9

Gráfico comparativo de los parámetros de Perforación Vs Target – abril



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 09 se evidencia que en los parámetros de usage y uso no se llegó a la meta según el target programado, lo cual influyo en la producción de taladros ya que la meta establecida fue de 95, siendo el día 09 de abril el que menor producción genero con una diferencia significativa de 74 taladros.

3.1.4. Parámetros de Perforación – Mes Septiembre

En el mes de septiembre se analizaron los valores porcentuales de los parámetros de perforación durante los días 16, 17, 18 y 19, incluyendo el target estimado para cada uno de ellos.

Tabla 8

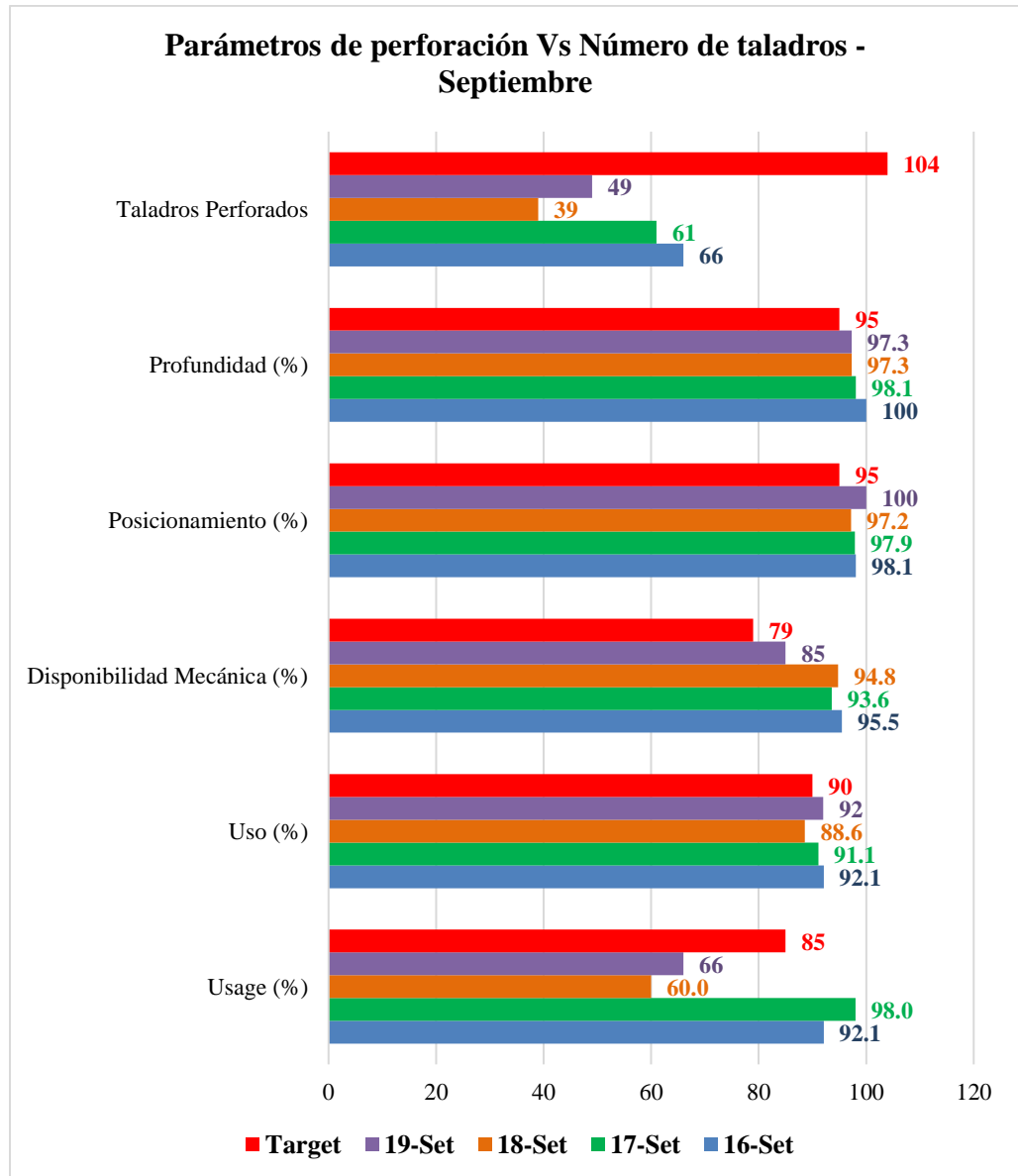
Caracterización de los parámetros de Perforación – septiembre

INDICADORES	Target septiembre 2020	16-Set	17-Set	18-Set	19-Set
Usage (%)	85	92.1	98.0	60.0	66
Uso (%)	90	92.1	91.1	88.6	92
Disponibilidad Mecánica (%)	79	95.5	93.6	94.8	85
Posicionamiento (%)	95	98.1	97.9	97.2	100
Profundidad (%)	95	100	98.1	97.3	97.3
Taladros Perforados	104	66	61	39	49

Fuente: Datos de Campo.

Figura 10

Gráfico comparativo de los parámetros de Perforación Vs Target – septiembre



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 10 se evidencia que en los parámetros de usage y uso no se llegó a la meta según el target programado, lo cual influyo en la producción de taladros ya que la meta establecida fue de 104, siendo el día 18 de septiembre el que menor producción genero con una diferencia significativa de 65 taladros.

3.2. Influencia total e individual de cada parámetro de perforación en la producción de taladros

A continuación, se presenta los resultados de la medición de influencia total e individual de cada parámetro de perforación en la producción de taladros.

3.2.1. Influencia total de los parámetros de perforación en la producción de taladros

Se realizó el análisis estadístico para medir la influencia de los parámetros en forma conjunta con respecto a la producción de taladros.

Tabla 9

Indicadores estadísticos de los parámetros de perforación

Fechas	Usage (%)	Uso (%)	Disp. Mecánica (%)	Posicionamiento (%)	Profundidad (%)	Taladros
24-Ene	88.7	91.6	69.6	100	100	122
25-Ene	96.1	96.1	70.2	100	100	116
26-Ene	97.6	97.6	73.1	100	100	111
27-Ene	76.9	79.7	90.0	100	95	60
15-Feb	78.4	83.1	95.5	100	100	89
16-Feb	94.5	94.5	93.6	100	97.6	96
17-Feb	93.2	93.2	94.8	100	100	80
9-Abr	86.3	98.4	87.7	100	85.7	22
10-Abr	33.9	79.8	94	100	97.3	46
11-Abr	47.4	64.9	86.1	92.3	100	46
16-Set	92.1	92.1	95.5	98.1	100	66
17-Set	98.0	91.1	93.6	97.9	98.1	61
18-Set	60.0	88.6	94.8	97.2	97.3	39
19-Set	66.0	92.0	85.0	100	97.3	49
Mínimo	33.9	64.9	69.6	92.3	85.7	22
Máximo	98.0	98.4	95.5	100.0	100.0	122
Promedio	79.2	88.8	87.4	99.0	97.7	72
Rango	64.1	33.5	25.9	7.7	14.3	100.0
Mediana	87.5	91.8	91.8	100	99.05	64

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 09 se observa que la producción mínima fue de 22 taladros y la máxima de 122 por guardia durante los 4 meses que se consideraron en el periodo de toma de datos. Así mismo los parámetros de perforación que obtuvieron los valores porcentuales más bajos fueron: usaje, uso y disponibilidad mecánica.

Tabla 10

Análisis estadístico de regresión - Parámetros de perforación

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.955544668
Coefficiente de determinación R ²	0.913065612
R ² ajustado	0.858731619
Error típico	11.72696312
Observaciones	14

Fuente: Complemento del excel

Tabla 11

Análisis estadístico de varianza - Parámetros de perforación

Análisis de Varianza					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	5	11555.04097	2311.008195	16.804685	0.000462613
Residuos	8	1100.173311	137.5216639		
Total	13	12655.21429			

Fuente: Complemento del excel

En las tablas 9 y 10 se observa los resultados del análisis estadístico de regresión y correlación, el resultado de este último fue de 0.95, lo cual indica que **al aproximarse a 1** existe **correlación positiva**, es decir, que las variables

se mueven en el mismo sentido, cuando una aumenta la otra también lo hace y viceversa. Si los parámetros de perforación aumentan su valor porcentual la producción de taladros aumentará.

3.2.2. Influencia individual de los parámetros de perforación en la producción de taladros

Se realizó el análisis estadístico para medir la influencia de los parámetros de forma individual con respecto a la producción de taladros.

3.2.2.1. Influencia del Parámetro Usage

Tabla 12

% Usage Vs producción de taladros

FECHAS	USAGE (%)	TALADROS PERFORADOS
24-Ene	88.7	122
25-Ene	96.1	116
26-Ene	97.6	111
27-Ene	76.9	60
15-Feb	78.4	89
16-Feb	94.5	96
17-Feb	93.2	80
9-Abr	86.3	22
10-Abr	33.9	46
11-Abr	47.4	46
16-Set	92.1	66
17-Set	98.0	61
18-Set	60.0	39
19-Set	66.0	49

Fuente: Datos tomados en campo

Tabla 13

Análisis estadístico de regresión - Usage (%)

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.57634483
Coefficiente de determinación R ²	0.33217336
R ² ajustado	0.27652114
Error típico	26.5384771
Observaciones	14

Fuente: Complemento del excel

En la tabla 13 se muestran los resultados del análisis estadístico de correlación y regresión, siendo el coeficiente de correlación 0.57, se considera que no reportan suficiente correlación entre las variables, sin embargo, al ser mayor que 0.5 sigue teniendo influencia en la producción de taladros.

3.2.2.2. Influencia del Parámetro Uso

Tabla 14

% Uso Vs producción de taladros

FECHAS	USO (%)	TALADROS PERFORADOS
24-Ene	91.6	122
25-Ene	96.1	116
26-Ene	97.6	111
27-Ene	79.7	60
15-Feb	83.1	89
16-Feb	94.5	96
17-Feb	93.2	80
9-Abr	98.4	22
10-Abr	79.8	46
11-Abr	64.9	46

16-Set	92.1	66
17-Set	91.1	61
18-Set	88.6	39
19-Set	92.0	49

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15

Análisis estadístico de regresión - Uso (%)

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.3391518
Coefficiente de determinación R ²	0.11502394
R ² ajustado	0.04127594
Error típico	30.5499067
Observaciones	14

Fuente: Complemento del excel

En la tabla 15 se muestran los resultados del análisis estadístico de correlación y regresión, siendo el coeficiente de correlación 0.33, se considera que no reportan suficiente correlación entre las variables.

3.2.2.3. Influencia del Parámetro Disponibilidad Mecánica

Tabla 16

% Disponibilidad Mecánica Vs producción de taladros

FECHAS	DISPONIBILIDAD MECÁNICA (%)	TALADROS PERFORADOS
24-Ene	69.6	122
25-Ene	70.2	116
26-Ene	73.1	111
27-Ene	90.0	60
15-Feb	95.5	89
16-Feb	93.6	96
17-Feb	94.8	80
9-Abr	87.7	22

10-Abr	94	46
11-Abr	86.1	46
16-Set	95.5	66
17-Set	93.6	61
18-Set	94.8	39
19-Set	85.0	49

Fuente: Complemento del excel

Tabla 17

Análisis estadístico de regresión - Disponibilidad Mecánica (%)

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.60454
Coefficiente de determinación R ²	0.36547
R ² ajustado	0.31259
Error típico	25.8685
Observaciones	14

Fuente: Complemento del excel

En la tabla 17 se muestran los resultados del análisis estadístico de correlación y regresión, siendo el coeficiente de correlación 0.60, se considera que, si presenta una correlación positiva entre las variables, lo cual indica que este parámetro influye de forma directa en la producción de taladros.

3.2.2.4. Influencia del Parámetro Posicionamiento

Tabla 18

% Posicionamiento Vs producción de taladros

FECHAS	POSICIONAMIENTO (%)	TALADROS PERFORADOS
24-Ene	100	122
25-Ene	100	116
26-Ene	100	111

27-Ene	100	60
15-Feb	100	89
16-Feb	100	96
17-Feb	100	80
9-Abr	100	22
10-Abr	100	46
11-Abr	92.3	46
16-Set	98.1	66
17-Set	97.9	61
18-Set	97.2	39
19-Set	100	49

Fuente: Complemento del excel

Tabla 19

Análisis estadístico de regresión - Posicionamiento (%)

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.3690301
Coefficiente de determinación R ²	0.13618322
R ² ajustado	0.06419848
Error típico	30.1824818
Observaciones	14

Fuente: Complemento del excel

En la tabla 19 se muestran los resultados del análisis estadístico de correlación y regresión, siendo el coeficiente de correlación 0.36, se considera que no reportan suficiente correlación entre las variables.

3.2.2.5. Influencia del Parámetro Profundidad

Tabla 20

% Profundidad Vs producción de taladros

FECHAS	PROFUNDIDAD (%)	TALADROS PERFORADOS
24-Ene	100	122
25-Ene	100	116
26-Ene	100	111
27-Ene	95	60

15-Feb	100	89
16-Feb	97.6	96
17-Feb	100	80
9-Abr	85.7	22
10-Abr	97.3	46
11-Abr	100	46
16-Set	100	66
17-Set	98.1	61
18-Set	97.3	39
19-Set	97.3	49

Fuente: Complemento del excel

Tabla 21

Análisis estadístico de regresión - Profundidad (%)

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.61329732
Coefficiente de determinación R ²	0.37613361
R ² ajustado	0.32414474
Error típico	25.6501509
Observaciones	14

Fuente: Complemento del excel

En la tabla 21 se muestran los resultados del análisis estadístico de correlación y regresión, siendo el coeficiente de correlación 0.61, se considera que, si presenta una correlación positiva entre las variables, lo cual indica que este parámetro influye de forma directa en la producción de taladros.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

En el presente estudio de investigación se midió la influencia de los parámetros de perforación en la producción de taladros. En los resultados encontrados del análisis comparativo entre el target programado y los valores porcentuales presentados durante los meses de enero, febrero, abril y septiembre; se observó que los parámetros que tuvieron una significativa variación con respecto al target fueron la disponibilidad mecánica, usage y uso; generando una diferencia de hasta 76 taladros por debajo de la producción programada. Estos parámetros están ligados a los tiempos de paradas inoperativas, generalmente por equipo malogrado, en los informes de Dispatch se especificó que las perforadoras Pit Viper tuvieron periodos de paradas entre 8 a 10 horas, lo cual se debe a una mala ejecución del plan mantenimiento preventivo esto impide llegar al target y perjudica la producción de las perforadoras.

Estos resultados permiten apoyar lo señalado por Osorio (2016) en su trabajo de investigación “Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la perforadora diamantina Superdrill H600 de la empresa MAQPOWER S.A.C.” se basa en la necesidad de diseñar un plan de mantenimiento preventivo en una de las máquinas que conforma el sistema productivo de la empresa, que se dedica a extraer muestras de mineral mediante la perforación. Concluyendo que el diseño plan de mantenimiento preventivo aplicado en los 7 meses se aumentó la disponibilidad mecánica que en promedio es 93.14%, superando a la disponibilidad meta planteada que era en un inicio 92%, además se mejoró el proceso

de mantenimiento por consecuencia se redujo las horas de parada del equipo, llegándose a implementar formato de mantenimiento a las diferentes horas de mantenimiento, así como su respectiva lista de respuestas.

Los resultados del análisis estadístico de regresión y correlación para los parámetros de perforación en forma conjunta obtuvieron un coeficiente de correlación de 0.95, lo cual indica que al aproximarse a 1 existe correlación positiva, es decir, que las variables se mueven en el mismo sentido, cuando una aumenta la otra también lo hace y viceversa. Si los parámetros de perforación aumentan su valor porcentual la producción de taladros aumentará. Para el parámetro Usage el coeficiente de correlación fue 0.57, se considera que no reportan suficiente correlación entre las variables, sin embargo, al ser mayor que 0.5 sigue teniendo influencia en la producción de taladros. Los parámetros uso y posicionamiento presentaron un coeficiente de 0.33 y 0.36 respectivamente, por lo tanto, se considera que no reportan suficiente correlación entre las variables. Por el contrario, para los parámetros disponibilidad mecánica y profundidad se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.60 y 0.11 respectivamente, esto indica que influyen directamente en la variable producción de taladros.

Relacionando todos los resultados se identifica que el parámetro de disponibilidad mecánica es el que presentó gran variación con el target programado y mediante el análisis estadístico se determinó que tiene una correlación positiva con la producción de taladros, por lo tanto, este parámetro es el que influye directamente y del cual depende mejorar la producción de las perforadoras. Si se mejora la disponibilidad

mecánica se aumentará la producción de taladros. Estos resultados permiten apoyar lo señalado por Según Osorio (2020), en su tesis “Propuesta técnica para implementar un plan de mantenimiento preventivo de la perforadora Jumbo Troidon 55XP para mejorar su disponibilidad en una mina subterránea para el año 2020”, tiene como objetivo de mejorar la disponibilidad de la perforadora Jumbo Troidon 55XP proponiendo la implementación del mantenimiento preventivo de dicha perforadora para su utilización en una mina subterránea debido a que en la empresa Lincuna S.A.C. solo se realiza el mantenimiento correctivo. Se concluyo que el plan de mantenimiento preventivo resulto de forma correcta y con el tiempo apropiado. Se está previniendo las fallas antes que se presenten inesperadamente, evitando que la disponibilidad mecánica se vea afectada. Se supera al promedio del año 2018 (61%) llegando alcanzar 89% de disponibilidad mecánica para el año 2020.

4.2 Conclusiones

Se realizó el análisis de los parámetros de perforación: usaje, uso, disponibilidad mecánica, posicionamiento y profundidad presentados durante los meses de enero, febrero, abril y septiembre. Los parámetros que tuvieron una significativa variación con respecto al target fueron la disponibilidad mecánica, usaje y uso; generando una diferencia de hasta 76 taladros por debajo de la producción programada. Estos parámetros están ligados a los tiempos de paradas inoperativas, generalmente por equipo malogrado, en los informes de Dispatch se especificó que las perforadoras Pit Viper tuvieron periodos de paradas entre 8 a 10 horas.

Se midió la influencia total de cada parámetro de perforación en la producción de taladros, haciendo uso de fórmulas estadísticas. El análisis estadístico de regresión y correlación para los parámetros de perforación en forma conjunta obtuvieron un coeficiente de correlación de 0.95, lo cual indica que al aproximarse a 1 existe correlación positiva, es decir, que las variables se mueven en el mismo sentido, cuando una aumenta la otra también lo hace y viceversa. Si los parámetros de perforación aumentan su valor porcentual la producción de taladros aumentará.

Se midió la influencia individual de cada parámetro de perforación en la producción de taladros, haciendo uso de fórmulas estadísticas. En el análisis estadístico de los parámetros de perforación el parámetro Usage tuvo un coeficiente de correlación fue 0.57, se considera que no reporta suficiente correlación entre las variables, sin embargo, al ser mayor que 0.5 sigue teniendo influencia en la producción de taladros. Los parámetros uso y posicionamiento presentaron un coeficiente de 0.33 y 0.36 respectivamente, por lo tanto, se considera que no reportan suficiente correlación

entre las variables. Por el contrario, para los parámetros disponibilidad mecánica y profundidad se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.60 y 0.11 respectivamente, esto indica que influyen directamente en la variable producción de taladros.

REFERENCIAS

- Barzola, F. (2019). *"Optimización de los estándares de perforación y voladura en la reducción de costos operativos en el cruce XC 10654-NW (GAL 10602-N), empresa especializada Mincotrall S.R.L- Minera Aurífera Retamas S.A"*. (tesis pre grado). Universidad Continental. Huacayo, Perú.
- Cáceres, I. (2017). *"Optimización de la perforación y voladura con nuevo diseño de malla en el cruce 10014 de la empresa minera Marsa"*. (tesis pre grado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Cáceres, R. (2012). *"Aplicación de alta precisión en la perforación de mallas de producción en Cia. Minera Yanacocha SRL."*. (tesis pre grado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
- Calderón, M. (2015). *"Optimización de las prácticas de perforación y voladura en el avance y producción de la minería de mediana escala (Unidad Minera Macdesa)"*. (tesis pre grado). Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú.
- Calispa, C. & Villegas, F. (2013). *"Análisis Técnico para la optimización de los parámetros y variables de perforación en la Cuenca Oriente"*. (tesis pre grado). Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.

Hernández, Fernández & Baptista (2012). “*Tesis de investigación – Investigación No experimental*”, recuperado de: [http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2012/12/disenos-no-experimentales-segun.html#:~:text=Dise%C3%B1os%20no%20experimentales.-,Seg%C3%BAn%20Hernandez%2C%20fernandez%20y%20Baptista.,realiza%20sin%20manipular%20deliberadamente%20variables.&text=Lo%20que%20hacemos%20en%20la,se%C3%B1ala%20Kerlinger%20\(1979%2C%20p.](http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2012/12/disenos-no-experimentales-segun.html#:~:text=Dise%C3%B1os%20no%20experimentales.-,Seg%C3%BAn%20Hernandez%2C%20fernandez%20y%20Baptista.,realiza%20sin%20manipular%20deliberadamente%20variables.&text=Lo%20que%20hacemos%20en%20la,se%C3%B1ala%20Kerlinger%20(1979%2C%20p.)

Garrido, J. (2015). “*Mejora y control de estándares en perforación y voladura para la reducción del costo en mina ANIMON*”. (tesis pre grado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.

Murillo, W. (2008). “*La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica*”, recuperado de: <file:///C:/Users/51930/Downloads/538-Texto%20del%20art%C3%ADculo-848-2-10-20120803.pdf>

Osorio, R. (2016). “*Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la perforadora diamantina Superdrill H600 de la empresa MAQPOWER S.A.C.*”. (tesis pre grado). Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú.

Osorio, E. (2020). *“Propuesta técnica para implementar un plan de mantenimiento preventivo de la perforadora Jumbo Troidon 55XP para mejorar su disponibilidad en una mina subterránea para el año 2020”*. (tesis pre grado). Universidad Tecnológica del Perú. Lima, Perú.

Salas, L. (2013). *“Estudio de kpis en los equipos de perforación, carguío y acarreo para el incremento de la producción de 3000 a 3600 tm/día en la mina Pallancata - Hochschild Mining”*. (tesis pre grado). Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú.

Sampieri, R. H., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.*
<https://doi.org/https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>

Vargas, R. (2009). *“La Investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica”*. Vol. (33), p.161.

ANEXOS

Anexo N° 01: Carta de estabilidad de la Perforadora PV 271

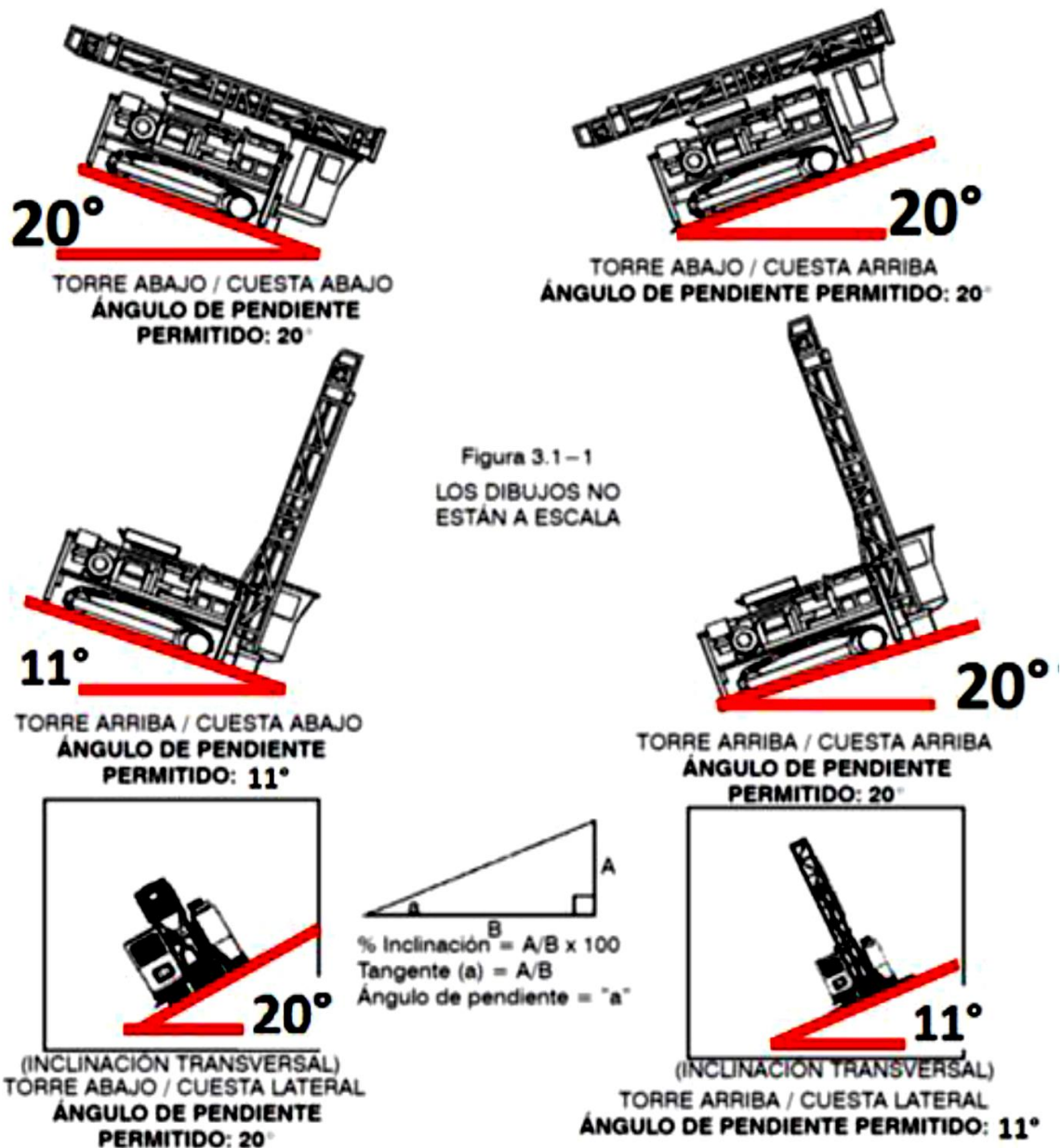
CARTA DE ESTABILIDAD / GRADEABILIDAD 271SP



$\%Grado = A/B \times 100$
Tangente = A/B

Fuente: PETS de Perforación.

Anexo N° 02: Carta de estabilidad de la Perforadora DML



Fuente: PETS de Perforación.

Anexo N° 03: Fotografías de campo.



Foto 01: Perforadora DML en área de perforación.



Foto 02: Tesista Miguel Leal junto a la Perforadora Pit Viper en área de perforación.



Foto 03: Tesista Jhon Ramírez junto a la Perforadora Pit Viper en área de perforación.



Foto 04: Tesista Miguel Leal coordinando en el área de perforación.