

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA



TESIS

**“EVALUACIÓN DE LOS TIEMPOS DE PERFORACIÓN Y SU
RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD DE UN EQUIPO DE
PERFORACIÓN TIPO JUMBO”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

**ELABORADO POR
LOLO MARTIN PESANTES LEÓN**

**ASESOR
MBA.ING.HENRY MAMFREDO ZAMBRANA FLORES**

LIMA-PERU

2023

Dedicatoria

Dedico esta tesis a Dios, por iluminar día a día mi camino. A mis padres, esposa e hija por el apoyo incondicional para lograr mis objetivos en mi camino profesional, a mis asesores el Ingeniero José Corimanya y al Ingeniero Henry Zambrana por el apoyo incondicional a su paciencia para asesorarme, al Ingeniero Augusto Tevez que de manera amable compartió sus conocimientos y consejos para que este trabajo se haga realidad y al doctor Alipio Ordoñez por su apoyo y consejos para la mejora continua.

RESUMEN

El trabajo de investigación tiene como objetivo principal el relacionar la evaluación de la productividad con el tiempo neto de perforación y el tiempo en mantenimiento de un equipo de perforación tipo jumbo y así responder a la siguiente interrogante. ¿Cómo influye los tiempos de perforación en la productividad de un equipo de perforación tipo jumbo?

La investigación es de tipo cuantitativa, de alcance descriptiva y de diseño no experimental.

La hipótesis que se tiene en la presente investigación es lograr demostrar la existencia de la relación entre la productividad (rendimiento del equipo de perforación), con los tiempos de perforación y mantenimiento.

Se utilizó el software SPSS para el análisis estadístico de nuestras variables independientes y dependientes, expuestas en las dos hipótesis específicas, teniendo como conclusiones que solo la segunda hipótesis específica aceptada.

También se utilizó el método analítico y sintético para alcanzar los objetivos trazados en este estudio.

Se tuvo en cuenta que Los días 18, 19, 20 de septiembre y el día 22 de octubre del 2018 el equipo simba se encontraba en mantenimiento por fallas mecánicas por lo que esos tiempos alcanzaron los máximos disponibles y consecuentemente la productividad en la perforación alcanza el valor “0”.

Palabras claves: performance, productividad, tiempo operativo, utilización, disponibilidad, jumbo.

ABSTRACT

The main objective of the research work is to relate the evaluation of productivity with the net drilling time and the maintenance time of a jumbo type drilling equipment and thus answer the following question. How does the evaluation of drilling times influence the productivity of a jumbo drilling rig?

The research is quantitative, descriptive in scope and non-experimental design.

The hypothesis that is held in the present investigation is to demonstrate the existence of the relationship between productivity (performance of the drilling equipment), with drilling and maintenance times.

The SPSS software was used for the statistical analysis of our independent and dependent variables, exposed in the two specific hypotheses, having as conclusions that only the second specific hypothesis was accepted.

The analytical and synthetic method was also used to achieve the objectives outlined in this study.

It was taken into account that on September 18, 19, 20 and October 22, 2018, the imba was undergoing maintenance due to mechanical failures, so those times reached the maximum available and consequently the drilling productivity reaches the value "0".

Keywords: performance, productivity, operating time, utilization, availability, jumbo.

PRÓLOGO

La presente tesis tiene como objetivo ser de ayuda y guía para los futuros profesionales.

En los capítulos siguientes conocerán la problemática de la unidad minera en estudio, el método de perforación, el objeto de estudio que es la perforadora H1254 Atlas Copco, así como las variables dependientes e independientes que servirán para el análisis sobre la problemática a solucionar.

En la presente tesis se realizó un análisis estadístico de las variables para poder demostrar matemáticamente su relación y servir como guía para la toma de decisiones como por ejemplo el reemplazo de un equipo de perforación.

Cabe aclarar que esta tesis servirá como guía para la toma de decisiones si se tiene las mismas variables en otras unidades mineras.

ÍNDICE

DEDICATORIA

RESUMEN	III
ABSTRACT	V
PRÓLOGO	VI
ÍNDICE	VII
INDICE DE TABLAS	XII
INDICE DE FIGURAS	XIV
CAPÍTULO I	1
1.1 GENERALIDADES	1
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
<i>1.2.1 Problema General</i>	<i>4</i>
<i>1.2.2 Problemas Específicos</i>	<i>5</i>
1.3 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	6
<i>1.3.1 Alcance</i>	<i>6</i>
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	6
<i>1.4.1 Justificación</i>	<i>6</i>
<i>1.4.2 Importancia</i>	<i>6</i>
1.5 OBJETIVOS DEL ESTUDIO	7
<i>1.5.1 Objetivo General</i>	<i>7</i>
<i>1.5.2 Objetivos Específicos</i>	<i>7</i>

1.6 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	7
1.6.1 <i>Antecedentes Internacionales</i>	7
1.6.2 <i>Antecedentes Nacionales</i>	10
CAPÍTULO II	14
2.1 MARCO TEÓRICO	14
2.2 MARCO CONCEPTUAL	16
2.2.1 <i>TT: Tiempo Total</i>	17
2.2.2 <i>TD: Tiempo Disponible</i>	17
2.2.3 <i>TM: Tiempo de Mantenimiento</i>	17
2.2.4 <i>TM pl : Tiempo de Mantenimiento Planificado</i>	17
2.2.5 <i>TM x fa: Tiempo sin Operar por Fallas</i>	17
2.2.6 <i>TO: Tiempo Operativo</i>	17
2.2.7 <i>TDO: Tiempo de Demoras Operativas</i>	18
2.2.8 <i>TDO planificadas:</i>	18
2.2.9 <i>TDO x interferencias:</i>	18
2.2.10 <i>KPI:</i>	18
2.2.11 <i>Labor:</i>	18
2.2.12 <i>Horómetro:</i>	19
2.2.13 <i>Velocidad de Penetración:</i>	19
2.2.14 <i>Velocidad de Perforación:</i>	19
2.2.15 <i>Avance:</i>	19

2.2.16	<i>Turno:</i>	20
2.2.17	<i>Productividad:</i>	20
2.2.18	<i>Rendimiento:</i>	20
2.2.19	<i>Disponibilidad:</i>	20
2.2.20	<i>Mantenimiento:</i>	21
2.2.21	<i>Utilización:</i>	21
2.2.22	<i>Demoras Operacionales:</i>	21
2.2.23	<i>Correlación y Regresión</i>	22
2.2.24	<i>Coefficiente de determinación</i>	24
CAPÍTULO III		31
3.1	HIPÓTESIS	31
3.1.1	<i>Hipótesis General</i>	31
3.1.2	<i>Hipótesis Específicas</i>	31
3.2	VARIABLES	32
3.2.1	<i>Variable Dependiente (Y)</i>	32
3.3	INDICADORES	32
3.3.1	<i>Indicadores de variable dependiente(Y)</i>	32
3.3.2	<i>Indicadores variable independiente(X)</i>	32
CAPÍTULO IV		33
4.1	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Y TIPOS DE ESTUDIO	33
4.1.1	<i>Diseño de Investigación</i>	33

4.1.2	<i>Tipo y nivel de Investigación</i>	33
4.1.3	<i>Métodos de Investigación</i>	34
4.2	UNIDAD DE ANÁLISIS	35
4.2.1	<i>Taladros Largos</i>	35
4.2.2	<i>Proceso de la Perforación</i>	36
4.3	POBLACIÓN DE ESTUDIO Y MUESTRA NECESARIA	43
4.3.1	<i>Tamaño de la muestra:</i>	43
4.3.2	<i>Ubicación-Acceso.</i>	45
4.3.3	<i>Accesibilidad</i>	45
4.3.4	<i>Plano de Ubicación y Accesibilidad</i>	46
4.3.5	<i>Climatología.</i>	47
4.3.6	<i>Rasgos Fisiográficos.</i>	47
4.3.7	<i>Geología Regional.</i>	48
4.3.8	<i>Geología Local.</i>	48
4.3.9	<i>Rasgos Estratigráficos.</i>	49
4.4	REGISTRO DE INFORMACIÓN	50
4.4.1	<i>Técnicas de Recolección de datos</i>	50
4.4.2	<i>Instrumentos de recolección de datos</i>	53
CAPÍTULO V		54
5.1	PRUEBA DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1	57
5.2	PRUEBA DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2	60

5.3 PRUEBA DE LA HIPÓTESIS GENERAL	62
CAPÍTULO VI	65
CONCLUSIONES	68
RECOMENDACIONES	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

ANEXOS

ANEXO A: MATRIZ DE CONSISTENCIA.

ANEXO B: TABLAS DE TIEMPOS POR DÍAS TRABAJADOS.

ANEXO C: TABLA DETALLA DEL DÍA 1 AL DÍA 12.

ANEXO D: TABLA DETALLA DEL DÍA 13 AL DÍA 24.

ANEXO E: RESUMEN DE TIEMPOS DE LOS 24 DÍAS DE REGISTRO DE DATOS.

ANEXO F: TABLA DE DISTRIBUCIÓN F.

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de Hipótesis y Estadísticos de Prueba, para la Correlación Entre las Variables de Interés.....	25
Tabla 2 Tipos de Hipótesis y Estadísticos de Prueba Para la Regresión Entre las Variables de Interés.....	26
Tabla 3 Criterios de Aceptación y Rechazo Para una Regresión Lineal Simple Sin Intercepto.....	28
Tabla 4 Forma General de la Tabla Anova que Reporta el SPSS.....	28
Tabla 5 Tamaños de Muestra para Varios Valores de “r0”.....	44
Tabla 6 Tabla General de Tiempos.....	51
Tabla 7 Resumen de Tiempos de los 24 Días de Trabajo.....	52
Tabla 8 Datos Transformados Para Implementar las Hipótesis Estadísticas.....	55
Tabla 9 Matriz de Correlaciones de las Variables de Interés.....	56
Tabla 10 Regresión Lineal Simple Entre la Velocidad de Perforación Versus el Tiempo Operativo.....	58
Tabla 11 Tabla de Análisis de Varianza de la Velocidad de Perforación Versus el Tiempo Operativo (ANOVA ^a).....	59
Tabla 12 Regresión Lineal Simple Entre la Productividad y el Tiempo Neto de Perforación.....	61
Tabla 13 Tabla de Análisis de Varianza de la Productividad de Perforación (Y), Versus el Tiempo Neto de Perforación (X) (ANOVA ^a).....	61

Tabla 14 Regresión Lineal Simple Entre la Productividad y el Tiempo Neto de Perforación.	63
Tabla 15 Tabla de Análisis de Varianza de la Productividad de Perforación (Y), Versus el Tiempo Neto de Perforación (X) (ANOVA ^a).	63

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Distribución de Tiempos. _____	16
Figura 2 Desviaciones Respecto a la Línea de Regresión Estimada. . _____	23
Figura 3 Comportamiento Normal de "y" En Cada Punto "x" _____	25
Figura 4 Prueba de Hipótesis de Una Cola para Distribución F. _____	29
Figura 5 Equipo de Perforación Rocket Boomer 282. _____	37
Figura 6 Perforación del Equipo SIMBA H12154. _____	38
Figura 7 Columna de Perforación. _____	39
Figura 9 Shank _____	40
Figura 8 Broca Retráctil. _____	40
Figura 10 Barras SP de 5 Pies. _____	40
Figura 11 Perforación Positiva y Negativa. _____	41
Figura 12 Sección del Eje 01. _____	42
Figura 13 Plano de Ubicación de la Compañía Minera Condestable. _____	46
Figura 14 Diagramas de Dispersión de las Variables de Interés. _____	57

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

El presente estudio evalúa la relación de los tiempos operativos vs rendimiento y los tiempos en mantenimiento vs utilización del H1254 Atlas Copco.

El presente trabajo se basa en la medición de tiempos de un equipo el cual es utilizado para la perforación en un método llamado taladros largos que es un método de bajo costo y alto rendimiento.

En el año 2018 se evaluó durante 24 días (288 horas) la perforación mediante el uso de Taladros Largos de un equipo de perforación tipo jumbo durante el turno día.

Los datos recogidos se registraron en una base de datos donde de manera cuidadosa se clasificó los tiempos, para la extracción de los tiempos disponibles y tiempos en mantenimiento y así poder utilizar y centrar mejor el análisis de las variables de estudio.

La investigación es de tipo cuantitativa y de diseño no experimental, además tiene un alcance correlacional porque estamos tratando de relacionar las variables

independientes que son los tiempos, con la variable dependiente para obtener un mejor rendimiento del equipo, dicho rendimiento se midió en metros perforados por hora (m/h).

La investigación se inicia con la toma de tiempos de 24 días de los cuales, 20 días fueron para registro de datos en el campo (que fueron los días que el equipo estuvo en labor), los otros 4 días no se toman en cuenta para el análisis en el programa SPSS porque son días que el equipo se encontró en mantenimiento ya sea programado como no programado.

La investigación se desarrolló de la siguiente manera:

Capítulo I, se refiere a la **introducción**, las generalidades, descripción del problema de investigación, objetivos tanto general como específicos y los antecedentes investigativos.

Capítulo II, el **marco teórico** que abarca la búsqueda de información en libros, revistas, etc. relacionados directa e indirectamente con la investigación y el **marco conceptual**, que describen o analizan los principales conceptos que se utilizan en la presente investigación.

Capítulo III, se mostrará la **hipótesis general y la hipótesis específicas** además de la operacionalización de las variables.

Capítulo IV, se refiere a la **metodología de la investigación**, que abarca el alcance, tipo y diseño de la investigación y la unidad de análisis.

Capítulo V, refiere al **desarrollo del presente trabajo de investigación**, donde incluye el análisis estadístico mediante el uso del programa SPSS para determinar la relación de las variables.

Capítulo VI, se refiere al **análisis y discusión de resultados** del trabajo de investigación.

Las **conclusiones y recomendaciones** del trabajo de investigación.

1.2 Descripción del Problema de Investigación

1.2.1 Problema General

El ciclo de explotación de tajeos por taladros largos se inicia con la preparación y acondicionamiento de los subniveles de donde se iniciará la perforación, una vez perforado los taladros se realizará la chimenea “Slot” o cara libre para luego empezar con el carguío de explosivo y la voladura. Una vez fragmentado el mineral se extraerá para su proceso de concentración y posterior venta.

Como se mencionó el producto de este ciclo es el mineral fragmentado el cual requiere tener las condiciones necesarias para su mayor concentración (Chancado – Molienda – Flotación – Filtración – Espesamiento). Las condiciones que se requiere constan de una fragmentación ideal (Parámetro necesario para el correcto chancado primario) y de una ley promedio mayor a la ley de cabeza requerida por planta concentradora.

Para llegar a mantener las condiciones se requiere que en la explotación no se tengan gran cantidad de bancos y que no se diluya el mineral fragmentando caja techo o caja piso de baja ley.

Es allí donde radica la importancia de una correcta perforación y de una adecuada voladura, la primera es parte fundamental de la segunda ya que una incorrecta perforación conlleva errores en la distribución de explosivos en los taladros y como consecuencia de esto una mala fragmentación y dilución del mineral.

Es por ello por lo que, si tenemos un equipo en buenas condiciones para la perforación, tendremos una mejora en los taladros y en la productividad, ya que se tendrá mayor tiempo de perforación y una mayor cantidad de mineral a explotar.

En este capítulo se analizará los tiempos disponibles (tiempo operativo y tiempo de demoras operativas) así como el tiempo de mantenimiento de un equipo de perforación tipo jumbo.

Dichos tiempos pueden ser observados en los Anexos C y D donde se podrá ver el detalle de los 24 días de trabajo (288 horas).

Enunciado del Problema General:

¿Cómo influye los tiempos de perforación en la productividad de un equipo de perforación tipo jumbo?

1.2.2 Problemas Específicos

1.2.2.1 Problema Específico 1

¿Qué relación tiene la velocidad de perforación con el tiempo operativo de perforación de un equipo de perforación tipo jumbo?

1.2.2.2 Problema Específico 2

¿Qué relación tiene el porcentaje de utilización con el tiempo en mantenimiento de un equipo de perforación tipo jumbo?

1.3 Alcance de la Investigación

1.3.1 Alcance

El trabajo de investigación tiene un alcance correlacional porque estamos tratando relacionar las variables independientes que son los tiempos de perforación y en mantenimiento con la variable dependiente que es la productividad.

1.4 Justificación e Importancia de la Investigación

1.4.1 Justificación

El presente estudio de investigación se justifica técnicamente ya que se trata de demostrar la existencia de una relación entre la productividad y el rendimiento de un equipo más aún si este equipo de perforación tiene constantes paradas, teniendo en cuenta que cada vez que se trabaja y un equipo no está funcionando bien, decimos que las constantes paradas es la causa de una baja productividad y rendimiento. El presente trabajo servirá como referencia y guía a estudiantes y profesionales, dedicados a la perforación con equipos tipo jumbo para la toma de decisiones ante escenarios similares.

1.4.2 Importancia

Al contar con este estudio tendremos una metodología a utilizar para la toma de decisiones en la compra de un equipo de perforación dado que se tendrá una variable a tomar en cuenta como la relación entre rendimiento y el tiempo de operación y el tiempo en mantenimiento.

1.5 Objetivos del Estudio

1.5.1 Objetivo General

Relacionar la productividad con los tiempos de perforación de un equipo tipo jumbo.

1.5.2 Objetivos Específicos

1.5.2.1 Objetivo Específico 1

Relacionar la productividad en metros perforados por hora con el tiempo operativo de perforación de un equipo de perforación tipo jumbo.

1.5.2.2 Objetivo Específico 2

Relacionar el porcentaje de utilización con el tiempo en mantenimiento de un equipo de perforación tipo jumbo.

1.6 Antecedentes Investigativos

1.6.1 Antecedentes Internacionales

1.6.1.1 Antecedente Referencial 1

Hernández Magdalena, Juan Francisco, Universidad Nacional Autónoma de México, presento su tesis: “Análisis Técnico-Económico para la sustitución

y mantenimiento del equipo de perforación y rezagado, unidad minera charcas, San Luís de Potosí ,2015.

Objetivo de la tesis: El objetivo de estudio fue llevar a cabo un análisis técnico de los equipos de perforación y rezagado con los que se cuenta actualmente y, a partir de esto, realizar el cálculo de los equipos que harán falta para satisfacer las necesidades futuras de producción en la unidad. Una vez que se ha realizado este cálculo, se hizo un análisis económico para conocer la viabilidad del proyecto. Por último. propone un plan de mantenimiento, tanto para los equipos actuales como para los propuestos, todo ello con el fin de hacer más eficiente el proceso productivo.

Sujeto de estudio: 8 perforadoras y 9 cargadores frontales.

Metodología: El reemplazo de equipo es una actividad que toda empresa lleva a cabo en algún momento, aunque en la mayoría de los casos se realiza de manera empírica, es decir que el personal encargado de hacer estos reemplazos, lo hacen basados en su experiencia. En muchas de las industrias esta práctica ha generado que se tengan equipos con características que son insuficientes para satisfacer las necesidades de la operación.

Es por ello que el señor Hernández desarrolla un análisis técnico de los equipos de perforación y rezagado con los que se contaba en la unidad Charcas, ya que algunos de ellos superan los 20 años de antigüedad, con la información obtenida realizó el cálculo de las unidades que serían requeridas para cumplir con la próxima ampliación en la extracción de la cantidad de mineral a procesar en la unidad. Una vez que realizado el análisis técnico, procedió a la búsqueda de los equipos que mejor se adaptan a las

condiciones actuales de la mina, así como a su ratio de producción. Por otro lado, realizó un estudio de tipo económico para comprobar que el proyecto puede ser ejecutado, esto arrojó resultados bastante positivos para la unidad. Por último, elaboró un plan de mantenimiento, con el fin de mejorar el rendimiento de los equipos tanto nuevos como los ya existentes en la unidad, la propuesta se derivó de la falta de un plan de mantenimiento tipo preventivo, ya que en la actualidad el personal encargado de esta actividad en la unidad solo lleva a cabo reparaciones de tipo correctivo de los equipos.

Conclusiones: Actualmente la unidad Charcas tiene una capacidad de producción de 2000[t/d], laborando con equipos que tienen una antigüedad mayor a los 20 años. Esto se ha sumado a la falta de mantenimiento preventivo dando como resultado que se tengan paros imprevistos en la producción, entorpeciendo con ello los ritmos de producción se vea entorpeciendo. Todo ello se puede resumir en pérdidas económicas para la empresa. Las unidades de perforación y rezagado con los que actualmente se cuenta en la unidad son insuficientes para satisfacer la producción que se requerirá en el próximo año, debido a que la unidad Charcas tiene contemplada una ampliación en la producción, que pasará de 2000[t/d] a 4000[t/d], sin que se tenga algún tipo de plan de reemplazo por parte de la unidad.

El mantenimiento de tipo preventivo es inexistente, sólo se desarrolla el de tipo correctivo para los equipos del interior de la mina. Esto se ha visto reflejado en un incremento de los costos si se les compara con las labores de tipo preventivo.

Análisis Crítico: La tesis contiene un buen aporte metodológico que puede servir como marco referencia en la investigación al trabajar con los tiempos de

perforación y puede usarse como referencia ya que analiza un equipo de perforación Atlas Copco que es un equipo equivalente al que se usó para esta tesis.

1.6.2 Antecedentes Nacionales

1.6.2.1 Antecedente Referencial 1

Olortegui Rojas, Johan Manuel, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo en Perú, presentó su tesis: “Modelo de reemplazo de equipos en minería subterránea para realizar el cambio de las máquinas perforadoras en la empresa minera Santa Bárbara de Trujillo S.A.C – 2018”, 2019.

Objetivo de la Tesis: Determinar el modelo de reemplazo de equipos en minería subterránea para realizar el cambio de las máquinas perforadoras en la empresa minera Santa Bárbara de Trujillo S.A.C – 2018.

Sujeto de estudio: La población para el presente trabajo de investigación está conformado por todas las máquinas perforadoras tipo Jack Legs.

Metodología: El trabajo se centra en el período óptimo de utilización de las máquinas perforadoras en la empresa minera Santa Bárbara de Trujillo S.A.C. Generalmente, en las operaciones mineras subterráneas de pequeña minería, la conservación de la maquinaria se realiza mediante el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo. El primero está basado en intervenciones periódicas según manuales y recomendaciones de los fabricantes y/o según experiencias acumuladas por parte de los usuarios, siempre en función del número total acumulado de las horas efectivas de trabajo de los equipos y sus respectivos sistemas y conjuntos que los

componen. En, algunos centros mineros tienen incluidas algunas actividades predictivas dentro del mantenimiento preventivo; pero es muy conveniente implantar el mantenimiento predictivo como tal. De la misma manera, hay un vacío en la unificación de criterios sobre, la utilización adecuada de los equipos en minería, 33 aunque depende de muchos factores internos y externos de cada empresa nos centraremos en determinar algunos criterios generales de cálculo sobre la vida óptima de un equipo y plantear el reemplazo en el momento oportuno.

Conclusiones: A medida que transcurre el tiempo el equipo disminuye su eficiencia en operación este descenso lleva consigo el descenso económico para la empresa, obligando a la empresa de tener un buen programa de mantenimiento y reparación, siendo necesario reemplazar el equipo en un determinado tiempo.

Análisis Crítico: La tesis contiene un buen aporte metodológico que puede servir en el conocimiento de las diferentes condiciones que se tiene para el reemplazo de un equipo.

1.6.2.2 Antecedente Referencial 2

Bellido Calsina, Antonio, Universidad Nacional del Altiplano en Perú, presentó su tesis: “Rendimiento de Jumbos Sandvik frente a los tiempos Improductivos de perforación de galerías de la contrata AESA. -Unidad Minera San Rafael, 2018.

Objetivo de la Tesis: Determinar el rendimiento de los jumbos Sandvik hidráulicos mediante la evaluación de los tiempos improductivos en la perforación de frentes de galería de la contrata AESA.

Sujeto de estudio: La población para el presente trabajo de investigación está conformado por 4 jumbos Sandvik hidráulicos.

Metodología: El tipo de investigación será descriptivo, en la que se describirá en forma sistemático las características de una población, situación o área de interés. Aquí se recogerá los datos mediante un reporte diario de los operadores del jumbo, sobre la base de una hipótesis o teoría, se expondrá y resumirá la información de manera cuidadosa para poder analizar minuciosamente los resultados a fin de extraer los tiempos improductivos, productivos y poder determinar el rendimiento de los jumbos Sandvik. Se llegará a evaluar el rendimiento de los jumbos Sandvik hidráulicos para luego poder determinar los tiempos improductivos en la perforación de los frentes de galerías y así incrementar el rendimiento de perforación de los jumbos Sandvik.

Conclusiones: Con la determinación de los tiempos improductivos se pudo identificar las horas muertas, dentro de las demoras no productivas tenemos: Esperando frentes de trabajo con 26 % y traslado de equipo o escolta con 8 % ambos con respecto a todas las categorías del tiempo.

Al determinar el rendimiento de los jumbos Sandvik hidráulicos de la contrata AESA., se logra identificar la diferencia de rendimiento de los 04 equipos, jumbo N° 24 logra perforar un promedio de 2,54 frentes/día al mes, dando como resultado el jumbo con menor eficiencia de rendimiento, el jumbo N° 27 logra perforar un promedio de 3,35 frentes/día al mes, logrando ser el jumbo con mayor eficiencia en rendimiento, la diferencia de rendimiento es 0,87 frentes/día.

Análisis Crítico: La tesis contiene un buen aporte metodológico que puede servir para la clasificación en los diferentes tiempos utilizados para la obtención del equipo que tiene mejor rendimiento.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 Marco Teórico

Según Peralta A. (2013). En sus conclusiones indica. Crear o generar key performance indicators “KPIs” indicadores clave de desempeño, aún más confiables, utilizando los datos que se presenta en el siguiente estudio mientras estos datos sean representativos, En su problemática de tiempo neto de perforación según los estudios realizados en promedio es de 06 horas, con el equipo puesto en la labor, preparado y con las conexiones de agua, aire y energía eléctrica, los tiempos de demoras operativas, demoras inevitables, tiempo improductivo, para la mejora se realiza recolectar reportes llenados por los mismos operadores que contienen información relevante como horómetros, ubicación, longitudes de perforación, consumos etc. Los cuales son entregados a mina para su posterior llenado a la base de datos. De la misma forma que en

el caso de los métodos BF-SARC y en función a las velocidades de penetración obtenidas, ahora podremos determinar las velocidades de perforación para avances.

Según Echevarría M. (2 015). En promedio un ciclo tiene 15 horas de pérdidas operativas, valor que representa del orden del 150 % de lo estimado en la etapa de evaluación de la propuesta por parte del contratista. Dentro de este valor, las más significativas y que en definitiva se transforman en un problema los atrasos por las instalación de servicios auxiliares (colocación de redes de aire, agua, drenaje y ventilación), por desplazamientos del personal desde las instalaciones hasta el lugar de trabajo, por averías y/o fallas en los equipos, por falta de información de la condición mecánica de los equipos a la salida del turno que termina, por falta de claridad respecto a la ubicación de los equipos a la salida de los turnos.

Además, Campos M. (2 006). Afirma lo siguiente: La evaluación de los tiempos improductivos durante la etapa de perforación, para prevenir la ocurrencia de eventos no deseados en las áreas operacionales AMA y AMO; Distrito Gas Anaco". Esta investigación consiste en un minucioso análisis de los tiempos improductivos durante la etapa de perforación, ocurrido durante los períodos (2 000 - 2 002) y (2 003 hasta junio del 2 005), el cual permitirá conocer el porcentaje (%) Improductivo, para cada período de estudio, además reducir las causas que originan dichos tiempos no productivos permitiendo así proponer mejoras y posibles soluciones que minimicen los tiempos no productivos, debido a que estos tendrán una injerencia directa en el incremento del costo original planificado del pozo.

2.2 Marco Conceptual

Tomando como referencia los Apuntes de Cátedra: MAQUINAS MINERAS Y SERVICIOS del Ing. Ricardo Vilar (2012) de la facultad de ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy, para la presente tesis se tomó los siguientes conceptos de clasificación de tiempos como se muestra en la Figura 1.

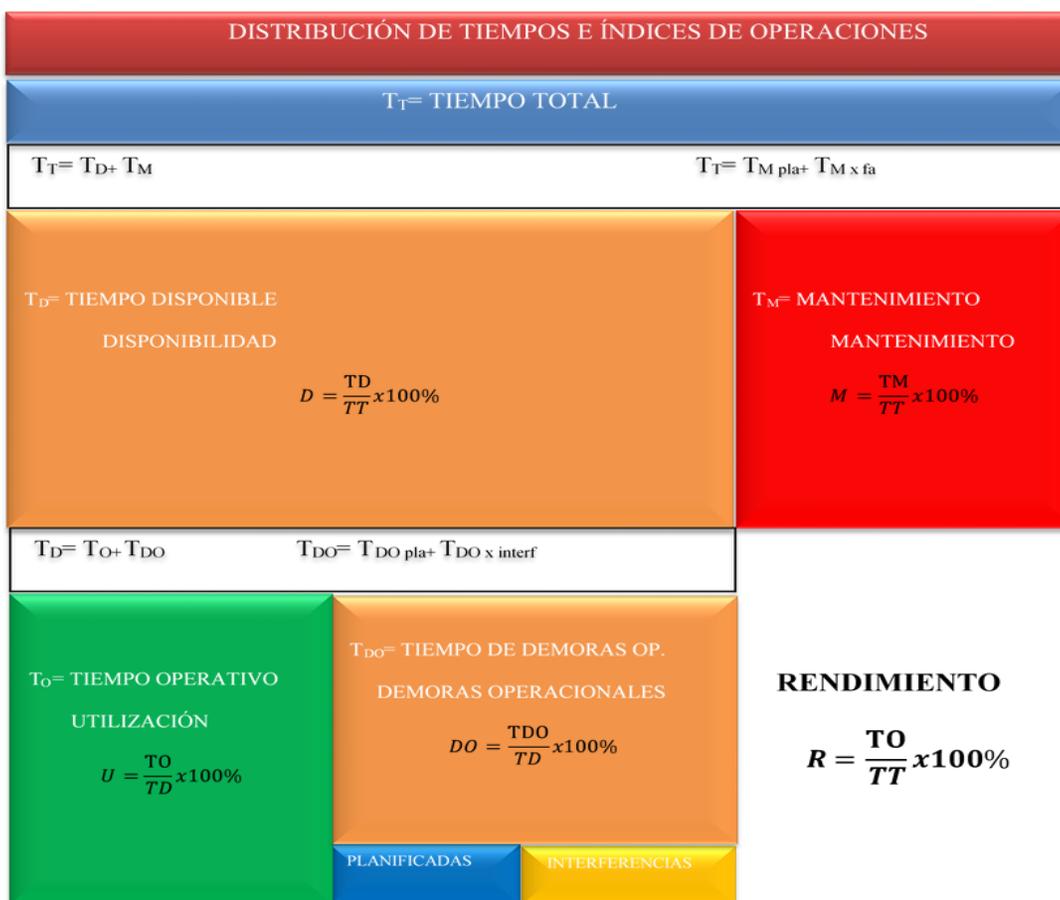


Figura 1 Distribución de Tiempos.

Fuente: Apuntes de Cátedra de Máquinas Mineras y Servicios Ing. Ricardo Vilar. Pag

2.2.1 TT: Tiempo Total

Corresponde al tiempo total o asignado para las operaciones.

2.2.2 TD: Tiempo Disponible

Corresponde al tiempo en que los equipos o máquinas se encuentran disponibles o habilitados para operar por estar en buenas condiciones.

2.2.3 TM: Tiempo de Mantenimiento

Corresponde al tiempo en que la máquina o el equipo no está disponible por estar recibiendo el mantenimiento planificado o por fallas.

2.2.4 TM pl : Tiempo de Mantenimiento Planificado

Corresponde a los servicios que debe recibir la máquina o equipo para estar en condiciones de operar.

2.2.5 TM x fa: Tiempo sin Operar por Fallas

Corresponde a los tiempos en que se realizan las reparaciones, para que la máquina o equipo pueda operar.

2.2.6 TO: Tiempo Operativo

Corresponde al tiempo, en que el equipo o máquina está realizando la función para la que fue diseñada.

2.2.7 TDO: Tiempo de Demoras Operativas

Corresponde al tiempo en que el equipo o máquina no está realizando su función, debido básicamente a dos causas:

2.2.8 TDO planificadas:

Demoras operativas planificadas; que consideran los cambios de turno, cambio de operador, refrigerios o descansos de turno y carga de combustible.

2.2.9 TDO x interferencias:

Demoras operativas de interferencia, como la ubicación de trabajo, impedimentos para trasladarse, bloqueos, etc.

2.2.10 KPI:

El término KPI, viene del inglés Key Performance Indicator, cuyo significado al español sería algo como Indicadores Claves de Rendimiento o Indicadores Claves de Desempeño.

2.2.11 Labor:

Una labor minera es cualquier hueco excavado para explotar un yacimiento. La técnica de aprovechar un yacimiento mediante minería se conoce como Laboreo de Minas. La zona de la labor en que se trabaja para su excavación se denomina frente, corte o testero.

2.2.12 Horómetro:

Un Horómetro es un dispositivo que registra el número de horas en que un motor o un equipo, generalmente eléctrico o mecánico ha funcionado desde la última vez que se ha inicializado el dispositivo. Estos dispositivos son utilizados para controlar las intervenciones de mantenimiento preventivo de los equipos.

2.2.13 Velocidad de Penetración:

La velocidad con la que la barrena puede romper la roca que se encuentra por debajo de la misma y de ese modo profundizar el pozo. Esta velocidad se indica habitualmente en unidades de pies por hora o metros por hora.

2.2.14 Velocidad de Perforación:

Es la relación de metros perforados entre el tiempo neto de perforación.

$$Vp = \frac{\textit{Metros perforados}}{\textit{Tiempo de perforación}}$$

2.2.15 Avance:

Se puede describir los avances en los frentes de trabajo como la ejecución práctica de estudios e innovaciones anteriores a la hora de explotación de un yacimiento implementando la última tecnología en el mercado de la industria minera con la finalidad de obtener un mejor rendimiento a un bajo costo.

2.2.16 Turno:

En la industria minera nacional, es posible encontrar esquemas continuos de 8 o 12 horas de trabajo diarias. Los sistemas más comunes en minería subterránea son 14x7, 20x10, u otros con 6 jornadas semanales.

2.2.17 Productividad:

Mi concepto instrumental de productividad en la presente tesis la considero como producto obtenido sobre recurso utilizado.

2.2.18 Rendimiento:

Rendimiento o producción es la cantidad de trabajo que se realiza en la unidad de tiempo.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo disponible}} \times 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{(\text{Disponibilidad}) \times (\text{Utilización})}{100\%}$$

2.2.19 Disponibilidad:

Se define como la manera de cuantificar cuanto tiempo el equipo está funcionando eficientemente.

$$D = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Tiempo total}} \times 100\%$$

2.2.20 Mantenimiento:

Se define como las horas que la máquina está detenida por fallas o recibiendo el mantenimiento planificado.

$$M = \frac{\textit{T tiempo de mantenimeinto}}{\textit{T tiempo total}} \times 100\%$$

2.2.21 Utilización:

Se tiene como la relación entre el tiempo de perforación neta y el tiempo disponible.

$$U = \frac{\textit{T tiempo de perforación neta}}{\textit{T tiempo disponible}} \times 100\%$$

2.2.22 Demoras Operacionales:

Mide las demoras operacionales o la pérdida de tiempo para operar las que se deben controlar para obtener mayor utilización.

$$Do = \frac{\textit{T tiempo de demoras operativas}}{\textit{T tiempo disponible}} \times 100\%$$

También tomando como referencia el libro de Anderson, Sweeney, Williams (2008), tenemos los siguientes:

2.2.23 Correlación y Regresión

La técnica de correlación es usada para encontrar el grado de correlación entre dos variables, y se define como la suma de producto cruzado entre las desviaciones estándar de cada; es decir;

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (Y - \bar{Y})(X - \bar{X})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Y - \bar{Y})^2 \sum_{i=1}^n (X - \bar{X})^2}}$$

Y fluctúa entre -1 y 1, valores próximos a la unidad en valor absoluto, indica una intensa relación entre las variables y por el contrario valores próximos a “0” indican que no existe relación entre las variables.

De otro lado la regresión lineal permite encontrar una ecuación que relaciona a las variables, y la estimación del intercepto y la pendiente se realiza aplicando la técnica de los mínimos cuadrados de forma que se minimicen los errores:

$$Y = a + bX + \text{error}$$

Planteamos el sistema de ecuaciones

$$\begin{cases} \sum Y = an + b \sum X \\ \sum XY = a \sum X + b \sum X^2 \end{cases}$$

$$b = \frac{\sum XY - n\bar{X}\bar{Y}}{\sum X^2 - n\bar{X}^2}$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

En la **figura 2** se muestra una ecuación de regresión estimada sobre el diagrama de dispersión.

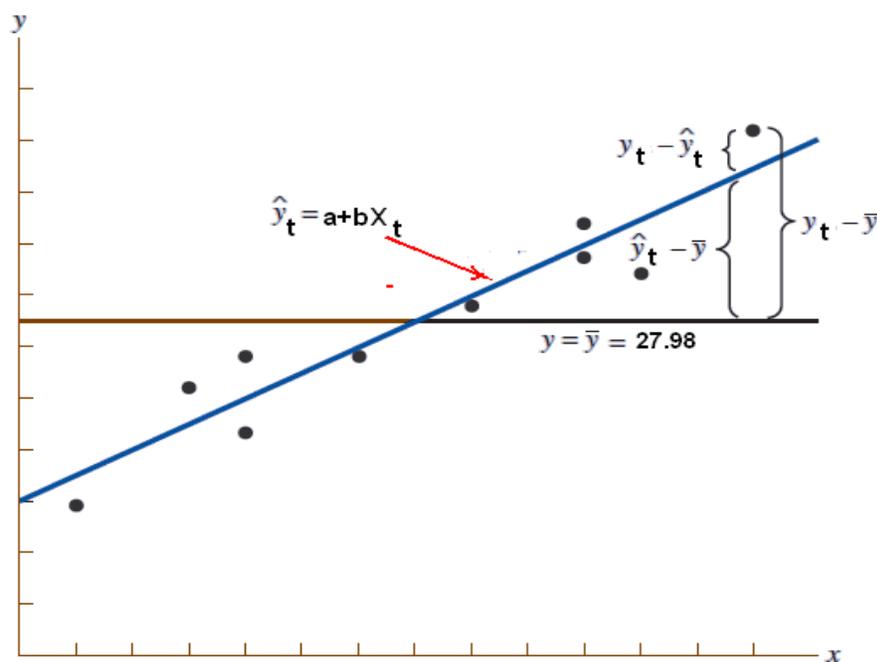


Figura 2 Desviaciones Respecto a la Línea de Regresión Estimada.

Fuente: Anderson 2008 pag.561

$$\hat{y}_t = a + bx_t \text{ a la línea } y = \bar{y}$$

x_i = valor de la variable independiente en la observación i

y_i = valor de la variable dependiente en la observación i

\bar{x} = media de la variable independiente

\bar{y} = media de la variable dependiente

n = número total de observaciones

\hat{y} = Valor estimado con la regresión.

2.2.24 Coeficiente de determinación

El coeficiente de determinación. Es una medida de la bondad de ajuste de la ecuación de regresión estimada (lo bien que se ajusta la ecuación a los datos)

A la diferencia que existe, en la observación i , entre el valor observado de la variable dependiente y_i , y el valor estimado de la variable dependiente \hat{y}_i , se le llama residual i . El residual i representa el error que existe al usar \hat{y} para estimar y_i . Por lo tanto, para la observación i , el residual es $y_i - \hat{y}_i$.

La suma de los cuadrados de estos residuales o errores es la cantidad que se minimiza empleando el método de los mínimos cuadrados. Esta cantidad, también conocida como suma de cuadrados debida al error, se denota por SCE.

STC = suma total de cuadrados

$$SCT = \sum (Y_t - \bar{Y})^2$$

SCR = suma de cuadrados debida a la regresión

$$SCR = \sum (\hat{Y}_t - \bar{Y})^2$$

SCE = suma de cuadrados debida al error

$$SCE = \sum (Y_t - \hat{Y})^2$$

STC = SCR + SCE

En la Figura 3 podemos observar el gráfico del comportamiento Normal.

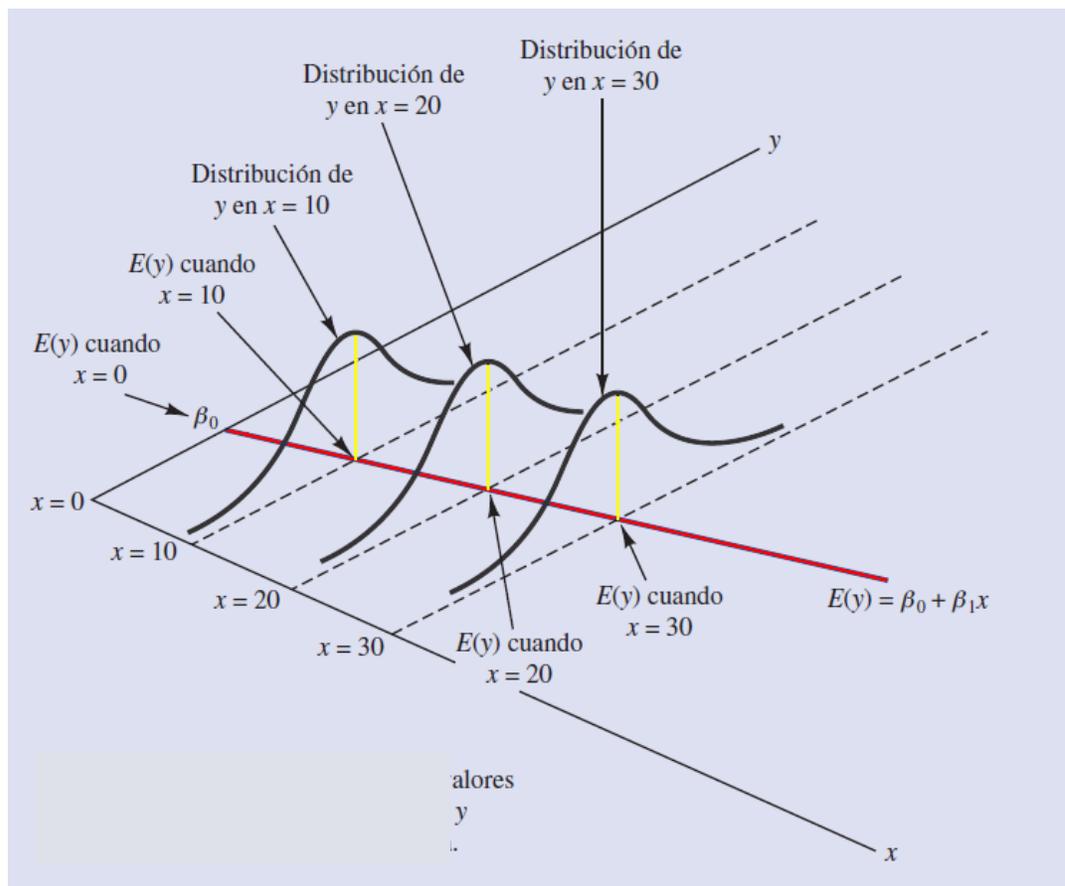


Figura 3 Comportamiento Normal de "y" En Cada Punto "x"

Fuente: Anderson, Sweeney, Williams 2008. pag. 567.

En las siguientes dos tablas se presentan los cuadros resumen que incluyen los tipos de hipótesis estadísticas y sus respectivos estadísticos de prueba: tabla 1 (correlación), y tabla 1a (regresión), mediante las cuales se implementarán las pruebas de hipótesis de interés en este estudio.

Tabla 1

Tipos de Hipótesis y Estadísticos de Prueba, para la Correlación Entre las Variables de Interés.

	Prueba de la Cola inferior	Prueba de la cola superior	Prueba de dos colas
Hipótesis	$H_0: \rho \geq \rho_0$ $H_a: \rho < \rho_0$	$H_0: \rho \leq \rho_0$ $H_a: \rho > \rho_0$	$H_0: \rho = \rho_0$ $H_a: \rho \neq \rho_0$
Estadístico de prueba	$t_{cal} = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}}$	$t_{cal} = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}}$	$t_{cal} = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}}$
Regla de rechazo: Método de valor. P	Rechazar H_0 si valor $-p \leq \alpha$	Rechazar H_0 si valor $-p \leq \alpha$	Rechazar H_0 si valor $-p \leq \alpha$
Regla de rechazo: método del valor crítico	Rechazar H_0 si $t \leq t_\alpha$	Rechazar H_0 si $t \geq t_\alpha$	Rechazar H_0 si $t \leq -t_{\alpha/2}$ o $t \geq z_{t/2}$

Fuente: Anderson, Sweeney, Williams 2008 p. 637

Tabla 2

Tipos de Hipótesis y Estadísticos de Prueba Para la Regresión Entre las Variables de Interés.

	Prueba de la Cola inferior	Prueba de la cola superior	Prueba de dos colas
Hipótesis	$H_0: \beta \geq \beta_0$ $H_a: \beta < \beta_0$	$H_0: \beta \leq \beta_0$ $H_a: \beta > \beta_0$	$H_0: \beta = \beta_0$ $H_a: \beta \neq \beta_0$
Estadístico de prueba	$t_{cal} = \frac{\beta - \beta_0}{s / \sqrt{\sum_{i=1}^n (X - \bar{X})^2}}$	$t_{cal} = \frac{\beta - \beta_0}{s / \sqrt{\sum_{i=1}^n (X - \bar{X})^2}}$	$t_{cal} = \frac{\beta - \beta_0}{s / \sqrt{\sum_{i=1}^n (X - \bar{X})^2}}$
Regla de rechazo: valor. P	Rechazar H_0 si valor α	Rechazar H_0 si valor α	Rechazar H_0 si valor $-p \leq \alpha$

Regla de rechazo: valor crítico	Rechazar H_0 si $t \leq t_\alpha$	Rechazar H_0 si $t \geq t_\alpha$	Rechazar H_0 si $t \leq -t_{\alpha/2}$ o $t \geq t_{\alpha/2}$
------------------------------------	----------------------------------------	----------------------------------------	---------------------------------------------------------------------

Fuente: Anderson, Sweeney, Williams 2007(pag.661)

$$\text{Dónde: } S^2 = \frac{SCE}{n-2}$$

Los pasos a seguir en la implementación son análogos y se conforman de los siguientes pasos:

Paso 1. Formular las hipótesis estadísticas: hipótesis nula y la hipótesis alternativa.

Paso 2. Especificar el nivel de significación.

Paso 3. Calcular el valor del estadístico de prueba.

Paso 4: Comparar el valor “p” del proceso de estimación con el nivel de significación y decidir el rechazo de la hipótesis nula cuando, según sea su tipo,

Paso 5. También puede hallar el valor crítico según el estadístico de prueba y comparar con equivalente valor tabular, y rechazar según su tipo de hipótesis

También se pueden usar las pruebas globales con el estadístico “F”, el cual exige el cálculo de la tabla del análisis de varianza, para ello se asume una regresión lineal simple; $y = \beta_0 + \beta_1 x + error$,

En la tabla 3 observamos los criterios.

Tabla 3

Criterios de Aceptación y Rechazo Para una Regresión Lineal Simple Sin Intercepto.

Prueba F de significancia en el caso de regresión lineal simple	
Hipótesis	$H_0: \beta_1 = 0$ $H_a: \beta_1 \neq 0$
Estadístico de prueba	$F = \frac{CMR}{ECM}$
Regla de rechazo:	
Método del valor - p	Rechaza H_0 Si valor $-p \leq \alpha$
Método del valor crítico	Rechaza H_0 Si valor $F \geq F_\alpha$
Donde F_α es un valor de la distribución F con 1 grado de libertad en el numerador y n-2 grados de libertad en el denominador.	
Fuente: Anderson, Sweeney, Williams 2008	

Tabla 4

Forma General de la Tabla Anova que Reporta el SPSS.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Valor. p
Regresión	SCR	1	$CMR = \frac{SCR}{1}$	$F = \frac{CMR}{CME}$	
Error	SCE	n-2	$CME = \frac{SCE}{n-2}$		
Total	STC	n-1			

Fuente: Anderson, Sweeney, Williams 2008

La Hipótesis para probar es

$$H_0: \beta_1 = 0$$

$$H_a: \beta_1 \neq 0$$

Usando nuestra tabla de datos usada en el análisis que se tiene que hacer y el formato de la tabla 3 se obtendrá el valor de F.

Los datos numéricos que mostraremos son tanto para F como para los grados de libertad son datos prueba para que se pueda entender mejor la forma de hacer los cálculos y el uso de la tabla, por ejemplo se toma un valor de $F = 2.02$, con 1 grado de libertad en el numerador y $n-2 = 6$ grados de libertad en el denominador usando la tabla ANOVA del Anexo B podemos observar que :

En la tabla estadística de distribución F con 1 grado de libertad en el numerador y $n-2= 6$ grados de libertad en el denominador para una cola o nivel de significancia $\alpha = 0.05$ el valor crítico de $F_\alpha = 5.99$. Por lo tanto, se acepta la Hipótesis Nula $H_0: \beta_1 = 0$ y se rechaza la hipótesis alternativa $H_a: \beta_1 \neq 0$. Es decir que no hay relación significativa entre estas dos variables.

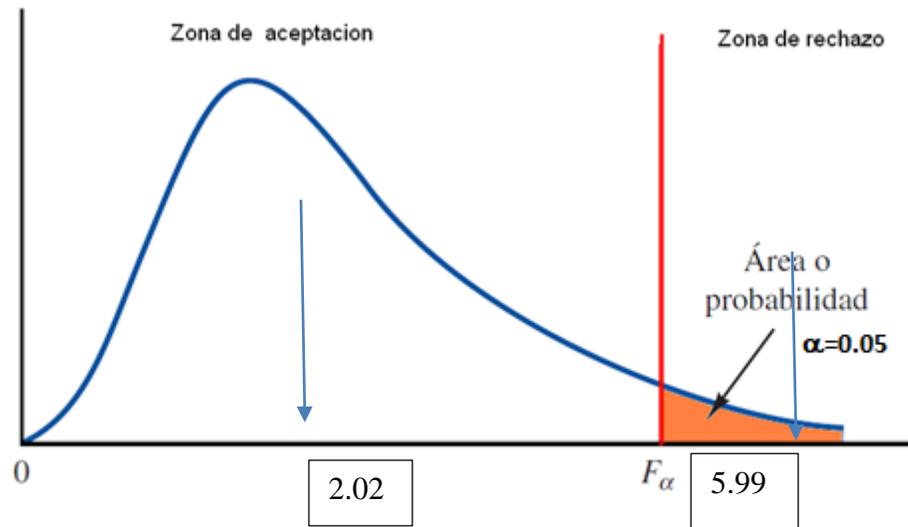


Figura 4 Prueba de Hipótesis de Una Cola para Distribución F.

Fuente: Anderson, Sweeney, Williams 2008.

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis General

La productividad (rendimiento del equipo de perforación) de un equipo Jumbo depende de la evaluación de los tiempos de perforación.

3.1.2 Hipótesis Específicas

3.1.2.1 *Hipótesis Específica 1*

La productividad (rendimiento del equipo de perforación) depende del tiempo operativo de perforación del equipo tipo jumbo.

3.1.2.2 Hipótesis Específica 2

El porcentaje de utilización (rendimiento del equipo de perforación) depende del tiempo de mantenimiento del equipo tipo jumbo.

3.2 Variables

3.2.1 Variable Dependiente (Y)

Productividad del proceso de perforación:

3.2.2 Variables independientes(X)

Evaluación de los tiempos en el proceso de perforación

3.3 INDICADORES

3.3.1 Indicadores de variable dependiente(Y)

La variable dependiente, productividad en el proceso de perforación es calculada mediante dos sub variables:

Y1: Velocidad de Perforación (m/s).

Y2: Porcentaje de Utilización (%).

3.3.2 Indicadores variable independiente(X)

X1: Tiempo operativo de perforación por guardia (horas, minutos y segundos).

X2: Tiempo en mantenimiento del equipo (horas, minutos y segundos).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Y TIPOS DE ESTUDIO

4.1.1 Diseño de Investigación

La investigación utilizará un diseño no experimental. Se tomo una serie de muestras tomadas insitu de los tiempos de perforación del equipo y se almacenó en una base de datos para después analizarlos.

Estos datos fueron tomados durante 24 días en el turno día de 12 horas.

4.1.2 Tipo y nivel de Investigación

El presente trabajo será una investigación de tipo cuantitativa ya que es la que más se adecua para determinar el rendimiento del simba H1254 de Atlas Copco en la perforación de taladros largos en la unidad minera trabajada.

El estudio se ubica en el nivel descriptivo-correlacional, donde se describirá en forma sistemática las características de una población, situación o área de interés. Se recogerá los datos mediante un reporte de 24 días de trabajo de los operadores de simba H1254 Atlas Copco, donde se resumirá y expondrá la información de manera muy cuidadosa para analizar con mucho detalle los resultados y así extraer los tiempos de mantenimiento, demoras operativas de interferencia, tiempo operativo y tiempo de demoras operativas planificadas y así determinar el rendimiento del simba H1254 Atlas Copco.

4.1.3 Métodos de Investigación

Se utilizará el método analítico y sintético, para alcanzar los objetivos trazados en el este estudio, en donde para cada objetivo se utiliza el análisis estadístico correspondiente de datos recolectados según la operacionalización de las variables de interés.

En el estudio de tiempos se tomará como muestra el simba H1254 Atlas Copco de taladros largos de un solo brazo. Para determinar los tiempos efectivos de trabajo se utiliza un reporte diario de control de horas perforadas.

Los días 18, 19, 20 de septiembre y el día 22 de octubre del 2018 el simba se encontraba en mantenimiento por fallas mecánicas por lo que esos tiempos alcanzaron los máximos disponibles y consecuentemente la productividad en la perforación alcanza el valor “0”.

4.2 UNIDAD DE ANÁLISIS

4.2.1 Taladros Largos

El minado por taladros largos es una forma de explotación de minas que genera altos niveles de tonelaje a un costo menor por tonelada extraída, por tal motivo muchas minas subterráneas en el Perú optan por la aplicación de este método de explotación, elevando su productividad y su beneficio.

Por tal motivo el uso de taladros largos en mina subterránea está elevándose y generando cada vez mejor productividad, esto también tiene que ser llevado con equipos que estén acorde a las exigencias del trabajo como equipos que tengan un correcto mantenimiento preventivo para así maximizar el tiempo de vida del equipo, así como aprovechar la productividad del equipo al máximo.

El ciclo de explotación de tajeos por taladros largos se inicia con la preparación y acondicionamiento de los subniveles de donde se iniciará la perforación, una vez perforado los taladros se realizarán la chimenea “Slot” o cara libre para luego empezar con el carguío de explosivo y la voladura. Una vez fragmentado el mineral se extraerá para su proceso de concentración y venta.

Como se mencionó el producto de este ciclo es el mineral fragmentado el cual requiere tener las condiciones necesarias y óptimas para su mayor concentración (Chancado – Molienda – Flotación – Filtración – Espesamiento). Las condiciones que se requiere constan de una fragmentación ideal (Parámetro necesario para el correcto

chancado primario) y de una ley promedio mayor a la ley de cabeza requerida por planta concentradora.

Para mantener llegar a tener condiciones óptimas se requiere que en la explotación no gran cantidad de bancos y que no se diluya el mineral rompiendo cajas de baja ley.

Es allí donde radica la importancia de una correcta perforación y de una adecuada voladura, la primera es parte fundamental de la segunda ya que una incorrecta perforación conlleva errores en la distribución de explosivos en los taladros y como consecuencia de esto una mala fragmentación y dilución de mineral.

4.2.2 Proceso de la Perforación

4.2.2.1 Equipos de Perforación

Actualmente se cuenta con 2 equipos que realizan la perforación de secciones para taladros largos:

4.2.2.2 Jumbo Rocket Boomer 282-Atlas Copco

Se trata de un jumbo adaptado de tal forma que puede ser anclado en la perforación de taladros largos, así mismo se emplea para este equipo barras de 1.2m de longitud. Este acepta hasta 16 barras pudiendo perforar taladros de hasta 19m.

Las secciones requeridas para que este equipo opere son de 3.5m x 3.5m.



Figura 5 *Equipo de Perforación Rocket Boomer 282.*

Fuente: Elaboración Propia.

Se trata de un equipo fabricado exclusivamente para la perforación de taladros de gran longitud, alcanza su mayor rendimiento en perforación de abanico o radiales. Para la perforación haciendo uso de este equipo se utiliza barras de 1.5m

aceptando hasta 15 barras lo que suma una distancia perforada de 22.5m y con un diámetro de 64mm. Para que este equipo trabaje correctamente se requiere una sección mínima de 4.0m x 4.0m teniendo un mejor desempeño en secciones de 4.5m x 4.5m.



Figura 6 *Perforación del Equipo SIMBA H12154.*

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.2.4 Columna de Perforación

Conducto tubular de acero provisto de extremos roscados especiales denominados uniones de tubería. La columna de perforación conecta los componentes de superficie del equipo de perforación con el arreglo de fondo de pozo y la barrena, tanto para bombear el fluido de perforación a la barrena como para poder subir, bajar y hacer rotar el arreglo de fondo de pozo y la barrena.

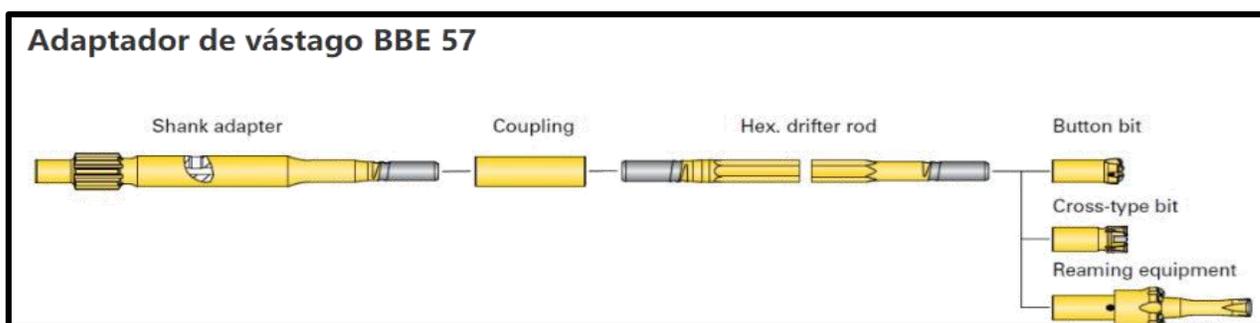


Figura 7 Columna de Perforación.

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.2.5 Aceros de Perforación

Para que la perforación sea efectiva se requiere de herramientas que transmitan la energía de la perforadora al macizo rocoso y lo perforen, para el caso de taladros largos se requiere de 3 elementos importantes para que se produzca la perforación: el Shank,(Figura 8) encargado de transmitir la energía de la perforadora a las barras, la columna de barras (Figura 10) encargadas de extender la perforación para producir mayor longitudes y las brocas (Figura 9) las que tiene como función agrietar y perforar el macizo rocoso con el uso de insertos de carburo de tungsteno.



Figura 9 Shank

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 8 Broca Retrácil.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 10 Barras SP de 5 Pies.

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.2.6 Ciclo de Perforación

Como se tiene conocimiento la perforación para explotar un tajo por taladros Largos puede requerir dos tipos de perforación: Negativa y Positiva. (Ver Figura 11).

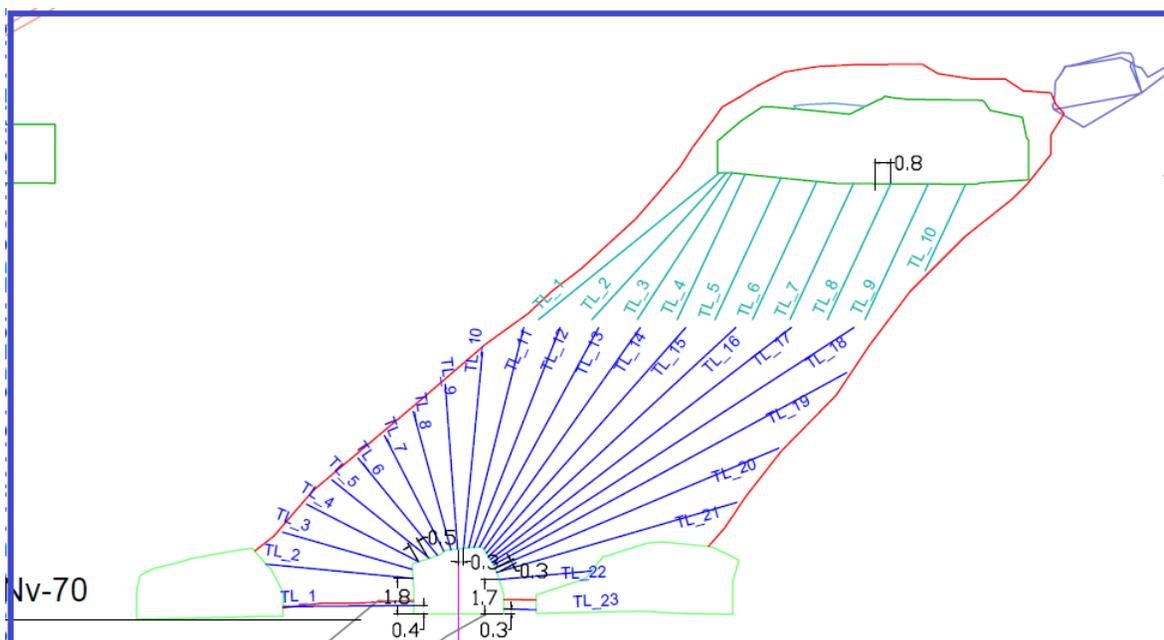


Figura 11 Perforación Positiva y Negativa.

Fuente: Planeamiento de Mina.

El block de minado se separa en secciones (separados por el burden), los taladros son perforados teniendo en cuenta el paralelismo, respetando el espaciamiento máximo definido para cada taladro. Las secciones de minado, en la mayoría, son conocidos por tener mallas en abanico, sin embargo, CMC trata de diseñar sus tajos realizando modelos “tabulares” para que se disminuyan los taladros inclinados que forman los abanicos y de esta manera también aumentar la estabilidad geomecánica en las cajas,

mientras menos rectas son las zonas de explotación es mayor la formación de cuñas. Cabe precisar que el diseño tabular no siempre es perpendicular al plano horizontal ya que las zonas mineralizadas pueden presentarse con buzamiento y azimuth variable. Respecto a la malla de perforación y voladura, CMC aplica los siguientes burden y espaciamiento: 1.0x1.2, 1.5x1.5, 1.75x1.75, 1.8x1.8, 1.8x2.0, 2.0x2.0 y 2.0x2.2, calculados de acuerdo con los resultados del ejecutado histórico, con lo cual se definen estos factores por las características del tajo, como: tipo, potencia, buzamiento, longitud, entre otros.



Figura 12 Sección del Eje 01.

Fuente: Área de Planeamiento Mina.

Fuente: Elaboración Propia.

4.3 Población de Estudio y Muestra Necesaria

4.3.1 Tamaño de la muestra:

El tamaño de muestra se determinará para cumplir los objetivos del estudio en este caso, encontrar la relación entre las variables de interés, y se verificará mediante las hipótesis formuladas, el cual se realiza con el estadístico de prueba de la "t" de student, dado por la ecuación siguiente:

$$t_{cal} = \frac{r}{\sigma_r} = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}} \approx t_{n-2 \text{ gl.}}$$

En general la hipótesis nula de la existencia de relación entre dos variables es rechazada cuando el valor absoluto de estadístico de prueba alcanza un valor que 2, y desde el cual la acción de aceptación la hipótesis alternante implica que se cumpla la siguiente condición:

$$\left| \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}} \right| \geq 2 \rightarrow \frac{r^2(n-2)}{1-r^2} \geq 4 \rightarrow n \geq \frac{4}{r^2} - 2$$

Donde "r" es la correlación que nos gustaría determinar, para muestras muy grandes este valor se hace muy pequeña o sea se determina relaciones débiles entre las variables, y para muestras pequeñas se requiere valores grandes de "r" para determinar las relaciones entre variables, por lo general el investigador fija este valor entre 0.1 y 0.4 según las restricciones que tiene.

En la siguiente tabla 5 se presenta posibles valores del tamaño de muestra para valores previos de “r” que nos gustaría determinar, y fijar un valor

Tabla 5

Tamaños de Muestra para Varios Valores de “r0”.

Valor previo r_0	Tamaño muestral "n"
0.10	398.0
0.15	175.8
0.20	98.0
0.25	62.0
0.30	42.4
0.35	30.7
0.36	28.9
0.37	27.2
0.38	25.7
0.39	24.3
0.40	23.0

Fuente: Elaboración Propia.

Los tamaños de muestra para el estudio de determinar la relación entre la productividad y los tiempos netos de perforación deben usar tamaños muestrales mayores a $n=23$, de esta forma se encontrará relaciones bajas del orden $r=0.40$ con tamaño de muestra mayores a 23, **es decir puede ser $n=24$** , etc. Este tamaño de muestra es coherente con las restricciones económicas que las compañías usan al ceder sus equipos de perforación, y además cumple con el estadístico de prueba de la hipótesis formulada.

4.3.4 Plano de Ubicación y Accesibilidad

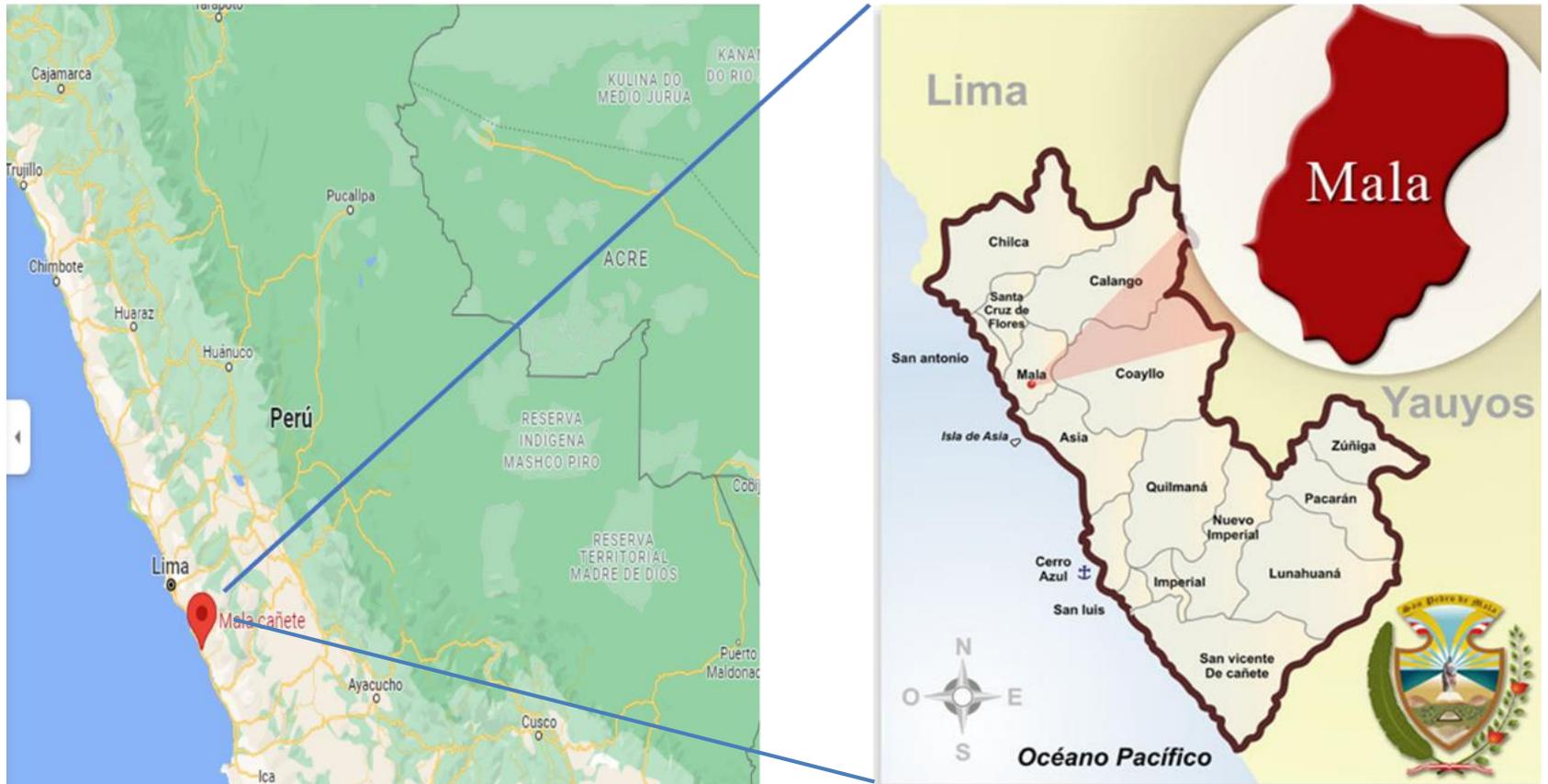


Figura 13 Plano de Ubicación de la Compañía Minera Condestable.

Fuente: Google Map.

4.3.5 Climatología.

El clima del área es típico de la Costa Peruana, cálido y húmedo en verano con temperaturas que oscilan durante el día entre 20° y 30° C. con medias de 75 % de humedad relativa máxima de 100 % que, sumada a la precipitación fluvial estacional, favorecen el desarrollo de las llamadas “lomas”.

Debido a la proximidad del mar (5 KM, aproximadamente) la brisa ocasiona rápida corrosión de los equipos metálicos no protegidos por pintura adecuada.

4.3.6 Rasgos Fisiográficos.

El área se ubica en la franja de la Costa Peruana, donde las alturas máximas llegan a 372 msnm (Cerro Vinchos) y pertenecen a las primeras estribaciones en el Batolito de la Costa Peruana, las alturas más bajas llegan a 80 msnm.

Geomorfológicamente se reconocen dos unidades de extensión local: Una unidad representada por la acumulación de material detrítico que ha rellenado los cauces de vaguadas y quebradas actualmente secas y las estribaciones bajas del flanco occidental del Batolito Costanero caracterizado por un relieve compuesto por cerros de flancos empinados, labrados en rocas graníticas y volcánica sedimentarias. La elevación de estos cerros se incrementa rápidamente hacia el Este.

4.3.7 Geología Regional.

En el área la columna estratigráfica Vulcano-sedimentaria identifica de piso a techo a la Formación, Asia, al Grupo Morro Solar, Formaciones Pucusana, Pamplona, Atocongo, Chilca y más hacia el sur se tiene los Volcánicos Quilmaná subdividido en numerosos miembros.

Esta secuencia cuya edad va del Jurásico Superior al Cretácico Inferior, se ve cortada por intrusivos del Cretácico Medio pertenecientes al Batolito de la Costa Peruana. Estructuralmente la secuencia se presenta muy disturbada.

4.3.8 Geología Local.

Las tres cuartas partes del área de las concesiones están cubiertas por una secuencia de rocas Vulcano-sedimentarias, depositadas en un ambiente marino de aguas poco profundas; el resto lo conforman rocas ígneas intrusivas relacionadas al Batolito de la Costa Peruana.

Localmente esta secuencia ha sido dividida en seis unidades lito estratigráficas que muestran cambios laterales de fáciles cortadas por un stock de pórfido andesítico - dacítico, y diques de diabasa.

4.3.9 Rasgos Estratigráficos.

La columna litoestratigráfica y los planos geológicos adjuntos, muestran la distribución de las unidades identificadas en la columna litoestratigráfica anexa:

- Unidad Calicanto

Constituye la parte más baja de la secuencia, consiste en lavas andesíticas porfiríticas con estratificación gruesa y aisladas intercalaciones de aglomerados andesíticos masivos de color verde oscuro y matriz afanítica, potencia mayor de 430 metros. Se correlaciona con la parte inferior de la Formación Pucusana.

- Unidad Apolo

Presenta notorio incremento de sedimentos (calizas, margas, areniscas y grauwas) de estratificación delgada, desarrollo de anfibolita y ocasionales intercalaciones de piroclastos en proporción que aumenta hacia el NE del yacimiento. En la parte alta de la sección predominan areniscas tufáceas en bancos gruesos, potencia estimada de 80 m. Se correlaciona con la parte media de la Formación Pucusana.

4.4 REGISTRO DE INFORMACIÓN

4.4.1 Técnicas de Recolección de datos

La más importante técnica que usaré para la investigación será:

Análisis Documental.

Observación.

En las siguientes tablas 6 y 7 se muestra los cuadros en resumen de los 24 días de trabajo con sus respectivas distribuciones de tiempos.

Tabla 6*Tabla General de Tiempos.*

DÍA	METROS PERFORADOS	TIEMPO DE MANTENIMIENTO	TIEMPO OPERATIVO	TIEMPO DE DEMORAS OP. PLANIFICADAS	TIEMPO DE DEMORAS OP. DE INTERFERENCIA	TIEMPO TOTAL	Veloc de Penetración (m/h)	m/min	RENDIMIENTO
15/09/2018	118.5	0:27:00	6:34:48	4:58:12	0:00:00	12:00:00	18.01	0.30	55%
16/09/2018	163.50	0:00:00	6:56:30	4:55:49	0:07:41	12:00:00	23.55	0.39	58%
17/09/2018	61.5	0:00:00	2:19:28	5:42:32	3:58:00	12:00:00	26.46	0.44	19%
18/09/2018	0	12:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	12:00:00	0.00	0.00	0%
19/09/2018	0	12:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	12:00:00	0.00	0.00	0%
20/09/2018	0	12:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	12:00:00	0.00	0.00	0%
21/09/2018	63	5:04:50	2:13:00	4:33:10	0:09:00	12:00:00	28.42	0.47	18%
22/09/2018	72	3:58:00	3:01:28	4:44:42	0:15:50	12:00:00	23.81	0.40	25%
23/09/2018	66	0:00:00	2:54:41	5:37:19	3:28:00	12:00:00	22.67	0.38	24%
24/09/2018	150	0:00:00	6:42:36	5:17:24	0:00:00	12:00:00	22.35	0.37	56%
7/10/2018	147	0:00:00	5:05:08	4:15:52	2:39:00	12:00:00	28.91	0.48	42%
8/10/2018	133.5	0:57:00	5:07:13	4:38:47	1:17:00	12:00:00	26.07	0.43	43%
9/10/2018	117	0:00:00	5:06:36	5:00:24	1:53:00	12:00:00	22.90	0.38	43%
10/10/2018	108	0:00:00	3:55:25	5:02:35	3:02:00	12:00:00	27.53	0.46	33%
11/10/2018	204	0:20:00	8:30:00	2:28:00	0:42:00	12:00:00	24.00	0.40	71%
13/10/2018	54	0:00:00	2:17:57	5:06:03	4:36:00	12:00:00	23.49	0.39	19%
14/10/2018	111	2:48:00	4:54:50	4:02:10	0:15:00	12:00:00	22.59	0.38	41%
15/10/2018	112.5	0:07:00	6:58:44	4:25:16	0:29:00	12:00:00	16.12	0.27	58%
16/10/2018	162	0:10:00	6:19:52	4:54:08	0:36:00	12:00:00	25.59	0.43	53%
17/10/2018	174	0:20:00	6:21:40	4:43:20	0:35:00	12:00:00	27.35	0.46	53%
18/10/2018	175.5	0:23:00	7:01:24	3:51:36	0:44:00	12:00:00	24.99	0.42	59%
20/10/2018	103.5	3:41:00	4:20:45	3:09:15	0:49:00	12:00:00	23.82	0.40	36%
21/10/2018	150	0:08:00	6:07:41	4:58:19	0:46:00	12:00:00	24.48	0.41	51%
22/10/2018	0	12:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	12:00:00	0.00	0.00	0%

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 7

Resumen de Tiempos de los 24 Días de Trabajo.

TIEMPO DE MANTENIMIENTO (TM)			
Tiempo de Mantenimiento			
TIEMPO TOTAL DE MANTENIMIENTO POR DÍAS (TM)	66:23:50	RENDIMIENTO	36%
TIEMPO DISPONIBLE (TD)			
TIEMPO OPERATIVO (TO)		DISPONIBILIDAD	77%
Tiempo Operativo (TO)	102:49:46	UTILIZACIÓN	46%
TIEMPO TOTAL OPERATIVO (TO)	102:49:46	DEMORAS OPERATIVAS	54%
TIEMPO DE DEMORAS OPERATIVAS (TDo)			
Tiempo de Demoras Operativas Planificadas (TDop)	92:24:53	MANTENIMIENTO	23%
Tiempo de Demoras Operativas de Interferencia (TDoi)	26:21:31		
TIEMPO DE DEMORAS OPERATIVAS (TDo)	118:46:24		
TOTAL TIEMPO DISPONIBLE (TD)	221:36:10		
TIEMPO TOTAL	288:00:00		

Fuente: Elaboración Propia.

4.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Se hizo mediante la recolección de tiempos desde la entrada a mina, llegada al tajo 4210 y salida de mina.

Los instrumentos necesarios son los siguientes:

-Cronómetro.

-Útiles de escritorio.

-Laptop para pasar los datos a formato digital (Excel)

Los tiempos serán colocados en formato digital; estos se mostrarán en los ANEXOS en forma de tablas, donde se detallará el trabajo realizado en los 24 días de medición al simba 10- H1254 de Atlas Copco.

CAPÍTULO V

DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación se hizo en la Compañía Minera Condestable donde se trabajó en el área de taladros largos, dicha investigación se hizo durante 24 días de trabajo en el turno día y era especialmente el de monitoreo en el tajo 4210 al equipo H1254 de Atlas Copco, para saber qué días estaba parando y la razón de dichas paradas, así como la causa de los constantes mantenimientos y cambios de repuestos que tenía el equipo.

En los días que se tomaba los tiempos se comenzó a observar muchos tiempos no perforados, así como tiempos en mantenimiento y paradas para cambios de repuestos, dichos informes se enviaban a mina con los cuadros como se presentan en el Anexo B, en dichos cuadros teníamos en detalle la utilización de los tiempos durante la perforación. Cabe mencionar que en la presente tesis se toma los tiempos operativos y el tiempo de mantenimiento, siendo estos dos tiempos los más utilizados por gerencia y jefes de mina para tener en cuenta un cambio de quipo.

Se trata de demostrar la relación entre los tiempos operativos de perforación(x1), así como la relación entre los tiempos de mantenimiento (x2) y el porcentaje de utilización

(Y2) , ocurridos durante el proceso de perforación asignada por la compañía, para su estudio correspondiente. Las variables asumen diferentes escalas de medición, por lo que deseando implementar la hipótesis general, es recomendable realizar una transformación que uniformiza las dependencias entre las variables las cuales se logra mediante la siguiente transformación:

$$W_i = \frac{X_i - \min(X_i)}{\text{Max}(X_i) - \min(X_i)}$$

Cuya aplicación conduce a los valores de las variables listadas en la tabla 8.

Tabla 8

Datos Transformados Para Implementar las Hipótesis Estadísticas.

productividad	Velperforacion	utiliza	evatiempos	toperativo	tmant
Y	Y1	Y2	X	X1	X2
1.3971	0.623	0.7741	0.7506	0.7741	0.0375
1.6313	0.8146	0.8167	0.85	0.8167	0
1.1887	0.9153	0.2735	0.2846	0.2735	0
0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1
1.2438	0.9831	0.2608	0	0.2608	0.4234
1.1794	0.8236	0.3558	0	0.3558	0.3306
1.1267	0.7842	0.3425	0.3565	0.3425	0
1.5625	0.7731	0.7894	0.8216	0.7894	0
1.5983	1	0.5983	0.6227	0.5983	0
1.5041	0.9018	0.6024	0.5106	0.6024	0.0792
1.3933	0.7921	0.6012	0.6257	0.6012	0
1.4139	0.9523	0.4616	0.4804	0.4616	0
1.8302	0.8302	1	1	1	0.0278
1.083	0.8125	0.2705	0.2815	0.2705	0
1.3595	0.7814	0.5781	0.2588	0.5781	0.2333
1.3786	0.5576	0.821	0.8403	0.821	0.0097
1.63	0.8852	0.7448	0.7548	0.7448	0.0139
1.6944	0.946	0.7484	0.7381	0.7484	0.0278

1.6907	0.8644	0.8263	0.8131	0.8263	0.0319
1.3352	0.8239	0.5113	0.0811	0.5113	0.3069
1.5677	0.8468	0.7209	0.734	0.7209	0.0111
0	0	0	0	0	1

Fuente: *Elaboración Propia.*

El uso de estos datos para obtener la matriz general de correlaciones, proporciona los resultados de la tabla 9.

Tabla 9

Matriz de Correlaciones de las Variables de Interés.

Variables consideradas		Y	Y1	Y2	X	X1	X2
Y: Productividad en el proceso de perforación	r	1	,918**	,902**	,772**	,902**	-,932**
	p-valor		,000	,000	,000	,000	,000
	n	24	24	24	24	24	24
Y1: Velocidad de perforación (m/h)	r	,918**	1	,657**	,504*	,657**	-,889**
	p-valor	,000		,000	,012	,000	,000
	n	24	24	24	24	24	24
Y2: Proporción de utilización (%)	r	,902**	,657**	1	,920**	1,000**	-,804**
	p-valor	,000	,000		,000	,000	,000
	n	24	24	24	24	24	24
X: Evaluación de los tiempos en el proceso de perforación	r	,772**	,504*	,920**	1	,920**	-,757**
	p-valor	,000	,012	,000		,000	,000
	n	24	24	24	24	24	24
X1: Tiempo operativo de perforación	r	,902**	,657**	1,000**	,920**	1	-,804**
	p-valor	,000	,000	,000	,000		,000
	n	24	24	24	24	24	24
X2: Tiempo de mantenimiento del equipo	r	-,932**	-,889**	-,804**	-,757**	-,804**	1
	p-valor	,000	,000	,000	,000	,000	
	n	24	24	24	24	24	24

(*): Significativa, $\alpha = 5\%$; (**): Altamente significativas $\alpha=1\%$

Fuente: *Elaboración Propia.*

5.1 Prueba de la Hipótesis Específica 1

Esta hipótesis referida a la relación entre la velocidad de perforación y el tiempo operativo de perforación del equipo tipo jumbo, se ejecuta mediante las siguientes hipótesis estadísticas:

H_0 : La velocidad de perforación del equipo tipo jumbo no depende del tiempo operativo de perforación durante el proceso de perforación.

H_1 : La velocidad de perforación del equipo tipo jumbo si depende del tiempo operativo de perforación durante el proceso de perforación.

En la siguiente figura 14 se presenta los diagramas de dispersión ajustadas por la línea de ajuste respectiva:

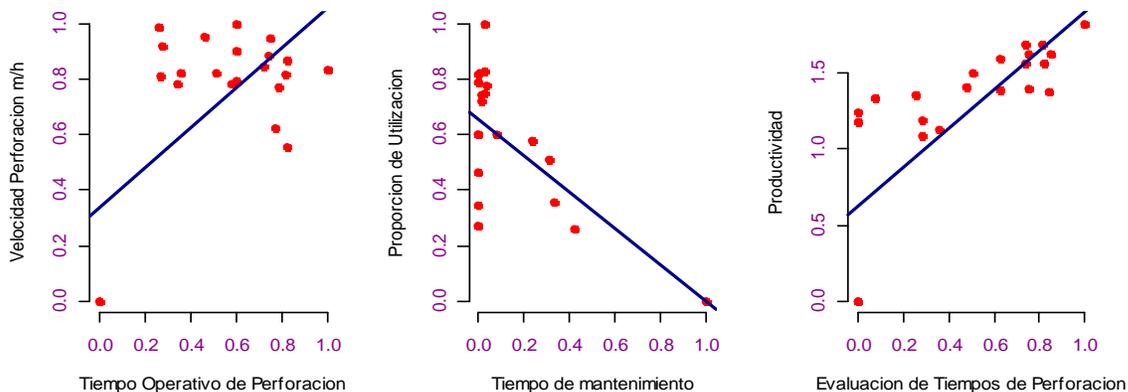


Figura 14 Diagramas de Dispersión de las Variables de Interés.

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 14 de la izquierda se observa una correlación creciente y cuya significación es probada por:

$$t_{cal} = \frac{0.657}{\sqrt{\frac{1 - 0.657^2}{24 - 2}}} = 35.431 \approx t_{22, gl.} = 2.074$$

En donde el valor tabular con 22 grados de libertad y un nivel de significación del 5% para la hipótesis bilateral(dos colas) es superado por el estadístico de prueba, indicando una alta relación significativa ente la velocidad de perforación y el tiempo operativo en que usa el equipo jumbo, es decir a mayor tiempo operativo se consigue mayor velocidad de perforación.

Tabla 10

Regresión Lineal Simple Entre la Velocidad de Perforación Versus el Tiempo Operativo.

Variable	Coficiente	Error estándar	t-Cal	p-valor
Intercepto	0.3342	0,1029	3,247	,003701**
Tiempo operativo	0.7184	0,1758	4.087	,000487 ***

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 11

Tabla de Análisis de Varianza de la Velocidad de Perforación Versus el Tiempo Operativo (ANOVA^a).

Modelo	Suma de cuadrados	G. L	Cuadrado medio	F-cal	p-valor
Regresión	1.10113	1	1.10113	16.706	,000 ^b
Residual	1.44993	22	0,06591		
Total	2.55106	23			

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 11 el p valor es mucho menor que el nivel de significación estadística $\alpha=0.05$, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta que existe una relación altamente significativa entre el tiempo operativo y la velocidad de perforación en el equipo jumbo usado. Equivalente el $F_{CAL} = 16.706$ debe ser comparado con el $F_{tabular(0.05, 22 \text{ g.l.})}$, el cual alcanza un valor de 4.30, en tanto que con $\alpha=0.01$ alcanza 7.95, por lo que la hipótesis nula es rechazada y se concluye que el tiempo operativo explica altamente significativa a la velocidad de perforación.

Con la prueba de hipótesis se está comprobando la dependencia entre la variable rendimiento y tiempo de perforación de un equipo de perforación tipo jumbo.

5.2 Prueba de la Hipótesis Específica 2

En esta hipótesis estadística se usa el porcentaje de utilización del equipo tipo jumbo en la perforación y el tiempo de mantenimiento del equipo, cuando el equipo está en mantenimiento, entonces la productividad está en sus niveles más bajos, llegando al extremo de “0”, las hipótesis estadísticas son:

H_0 : La proporción de utilización del equipo de perforación no depende del tiempo de mantenimiento del equipo tipo jumbo, versus.

H_1 : La proporción de la utilización del equipo de perforación si depende del tiempo de mantenimiento del equipo tipo jumbo.

Usando los datos de la tabla 8, columnas Y2 y X2 se realizan los procedimientos análogos a la prueba de hipótesis específica 1, es decir se aplicarán la prueba t para correlación, regresión y la tabla del análisis de varianza respectiva.

Para contrastar la hipótesis por medio de la correlación lineal se tiene en la tabla 09, que el valor de correlación -0.804 entre Y2 y X2 es alta y para saber su significación se realiza la prueba correspondiente mediante:

$$t_{cal} = \frac{-0.804}{\sqrt{\frac{1 - (-0.804)^2}{24 - 2}}} = -50.0249 \approx t_{22\ gl.} = 2.074$$

El valor calculado de -50.025 es mucho menor que el valor crítico de -2.074, incluso del valor crítico -2.819 con $\alpha=0.01$; por lo que el tiempo de mantenimiento ocasiona una fuerte disminución de la proporción de utilización del equipo de perforación.

Tabla 12

Regresión Lineal Simple Entre la Productividad y el Tiempo Neto de Perforación.

Variable	Coefficiente	Error estándar	t-Cal	p-valor
Intercepto	0.65695	0,04478	14,651	7.088e-13***
Tiempo de mantenimiento	-0.65922	0,10401	-6.338	2,232e-06 ***

Fuente: Elaboración Propia.

Siendo p-valor 2.233e-06 muy pequeño comparado con el nivel de significación, entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta que el tiempo de mantenimiento y la proporción de utilización del equipo tipo jumbo están inversa y altamente relacionados.

Tabla 13

Tabla de Análisis de Varianza de la Productividad de Perforación (Y), Versus el Tiempo Neto de Perforación (X) (ANOVA^a).

Modelo	Suma de cuadrados	G. L	Cuadrado medio	F-cal	p-valor
Regresión	1.3786	1	1.3786	40.165	,000 ^b
Residual	0.7550	22	0,03432		
Total	2.1336	23			

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 13, el p-valor es mucho menor que el nivel de significación estadística $\alpha=0.05$, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta que existe una relación altamente significativa entre el tiempo de mantenimiento y la proporción de utilización del equipo de perforación. En cuanto del valor crítico de $F_{(0.01, 22 \text{ gl})} = 7.95$ es menor que

el valor calculado de 40.165, concluyéndose que el tiempo de mantenimiento explica en gran parte a la proporción de uso utilización del equipo de perforación.

5.3 Prueba de la Hipótesis General

La hipótesis general es probada cuando sus dos particiones que lo conforman han sido probados, luego según las subsecciones 5.1.1 y 5.1.2, implican que se cumple lo estipulado en hipótesis general; no obstante habiendo llevado los datos a un misma escala ahora se puede agregar o desagregar las particiones, $Y=Y_1+Y_2$, y $X= X_1-X_2$, y la hipótesis general se prueba directamente de los valores obtenidos en la tabla 7(columnas(Y,X), y según las siguientes hipótesis estadísticas;

En la figura 14, en el lado derecho se observa una correlación creciente y positiva entre Y, y X; sin embargo, para dar su significación estadística, se requiere la prueba estadística siguiente;

$$t_{cal} = \frac{0.772}{\sqrt{\frac{1 - 0.772^2}{24 - 2}}} = 42.0379 \approx t_{22 gl.} = 2.074$$

En donde el valor tabular con 22 grados de libertad y un nivel de significación del 5% (2.074) y 1% (2.819) % para la hipótesis bilateral (dos colas) son superados por el valor del estadístico de prueba, indicando una alta relación significativa ente la productividad del proceso de perforación y el tiempo neto de perforación con el equipo tipo jumbo, es decir a mayor tiempo neto de perforación se consigue mayor productividad.

Tabla 14

Regresión Lineal Simple Entre la Productividad y el Tiempo Neto de Perforación.

Variable	Coficiente	Error estándar	t-Cal	p-valor
Intercepto	0.617	0,128	4,814	0.000
Tiempo neto perforación	1.296	0,227	5.700	0.000

Fuente: Elaboración Propia.

Los valores críticos tabulares de la “t” con $\alpha=5\%$ y 22 g.l de libertad son iguales a 2.074 y $\alpha= 1\%$ es 2.819, dichos valores son superados por el valor del estadístico de prueba calculado 5.70, con lo cual, se rechaza las hipótesis nula del efecto el tiempo neto de perforación tiene efecto nulo y por contrario se concluye que tiene un efecto significativo diferente de “0”, implicando que estas variables están directa y altamente relacionadas. Probándose de esta manera la hipótesis general.

Tabla 15

Tabla de Análisis de Varianza de la Productividad de Perforación (Y), Versus el Tiempo Neto de Perforación (X) (ANOVA^a).

Modelo	Suma de cuadrados	G. L	Cuadrado medio	F-cal	p-valor
Regresión	4.62094	1	4.62094	32.489	,000 ^b
Residual	3.129	22	0,14224		
Total	7.750	23			

Fuente: Elaboración Propia.

El p-valor en la tabla 15, se interpreta que hipótesis de que el tiempo neto de perforación explica significativamente a la variación total de la productividad del proceso de perforación con el equipo tipo jumbo, ya que es muy pequeño comparado con el nivel de significación usado $\alpha=5\%$; además los valores tabulares de la distribución $F_{(0.05, 22 \text{ g.l.})}=4.3$, y $F_{(0.01, 22 \text{ g.l.})}=7.95$ son superados por el valor estadístico $F_{\text{Cal}} = 32.49$, lleva rechazar la hipótesis nula de no contribución, y concluyendo que el tiempo neto de perforación es un buen regresor para explicar a la productividad del equipo tipo jumbo.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente trabajo se basa en tener un equipo en buenas condiciones y que esté disponible para la perforación, para que, de esta forma, se obtenga una mejor productividad, sabiendo que siempre se tendrá demoras operativas tratando de que estas sean las menores posibles o que se dé en un corto periodo de tiempo.

Teniendo como objetivo la relación entre la productividad (velocidad de perforación y proporción de utilidad del equipo), con el tiempo neto de perforación (tiempo operativo, tiempo de mantenimiento), para ello se recolecto los datos en 24 días, y acopiándose en la tabla 6.

A su vez a fin de implementar la hipótesis general en forma directa se usa una transformación para obtener datos en una sola escala de medición, mostrada al iniciar el capítulo V, y dando como resultados los datos mostrados en la tabla 9, con los cuales se realizó el proceso de la inferencia estadística

Al tener agrupados dichos tiempos se pudo determinar su relación mediante gráficos de dispersión lineal (ver Figura 14) pero teníamos que demostrar su dependencia haciendo un análisis estadístico.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS 19, para cada hipótesis formulada y se obtuvieron los resultados presentados en las tablas 10 a tabla 15.

Sobre la hipótesis Especifica 1: La velocidad de perforación está relacionada en forma directa y altamente significativa, tiene un coeficiente de correlación de $r= 0.657$ moderada alta, y es consistente en la práctica, ya que mayores tiempos operativos se esperan que la velocidad de perforación aumenta, contrariamente cuando los tiempos operativos disminuyen la velocidad de perforación también disminuye. En el Anexo F donde se analiza su relación dando respuesta tanto a la hipótesis planteada para llegar a los objetivos planteados en el inicio de esta tesis.

En la hipótesis especifica 2, también se obtienen resultados coherentes, ya que cuando más tiempo se encuentran los equipos de perforación en mantenimiento, menores serán la proporción de utilización del equipo en mantenimiento, y en viceversa, mientras menos tiempos se encuentren en mantenimiento mejoran su proporción de utilización, el coeficiente $r=-0.804$ es alto y negativo. Dentro de este escenario, cuando los equipos tienen fallas graves requieren estar gran parte o todo el tiempo que implica una utilización nula.

Respecto a la hipótesis general la productividad del proceso de perforación es realizada por las subvariables velocidad de perforación(m/h) y por la proporción de utilización(%) teniendo escalas de medición diferentes no se pueden agregar, pero en

cambio se pueden expresar ambas en una misma escala de modo que si pueden adicionarse y así realizar su inferencia correspondiente, respecto del tiempo descontado del tiempo de mantenimiento, porque toda compañía tiene medianamente un programa de manteniendo de sus equipos de perforación y necesitan realizar otras incidencias que podrían presentarse. De ahí reviste su importancia de considerar los tiempos netos de perforación. Luego al procesar las dependencias de la productividad en el proceso de perforación versus el tiempo neto de perforación se encuentra un $r= 0.772$ el implica que se encuentran directa y altamente relacionados, indicando que el tiempo es un buen predictor de la productividad en el proceso de perforación.

Teniendo en cuenta que el concepto instrumental de productividad en la presente tesis la considero como producto obtenido sobre recurso utilizado se hace conocer que la relación existente entre las variables porcentaje de utilización vs tiempo en mantenimiento.

Estos resultados ayudan a descartar la relación existente entre el rendimiento y el tiempo operativo y a obtener una relación inversa entre las dos variables como son porcentaje de utilización vs tiempo en mantenimiento, esto quiere decir que si existe una relación ya que entre menos tiempo en mantenimiento este el equipo, se puede observar que aumenta el porcentaje de utilización y que ante en un evento similar será tomado en cuenta para su respectivo análisis y toma de decisión requerida por parte de mina en un equipo de perforación tipo Jumbo.

CONCLUSIONES

En el presente estudio se concluye:

- La velocidad de perforación y el tiempo operativo de perforación con el equipo tipo jumbo están positiva y **altamente relacionados**, cuyo coeficiente de correlación lineal $r = 0.657$ resulta ser altamente significativo.
- La proporción de utilización y el tiempo de mantenimiento del equipo tipo jumbo de perforación están inversa y altamente relacionados, con un coeficiente de correlación lineal de $r=-0.804$, indicando que el tiempo de mantenimiento del equipo de perforación tiene un efecto muy negativo para la productividad en el proceso de perforación.
- La productividad en el proceso de perforación y el tiempo neto de perforación se encuentran directa y altamente relacionados, el coeficiente de correlación lineal $r= 0.772$ es altamente significativo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que, al hacer una medición de tiempos, estos se tomen adecuadamente desde el inicio de guardia (entrada a mina) hasta final de guardia (salida de mina), ya que de esta manera se puede tener datos más precisos y estos nos ayudarán a tomar mejor las decisiones como por ejemplo la compra de un equipo de perforación si el actual equipo no cumple con los avances programados.
- Se recomienda que para la toma de decisiones para la compra de un equipo puede ser en consideración el tiempo operativo de perforación y el tiempo en mantenimiento como medidas para analizar la productividad del equipo, ya que como podemos observar en la tesis guarda una relación la primera directa y la segunda inversa y se puede tomar en cuenta.
- Se recomienda que el tiempo en mantenimiento de un equipo siempre se de en las fechas programadas para así evitar los tiempos en mantenimiento ya que estos guardan una relación inversa con la productividad.
- Se recomienda que se utilicen todos los tiempos tomados en campo así sea que en algunos casos de cero; ya que la omisión de estos datos puede darnos un error en nuestro calculo estadístico y esto también significará un error en nuestras conclusiones sobre las variables que se analiza.
- Finalmente se recomienda analizar otras variables como tiempo disponible o tiempo de interferencias con la productividad para ver si guardan relación y así poder tomar una

correcta decisión si más adelante se desea comprar un equipo y tener su reemplazo del que ya se tiene en mina.

Referencias Bibliográficas

- Anderson; Dennis J. Sweeney; Thomas A. Williams (2012), Estadística para negocios y economía, 11a. ed. David R por Cengage Learning Editores, S.A.
- Bellido Calsina, A. (2018). “Rendimiento de Jumbos Sandvik frente a los tiempos improductivos de perforación de galerías de la Contrata AESA. - Unidad Minera San Rafael”.
- Flax Rosendo, Calsina Toque. (2019). “Selección de Equipos de Perforación Jumbos Sandvik en la Unidad Minera San Rafael”.
- Olórtogui Rojas, J. M. (2019). “Modelo de reemplazo de equipos en minería subterránea para realizar el cambio de las máquinas perforadoras en la empresa minera Santa Bárbara de Trujillo S.A.C. – 2018”.
- Hernández Magdalena, Juan Francisco (2015). “Análisis Técnico-Económico para la sustitución y mantenimiento del equipo de perforación y rezagado, unidad minera charcas, San Luis de Potosí”.
- Gonzáles Cabrero, Diego (2010). “Evaluación de Perforación en Barrenos y Correlación con la geología del Terreno”.
- <https://docplayer.es/200706334-Universidad-de-atacama-facultad-tecnologica-costo-y-vida-util-de-los-aceros-de-perforacion.html>
- <https://docplayer.es/182353671-Universidad-nacional-de-ingenieria.html>
- <https://www.epiroc.com/es-pe/products/drill-rigs/production-drill-rigs/simba-1254>

ANEXOS

Anexo A: Matriz de Consistencia.

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DISEÑO METODOLOGICO
<p>Problema General</p> <p>¿Cómo influye los tiempos de perforación en la productividad de un equipo de perforación tipo jumbo?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Relacionar la productividad con los tiempos en la perforación de un equipo tipo jumbo.</p>	<p><u>HIPOTESIS GENERAL</u></p> <p>La productividad (rendimiento del equipo de perforación) de un equipo Jumbo depende de la evaluación de los tiempos de perforación.</p>	<p>Variable dependiente: Y</p> <p>Y = Productividad del proceso de perforación (rendimiento).</p>	<p>Indicadores</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Y1: Velocidad de Perforación (m/s).</p> <p>Y2: Porcentaje de Utilización.</p>	<p><u>Tipo de Investigación</u></p> <p>Cuantitativa.</p> <p><u>Nivel de Investigación</u></p> <p>Descriptiva-correlacional.</p> <p><u>Diseño de la Investigación</u></p> <p>No experimental.</p> <p>Población: C.M.C</p> <p>Muestra: Equipo de Perforación tipo Jumbo.</p>
<p>Problemas específicos</p> <p>1. ¿Qué relación tiene la velocidad de perforación con el tiempo neto de perforación de un equipo de perforación tipo jumbo?</p> <p>2. ¿Qué relación tiene el porcentaje de utilización con el tiempo en mantenimiento de un equipo de perforación tipo jumbo?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>1. Relacionar la productividad en metros perforados por hora con el tiempo operativo de perforación de un equipo tipo jumbo.</p> <p>2. Relacionar el porcentaje de utilización con el tiempo en mantenimiento de un equipo de perforación tipo jumbo</p>	<p><u>HIPOTESIS ESPECIFICA</u></p> <p>1 La productividad (rendimiento del equipo de perforación) depende del tiempo operativo de perforación del equipo tipo jumbo.</p> <p><u>HIPOTESIS ESPECIFICA</u></p> <p>2 El porcentaje de utilización (rendimiento del equipo de perforación) depende del tiempo de mantenimiento del equipo tipo jumbo.</p>	<p>Variable independiente: X</p> <p>Evaluación de los tiempos en el proceso de perforación.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>X1: Tiempo neto de perforación por guardia (horas, minutos y segundos).</p> <p>X2: Tiempo en mantenimiento del equipo (horas, minutos y segundos).</p>	<p><u>Técnicas en recolección.</u></p> <p>*Análisis Documental.</p> <p>*Observación.</p> <p><u>Instrumento</u></p> <p>-Cronómetro.</p> <p>-Útiles de escritorio.</p> <p>-Laptop para pasar los datos a formato digital (Excel)</p>

Anexo B: Tablas de Tiempos por Días Trabajados.

EQUIPO : SIMBA H1254		OPERADOR: CARPIO	
ENTRADA A MINA		07:00:00 a. m.	
		15/09/2018	
ETIQUETAS DE FILA		DIA	PORCENTAJE
TIEMPO DE ESPERA EN EL CAMION HASTA QUE LLEGUE CHOFER		0:33:00	5%
TIEMPO DE PARADERO A BOCAMINA		0:45:00	6%
TIEMPO PARA SUBIR AL CAMION		0:15:00	2%
TIEMPO DE BOCAMINA AL LUGAR DE REPARTO DE GUARDIA		00:09:00	1%
TIEMPO DE REPARTO DE GUARDIA		0:40:00	6%
TIEMPO DE REPARTO DE GUARDIA HASTA LA LABOR		0:25:00	3%
TIEMPO DE ALMUERZO		1:30:00	13%
TIEMPO PARADA POR MANTENIMIENTO		0:27:00	4%
TIEMPO DE PERFORACION		04:16:54	36%
TIEMPO DE POSICIONAMIENTO DEL ANGULO PARA EL SGTE. TALADRO		00:36:00	5%
TIEMPO DE DEMORA EN RETIRAR BARRAS SP 5' DEL TALADRO		01:41:54	14%
TIEMPO DE SALIDA DEL TAJO A SUPERFICIE		00:31:12	4%
TIEMPO PARA CAMBIARSE Y ENTREGA DE LAMPARAS(SALIDA)		00:10:00	1%
TIEMPO TOTAL		12:00:00	100%
METROS PERFORADOS		118.5	

EQUIPO : SIMBA H1254		OPERADOR: CARPIO	
ENTRADA A MINA		07:00:00 a. m.	
		16/09/2018	
ETIQUETAS DE FILA		DIA	PORCENTAJE
TIEMPO DE ESPERA EN EL CAMION HASTA QUE LLEGUE CHOFER		0:14:00	2%
TIEMPO DE PARADERO A BOCAMINA		0:02:00	0%
TIEMPO DE BOCAMINA AL LUGAR DE REPARTO DE GUARDIA		00:10:00	1%
TIEMPO DE REPARTO DE GUARDIA		0:24:00	3%
TIEMPO DESDE REPARTO DE GUARDIA HASTA LABOR		0:37:00	5%
TIEMPO DE DESDE BAJADA DEL CAMION HASTA LA LABOR DEL SIMBA		0:09:00	1%
TIEMPO DE LLENADO DE IPERC Y ACONDICIONAMIENTO DE EQUIP.		0:23:00	3%
TIEMPO DE ALMUERZO		1:45:00	15%
TIEMPO PARADA POR VISITA DE MINA		0:07:41	1%
TIEMPO DE PERFORACION		05:26:44	45%
TIEMPO DE POSICIONAMIENTO DEL ANGULO PARA EL SGTE. TALADRO		00:11:14	2%
TIEMPO DE DEMORA EN RETIRAR BARRAS SP 5' DEL TALADRO		01:18:32	11%
TIEMPO DE SALIDA DEL TAJO A SUPERFICIE		01:01:49	8%
TIEMPO PARA CAMBIARSE Y ENTREGA DE LAMPARAS(SALIDA)		00:10:00	1%
TIEMPO TOTAL		12:00:00	100%
METROS PERFORADOS		163.5	

EQUIPO : SIMBA H1254		OPERADOR: ALVAREZ	
ENTRADA A MINA		07:00:00 a. m.	
		17/09/2018	
ETIQUETAS DE FILA		DIA	PORCENTAJE
TIEMPO QUE SE ESPERO AL CAMION EN PARADERO		0:30:00	4%
TIEMPO DE PARADERO A BOCAMINA		0:05:00	1%
TIEMPO DE BOCAMINA AL LUGAR DE REPARTO DE GUARDIA		00:08:00	1%
TIEMPO DE REPARTO DE GUARDIA		0:22:00	3%
TIEMPO DESDE REPARTO DE GUARDIA HASTA LABOR		0:25:00	3%
TIEMPO DE ESPERA DE MECANICOS DE OVER PRIME		1:20:00	11%
TIEMPO QUE SE ESPERO QUE EL SIMBA BAJE HASTA LA LABOR POR ESTAR EN MTTO.		1:30:00	13%
TIEMPO QUE DEMORA EN ACOMODAR EL SIMBA		0:40:00	6%
TIEMPO QUE DEMORA CHARLA DE SEGURIDAD		0:40:00	6%
TIEMPO DE ALMUERZO		1:50:00	15%
TIEMPO QUE SE BAJA AL TAJO DESPUES DE ALMUERZO		0:08:41	1%
TIEMPO QUE SE DEMORA EN ACOMODAR EL ANGULO Y ACONDICIONAMIENTO		00:28:00	4%
TIEMPO DE PERFORACION		01:43:22	14%
TIEMPO DE POSICIONAMIENTO DEL ANGULO PARA EL SGTE. TALADRO		00:02:00	0%
TIEMPO DE DEMORA EN RETIRAR BARRAS SP 5' DEL TALADRO		00:34:06	5%
TIEMPO QUE DEMORO LA VISITA DE NATCLAR A TRABAJADORES		00:12:00	2%
TIEMPO DE SALIDA DEL TAJO A SUPERFICIE		01:00:00	8%
TIEMPO PARA CAMBIARSE Y ENTREGA DE LAMPARAS(SALIDA)		00:21:51	3%
TIEMPO TOTAL		12:00:00	100%
METROS PERFORADOS		61.5	

EQUIPO : SIMBA H1254		OPERADOR: ALVAREZ	
ENTRADA A MINA		07:00:00 a. m.	
		21/09/2018	
ETIQUETAS DE FILA		DIA	PORCENTAJE
TIEMPO QUE DEMORO EN PARTIR EL CAMION DEL PARADERO		0:07:00	1%
TIEMPO DE PARADERO A BOCAMINA		0:03:00	0%
TIEMPO DE BOCAMINA AL LUGAR DE REPARTO DE GUARDIA		00:11:00	2%
TIEMPO DE REPARTO DE GUARDIA		0:36:00	5%
TIEMPO DESDE REPARTO DE GUARDIA HASTA LABOR		0:16:00	2%
TIEMPO QUE SE DEMORO EN LLEGAR AL TAJO		0:09:00	1%
TIEMPO QUE SE DEMORA PARA QUE LLEGUE EL MECANICO		0:09:00	1%
TIEMPO QUE SE DEMORO EN CAMBIAR MANGUERA DE CONECTORES		0:43:00	6%
TIEMPO QUE DEMORA EL MECANICO EN TRAER OTROS CONECTORES		1:49:50	15%
TIEMPO QUE SE FUE LA ENERGIA Y NO SE PERFORO		0:11:00	2%
TIEMPO QUE DEMORA EL MECANICO EN LLEGAR PARA LA MANGUERA HIDRAULICA		1:51:00	15%
TIEMPO QUE DEMORA EN ARREGLAR LA MANGUERA HIDRAULICA DE LA BOMBA		0:30:00	4%
TIEMPO DE ALMUERZO		1:25:40	12%
TIEMPO DE PERFORACION		01:40:30	14%
TIEMPO DE POSICIONAMIENTO DEL ANGULO PARA EL SGTE. TALADRO		00:01:39	0%
TIEMPO DE DEMORA EN RETIRAR BARRAS SP 5' DEL TALADRO		00:30:51	4%
TIEMPO DE SALIDA DEL TAJO A SUPERFICIE		01:35:30	13%
TIEMPO PARA CAMBIARSE Y ENTREGA DE LAMPARAS(SALIDA)		00:10:00	1%
TIEMPO TOTAL		12:00:00	100%
METROS PERFORADOS		63	

EQUIPO : SIMBA H1254		OPERADOR: GAMARRA	
ENTRADA A MINA		07:00:00 a. m.	
		22/09/2018	
ETIQUETAS DE FILA		DIA	PORCENTAJE
	TIEMPO QUE DEMORO EN PARTIR EL CAMION DEL PARADERO	0:13:00	2%
	TIEMPO DE PARADERO A BOCAMINA	0:02:00	0%
	TIEMPO DE BOCAMINA AL LUGAR DE REPARTO DE GUARDIA	00:11:00	2%
	TIEMPO DE REPARTO DE GUARDIA	0:44:00	6%
	TIEMPO DESDE REPARTO DE GUARDIA HASTA LABOR	0:25:00	3%
	TIEMPO QUE SE DEMORO EN LLEGAR AL TAJO	0:08:00	1%
	TIEMPO QUE SE DEMORA EN REVISAR LAS PRESIONES QUE FALTABAN REGULAR	0:15:00	2%
	TIEMPO QUE SE DEMORO MECANICO EN REVISAR LAS RPM	0:04:00	1%
	TIEMPO QUE DEMORA EN LLEGAR EL AGUA PARA PERFORACION	0:15:50	2%
	TIEMPO DE PARADA PARA QUE MECANICO OBSERVE EL ACUMULADOR	0:02:00	0%
	TIEMPO DE PARADA POR FUGA DE ACEITE EN EL CONECTOR DE LA MORDAZA	0:04:00	1%
	TIEMPO QUE DEMORA MECANICO EN ARREGLAR O-ring DE LA MORDAZA	3:33:00	30%
	TIEMPO DE ALMUERZO	1:41:42	14%
	TIEMPO DE PERFORACION	02:07:04	18%
	TIEMPO DE POSICIONAMIENTO DEL ANGULO PARA EL SGTE. TALADRO	00:07:34	1%
	TIEMPO DE DEMORA EN RETIRAR BARRAS SP 5' DEL TALADRO	00:46:50	7%
	TIEMPO DE SALIDA DEL TAJO A SUPERFICIE	01:10:00	10%
	TIEMPO PARA CAMBIARSE Y ENTREGA DE LAMPARAS(SALIDA)	00:10:00	1%
	TIEMPO TOTAL	12:00:00	100%
	METROS PERFORADOS	72	

EQUIPO : SIMBA H1254		OPERADOR: GAMARRA	
ENTRADA A MINA		07:00:00 a. m.	
		23/09/2018	
ETIQUETAS DE FILA		DIA	PORCENTAJE
	TIEMPO QUE DEMORO LA CAPACITACION A PERSONAL DE T.L.	01:07:00	9%
	TIEMPO QUE DEMORO EN PARTIR EL CAMION DEL PARADERO	0:12:00	2%
	TIEMPO DE PARADERO A BOCAMINA	0:02:00	0%
	TIEMPO DE BOCAMINA AL LUGAR DE REPARTO DE GUARDIA	00:10:00	1%
	TIEMPO DE REPARTO DE GUARDIA	0:27:00	4%
	TIEMPO DESDE REPARTO DE GUARDIA HASTA LABOR	0:30:00	4%
	TIEMPO QUE SE DEMORO EN LLEGAR AL TAJO	0:14:00	2%
	TIEMPO QUE SE ESPERA AL MECANICO PARA QUE ESTE OPERATIVO EL SIMBA	3:28:00	29%
	TIEMPO DE ALMUERZO	1:28:19	13%
	TIEMPO DE PERFORACION	01:52:32	16%
	TIEMPO DE POSICIONAMIENTO DEL ANGULO PARA EL SGTE. TALADRO	00:25:29	4%
	TIEMPO DE DEMORA EN RETIRAR BARRAS SP 5' DEL TALADRO	00:36:40	5%
	TIEMPO DE SALIDA DEL TAJO A SUPERFICIE	01:17:00	11%
	TIEMPO PARA CAMBIARSE Y ENTREGA DE LAMPARAS(SALIDA)	00:10:00	1%
	TIEMPO TOTAL	12:00:00	100%
	METROS PERFORADOS	66	

	EQUIPO : SIMBA H1254	OPERADOR: GAMARRA		
	ENTRADA A MINA		07:00:00 a. m.	
			24/09/2018	
	ETIQUETAS DE FILA		DIA	PORCENTAJE
	TIEMPO QUE DEMORO EN PARTIR EL CAMION DEL PARADERO		0:12:00	2%
	TIEMPO DE PARADERO A BOCAMINA		0:02:00	0%
	TIEMPO DE BOCAMINA AL LUGAR DE REPARTO DE GUARDIA		00:12:00	2%
	TIEMPO DE REPARTO DE GUARDIA		0:56:00	8%
	TIEMPO DESDE REPARTO DE GUARDIA HASTA LABOR		0:20:00	3%
	TIEMPO QUE SE DEMORO EN LLEGAR AL TAJO		0:10:00	1%
	TIEMPO DE ALMUERZO		1:52:49	16%
	TIEMPO DE PERFORACION		05:06:45	42%
	TIEMPO DE POSICIONAMIENTO DEL ANGULO PARA EL SGTE. TALADRO		00:11:04	3%
	TIEMPO DE DEMORA EN RETIRAR BARRAS SP 5' DEL TALADRO		01:24:47	12%
	TIEMPO DE SALIDA DEL TAJO A SUPERFICIE		01:17:35	9%
	TIEMPO PARA CAMBIARSE Y ENTREGA DE LAMPARAS(SALIDA)		00:15:00	2%
	TIEMPO TOTAL		12:00:00	100%
	METROS PERFORADOS		150	

	EQUIPO : SIMBA H1254	OPERADOR: OSCO		
	ENTRADA A MINA		07:00:00 a. m.	
			7/10/2018	
	ETIQUETAS DE FILA		DIA	PORCENTAJE
	TIEMPO QUE DEMORO EN PARTIR EL CAMION DEL PARADERO		0:15:00	2%
	TIEMPO DE PARADERO A BOCAMINA		0:02:00	0%
	TIEMPO DE BOCAMINA AL LUGAR DE REPARTO DE GUARDIA		00:08:00	1%
	TIEMPO DE REPARTO DE GUARDIA		0:58:00	8%
	TIEMPO DESDE REPARTO DE GUARDIA HASTA LABOR		0:17:00	2%
	TIEMPO QUE SE DEMORO EN LLEGAR AL TAJO		0:10:00	1%
	TIEMPO DE DEMORA EN EL ACONDICIONAMIENTO DE LABOR		2:39:00	22%
	TIEMPO DE ALMUERZO		1:25:52	12%
	TIEMPO DE PERFORACION		03:56:19	33%
	TIEMPO DE POSICIONAMIENTO DEL ANGULO PARA EL SGTE. TALADRO		00:14:55	2%
	TIEMPO DE DEMORA EN RETIRAR BARRAS SP 5' DEL TALADRO		00:53:54	7%
	TIEMPO DE SALIDA DEL TAJO A SUPERFICIE		00:50:00	7%
	TIEMPO PARA CAMBIARSE Y ENTREGA DE LAMPARAS(SALIDA)		00:10:00	1%
	TIEMPO TOTAL		12:00:00	100%
	METROS PERFORADOS		147	

EQUIPO : SIMBA H1254		OPERADOR: OSCO	
ENTRADA A MINA		07:00:00 a. m.	
		8/10/2018	
ETIQUETAS DE FILA		DIA	PORCENTAJE
TIEMPO QUE DEMORO EN PARTIR EL CAMION DEL PARADERO		0:11:00	2%
TIEMPO DE PARADERO A BOCAMINA		0:02:00	0%
TIEMPO DE BOCAMINA AL LUGAR DE REPARTO DE GUARDIA		00:08:00	1%
TIEMPO DE REPARTO DE GUARDIA		1:05:00	9%
TIEMPO DESDE REPARTO DE GUARDIA HASTA LABOR		0:22:00	3%
TIEMPO QUE SE DEMORO EN LLEGAR AL TAJO		0:07:00	1%
TIEMPO DE DEMORA EN EL ACONDICIONAMIENTO DE LABOR		1:17:00	11%
TIEMPO DE DEMORA POR ROTURA DE MANGUERA		0:28:00	4%
TIEMPO QUE DEMORA EN COLOCAR PIN DE AGARRE DE BARRAS		0:21:00	3%
TIEMPO QUE DEMORA EN REVISAR LAS RPM		0:08:00	1%
TIEMPO DE ALMUERZO		1:41:47	14%
TIEMPO DE PERFORACION		03:45:45	31%
TIEMPO DE POSICIONAMIENTO DEL ANGULO PARA EL SGTE. TALADRO		00:10:19	1%
TIEMPO DE DEMORA EN RETIRAR BARRAS SP 5' DEL TALADRO		01:11:09	10%
TIEMPO DE SALIDA DEL TAJO A SUPERFICIE		00:42:00	6%
TIEMPO PARA CAMBIARSE Y ENTREGA DE LAMPARAS(SALIDA)		00:20:00	3%
TIEMPO TOTAL		12:00:00	100%
METROS PERFORADOS		133.5	

EQUIPO : SIMBA H1254		OPERADOR: OSCO	
ENTRADA A MINA		07:00:00 a. m.	
		9/10/2018	
ETIQUETAS DE FILA		DIA	PORCENTAJE
TIEMPO QUE DEMORO EN PARTIR EL CAMION DEL PARADERO		0:15:00	2%
TIEMPO DE PARADERO A BOCAMINA		0:02:00	0%
TIEMPO DE BOCAMINA AL LUGAR DE REPARTO DE GUARDIA		00:08:00	1%
TIEMPO DE REPARTO DE GUARDIA		0:50:00	7%
TIEMPO DESDE REPARTO DE GUARDIA HASTA LABOR		0:20:00	3%
TIEMPO QUE SE DEMORO EN LLEGAR AL TAJO		0:08:00	1%
TIEMPO DE DEMORA EN EL ACONDICIONAMIENTO DE LABOR		0:18:00	2%
TIEMPO DE DEMORA EN RECUPERAR BARRA NUEVA POR BARRA ROTA		1:09:00	10%
TIEMPO QUE DEMORA EN DESTAPAR BARRA		0:18:00	2%
TIEMPO QUE DEMORA EN COLOCAR PIN DE AGARRADERA		0:08:00	1%
TIEMPO DE ALMUERZO		1:45:24	15%
TIEMPO DE PERFORACION		03:47:18	31%
TIEMPO DE POSICIONAMIENTO DEL ANGULO PARA EL SGTE. TALADRO		00:21:43	3%
TIEMPO DE DEMORA EN RETIRAR BARRAS SP 5' DEL TALADRO		00:57:35	8%
TIEMPO DE SALIDA DEL TAJO A SUPERFICIE		01:12:00	10%
TIEMPO PARA CAMBIARSE Y ENTREGA DE LAMPARAS(SALIDA)		00:20:00	3%
TIEMPO TOTAL		12:00:00	100%
METROS PERFORADOS		117	

EQUIPO : SIMBA H1254		OPERADOR: OSCO	
ENTRADA A MINA		07:00:00 a. m.	
		10/10/2018	
ETIQUETAS DE FILA		DIA	PORCENTAJE
TIEMPO QUE DEMORO EN PARTIR EL CAMION DEL PARADERO		0:15:00	2%
TIEMPO DE PARADERO A BOCAMINA		0:02:00	0%
TIEMPO DE BOCAMINA AL LUGAR DE REPARTO DE GUARDIA		00:08:00	1%
TIEMPO DE REPARTO DE GUARDIA		0:50:00	7%
TIEMPO DESDE REPARTO DE GUARDIA HASTA LABOR		0:19:00	3%
TIEMPO QUE SE DEMORO EN LLEGAR AL TAJO		0:08:00	1%
TIEMPO DE DEMORA EN EL ACONDICIONAMIENTO DE LABOR		3:02:00	25%
TIEMPO DE ALMUERZO		1:59:35	17%
TIEMPO DE PERFORACION		02:58:36	25%
TIEMPO DE POSICIONAMIENTO DEL ANGULO PARA EL SGTE. TALADRO		00:11:07	2%
TIEMPO DE DEMORA EN RETIRAR BARRAS SP 5' DEL TALADRO		00:45:42	6%
TIEMPO DE SALIDA DEL TAJO A SUPERFICIE		01:06:00	9%
TIEMPO PARA CAMBIARSE Y ENTREGA DE LAMPARAS(SALIDA)		00:15:00	2%
TIEMPO TOTAL		12:00:00	100%
METROS PERFORADOS		108	

EQUIPO : SIMBA H1254		OPERADOR: OSCO	
ENTRADA A MINA		07:00:00 a. m.	
		11/10/2018	
ETIQUETAS DE FILA		DIA	PORCENTAJE
TIEMPO QUE DEMORO EN PARTIR EL CAMION DEL PARADERO		0:13:00	2%
TIEMPO DE PARADERO A BOCAMINA		0:02:00	0%
TIEMPO DE BOCAMINA AL LUGAR DE REPARTO DE GUARDIA		00:10:00	1%
TIEMPO DE REPARTO DE GUARDIA		0:45:00	6%
TIEMPO DESDE REPARTO DE GUARDIA HASTA LABOR		0:19:00	2%
TIEMPO QUE SE DEMORO EN LLEGAR AL TAJO		0:09:00	1%
TIEMPO DE DEMORA EN EL ACONDICIONAMIENTO DE LABOR		0:42:00	5%
TIEMPO QUE MECANICO ARREGLA MANGUERA DE ACEITE		0:20:00	2%
TIEMPO DE ALMUERZO		0:00:00	11%
TIEMPO DE PERFORACION		06:27:49	48%
TIEMPO DE POSICIONAMIENTO DEL ANGULO PARA EL SGTE. TALADRO		00:25:11	3%
TIEMPO DE DEMORA EN RETIRAR BARRAS SP 5' DEL TALADRO		01:37:00	12%
TIEMPO DE SALIDA DEL TAJO A SUPERFICIE		00:35:00	4%
TIEMPO PARA CAMBIARSE Y ENTREGA DE LAMPARAS(SALIDA)		00:15:00	2%
TIEMPO TOTAL		12:00:00	100%
METROS PERFORADOS		204	

EQUIPO : SIMBA H1254		OPERADOR: CARPIO	
ENTRADA A MINA		07:00:00 a. m.	
		13/10/2018	
ETIQUETAS DE FILA		DIA	PORCENTAJE
	TIEMPO QUE DEMORO EN PARTIR EL CAMION DEL PARADERO	0:15:00	2%
	TIEMPO DE PARADERO A BOCAMINA	0:02:00	0%
	TIEMPO DE BOCAMINA AL LUGAR DE REPARTO DE GUARDIA	00:08:00	1%
	TIEMPO DE REPARTO DE GUARDIA	0:38:00	5%
	TIEMPO DESDE REPARTO DE GUARDIA HASTA LABOR	0:22:00	3%
	TIEMPO QUE SE DEMORO EN LLEGAR AL TAJO	0:09:00	1%
	TIEMPO DE DEMORA EN EL ACONDICIONAMIENTO DE LABOR	4:16:00	35%
	TIEMPO DE PARADA POR FALTA DE AGUA	0:20:00	3%
	TIEMPO DE ALMUERZO	2:01:03	17%
	TIEMPO DE PERFORACION	01:42:14	14%
	TIEMPO DE POSICIONAMIENTO DEL ANGULO PARA EL SGTE. TALADRO	00:03:27	0%
	TIEMPO DE DEMORA EN RETIRAR BARRAS SP 5' DEL TALADRO	00:32:16	4%
	TIEMPO DE SALIDA DEL TAJO A SUPERFICIE	01:16:00	11%
	TIEMPO PARA CAMBIARSE Y ENTREGA DE LAMPARAS(SALIDA)	00:15:00	2%
	TIEMPO TOTAL	12:00:00	100%
	METROS PERFORADOS	54	

EQUIPO : SIMBA H1254		OPERADOR: CARPIO	
ENTRADA A MINA		07:00:00 a. m.	
		14/10/2018	
ETIQUETAS DE FILA		DIA	PORCENTAJE
	TIEMPO QUE DEMORO EN PARTIR EL CAMION DEL PARADERO	0:09:00	1%
	TIEMPO DE PARADERO A BOCAMINA	0:02:00	0%
	TIEMPO DE BOCAMINA AL LUGAR DE REPARTO DE GUARDIA	00:09:00	1%
	TIEMPO DE REPARTO DE GUARDIA	0:47:00	6%
	TIEMPO DESDE REPARTO DE GUARDIA HASTA LABOR	0:30:00	4%
	TIEMPO QUE SE DEMORO EN LLEGAR AL TAJO	0:08:00	1%
	TIEMPO DE DEMORA EN EL ACONDICIONAMIENTO DE LABOR	0:15:00	2%
	TIEMPO DE ARREGLAR MANGUERA DE ACEITE	0:49:00	6%
	TIEMPO QUE DEMORA EN CAMBIAR SHANK	1:18:00	10%
	TIEMPO QUE DEMORA EN CAMBIAR ACUMULADORES	0:41:00	5%
	TIEMPO DE ALMUERZO	0:57:10	13%
	TIEMPO DE PERFORACION	03:45:24	30%
	TIEMPO DE POSICIONAMIENTO DEL ANGULO PARA EL SGTE. TALADRO	00:08:32	1%
	TIEMPO DE DEMORA EN RETIRAR BARRAS SP 5' DEL TALADRO	01:00:54	8%
	TIEMPO DE SALIDA DEL TAJO A SUPERFICIE	01:00:00	8%
	TIEMPO PARA CAMBIARSE Y ENTREGA DE LAMPARAS(SALIDA)	00:20:00	3%
	TIEMPO TOTAL	12:00:00	100%
	METROS PERFORADOS	111	

	EQUIPO : SIMBA H1254	OPERADOR: PANDURO		
	ENTRADA A MINA		07:00:00 a. m.	
			15/10/2018	
	ETIQUETAS DE FILA		DIA	PORCENTAJE
	TIEMPO QUE DEMORO EN PARTIR EL CAMION DEL PARADERO		0:11:00	2%
	TIEMPO DE PARADERO A BOCAMINA		0:02:00	0%
	TIEMPO DE BOCAMINA AL LUGAR DE REPARTO DE GUARDIA		00:12:00	2%
	TIEMPO DE REPARTO DE GUARDIA		0:35:00	5%
	TIEMPO DESDE REPARTO DE GUARDIA HASTA LABOR		0:40:00	6%
	TIEMPO QUE SE DEMORO EN LLEGAR AL TAJO		0:08:00	1%
	TIEMPO DE DEMORA EN EL ACONDICIONAMIENTO DE LABOR		0:29:00	4%
	TIEMPO QUE DEMORO EN ARREGLAR MANGUERA DE AGUA		0:07:00	1%
	TIEMPO DE ALMUERZO		1:21:16	12%
	TIEMPO DE PERFORACION		03:31:23	29%
	TIEMPO DE POSICIONAMIENTO DEL ANGULO PARA EL SGTE. TALADRO		00:46:45	6%
	TIEMPO DE DEMORA EN RETIRAR BARRAS SP 5' DEL TALADRO		02:40:36	22%
	TIEMPO DE SALIDA DEL TAJO A SUPERFICIE		01:01:00	9%
	TIEMPO PARA CAMBIARSE Y ENTREGA DE LAMPARAS(SALIDA)		00:15:00	2%
	TIEMPO TOTAL		12:00:00	100%
	METROS PERFORADOS		112.5	

	EQUIPO : SIMBA H1254	OPERADOR: PANDURO		
	ENTRADA A MINA		07:00:00 a. m.	
			16/10/2018	
	ETIQUETAS DE FILA		DIA	PORCENTAJE
	TIEMPO QUE DEMORO EN PARTIR EL CAMION DEL PARADERO		0:09:00	1%
	TIEMPO DE PARADERO A BOCAMINA		0:02:00	0%
	TIEMPO DE BOCAMINA AL LUGAR DE REPARTO DE GUARDIA		00:09:00	1%
	TIEMPO DE REPARTO DE GUARDIA		0:40:00	6%
	TIEMPO DESDE REPARTO DE GUARDIA HASTA LABOR		0:20:00	3%
	TIEMPO QUE SE DEMORO EN LLEGAR AL TAJO		0:09:00	1%
	TIEMPO DE DEMORA EN EL ACONDICIONAMIENTO DE LABOR		0:36:00	5%
	TIEMPO QUE DEMORO EN ARREGLAR FUGA DE ACEITE Y ACOMODO DE MANGUERAS		0:10:00	1%
	TIEMPO DE ALMUERZO		1:23:55	12%
	TIEMPO DE PERFORACION		04:39:55	39%
	TIEMPO DE POSICIONAMIENTO DEL ANGULO PARA EL SGTE. TALADRO		00:21:31	3%
	TIEMPO DE DEMORA EN RETIRAR BARRAS SP 5' DEL TALADRO		01:18:26	11%
	TIEMPO DE SALIDA DEL TAJO A SUPERFICIE		01:43:00	14%
	TIEMPO PARA CAMBIARSE Y ENTREGA DE LAMPARAS(SALIDA)		00:18:13	3%
	TIEMPO TOTAL		12:00:00	100%
	METROS PERFORADOS		162	

EQUIPO : SIMBA H1254		OPERADOR: TORRES	
ENTRADA A MINA		07:00:00 a. m.	
		17/10/2018	
ETIQUETAS DE FILA		DIA	PORCENTAJE
TIEMPO QUE DEMORO EN PARTIR EL CAMION DEL PARADERO		0:39:00	5%
TIEMPO DE PARADERO A BOCAMINA		0:02:00	0%
TIEMPO DE BOCAMINA AL LUGAR DE REPARTO DE GUARDIA		00:11:00	2%
TIEMPO DE REPARTO DE GUARDIA		0:29:00	4%
TIEMPO DESDE REPARTO DE GUARDIA HASTA LABOR		0:21:00	3%
TIEMPO QUE SE DEMORO EN LLEGAR AL TAJO		0:08:00	1%
TIEMPO DE DEMORA EN EL ACONDICIONAMIENTO DE LABOR		0:35:00	5%
TIEMPO QUE DEMORO EN ARREGLAR FUGA DE ACEITE Y ACOMODO DE MANGUERAS		0:20:00	3%
TIEMPO DE ALMUERZO		1:25:00	12%
TIEMPO DE PERFORACION		05:03:22	42%
TIEMPO DE POSICIONAMIENTO DEL ANGULO PARA EL SGTE. TALADRO		00:11:25	2%
TIEMPO DE DEMORA EN RETIRAR BARRAS SP 5' DEL TALADRO		01:06:53	9%
TIEMPO DE SALIDA DEL TAJO A SUPERFICIE		01:11:00	10%
TIEMPO PARA CAMBIARSE Y ENTREGA DE LAMPARAS(SALIDA)		00:17:20	3%
TIEMPO TOTAL		12:00:00	100%
METROS PERFORADOS		174	

EQUIPO : SIMBA H1254		OPERADOR: TORRES	
ENTRADA A MINA		07:00:00 a. m.	
		18/10/2018	
ETIQUETAS DE FILA		DIA	PORCENTAJE
TIEMPO QUE DEMORO EN PARTIR EL CAMION DEL PARADERO		0:15:00	2%
TIEMPO DE PARADERO A BOCAMINA		0:02:00	0%
TIEMPO DE BOCAMINA AL LUGAR DE REPARTO DE GUARDIA		00:13:00	2%
TIEMPO DE REPARTO DE GUARDIA		0:33:00	5%
TIEMPO DESDE REPARTO DE GUARDIA HASTA LABOR		0:17:00	2%
TIEMPO QUE SE DEMORO EN LLEGAR AL TAJO		0:08:00	1%
TIEMPO DE DEMORA EN EL ACONDICIONAMIENTO DE LABOR		0:44:00	6%
TIEMPO QUE DEMORO EN ARREGLAR FUGA DE ACEITE Y ACOMODO DE MANGUERAS		0:23:00	3%
TIEMPO DE ALMUERZO		1:28:00	12%
TIEMPO DE PERFORACION		05:13:37	44%
TIEMPO DE POSICIONAMIENTO DEL ANGULO PARA EL SGTE. TALADRO		00:18:15	3%
TIEMPO DE DEMORA EN RETIRAR BARRAS SP 5' DEL TALADRO		01:29:32	12%
TIEMPO DE SALIDA DEL TAJO A SUPERFICIE		00:41:00	6%
TIEMPO PARA CAMBIARSE Y ENTREGA DE LAMPARAS(SALIDA)		00:14:36	2%
TIEMPO TOTAL		12:00:00	100%
METROS PERFORADOS		175.5	

	EQUIPO : SIMBA H1254	OPERADOR: TORRES		
	ENTRADA A MINA		07:00:00 a. m.	
			20/10/2018	
	ETIQUETAS DE FILA	DIA		PORCENTAJE
	TIEMPO QUE DEMORO EN PARTIR EL CAMION DEL PARADERO		0:22:00	3%
	TIEMPO DE PARADERO A BOCAMINA		0:02:00	0%
	TIEMPO DE BOCAMINA AL LUGAR DE REPARTO DE GUARDIA		00:10:00	1%
	TIEMPO DE REPARTO DE GUARDIA		0:39:00	5%
	TIEMPO DESDE REPARTO DE GUARDIA HASTA LABOR		0:17:00	2%
	TIEMPO QUE SE DEMORO EN LLEGAR AL TAJO		0:08:00	1%
	TIEMPO DE DEMORA EN EL ACONDICIONAMIENTO DE LABOR		0:49:00	6%
	TIEMPO DE PARADA MECANICA Y ELECTRICA		3:41:00	28%
	TIEMPO DE ALMUERZO		0:00:00	10%
	TIEMPO DE PERFORACION		02:48:03	21%
	TIEMPO DE POSICIONAMIENTO DEL ANGULO PARA EL SGTE. TALADRO		00:22:39	3%
	TIEMPO DE DEMORA EN RETIRAR BARRAS SP 5' DEL TALADRO		01:10:03	9%
	TIEMPO DE SALIDA DEL TAJO A SUPERFICIE		01:11:15	8%
	TIEMPO PARA CAMBIARSE Y ENTREGA DE LAMPARAS(SALIDA)		00:20:00	3%
	TIEMPO TOTAL		12:00:00	100%
	METROS PERFORADOS		103.5	

	EQUIPO : SIMBA H1254	OPERADOR: TORRES		
	ENTRADA A MINA		07:00:00 a. m.	
			21/10/2018	
	ETIQUETAS DE FILA	DIA		PORCENTAJE
	TIEMPO QUE DEMORO EN PARTIR EL CAMION DEL PARADERO		0:20:00	3%
	TIEMPO DE PARADERO A BOCAMINA		0:02:00	0%
	TIEMPO DE BOCAMINA AL LUGAR DE REPARTO DE GUARDIA		00:11:00	2%
	TIEMPO DE REPARTO DE GUARDIA		0:22:00	3%
	TIEMPO DESDE REPARTO DE GUARDIA HASTA LABOR		0:21:00	3%
	TIEMPO QUE SE DEMORO EN LLEGAR AL TAJO		0:16:00	2%
	TIEMPO DE DEMORA EN EL ACONDICIONAMIENTO DE LABOR		0:46:00	6%
	TIEMPO DE PARADA MECANICA Y ELECTRICA		0:08:00	1%
	TIEMPO DE ALMUERZO		1:50:00	15%
	TIEMPO DE PERFORACION		04:38:04	39%
	TIEMPO DE POSICIONAMIENTO DEL ANGULO PARA EL SGTE. TALADRO		00:21:59	3%
	TIEMPO DE DEMORA EN RETIRAR BARRAS SP 5' DEL TALADRO		01:07:38	9%
	TIEMPO DE SALIDA DEL TAJO A SUPERFICIE		01:06:19	9%
	TIEMPO PARA CAMBIARSE Y ENTREGA DE LAMPARAS(SALIDA)		00:30:00	4%
	TIEMPO TOTAL		12:00:00	100%
	METROS PERFORADOS		150	

Anexo C: Tabla Detalla del día 1 al día 12.

		15/09/2018	16/09/2018	17/09/2018	18/09/2018	19/09/2018	20/09/2018	21/09/2018	22/09/2018	23/09/2018	24/09/2018	7/10/2018	8/10/2018
	TIEMPO DE MANTENIMIENTO												
		0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00					
Falla eléctrica		0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:11:00					
Falla mecánica		0:27:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	4:53:50	3:58:00				0:57:00
Mantenimiento programado/preventivo		0:00:00	0:00:00	0:00:00	12:00:00	12:00:00	12:00:00	0:00:00					
Otras demoras no operativas		0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00					
	TOTAL	0:27:00	0:00:00	0:00:00	12:00:00	12:00:00	12:00:00	5:04:50	3:58:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:57:00
	DEMORAS OPERATIVAS DE INTERFERENCIA												
Esperando escolta		0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00					
Esperando frente de trabajo		0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00					
Falta de agua		0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:15:50				
Falta de energía		0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00					
Falta de insumos/accesorios		0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00					
Falta de ventilación		0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00					
Esperando llegada de mecánico		0:00:00	0:00:00	1:20:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:09:00		3:28:00			
Otras demoras operativas		0:00:00	0:07:41	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00				2:39:00	1:17:00
Traslado del equipo		0:00:00	0:00:00	2:38:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00					
	TOTAL	0:00:00	0:07:41	3:58:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:09:00	0:15:50	3:28:00	0:00:00	2:39:00	1:17:00
	TIEMPO OPERATIVO												
Perforación		4:16:54	5:26:44	1:43:22	0:00:00	0:00:00	0:00:00	1:40:30	2:07:04	1:52:32	5:06:45	3:56:19	3:45:45
Posicionamiento del ángulo para el siguiente taladro		0:36:00	0:11:14	0:02:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:01:39	0:07:34	0:25:29	0:11:04	0:14:55	0:10:19
Retiro de barras tipo SP		1:41:54	1:18:32	0:34:06	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:30:51	0:46:50	0:36:40	1:24:47	0:53:54	1:11:09
Perforación frente													
Perforación para pernos													
Perforación Taladro rimado													
	TOTAL	6:34:48	6:56:30	2:19:28	0:00:00	0:00:00	0:00:00	2:13:00	3:01:28	2:54:41	6:42:36	5:05:08	5:07:13
	DEMORAS OPERATIVAS PLANIFICADAS												
Espera del chofer para llevarlos a interior mina		0:33:00	0:14:00	0:30:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:10:00	0:15:00	0:14:00	0:12:00	0:15:00	0:11:00
Llegada del camión a reparto de guardia en interior mina		1:09:00	0:12:00	0:13:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:11:00	0:11:00	0:10:00	0:14:00	0:10:00	0:10:00
Reparto de guardia		0:40:00	0:47:00	0:22:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:36:00	0:44:00	0:27:00	0:56:00	0:58:00	1:05:00
Reparto de guardia a labor		0:25:00	0:46:00	0:25:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:25:00	0:33:00	0:44:00	0:30:00	0:27:00	0:29:00
Regrigerio		1:30:00	1:45:00	1:58:41	0:00:00	0:00:00	0:00:00	1:25:40	1:41:42	1:28:19	1:52:49	1:25:52	1:41:47
Salida de personal		0:41:12	1:11:49	1:21:51	0:00:00	0:00:00	0:00:00	1:45:30	1:20:00	1:27:00	1:32:35	1:00:00	1:02:00
Chequeo de máquina		0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00					
Charla de seguridad		0:00:00	0:00:00	0:52:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00		1:07:00			
	TOTAL	4:58:12	4:55:49	5:42:32	0:00:00	0:00:00	0:00:00	4:33:10	4:44:42	5:37:19	5:17:24	4:15:52	4:38:47

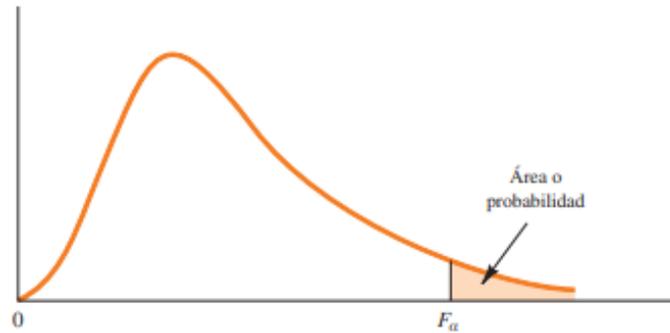
Anexo D: Tabla Detalla del día 13 al día 24.

		9/10/2018	10/10/2018	11/10/2018	13/10/2018	14/10/2018	15/10/2018	16/10/2018	17/10/2018	18/10/2018	20/10/2018	21/10/2018	22/10/2018
	TIEMPO DE MANTENIMIENTO												
Falla eléctrica											3:41:00		
Falla mecánica				0:20:00		2:48:00	0:07:00	0:10:00	0:20:00	0:23:00		0:08:00	
Mantenimiento programado/preventivo													12:00:00
Otras demoras no operativas													
	TOTAL	0:00:00	0:00:00	0:20:00	0:00:00	2:48:00	0:07:00	0:10:00	0:20:00	0:23:00	3:41:00	0:08:00	12:00:00
	DEMORAS OPERATIVAS DE INTERFERENCIA												
Esperando escolta													
Esperando frente de trabajo													
Falta de agua					0:20:00								
Falta de energía													
Falta de insumos/accesorios													
Falta de ventilación													
Esperando llegada de mecánico													
Otras demoras operativas		1:53:00	3:02:00	0:42:00	4:16:00	0:15:00	0:29:00	0:36:00	0:35:00	0:44:00	0:49:00	0:46:00	
Traslado del equipo													
	TOTAL	1:53:00	3:02:00	0:42:00	4:36:00	0:15:00	0:29:00	0:36:00	0:35:00	0:44:00	0:49:00	0:46:00	0:00:00
	TIEMPO OPERATIVO												
Perforación		3:47:18	2:58:36	6:27:49	1:42:14	3:45:24	3:31:23	4:39:55	5:03:22	5:13:37	2:48:03	4:38:04	
Posicionamiento del ángulo para el siguiente taladro		0:21:43	0:11:07	0:25:11	0:03:27	0:08:32	0:46:45	0:21:31	0:11:25	0:18:15	0:22:39	0:21:59	
Retiro de barras tipo SP		0:57:35	0:45:42	1:37:00	0:32:16	1:00:54	2:40:36	1:18:26	1:06:53	1:29:32	1:10:03	1:07:38	
Perforación frente													
Perforación para pernos													
Perforación Taladro rimado													
	TOTAL	5:06:36	3:55:25	8:30:00	2:17:57	4:54:50	6:58:44	6:19:52	6:21:40	7:01:24	4:20:45	6:07:41	0:00:00
	DEMORAS OPERATIVAS PLANIFICADAS												
Espera del chofer para llevarlos a interior mina		0:15:00	0:15:00	0:13:00	0:15:00	0:09:00	0:11:00	0:09:00	0:39:00	0:15:00	0:22:00	0:20:00	
Llegada del camión a reparto de guardia en interior mina		0:10:00	0:10:00	0:12:00	0:10:00	0:11:00	0:14:00	0:11:00	0:13:00	0:15:00	0:12:00	0:13:00	
Reparto de guardia		0:50:00	0:50:00	0:45:00	0:38:00	0:47:00	0:35:00	0:40:00	0:29:00	0:33:00	0:39:00	0:22:00	
Reparto de guardia a labor		0:28:00	0:27:00	0:28:00	0:31:00	0:38:00	0:48:00	0:29:00	0:29:00	0:25:00	0:25:00	0:37:00	
Regriterio		1:45:24	1:59:35	0:00:00	2:01:03	0:57:10	1:21:16	1:23:55	1:25:00	1:28:00	0:00:00	1:50:00	
Salida de personal		1:32:00	1:21:00	0:50:00	1:31:00	1:20:00	1:16:00	2:01:13	1:28:20	0:55:36	1:31:15	1:36:19	
Chequeo de máquina													
Charla de seguridad													
	TOTAL	5:00:24	5:02:35	2:28:00	5:06:03	4:02:10	4:25:16	4:54:08	4:43:20	3:51:36	3:09:15	4:58:19	0:00:00

Anexo E: Resumen de Tiempos de los 24 días de Registro de Datos.

	DIAS TRABAJADOS										
	15/09/2018	16/09/2018	17/09/2018	18/09/2018	19/09/2018	20/09/2018	21/09/2018	22/09/2018	23/09/2018	24/09/2018	7/10/2018
TIEMPO DE MANTENIMIENTO (TM)											
Tiempo de Mantenimiento	0:27:00	0:00:00	0:00:00	12:00:00	12:00:00	12:00:00	5:04:50	3:58:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
TIEMPO TOTAL DE MANTENIMIENTO POR DÍAS (TM)	0:27:00	0:00:00	0:00:00	12:00:00	12:00:00	12:00:00	5:04:50	3:58:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
TIEMPO DISPONIBLE (TD)											
TIEMPO OPERATIVO (TO)											
Tiempo Operativo (TO)	6:34:48	6:56:30	2:19:28	0:00:00	0:00:00	0:00:00	2:13:00	3:01:28	2:54:41	6:42:36	5:05:08
TIEMPO DE DEMORAS OPERATIVAS (TDo)											
Tiempo de Demoras Operativas Planificadas (TDop)	4:58:12	4:55:49	5:42:32	0:00:00	0:00:00	0:00:00	4:33:10	4:44:42	5:37:19	5:17:24	4:15:52
Tiempo de Demoras Operativas de Interferencia (TDoi)	0:00:00	0:07:41	3:58:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:09:00	0:15:50	3:28:00	0:00:00	2:39:00
TIEMPO DE DEMORAS OPERATIVAS (TDo)	4:58:12	5:03:30	9:40:32	0:00:00	0:00:00	0:00:00	4:42:10	5:00:32	9:05:19	5:17:24	6:54:52
TOTAL TIEMPO DISPONIBLE POR DÍAS(TD)	11:33:00	12:00:00	12:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	6:55:10	8:02:00	12:00:00	12:00:00	12:00:00
TIEMPO TOTAL TRABAJADO POR DÍAS	12:00:00										
METROS PERFORADOS	118.5	163.50	61.5	0	0	0	63	72	66	150	147

Anexo F: Tabla de Distribución F.



Las entradas en la tabla proporcionan los valores F_{α} , donde α es el área o probabilidad en la cola superior de la distribución F . Por ejemplo, con 4 grados de libertad en el numerador, 8 grados de libertad en el denominador y un área de 0.05 en la cola superior, $F_{0.05} = 3.84$.

Grados de libertad en el denominador	Área en la cola superior	Grados de libertad en el numerador																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	40	60	100	1000
1	0.10	39.86	49.50	53.59	55.83	57.24	58.20	58.91	59.44	59.86	60.19	61.22	61.74	62.05	62.26	62.53	62.79	63.01	63.30
	0.05	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54	241.88	245.95	248.02	249.26	250.10	251.14	252.20	253.04	254.19
	0.025	647.79	799.48	864.15	899.60	921.83	937.11	948.20	956.64	963.28	968.63	984.87	993.08	998.09	1001.40	1005.60	1009.79	1013.16	1017.76
	0.01	4052.18	4999.34	5403.53	5624.26	5763.96	5858.95	5928.33	5980.95	6022.40	6055.93	6156.97	6208.66	6239.86	6260.35	6286.43	6312.97	6333.92	6362.80
2	0.10	8.53	9.00	9.16	9.24	9.29	9.33	9.35	9.37	9.38	9.39	9.42	9.44	9.45	9.46	9.47	9.47	9.48	9.49
	0.05	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.43	19.45	19.46	19.46	19.47	19.48	19.49	19.49
	0.025	38.51	39.00	39.17	39.25	39.30	39.33	39.36	39.37	39.39	39.40	39.43	39.45	39.46	39.46	39.47	39.48	39.49	39.50
	0.01	98.50	99.00	99.16	99.25	99.30	99.33	99.36	99.38	99.39	99.40	99.43	99.45	99.46	99.47	99.48	99.48	99.49	99.50
3	0.10	5.54	5.46	5.39	5.34	5.31	5.28	5.27	5.25	5.24	5.23	5.20	5.18	5.17	5.17	5.16	5.15	5.14	5.13
	0.05	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.70	8.66	8.63	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53
	0.025	17.44	16.04	15.44	15.10	14.88	14.73	14.62	14.54	14.47	14.42	14.25	14.17	14.12	14.08	14.04	13.99	13.96	13.91
	0.01	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.34	27.23	26.87	26.69	26.58	26.50	26.41	26.32	26.24	26.14
4	0.10	4.54	4.32	4.19	4.11	4.05	4.01	3.98	3.95	3.94	3.92	3.87	3.84	3.83	3.82	3.80	3.79	3.78	3.76
	0.05	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63
	0.025	12.22	10.65	9.98	9.60	9.36	9.20	9.07	8.98	8.90	8.84	8.66	8.56	8.50	8.46	8.41	8.36	8.32	8.26
	0.01	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66	14.55	14.20	14.02	13.91	13.84	13.75	13.65	13.58	13.47
5	0.10	4.06	3.78	3.62	3.52	3.45	3.40	3.37	3.34	3.32	3.30	3.24	3.21	3.19	3.17	3.16	3.14	3.13	3.11
	0.05	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.62	4.56	4.52	4.50	4.46	4.43	4.41	4.37
	0.025	10.01	8.43	7.76	7.39	7.15	6.98	6.85	6.76	6.68	6.62	6.43	6.33	6.27	6.23	6.18	6.12	6.08	6.02
	0.01	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16	10.05	9.72	9.55	9.45	9.38	9.29	9.20	9.13	9.03

Grados de libertad en el denominador	Área en la cola superior	Grados de libertad en el numerador																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	40	60	100	1000
6	0.10	3.78	3.46	3.29	3.18	3.11	3.05	3.01	2.98	2.96	2.94	2.87	2.84	2.81	2.80	2.78	2.76	2.75	2.72
	0.05	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	3.94	3.87	3.83	3.81	3.77	3.74	3.71	3.67
	0.025	8.81	7.26	6.60	6.23	5.99	5.82	5.70	5.60	5.52	5.46	5.27	5.17	5.11	5.07	5.01	4.96	4.92	4.86
	0.01	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87	7.56	7.40	7.30	7.23	7.14	7.06	6.99	6.89
7	0.10	3.59	3.26	3.07	2.96	2.88	2.83	2.78	2.75	2.72	2.70	2.63	2.59	2.57	2.56	2.54	2.51	2.50	2.47
	0.05	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.51	3.44	3.40	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23
	0.025	8.07	6.54	5.89	5.52	5.29	5.12	4.99	4.90	4.82	4.76	4.57	4.47	4.40	4.36	4.31	4.25	4.21	4.15
	0.01	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72	6.62	6.31	6.16	6.06	5.99	5.91	5.82	5.75	5.66
8	0.10	3.46	3.11	2.92	2.81	2.73	2.67	2.62	2.59	2.56	2.54	2.46	2.42	2.40	2.38	2.36	2.34	2.32	2.30
	0.05	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.22	3.15	3.11	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93
	0.025	7.57	6.06	5.42	5.05	4.82	4.65	4.53	4.43	4.36	4.30	4.10	4.00	3.94	3.89	3.84	3.78	3.74	3.68
	0.01	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91	5.81	5.52	5.36	5.26	5.20	5.12	5.03	4.96	4.87
9	0.10	3.36	3.01	2.81	2.69	2.61	2.55	2.51	2.47	2.44	2.42	2.34	2.30	2.27	2.25	2.23	2.21	2.19	2.16
	0.05	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.01	2.94	2.89	2.86	2.83	2.79	2.76	2.71
	0.025	7.21	5.71	5.08	4.72	4.48	4.32	4.20	4.10	4.03	3.96	3.77	3.67	3.60	3.56	3.51	3.45	3.40	3.34
	0.01	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35	5.26	4.96	4.81	4.71	4.65	4.57	4.48	4.41	4.32
10	0.10	3.29	2.92	2.73	2.61	2.52	2.46	2.41	2.38	2.35	2.32	2.24	2.20	2.17	2.16	2.13	2.11	2.09	2.06
	0.05	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.85	2.77	2.73	2.70	2.66	2.62	2.59	2.54
	0.025	6.94	5.46	4.83	4.47	4.24	4.07	3.95	3.85	3.78	3.72	3.52	3.42	3.35	3.31	3.26	3.20	3.15	3.09
	0.01	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94	4.85	4.56	4.41	4.31	4.25	4.17	4.08	4.01	3.92
11	0.10	3.23	2.86	2.66	2.54	2.45	2.39	2.34	2.30	2.27	2.25	2.17	2.12	2.10	2.08	2.05	2.03	2.01	1.98
	0.05	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.72	2.65	2.60	2.57	2.53	2.49	2.46	2.41
	0.025	6.72	5.26	4.63	4.28	4.04	3.88	3.76	3.66	3.59	3.53	3.33	3.23	3.16	3.12	3.06	3.00	2.96	2.89
	0.01	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63	4.54	4.25	4.10	4.01	3.94	3.86	3.78	3.71	3.61
12	0.10	3.18	2.81	2.61	2.48	2.39	2.33	2.28	2.24	2.21	2.19	2.10	2.06	2.03	2.01	1.99	1.96	1.94	1.91
	0.05	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.62	2.54	2.50	2.47	2.43	2.38	2.35	2.30
	0.025	6.55	5.10	4.47	4.12	3.89	3.73	3.61	3.51	3.44	3.37	3.18	3.07	3.01	2.96	2.91	2.85	2.80	2.73
	0.01	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39	4.30	4.01	3.86	3.76	3.70	3.62	3.54	3.47	3.37
13	0.10	3.14	2.76	2.56	2.43	2.35	2.28	2.23	2.20	2.16	2.14	2.05	2.01	1.98	1.96	1.93	1.90	1.88	1.85
	0.05	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.53	2.46	2.41	2.38	2.34	2.30	2.26	2.21
	0.025	6.41	4.97	4.35	4.00	3.77	3.60	3.48	3.39	3.31	3.25	3.05	2.95	2.88	2.84	2.78	2.72	2.67	2.60
	0.01	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19	4.10	3.82	3.66	3.57	3.51	3.43	3.34	3.27	3.18
14	0.10	3.10	2.73	2.52	2.39	2.31	2.24	2.19	2.15	2.12	2.10	2.01	1.96	1.93	1.91	1.89	1.86	1.83	1.80
	0.05	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.46	2.39	2.34	2.31	2.27	2.22	2.19	2.14
	0.025	6.30	4.86	4.24	3.89	3.66	3.50	3.38	3.29	3.21	3.15	2.95	2.84	2.78	2.73	2.67	2.61	2.56	2.50
	0.01	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.66	3.51	3.41	3.35	3.27	3.18	3.11	3.02
15	0.10	3.07	2.70	2.49	2.36	2.27	2.21	2.16	2.12	2.09	2.06	1.97	1.92	1.89	1.87	1.85	1.82	1.79	1.76
	0.05	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.40	2.33	2.28	2.25	2.20	2.16	2.12	2.07
	0.025	6.20	4.77	4.15	3.80	3.58	3.41	3.29	3.20	3.12	3.06	2.86	2.76	2.69	2.64	2.59	2.52	2.47	2.40
	0.01	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.52	3.37	3.28	3.21	3.13	3.05	2.98	2.88

Grados de libertad en el denominador	Área en la cola superior	Grados de libertad en el numerador																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	40	60	100	1000
16	0.10	3.05	2.67	2.46	2.33	2.24	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	1.94	1.89	1.86	1.84	1.81	1.78	1.76	1.72
	0.05	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.35	2.28	2.23	2.19	2.15	2.11	2.07	2.02
	0.025	6.12	4.69	4.08	3.73	3.50	3.34	3.22	3.12	3.05	2.99	2.79	2.68	2.61	2.57	2.51	2.45	2.40	2.32
	0.01	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.41	3.26	3.16	3.10	3.02	2.93	2.86	2.76
17	0.10	3.03	2.64	2.44	2.31	2.22	2.15	2.10	2.06	2.03	2.00	1.91	1.86	1.83	1.81	1.78	1.75	1.73	1.69
	0.05	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.31	2.23	2.18	2.15	2.10	2.06	2.02	1.97
	0.025	6.04	4.62	4.01	3.66	3.44	3.28	3.16	3.06	2.98	2.92	2.72	2.62	2.55	2.50	2.44	2.38	2.33	2.26
	0.01	8.40	6.11	5.19	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59	3.31	3.16	3.07	3.00	2.92	2.83	2.76	2.66
18	0.10	3.01	2.62	2.42	2.29	2.20	2.13	2.08	2.04	2.00	1.98	1.89	1.84	1.80	1.78	1.75	1.72	1.70	1.66
	0.05	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.27	2.19	2.14	2.11	2.06	2.02	1.98	1.92
	0.025	5.98	4.56	3.95	3.61	3.38	3.22	3.10	3.01	2.93	2.87	2.67	2.56	2.49	2.44	2.38	2.32	2.27	2.20
	0.01	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.60	3.51	3.23	3.08	2.98	2.92	2.84	2.75	2.68	2.58
19	0.10	2.99	2.61	2.40	2.27	2.18	2.11	2.06	2.02	1.98	1.96	1.86	1.81	1.78	1.76	1.73	1.70	1.67	1.64
	0.05	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.94	1.88
	0.025	5.92	4.51	3.90	3.56	3.33	3.17	3.05	2.96	2.88	2.82	2.62	2.51	2.44	2.39	2.33	2.27	2.22	2.14
	0.01	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.43	3.15	3.00	2.91	2.84	2.76	2.67	2.60	2.50
20	0.10	2.97	2.59	2.38	2.25	2.16	2.09	2.04	2.00	1.96	1.94	1.84	1.79	1.76	1.74	1.71	1.68	1.65	1.61
	0.05	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.20	2.12	2.07	2.04	1.99	1.95	1.91	1.85
	0.025	5.87	4.46	3.86	3.51	3.29	3.13	3.01	2.91	2.84	2.77	2.57	2.46	2.40	2.35	2.29	2.22	2.17	2.09
	0.01	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46	3.37	3.09	2.94	2.84	2.78	2.69	2.61	2.54	2.43
21	0.10	2.96	2.57	2.36	2.23	2.14	2.08	2.02	1.98	1.95	1.92	1.83	1.78	1.74	1.72	1.69	1.66	1.63	1.59
	0.05	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.88	1.82
	0.025	5.83	4.42	3.82	3.48	3.25	3.09	2.97	2.87	2.80	2.73	2.53	2.42	2.36	2.31	2.25	2.18	2.13	2.05
	0.01	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.64	3.51	3.40	3.31	3.03	2.88	2.79	2.72	2.64	2.55	2.48	2.37
22	0.10	2.95	2.56	2.35	2.22	2.13	2.06	2.01	1.97	1.93	1.90	1.81	1.76	1.73	1.70	1.67	1.64	1.61	1.57
	0.05	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.15	2.07	2.02	1.98	1.94	1.89	1.85	1.79
	0.025	5.79	4.38	3.78	3.44	3.22	3.05	2.93	2.84	2.76	2.70	2.50	2.39	2.32	2.27	2.21	2.14	2.09	2.01
	0.01	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26	2.98	2.83	2.73	2.67	2.58	2.50	2.42	2.32
23	0.10	2.94	2.55	2.34	2.21	2.11	2.05	1.99	1.95	1.92	1.89	1.80	1.74	1.71	1.69	1.66	1.62	1.59	1.55
	0.05	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.13	2.05	2.00	1.96	1.91	1.86	1.82	1.76
	0.025	5.75	4.35	3.75	3.41	3.18	3.02	2.90	2.81	2.73	2.67	2.47	2.36	2.29	2.24	2.18	2.11	2.06	1.98
	0.01	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30	3.21	2.93	2.78	2.69	2.62	2.54	2.45	2.37	2.27
24	0.10	2.93	2.54	2.33	2.19	2.10	2.04	1.98	1.94	1.91	1.88	1.78	1.73	1.70	1.67	1.64	1.61	1.58	1.54
	0.05	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.11	2.03	1.97	1.94	1.89	1.84	1.80	1.74
	0.025	5.72	4.32	3.72	3.38	3.15	2.99	2.87	2.78	2.70	2.64	2.44	2.33	2.26	2.21	2.15	2.08	2.02	1.94
	0.01	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26	3.17	2.89	2.74	2.64	2.58	2.49	2.40	2.33	2.22

Grados de libertad en el denominador	Área en la cola superior	Grados de libertad en el numerador																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	40	60	100	1000
25	0.10	2.92	2.53	2.32	2.18	2.09	2.02	1.97	1.93	1.89	1.87	1.77	1.72	1.68	1.66	1.63	1.59	1.56	1.52
	0.05	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.78	1.72
	0.025	5.69	4.29	3.69	3.35	3.13	2.97	2.85	2.75	2.68	2.61	2.41	2.30	2.23	2.18	2.12	2.05	2.00	1.91
	0.01	7.77	5.57	4.68	4.18	3.85	3.63	3.46	3.32	3.22	3.13	2.85	2.70	2.60	2.54	2.45	2.36	2.29	2.18
26	0.10	2.91	2.52	2.31	2.17	2.08	2.01	1.96	1.92	1.88	1.86	1.76	1.71	1.67	1.65	1.61	1.58	1.55	1.51
	0.05	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.07	1.99	1.94	1.90	1.85	1.80	1.76	1.70
	0.025	5.66	4.27	3.67	3.33	3.10	2.94	2.82	2.73	2.65	2.59	2.39	2.28	2.21	2.16	2.09	2.03	1.97	1.89
	0.01	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.18	3.09	2.81	2.66	2.57	2.50	2.42	2.33	2.25	2.14
27	0.10	2.90	2.51	2.30	2.17	2.07	2.00	1.95	1.91	1.87	1.85	1.75	1.70	1.66	1.64	1.60	1.57	1.54	1.50
	0.05	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.06	1.97	1.92	1.88	1.84	1.79	1.74	1.68
	0.025	5.63	4.24	3.65	3.31	3.08	2.92	2.80	2.71	2.63	2.57	2.36	2.25	2.18	2.13	2.07	2.00	1.94	1.86
	0.01	7.68	5.49	4.60	4.11	3.78	3.56	3.39	3.26	3.15	3.06	2.78	2.63	2.54	2.47	2.38	2.29	2.22	2.11
28	0.10	2.89	2.50	2.29	2.16	2.06	2.00	1.94	1.90	1.87	1.84	1.74	1.69	1.65	1.63	1.59	1.56	1.53	1.48
	0.05	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.73	1.66
	0.025	5.61	4.22	3.63	3.29	3.06	2.90	2.78	2.69	2.61	2.55	2.34	2.23	2.16	2.11	2.05	1.98	1.92	1.84
	0.01	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	3.23	3.12	3.03	2.75	2.60	2.51	2.44	2.35	2.26	2.19	2.08
29	0.10	2.89	2.50	2.28	2.15	2.06	1.99	1.93	1.89	1.86	1.83	1.73	1.68	1.64	1.62	1.58	1.55	1.52	1.47
	0.05	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.03	1.94	1.89	1.85	1.81	1.75	1.71	1.65
	0.025	5.59	4.20	3.61	3.27	3.04	2.88	2.76	2.67	2.59	2.53	2.32	2.21	2.14	2.09	2.03	1.96	1.90	1.82
	0.01	7.60	5.42	4.54	4.04	3.73	3.50	3.33	3.20	3.09	3.00	2.73	2.57	2.48	2.41	2.33	2.23	2.16	2.05
30	0.10	2.88	2.49	2.28	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.85	1.82	1.72	1.67	1.63	1.61	1.57	1.54	1.51	1.46
	0.05	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.01	1.93	1.88	1.84	1.79	1.74	1.70	1.63
	0.025	5.57	4.18	3.59	3.25	3.03	2.87	2.75	2.65	2.57	2.51	2.31	2.20	2.12	2.07	2.01	1.94	1.88	1.80
	0.01	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07	2.98	2.70	2.55	2.45	2.39	2.30	2.21	2.13	2.02
40	0.10	2.84	2.44	2.23	2.09	2.00	1.93	1.87	1.83	1.79	1.76	1.66	1.61	1.57	1.54	1.51	1.47	1.43	1.38
	0.05	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	1.92	1.84	1.78	1.74	1.69	1.64	1.59	1.52
	0.025	5.42	4.05	3.46	3.13	2.90	2.74	2.62	2.53	2.45	2.39	2.18	2.07	1.99	1.94	1.88	1.80	1.74	1.65
	0.01	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89	2.80	2.52	2.37	2.27	2.20	2.11	2.02	1.94	1.82
60	0.10	2.79	2.39	2.18	2.04	1.95	1.87	1.82	1.77	1.74	1.71	1.60	1.54	1.50	1.48	1.44	1.40	1.36	1.30
	0.05	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.84	1.75	1.69	1.65	1.59	1.53	1.48	1.40
	0.025	5.29	3.93	3.34	3.01	2.79	2.63	2.51	2.41	2.33	2.27	2.06	1.94	1.87	1.82	1.74	1.67	1.60	1.49
	0.01	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72	2.63	2.35	2.20	2.10	2.03	1.94	1.84	1.75	1.62
100	0.10	2.76	2.36	2.14	2.00	1.91	1.83	1.78	1.73	1.69	1.66	1.56	1.49	1.45	1.42	1.38	1.34	1.29	1.22
	0.05	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31	2.19	2.10	2.03	1.97	1.93	1.77	1.68	1.62	1.57	1.52	1.45	1.39	1.30
	0.025	5.18	3.83	3.25	2.92	2.70	2.54	2.42	2.32	2.24	2.18	1.97	1.85	1.77	1.71	1.64	1.56	1.48	1.36
	0.01	6.90	4.82	3.98	3.51	3.21	2.99	2.82	2.69	2.59	2.50	2.22	2.07	1.97	1.89	1.80	1.69	1.60	1.45
1000	0.10	2.71	2.31	2.09	1.95	1.85	1.78	1.72	1.68	1.64	1.61	1.49	1.43	1.38	1.35	1.30	1.25	1.20	1.08
	0.05	3.85	3.00	2.61	2.38	2.22	2.11	2.02	1.95	1.89	1.84	1.68	1.58	1.52	1.47	1.41	1.33	1.26	1.11
	0.025	5.04	3.70	3.13	2.80	2.58	2.42	2.30	2.20	2.13	2.06	1.85	1.72	1.64	1.58	1.50	1.41	1.32	1.13
	0.01	6.66	4.63	3.80	3.34	3.04	2.82	2.66	2.53	2.43	2.34	2.06	1.90	1.79	1.72	1.61	1.50	1.38	1.16