

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“IMPORTANCIA DE COSTOS UNITARIOS EN EL
DESARROLLO DE LA PERFORACIÓN Y
VOLADURA EN MINERÍA”

Trabajo de Investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería de Minas



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

Autor:

Fabriciano Duran Cruzado

Asesor:

Ing. Elmer Ovidio Luque Luque

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

Queremos dedicar este proyecto a Dios, por darnos la vida.

A nuestros padres por el apoyo incondicional.

Y docentes por guiarnos en nuestra formación.

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer a Dios, nuestros padres y docentes de la universidad privada del norte quienes nos ayudaron a formarnos como profesionales.

También al ingeniero Elmer Ovidio Luque Luque por guiarnos en este proceso de culminar nuestra carrera.

Tabla de contenido

| | |
|---|-----------|
| DEDICATORIA | 2 |
| CAPÍTULO 1. AGRADECIMIENTO..... | 3 |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN..... | 5 |
| 1.1. Realidad problemática | 5 |
| 1.2. Formulación del problema | 7 |
| 1.3. Objetivos | 7 |
| 1.3.1. Objetivo general..... | 7 |
| 1.3.2. Objetivos específicos | 7 |
| 1.4. Hipótesis..... | 7 |
| 1.4.1. Hipótesis general..... | 7 |
| 1.4.2. Hipótesis específicas..... | 7 |
| CAPÍTULO II. METODOLOGÍA..... | 8 |
| 2.1. Tipo de investigación | 8 |
| 2.2.1. Población. | 8 |
| 2.2.2. Muestra..... | 8 |
| En el presente proyecto de investigación se tomó como muestra | 8 |
| 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos..... | 9 |
| CAPÍTULO III. MATRIZ DE CONSISTENCIA Y CRONOGRAM..... | 13 |
| REFERENCIAS | 16 |
| ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN | 17 |

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La importancia de los costos generados en estos trabajos hoy en día, ha desarrollado un sistema integral de gestión de perforación y voladura, que resuelve las necesidades de integración y gestión de la información asociada a la perforación y voladura de roca; este sistema considera almacenar los parámetros teóricos y reales de cada diseño de perforación y voladura, así como los indicadores de desempeños de estas operaciones, entiéndase fragmentación, rendimiento de equipos y otros, para poder realizar una serie de análisis, lo cual permita tomar decisiones sobre una amplia gama de antecedentes, cuyo propósito es la optimización del proceso; otra característica del sistema integral de gestión es que permite llevar un inventario de todos los equipos utilizados en cada perforación y voladura permitiendo controlar los costos de cada una de ellas (Díaz Martínez, Guarín Aragón, & Jiménez Builes, 2012).

La aplicación de nuevas tecnologías emergentes en el análisis de información de operaciones es cada día más palpable y tiene repercusiones que hasta ahora se están explorando en un sin número de áreas de ingeniería e investigación; es el caso de los sistemas de información en el desarrollo de operaciones mina usados para comparar zonas de interés en las últimas décadas han abierto una nueva visión y operabilidad práctica para la toma de decisiones especialmente en el campo de la ingeniería y las superficies de estimación a partir de datos puntuales (Lodoño, Ramirez, Ramírez, & Ordoñez, 2010).

En el proyecto de investigación se observa los siguientes problemas relacionados a costos como: análisis detallado en costos directos, indirectos y variables controlables de voladura para estos procesos se requiere mejor detalle de los

mismos, puesto que no existe un cuadro comparativo en costos directos, indirectos y variables controlables de voladura que se estarían generando desde un inicio hasta un final de los procesos.

Según (Turriate, 2017), como consecuencia se tiene mayor inversión de capital humano, tiempo y equipos lo que se traduce en mayores costos, también se observa que en la presencia de bolonería en los bancos de 3.20 m. por 4.10 m., lo cual su dimensionamiento es mucho mayor a lo deseado, que incurren a un deficiente avance en la operación unitaria; en el tramo de perforación con bolonería se realizan 420 taladros, lo que es excesivo a lo planeado; también se observa que el avance en perforación de taladros es deficiente puesto que su disponibilidad operativa alcanza una eficiencia de 80 % en rock drill de longitud de perforación 11 m.

Según (Ghose, 2015), con un martillo neumático alcanza una eficiencia de 90 % de longitud de perforación 1.05m. causando replanteo de barrenos, deficiente paralelismo, dirección, profundidad errónea de taladros del frente de perforación, además de una mala maniobra en el posicionamiento y en las habilidades del operador del equipo de perforación, como consecuencia se observa la profundidad de taladro no requerida en el frente de voladura.

Estas condiciones en mención influyen a un elevado costo en voladura que es 0.68 US\$/ m³, en agentes y accesorios de voladura; también de acuerdo a la investigación realizada a la perforación, el costo del servicio de perforación es de 4.24 US\$/m³, el cual es elevado; en tal caso esta investigación busca mejorar los procesos unitarios en perforación y voladura, así como ver la incidencia de costos de los procesos unitarios.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la importancia de costos unitarios en el desarrollo de la perforación y voladura en minería?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la importancia de costos unitarios en el desarrollo de la perforación y voladura en minería.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar los costos unitarios para adquirir equipos de perforación, personal calificado.
- Estimar los costos unitarios de mayor y menor incidencia en el proceso de perforación y voladura.
- Determinar el US\$/M³ óptimo en perforación y voladura de acuerdo al ritmo de producción.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Con el nuevo análisis de costos unitarios en perforación y voladura nos permitirá, determinar la importancia del costo unitario de mayor y menor incidencia en minería.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Con el nuevo análisis de costos unitarios en perforación nos permitirá, comparar el costo unitario de mayor y menor incidencia en minería.
- Con el nuevo análisis de costos unitarios en voladura nos permitirá, comparar el costo unitario de mayor y menor incidencia en minería.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

De acuerdo al desarrollo de la investigación, por su particularidad y sus características de estudio, según su profundidad la investigación es descriptiva y aplicativa, ya que describe las incidencias que se presentan en costos unitarios en perforación y voladura, y además establecer un cuadro comparativo de costos unitarios en perforación y voladura, de mayor y menor incidencia en minería.

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

2.2.1. Población.

El presente estudio se realizó en el departamento de Cajamarca.

2.2.2. Muestra.

En el presente proyecto de investigación se tomó como muestra todos los proyectos mineros.

2.2.3 Variable e indicadores

2.2.3.1 Variable independiente

Costes unitarios.

2.2.3.2 Variable dependiente

Desarrollo de perforación y voladura.

Tabla 1
Variables e Indicadores

| Tipo De Variable | Nombre De La Variable | Dimensiones | Indicadores |
|--------------------------------|------------------------------|--|----------------------------|
| | | - | - |
| Variable Independiente. | Costos Unitarios | - Personal calificado para los trabajos de perforación y voladura. - Equipos de perforación Hidráulicos y perforadoras neumáticas manuales. | - US\$/HORA - US\$/HORA |

| | | | |
|------------------------------|------------------------------------|--|---|
| | | - Combustibles, grasas, aceite hidráulico, aceite de motor, grasa filtros de combustible. | - US\$/GALON |
| | | - Consumo de aceros de Perforación | - US\$/METRO |
| | | - Agentes y accesorios de voladura utilizados en el proyecto. | - US\$/M ³ FRAGMENTADO. |
| | | - Personal calificado para los trabajos de perforación y voladura. | - US\$/HORA |
| | | - Perforación neumática. | - METROS. |
| | | - Perforación con equipos hidráulicos. | - METROS. |
| Variable Dependiente. | Proceso de perforación y voladura. | - Parámetros de perforación (malla de perforación, factor de potencia, velocidad de perforación, velocidad de penetración, m ³ por taladro, dureza de la roca | - METROS/MINUTO, METROS, G/CM ³ , PIES/MIN |
| | | - Parámetros de voladura (malla de perforación, burden, espaciamiento, diámetro de perforación, longitud del taladro, factor de carga). | - KG/M ³ , METROS, PULGADAS. |

Datos obtenidos en la lectura de varios artículos (Elaboración propia).

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1 Técnicas.

Las técnicas que se utilizaron para la presente investigación son:

- Observación directa (Realizado in situ, de forma directa detallando la influencia de costos generados en los parámetros de perforación y voladura, diseño de explosivos, rocas y voladuras en la eficiencia de fragmentación del macizo rocoso).
- Análisis de documentos (Para obtener la información de los m³ del tramo e información histórica del proyecto a investigar).
- Revisión de bases de datos (Para obtener información histórica de costos y producción de anteriores proyectos de la empresa).

Con las técnicas en mención nos permitirá determinar el resultado de la perforación y voladura y determinar los costos unitarios que inciden en la operación.

2.3.2 Análisis de datos.

Para recolectar y analizar los datos de la investigación se contará con el manejo de programas tales como: Microsoft Word, Microsoft Excel y bibliotecas virtuales, lo cuales nos brindaran resultados exactos para poder realizar gráficos e interpretarlos para dar respuesta a nuestro problema de investigación (Hernández Sampieri, 2014).

Donde tomamos la información no estructurada y lo organizamos e interpretamos (organización de datos, transcripción de material, elaboración de un formato de base de datos para documentar el proceso), de los buscadores y palabras claves se describen (Tabla 2).

Tabla 2
Relación de buscadores y palabras claves, que se utilizaron en la investigación.

| Buscador | Palabra Clave |
|------------------|---|
| Ebscohost | ((“costos unitarios” AND “perforación”) OR (“voladura”)); [(“unit” AND “drilling costs”) OR (“blasting costs”)] |
| Google Académico | “artículos” AND “costos unitarios” “drilling costs” “blasting costs” |
| Scielo | “artículos” AND “costos unitarios” “drilling costs” “blasting costs” |
| ProQuest | “costos unitarios” AND “perforación “voladura” |

Lista de buscadores y palabras claves que se han aplicado en la investigación (Elaboración propia)

2.3.3 Instrumentos de recolección de datos.

Los instrumentos que se utilizaron para la investigación son avances recopilados por el tesista, que son:

- Hoja de reporte diario (Formato físico, donde se describe a detalle de los trabajos realizados diariamente del personal, equipos).
- Ficha de recolección de datos Excel, metraje de todo el proyecto.
- Daily report (Formato digital, que es llenado con la información obtenida de la hoja de reporte diario).
- Base De Datos (Formato digital, archivo donde se almacena la producción a diario, es llenado automáticamente mediante el daily report).
- Ficha de reporte por voladura de cantidad de explosivos que se ha consumido.

2.3.4 Técnicas para el procesamiento de la información.

Los métodos e instrumentos para recolectar y el procesamiento de la información y de los cálculos son los siguientes.

- Identificación de inconvenientes y fallas en la operación unitaria de perforación y voladura.
- Reconocimiento de referencias del problema o identificando de las variables.
- Observación continua en la perforación.
- Análisis de la post voladura.
- Revisión de la base de datos obtenidos (Excel, AutoCAD Civil 3D, Hojas de cálculo, etc.)

- JK SimBlast (Software para la simulación, análisis, gestión y evaluación de voladuras)

2.3.5 Ética de la investigación

Dentro de esta investigación se tendrán presente los principios éticos tales como:

- Obtener el consentimiento de todos los involucrados en el estudio.
- Respeto a la privacidad y confidencialidad cuando sea posible.
- Contar debidamente con los permisos para acceder al lugar donde se realizará la investigación.
- Toda publicación o referencia parte de esta investigación será debidamente citada.

CAPÍTULO III. MATRIZ DE CONSISTENCIA Y CRONOGRAM

| FORMULACION DEL PROBLEMA | OBJETIVOS | TITULO | HIPÓTESIS | VARIABLES | DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN |
|---|---|---|---|---|---|
| <p>Problema General:</p> <p>¿Cuál es la comparación de costes unitarios en el desarrollo de la perforación y voladura en minería?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>¿Por qué es importante comparar los costos unitarios en el proceso de perforación y voladura minería?</p> <p>¿Qué proceso será de mayor coste unitario haciendo la comparación en el desarrollo de la perforación y voladura en minería?</p> <p>¿Cuál será el rendimiento óptimo de avance de perforación y voladura al comparar los costes unitarios de cada labor?</p> | <p>Objetivo general:</p> <p>Determinar la comparación de costes unitarios en el desarrollo de la perforación y voladura en minería.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Analizar los costos unitarios para adquirir equipos de perforación, personal calificado.</p> <p>Estimar los costos unitarios de mayor y menor incidencia en el proceso de perforación y voladura.</p> <p>Determinar el US\$/M3 óptimo en perforación y voladura de acuerdo al ritmo de producción.</p> | <p>COMPARACIÓN DE COSTES UNITARIOS EN EL DESARROLLO DE LA PERFORACIÓN Y VOLADURA EN MINERÍA.</p> | <p>Hipótesis general:</p> <p>Con el nuevo análisis de costos unitarios en perforación y voladura nos permitirá, comparar el costo unitario de mayor y menor incidencia en minería.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <p>Con el nuevo análisis de costos unitarios en perforación nos permitirá, comparar el costo unitario de mayor y menor incidencia en minería.</p> <p>Con el nuevo análisis de costos unitarios en voladura nos permitirá, comparar el costo unitario de mayor y menor incidencia en minería.</p> | <p>Variable dependiente (Y):</p> <p>Desarrollo de Perforación y Voladura.</p> <p>Variable independiente (X):</p> <p>Costes Unitarios.</p> | <p>Método: Científico mediante análisis de datos. Investigación: Por su particularidad y sus características de estudio, según su profundidad la investigación es descriptiva y aplicativa.</p> <p>Población: El presente estudio se realizó con información relevante respecto a la comparación de costes unitarios en el desarrollo de la perforación y voladura en minería</p> <p>Muestra. En el presente proyecto de investigación se tomó como muestra todos los proyectos mineros.</p> <p>Técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de documentos. • Revisión de base de datos. <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ficha de recolección de datos. • Procesadores de datos como Excel. |

REFERENCIAS

- Díaz Martínez, J., Guarín Aragón, M., & Jiménez Builes, J. (2012). Análisis Y Diseño De La Operación De Perforación Y Voladura En Minería De Superficie Empleando El Enfoque De La Programación Estructurada. Análisis Y Diseño De La Operación De Perforación Y Voladura En Minería De Superficie Empleando El Enfoque De La Programación Estructurada, 8.
- Ghose, A. (2015). Technology vision 2050 for sustainable mining. Technology vision 2050 for sustainable mining, 10.
- Hernández Sampieri, R. (2014). metodología de la investigación Sexta edición. Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Lodoño, L., Ramirez, J., Ramírez, G., & Ordoñez, C. (2010). Spatial Interpolation Model Using Geographic Information System To Study The Spatial Variability Of The Resistance To Penetration Of Soil. Dyna. Medellin, colombia. Recuperado el 03 de 05 de 2018, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S001273532010000400012
- Turriate, C. A. (2017). La Optimización De La Perforación Y Voladura De Rocas Es Indispensable Para La Rentabilidad Del Negocio Minero. Publicaciones Artículos Técnicos Internacionales en Minería, 01.

El formato de la tesis, las citas y las referencias se harán de acuerdo con el Manual de Publicaciones de la American Psychological Association sexta edición, los cuales se encuentran disponibles en todos los Centros de Información de UPN, bajo la siguiente referencia:

Código: 808.06615 APA/D

También se puede consultar la siguiente página web:

<http://www.apastyle.org/learn/tutorials/index.aspx>

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El asesor *Haga clic o pulse aquí para escribir texto*, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Elija un elemento., Carrera profesional de Elija un elemento., ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo del proyecto de investigación del(os) estudiante(s):

- *Haga clic o pulse aquí para escribir texto.*

Por cuanto, **CONSIDERA** que el proyecto de investigación titulado: *Haga clic o pulse aquí para escribir texto*. para aspirar al título profesional por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al(los) interesado(s) para su presentación.

Ing. /Lic./Mg./Dr. Nombre y Apellidos

Asesor