



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“COSTOS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA”:  
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA EN LA  
LITERATURA.

Trabajo de investigación para optar al grado de:

**Bachiller en Ingeniería de Minas**

**Autores:**

Ivan Marin Tejada

**Asesor:**

Dr. Mg. Lic. Oscar Silva Rojas

Cajamarca - Perú

2018

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a Dios, por la sabiduría, por haberme guiado en todo momento y haberme permitido llegar hasta estas alturas de mi formación profesional. A mis padres, María Tejada Vázquez y Enrique Torres Bances, por apoyarme emocional y económicamente a lo largo de mi formación académica.

## AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por darme fuerza, sabiduría y paciencia para afrontar los diferentes retos que nos planteamos día a día. A mis padres y hermanos por brindarme amor, paciencia y apoyo incondicional en todo momento.

Agradecer también a todas las personas que de manera ya sea directa o indirectamente formaron parte del óptimo desarrollo de mi trabajo de investigación para optar por el grado de bachiller en Ingeniería de Minas.

Así mismo, agradecer de una manera muy cordial a todos mis docentes de la Universidad Privada del Norte – Cajamarca, que son parte de mi formación profesional y por el valioso aporte en la vida académica de muchos de nosotros.

## Tabla de contenido

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES .....</b>	<b>23</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>24</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>26</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Base de datos. ....	13
Ilustración 2: Búsqueda realizada en Scielo con la palabra clave drilling and blasting .....	16
Ilustración 3: Búsqueda realizada en Google académico con la palabra clave drilling and blasting	16

## ÍNDICE DE FIGURAS

## RESUMEN

El presente artículo es producto de una revisión sistemática, la cual tuvo como finalidad identificar, establecer y contrastar los elementos metodológicos y resultados principales referentes al estudio de los costos en perforación y voladura en pequeña minería subterránea. Los costos que vienen a ser uno de los principales factores dentro de la minería. Las palabras clave que se utilizaron para realizar la búsqueda y la recopilación de información fueron “perforación”, “voladura”, “costos” y “drilling and blasting”. Producto de dicha investigación realizada en las páginas web de Scielo, google académico y proquest, se consiguieron 21 artículos de investigación, los cuales se redujeron a 9 al pasar por las fases de selección pertinentes de la investigación. Sus elementos metodológicos más importantes fueron los costos voladura, costos en perforación, la conclusión más destacada referida en los estudios de investigación fue que los costos en perforación y voladura en pequeña minería se debe de tener muy en cuenta ya que gracias a ello los pequeños productores mineros obtienen un cierto beneficio económico, por lo cual es muy importante evaluar el tipo de explosivo y la calidad y cantidad necesaria de explosivo utilizado, para así evitar el sobre costo en este tipo de actividades mineras.

**PALABRAS CLAVES:** Costos, perforación y voladura, drilling and blasting y cost in minig.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En la última década la minería ha cobrado gran importancia dentro del contexto nacional por su aporte a la economía, representada en el aumento de las exportaciones y contribución al crecimiento del producto interno bruto colombiano (Cárdenas y Reina, 2008). El escenario minero nacional está dominado por los sectores auríferos, la industria minera. Estos dos últimos son posibles en su mayoría por la aplicación de los métodos de minería a cielo abierto pero sin embargo los pequeños productores mineros vienen desarrollando sus actividades mediante el método subterráneo.

La optimización de las explotaciones mineras, es en la actualidad, una herramienta que le permite a las diferentes empresas explotadoras de los recursos minerales aumentar la vida de sus diferentes proyectos mineros, explotar recursos minerales de menor tenor, incrementar las reservas probadas del mineral de interés y obtener utilidades mayores, entre otros. Lo anterior se da como una función del planeamiento y diseño minero, teniendo en cuenta que un yacimiento mineral es un negocio (Hustrulid y Kuchta, 2006). La operación de perforación y voladuras afectan el costo de la operación directamente y los costos operativos totales (Busuyi, 2009).

En minería, la optimización se lleva a cabo mediante la evaluación y análisis de cada una de las operaciones unitarias necesarias para la extracción del recurso mineral de interés (Afeni y Osasan, 2009). Una de estas, es la operación de perforación y voladura, la cual es uno de los métodos de arranque de material más utilizado, ya que permite obtener mayor cantidad de material arrancado en un tiempo más cortó (Melieh et al., 2009). Puede ser empleado en rocas con diferentes propiedades físicas



y mecánicas, además ofrece una adecuada fragmentación del material, aspecto que es fundamental para la remoción y transporte de material volado.

En este artículo se presenta el diseño y análisis de los costos de perforación y voladura en pequeña minería subterránea. La metodología utilizada fue la programación estructurada, la cual permite diseñar y analizar con facilidad algoritmos que por medio del ingreso de datos (variables de entrada), y la ejecución de ciertos cálculos (procesamiento), es posible encontrar la solución a un determinado problema de manera secuencial.

En la mayoría de los costos de proyectos mineros la estimación de los costos de operación presenta más problemas que la de los costos de capital, debido a la gran variabilidad de los siguientes factores: geología del yacimiento, tipo y número de equipos utilizados, personal involucrado, condiciones ambientales, localización geográfica, organización empresarial (Quispe, T. 2017).

La calidad del macizo rocoso y la deficiencia en las operaciones unitarias repercuten en la baja producción, en requerimiento de mayor número de personal, y en el incremento de costos de producción, conforme se profundizan las operaciones mineras (Huachamaco, R. 2018).

Para incrementar la producción de mineral instalando anillos metálicos y no utilizar madera, para esto se tiene que optimizar las actividades de perforación, voladura, sostenimiento, limpieza y seleccionar el explosivo adecuado para evitar el daño a las cajas techo y piso del tajeo, esto nos ha permitido reducir accidentes por desprendimiento de rocas y a su vez los costos en la actividad de perforación, voladura, sostenimiento y limpieza (Ttica Ccoñislla, E. 2018).

Sabiendo que aproximadamente el 85% de la energía generada por una voladura no se aprovecha en la fragmentación y que una parte de esta pasa a la roca de caja, generando así problemas de estabilidad. Se recalca la importancia de tener una configuración de malla de perforación para cada tipo de roca presente en una operación subterránea que mejore granulometría, reduzca sobre excavaciones y costos (Camilo Andrés Ortega-Ramos, Andrés Felipe Jaramillo-Gil & Jorge Martin Molina-Escobar, 2015)

Los cambios en la altura del banco o el diámetro del orificio de perforación, cuando se requiere que el tamaño del producto se mantenga constante debido a la demanda del mercado o los requisitos de trituración / trituración, dan como resultado cambios en todos los demás parámetros y, en última instancia, cambios en el capital y el costo operativo de la perforación y el costo de la voladura (Cardu, Marilena, Seccatore, Jacopo, Vaudagna, Alberto, Rezende, Álvaro, Galvão, Fabio, Bettencourt, Jorge y Tomi, Giorgio, 2015)

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

El actual estudio está enfocado en una “revisión sistemática de literaturas científicas”

Este tipo de estudio se encarga de encontrar, medir, analizar y discutir las determinadas investigaciones, innovaciones tecnológicas y métodos que se han realizado para buscar disminuir los costos en los procesos de perforación y voladura en pequeñas minería.

### **Búsqueda de información**

La búsqueda de información se desarrolló a través de palabras clave concerniente al tema de investigación y se usó como mecanismo de búsqueda las bibliotecas virtuales, las palabras clave como: costos, perforación y voladura, fueron esenciales para la búsqueda de información.

### **Características de los estudios seleccionados**

Algunas características de los estudios seleccionados han sido la fecha de selección la cual ha englobado un periodo de 8 años; el idioma de publicación ya que se tiene información en inglés, así como también en español y con respecto a los estados actuales de publicación de las investigaciones, además se restringe la búsqueda a minería subterránea y por otro lado señalar que diversos tipos de información o revistas se encuentran restringidas por derechos de autor, otras solo para lecturas visuales y también existen algunas con libre acceso de información completa brindada por los autores.

### **Descripción de las fuentes de información.**

Las fuentes de información usadas son: Scielo, google académico y *e-libro/proquest central* plataformas de información académica confiables, perfil académico, tipo de recurso y otras limitaciones que son favorables de acuerdo a la información solicitada.

### **Estrategias de búsqueda de estudios.**

Para la presente investigación se ha realizado mediante el uso de palabras clave las cuales son: “voladura”, “perforación”, “costos”, “drillin and blasting” y “cost in mining”. Es así que mediante estas palabras claves se ha logrado encontrar la información necesaria.

Por especificidad de la búsqueda de literatura científica, se diseñó un protocolo con la combinación de los términos mencionados anteriormente. A su vez, se definió como base de datos especializada para la búsqueda y el contexto seleccionado fue los costos en perforación y voladura.

### **Criterios de elegibilidad o exclusión de estudios.**

Se incluyeron artículos publicados en idioma español e inglés entre los años 2008 y 2017 los cuales estuvieron ciertamente relacionados con el tema de costos en perforación y voladura en minas. Para ello se hizo uso de la biblioteca virtual UPN, Scielo, google académico y *e-libro/proquest central*. Se tuvo en cuenta estos buscadores, puesto que son confiables, tienen información relevante de cualquier tema que se desee obtener información y brindan información actualizada. Luego de todos los reajustes quedaban ya pocas fuentes de las cuales solo algunas contenían información relevante y el resto no eran suficientes ya que no guardan relación con el tema y otras no tenían accesibilidad por derechos de autor, idioma y rango de tiempo. Para ello, se han desarrollado nuevas búsquedas con las diferentes palabras clave seleccionadas al inicio de la investigación, teniendo así nuevos resultados y

generando más fuentes de investigación que posteriormente serán compiladas para su desarrollo.

### Método de extracción de información.

El método de extracción de información ha sido mediante una matriz donde se muestran, autores, año de publicación, título de la investigación, título de la fuente de investigación, biblioteca virtual, abstract, palabras clave de autor, año de publicación entre otros aspectos, cabe señalar que esta matriz será adjuntada y a continuación se muestra una parte de la matriz:

Year	Source title	Cited by	Link	Affiliations	Abstract	Author Keywords
2015	Boletin de ciencia de la tierra.	Scielo		Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Medellin, Colombia	Having proper rock masses characterization is of great importance in underground mining works to make the right decisions in terms of sustenance and other tasks like is the case of drilling and blasting. Here it is proposed the built of a geomechanical table based in the GSI through which to decide the drilling grid configuration applies for each rock type. This improves production cycles and explosives consumption in blasting. This table is created from experimental trials in blasting of panels with different drilling grid geometries, the ranging from 60x60cm up 80x80 cm; and the main parameter to ensure is a maximum particle size of 30 cm after the blasting with 24.6% costs reduction.	Drilling and blasting
2012	Revista boletin ciencias de la tierra	Scielo		Universidad Nacional de Colombia	This article show analysis and design drilling and blasting operation on surface mining it focus on structured programming. The idea about this article a program where you can introduce different variables like, explosive density, diameter, inclination drilling, compressive strength rock and rock mass design, after that, we get most important variables for this design like rock mass height, burden, spacing, hole charging, hole number, load factor. This article has allowed design drilling and blasting operation a lower time and get down mistake of the people that get it for repetitive use of calculation for parameter used in this design in drilling and blasting operation on surface mining.	Drilling, blasting

Ilustración 1: Base de datos.

### **CAPÍTULO III. RESULTADOS**

La selección de estudios se ha realizado a través de buscadores y bibliotecas virtuales dentro de las cuales esta Scielo, Google académico y e-libroo/Proquest central.

Se han realizado diversas búsquedas y n diferentes buscadores en los cuales no todos han sido filtrados. Entonces, se ha creído relevante detallar dos etapas de búsqueda realizada, para ello en las siguientes afirmaciones se sintetiza que las indagaciones han sido desarrolladas con diferentes terminologías o palabras clave, ajuste con respecto al tiempo, tipo de recurso, idioma, materias, nacionalidades y otros recursos que han permitido tener una mejor selección en términos generales.

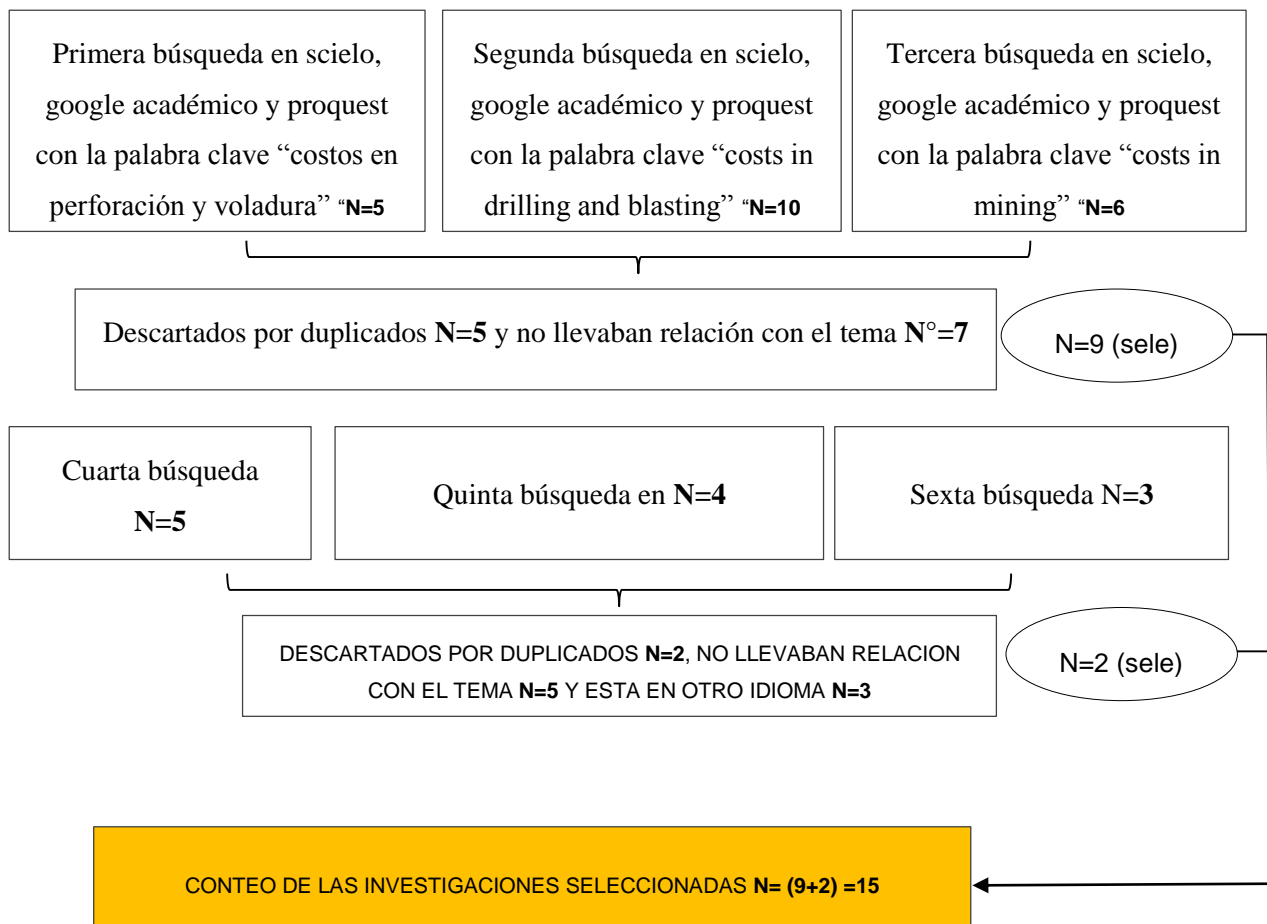
En síntesis se lograron encontrar 21 artículos en las diferentes plataformas virtuales mencionadas con anterioridad, de los cuales se optaron solo por aquellos que guardaban estrecha relación con el tema de costos en perforación y voladura, dando como resultado el análisis de 9 artículos que fueron elegibles para su inclusión.

Es decir de estos 21 artículos hallados 5 han sido duplicados y 7 no cumplían con al menos una relación con el tema.

La segunda etapa formal se realizó a un corto tiempo después y como la anterior también ha constado de tres subetapas con las mismas indicaciones. Sumaron un total de 12 estudios encontrados y de los cuales 2 se descartaron por duplicidad, 5 por una nula relación con el tema y 3 porque su idioma era inaccesible para entender. En tanto, después del descarte solo quedan 2 estudios.

Finalmente, haciendo una suma de las dos etapas formales de búsqueda se tienen 11 estudios los cuales se han extraído a través de una matriz de datos Excel en donde de los 11 estudios ya seleccionados se ha creído conveniente excluir a dos estudios por motivos que la plataforma donde se encuentra dicho documento no permite descargar dicho contenido.

### DIAGRAMA DE FLUJO DE SELECCIÓN DE ESTUDIOS



*Ilustración 2: Diagrama de flujo de selección de estudios.*

A continuación se muestra imágenes de la búsqueda realizada con las palabras clave respectivamente:



The screenshot shows the Scielo search interface. The search bar contains 'drilling and blasting'. The results are sorted by 'Publicação - Mais novos primeiro'. Two results are visible:

- 1. Mining with crush pillars**  
du Plessis, M.; Malan, D.F.  
*Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, Mar 2018, Volume 118 Nº 3 Páginas 211 - 216  
Inglés: Resumen | Texto | PDF  
DOI: 10.17159/2411-9717/2018/v118n3a3
- 2. Development of a predictive model of fragmentation using drilling and blasting data in open pit mining**  
Silva, J.D.; Amaya, J.G.; Basso, F.  
*Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, Nov 2017, Volume 117 Nº 11 Páginas 1089 - 1094  
Inglés: Resumen | Texto | PDF

Ilustración 3: Búsqueda realizada en Scielo con la palabra clave drilling and blasting



The screenshot shows the Google Académico search interface. The search bar contains 'drilling and blasting of rocks'. The results are sorted by 'Ordenar por relevancia'. Three results are visible:

- Perforación y voladura de rocas**  
EL Jimeno, CL Jimino, A Carcedo - 1995 - books.google.com  
La rotura de rocas con explosivos ha existido desde el siglo XVII, cuando el polvo negro entró en uso en la minería. Desde entonces ha progresado desde la invención de la dinamita hasta el uso de ANFO pesado. Durante las últimas dos décadas, ha habido numerosos ...  
Citado por 431 Artículos relacionados Las 4 versiones
- Voladura de roca y**  
P Persson, R Holmberg, J Lee - Ingeniería de explosivos, 1994 - content.taylorfrancis.com  
... 15 1.5. Estructura y resistencia de la masa de roca ... 17 Capítulo 2. Perforación mecánica y taladrado en roca 25 2.1... 46 2.7. Comparación entre la perforación de túneles mecánicos y la perforación convencional: túneles de gran capacidad 47 2.8... 71 3.5. Roca de voladura explosivos Sistemas ... 74  
Citado por 556 Artículos relacionados Las 7 versiones
- Perforación, corte, taladrado y voladura del túnel de roca dura: parámetros de roca para la excavabilidad**  
K Thuro, RJ Plinninger - 10º Congreso ISRM, 2003 - onepetro.org  
La determinación de la estabilidad del túnel es un tema clave durante la investigación preliminar del sitio. En contraste, los problemas de excavabilidad han sido ampliamente ignorados. Si bien la elección de un método de tunelización económica es una clara prioridad en la etapa de planificación, las investigaciones especiales ...  
Citado por 56 Artículos relacionados

Ilustración 4: Búsqueda realizada en Google académico con la palabra clave drilling and blasting



### **Características de los estudios.**

Cada uno los estudios serán caracterizados de acuerdo con el tipo de datos o información extraída en la base de datos. Cabe señalar que casi todos los estudios contienen la misma información.

#### **1. Drilling grid blasting upgrading based on Geological Strength Index (GSI), case "La Maruja" mine, Colombia.**

Se pudo extraer la información relevante a: Autor (es), título, año, título de la fuente, fuente de estudio, abstract, palabras clave del autor, palabras clave propias.

#### **2. Mejoramiento de plan de minado para la optimización de producción en la contrata minera Wilsander de la corporación minera Ananea S. A**

Se pudo extraer la información relevante a: Autor (es), título, año, título de la fuente, fuente de estudio, abstract, palabras clave del autor, palabras clave propias.

#### **3. Reducción de costos de perforación y voladura con nuevo diseño de la malla en el frente crucero 340 NW de la empresa minera Yansur SAC-Rinconada.**

Consignado lo siguiente: Autor (es), título, año, título de la fuente, fuente de estudio, afiliación, abstract, palabras clave del autor, palabras clave propias.

#### **4. Possibilities of Improving the Efficiency of Mining Companies by Controlling Costs of Coal Production**

Extracción de los siguientes datos: Autor (es), título, año, título de la fuente, fuente de estudio, afiliación, abstract, palabras clave del autor, palabras clave propias.

**5. Diseño de malla de perforación y voladura según Holmberg, para reducir los costos unitarios en la cortada SW nivel 2760. Contrata minera Arca. SAC–Unidad de producción Santa María–CIA. Minera poderosa SA, 2017.**

Extracción de la siguiente información: Autor (es), título, año, título de la fuente, fuente de estudio, afiliación, abstract, palabras clave del autor, palabras clave propias.

**6. Evidencias de la influencia de la secuencia de detonación en la fragmentación de rocas mediante voladuras - Parte I**

Datos extraídos: Autor (es), título, año, fuente de estudio, afiliación, abstract, palabras clave del autor, palabras clave propias, tipo de documento.

**7. Analysis and design of drilling and blasting operation on open pit mining using focus on structured programming**

Información de datos extraídos: Autor (es), título, año, fuente de estudio, afiliación, abstract, palabras clave del autor, palabras clave propias.

**8. Aproximación a la planeación minera a cielo abierto desde un enfoque basado en decisiones bajo incertidumbre.**

Datos: Autor (es), título, año, título de la fuente, fuente de estudio, afiliación, abstract, palabras clave del autor, palabras clave propias.

**9. Una investigación sobre la fragmentación de la roca volada en Gomes Sand**

Datos extraídos: Autor (es), título, año, título de la fuente, fuente de estudio, abstract, palabras clave del autor, palabras clave propias.

Autor	Titulo	Año	Abstract
Reynaldo Willam Huachamaco Alanoca	Mejoramiento de plan de minado para la optimización de producción en la contrata minera Wilsander de la corporación minera Ananea S. A	2018	De acuerdo a los estudios realizados, permite contribuir con la presente investigación. Sobre el tema de costos en perforación y voladura.
Hernán Toribio Quispe Cáceres	Reducción de costos de perforación y voladura con nuevo diseño de la malla en el frente crucero 340 NW de la empresa minera Yansur SAC- Rinconada	2017	Se logró incluir debido al alto contenido sobre temas de costos en perforación y voladura en minería.

<p>Izabela Jonek-Kowalska, Marian Turek</p>	<p>Possibilities of Improving the Efficiency of Mining Companies by Controlling Costs of Coal Production</p>	<p>2011</p>	<p>Este se incluyó al igual que los anteriores, además por el contenido en inglés que es mucho más complejo que en español.</p>
<p>Ttica Ccoñislla, Ever</p>	<p>Diseño de malla de perforación y voladura según Holmberg, para reducir los costos unitarios en la cortada SW nivel 2760. Contrata minera Arca. SAC– Unidad de producción Santa María–CIA. Minera poderosa SA, 2017</p>	<p>2017</p>	<p>En esta tesis el análisis se enfocó en un método de reducción de costos en perforación y voladura.</p>

Camilo Andrés Ortega- Ramos, Andrés Felipe Jaramillo-Gil & Jorge Martin Molina-Escobar	Drilling grid blasting upgrading based on Geological Strength Index (GSI), case "La Maruja" mine, Colombia	2015	De acuerdo a los estudios realizados, permite contribuir con la presente investigación. Sobre el tema de costos en perforación y voladura.
JIMÉNEZ BUILES, J., DÍAZ MARTÍNEZ, J., & GUARÍN ARAGÓN, M	ANALYSIS AND DESIGN OF DRILLING AND BLASTING OPERATION ON OPEN PIT MINING USING FOCUS ON STRUCTURED PROGRAMMING	2012	De acuerdo a los estudios realizados, permite contribuir con la presente investigación. Sobre el tema de costos en perforación y voladura.
FRANCO SEPÚLVEDA, GIOVANNI, BRANCH BEDOYA, JOHN	APROXIMACIÓN A LA PLANEACIÓN MINERA A CIELO ABIERTO DESDE UN ENFOQUE BASADO EN	2010	De acuerdo a los estudios realizados, permite contribuir con la presente investigación. Sobre el tema de costos en perforación y voladura.

WILLIAN, JARAMILLO ÁLVAREZ, PATRICIA	& DECISIONES BAJO INCERTIDUMBRE		
Gomes-Sebastiao, GL, y de Graaf, WW.	Una investigación sobre la fragmentación de la roca volada en Gomes Sand	2017	De acuerdo a los estudios realizados, permite contribuir con la presente investigación. Sobre el tema de costos en perforación y voladura.
Cardu, Marilena, Seccatore, Jacopo, Vaudagna, Alberto, Rezende, Álvaro, Galvão, Fabio, Bettencourt, Jorge y Tomi, Giorgio	Evidencias de la influencia de la secuencia de detonación en la fragmentación de rocas mediante voladuras - Parte I	2015	De acuerdo a los estudios realizados, permite contribuir con la presente investigación. Sobre el tema de costos en perforación y voladura.

## **CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES**

Respecto a los resultados obtenidos, a partir de la revisión sistemática realizada respecto al tema de costos en perforación y voladura, siguiendo la línea de investigación, se puede decir que la revisión de la literatura científica nos ayuda a identificar el tipo de método más preciso para cada tema de investigación. En este caso basándose en el tema de costos en perforación y voladura es importante mencionar que los enfoques y estrategias más utilizados en los 9 artículos incluidos, que nos señalan de la importancia de los costos en minería para poder adquirir beneficios adecuados. Los artículos incluidos en la revisión teórica y/o sistemática se centran específicamente en la importancia de manejar los costos en minería, por el hecho que los beneficios que se pueden tener son gracias a los manejos adecuados tanto en los costos de perforación y voladura como en diversas otras áreas de la minería.

Además del espaciamiento existen ciertos factores que pueden favorecer la eficiencia de las voladuras, como lo son la variación en la cantidad de explosivo en los barrenos y las secuencias de detonación de estos (por ejemplo detonaciones en "V"). Estos parámetros también pueden traer beneficios en la granulometría, a menores afectaciones a la roca encajante y costos entre otros, por lo cual sería recomendable estudiar.

## REFERENCIAS

Afeni, T. Osasan, S. (2009) Assessment of noise and ground vibration induced during blasting operations in an open pit mine. A case study on Ewekoro limestone quarry, Nigeria. Mining science and technology. Nigeria. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/262462487\\_ANALYSIS\\_AND\\_DESIGN\\_OF\\_DRILLING\\_AND\\_BLASTING\\_OPERATION\\_ON\\_OPEN\\_PIT\\_MINING\\_USING\\_FOCUS\\_ON\\_STRUCTURED\\_PROGRAMMING](https://www.researchgate.net/publication/262462487_ANALYSIS_AND_DESIGN_OF_DRILLING_AND_BLASTING_OPERATION_ON_OPEN_PIT_MINING_USING_FOCUS_ON_STRUCTURED_PROGRAMMING)

Busuyi, T. (2009). Optimization of drilling and blasting operations in an open pit mine the SOMAIR experience. Mining Science and Technology. South Africa. Recuperado de: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-36302012000200002](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-36302012000200002)

Cárdenas, M. y Reina, M., 2008. La minería en Colombia: Impacto Socioeconómico y Fiscal. 1st ed. Colombia: Fedesarrollo, Recuperado de: [https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/893/CDF\\_No\\_25\\_Abril\\_2008.pdf?sequence=1](https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/893/CDF_No_25_Abril_2008.pdf?sequence=1)

Cardu, Marilena, Seccatore, Jacopo, Vaudagna, Alberto, Rezende, Álvaro, Galvão, Fabio, Bettencourt, Jorge y Tomi, Giorgio de. (2015). Evidencias de la influencia de la secuencia de detonación en la fragmentación de rocas mediante voladuras - Parte I. Rem: Revista Escola de Minas , 68 (3), 337-342. <https://dx.doi.org/10.1590/0370-44672014680218>

Huachamaco, R. (2018). Mejoramiento de plan de minado para la optimización de producción en la contrata minera Wilsander de la corporación minera Ananea S. A. (2018) repositorio.unamba.edu.pe, recuperado de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7905/Huchamaco\\_Alanoca\\_Reynaldo\\_Willam.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7905/Huchamaco_Alanoca_Reynaldo_Willam.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



Hustrulid, W y Kuchta, M. (2006). Open pit mine planning and desing. Taylor & Francis plc. London, UK, Recuperado de: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-36302010000200002](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-36302010000200002)

Melieh, I. Mahmut, Y. Adnan, K. (2009). Evaluation of ground vibration effect of blasting operations in a magnesite mine. Soil Dynamics and Earthquake Engieneering. Turkey. Recuperado de: <https://wenku.baidu.com/view/7466911fb7360b4c2e3f6496.html>

Ttica Ccoñislla, E. (2018). Diseño de malla de perforación y voladura según Holmberg, para reducir los costos unitarios en la cortada SW nivel 2760. Contrata minera Arca. SAC–Unidad de producción Santa María–CIA. Minera poderosa SA, 2017. Recuperado de [http://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/604/T\\_0327.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/604/T_0327.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Quispe, T. (2017). Reducción de costos de perforación y voladura con nuevo diseño de la malla en el frente crucero 340 NW de la empresa minera Yansur SAC-Rinconada. Recuperado de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7666/Quispe\\_C%C3%A1ceres\\_Hern%C3%A1n\\_Toribio.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7666/Quispe_C%C3%A1ceres_Hern%C3%A1n_Toribio.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## ANEXOS

### Búsqueda de información google académico



Google Académico  Traducida

Artículos Aproximadamente 40.900 resultados ( 0,09 s).

Cualquier momento Desde 2018 Desde 2017 Desde 2014 Intervalo específico ...

Ordenar por relevancia Ordenar por fecha

Cualquier idioma Buscar sólo páginas en español

incluir patentes  incluir citas  Crear alerta

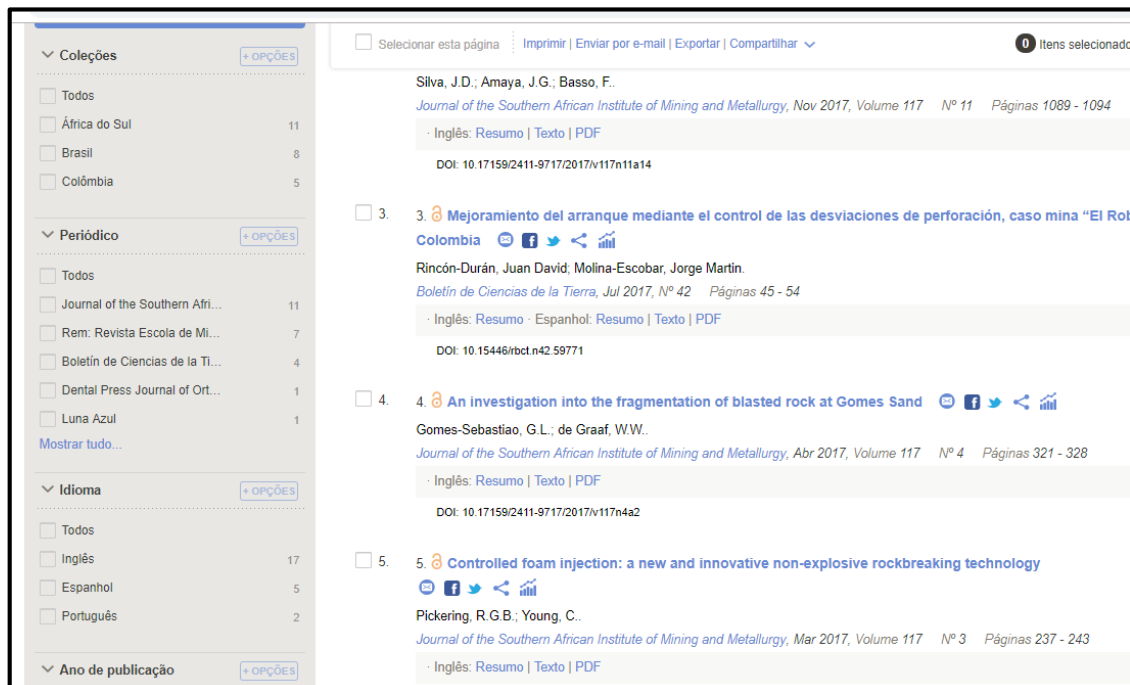
Sugerencia: [Buscar solo resultados en español](#) . Puedes especificar el idioma de búsqueda en [Configuración de Google Académico](#) ..

**[LIBRO] Perforación y voladura de rocas** [PDF] [unitn.it](#)  
EL Jimeno, CL Jimino, A Carcedo - 1995 - [books.google.com](#)  
La rotura de rocas con explosivos ha existido desde el siglo XVII, cuando el polvo negro entró en uso en la minería. Desde entonces ha progresado desde la invención de la dinamita hasta el uso de ANFO pesado. Durante las últimas dos décadas, ha habido numerosos ...  
☆ Citado por 431 Artículos relacionados Las 4 versiones

**Voladura de roca y**  
P Persson, R Holmberg, J Lee - Ingeniería de explosivos, 1994 - [content.taylorfrancis.com](#)  
... 15 1.5. Estructura y resistencia de la masa de **roca** • • • • 17 Capítulo 2. **Perforación mecánica y taladrado en roca** 25 2.1... 46 2.7. Comparación entre la perforación de túneles mecánicos y la **perforación** convencional: túneles de gran capacidad 47 2.8... 71 3.5. **Roca de voladura** explosivos Sistemas • • • • • 74 ...  
☆ Citado por 556 Artículos relacionados Las 7 versiones

**Perforación , corte, taladrado y voladura del túnel de roca dura : parámetros de roca para la excavabilidad**  
[K Thuro](#) , [RJ Plinninger](#) - 10º Congreso ISRM, 2003 - [onepetro.org](#)  
La determinación de la estabilidad del túnel es un tema clave durante la investigación preliminar del sitio. En contraste, los problemas de excavabilidad han sido ampliamente ignorados. Si bien la elección de un método de tunelización económica es una clara prioridad en la etapa de planificación, las investigaciones especiales ...  
☆ Citado por 56 Artículos relacionados

### Búsqueda de información Scielo



Selecionar esta página | Imprimir | Enviar por e-mail | Exportar | Compartilhar 0 Itens selecionado

Silva, J.D.; Amaya, J.G.; Basso, F.  
*Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, Nov 2017, Volume 117 Nº 11 Páginas 1089 - 1094  
· Inglés: Resumen | Texto | PDF  
DOI: 10.17159/2411-9717/2017/v117n11a14

3. **Mejoramiento del arranque mediante el control de las desviaciones de perforación, caso mina "El Rob Colombia"**  
Rincón-Durán, Juan David; Molina-Escobar, Jorge Martín.  
*Boletín de Ciencias de la Tierra*, Jul 2017, Nº 42 Páginas 45 - 54  
· Inglés: Resumen · Español: Resumen | Texto | PDF  
DOI: 10.15446/bct.n42.59771

4. **An investigation into the fragmentation of blasted rock at Gomes Sand**  
Gomes-Sebastiao, G.L.; de Graaf, W.W..  
*Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, Abr 2017, Volume 117 Nº 4 Páginas 321 - 328  
· Inglés: Resumen | Texto | PDF  
DOI: 10.17159/2411-9717/2017/v117n4a2

5. **Controlled foam injection: a new and innovative non-explosive rockbreaking technology**  
Pickering, R.G.B.; Young, C..  
*Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, Mar 2017, Volume 117 Nº 3 Páginas 237 - 243  
· Inglés: Resumen | Texto | PDF

**Coleções** + OPCÕES

- Todos
- África do Sul 11
- Brasil 8
- Colômbia 5

**Periódico** + OPCÕES

- Todos
- Journal of the Southern Afr... 11
- Rem: Revista Escola de Mi... 7
- Boletín de Ciencias de la Ti... 4
- Dental Press Journal of Ort... 1
- Luna Azul 1

Mostrar tudo...

**Idioma** + OPCÕES

- Todos
- Inglês 17
- Espanhol 5
- Português 2

**Ano de publicação** + OPCÕES