



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA DE MINAS**

“REDUCCIÓN PORCENTUAL DE LA DILUCIÓN Y  
COSTOS EN TAJEO IMPLEMENTANDO  
VOLADURA CONTROLADA EN EL NIVEL III DE  
UNA MINA SUBTERRÁNEA DE LA LIBERTAD,  
2021”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero de Minas**

**Autores:**

Gustavo Napoleon Horna Chacon

Tony Alexander Huaman Borda

**Asesor:**

M. Sc. Daniel Alejandro Alva Huamán

<https://orcid.org/0000-0002-1053-9347>

Cajamarca - Perú

2023

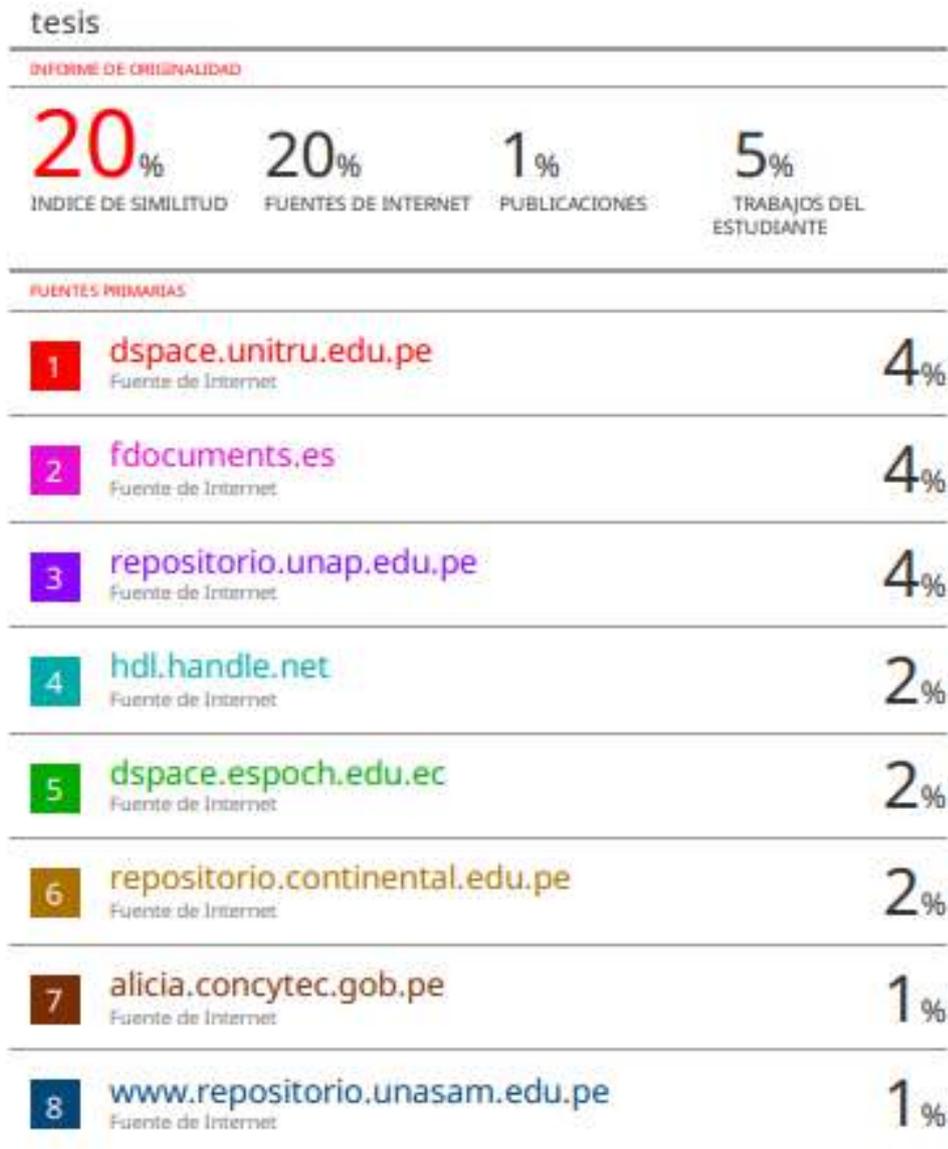
**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1	<b>Miguel Ricardo Portilla Castañeda</b>	<b>45209190</b>
Presidente(a)	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Oscar Arturo Vásquez Mendoza</b>	<b>46795074</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Gladys Sandi Licapa Redolfo</b>	<b>41379556</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD



## Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE ECUACIONES	10
RESUMEN	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
<b>1.1. Realidad problemática</b>	<b>12</b>
<b>1.2. Formulación del problema</b>	<b>20</b>
<b>1.3. Objetivos</b>	<b>20</b>
1.3.1. Objetivo General	20
1.3.2. Objetivos Específicos	20
<b>1.4. Hipótesis</b>	<b>21</b>
1.4.1. Hipótesis general	21
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	22
<b>2.1. Tipo de investigación</b>	<b>22</b>
<b>2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)</b>	<b>23</b>
<b>2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos</b>	<b>24</b>
<b>2.4. Procedimiento</b>	<b>31</b>

<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b>	<b>36</b>
<b>3.1. Análisis comparativo de la altura de minado obtenida con la voladura convencional y con la aplicación de la voladura controlada en el nivel III</b>	<b>36</b>
<b>3.2. Porcentaje de la dilución de mineral obtenida con la voladura convencional y con la aplicación de la voladura controlada en el nivel III</b>	<b>40</b>
<b>3.3. Análisis comparativo de los costos de explosivo empleados en la voladura convencional y la controlada</b>	<b>44</b>
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	<b>48</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>52</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>54</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Altura de minado con Emulnor 5000 y 3000 – octubre .....	36
<b>Tabla 2</b> Altura de minado con Emulnor 5000 y 3000 - noviembre .....	37
<b>Tabla 3</b> Altura de minado con Famecorte E 20 – diciembre .....	38
<b>Tabla 4</b> % Dilución Mes octubre .....	40
<b>Tabla 5</b> % Dilución Mes noviembre.....	40
<b>Tabla 6</b> % Dilución Mes diciembre.....	41
<b>Tabla 7</b> % Dilución ejecutada Mes diciembre .....	43
<b>Tabla 8</b> Costo voladura explosivos Emulnor 3000 y 5000 .....	45
<b>Tabla 9</b> Costo voladura explosivos Famecorte E20 .....	46

## Índice de figuras

<b>Figura 1 Tipos de dilución, Mah (1997) .....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 2 Parámetros de malla sección 3.00 x 3.00 m .....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 3 Parámetros de malla sección 0.90 x 2.40 m .....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 4 Plano Geológico Local .....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 5 Gráfico comparativo de alturas de minado Emulnor 3000 y 5000 Vs Famecorte E20 .....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 6 Gráfico comparativo % Dilución del explosivo Emulnor y Famecorte .....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 7 Costo Voladura Convencional Vs Voladura Controlada .....</b>	<b>47</b>

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1:</b> Dilución Teórica.....	31
<b>Ecuación 2:</b> Dilución Operativa.....	31

## RESUMEN

La tesis que se presenta a continuación tiene como objetivo principal disminuir el porcentaje de la dilución y costos en tajeo implementando voladura controlada en el nivel III de la mina subterránea en estudio, para lo cual se evaluará la eficiencia del explosivo Famecorte E20 en comparación con los explosivos Emulnor 3000 y 5000, evaluando los datos de la dilución teórica y operativa durante los meses de octubre a diciembre para ambos explosivos, incluyendo los costos de voladura.

Se concluyó que los explosivos convencionales Emulnor 3000 y 5000 los valores son mayores a los obtenidos con el explosivo implementado como parte de voladura controlada Famecorte E20 con una diferencia promedio de 0.4 m. Además, con el cálculo del porcentaje de la dilución de mineral obtenida con la voladura convencional y con la utilización de la voladura controlada en el nivel III, se determinó la dilución teórica y operativa calculadas muestran valores menores con el uso del explosivo Famecorte E20, la DT y DO con una diferencia promedio del 9%.

Finalmente, con el análisis comparativo de los costos de explosivo empleados en la voladura convencional y la controlada, se evidenció una reducción de 0.31 \$/t con la implementación del explosivo famecorte E20 como técnica de voladura controlada.

**PALABRAS CLAVES:** Dilución, costos, Famecorte, Emulnor, voladura controlada.

## **NOTA**

El contenido de la investigación no se encuentra disponible en **acceso abierto**, por determinación de los propios autores amparados en el Texto Integrado del Reglamento RENATI, artículo 12.

## Referencias

- Calixto C. (2015), “*Control de dilución optimizando los procesos unitarios de perforación, voladura y acarreo: caso práctico; una mina subterránea del norte*”. (tesis pre grado). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
- Castro A. (2015), “*Modelamiento numérico de la dilución por sobre excavación en minería subterránea explotada por sublevel stoping*”. (tesis pre grado). Facultad de ciencias físicas y matemáticas de la Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- Castro, N. & Rodríguez, P. (2016). “*Reducción de la sobre rotura en el cruce 3910 del nivel 2360 de la mina PEC de la Cia. Consorcio*”. (tesis pre grado). Universidad Nacional de Trujillo.
- De Nicola C. (2015), “*Dilución Operacional en la mina El Soldado*”. (tesis pre grado). Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- Fernández M., Belete O. & Rojas A. (2015), “*Parámetros y factores asociados a la dilución interna en yacimientos cubanos de níquel y cobalto*” Minería y Geología v.31 Cuba.
- Laime, F. (2018). “*Aplicación de Famecorte E, para reducción de costos en el tajo 400 acceso 123E, Andaychagua – 2016*”. (tesis pre grado). Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Abancay, Perú.
- Mah S. (1997), “*Quantification and predication of Wall slough in open stope mining methods*”, University of British Colombia.
- Maquera, D. (2018). “*Aplicación de la geomecánica para el control de dilución en la implementación de la explotación por cámaras y pilares en la unidad minera Cori*”

- Puno S.A.C. – Untuca*”. (tesis pre grado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Mendoza, M. (2014). *“Optimización de la voladura controlada aplicando un modelo matemático en la U. M. Paraíso”*. Ecuador.
- Murillo, W. (2008). *“La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica”*, recuperado de: <https://es.scribd.com/document/414277941/La-Investigacion-Aplicada-Una-Forma-de-Conocer-Las-Realidades-Con-Evidencia-Cientifica>.
- Santillana M. (2013), *“Reducir el % de dilución, mediante el empleo de técnicas de control en los tajos de U.P. Santa María”*, Compañía Minera Poderosa S.A. La Libertad, Perú.
- Valenzuela V. (2017) *“Mejoramiento de las técnicas operativas en perforación y voladura para reducir la dilución en vetas angostas, caso tajo Mariano unidad minera San Rafael – MINSUR”*. (tesis pre grado) Universidad nacional San Antonio Abad. Cusco, Perú.
- Vilca, Y. (2019). *“Voladura controlada y reducción porcentual de dilución y costos en tajeo con uso de Exablock en la Minera Aurífera Retamas S.A. 2019”*. (tesis pre grado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.