

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



**ANÁLISIS DE LOS COSTOS DE LOS DISPAROS FALLADOS EN RELACIÓN CON LA
UTILIDAD DE LA EMPRESA**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

PRESENTADO POR:

ERWIN AMLACHER LARICANO ORDOÑEZ

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

PUNO-PERU

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS
TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**ANÁLISIS DE LOS COSTOS DE LOS DISPAROS FALLADOS EN RELACIÓN CON LA
UTILIDAD DE LA EMPRESA**

PRESENTADO POR:

ERWIN AMLACHER LARICANO ORDOÑEZ

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE MINAS**

APROBADO POR:

PRESIDENTE

:


Dr. Ing. Jorge G. Durant Broden

1° MIEMBRO JURADO

:


M.Sc. Ing. Americo Arizaca Avalos

2° MIEMBRO JURADO

:


Ing. Gabriela M. Riveros Mendoza

14 de noviembre del 2019

ÁREA: Ingeniería de Costos

TEMA: Costos de disparos fallados

DEDICATORIA

El presente trabajo de suficiencia profesional, se lo dedico de manera especial a mis padres don Ernesto y doña Yolanda, que desde hace mucho tiempo me vienen brindando su apoyo, pues ellos fueron el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, inculcando en mi persona desde mi primera y fundamental formación en el seno familiar los principios y valores de la responsabilidad, el esfuerzo y los deseos de superación, ella es mi fuente de inspiración, pues sus grandes virtudes, su don de persona no solo cariño y admiración, sino que me hace concebir que en la vida uno no solo tiene que ser un profesional, también tiene que ser una buena persona.

AGRADECIMIENTO

- Agradezco a Dios, por darme la vida, la fortaleza física y espiritual por hacer de mi un hombre de bien y permitir lograr mis objetivos con satisfacción.
- A la Universidad Nacional del Altiplano y a la plana de docentes, que es la casa de estudios que me formó desde mi ingreso a la universidad, concluyendo cada etapa de mi vida y el desarrollo profesional y persona con éxito.
- A mis padres, por haberme dado la vida, criado con cariño y responsabilidad e inculcando los valores del respeto, de responsabilidad y sobre todo los deseos de superación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
Análisis de los costos de los disparos fallados en relación con la utilidad de la empresa	6
Resumen	6
Costs analysis on failed shots in relation to the company's utility	6
Abstract	6
1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. Antecedentes	7
1.2. Objetivos	7
1.2.1. Objetivo general	7
1.2.2. Objetivos específicos	7
1.3. Hipótesis	8
1.4. Justificación	8
1.5. Ubicación	9
2. Materiales y métodos	9
2.1. Materiales	9
2.2. Método	10
2.2.1. Técnica usada	10
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
3.1. Resultados	11
3.1.1. <i>Evaluar el costo (evaluación económica) y las consecuencias causales de un tiro cortado o fallado</i>	11
3.1.2. <i>Conocer las acciones tomadas actuales y proponer las alternativas de control necesarias, para la reducción de incidencias de un tiro cortado o tiro fallado como residuo post-voladura.</i>	13
3.1.2.1. <i>Problemas en el sitio de operación</i>	14
3.1.2.2. <i>Problemas de los usuarios.</i>	14
3.2. DISCUSIÓN	14
4. CONCLUSIONES	16
4.1. RECOMENDACIONES	16
AGRADECIMIENTOS	17
5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	17

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Características generales del proyecto 3385-216.	11
Tabla N° 2 Costo del taladro cortado, costo del equipo usado para el tiro cortado, costo de labor desactivación de tiro cortado del proyecto 3385 216.	11
Tabla N° 3 Costo por perforación, costo por explosivo, costo por accesorios, costo por labor del proyecto.	11
Tabla N° 4 Características generales del proyecto 3385 219 – 220.	12
Tabla N° 5 Costo del taladro cortado, costo del equipo usado para el tiro cortado, costo de labor desactivación de tiro cortado del proyecto 3385 219 – 220.	12
Tabla N° 6 Costo por perforación, costo por explosivo, costo por accesorios, costo por labor del proyecto.	12
Tabla N° 7 Resumen de costos e impacto económico.	13
Tabla N° 8 Efecto económico de tiros cortados y tiros fallados 2016.	15
Tabla N° 9 Multas por desactivación de tiros fallados.	15

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01 Ubicación Distrito Minero Toquepala.	9
Figura 02 Diagrama de causa y efecto.	10
Figura 03 Costos del proyecto \$/tn.	12
Figura 04 Costos del proyecto 3385 219-220 US\$/tn.	13
Figura 05 Esquema de problemas de usuarios.	14
Figura 06 Efecto económico tiros cortados y fallados.	15
Figura 07 incidencia tiros cortados y fallados.	16

Análisis de los costos de los disparos fallados en relación con la utilidad de la empresa

Erwin Amlacher Laricano Ordoñez (<https://orcid.org/0000-0002-2987-6263>)

Bachiller en Ciencias de la Ingeniería de Minas, Facultad de Ingeniería de Minas, Universidad Nacional del Altiplano – Puno Av floral 1135 – Puno – ciudad universitaria

Larix_007@hotmail.com Cel.: 923769595 – 984153630

Resumen

El presente trabajo de investigación se desarrolló para hacer un análisis de costos en los disparos fallidos (tiros cortados y tiros fallados) en la minera Toquepala – SPCC – Moquegua, utilizando un método comparativo con anteriores estudios de optimización de costos referente al tema de otras unidades mineras. Este análisis tuvo lugar en el 2017 donde se ve que el efecto inmediato, de un disparo fallido, es la creación de un peligro potencial en tema de seguridad conjuntamente con la generación de costos adicionales relacionados con costos por desactivación, remoción de material mal fragmentado, costos de re-perforación, pérdidas materiales y sanciones legales, cuyos costos varían de acuerdo a la gravedad y magnitud del evento, se concluye en los resultados se da una representación hasta el 9 % del costo total anual en perforación y voladura en mina. el proceso de voladura tiene como resultado óptimo o deficiente a causa de la función de una buena supervisión determinando que el tiro cortado o fallado, como residuo post voladura, es controlable. Todo ello de acuerdo a la utilización de detonadores electrónicos e implementación de buenas prácticas en la ejecución de los trabajos de voladura.

Palabras clave: detonación, minería, perforación, potencial peligro, voladura.

Costs analysis on failed shots in relation to the company's utility

Abstract

This research paper was developed to do a cost analysis on failed shots (cut shots and missed shots) at the Toquepala mine – SPCC – Moquegua, using a comparative method with previous cost optimization studies on the subject of other mining units. This analysis took place in 2017 where it is seen that the immediate effect, of a failed shot, is the creation of a potential security hazard in conjunction with the generation of additional costs related to deactivation costs, removal of material misfragmented, re-drilling costs, material losses and legal penalties, the costs of which vary according to the severity and magnitude of the event, the results are concluded to represent up to 9% of the total annual cost in drilling and blasting in Mine. the blasting process results optimally or poorly because of the function of good supervision determining that the shot cut or failed, as post blast residue, is controllable. All this according to the use of electronic detonators and implementation of good practices in the execution of blasting work.

Keywords: detonation, drilling, mining, potential danger, blasting.

1. INTRODUCCIÓN

El análisis de disparos fallidos en relación con la utilidad de la empresa es una investigación realizada en la minera Toquepala – SCPP - Moquegua tomando muestras de mayor incidencia en disparos fallidos los cuales fueron analizados y comparadas con investigaciones basadas en optimización de costos de perforación y voladura y el uso de explosivos. Los costos de disparos fallados en relación con la utilidad de la empresa en minería superficial, propone alternativas para mejorar el proceso de voladura que tienen como resultado tiros cortados y tiros fallados en la explotación de minas a cielo abierto.

1.1. Antecedentes

Existen varios trabajos de investigación referidos al tema, de los cuales se mencionan algunos de ellos como:

Romero,(2016) Donde se demuestra la optimización en la fragmentación, y reducción de costos de perforación y voladura al aplicar detonadores electrónicos que poseen la capacidad de precisión de disparo en comparación con detonadores pirotécnicos en el proceso de voladura de rocas donde la aplicación de detonadores electrónicos nos permite mantener una mejora de 11,4% en los resultados de fragmentación, y a la vez reducir el costo de perforación y voladura en 14,28 % en comparación de los costos con detonadores pirotécnicos

Iglesias,(2016) Estudio técnico - económico del uso de la mezcla explosiva Quantex 73 en la unidad minera Toquepala – SPCC En anteriores trabajos de investigación, se ha determinado que para optimizar la fragmentación de rocas se ha utilizado diversas técnicas e implementado nuevas tecnologías, tales como el uso de nuevas mezclas explosivas como el heavy anfo, AN/CO (nitrato de amonio y carbón), Quantex, emulsiones gasificadas, etc., también se implementó nuevos sistemas de iniciación de voladura como los detonadores electrónicos, sin la necesidad de tomar estos eventos y llevarlo a materia de estudio, sin embargo, todas estas innovaciones dejan de ser eficientes y eficaces al obtener uno o más tiros cortados como resultado post voladura. Quedando de esta manera un problema actual en las operaciones mineras, por ello la necesidad de este trabajo de investigación.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Realizar un análisis de costos de disparos fallados, relacionado a la utilidad de la empresa en una explotación minera superficial.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el costo (evaluación económica) y las consecuencias causales de un tiro cortado o fallado.
- Conocer las acciones tomadas actuales y proponer las alternativas de control necesarias, para la reducción de

incidencias de un tiro cortado o tiro fallado como residuo post-voladura.

1.3. Hipótesis

Es posible plantear un estudio técnico económico para la reducción de tiros cortados y tiros fallados en una mina superficial

1.4. Justificación

Olazabal,(2014) La industria minera, ahora más que nunca, ha decidido utilizar los avances tecnológicos en las actividades de los procesos mineros y de la de sus proveedores, más aún en el primer proceso productivo que da inicio al ciclo de minado, como es la perforación y la voladura. Por ello la importancia de evaluar técnica y económicamente cada aspecto negativo que perjudica el proceso productivo, en este caso los eventos de tiros cortados y tiros fallados en una explotación de mina a cielo abierto.

Según Tomas & Pizarro, (2015) Es conocido que la detección de tiros cortados, es un riesgo demasiado alto (en tema de seguridad), que debe de ser solucionado para el inicio del minado, sin embargo la detección de estas anomalías también es perjudicial para la parte operacional, ya que traería consigo la mala fragmentación de las rocas, mal control de pisos de operación, bolones de roca de gran tamaño y a todo ello la generación de costos adicionales ya que se generará costos asociados a su desactivación, costos por pérdidas de producción (desprogramación de plan de minado), costos

por voladura secundaria u otros trabajos adicionales.

De acuerdo con Jauregui,(2009) La utilización de detonadores electrónicos minimiza enormemente la posibilidad de un tiro cortado, gracias a su confiabilidad de funcionamiento y mejores resultados en la fragmentación de rocas a comparación del uso de los detonadores pirotécnicos. Sin embargo, a pesar de su confiabilidad (detonadores electrónicos), hay otros factores y parámetros de control que generarían la posibilidad de un tiro cortado, así como sus alternativas de solución, para de esta manera concluir que el resultado de un disparo fallado en una voladura puede ser controlable.

Por lo tanto Queque,(2017) tomo los últimos indicadores del año 2015 – 2016, de eventos indeseados de disparos fallados (tiros cortados y tiros fallados) en la unidad minera Toquepala de SPCC - Moquegua, que asciende 14 (periodo febrero 2015 – diciembre 2015) y 11 (enero 2016 – noviembre 2016), se asumió como imperativa la necesidad de mejorar el proceso de perforación y voladura para la reducción de la incidencia de los tiros cortados y tiros fallados en la unidad minera.

Un estudios que realizó Condori,(2015) Acerca de la estandarización del explosivo ME - Quantex permite mejoras en la operación, mejoras económicas y mejoras ambientales. Los resultados alcanzados en los 26 disparos realizados

demuestran que la emulsión gasificable alcanzó mejor performance en la velocidad de detonación (VOD) y produciendo mejores resultados que el Heavy Anfo 45/55, en términos de fragmentación, eliminación de gases nitrosos y ofreciendo consecuentemente mejores condiciones de estabilidad del material volado por parte de los equipos de minado; así como generando ahorros por los menores factores de potencia registrados. Con el uso de la emulsión gasificable en remplazo de la emulsión matriz se ha obtenido un porcentaje de ahorro del 5,4%. Gracias a los buenos resultados obtenidos, se logró estandarizar el uso de la ME - Quantex, que actualmente se viene utilizando en un 100% en mina Cuajone.

1.5. Ubicación

El yacimiento se ubica en el sur del Perú, a 68 km de vuelo al norte de la ciudad de Tacna, en el distrito de Ilabaya, provincia de Jorge Basadre, departamento de Tacna. Ver Figura 01.

La ubicación de la mina Toquepala está dada por las siguientes coordenadas geográficas:

- 17° 13' Latitud Sur.
- 70° 36' Longitud Oeste.

Los depósitos geológicamente similares de Quellaveco y Cuajone se encuentran a 18 y 29 km de Toquepala; Chuquicamata se encuentra a 600 km al sur

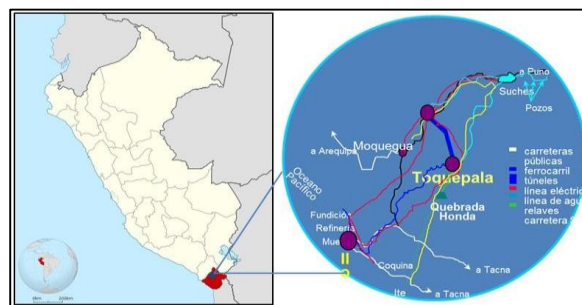


Figura 01. Ubicación Distrito Minero Toquepala.
Fuente: Iglesias,(2016).

Toquepala es accesible mediante la carretera Panamericana Sur, desde Camiara, situado a la altura del km 1 204, donde parte una carretera afirmada de 76 km hacia la mina. También se cuenta con otra carretera de 73 km que une la ciudad de Moquegua con la mina.

La mina es accesible también por vía aérea, puesto que cuentan con un pequeño aeropuerto en la zona de Staff, pero solamente para avionetas de uso de la compañía. Las vías de acceso secundarias están representadas por un ferrocarril industrial de 167 km que une la mina con el puerto de Ilo, y otro que une las minas de Cuajone y Toquepala.

2. Materiales y métodos

2.1. Materiales

Los instrumentos utilizados por los investigadores fueron:

- Software de simulación / secuencia de salida
- Cámara de alta velocidad
- Sismógrafo
- Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS)
- MicroTrap / velocidad de detonación (VOD).

- Wipfrag / fragmentación.

2.2. Método

La metodología empleada para la ejecución de este trabajo se planificó considerando como tema principal la realización de un estudio técnico económico para la reducción de tiros cortados y tiros fallados partiendo desde el funcionamiento y causa raíz del problema, impactos económicos en voladura y cuáles son las propuestas a implementarse para su reducción

El presente trabajo considera una investigación aplicada, del tipo comparativo - explicativo, el tipo de ensayo que se ha realizado según una estrategia no experimental es de causa- efecto; la causa básica será la formulación de las condiciones contextuales por las que resultan los tiros

cortados y tiros fallados como residuo post voladura

2.2.1. Técnica usada

Para efectos de contrastación de la hipótesis, se utilizó el diseño no-experimental comparativa, de causa – efecto.

El procedimiento de investigación bajo el cual se planteó el presente estudio, utilizó la técnica Ishikawa, denominada “diagrama de causa y efecto”, ésta técnica fue desarrollada por el Doctor Kaoru Ishikawa en 1953 definido la estructura de la investigación. Un diagrama de causa y efecto facilita recoger las numerosas variables por la que se origina los tiros cortados y tiros fallados como se aprecia en la figura 02

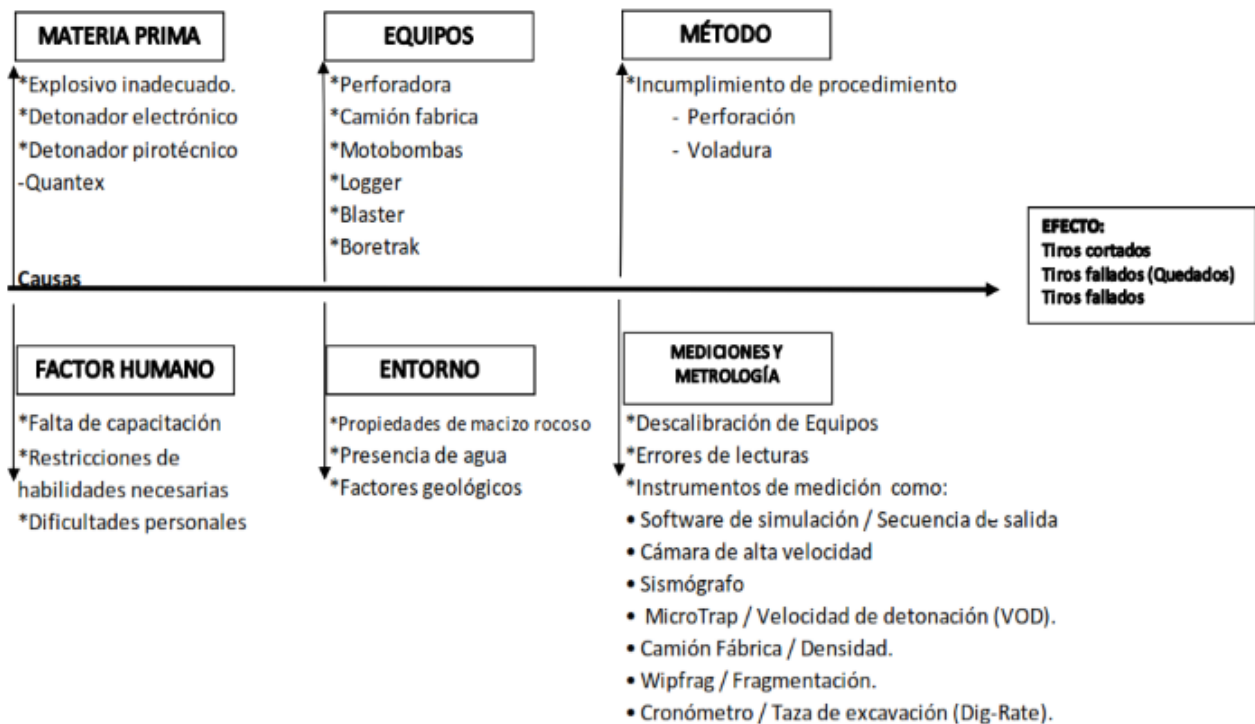


Figura 02: Diagrama de causa y efecto.

Fuente: Umaña,(2014).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Evaluar el costo (evaluación económica) y las consecuencias causales de un tiro cortado o fallado

Para el resultado del presente trabajo de investigación sobre tiros cortados y tiros fallados se ha tomado los proyectos (3385 216,3385 219 - 220,3070 – 195), 2016 dentro de la unidad minera Toquepala – SCPP lo cual se llevó a un análisis de costos para determinar el porcentaje que afecta este evento con respecto a las utilidades de la empresa por tal motivo al realizar la **Evaluación económica del tiro cortado del proyecto 3385 216** se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla N° 1 Características generales del proyecto 3385-216.

Tonelaje total	
Área de influencia:	81 m ²
Volumen por taladro:	1 337 m ³
Número de taladros:	183
Volumen total:	244 579,5 m ³
Densidad de la roca:	2,76 g/cc
Tonelaje:	675 039,42 tn
Factor de carga (kg/tn):	0,25
Costo por tonelaje (\$/tn):	0,21

Tabla N° 2 Costo del taladro cortado, costo del equipo usado para el tiro cortado, costo de labor desactivación de tiro cortado del proyecto 3385 216.

Taladro de amortiguación 3385-216 (detonador ID 435)				
Costo por taladro	Unidad	P.U. \$	Cantidad	Costo (\$)
Quantex 73	Kg	0,5343	818	437,06
Fanel primadet	EA	2,39	1	2,39
Detonador electrónico	EA	24	1	24,00
Cable de conexión	m	0,22	8	1,76
Booster 2Lb	EA	6,02	1	6,02
Costo Total:				\$ 471,23
Costo desactivación de tiro cortado Desactivación (hrs) 2,5				
Mano de obra	Costo	Uní.	Costo Total	
Supervisor	12,32	\$/h-h	30,8 \$	
Operario de voladura	9,61	\$/h-h	24,0 \$	
Ayudante	8,51	\$/h-h	21,3 \$	
Total:				76,1 \$

Equipo	Modelo	Hrs	\$/hr	Capacidad (yd ³)	Capacidad (TM)	Costo Total (\$)
Cargador frontal	CAT 992	1,5	120	16	22	180
Resumen costo tiro cortado						
Explosivo:					471,23 \$	
Equipo pesado:					180 \$	
Costo desactivación:					76,1 \$	
Penalidades por contrato:					0 \$	
Pérdidas materiales:					0 \$	
Sanciones legales:					0 \$	
Total:					727,33 \$	

Viendo los datos de la Tabla N° 2 se podrá generar el impacto económico interpretado en la Tabla N° 3.

Tabla N° 3 Costo por perforación, costo por explosivo, costo por accesorios, costo por labor del proyecto.

Cantidad de taladros	N° Tal.	Costo explosivo por taladro	Costo total (\$)
Tal. Amortiguación	33	\$ 471,23	15 550,5
Tal. Producción	150	\$ 527,33	79 099,3
Total:			94 649,8
Cantidad de taladros	N° Tal.	Costo accesorio por taladro	Costo total (\$)
Tal. Amortiguación	33	64,62	2 132,5
Tal. Producción	150	64,62	9 693,0
Total:			11 825,5
Cantidad de taladros	N° Tal.	Costo por taladro	Costo total (\$)
Tal. Amortiguación	33	12,5	412,5
Tal. Producción	150	12,5	1 875,0
Total:			2 287,5
Cantidad de taladros	N° Tal.	Costo por Tal. perforado	Costo total (\$)
Tal. Amortiguación	33	181,5	5 989,5
Tal. Producción	150	181,5	27 225,0
Total:			33 214,5
Resumen de costos de perforación y voladura del proyecto			
Costos	\$	\$/tn	
Costos por perforación	33 214,5	0,05	
Costo por explosivo	94 649,8	0,14	
Costo por accesorios	11 825,5	0,02	
Costo por labor	2 287,5	0,003	
Costo total:	141 977,3	0,21	
Impacto económico			
Impacto económico			
Costo proyecto:	141 977,30	\$	
Costo evento tiro cortado:	727,33	\$	
Porcentaje:	0,5	%	

El costo de voladura del proyecto 3385-216 asciende a \$ 141 977,3 dólares como se muestra en la tabla N° 3, y el costo del evento asciende a 727,33 \$ como se muestra en la Tabla N° 2, Se concluye que, el costo del tiro cortado representa el 0,5 % del costo total del proyecto. Como se muestra en la figura 03.



Figura 03 Costos del proyecto \$/tn.

Del mismo modo realizaremos un análisis, pero referente a la **Evaluación económica del tiro cortado del proyecto 3385 219 – 220** donde también se registraron disparos fallidos para lo cual veremos las siguientes tablas. Cuyos resultados nos darán otros porcentajes que nos ayudara en este trabajo de investigación.

Tabla N° 4 Características generales del proyecto 3385 219 – 220.

Tonelaje total	
Área de influencia:	81 m ²
Volumen por taladro:	1 337 m ³
Número de taladros:	242
Volumen total:	323 433,0 m ³
Densidad de la roca:	2,76 g/cc
Tonelaje:	892 675,08 Tn
Factor de carga (kg/tn):	0,25
Costo por tonelaje (\$/tn):	0,21

Tabla N° 5 Costo del taladro cortado, costo del equipo usado para el tiro cortado, costo de labor desactivación de tiro cortado del proyecto 3385 219 – 220.

Taladro de amortiguación 3385 219-220 (detonador ID 367)						
Costo por taladro	Unidad	P.U. \$	Cantidad	Costo (\$)		
Quantex 73	Kg	0,5343	923	493,16		
Fanel primadet	EA	2,39	1	2,39		
Detonador electrónico	EA	24	1	24,00		
Cable de conexión	m	0,22	8	1,76		
Booster 2Lb	EA	6,02	1	6,02		
Costo total:				\$ 527,33		
Equipo	Modelo	Hrs	\$/hr	Capacidad	Capacidad	Costo total (\$)
Cargador frontal	CAT 992	2,5	120	16 yd ³	22 TM	300 \$
Cisterna con agua	332	3,5	60	----	----	210 \$
Tractor D10N	T101	1	181,8	17,2 m ³	----	0 \$
Tractor D9N	F966	1	221,6	11,9 m ³	----	221,6 \$
Motoniveladora	M161		53,6	----	----	0 \$
Total:						731,6 \$
Costo desactivación de tiro fallado				Desactivación (hrs): 3,5		
Mano de obra	Costo	Uni.	Costo Total			
Supervisor	12,32	\$/h-h	43,1 \$			
Operario de voladura	9,61	\$/h-h	33,6 \$			
Ayudante	8,51	\$/h-h	29,8 \$			
Total:						106,54 \$
Resumen costo tiro quedado						
Explosivo:		527,33 \$				
Equipo pesado:		731,6 \$				
Costo desactivación:		106,54 \$				
Penalizaciones por contrato:		0 \$				
Pérdidas materiales:		0 \$				
Sanciones legales:		0 \$				
Total:		1 365,47 \$				

Tabla N° 6 Costo por perforación, costo por explosivo, costo por accesorios, costo por labor del proyecto.

Costo por perforación			
Cantidad de taladros	N° Tal.	Costo por Tal. perforado	Costo total (\$)
Tal. Amortiguación	22	181,5	3 993,0
Tal. Producción	220	181,5	39 930,0
Total:			43 923,0
Costo por explosivo			
Cantidad de taladros	N° Tal.	Costo explosivo por taladro	Costo total (\$)
Tal. Amortiguación	22	\$ 471,23	10 367,0
Tal. Producción	220	\$ 527,33	116 012,4
Total:			126 379,4
Cantidad de taladros	N° Tal.	Costo accesorio por taladro	Costo total (\$)
Tal. Amortiguación	22	64,62	1 421,6
Tal. Producción	220	64,62	14 216,4
Total:			15 638,0
Cantidad de taladros	N° Tal.	Costo por taladro	Costo total (\$)
Tal. Amortiguación	22	12,5	275,0
Tal. Producción	220	12,5	2 750,0
Total:			3 025,0

Tabla N° 7 Resumen de costos e impacto económico.

Costos	\$	\$/tn
Costos por perforación	43 923,0	0,05
Costo por explosivo	126 379,4	0,14
Costo por accesorios	15 638,0	0,02
Costo por labor	3 025,0	0,003
Costo total:	188 965,4	0,21
Impacto económico		
Costo proyecto:	188 965,4 \$	
Costo evento tiro quedado:	1 365,47 \$	
Porcentaje:		0,7 %

Como se puede apreciar en la Tabla N° 7, el costo del tiro fallado (tiro quedado) representa el 0,7 % del costo total del proyecto representados en la figura 04

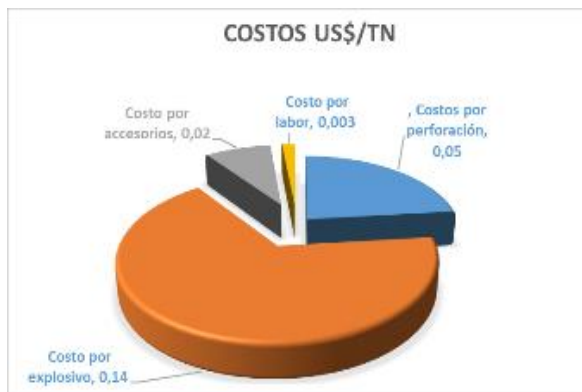


Figura 04. Costos del proyecto 3385 219-220 US\$/tn.

3.1.2. Conocer las acciones tomadas actuales y proponer las alternativas de control necesarias, para la reducción de incidencias de un tiro cortado o tiro fallado como residuo post-voladura.

Según Iglesias,(2016), en su trabajo demuestra la optimización en la fragmentación y reducción de costos de perforación y voladura al aplicar detonadores

electrónicos que poseen la capacidad de precisión de disparo a comparación de los pirotécnicos, sin embargo, este resultado es relativo, ya que dichos resultados están sujetos a la parte operativa de todo trabajo de perforación y voladura, y se debe resaltar que la utilización de detonadores electrónicos da garantías de una buena fragmentación, pero están sujetas a las variables no controlables en el aspecto geológico y geotécnico del macizo rocoso, variables controlables como tipo de explosivo a emplearse, diseño de perforación y voladura, y malas prácticas operativas, todo ello repercutiendo en una buena o mala fragmentación, así como su impacto en la reducción de costos, o peor aún en la generación de tiros cortados y tiros fallados.

Se debe resaltar que la utilización de detonadores electrónicos minimiza la posibilidad de un tiro cortado, pero no garantiza el 100 % de la iniciación, teniendo las causas más comunes de detonadores electrónicos que no fueron programados o conectados, presión dinámica, falla de producto con problemas en el ASIC (chip) o problemas de soldadura (cable descendente que no está adecuadamente soldado al circuito electrónico), incremento de fugas o caída de voltajes en el proceso de iniciación electrónica.

Es por ello que, de acuerdo al soporte global y una recopilación histórica del sistema, se analizaron los siguientes puntos, que pueden presentar complicaciones durante la operación

de detonadores electrónicos i-Kon™, y para los cuales se han generado algunas oportunidades de mejora para los problemas de:

3.1.2.1. *Problemas en el sitio de operación*

Dichos problemas se clasifican en:

- **Conductores expuestos:** Esto es un punto fundamental en términos de problemas de comunicación con los detonadores. Un daño en el recubrimiento del cable del detonador, puede generar problemas de caídas de voltaje o fugas de corriente.
- **Corrientes parásitas o inducidas:** Esto puede ser experimentado en muchas faenas donde el cuerpo mineralizado consiste en múltiples metales con diferentes potenciales eléctricos y la principal consecuencia, según se cree, es que puede inducir un efecto electroquímico
- **Fuga de corriente:** La fuga de corriente se puede apreciar en un porcentaje no despreciable de voladuras electrónicas.

3.1.2.2. *Problemas de los usuarios.*

Se puede apreciar en el siguiente esquema de la figura 05 las principales causas que generan los usuarios en la manipulación del material de voladura.

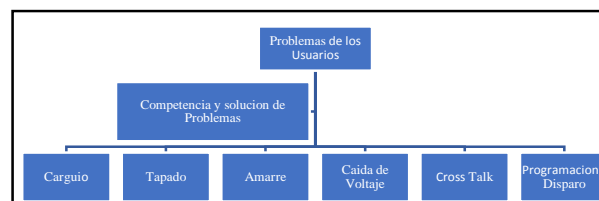


Figura 05 Esquema de problemas de usuarios.

Fuente: Iglesias, (2016).

3.1.2.3. *Problemas con el producto.*

Falla de producto con problemas en el ASIC (chip) o problemas de soldadura (cable descendente que no está adecuadamente soldado al circuito electrónico). Solución netamente con el proveedor.

3.2. *DISCUSIÓN*

Los explosivos como el anfo pesado que se venían utilizando no tenían el balance de oxígeno adecuado, por tal motivo, se generaban los humos naranjas, por otro lado, la mezcla explosiva Quantex 73 está formada a base de emulsión gasificada, el cual al sensibilizarse con el nitrito de sodio genera burbujas de gas de nitrógeno, por lo tanto, tiene el balance de oxígeno adecuado (menor que el anfo pesado), y de tal manera se mitigó la generación de humos naranjas, y una mejor confiabilidad en el explosivo

Como puede observar en la siguiente tabla., el impacto en los costes de tiros cortados y tiros fallados en SPCC, sujeto a sanciones legales, costes operativos, y penalidades, representa el 9% en incremento en el coste total anual de perforación y voladura (2016). Mientras que el efecto económico de los tiros cortados y

tiros fallados representa un incremento de 0,02 US\$/Tn, y según contrato el porcentaje de incidencia no debe sobrepasar el 1 % (Según contrato cliente – contratista). Siendo este el 3 % como se aprecia en la Tabla.N° 8

Tabla N° 8 Efecto económico de tiros cortados y tiros fallados 2016.

Descripción	Unidad	YTD 2016
Costo Total	\$	27 724 995
Voladuras	N°	373
Ton. disparadas	TM	138 599 444
Costo T. Cortado	\$	10 929
Costo T. Fallados (T. Quedado)	\$	3 115
Costo T. Fallado	\$	19 483
Sanciones Legales	\$	2 375 025
Penalidad por contrato	\$	0
Costo total de tiros cortados y fallados	\$	2 408 552
Impacto económico:		9%
% incidencia (Máximo 1%):		3%
Costo (\$/Tn):		0,20
Impacto económico por tiros fallados anual (\$/Tn):		0,02

Fuente: Queque, (2017).

Tabla N° 9 Multas por desactivación de tiros fallados.

Tipificación de infracción	UIT S/. 4 050		
Sanciones legales:	Sancion pecuniaria	Monto S/.	\$
3 Incumplimiento de norma de procedimiento, ejecución de trabajos, IPER y PETS			
3,2 Control de Riesgos	Hasta 1 500 UIT	6 075 000	1 875 000
4 Incumplimiento de normas de almacenamiento, transporte, manipuleo de explosivos y agentes de voladuras.			
4,4 Manipuleo y destrucción	Hasta 400 UIT	1 620 000	500 000
5 Incumplimiento de normas sobre perforación y voladura			
5,2 En mina a cielo abierto			
5.2.1 Perforación y Voladura	Hasta 400 UIT	1 620 000	500 000
6 Incumplimiento de normas de supervisión e inspecciones			
6,1 Supervisión			
6.1.3 Supervisión permanente	Hasta 60 UIT	243 000	75 000
	Total: \$	2 950 000	

Fuente: Queque, (2017).

El efecto económico asciende de 0,20 \$/Tn a 0,22 \$/Tn, siendo este un incremento significativo en los costos de operación, teniendo un impacto económico del 9 % en el costo total anual de perforación y voladura. Y un porcentaje anual de incidencia de 3 %, sobrepasando el límite por contrato que no ha de pasar el 1%

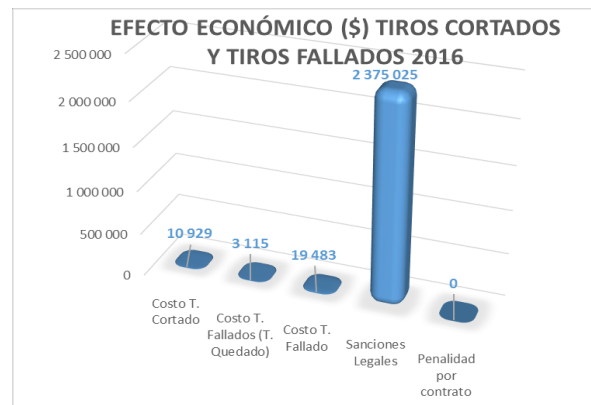


Figura 06 Efecto económico tiros cortados y fallados. Fuente: Queque, (2017).

La optimización en la fragmentación y reducción de costos de perforación y voladura al aplicar detonadores electrónicos que poseen la capacidad de precisión de disparo a comparación de los pirotécnicos, sin embargo, este resultado es relativo, ya que dichos resultados están sujetos a la parte operativa de todo trabajo de perforación y voladura, y se debe resaltar que la utilización de detonadores electrónicos da garantías de una buena fragmentación, pero están sujetas a las variables no controlables en el aspecto geológico y geotécnico del macizo rocoso, variables controlables como tipo de explosivo a emplearse, diseño de perforación y voladura, y malas prácticas operativas, todo ello repercutiendo en una buena o mala fragmentación, así como su impacto en la reducción de costos, o peor aún en la generación de tiros cortados y tiros fallados. Se debe resaltar que la utilización de detonadores electrónicos minimiza la posibilidad de un tiro cortado, pero no garantiza el 100 % de la iniciación, teniendo las causas más comunes de detonadores

electrónicos que no fueron programados o conectados, presión dinámica, falla de producto con problemas en el ASIC (chip) o problemas de soldadura (cable descendente que no está adecuadamente soldado al circuito electrónico), incremento de fugas o caída de voltajes en el proceso de iniciación electrónica.

El empleo del back up representa el 0,5 % del costo total acumulado a noviembre 2016 como se aprecia en la tabla. Su evaluación económica es sustentable ya que el costo de tener un tiro cortado o fallado puede resultar hasta el 9 % del costo total acumulado. Y las incidencias del back up son el 75 % de los 44 eventos entre ellos los posibles tiros cortados y tiros fallados en la unidad minera Toquepala periodo 2016

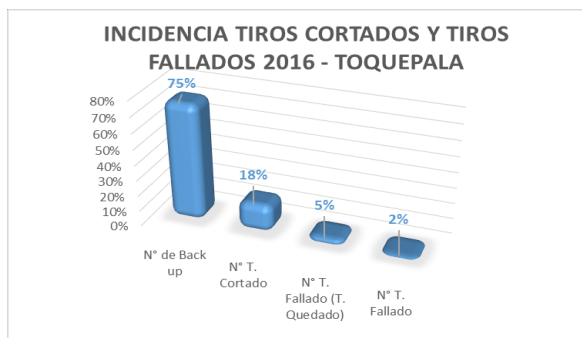


Figura 07 incidencia tiros cortados y fallados. Fuente Iglesias,(2016).

4. CONCLUSIONES

Las causas más comunes para la aparición de tiros cortados y fallados, de acuerdo al estudio técnico, son por causas operacionales, malas prácticas de ejecución de la labor e incumplimiento de los procedimientos

de voladura establecidos en la unidad minera.

El efecto económico asciende de 0,20 \$/Tn a 0,22 \$/Tn, siendo este un incremento significativo en los costos de operación, teniendo un impacto económico del 9 % en el costo total anual de perforación y voladura. Y un porcentaje anual de incidencia de 3 %, sobrepasando el límite por contrato que no ha de pasar el 1 %. Los cuales el costo más influyente sería el de sanciones legales, hasta noviembre 2016 en la unidad minera Toquepala.

4.1. RECOMENDACIONES

La capacitación y concientización debe de ser permanente al personal que trabaja en voladura, cuya supervisión de las labores es la clave para la reducción de los tiros cortados y tiros fallados.

Se recomienda la investigación de implementar los equipos adecuados para el carguío de explosivo y tapado (taco) de taladros en la unidad minera Toquepala.

Se debe conocer mejor el comportamiento geomecánico y geotécnico del macizo rocoso dentro de taladro, para la interacción de la línea descendente, detonador electrónico y pirotécnico, para evitar cortes, por influencia de estructuras geológicas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Dios, a la Universidad Nacional del Altiplano, a mis padres y las cuidadosas revisiones de los lectores que contribuyen a mejorar con sus sugerencias el presente documento.

5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Condori-Castro, S. (2015). *Estandarizacion del explosivo Quantex, reduccion de costos operativos y eliminacion de gases contaminantes mediante el analisis de parametros de voladura en mina Cuajone* Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa.

Hinostraza-Sierra, J. R. (2014). *Optimización de la fragmentación en las rocas con la aplicación de la doble iniciación electrónica en la explotación de cobre porfirítico a cielo abierto* Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Iglesias-Salas, L. A. (2016). *Estudio tecnico - economico del uso de la mezcla explosiva Quantex 73 en la unidad minera Toquepala - SPCC*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - Tacna.

Jauregui-Aquino, O. A. (2009). *Reduccion de los costos operativos en mina, mediante la optimizacion de los estandares de las operaciones unitarias de perforacion y voladura* Pontifica Universidad Catolica del Peru.

Llacma-Llallacachi, O. M. J. (2017). *Evaluacion tecnico economica con el uso de emulsion gasificada en voladura mina Cuajone*

Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa.

Olazabal-Mora, J. O. (2014). *Factibilidad del cambio de sistema de control de mina en la unidad minera Toquepala* Pontifica Universidad Catolica del Peru.

Queque-Arias, M. M. (2017). *Estudio tecnico - economico para la reduccion de tiros fallados cortados y tiros fallados en mineria superficial* Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - Tacna.

Romero-Paucar, R. (2016). *Voladura con detonadores electrónicos para optimizar la fragmentación y seguridad en el tajo Tocomocho - minera Chinalco Perú S.A.* Universidad Nacional del Centro del Peru.

Tomas-Cristobal, M. E., & Pizarro-Vilcatoma, E. (2015). *Optimizacion de la voladura mediante el uso de detonadores de microrretardo en explotacion mineras subterranas en consorcio minero Horizonte S.A.* Universidad Nacional del Centro del Peru.

Umaña-Tancaillo, E. I. (2014). *Reduccion y optimizacion de costos operativos en perforacion y voladura minera Yanaquihua S.A.C. E.E. Adgeminco S.A.C.* Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa.