



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



CONTROL DE LA DILUCIÓN EN EL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN DE CORTE Y RELLENO ASCENDENTE MECANIZADO MEDIANTE CIRCADO EN LA UNIDAD MINERA PARCOY DE CÍA. CONSORCIO MINERO HORIZONTE

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

PRESENTADA POR:

Bach. YUBERLYN WASHINGTON CAYRA HUMPIRE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

PUNO – PERÚ

2019



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

Control de la Dilucion en el Metodo de Explotación de Corte Relleno Ascendente Mecanizado Mediante C

AUTOR

Yuberlyn Washington Cayra Humpire

RECuento DE PALABRAS

6785 Words

RECuento DE CARACTERES

34235 Characters

RECuento DE PÁGINAS

33 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.1MB

FECHA DE ENTREGA

Jan 5, 2024 11:33 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jan 5, 2024 11:33 AM GMT-5

● 10% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



DEDICATORIA

A mis padres Domingo y Eleuteria por entregarme la mejor arma “EL ESTUDIO”.

A mis hermanos Eduardo y Yesica por sus ánimos.

A mi amada Karina por su paciencia durante mi preparación.

y a Dios.

Washington Cayra



AGRADECIMIENTOS

Me gustaría expresar mi agradecimiento a la Universidad Nacional del Altiplano y a mi Facultad de Ingeniería de Minas por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios. Asimismo, quiero expresar mi gratitud a los docentes que me brindaron su paciencia y conocimientos durante mi formación académica. Además, quisiera agradecer a Consorcio Minero Horizonte por permitirme trabajar en su empresa y en particular a los ingenieros de la Unidad Operativa Parcoy, quienes me brindaron su apoyo y conocimientos durante mi tiempo allí.

Por último, pero no menos importante, me gustaría expresar mi agradecimiento a todas aquellas personas que me han apoyado no solo en la realización de esta investigación, sino también en mi vida personal, académica y profesional. Su ayuda ha sido fundamental para mi crecimiento y desarrollo.

Washington Cayra



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	8
ABSTRACT.....	9
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1 OBJETIVO GENERAL	12
1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	12
CAPÍTULO II	
MATERIALES Y MÉTODOS	
2.1 DESCRIPCIÓN DE MATERIALES EN LA INVESTIGACIÓN.....	13
2.2 DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS SEGÚN OBJETIVOS.....	14
2.3 DILUCIÓN OPERATIVA DE DISEÑO	14
2.4 DILUCIÓN OPERATIVA REAL	15
2.5 SOBRE DILUCIÓN	16
2.6 SOBRE ROTURA DE LOS TAJEOS	16
CAPÍTULO III	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
3.1 DILUCIÓN OPERATIVA DE DISEÑO Y REAL	18
3.2 FACTORES CAUSANTES DE LA DILUCIÓN.....	21
3.3 DISCUSIONES CON OTROS AUTORES	26
IV. CONCLUSIONES	28
V. RECOMENDACIONES.....	29
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	30



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fórmulas de determinación de la dilución.....	15
Tabla 2. Datos de la geometría del tajeo en real y diseño.....	18
Tabla 3. Datos de la geometría del tajeo en real, diseño y sobre rotura.	19
Tabla 4. Indicadores de ley programa, diluida y sobre rotura.	20



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la unidad operativa Parcoy.....	13
Figura 2. Determinación de la dilución operativa diseño.....	15
Figura 3. Determinación de la dilución operativa real.....	16
Figura 4. Comparación entre la dilución operativa de diseño, real y la sobre rotura. ...	19
Figura 5. Comparación entre la ley programada, real diluida con la sobre rotura.....	21
Figura 6. Ciclo de minado actual en la unidad operativa Parcoy.	22
Figura 7. Ciclo de minado propuesto en la unidad operativa Parcoy.	23
Figura 8. Descripción de la labor donde se denota el desmonte y la veta.	24
Figura 9. Diseño de la malla de perforación y voladura anterior.	24
Figura 10. Diseño de la nueva malla de perforación y voladura en ore.	25



RESUMEN

La investigación se realizó en la Unidad Parcoy de Cía. Consorcio Minero Horizonte S.A., el cual está ubicado en el distrito de Parcoy, provincia de Pataz en el departamento de La Libertad, durante el año 2019, que tiene como tema principal el control de la dilución con el método de explotación de corte y relleno ascendente mecanizado mediante circado, ya que cuando se realiza la extracción de mineral este tiende a reducir su ley a consecuencia de la mezcla entre materiales de baja ley de corte o material estéril con el mineral económico, donde se plantea como objetivo, control de la dilución en el método de explotación de corte y relleno ascendente mecanizado mediante circado en la Unidad Parcoy de Cía. Consorcio Minero Horizonte, los materiales e instrumentos usados son tablas, ábacos de clasificación geomecánica, formato de reporte de operaciones por cada guardia, observación directa, cámaras fotográficas, programas Microsoft, AutoCAD y bibliografías. La metodología que se aplico es el método descriptivo porque a través de la recopilación de información se desarrolla y describe el proceso a fin de determinar cuándo, cómo y porque sucede la dilución del mineral. Los resultados al que se llego fue la reducción de la dilución mejorando las operaciones de minado como es en la perforación, voladura y limpieza ya que en estos procesos de minado se tiene a diluir el mineral valioso con el desmonte. Se concluye que la supervisión constante, capacitaciones de la importancia de seguís con los estándares de trabajo son importante para evitar la sobrerotura de las cajas que ocasionan la dilución del mineral.

Palabras Clave: Dilución; corte y relleno mecanizado; mediante circado.



ABSTRACT

The research article was carried out in the Parcoy de Cía unit. Consorcio Minero Horizonte SA, which is located in the district of Parcoy, province of Pataz in the department of La Libertad, during the year 2019, whose main theme is the control of dilution with the method of exploitation of cut and fill up conventional by means of circado, since when the extraction of ore is carried out, it is reduced to its law as a result of the mixture between low-grade materials or sterile material with the economic ore, where the objective is to control the dilution in The method of exploitation of conventional cut and fill up by means of cirque in the Parcoy de Cía Unit. Horizon Mining Consortium, the materials and instruments used in tables, geometric classification abacus, report format of operations for each guard, direct observation, cameras, Microsoft programs, AutoCAD and bibliographies. The methodology that is applied is the descriptive method because through the collection of information the process is developed and described in order to determine when, how and why the dilution of the mineral occurs. The results reached were the reduction of the dilution, improving the mining operations such as drilling, blasting and cleaning, since in these mining processes the valuable mineral has to be diluted with the clearing. And it is concluded that the constant supervision, training of the importance of following the work standards are important to avoid the over-breaking of the boxes that cause the dilution of the mineral.

Key words: Dilution; machining cut and fill; means of cirque.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En Cia. Consorcio Minero Horizonte, se viene optimizando sus procesos de minado para lo cual se está realizando un análisis de los problemas que se presentan en la explotación del mineral valioso donde usando el corte y relleno mecanizado ocasionan altas diluciones de la ley programado, siendo esto un problema porque se pierde el mineral esto a consecuencia de la sobre rotura de los tajeos. Así mismo se detectó problemas en los procesos de minado que ocasionan que exista la sobrerotura.

En Cia. Consorcio Minero Horizonte, se está llevando a cabo una optimización de los procesos de minado, para lo cual se está realizando un análisis de los problemas que se presentan en la explotación del mineral valioso como el oro. Se ha observado que, al usar el método de corte y relleno mecanizado, se generan altas diluciones de la ley programada, lo cual representa un problema debido a la pérdida de mineral. Esto se debe a la sobre rotura de los tajeos. Además, se han detectado problemas en los procesos de minado que ocasionan sobrerotura.

Floyd (2007), La dilución se caracteriza por la presencia de material de baja calidad o estéril en la mezcla de mineral que se procesa, lo que conduce a una disminución en el valor económico del material extraído. En algunos casos, el material diluido puede ser eliminado en la escombrera, provocando la pérdida de recursos valiosos. La primera fase de un programa de control de dilución es definir dos puntos básicos. En primer lugar, se deben identificar los contactos estériles-mineral y determinar qué voladuras van a precisar de un especial control al encontrarse una o más masas de mineral entre un cuerpo rocoso estéril (Romo, 2007).

Para extraer el mineral sin desperdiciar material estéril, se usa el método de circado. Este método implica dejar una cantidad específica de roca estéril y disparar solo sobre el mineral usando barrenos de 6 pies. Después de este proceso, se rellena la siguiente rebanada en ascenso, según Catata (2014).

Huajardo (2014) realizó una investigación acerca del control de la dilución en labores de explotación. En su estudio, modificó el método de explotación y seleccionó el método de corte y relleno ascendente convencional mediante circado. El objetivo de este cambio fue obtener un mineral con la mínima dilución (10%) y aprovechar el efecto de



la gravedad para que el material de las cajas sirva como relleno en los tajos. Según Huajardo, estos cambios fueron considerados económicamente rentables.

Alvinagorta (2013) señaló que el método de minado por breasting genera mejores rendimientos y es altamente selectivo, ya que permite trabajar en secciones de alta ley y utilizar las zonas de baja ley como relleno. Además, se ha logrado controlar el factor de dilución, asegurándose de que no exceda el 10%. Asimismo, se ha disminuido el daño a las cajas de la mina mediante la reducción en la cantidad de taladros y la dosificación de explosivos, llegando a utilizarse el exadit de 45%.

Moscoso y Sacha (2015) realizaron un análisis de los problemas operacionales que se presentaban durante la aplicación del método de minado, identificando la falta de supervisión, el paralelismo, el diseño deficiente del burden y el exceso de carga explosiva como las principales causas de la sobretura de las cajas y la dilución del mineral. Se tomaron medidas para solucionar estos problemas y se logró reducir los costos de diferentes insumos de operación en los últimos meses del año, alcanzando el menor costo de operación por mes en diciembre.

Se evidencia en la investigación de Celedonio (2015) que la disminución en la ley de cabeza se debe a la dilución y sobre dilución. Se determinó la sobre dilución a partir de la diferencia entre la dilución operativa real y la diseñada. La comparación entre los resultados planificados y ejecutados muestra una gran discrepancia en las leyes de cabeza y tonelajes debido a la sobre dilución que ha sido cuantificada en campo. Por tanto, se concluye que el método de explotación de corte y relleno ascendente es el más apropiado debido a su mayor selectividad en la extracción del mineral.

Para controlar y reducir la sobrerotura, se ha utilizado la técnica de voladura controlada precorte con cargas desacopladas y espaciados en los taladros de contorno. Como resultado, se ha logrado reducir la sobrerotura significativamente y mejorar la eficiencia de voladura. Estas mejoras han permitido cumplir con el programa de avances y reducir los tiempos y costos unitarios de las operaciones de minado en la Mina – Balcón (Rojas, 2019).

Soria (2015) reportó que en la unidad Parcoy, la ley promedio de mineral para el año 2014 era de 10.41 g. Au/TM, con una recuperación metalúrgica del 89%. Para mejorar las reservas probables y cumplir con la ley de corte operacional, se optimizaron



los procesos de perforación y voladura con el fin de evitar la sobrerotura del mineral durante el minado y así convertirlo en reservas probadas.

Con la investigación presentada, se busca mejorar el ciclo de minado mediante la implementación de prácticas de trabajo óptimas y la aplicación de estándares de trabajo específicos para cada actividad. El objetivo principal es determinar el nivel de dilución presente en el método de explotación de corte y relleno ascendente mecanizado mediante circado en la unidad Parcoy de Cía. Consorcio Minero Horizonte, con el fin de reducir el volumen de sobre rotura y minimizar la dilución del mineral. El objetivo principal es determinar el nivel de dilución presente en el método de explotación de corte y relleno ascendente mecanizado mediante circado en la unidad Parcoy de Cía. Consorcio Minero Horizonte, con el fin de reducir el volumen de sobre rotura y minimizar la dilución del mineral.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el nivel de dilución presente en el método de explotación de corte y relleno ascendente mecanizado mediante circado en la unidad Parcoy de Cía. Consorcio Minero Horizonte

1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Calcular la dilución operativa en el método de explotación de corte y relleno ascendente mecanizado mediante circado en la unidad Parcoy de Cía. Consorcio Minero Horizonte

Realizar un análisis del ciclo de minado a fin verificar el cumplimiento de estándares y procedimiento en el método de explotación de corte y relleno ascendente en la unidad Parcoy de Cía. Consorcio Minero Horizonte

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

La unidad Parcoy de Consorcio Minero Horizonte se encuentra a 500 Km. Del Norte de Lima, en el pueblo de Retamas, distrito de Parcoy, provincia de Patate en el departamento de La Libertad, pertenece a la cuenca hidrográfica del río marañón, de acuerdo a la carta geológica.

Se encuentra en las siguientes coordenadas UTM, norte 9 112 976 240, este 227 281 330, cota 2780 m.s.n.m. y zona geográfica 19 L.

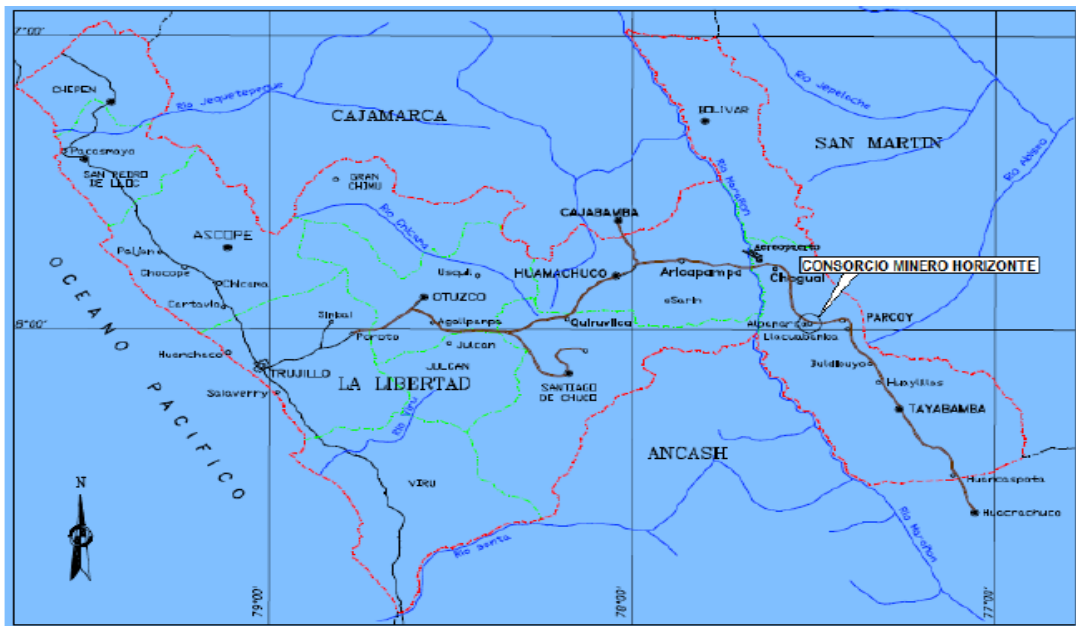


Figura 1. Ubicación de la unidad operativa Parcoy.
Fuente: Rojas, (2019).

2.1 DESCRIPCIÓN DE MATERIALES EN LA INVESTIGACIÓN

Los materiales e instrumentos usados son los siguientes:

- **Flexómetro:** Un medidor de cinta es una herramienta diseñada para medir longitudes. Está compuesto por una cinta hecha de acero endurecido que se encuentra enrollada dentro de una carcasa. Esta carcasa cuenta con un mecanismo que permite que la cinta siempre regrese a su lugar una vez que se ha terminado la medición.
- **Plan de minado de la mina:** Se revisó el plan de minado a fin de comparar con la dilución operativa de diseño y la dilución operativa real a fin de medir la sobre dilución del mineral.



- **Formato de reporte de operaciones por guardia:** Se usó para determinar el RMR de las rocas encajonantes, del mineral y ver los tipos de rocas se tiene para analizar la sobre rotura de las cajas.
- **Cámaras fotográficas:** Se usó para capturar imágenes.
- **Computadora:** Se instaló programas como el Microsoft y AutoCAD a fin de usar las hojas de cálculo de Excel y calcular la sobre dilución así mismo se dibujará con el AutoCAD los planos y nuevos diseños de malla de perforación.
- **Libros:** Se usó bibliografías para minimizar la dilución en el método de explotación de corte y relleno ascendente mediante circado.

2.2 DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS SEGÚN OBJETIVOS

Para desarrollar este objetivo se analizó los reportes de operaciones por guardia a fin de realizar tablas de resúmenes y poder calcular la dilución por guardia. Estos reportes son llenados por los trabajadores quienes llenan diariamente estos reportes a fin de dar a conocer el ancho de minado y el ancho de la veta y más factores operacionales realizados.

2.3 DILUCIÓN OPERATIVA DE DISEÑO

Es determinada por la estimación de la caja piso y techo las cuales sufrirán sobrerotura producto de la detonación de explosivos. La dilución de diseño tendrá en cuenta la sección de minado y además a ello la dilución a consecuencia de la voladura, geomecánica y limpieza (dilución de la caja piso). Grijalva (2014) Por lo que la suma de lo indicado dará como resultado el porcentaje de la dilución operativa diseño.

Para el caso de la unidad Parcoy, la dilución operativa de diseño es calculado usando los softwares de planeamiento y geomecánica a fin de ver como es el ancho de la veta y poder diseñar las secciones de los tajeos y avances a fin de hacer cálculos de la dilución operativa de diseño que se obtendrá.

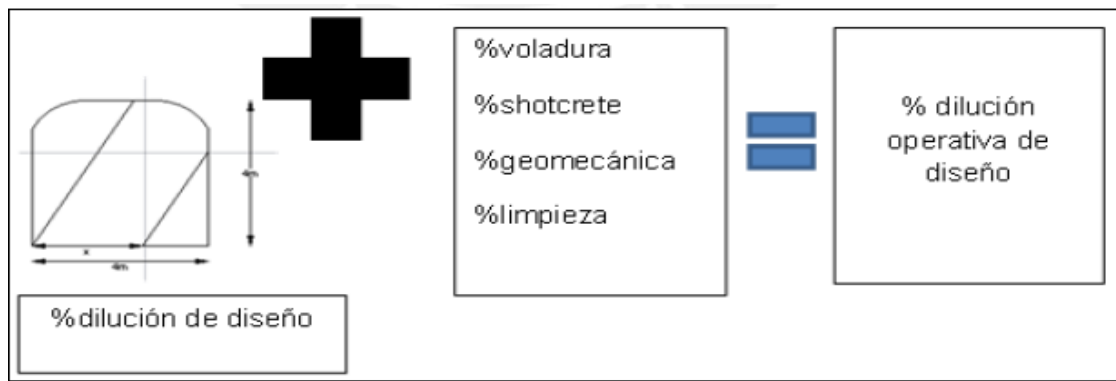


Figura 2. Determinación de la dilución operativa diseño.

Fuente: Romo (2007).

$$\% \text{ Dilución operativa de diseño} = (1 - (\text{Ancho de veta de diseño} / \text{Ancho de la labor})) * 100\%$$

Para realizar el cálculo de la dilución se tomó en cuenta la segunda fórmula de la siguiente tabla.

Tabla 1.

Fórmulas de determinación de la dilución.

Definition of Dilutions (Pakalnis, 1986)

EQ 1 Dilution=(Tonnes Waste mined)/(Tonnes ore mined)

EQ 1 Dilution=(Tonnes Waste mined)/(Tonnes ore mined+Tonnes waste mined)

EQ 3 Dilution =(Undiluted in-situ grade as derived from drill holes)/(Sample assay grade at drawpoint)

EQ 4 Dilution =(Undiluted in-situ grade reserves)/(Mill head grades obtained for same tonnage)

EQ 5 Dilution =(Tonnage mucked - Tonnage blasted)/(Tonnage blasted)

Fuente: Henning (2017).

2.4 DILUCIÓN OPERATIVA REAL

Se define como dilución operativa real a la dilución determinada en insitu, el cual es calculado por las dimensiones reales de la veta y el ancho de minado y con ello proceder a calcular la dilución operativa real. Estas dimensiones reales son llenados en los formatos de reporte de operación por los trabajadores y también son levantados por el área de topográfica a fin de que los cálculos sean los más reales, adicionalmente se tomará en cuenta la dilución proveniente de la voladura, shotcrete, geomecánica y limpieza (dilución de piso) (Grijalva, 2014).

$$\% \text{ Dilución operativa real} = (1 - (\text{Ancho de veta real} / \text{Ancho de la labor})) * 100\%$$

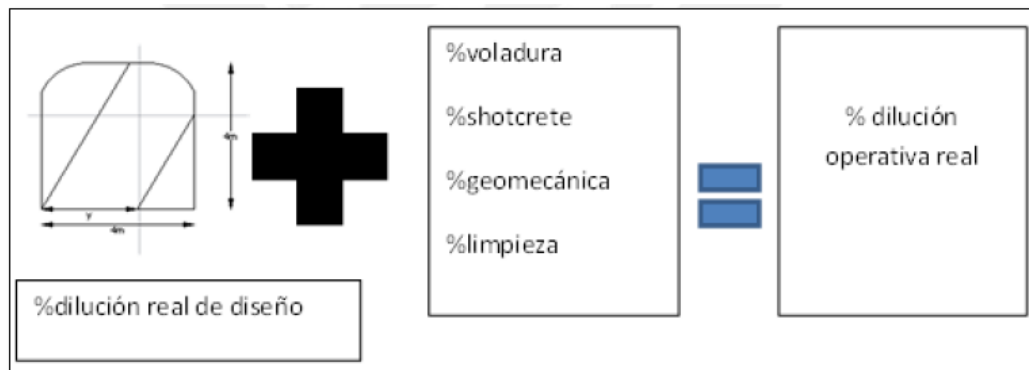


Figura 3. Determinación de la dilución operativa real.

Fuente: Romo, 2007.

2.5 SOBRE DILUCIÓN

Rojas (2019) indica que "es la diferencia entre el porcentaje de dilución real operativa y el porcentaje de dilución operativa de diseño esto sirve para observar en qué medida se está cumpliendo lo planeado con lo ejecutado y determinar por qué factores se está dando ello."

$$\text{Sobre Dilución} = \% \text{dilución operativa real} - \% \text{dilución operativa de diseño}$$

2.6 SOBRE ROTURA DE LOS TAJEOS

La sobre rotura se genera en labores de desarrollo, preparación y producción debido a procedimientos de trabajo inadecuados. Los factores influyentes que provocan la sobre rotura y caída de rocas, y cuando es en gran cantidad afectan a la ley del mineral (Palacios, 2010).

- Error en la estimación de las dimensiones adecuadas para la excavación.
- La malla de perforación inadecuada a las características de la roca puede generar problemas durante el proceso de voladura.
- La falta de uso de guidores en la perforación puede causar una falta de control en el paralelismo de los taladros, lo que puede llevar a una disminución en la calidad de la voladura.
- Sobrecarga de explosivos en los taladros.
- Elección inadecuada de explosivos en función de las características y estado de la roca.



La sobre rotura tiene consecuencias negativas en cuanto a tiempos y costos en las operaciones unitarias como en la limpieza, transporte del desmonte, sostenimiento, seguridad del personal y equipos que trabajan en la labor

2.6.1 FORMAS DE EVITAR LA SOBREROTURA

Para prevenir la sobrerotura en una labor minera, se recomienda la utilización de técnicas de voladura controlada, como la precorte, recorte o amortiguada, siempre y cuando se cumplan ciertas condiciones adecuadas para la aplicación de cada técnica de acuerdo a (Palacios, 2010):

- Se debe emplear cargas explosivas lineales de baja energía para evitar la sobrerotura en una labor.
- Empleo de carga explosiva desacoplada y espaciada para evitar la sobrerotura en una labor.
- La distancia y ubicación de los taladros deben ser determinadas considerando la condición de la roca, el perfil deseado y la geometría de la excavación.
- La detonación sincronizada de todos los taladros permite generar una superficie de rotura uniforme y continua.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 DILUCIÓN OPERATIVA DE DISEÑO Y REAL

Cada año en la unidad minera Parcoy se realiza una programación de los tajeos que se va a explotar, el cual es presentado en el plan de minado a corto plazo, donde se hace mención en cuánto será la dilución por tajeo.

La tabla 02, muestra la potencia de la veta y ancho de la sección dibujada y diseñada de acuerdo al área de geología y planeamiento así mismo está la potencia real y el ancho de minado real que se lleva en los tajeos de estudio.

Tabla 2.

Datos de la geometría del tajeo en real y diseño.

Tajeo	Ancho de veta de diseño	Ancho de veta real	Ancho de minado programado	de	Ancho de minado real	Alto de minado programado	de	Alto de minado real	Longitud de disparo
TJ2453	1.2	1.2	3		3	3		3	2.9
TJ2453	1.2	0.8	3		3.2	3		3.2	2.8
TJ2453	1.2	0.7	3		3.3	3		3.1	3
TJ2453	1.2	1	3		2.9	3		3.3	3.1
TJ2453	1.2	0.5	3		3.1	3		3	3
TJ2489	1.2	1.2	3		3.2	3		3	3
TJ2489	1.2	0.9	3		3.4	3		3.1	2.8
TJ2489	1.2	0.8	3		3.5	3		3.1	2.9
TJ2489	1.2	1	3		3.2	3		3.1	3
TJ2489	1.2	0.7	3		3.2	3		3.2	3.1
TJ2833	1.2	1	3		3.1	3		3.2	2.8
TJ2833	1.2	0.3	3		2.9	3		3	2.9
TJ2833	1.2	0.3	3		3.3	3		3.1	3.3
TJ2833	1.2	0.4	3		3.2	3		3.1	3.2
TJ2833	1.2	0.6	3		3.1	3		3.2	3.1

Entonces de acuerdo a los datos mostrados en la tabla 02, se determinarán las diluciones de los tajeos y la sobrerotura.

Tabla 3.

Datos de la geometría del tajeo en real, diseño y sobre rotura.

VETA	Sólido ORE Modelo (Cálculo) m ³	Sólido Labor Topografía (Detalles) m ³	Sobrerotura (m ³)	Dilución operativa de diseño (%)	Dilución operativa real (%)
TJ2453	27	27.90	0.90	60%	60%
TJ2453	27	28.67	1.67	60%	75%
TJ2453	27	30.69	3.69	60%	79%
TJ2453	27	29.67	2.67	60%	66%
TJ2453	27	27.9	0.90	60%	84%
TJ2489	27	28.8	1.80	60%	63%
TJ2489	27	29.512	2.51	60%	74%
TJ2489	27	31.465	4.47	60%	77%
TJ2489	27	29.76	2.76	60%	69%
TJ2489	27	31.744	4.74	60%	78%
TJ2833	27	27.776	0.78	60%	68%
TJ2833	27	28.71	1.71	60%	90%
TJ2833	27	33.759	6.76	60%	91%
TJ2833	27	31.744	4.74	60%	88%
TJ2833	27	30.752	3.75	60%	81%

La tabla 03, muestra los resultados determinados en base a la tabla 02, se muestra la dilución operativa real y de diseño así mismo se tiene la sobre rotura que sucede en cada tajeo.

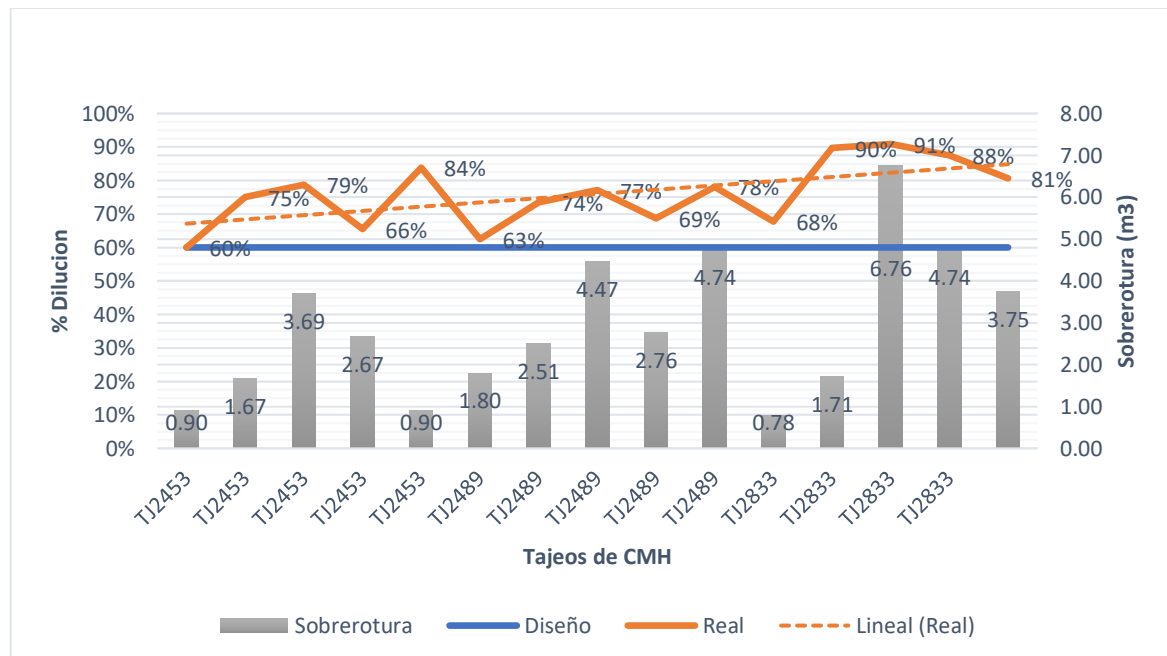


Figura 4. Comparación entre la dilución operativa de diseño, real y la sobre rotura.

Como se ve en la figura la dilución operativa real está cumpliendo una regresión lineal que aumenta a medida que aumenta la muestra de datos. Se tiene como resultados

bajo al TJ2833 una sobre rotura de $0.78 m^3$, donde se había programado y estimado una dilución operativa de diseño de 60% pero de acuerdo a los cálculos realizados se tiene que la dilución operativa real resulto 68%, donde se calcula la sobre dilución en 8% con respecto al TJ2833. Y como resultado alto se tiene en el mismo TJ2833 con una sobre rotura de $6.76m^3$ donde se planifico una dilución operativa de diseño de 60% pero de acuerdo a los reportes diarios en función al tajeo resulto una dilución operativa real de 90%, resultado una sobre dilución de 30%.

De acuerdo a los resultados analizados de la figura 1 se tiene que en un mismo tajo puede ver control de las cajas, correcto marcado de la potencia de veta y seguir los procedimientos establecidos por supervisión, pero en cortes posteriores en el mismo tajeo ya se no se realiza el control de las cajas ocasionando bastante sobrerotura, esto por la falta de supervisión y malos procedimientos realizados por los trabajadores.

Así mismo se evidencia en la figura 01 que la dilución operativa de diseño es 60% esto debido a que el tajeo es tipo breasting y en el frente de minado esta la veta con sus contactos. Y cuando se realiza el ciclo de minado no se hace una selectividad de la veta a fin de cumplir con ley programa de oro o mejorar estas leyes.

Tabla 4.
Indicadores de ley programa, diluida y sobre rotura.

Tajeo	Ley programada (g. Au/TM)	Leydiluida (g. Au/TM)	Sobrerotura (m3)
TJ2453	20.00	18.00	0.90
TJ2453	15.00	9.00	1.67
TJ2453	20.00	9.00	3.69
TJ2453	15.00	9.00	2.67
TJ2453	20.00	8.00	0.90
TJ2489	12.00	10.00	1.80
TJ2489	12.00	6.00	2.51
TJ2489	15.00	7.00	4.47
TJ2489	15.00	8.00	2.76
TJ2489	17.00	7.00	4.74
TJ2833	12.00	8.00	0.78
TJ2833	16.00	3.00	1.71
TJ2833	12.00	2.00	6.76
TJ2833	12.00	3.00	4.74
TJ2833	12.00	4.50	3.75

Se tiene material con baja ley que ocasiona que la ley programada disminuya y presente los resultados mostrados en la figura 2. Por ejemplo, en casi todos los cortes de

minado siempre está bajando la ley programada y por consiguiente se está perdiendo la ley de mineral. Para el TJ2833 se tiene una sobrerotura de $6.76m^3$ donde la ley de extracción de mineral programada es de 16 gramos de Au/TM pero en la práctica se ha obtenido una ley de mineral de 3 gramos de Au/TM, donde se ha perdido 13 gramos de Au/TM. Esto a consecuencia del método de minado realizado y la sobre rotura que es ocasionada por no seguir los estándares y procedimientos establecidos.

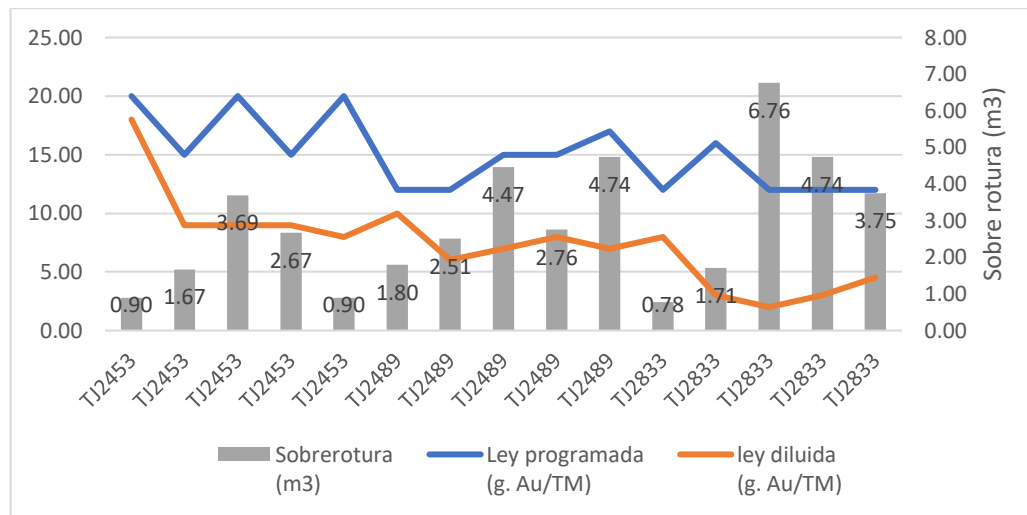


Figura 5. Comparación entre la ley programada, real diluida con la sobre rotura.

3.2 FACTORES CAUSANTES DE LA DILUCIÓN

Existe diversos factores que afectan a la dilución del mineral entre estos existe los factores técnicos y factores humanos.

3.2.1 Factores técnicos

Se encuentran en los procedimientos de trabajo realizados en cada guardia de trabajo donde los trabajadores no siguen los estándares y procedimientos diseñados para cumplir con los trabajos. Entre estos factores podemos describir el ciclo de minado realizado en la unidad Parcoy.

A. Ciclo de minado actual

Perforación: Se realizó supervisión directa al proceso de perforación en los tajeos donde se observó lo siguiente

- No se realiza el marcado de la malla de perforación adecuadamente.
- Se evidencia que algunos taladros tienen menos longitud de perforación y algunos tiene mayor longitud de perforación.

- No perforan la cantidad de taladros indicados en la malla de perforación, argumentando que el terreno es suave,
- Se observa que en el momento de la perforación no se utilizan los guidores.



Figura 6. Ciclo de minado actual en la unidad operativa Parcoy.

Formas para controlar en este ciclo con la capacitación a los trabajadores con la finalidad de informar y difundir los propósitos que se aplicarán en una determinada zona de la mina, donde es muy importante el paralelismo, marcado de malla y estándar de longitud de la perforación para que no exista voladuras secundarias, donde esto influye en la sobre rotura que se tiene los cortes.

Voladura: En esta parte del ciclo de minado se observó lo siguiente

- Se evidencia no se utiliza el adecuado tipo de explosivo en algunos casos.
- No se respeta el precorte, argumentando que hacen mucho tiempo lo mismo y que eso les da la atribución para que procedan de esa manera.
- Se observó que el taladro de la corona es nulo las cañas esto influye en sobre rotura con lo cual se desprenden las cajas y en algunos casos se realiza la labor.
- Se observa que ninguno de los taladros no tiene taco detrítico, por mala supervisión.

Mediante el diseño propuesto buscamos reducir el daño al macizo rocoso a las cajas evitando así la dilución la sobre dilución y realce de la labor que en muchos casos llega a perderse a la totalidad el tajo. Así evitar tiro cortado, tiro soplado donde influye mucho en el circado del mineral esencialmente en el tiempo. Este diseño nos ayuda a obtener leyes mejoradas para la planta, aproximando a las leyes programadas del tajo.

Limpieza: En esta parte del ciclo de minado se observó lo siguiente:

- La limpieza es una parte fundamental de este ciclo, lo cual se evidencia no se selecciona un equipo adecuado para la selección de mineral.
- Se observa que en el momento de la limpieza el operador no toma en cuenta el marcado por la supervisión de control de calidad, el mineral y desmonte, argumentando que tiene que limpiar lo demás frentes.
- Se observa que los trabajadores no realizan el pallaqueo de bancos de desmonte, bancos de shocrete.
- No se realiza el adecuado bombeo de agua acumulado en el frente antes de la limpieza.

Formas para controlar la dilución sería seleccionar el equipo adecuado a emplearse según la potencia de veta, la extracción es mecanizada empleándose scooptrams diésel de 1.25yd3, 2.25yd3 hasta 6.00yd3, Los equipos de carguío seleccionados los que determinarán que tan precisa es la selectividad en la extracción del metal.

- Realizar el pallaqueo de bancos de desmonte y bancos de shocrete
- Bombear agua acumulada en el frente.
- Evitar que se esté cogiendo material estéril en la limpieza el cual es el relleno hidráulico.

B. Ciclo de minado propuesto



Figura 7. Ciclo de minado propuesto en la unidad operativa Parcoy.

Se pretende modificar el método de explotación de corte y relleno mecanizado por el método de explotación de corte y relleno mecanizado mediante circado para vetas de potencia menores o iguales a 1.2 metros, a fin de poder minimizar la dilución del mineral y poder acercarnos a la ley programada.

Entonces el minado propuesto se pretende comenzar de la siguiente manera:

Primero: Se realizará la perforación a toda la labor en forma normal.



Figura 8. Descripción de la labor donde se denota el desmonte y la veta.

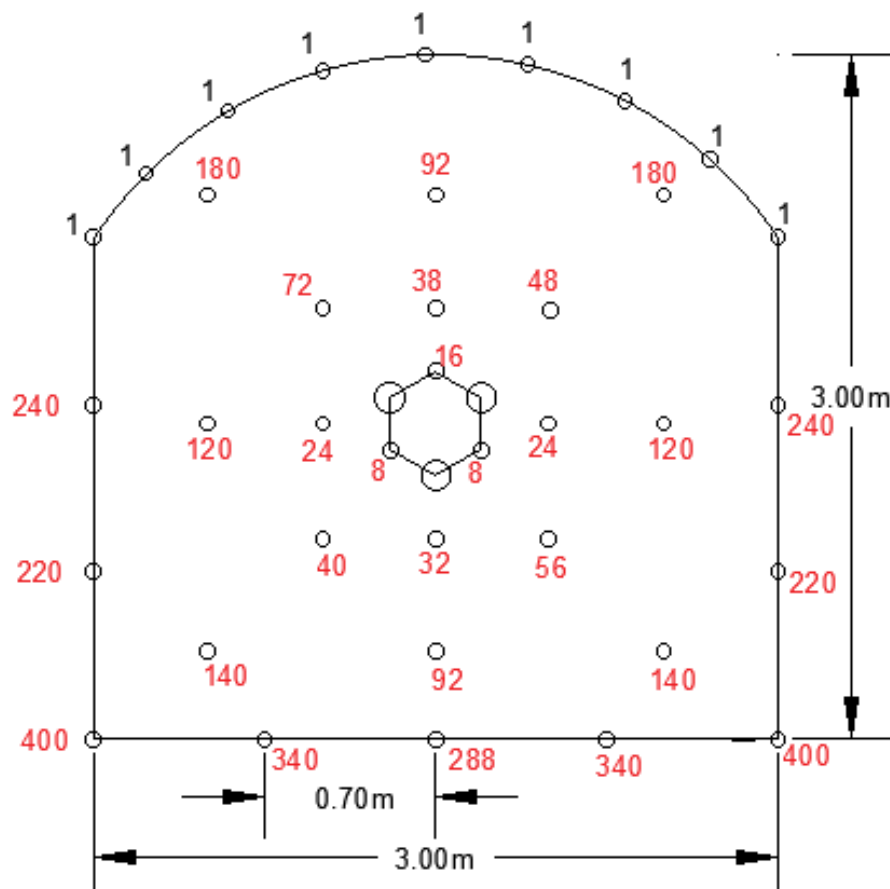


Figura 9. Diseño de la malla de perforación y voladura anterior.

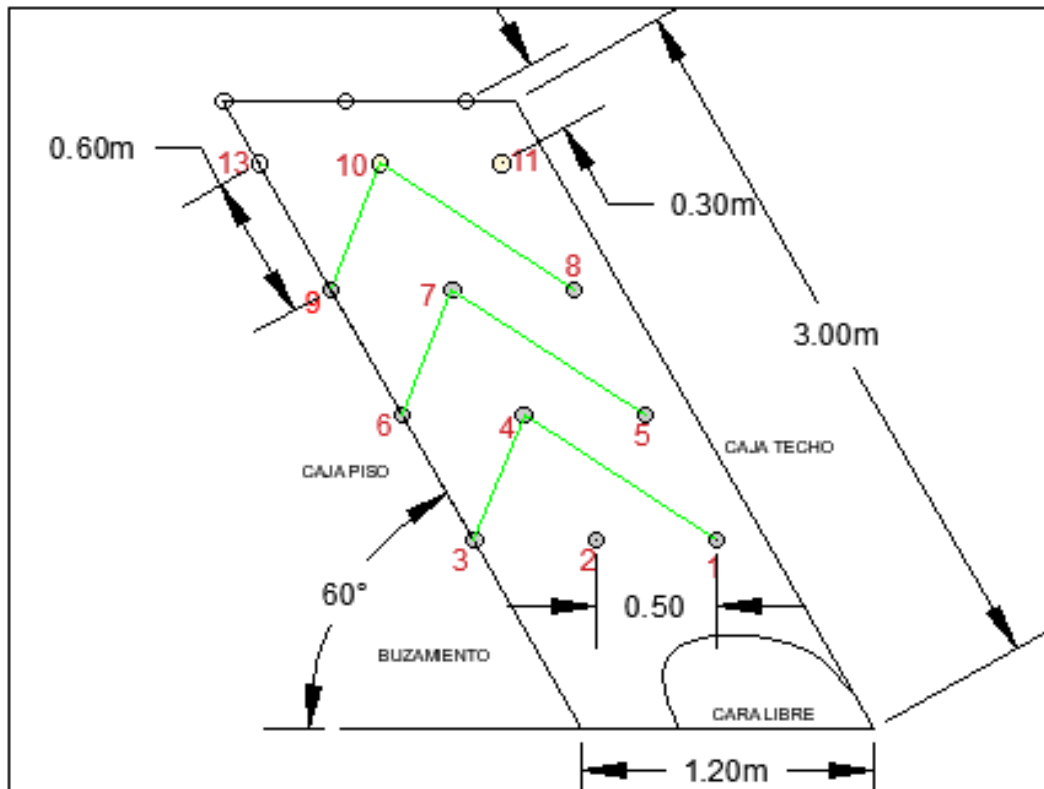


Figura 10. Diseño de la nueva malla de perforación y voladura en ore.

Segundo: Se realizará el carguío de explosivo en los taladros, pero solo en la zona mineralizada (veta).

Tercero: Se hará una limpieza tipo convencional a la zona mineralizada a fin que no se dé la dilución del mineral.

Cuarto: Se realizará el carguío de explosivo en la zona de desmonte a fin de poder realizar el avance normal.

Quinto: Se hará la nueva limpieza del desmonte.

Sexto: Se realizará el sostenimiento de la labor usando shotcrete vía húmeda.

En estos cambios realizados se tiene que verificar que se cumpla con los estándares de trabajo diseñados para cada actividad.

3.2.2 Factores Humanos

Comunicación: Cuando se realiza el reparto de guardia diario al personal es necesario indicar que deben cumplir los estándares y procedimientos de trabajo a fin de evitar malas prácticas de trabajo que afectan al minado.



Insuficiente capacitación: La falta capacitación al personal ocasiona que las mallas de perforación y voladura elaboradas por el área de planeamiento no sean usadas en la práctica así mismo cuando el personal tiene experiencia ya se confía en la realización de su trabajo y el exceso de confianza ocasiona resultados negativos.

3.3 DISCUSIONES CON OTROS AUTORES

(Romo, 2007) indica que la aplicación del método de circado tiene resultados como la disminución de la dilución del mineral, donde se acumula hasta 5 disparos en material estéril y luego se dispara el mineral valioso. Para nuestro caso se realiza el corte y relleno breasting mecanizado en vetas y no se está realizando la selectividad del mineral lo que ocasiona diluciones mayores.

Para Catata (2014), el control de la dilución en labores de explotación se logró mediante el cambio del método de explotación, con el objetivo de obtener una dilución máxima del 10%. Para nuestro caso se aplica el método de explotación corte y relleno mecanizado donde no se realiza el circado del mineral por lo que la dilución tiende a llegar hasta en 70%.

(Alvinagorta, 2013), indica que para controlar el factor de dilución es importante reducir el daño de las cajas a fin de disminuir la sobre rotura de las labores de explotación usando explosivos adecuados de acuerdo al tipo de roca. En nuestra investigación se realiza el análisis del ciclo de minado que es realizado en los trabajos a fin de observar procedimientos inadecuados de trabajo y poder mejorar aplicando los estándares de trabajo y mayor supervisión.

Según Pacombia (2019), la aplicación del método de explotación de corte y relleno ascendente mecanizado para explotar los tajeos Carlota y San José, se ha incrementado la producción de 230 TM/día, obtenido mediante el método de corte y relleno ascendente convencional a 285 TM/día, con el método de corte y relleno ascendente mecanizado, con un incremento de 55 TM/ día, con una ley promedio de 4.5 gr Au/TM, en la Minera Arirahua S.A. – Arequipa.



En comparación con nuestra investigación, se observa que si se cambia del método de corte y relleno mecanizado al método de corte y relleno convencional mediante circado, se podría aumentar la ley de mineral y acercarse a la ley programada, lo que se traduciría en una mayor ganancia para la empresa. Al aplicar el método de circado, se podría obtener una mayor selectividad en el minado del mineral.

(Bustincio, 2018) los controles de dilución en las labores de explotación se estima que la dilución llega hasta en 20% y casi el 77.5% del total de las labores de explotación, sin embargo para dilución mayores del 20% hasta un máximo del 30% se da en un 22.5% de las cámaras, existiendo una diferencia neta del 10% y que corresponde de acuerdo a lo determinado en el trabajo a una dilución no planificada y que se debe manejar o controlar en base a un ajuste de las operaciones unitarias de perforación y voladura en los frentes de las cámaras.

En nuestro caso, hemos identificado que la dilución en nuestras operaciones de perforación y voladura se debe a procedimientos inadecuados que generan sobre rotura y aumento en las dimensiones de las labores de explotación, lo que resulta en una dilución superior al 60%. Esta situación se confirmó en tres tajeos diferentes, en los cuales se obtuvieron resultados similares. Por lo tanto, se llevará a cabo un mayor control en la geomecánica de las labores de explotación para mejorar esta situación.



IV. CONCLUSIONES

Se determinó la dilución del mineral en las labores de producción donde se realizó la comparación con la dilución operativa de diseño y real resultando en muchos casos diferentes debido a que la dilución real resulta hasta en 30% más que la dilución de diseño por lo que se mejoró los procesos de minado y se ha minimizado la sobre rotura de las cajas.

Se calculó que la dilución operativa real llega a un máximo de hasta en 90% lo que ocasiona que la ley programada no se cumpla y tienda a reducir hasta en 13 gr/TM de oro, donde se plantea que para reducir la dilución se deba tener mayor control geomecánico de las cajas.

Se realizó un análisis de las formas de trabajo realizado en el ciclo de minado, donde se detectó que no se están cumpliendo con los procedimientos y estándares de trabajo. Por lo que se va a exigir que se realice el marcado de las mallas de perforación y se usen guidores a fin de tener el paralelismo adecuado a fin que cuando se realice el carguío de explosivo este no afecte a las cajas de la labor.



V. RECOMENDACIONES

Se recomienda hacer el control detallado de la dilución operativa de diseño y real a fin de evitar que el mineral se diluya estas practicas de control de sobre rotura de las cajas ayudaran a mejorar las leyes y por lo tanto la calidad del mineral que se extrae.

Se recomienda tener personal que tenga las funciones únicas para el control de la dilución en los diferentes tajeos que existe en la mina a fin de que den a conocer a la parte de operaciones el porcentaje de dilución de que presenta cada tajeo.

Se recomendó una retroalimentación de los procedimientos y estandares de trabajo concerniente a la parte operativa a fin que los trabajadores y supervisores entiendan la importancia de su cumplimiento ya que traerá que la dilución operativa real se pueda controlar.



VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvinagorta, N. Q. (2013). *Optimización Del Minado Usando El Breasting , En La Unidad Minera Orion*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga.
- Bahri Najafi, A., Saeedi, G. R., & Ebrahimi Farsangi, M. A. (2014). Risk analysis and prediction of out-of-seam dilution in longwall mining. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, pp. 115–122.
- Bustincio, D. M. (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 de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano.
- Catata, P. B. M. (2014). *Cocientes Metálicos Y Calculo De Reservas Minerales De La Veta Cinthia -Proyecto Minero Caracol S.a.C.-Barranca-Lima*. (Tesis de pregrado).Universidad Nacional del Altiplano.
- Celedonio, C. S. (2015). *Control de dilución optimizando los procesos unitarios de perforacion y voladura y acarreo: caso práctico; una mina subterránea del Norte*. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Catolica del Perú.
- Ebrahimi, A. (2013). The importance of dilution factor for open pit mining projects. *World Mining Congress*, pp. 1–9.
- Eshun, P. A., & Dzigbordi, K. A. (2016). Control of ore loss and dilution at AngloGold Ashanti, Iduapriem mine using blast movement monitoring system. *Ghana Mining Journal*, 16(1), 49–59.
- Grijalva, A. V. (2014). *Indicadores de gestión en Consorcio Minero Horizonte S.A*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingenieria.
- Henning, J. G. (2017). Mine planning for ore dilution. *Montreal Energy & Mines*, pp. 1–9.
- Henning, J. G., & Mitri, H. S. (2008). Assessment and control of ore dilution in long hole mining: Case studies. *Geotechnical and Geological Engineering*, 26(4), 349–366.
- Huajardo, A. H. C. (2014). *Explotación de vetas angostas mediante los métodos de circado- corte y relleno ascendente de la veta Maria Elena - Unidad minera Eureka*.



- (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Moscoso, H. G., & Sacha, E. I. (2015). *Tesis Pregrado - Estudio comparativo entre la clasificación geomecánica de índice de resistencia geológica y rango del macizo rocoso en el sostenimiento de la masa rocosa*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica.
- Llanque, O. E. (1998). *Explotación subterránea: métodos y casos prácticos*. Editorial Universitaria -UNA Puno.
- Pacombia, D. S. (2019). *Incremento de la producción del mineral en los tajeos Carlota y San José mediante el método de explotación corte y relleno ascendente mecanizado en la minera Arirahua S.A. – Arequipa*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano.
- Palacios, J. Z. (2010). *Geomecánica en profundización mina de Consorcio Minero Horizonte S.A. unidad Parcoy*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería.
- Rojas, N. C. (2019). *Reducción de la sobrerotura mediante la mejora de los parámetros de voladura en la profundización de la rampa 2705, en la unidad minera de Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S.A. – La Libertad*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Romo, B. C. (2007). Técnicas de voladuras para control de dilución en minería metálica. *XII Congreso Internacional de Energía y Recursos Minerales*, pp. 1–5.
- Saeedi, G., Shahriar, K., Rezai, B., & Karpuz, C. (2010). Numerical modelling of out-of-seam dilution in longwall retreat mining. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, pp. 533–543.
- Soria, J. P. (2015). *Determinación de la ley de corte operacional para la extracción de reservas minerales de la veta Lourdes- unidad minera Parcoy- Consorcio Minero Horizonte*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo, JURIELYN WASHINGTON CAYRA HUMPIRE
, identificado con DNI 46992442 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA DE MINAS

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado
 Título Profesional denominado: " SUFICIENCIA "

" CONTROL DE LA DILUCIÓN EN EL MÉTODO DE EXPLOSIÓN DE CARTE Y REFINO ASQUENANTE "

MECANIZADO MEDIANTE CÍRCULO EN LA UNIDAD MINERA PARIPOY DE LA CONSOLIDADA MINERO HORIZONTE

" Es un tema original.

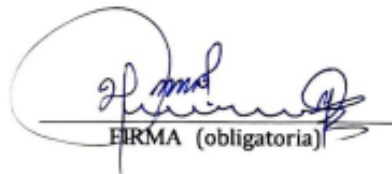
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 04 de SEPTIEMBRE del 2023


FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo JUBERTYN WASHINGTON CAYRA HUADIR
, identificado con DNI 46992442 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERÍA DE MINAS

, informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado
" " SUFICIENCIA

Título Profesional denominado:

" CONTROL DE LA DILUION EN EL ÁRÉDOO DE EXPLOSTACION DE COBRE Y PELLENO AJCENDOME HELANLADO
MEJORANTE LIBRADO EN LA UNIDAD MINERA PARIQ DE CIA CONSALIO MINERO HORIZONTE

" Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 04 de SETIEMBRE del 2023


FIRMA (obligatoria)



Huella