

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Análisis técnico y económico de las variables de dilución
y recuperación de mineral para mejorar la productividad
en la veta Esperanza, tajo 1050 NV 1980 de la Unidad
Minera Caraveli - 2021**

Eduardo Franco Lopez Ricapa

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

ASESOR

Ing. Javier Córdova Blancas

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido soporte y compañía durante todo este periodo de estudios universitarios.

A mis padres, por su inagotable lucha de educarme y guiarme por un correcto camino y ser una persona llena de valores y un profesional con ética, a ellos eternamente.

DEDICATORIA

A Dios por su ayuda, fortaleza, guía, y bendición. A mi familia que siempre estuvo presente, a ellos que lograron sacar lo mejor de mi cuando yo lo creía todo perdido, a ellos por su eterna bondad, por su comprensión y su lucha de guiarme en el camino correcto.

A mi padre por ser guía y mentor, por su incansable paciencia, por enseñarme a ser frontal y encarar los problemas y superarlos, por sus dulces palabras que me mantuvieron siempre en el camino correcto, por sus eternos diálogos y consejos que de alguna manera fueron detonante en mí y hoy poder titularme.

A mi madre, que me enseñó que se puede ganar las batallas más difíciles de la vida, que si ella pudo superar retos titánicos entonces yo puedo con todo lo que viene, a ella por enseñarme a ser responsable y seguir adelante, aunque las circunstancias sean desfavorables, a ella por su fortaleza inagotable y su manera de encarar la vida. A ella que hace posible mi voluntad de seguir siempre de pie.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ASESOR	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	19
1.1. Planteamiento y formulación del problema	19
1.1.1. Planteamiento del problema	19
1.1.2. Formulación del problema	20
1.2. Objetivos	20
1.2.1. Objetivo general	20
1.2.2. Objetivos específicos	20
1.3. Justificación e importancia	21
1.3.1. Justificación social - práctica.....	21
1.3.2. Justificación académica	21
1.4. Hipótesis de la investigación	21
1.4.1. Hipótesis general.....	21
1.4.2. Hipótesis específicas.....	21
1.5. Identificación de las variables	21
1.5.1. Variable independiente	21
1.5.2. Variables dependientes	21
1.5.3. Matriz de operacionalización de variables.....	22
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	23
2.1. Antecedentes del problema.....	23
2.2. Generalidades de la unidad minera caravelí	24
2.2.1. Ubicación accesibilidad y generalidades	24

2.2.2. Ubicación accesibilidad y generalidades -----	26
2.3. Geología general -----	26
2.4. Geología regional-----	26
2.4.1. Geología estructural-----	27
2.4.2. Geología de la veta Esperanza -----	27
2.4.3. Planeamiento de mina -----	27
2.5. Geomecánica -----	29
2.5.1. Clasificación de Bienaski – índice RMR -----	29
2.5.2. Índice GSI (geological strength index)-----	33
2.6. Métodos de explotación-----	35
2.6.1. Preparación del método corte y relleno ascendente en la unidad minera -	35
2.7. Explotación del método corte y relleno ascendente en la unidad minera ----	35
2.8. Ciclo de minado -----	36
2.8.1. Perforación-----	36
2.8.2. Voladura -----	36
2.8.3. Limpieza (carguío y transporte) -----	37
2.8.4. Relleno detrítico -----	37
2.9. Bases teóricas del estudio -----	37
2.9.1. Estándar de malla de tajos en <i>breasting</i> -----	37
2.9.2. Estándar de malla de tajos en realce-----	40
2.9.3. Producción programada y ejecutada -----	42
2.9.4. Rendimiento de perforación y voladura -----	46
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN -----	49
3.1. Método y alcances de la investigación-----	49
3.1.1. Método de la investigación -----	49
3.2. Diseño de la investigación -----	50
3.2.1. Tipo de diseño de investigación-----	50
3.3. Población y muestra -----	51
3.3.1. Población-----	51
3.3.2. Muestra -----	51
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos -----	51
3.4.1. Técnicas utilizadas en la recolección de datos -----	51

3.4.2. Instrumentos utilizados en la recolección de datos -----	51
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	52
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información -----	52
4.1.1. Bases generales del método de minado-----	52
4.1.2. Análisis de la recuperación y dilución de mineral -----	58
4.1.3. Análisis de las variables de perforación y voladura-----	72
4.1.4. Evaluación económica-----	87
CONCLUSIONES-----	91
RECOMENDACIONES-----	94
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	95
ANEXOS -----	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables.....	22
Tabla 2. Accesibilidad a la unidad minera	25
Tabla 3. Resistencia a la compresión simple de ciertas rocas	30
Tabla 4. Clasificación del espaciado de juntas.....	31
Tabla 5. Clasificación de orientación de las discontinuidades.....	31
Tabla 6. Parámetros de clasificación de Bieniawski y sus valores	32
Tabla 7. Ajuste de valores por las orientaciones de las juntas	33
Tabla 8. Valoración para determinar el tipo de macizo rocoso.....	33
Tabla 9. Parámetros de perforación y Voladura para tajos en breasting con circado	39
Tabla 10. Parámetros de perforación y voladura para tajos en realce con circado	41
Tabla 11. Parámetros de recuperación y dilución en la veta Esperanza, periodo enero a junio	43
Tabla 12. Parámetros de perforación y voladura para tajos en breasting con circado	54
Tabla 13. Parámetros de perforación y Voladura para tajos en realce con circado.	57
Tabla 14. Producción programada mensual y su relación con la recuperación y dilución en la veta Esperanza, periodo enero a junio	59
Tabla 15. Análisis de producción real y teórica en la veta Esperanza, periodo enero a junio	59
Tabla 16. Análisis de producción real y teórica en la veta Esperanza, periodo enero y febrero	62
Tabla 17. Análisis de producción real y teórica en la veta Esperanza, periodo marzo y abril	67
Tabla 18. Análisis de producción real y teórica en la veta Esperanza, periodo mayo y junio	68
Tabla 19. Relación de producción y rendimiento de perforación en la veta Esperanza, periodo enero a junio.....	74

Tabla 20. Análisis de rendimientos de perforación y voladura en la veta Esperanza, periodo enero a junio.....	74
Tabla 21. Análisis de rendimientos de perforación y voladura en la veta Esperanza, periodo enero	77
Tabla 22. Análisis de rendimientos de perforación y voladura en la veta Esperanza, periodo febrero	77
Tabla 23. Análisis de rendimientos de perforación y voladura en la veta Esperanza, periodo marzo.....	80
Tabla 24. Análisis de rendimientos de perforación y voladura en la veta Esperanza, periodo abril.....	80
Tabla 25. Análisis de rendimientos de perforación y voladura en la veta Esperanza, periodo mayo.....	81
Tabla 26. Análisis de rendimientos de perforación y voladura en la veta Esperanza, periodo junio	81
Tabla 27. Análisis de la evaluación económica de la producción en la veta Esperanza, periodo enero a junio.....	88
Tabla 28. Matriz de operacionalización de variables.....	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la U.E.A Capitana - Compañía Minera Caravelí S. A. C.....	25
Figura 2. Ubicación de la mina.....	26
Figura 3. Veta esperanza, en planta y perfil.....	29
Figura 4. Geomecánica veta esperanza, en planta y perfil.....	34
Figura 5. Índice de Resistencia Geológica (GSI).....	35
Figura 6. Malla para tajos en realce con circado, veta Esperanza	40
Figura 7. Producción programada y ejecutada, veta Esperanza, periodo enero a junio	44
Figura 8. Producción programada y ejecutada versus ancho de minado veta Esperanza, periodo enero a junio.....	45
Figura 9. Producción programada y ejecutada versus dilución veta Esperanza, periodo enero a junio	45
Figura 10. Producción programada y ejecutada versus ley diluida veta Esperanza, periodo enero a junio	46
Figura 11. Relación producción versus rendimiento de perforación veta Esperanza, periodo enero a junio	47
Figura 12. Relación producción versus factor de potencia veta Esperanza, periodo enero a junio	47
Figura 13. Relación producción versus eficiencia de perforación, periodo enero a junio.	48
Figura 14. Relación factor de potencia, rendimiento de perforación y densidad, periodo enero a junio	48
Figura 15. Malla para tajos en breasting con circado, sección 0.9 x 1.80 m veta Esperanza	53
Figura 16. Malla para tajos en realce con circado, sección 0.6 x 1.60 m veta Esperanza.....	56
Figura 17. Producción programada y ejecutada veta Esperanza, periodo enero a junio.	60
Figura 18. Producción real y teórica veta Esperanza, periodo enero a junio	60
Figura 19. Recuperación de mineral programada y real veta Esperanza, periodo enero.....	63
Figura 20. Recuperación de mineral programada y real veta Esperanza, periodo febrero	63

Figura 21. Relación de tonelaje ejecutado y teórico veta Esperanza, periodo enero.....	64
Figura 22. Relación de tonelaje ejecutado y teórico veta Esperanza, periodo febrero.....	64
Figura 23. Relación de tonelaje ejecutado, teórico y densidad veta Esperanza, periodo enero.....	65
Figura 24. Relación de tonelaje ejecutado, teórico y densidad veta Esperanza, periodo febrero	65
Figura 25. Recuperación de mineral programada y real veta Esperanza, periodo marzo.	69
Figura 26. Recuperación de mineral programada y real veta Esperanza, periodo abril....	69
Figura 27. Recuperación de mineral programada y real veta Esperanza, periodo mayo..	70
Figura 28. Recuperación de mineral programada y real veta Esperanza, periodo junio...70	
Figura 29. Relación tonelaje ejecutado y tonelaje teórico, veta Esperanza, periodo marzo	71
Figura 30. Relación tonelaje ejecutado y tonelaje teórico veta Esperanza, periodo abril.....	71
Figura 31. Relación tonelaje ejecutado y tonelaje teórico veta Esperanza, periodo mayo.....	72
Figura 32. Relación tonelaje ejecutado y tonelaje teórico veta Esperanza, periodo junio	72
Figura 33. Relación tonelaje ejecutado y rendimiento de perforación veta Esperanza, periodo enero a junio	75
Figura 34. Relación tonelaje ejecutado y factor de potencia veta Esperanza, periodo enero a junio.....	75
Figura 35. Relación factor de potencia, rendimiento de perforación y densidad, veta Esperanza, periodo enero a junio	76
Figura 36. Relación recuperación, eficiencia y rendimiento de perforación veta Esperanza, mes de enero.....	78
Figura 37. Relación recuperación, eficiencia y rendimiento de perforación veta Esperanza, mes de febrero.....	78
Figura 38. Relación factor potencia, rendimiento de perforación y densidad, veta Esperanza, mes de enero.....	79
Figura 39. Relación factor potencia, rendimiento de perforación y densidad veta Esperanza, mes de febrero.....	79
Figura 40. Relación recuperación, eficiencia y rendimiento de perforación veta Esperanza, mes de marzo	82

Figura 41. Relación recuperación, eficiencia y rendimiento de perforación veta Esperanza, mes de abril	82
Figura 42. Relación recuperación, eficiencia y rendimiento de perforación veta Esperanza, mes de mayo	83
Figura 43. Relación recuperación, eficiencia y rendimiento de perforación veta Esperanza, mes de junio.....	83
Figura 44. Relación factor potencia, rendimiento de perforación y densidad veta Esperanza, mes de marzo	84
Figura 45. Relación factor potencia, rendimiento de perforación y densidad veta Esperanza, mes de abril	84
Figura 46. Relación factor potencia, rendimiento de perforación y densidad veta Esperanza, mes de mayo	85
Figura 47. Relación factor potencia, rendimiento de perforación y densidad veta Esperanza, mes de junio.....	85
Figura 48. Ingresos por producción programado y ejecutado veta Esperanza, periodo enero a junio	89
Figura 49. Perforación en tajos, veta Esperanza.....	98
Figura 50. Cuadro en tajeos, veta Esperanza	99
Figura 51. Método de minado corte y relleno, veta Esperanza.....	100
Figura 52. Método de minado corte y relleno, veta Esperanza.....	101

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo analizar técnica y económicamente las variables de recuperación y dilución para la optimización de la explotación de la veta Esperanza en realce con circado en la unidad minera Caravelí durante el periodo enero a junio del 2021.

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se aplicó el método analítico, considerando que es de alcance descriptivo – explicativo como tipo de investigación. El trabajo de investigación es de carácter pre experimental, en la misma se observa los resultados de la producción de mineral y se asocia los diferentes parámetros operacionales como recuperación y dilución de mineral en el tajo 1050, nivel 1980 producto de la explotación de la veta Esperanza en realce con circado, se realizó un análisis de carácter técnico y económico.

Se recolectó la información y se realizó la revisión documentaria y el acopio de datos correspondiente al periodo enero a junio del 2021, se consideró el tipo de explotación en vetas angostas igual o menores a 0.30 m en realce con circado de la veta Esperanza, el cual permitirá determinar las variables como la recuperación y dilución de mineral.

La producción programada durante el periodo de estudio fue de 11,091 toneladas generando un tonelaje real de 10,602.45 con un déficit de 488.55 toneladas, con un nivel de cumplimiento del 95.60 %, con leyes programadas y ejecutadas de Au@8.53 ppm y Au@8.34 ppm respectivamente y una dilución promedio de 0.19 %.

Se redujo el factor de potencia relacionado entre el periodo de análisis de enero a febrero en 0.40 kg/t, con una disminución de 0.26 kg/t durante el periodo marzo a junio producto de un mejor control de la sobre rotura en los diferentes tajos asociados a la veta Esperanza.

Asimismo, estos controles permitieron mejorar el rendimiento de la perforación durante el periodo de enero y febrero en 0.30 t/pie perforado, mejorando en el periodo marzo a junio en 0.43 t/pie perforado.

Finalmente, el mejor control en la sobre rotura y su incidencia directa en la recuperación y dilución de la veta Esperanza generaron mejores ingresos entre los periodos analizados periodo enero a febrero y periodo marzo a junio mejorando los ingresos en \$30,725.16 mensuales.

Palabras clave: producción, recuperación, dilución, rendimiento, optimización, ingresos, etc.

ABSTRACT

The objective of this research work is to technically and economically analyze the recovery and dilution variables, for the optimization of the exploitation of the Esperanza vein in enhancement with circulation in the Caravelí Mining Unit, during the period January to June 2021.

For the development of this research work, the analytical method was applied, considering that it is descriptive-explanatory as a type of research. The research work is of a pre-experimental nature, where the results of mineral production are observed and the different operational parameters are associated such as recovery and mineral dilution in pit 1050, level 1980 product of the exploitation of the Esperanza vein in enhancement with circado, being its analysis of a technical and economic nature.

The information was collected and the documentary review and data collection corresponding to the period January to June 2021 was carried out, considering the type of exploitation in narrow veins equal to or less than 0.30 m in enhancement with the Esperanza vein cirque., Which it will allow determining variables such as mineral recovery and dilution.

The production scheduled during the study period was 11,091 tons generating a real tonnage of 10,602.45 with a deficit of 488.55 tons, with a compliance level of 95.60%, with programmed and executed laws of Au@8.53 ppm and Au@8.34 ppm respectively. and an average dilution of 0.19%.

There was a reduction of the power factor, related between the analysis period from January to February in 0.40 Kg / Tm, with a decrease of 0.26 Kg / Tm during the period March to June, product of a better control of the overbreak in the different pits associated with the Esperanza vein.

Likewise, these better controls allowed to improve the performance of the drilling, being this during the period of January and February in 0.30 Tm / Foot drilled, improving in the period March to June in 0.43 Tm / Foot drilled.

Finally, the better control of overbreak and its direct impact on the recovery and dilution of the Esperanza vein, generated better income between the periods analyzed from January to February and from March to June, improving revenues by US \$ 30,725.16 per month.

Keywords: Production, recovery, dilution, yield, optimization, income, etc.

INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes problemas en la explotación de vetas angostas es poder controlar la dilución y mejorar la recuperación de mineral, por tal motivo el presente trabajo de investigación analiza las principales variables que influyen directamente en la explotación de la veta Esperanza en realce con circado en la unidad minera Caravelí durante el periodo enero a junio del 2021.

Uno de los grandes retos en la unidad minera es mejorar la productividad en la explotación de las diferentes estructuras mineralizadas restringidas por su potencia igual o menor a 0.30 metros, controlando la sobre rotura, siendo los parámetros de perforación y voladura los que inciden directamente a una mayor o menor dilución y el control de la recuperación de mineral.

Ante lo expuesto se ha elegido optimizar la recuperación de mineral en el método de explotación *cut and fill* en realce con circado en la veta Esperanza de la unidad minera Caravelí. Para lo cual se hizo un análisis del plan de minado del periodo enero a junio del 2021, incidiendo en los programas de producción tipo *Budget* (programado) y ejecutado, la misma que se asoció con las variables de perforación y voladura y la incidencia de la sobre rotura que genera en la recuperación y dilución de mineral, para finalmente relacionarla a los ingresos generados en los periodos de análisis enero a febrero y el periodo marzo a junio, donde se observó la mejora de la productividad de la recuperación, control de la dilución, disminución del factor de potencia y mejora del rendimiento de perforación en la explotación de la veta Esperanza en realce con circado.

Asimismo, la realización del presente trabajo de investigación está distribuido en sus cuatro capítulos siendo estos: Capítulo I, asociado al planteamiento del estudio, en el cual se considera el tema de forma. En el Capítulo II se describe el marco teórico del trabajo de investigación. En el Capítulo III se describe la metodología de investigación. Por último, en el Capítulo IV se muestra los resultados y discusión del trabajo de investigación.

Finalmente, una vez definido los resultados, se realizará un análisis e interpretación de las variables operacionales que influyen directamente en la recuperación y dilución de mineral en la explotación de la veta Esperanza en realce con circado, para la mejora de la productividad.

El Autor

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

En noviembre de 1,991, se obtuvo los derechos mineros de la compañía minera Caravelí, con un total de 11,000 has, ubicados en el distrito de Huanu Huanu, provincia de Caravelí y departamento de Arequipa. La explotación de minerales auríferos presentes en el sector es desde épocas prehispánicas y coloniales. Producto de la adquisición, la empresa instaló una planta de cianuración con carbón activado de 20 t/día.

Los últimos años, la compañía ha enfrentado problemas en la potencia de la estructura mineralizada, ya que en los primeros años de operaciones contaba con vetas con potencias aproximadas a los 10 metros, sin embargo, al día de hoy se cuenta con vetas aproximadamente de 10 a 30 cm que no cubren con el plan mensual establecido por la compañía. Para controlar esto es necesario prestarle atención a dos factores muy importantes como son la recuperación y la dilución para optimizar la productividad.

El incremento de costos asociado a una menor producción obliga a la gerencia de la empresa a presentar programas de optimización y reducción de costos en las distintas áreas unitarias.

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

- a) ¿Cuál es el resultado del incremento de la producción mediante el análisis de las variables operacionales para mejorar la productividad de la veta Esperanza, tajo 1050 nivel 1980 de la unidad minera Caraveli – 2021?

1.1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo mejorar la productividad mediante el análisis de las variables de dilución y recuperación en la veta Esperanza, tajo 1050 nivel 1980 de la unidad minera Caraveli - 2021?
- b) ¿Cómo reducir el factor de potencia mediante el análisis de variables de dilución y recuperación en la veta Esperanza, tajo 1050 nivel 1980 de la unidad minera Caraveli - 2021?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar el resultado del incremento de la producción mediante el análisis de las variables operacionales para mejorar la productividad de la veta Esperanza tajo 1050, nivel 1980 de la unidad minera Caraveli – 2021.

1.2.2. Objetivos específicos

- a) Determinar cómo mejorar la productividad mediante el análisis de las variables operacionales de dilución y recuperación en la veta Esperanza tajo 1050, nivel 1980 de la unidad minera Caraveli – 2021.
- b) Determinar cómo reducir el factor de potencia mediante el análisis de variables de dilución y recuperación en la veta Esperanza tajo 1050, nivel 1980 de la unidad minera Caraveli – 2021.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación social - práctica

La presente tesis permite la mejora de la rentabilidad operacional, lo que motiva a la empresa siga generando proyectos de inversión operativa y realice una gestión social con las comunidades aledañas y la unidad minera Caraveli.

1.3.2. Justificación académica

El desarrollo del presente trabajo de investigación ayudará al análisis e interpretación de variables operacionales mediante modelos y herramientas matemáticas, los cuales servirán como guía a los estudiantes, para conocer situaciones similares en otras operaciones mineras.

1.4. Hipótesis de la investigación

1.4.1. Hipótesis general

El análisis de las variables operacionales influye positivamente en el incremento de la producción para mejorar la productividad de la veta Esperanza tajo 1050, nivel 1980 de la unidad minera Caraveli – 2021.

1.4.2. Hipótesis específicas

- a) El análisis de las variables de dilución y recuperación influye positivamente en la mejora de la productividad en la veta Esperanza tajo 1050, nivel 1980 de la unidad minera Caraveli – 2021.
- b) El análisis de las variables de dilución y recuperación influye positivamente en la reducción del factor de potencia en la veta Esperanza tajo 1050, nivel 1980 de la unidad minera Caraveli – 2021.

1.5. Identificación de las variables

1.5.1. Variable independiente

Análisis de la dilución y recuperación de mineral

1.5.2. Variables dependientes

Método de minado con circado

1.5.3. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición	Definición operacional		
	Conceptual	Dimensiones	Sub-Dimensiones	Indicadores
VI: Análisis de la dilución y recuperación de mineral	Las variables de dilución y recuperación de mineral son fundamentales para definir el cumplimiento de los planes de producción.	• Factores operacionales	Valoración de la Producción Valoración de la perforación y Voladura.	Plan de producción Recuperación, dilución y parámetros de perforación y voladura.
VD: Método de minado con circado.	Se considera al conjunto de actividades operacionales para la explotación de mineral.	Variables económicas	Valoración de ingresos	Valorización de plan de producción

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

- ✓ Tesis de pregrado que lleva como título “*Análisis técnico económico para explotar por taladros largos el tajeo 775 en la Unidad Minera de Uchucchacua de la Compañía de Minas de Buenaventura S. A. A.*”. El objetivo de la investigación es el análisis técnico y económico del método de minado con subniveles con taladros largos, realizando comparaciones con el método de minado Corte y relleno Ascendente. Mejorando los diferentes índices de productividad en el ciclo de minado, optimizando los costos y reduciendo los índices de accidentabilidad. (1)

- ✓ Tesis de pregrado que tiene como título “*Implementación de taladros largos en vetas angostas para determinar su incidencia en la productividad, eficiencia y seguridad de las operaciones mineras – Huanu, Chala, Caraveli S.A.C.*”. La implementación del método de minado con taladros largos, mejoró el nivel y ritmo de producción, mejorando los diferentes índices de productividad y mejorando las condiciones de seguridad en la unidad minera Caravelí. (2)

- ✓ Tesis de pregrado que lleva como título “*Aplicación del método de explotación por taladros largos en veta Virginia de la unidad San Cristóbal de la Compañía Minera Volcan S. A. A.*”. El resultado del análisis del método de minado mediante la caracterización del macizo rocoso y las propiedades geológicas de la veta Virginia, en la unidad San Cristobal permitió el análisis de las diferentes variables asociadas a este método, considerando el plan de producción Budget y real, en el periodo 2018. (3)

- ✓ Tesis de pregrado denominada “*Aplicación de taladros largos en vetas angostas, para reducir costos de operación en la zona Esperanza – Cía. Minera Casapalca S. A.*”. En la investigación se presenta como objetivo conocer la reducción de costos directos e indirectos de operación aplicando taladros largos en vetas angostas en la zona

Esperanza y conocer la reducción de costo de voladura aplicando taladros largos en vetas angostas en la zona Esperanza - Cía. minera Casapalca S. A. El resultado del trabajo señala que en la zona Esperanza se redujo los costos de minado de 18.32 \$/t a 12.6 \$/t, elevando la producción de 7,000 t/mes a 12,000 t/mes. (4)

- ✓ Tesis de pregrado que lleva como título "*Planeamiento minero de Corporación Minera Castrovirreyna S. A.*". Se realizó el cálculo de recurso y reservas, así como las propiedades geológicas y geomecánicas del yacimiento, aplicando el método de explotación con taladros largos, considerando el programa de avances y producción en el corto, mediano largo plazo. El estudio permitió analizar la estructura de costos de los diferentes sectores del yacimiento, así como los diferentes parámetros operacionales como recuperación, dilución, etc. (5)

- ✓ Tesis de pregrado que lleva como título "*Aplicación de taladros largos en vetas angostas en la mina Yauliyacu*". El estudio permitió la explotación de vetas angostas en la mina Yauliyacu, el cual permitió controlar las diferentes variables operacionales en el ciclo de minado y el control de costos, mejorando la productividad. Esta aplicación, fue producto de la reducción de la potencia de las principales estructuras mineralizadas en el yacimiento. (6)

2.2. Generalidades de la unidad minera caravelí

2.2.1. Ubicación accesibilidad y generalidades

El proyecto minero pertenece a la UEA Capitana, de la Compañía Minera Caravelí S.A.C. Se ubica en el distrito de Huanu Huanu (Tocota), provincia de Caravelí y departamento de Arequipa, con una altura promedio de 1,780 metros sobre el nivel del mar.

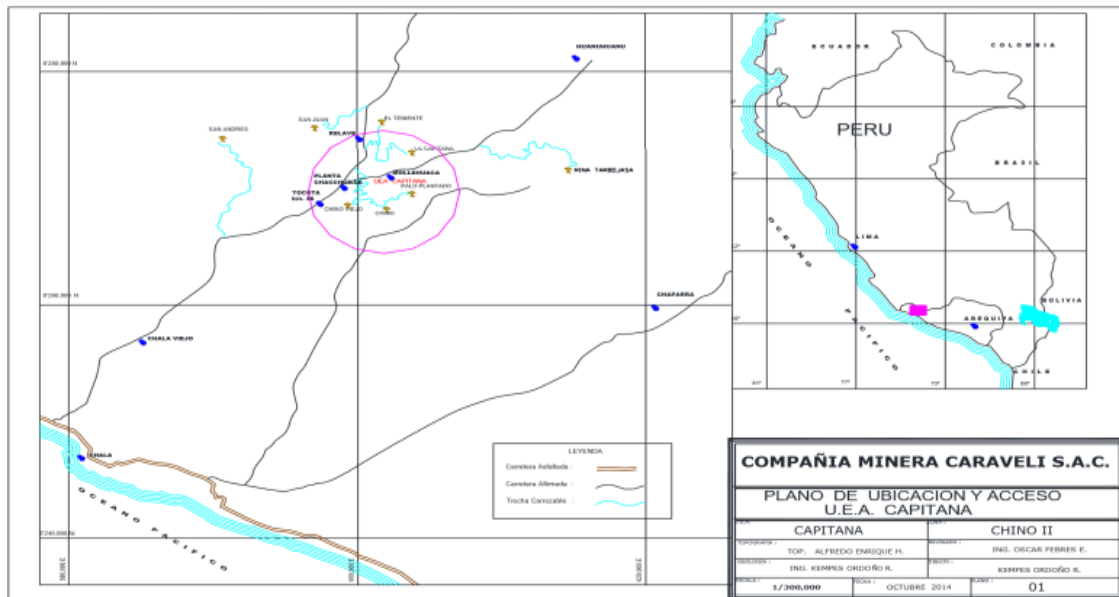


**Figura 1. Ubicación de la U.E.A Capitana - Compañía Minera Caravelí S. A. C.
Tomado de Google Earth**

La trayectoria y el acceso parte desde la ciudad de Lima, es realizada por la Carretera Panamericana Sur hasta el km 610.7 donde se encuentra ubicado el distrito de Chala, es desde aquí que se continúa siguiendo un pequeño desvío que es una carretera afirmada que cruza los diferentes pueblos de Chala Viejo, Tocota, Huanu huanu, llegando a tenerse un recorrido de 36 km.

Tabla 2. Accesibilidad a la unidad minera

Ruta	Kilómetros
Lima – km 610.7 Panamerica Sur	610.7 km
km 610.7 (P.S) - Planta de beneficio Chacchuille	36 km
Planta de beneficio Chacchuille - Mina	11.5 km



**Figura 2. Ubicación de la mina
Tomado del Departamento de Geología**

2.2.2. Ubicación accesibilidad y generalidades

El proyecto minero está asociado a accidentes topográficos muy representativos, con diferencias de cotas desde 1000 a 3,300 metros sobre el nivel del mar. Asociado principalmente a la quebrada de Chala, con accidentes topográficos principalmente en este sector, asociados a procesos erosivos y un proceso de levantamiento superficial.

2.3. Geología general

El yacimiento de Caravelí está asociado al batolito de la costa asociadas a intrusivos de la unidad Tiabaya perteneciente al Cretáceo Superior – Terciario Inferior, compuestas principalmente por granodioritas, dioritas, gabrodioritas, dioritas y tonalitas. La mineralización está emplazada en estructuras mineralizadas que cortan estos intrusivos, con diferentes potencias, leyes y composición mineralógica.

Asimismo, se observan diques que cortan estos intrusivos de composición diorítica, andesítica y de hornblenda. Las estructuras mineralizadas son paralelas y potencias de 0.20 m a 0.50 metros, y se exponen desde los 1200 a 2100 m s. n. m.

2.4. Geología regional

Regionalmente el yacimiento está asociado a la franja Nazca – Ocoña, donde afloran

rocas ígneas pertenecientes al batolito de la costa, estas rocas hipabisales compuestas por brechas de intrusión de composición andesítica, asociadas al complejo Bella Unión.

Asimismo, en el sector se presentan rocas volcánicas del Jurásico Superior perteneciente a la formación Guaneros de composición andesítica, calizas y areniscas. El fallamiento presente es del tipo normal e inverso, y fallas transversales. La mineralización es del tipo hidrotermal, de magmas calco alcalinos con minerales asociados de oro, cuarzo y pirita.

2.4.1. Geología estructural

Las diferentes zonas estructurales de mayor relevancia de la región se han diferenciado según la magnitud y el estilo de deformación que han sufrido las rocas debido, en parte, a su diferente naturaleza y la variada intensidad de los esfuerzos que han actuado como consecuencia de los movimientos tectónicos, materializados por pliegues, fallas y diaclasas que se observan en toda el área.

2.4.2. Geología de la veta Esperanza

Existen dos zonas de mineralización donde la zona de oxidación es el resultado del fenómeno supergénico de lixiviación de los sulfuros primarios que está conformada por relleno de calcita marrón, cuarzo con óxidos de hierro (Jarosita, Goethita y Hematita), conteniendo oro libre por tramos estériles conformadas por brechas cuya matriz es arcillosa y por fragmentos de cuarzo. La zona de sulfuros está conformada por pirita, arsenopirita y calcopirita en menor proporción, dentro de una ganga de calcita y cuarzo. Por lo que, la veta ha sufrido reactivación pues los lentes mineralizados se encuentran seccionados por estructuras que se cruzan de caja a caja.

2.4.3. Planeamiento de mina

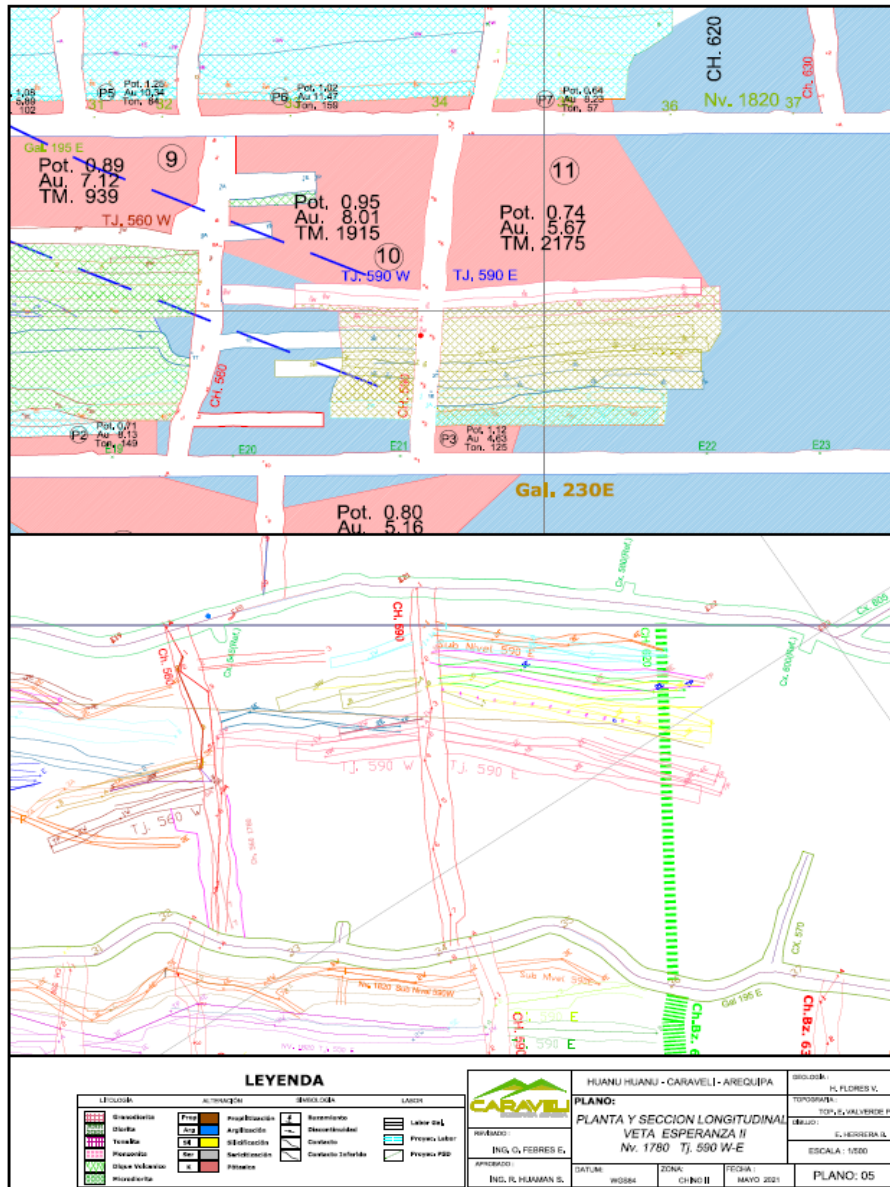
En la U.E.A. Capitana se realizan diferentes labores como son los de exploración, preparación y desarrollo, explotación. Esto con el fin de poder encontrar, analizar, preparar y extraer las estructuras mineralizadas con rentabilidad económica.

Por ello se realizan labores subterráneas de forma vertical, horizontal e inclinadas como son: galerías, chimeneas, subniveles, cruceros, etc. En la zona convencional se están trabajando en tres diferentes niveles Nv 1740, Nv 1780 y Nv 1820 donde se pueden tener labores con longitudes que van desde los 0.90 m x 1.80 m hasta los 2.10 x 2.40 m.

Por otra parte, en la zona que es semimecanizada se están trabajando en dos niveles Nv 1700 y Nv 1740 donde se llegan a tener labores con grandes dimensiones grandes que van desde los 2.5 m x 2.5 m hasta los 3.00 m x 3.00 m, esto por el uso propio de grandes equipos mineros.

El gran proyecto que se está realizando actualmente es el desarrollo del crucero 620 que tendrá una longitud total de 2200 m, en este proyecto el tipo de roca es muy variable en esta zona, cuando la roca es de tipo mala se llega a tener un R.M.R de 35, cuando la roca es intermedia llega a tener un R.M.R de 48 y cuando se tiene un terreno duro el R.M.R llega a ser 61, es por ello que se realizan análisis y evaluaciones geomecánicas del terreno de manera constante.

Por otro lado, este proyecto tiene dos fines uno que servirá como proyecto de exploración para así identificar las diferentes estructuras mineralizadas que se pueden encontrar en esta zona para realizar su respectiva evaluación y análisis para así poder confirmar que se tiene rentabilidad económica beneficiosa y realizar su respectiva extracción, el otro fin del proyecto es de servir como preparación para poder conectar dos zonas de trabajo como son Esperanza II y Esperanza VI.



**Figura 3. Veta esperanza, en planta y perfil
Tomado del Departamento de Geología**

2.5. Geomecánica

2.5.1. Clasificación de Bienaski – índice RMR

De acuerdo a los diferentes dominios geomecánicos asociados en el yacimiento de Caravelí se realizaron diversos estudios, para determinar las propiedades del macizo rocoso presente en el yacimiento, siendo las siguientes:

- ✓ La resistencia a la compresión simple del macizo rocoso, se observa en la siguiente tabla según Bieniawski.

Tabla 3. Resistencia a la compresión simple de ciertas rocas

Tipo de roca	Resistencia a compresión simple (MPa)		
	Mínima	Máxima	Media
Creta	1	2	1.5
Sal	15	29	22
Carbón	13	41	31
Limolita	25	38	32
Esquisto	31	70	43
Pizarra	33	150	70
Lutita	36	172	95
Arenisca	40	179	95
Marga	52	152	99
Mármol	60	140	112
Caliza	69	180	121
Dolomía	83	165	127
Andesita	127	138	128
Granito	153	233	188
Gneis	159	256	195
Basalto	168	359	252
Cuarcita	200	304	252
Dolerita	227	319	280
Gabro	290	326	298
Taconita	425	475	450
Sílice	587	683	635

Tomado de libro de Mecánica de Rocas – Pedro Ramírez Oyanguren

- ✓ RQD es el segundo parámetro y es de gran consideración para poder seleccionar el revestimiento de los túneles.
- ✓ Espaciado de las juntas, se considera a la palabra junta como a las discontinuidades estructurales presentes como: diaclasas, fallas, planos de estratificación, etc.

Mientras que su espaciado es la distancia media entre los planos de discontinuidad de cada familia, es decir de cada conjunto con las mismas características geomecánicas. Debemos saber que la resistencia del macizo rocoso se va reduciendo al aumentar el número de juntas a continuación se presentará la clasificación de espaciado de juntas.

Tabla 4. Clasificación del espaciado de juntas

Descripción	Espaciado de las juntas	Tipo de macizo rocoso
Muy ancho	> 3m	Sólido
Ancho	1 - 3 m	Masivo
Moderadamente cerrado	0.3 - 1 m	En bloques
Cerrado	50 a 300 mm	Fracturado
Muy cerrado	< 50 mm	Machacado

Tomado de libro de Mecánica de Rocas – Pedro Ramírez Oyanguren

- ✓ En cuanto a la naturaleza de las juntas se consideran:
 - Rugosidad de los labios.
 - Relleno de la junta.
 - Resistencia de la roca en los labios de la discontinuidad.
 - Apertura entre los labios de la discontinuidad.
 - Continuidad de la junta según rumbo y buzamiento.

- ✓ Presencia de agua. En la siguiente tabla se presentará la clasificación de la orientación de las discontinuidades dada por Bieniawski.

Tabla 5. Clasificación de orientación de las discontinuidades

Rumbo perpendicular al eje del túnel		Rumbo Paralelo al Eje del Túnel				Buzamiento 0°-20° (independiente del rumbo)
Dirección según buzamiento		Dirección contra buzamiento		Dirección con buzamiento		
Buzamiento 45°-90°	Buzamiento 20°-45°	Buzamiento 45°-90°	Buzamiento 20°-45°	Buzamiento 45°-90°	Buzamiento 20°-45°	
Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable

Tomado de libro de Mecánica de Rocas – Pedro Ramírez Oyanguren

Después de haber realizado la definición de los seis parámetros de la clasificación de Bieniawski se determina la categoría del macizo rocoso.

Tabla 6. Parámetros de clasificación de Bieniawski y sus valores

PARÁMETROS		ESCALA DE VALORES							
1	Resistencia de la roca íntacta	Bajo carga puntual	> 10 MPa	4-10 MPa	2-4 MPa	1-2 MPa	Para estos valores es preferible la resistencia a compresión simple		
		A compresión simple	> 250 MPa	100-250 MPa	50-100 MPa	25-50 MPa	5-25 MPa	1-5 MPa	< 1 MPa
	VALOR	15	12	7	4	2	1	0	
2	R.Q.D.	90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	< 25%			
	VALOR	20	17	13	8	3			
3	ESPACIADO DE LAS JUNTAS	> 2 m	0.6-2 m	200-600 mm	60-200 mm	< 60 mm			
	VALOR	20	15	10	8	5			
4	CONDICIONES DE LAS JUNTAS	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, roca labios sana.	Ligeramente rugosa, separación < 1 mm, roca labios ligeramente meteorizada.	Ligeramente rugosa, separación < 1 mm, roca labios muy meteorizada.	Espejo o falla o relleno de espesor < 5 mm, o juntas abiertas 1-5 mm, juntas continuas.	Relleno blando de espesor > 5 mm, o juntas abiertas > 5 mm, juntas continuas.			
		VALOR	30	25	20	10	0		
5	AGUA	Fujo en cada 10 m de túnel	Ninguno	< 10 l/min	10-25 l/min	25-125 l/min	> 125 l/min		
		Relación presión del agua en la junta / tensión principal máxima.	0	< 0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	> 0.5		
		Condiciones generales	Completamente seco	Manchas de humedad	Muy húmedo	Goteo	Flujo de agua		
		VALOR	15	10	7	4	0		

Tomado de libro de Mecánica de Rocas – Pedro Ramírez Oyanguren

Tabla 7. Ajuste de valores por las orientaciones de las juntas

Orientación del rumbo y Buzamiento de las discontinuidades		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
VALORES	Túneles y Minas	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-30	-60

Tomado de libro de Mecánica de Rocas – Pedro Ramírez Oyanguren

Tabla 8. Valoración para determinar el tipo de macizo rocoso

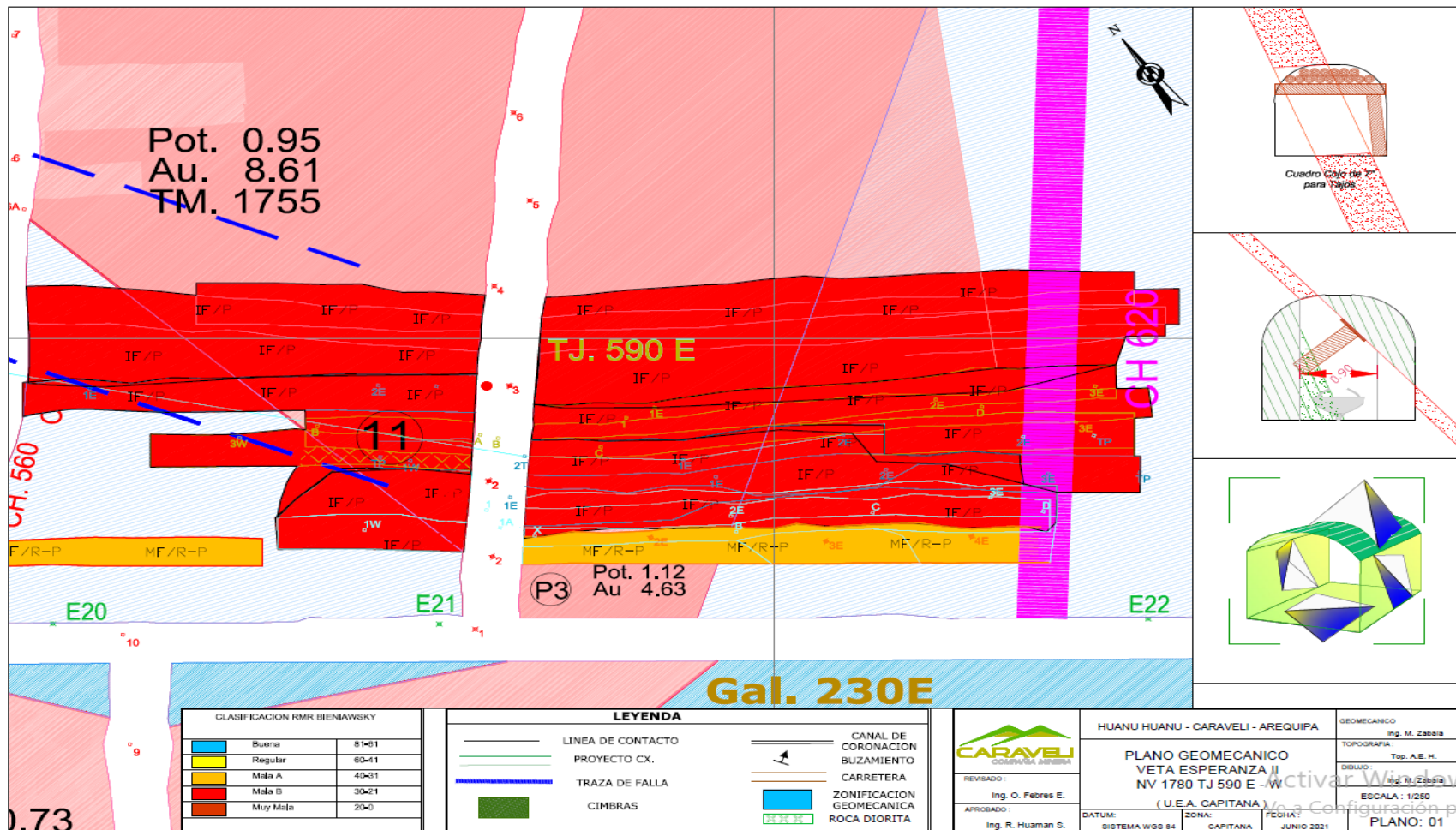
Valor total del R.M.R	81 - 100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	< 20
Clase número	I	II	III	IV	V
Descripción	muy bueno	bueno	medio	malo	Muy malo

Tomado de libro de Mecánica de Rocas – Pedro Ramírez Oyanguren

2.5.2. Índice GSI (geological strength index)

El parámetro de valorización GSI es un índice de calidad de macizos rocosos que ha sido desarrollado para poder estimar los parámetros m_b y s de la clasificación de Hoek-Brown (1980).

La clasificación GSI combina los dos aspectos fundamentales del comportamiento de los macizos rocosos, es decir su fracturación, o sea el tamaño y la forma de los bloques y la resistencia al corte de las discontinuidades”.



**Figura 4. Geomecánica veta esperanza, en planta y perfil
Tomado del Departamento de Geología**



Figura 5. Índice de Resistencia Geológica (GSI)
Tomado de geotecniafacil.com

2.6. Métodos de explotación

2.6.1. Preparación del método corte y relleno ascendente en la unidad minera

Se delimita la estructura mineralizada en tajos por 2 niveles superior e inferior (galerías), delimitados lateralmente por 2 chimeneas. Una vez desarrollado y preparado los tajos se procederá al minado del tajeo preparado en función al plan de minado programado en el planeamiento de largo, mediano y corto plazo.

2.7. Explotación del método corte y relleno ascendente en la unidad minera

La explotación de los blocks preparados se realiza desde el nivel inferior, dejando un puente, corriendo con un subnivel dentro de los límites del block.

La explotación se realiza desde el nivel inferior hacia los niveles superiores, en

rebanadas horizontales, rellenando los niveles ya explotados. Los pilares o puentes de mineral son recuperados siempre y cuando el tonelaje y leyes son importantes asumiendo un sostenimiento artificial.

2.8. Ciclo de minado

2.8.1. Perforación

Para la perforación en el método corte y relleno ascendente se realiza mediante perforaciones:

- Horizontales: *breasting*
- Verticales
- Inclínados

Taladros horizontales donde se tiene dos caras libres y el rendimiento por metro perforado es mayor, así como el consumo de explosivos es menor, la perforación se efectúa con máquinas *jack leg*.

Taladros verticales, mientras que aquí se tiene que preparar inicialmente una pasadura como cara libre y luego efectuar la perforación con máquinas *stoper o jack leg*, es más cómodo para perforar.

Taladros inclinados, consiste en una variación de los taladros verticales y tiene más ventaja en cuanto a la formación de la cara libre. De acuerdo a la potencia del filón, la perforación de los taladros se efectúa en filas, cuyas mallas pueden ser en zigzag, triangulares o cuadradas.

2.8.2. Voladura

La voladura tiene como finalidad el control del grado de fragmentación de acuerdo a la malla propuesta y el P80 propuesta por planta, considerando el rendimiento de los equipos de carguío y acarreo.

Se utilizan diversos explosivos, de acuerdo a las propiedades del macizo rocoso y condiciones de fragmentación, considerando el anfo, dinamitas y como accesorios de voladura el fanel, cordón detonante, conectores, etc.

2.8.3. Limpieza (carguío y transporte)

Los equipos de carguío y acarreo son diversos de acuerdo al área a ser minada convencional o mecanizada, por lo que los equipos pueden ser mecanizados o convencionales, desde limpieza con carretilla hasta limpieza con equipos tipo *scoop*, así como el acarreo desde *dumpers* o volquetes.

2.8.4. Relleno detrítico

El relleno a usar en los diferentes sectores de explotación es material detrítico, siendo proporcionados estos por aporte de diferentes labores de desarrollo o próximas a las cajas de los tajeos, los cuales son alimentados por chimeneas auxiliares, relleno los diferentes frentes operacionales, dejando una altura óptima para continuar operando.

2.9. Bases teóricas del estudio

El presente trabajo de investigación está orientado al análisis técnico de las variables de recuperación y dilución de mineral, para mejorar la productividad en la veta Esperanza, tajo 1050 nivel 1980. Las bases teóricas permitieron analizar las variables de producción, leyes, densidad y parámetros de perforación y voladura. El procedimiento a seguir es relacionar las variables operacionales que inciden en la recuperación de mineral y dilución.

La base conceptual está asociado al método de minado aplicado, el cual será base para los análisis operacionales correspondiente. El método de explotación es el de corte y relleno ascendente convencional realizando las perforaciones en *breasting* y realizando disparos a media y final de guardia en el turno día y en el turno noche por igual. La potencia promedio de la veta Esperanza es de 0.30 metros y el ancho de minado de 0.90 metros. La secuencia de minado

2.9.1. Estándar de malla de tajos en *breasting*

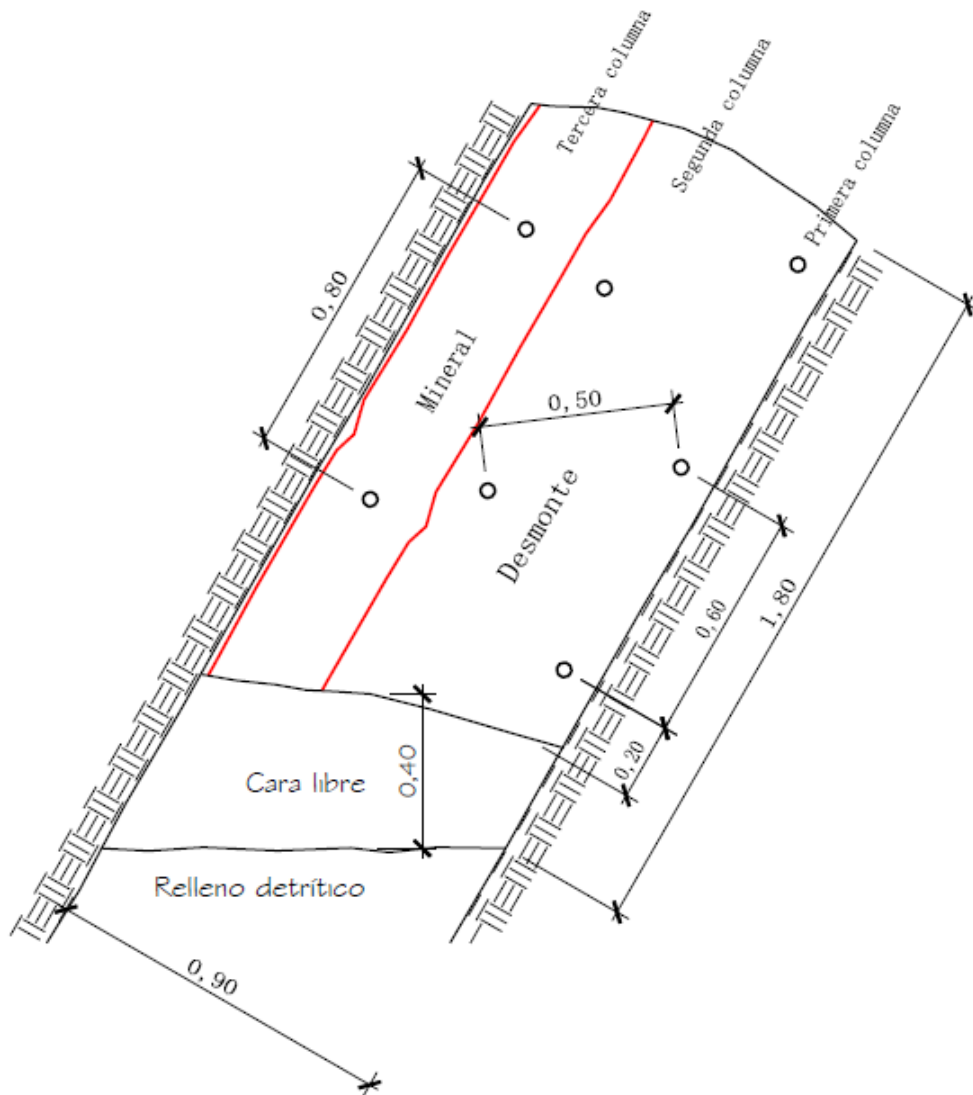


Figura 6. Malla para tajos en breasting con circado, veta Esperanza

Al tener una potencia menor a 0.30 m se debe explotar selectivamente, de modo que la primera voladura se extraerá el material estéril (desmonte) y luego en una segunda voladura, la veta.

Por esto, se realizará en primer lugar la voladura de la primera y segunda columna, luego de concluir con la limpieza del material estéril se realizará la voladura de la tercera columna

Tabla 9. Parámetros de perforación y Voladura para tajos en breasting con circado

ESTANDARES DE PERFORACIÓN	
DIAMETRO DE TALADROS :	38 mm
N° DE TALADROS CARGADOS	7 Und
LONGITUD DE BARRENO	5 pies
EFICIENCIA DE PERFORACION	95%
LONGITUD DE PERFORACION	1.45 m

ESTANDARES DE VOLADURA		
PESO DE EMULSION 3000 1" x 8"	0.110	kg
PESO DE EMULSION 1000 1" x 8"	0.109	0.654 kg
PESO DE EMULSION 500 1" x 8"	0.109	1.417 kg
PESO TOTAL		2.07 kg

FACTORES	
AVANCE / DISPARO	1.38 m
VOLUMEN ROTO	1.73 m ³
TONELAJE ROTO	4.85 t
FACTOR DE CARGA	1.20 kg / m ³
FACTOR DE POTENCIA	0.43 kg / t

DISTRIBUCION DE CARGA POR TALADRO

TALADROS	Numero de taladros	Cartuchos por taladro de Emulnor 3000	Cartuchos por taladro de Emulnor 1000	Cartuchos por taladro de Emulnor 500	Dimension del cartucho	Total cartuchos de Emulnor 3000	Total cartuchos de Emulnor 1000	Total cartuchos de Emulnor 500	Kilos de explosivo
Primera columna	3			3	1" x 8"			9	0.98
Segunda columna	2		3		1" x 8"		6		0.65
Tercera columna	2			2	1" x 8"			4	0.44
					1" x 8"				0.00
N° TALADROS CARGADOS	7					0	6	13	2.07
N° TALADROS	7								

Tomado del Departamento de Planeamiento

Los parámetros de perforación y voladura en tajos en *breasting* con circado considera: diámetro de taladro 38 mm, longitud de barreno de 5 pies, eficiencia de perforación 95 %, factor de potencia 0.43 t/kg, peso total de explosivo 2.07 kg, número de taladros cargados 7 unidades y calidad del macizo rocoso en IF/MP.

La distribución de carga por taladro considera primera columna con 3 taladros, segunda columna con 3 taladros y tercera columna con 2 taladros. La cantidad de cartuchos emulnor 1000 son de 6 unidades y la cantidad de cartuchos emulnor 500 son de 13 unidades con un total de 2.07 kilogramos.

2.9.2. Estándar de malla de tajos en realce

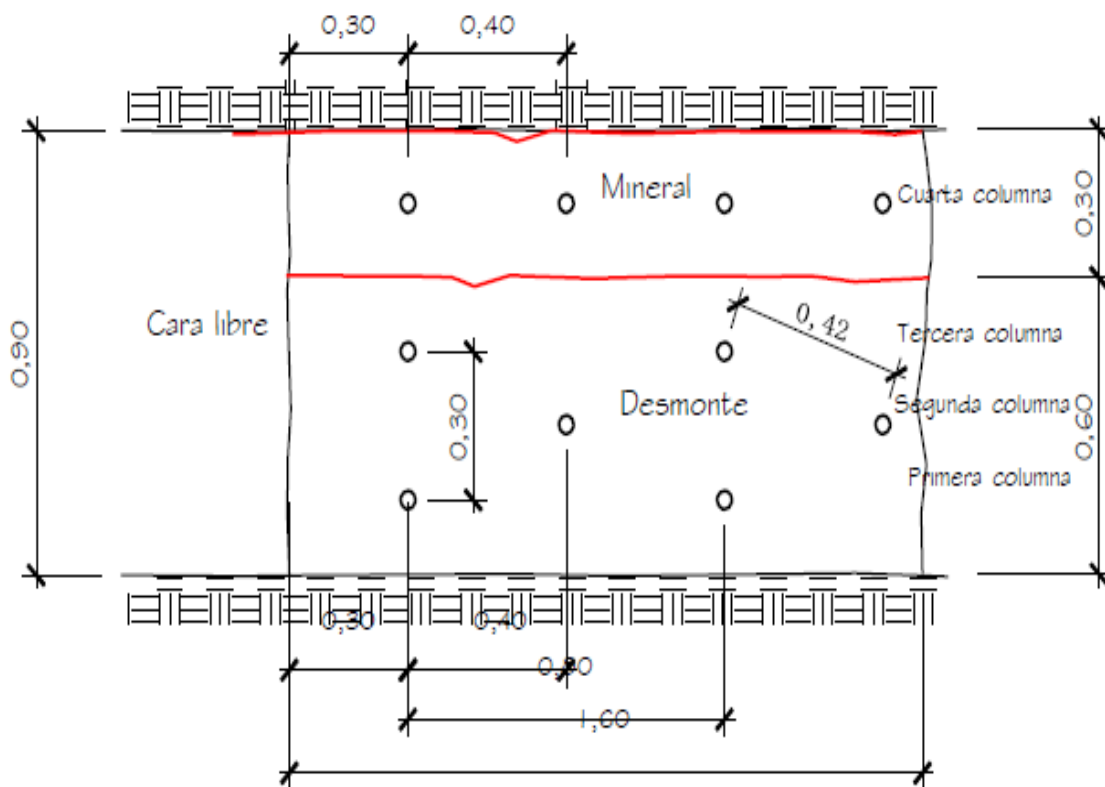


Figura 6. Malla para tajos en realce con circado, veta Esperanza

Tabla 10. Parámetros de perforación y voladura para tajos en realce con circado

ESTANDARES DE PERFORACIÓN		ESTANDARES DE VOLADURA			
DIAMETRO DE TALADROS :	38 mm	PESO DE EMULSION 3000 1" x 8"	0.110		kg
Nº DE TALADROS CARGADOS	10 Und	PESO DE EMULSION 1000 1" x 8"	0.109	1.962	kg
LONGITUD DE BARRENO	5 pies	PESO DE EMULSION 500 1" x 8"	0.109	1.744	kg
EFICIENCIA DE PERFORACION	95%	PESO TOTAL		3.71	kg
LONGITUD DE PERFORACION	1.45 m				

FACTORES	
AVANCE / DISPARO	1.38 m
VOLUMEN ROTO	1.98 m ³
TONELAJE ROTO	5.55 t
FACTOR DE CARGA	1.87 kg / m ³
FACTOR DE POTENCIA	0.67 kg / t

DISTRIBUCION DE CARGA POR TALADRO

TALADROS	Numero de taladros	Cartuchos por taladro de Emulnor 3000	Cartuchos por taladro de Emulnor 1000	Cartuchos por taladro de Emulnor 500	Dimension del cartucho	Total cartuchos de Emulnor 3000	Total cartuchos de Emulnor 1000	Total cartuchos de Emulnor 500	Kilos de explosivo
Primera columna	2		3		1" x 8"		6		0.65
Segunda columna	2		3		1" x 8"		6		0.65
Tercera columna	2		3		1" x 8"		6		0.65
Cuarta columna	4			4	1" x 8"			16	1.74
Nº TALADROS CARGADOS	10					0	18	16	3.71
Nº TALADROS	10								

Tomado del Departamento de Planeamiento

Al tener una potencia menor a 0.30 m, se debe explotar selectivamente, de modo que la primera voladura se extraerá el mineral y luego en una segunda voladura material estéril (desmonte).

Por esto, se realizará en primer lugar la voladura de la cuarta columna sobre veta, luego de concluir con la limpieza del mineral, se realizará la voladura de la primera, segunda y tercera columna sobre material estéril.

Los parámetros de perforación y voladura en tajos en realce con circado considera: diámetro de taladro 38 mm, longitud de barreno de 5 pies, eficiencia de perforación 95 %, factor de potencia 0.67 t/kg, peso total de explosivo 3.71 kg, número de taladros cargados 10 unidades y calidad del macizo rocoso en FR.

La distribución de carga por taladro considera primera columna con 2 taladros, segunda columna con 2 taladros, tercera columna con 2 taladros la cuarta columna con 4 taladros, la cantidad de cartuchos emulnor 1000 son de 18 unidades y la cantidad de cartuchos emulnor 500 son de 16 unidades con un total de 3.71 kilogramos.

2.9.3. Producción programada y ejecutada

La producción programada durante el periodo de estudio consideró un tonelaje programado de 11,091 toneladas para el periodo enero a junio, siendo el resultado de tonelaje ejecutado de 10,602.45 toneladas en el mismo periodo programado.

La voladura se hace mediante el circado de la veta realizando la voladura del desmonte, el cual se queda como relleno del piso inferior y la diferencia o excedente es evacuado a superficie y para la voladura del mineral primero se coloca las tablas sobre los postes de los cuadros.

Durante el periodo de estudio de enero a junio se tuvo como base el análisis de los periodos enero y febrero, comparado con la mejora de las variables de recuperación y dilución en los periodos marzo a junio, mejorando el rendimiento de las variables operacionales.

Tabla 11. Parámetros de recuperación y dilución en la veta Esperanza, periodo enero a junio

PRODUCCIÓN PROGRAMADA MENSUAL								
PROGRAMADO VERSUS EJECUTADO								
MES	DIAS MES	TMS PROGRAMADO	LEY Au PROG.(gr)	TMS EJECUTADO	LEY Au EJECUT.(gr)	RECUPERACIÓN	Ancho Real Minado (m)	DILUCIÓN (%)
ENERO	31	1,483.00	8.50	1,445.06	7.60	97.44%	0.34	0.5
FEBRERO	28	1,483.00	8.78	1,596.71	7.40	107.67%	0.36	0.8
MARZO	31	1,630.00	8.22	1,627.65	8.31	99.86%	0.30	0.0
ABRIL	30	2,165.00	8.10	1,751.41	8.00	80.90%	0.30	0.0
MAYO	31	2,165.00	9.08	2,161.23	9.79	99.83%	0.28	0.0
JUNIO	30	2,165.00	8.50	2,020.38	8.40	93.32%	0.30	0.0
TOTAL	181	11,091.00	8.53	10,602.45	8.34	95.60%	0.31	0.19

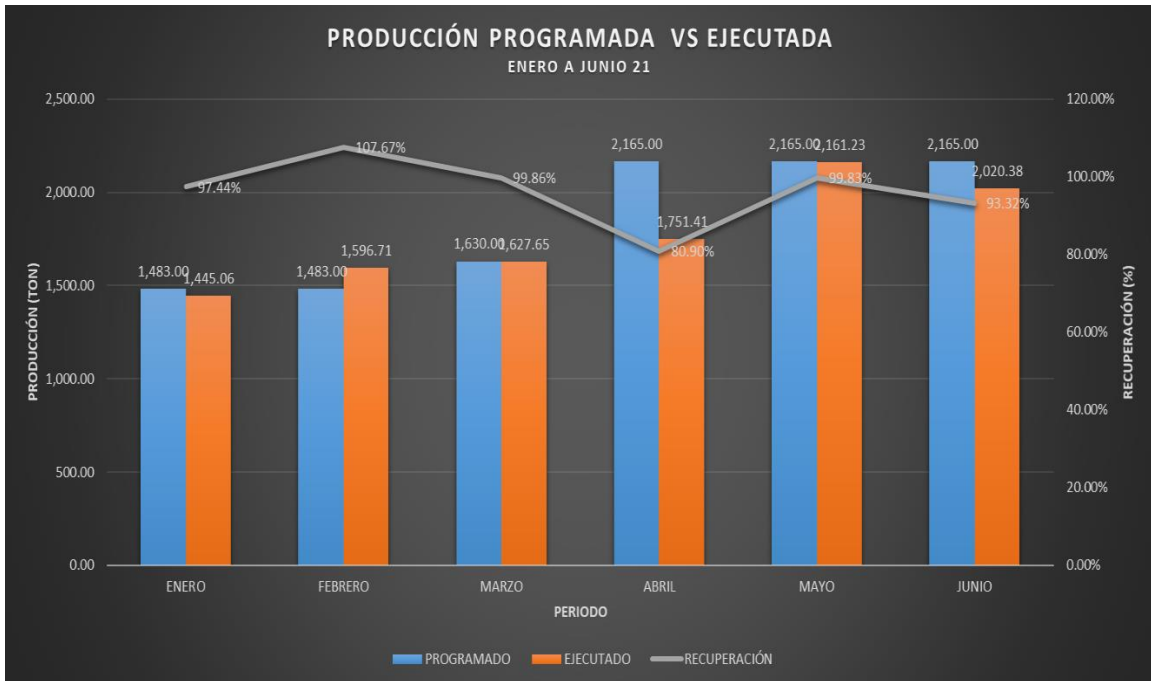


Figura 7. Producción programada y ejecutada, veta Esperanza, periodo enero a junio

La producción programada versus la producción ejecutada considera una diferencia negativa de 488.55 toneladas, considerando un nivel de déficit de 4.4 %. La producción promedio mensual durante el periodo enero y febrero es de 1,520.89 toneladas, mejorando el tonelaje producido durante el periodo marzo a junio en 1,890.17 toneladas, considerando una recuperación de mineral de 95.60%.

El ancho de minado durante el periodo enero y febrero fue de 0.35 metros, considerando un mejor control durante los periodos de marzo a junio en 0.30 metros. Así mismo la dilución entre los periodos enero y febrero fueron de 0.61%, mejorando en los periodos de marzo a junio en 0.01 %.

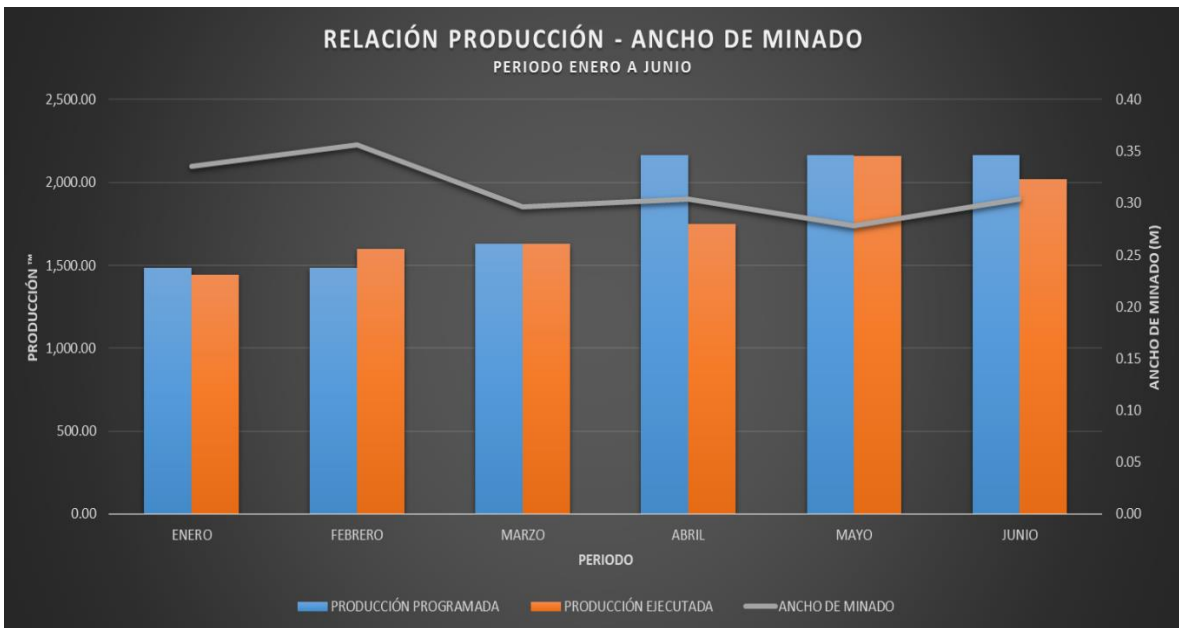


Figura 8. Producción programada y ejecutada versus ancho de minado veta Esperanza, periodo enero a junio

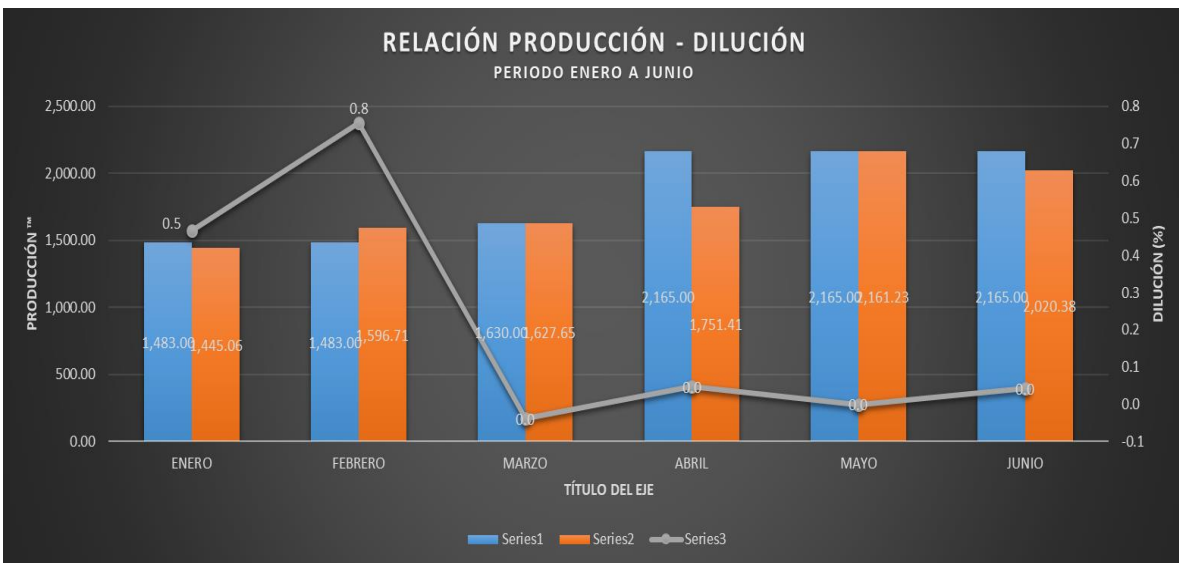


Figura 9. Producción programada y ejecutada versus dilución veta Esperanza, periodo enero a junio

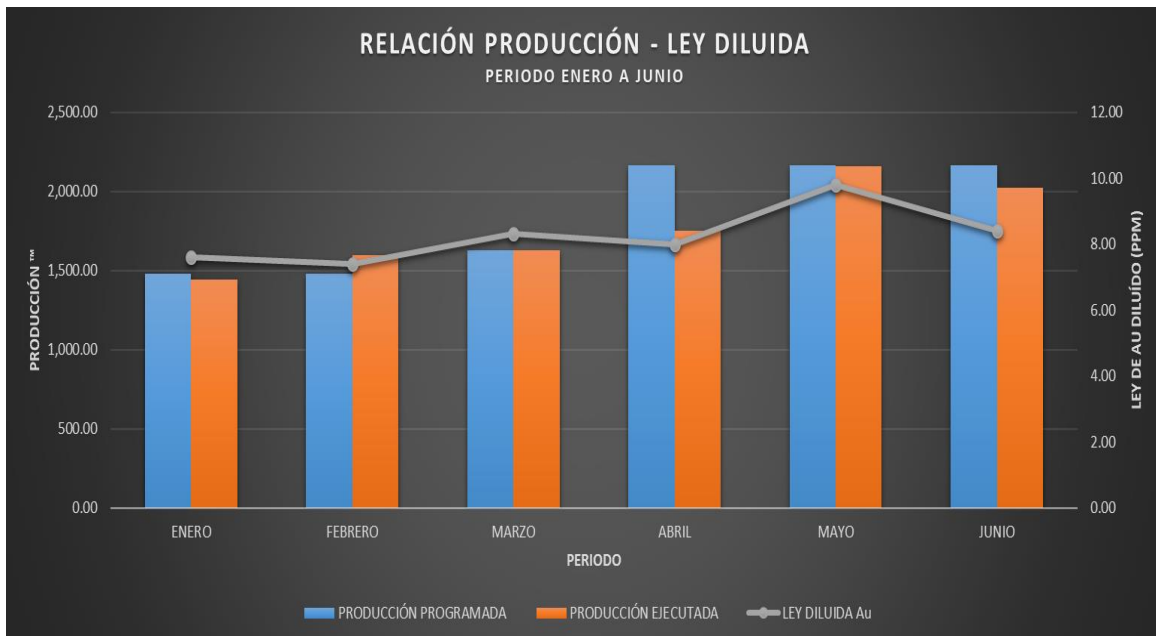


Figura 10. Producción programada y ejecutada versus ley diluida veta Esperanza, periodo enero a junio

2.9.4. Rendimiento de perforación y voladura

La producción programada asociada a la eficiencia de perforación hubo una mejora entre los periodos enero a febrero y los periodos marzo a junio, considerando una mejora de 92.84 % a 95.15 %.

Asimismo, la relación producción y el factor de potencia durante los periodos enero a febrero y el periodo marzo junio considera una reducción del consumo de explosivos de 0.51 kg/t a 0.27 kg/t

La relación producción y el rendimiento de perforación en los mismos periodos de análisis consideran una mejora entre 0.22 t/pie perforado a 0.51 t/pie perforado.

Finalmente, la densidad tiene una influencia directa entre el tonelaje teórico y el tonelaje real asociado a la capacidad real de los carros U35, variando la densidad en el rango entre 1.27 kg/m³ a 1.29 kg/m³.

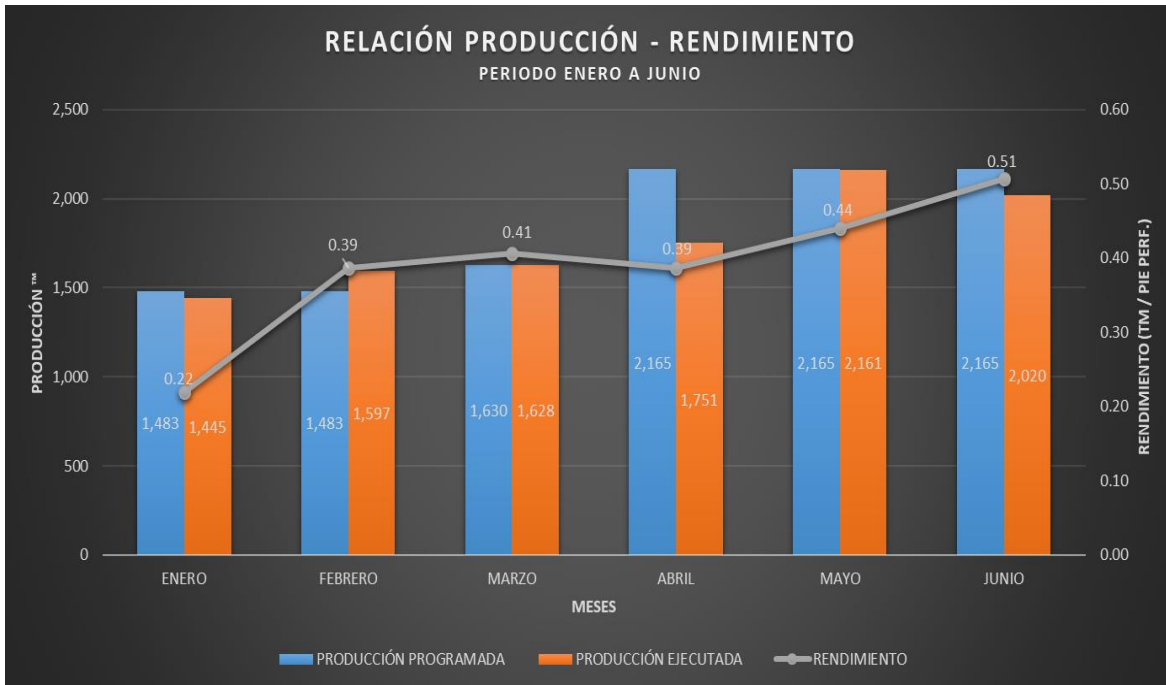


Figura 11. Relación producción versus rendimiento de perforación veta Esperanza, periodo enero a junio

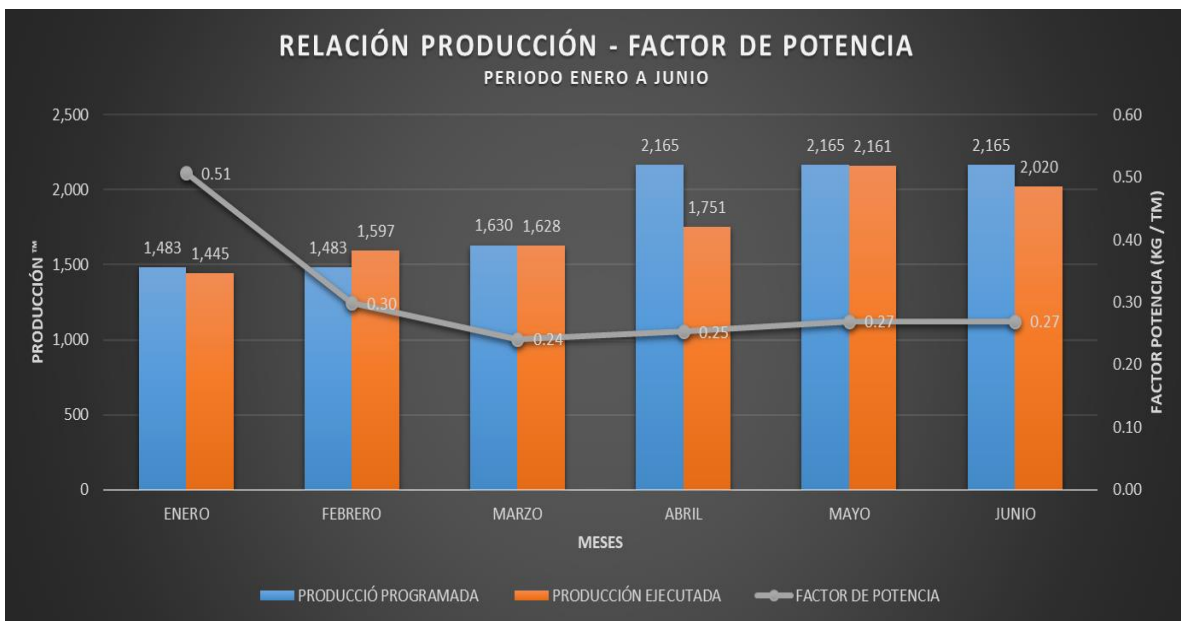


Figura 12. Relación producción versus factor de potencia veta Esperanza, periodo enero a junio

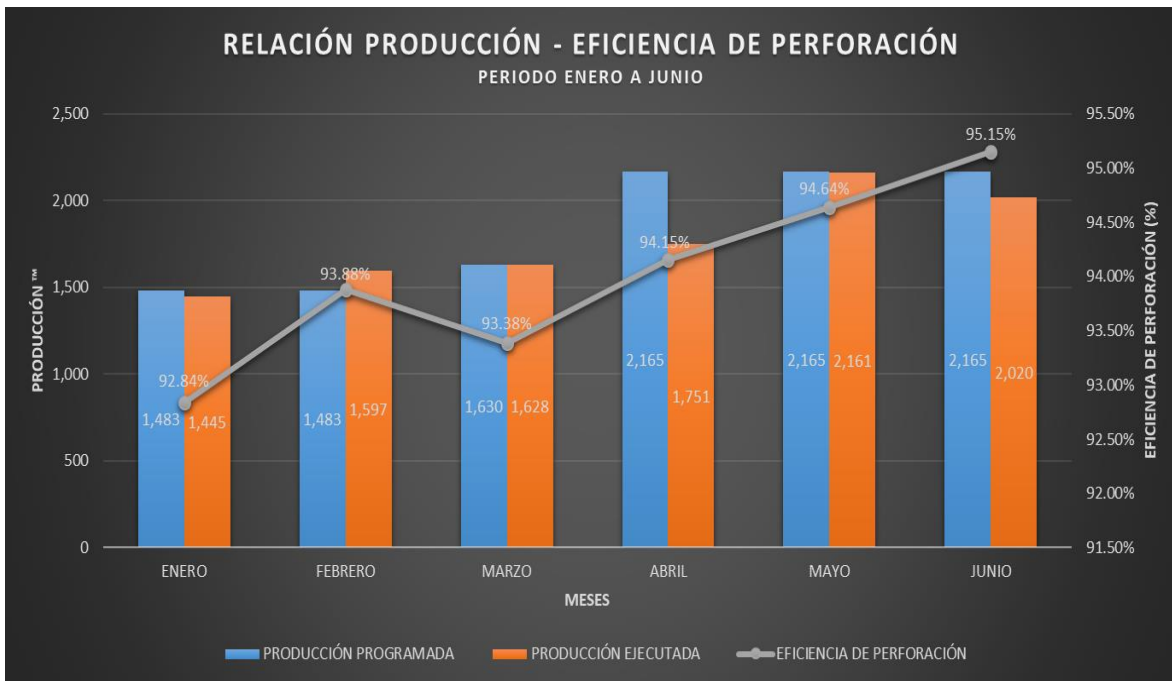


Figura 13. Relación producción versus eficiencia de perforación, periodo enero a junio.

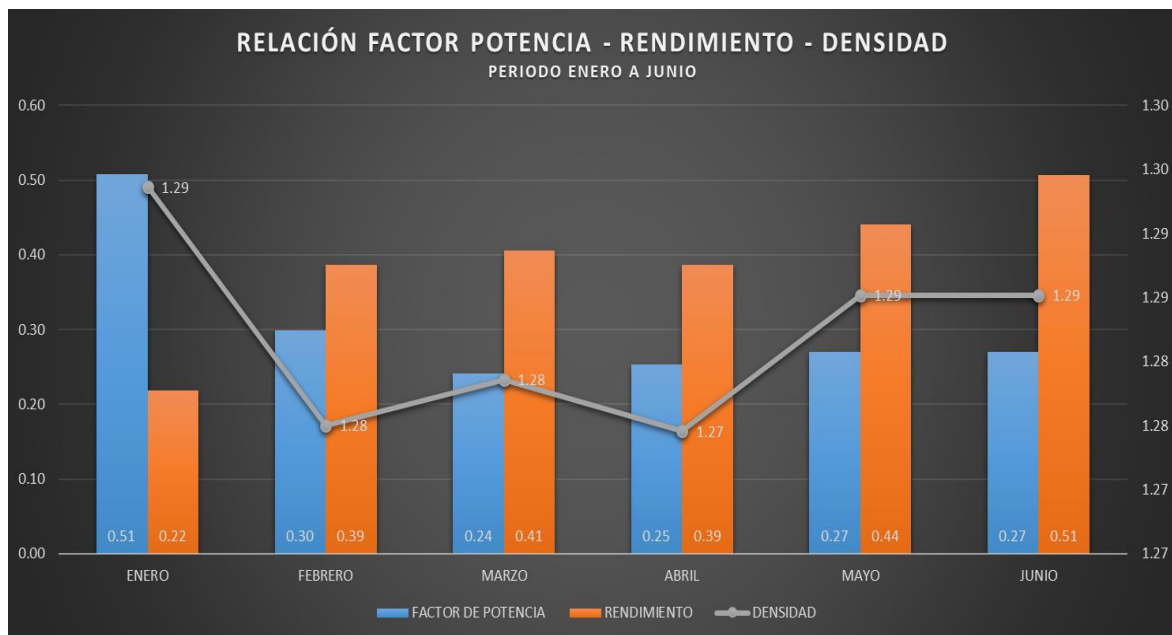


Figura 14. Relación factor de potencia, rendimiento de perforación y densidad, periodo enero a junio

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método y alcances de la investigación

3.1.1. Método de la investigación

El desarrollo de la presente tesis es de un nivel explicativo aplicando el método inductivo – deductivo, mejorando la productividad mediante el incremento de la producción por el análisis de las variables operacionales de recuperación y dilución en la veta Esperanza, Tajo 1050, Nivel 1980 de la unidad minera Caraveli – 2021.

A. Método general

El presente trabajo de investigación aplica el método inductivo – deductivo, se busca observar e investigar a fondo las variables operacionales asociadas a la producción. Este análisis técnico y económico estará orientado a evaluar las variables de recuperación y dilución en la veta Esperanza, Tajo 1050, Nivel 1980 de la unidad minera Caravelí – 2021.

B. Métodos específicos

Se describe el mecanismo de recolección y procesamiento de información, asociados a los indicadores de desempeño de los KPIs, siendo estos:

- ✓ **Recopilación de informes anteriores.** Para procesar e interpretar la información de las diferentes áreas operativas, considerando las variables de recuperación y control de la dilución del método de minado, se analizará informes de periodos anteriores de las áreas de geología, geomecánica, operación, planeamiento, etc.

- ✓ **Trabajo de campo.** Se observará en mina las distintas actividades asociadas al rendimiento operacional, producto del control de la recuperación y dilución.

- ✓ **Trabajo de gabinete.** Se analizará y procesará la información asociada a la recuperación y dilución de mineral, generando modelamientos asociados a las variables técnicas y económicas.

- ✓ **Resultados.** Finalmente, se evaluará los diferentes resultados, asociados al incremento de la producción y su relación con las variables operacionales de recuperación y control de la dilución en la veta Esperanza, Tajo 1050, Nivel 1980 de la unidad minera Caraveli – 2021.

3.2. Diseño de la investigación

La presente tesis es del tipo aplicada, el cual utiliza y aplica las teorías y conocimientos que se desarrollan en las investigaciones básicas, del cual dependen los resultados y sus conclusiones. Estos resultados, se fundamentarán en el estudio detallado de la geología, geomecánica, planeamiento, etc.

3.2.1. Tipo de diseño de investigación

La tesis es de diseño no experimental, se desarrollará en un periodo de 03 meses, se controlará y registrará las variables de recuperación y dilución, y los cambios que estos representan a través del tiempo, observando sus variables técnicas y económicas en la veta Esperanza, Tajo 1050, Nivel 1980 de la unidad minera Caraveli – 2021.

GNO: 01 (T1, T2, T3, T4)

02 (T1, T2, T3, T4)

GNO: 01 y 02

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población pertenece a la unidad minera Caraveli en labores de producción.

3.3.2. Muestra

Pertenece a la veta Esperanza, Tajo 1050, Nivel 1980.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas utilizadas en la recolección de datos

- Recopilación y revisión de información
- Trabajo de campo
- Análisis de información de campo
- Manejo de softwares mineros y estadísticos.

3.4.2. Instrumentos utilizados en la recolección de datos

- Procesador de texto y plantillas de cálculo
- Revista, informes y libros
- Información de internet
- Laptop
- Otros

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

A continuación, se presentan los resultados de investigación, mostrando el análisis técnico y económico de las variables de dilución y recuperación de mineral para mejorar la productividad en la veta Esperanza de la unidad minera Caravelí.

4.1.1. Bases generales del método de minado

El presente trabajo de investigación permitió analizar las variables de producción, leyes, densidad y parámetros de perforación y voladura. El procedimiento a seguir es relacionar las variables operacionales que inciden en la recuperación de mineral y dilución.

a) Tajos en Breasting con circado

Al tener una potencia menor a 0.30 m se debe explotar selectivamente, de modo que la primera voladura se extraerá el material estéril (desmonte) y luego en una segunda voladura, la veta.

Por esto, se realizará en primer lugar la voladura de la primera y segunda columna, luego de concluir con la limpieza del material estéril, se realizará la voladura de la tercera columna.

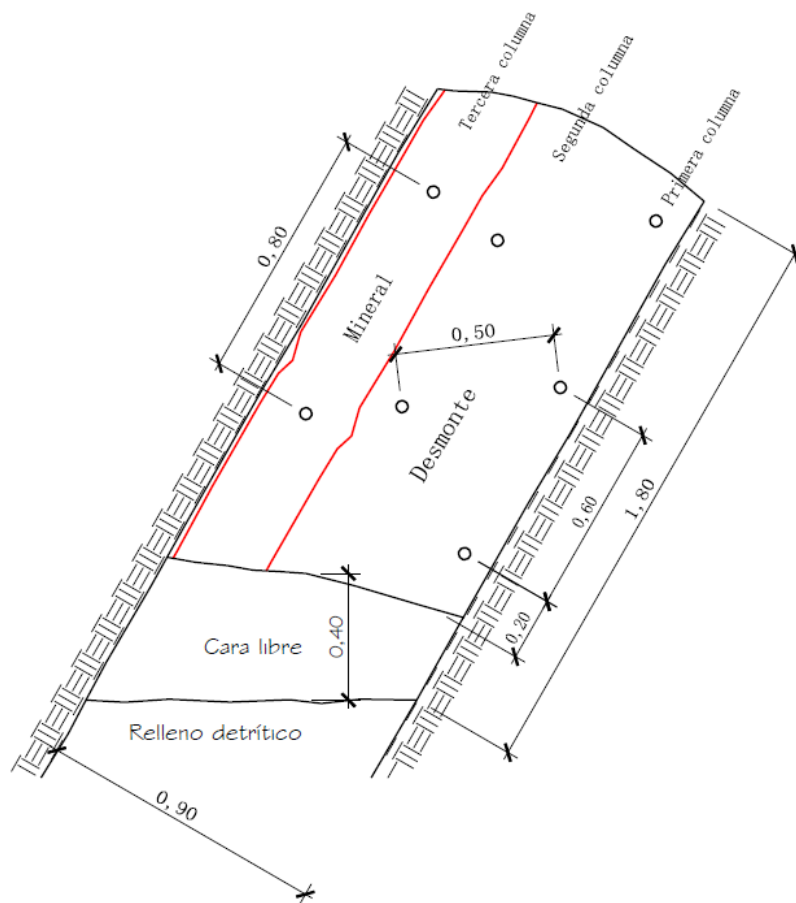


Figura 15. Malla para tajos en breasting con circado, sección 0.9 x 1.80 m veta Esperanza

Al tener una potencia menor a 0.30 m, se debe explotar selectivamente, de modo que la primera voladura se extraerá el material estéril (desmonte) y luego en una segunda voladura, la veta.

Por esto se realizará en primer lugar la voladura de la primera y segunda columna, luego de concluir con la limpieza del material estéril, se realizará la voladura de la tercera columna.

Tabla 12. Parámetros de perforación y voladura para tajos en breasting con circado

ESTANDARES DE PERFORACIÓN	
DIAMETRO DE TALADROS :	38 mm
N° DE TALADROS CARGADOS	7 Und
LONGITUD DE BARRENO	5 pies
EFICIENCIA DE PERFORACION	95%
LONGITUD DE PERFORACION	1.45 m

ESTANDARES DE VOLADURA		
PESO DE EMULSION 3000 1" x 8"	0.110	kg
PESO DE EMULSION 1000 1" x 8"	0.109	0.654 kg
PESO DE EMULSION 500 1" x 8"	0.109	1.417 kg
PESO TOTAL		2.07 kg

FACTORES	
AVANCE / DISPARO	1.38 m
VOLUMEN ROTO	1.73 m ³
TONELAJE ROTO	4.85 t
FACTOR DE CARGA	1.20 kg/m ³
FACTOR DE POTENCIA	0.43 kg/t

DISTRIBUCION DE CARGA POR TALADRO

TALADROS	Numero de taladros	Cartuchos por taladro de Emulnor 3000	Cartuchos por taladro de Emulnor 1000	Cartuchos por taladro de Emulnor 500	Dimension del cartucho	Total cartuchos de Emulnor 3000	Total cartuchos de Emulnor 1000	Total cartuchos de Emulnor 500	Kilos de explosivo
Primera columna	3			3	1" x 8"			9	0.98
Segunda columna	2		3		1" x 8"		6		0.65
Tercera columna	2			2	1" x 8"			4	0.44
					1" x 8"				0.00
N° TALADROS CARGADOS	7					0	6	13	2.07
N° TALADROS	7								

Los parámetros de perforación y voladura en tajos en *breasting* con circado considera: diámetro de taladro 38 mm, longitud de barreno de 5 pies, eficiencia de perforación 95 %, factor de potencia 0.43 t/kg, peso total de explosivo 2.07 kg, número de taladros cargados 7 unidades y calidad del macizo rocoso en IF/MP.

La distribución de carga por taladro considera primera columna con 3 taladros, segunda columna con 3 taladros y tercera columna con 2 taladros la cantidad de cartuchos emulnor 1000 son de 6 unidades y la cantidad de cartuchos emulnor 500 son de 13 unidades con un total de 2.07 kilogramos.

b) Tajos en realce con circado

Al tener una potencia menor a 0.30 m se debe explotar selectivamente, de modo que la primera voladura se extraerá el mineral y luego en una segunda voladura, material estéril (desmonte).

Por esto, se realizará en primer lugar la voladura de la cuarta columna sobre veta luego de concluir con la limpieza del mineral, se realizará la voladura de la primera, segunda y tercera columna sobre material estéril.

Los parámetros de perforación y voladura en tajos en realce con circado considera: diámetro de taladro 38 mm, longitud de barreno de 5 pies, eficiencia de perforación 95 %, factor de potencia 0.67 t/kg, peso total de explosivo 3.71 kg, número de taladros cargados 10 unidades y calidad del macizo rocoso en FR.

La distribución de carga por taladro considera primera columna con 2 taladros, segunda columna con 2 taladros, tercera columna con 2 taladros la cuarta columna con 4 taladros, la cantidad de cartuchos emulnor 1000 son de 18 unidades y la cantidad de cartuchos emulnor 500 son de 16 unidades con un total de 3.71 kilogramos.

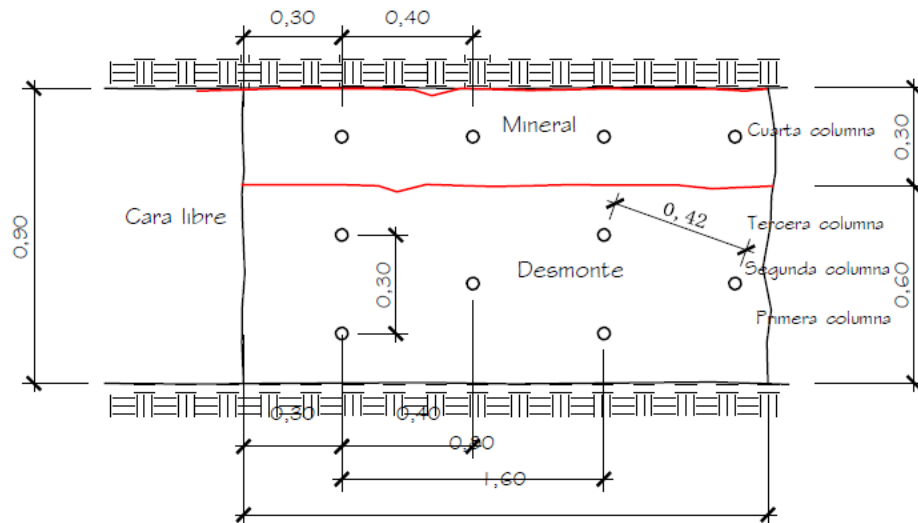


Figura 16. Malla para tajos en realce con circado, sección 0.6 x 1.60 m veta Esperanza

Al tener una potencia menor a 0.30 m, se debe explotar selectivamente, de modo que la primera voladura se extraerá el mineral y luego en una segunda voladura, material estéril (desmote).

Por esto se realizará en primer lugar la voladura de la cuarta columna sobre veta (mineral), luego de concluir con la limpieza del mineral, se realizará la voladura de la primera, segunda y tercera columna sobre material estéril.

Tabla 13. Parámetros de perforación y Voladura para tajos en realce con circado.

ESTÁNDARES DE PERFORACIÓN	
DIÁMETRO DE TALADROS :	38 mm
Nº DE TALADROS CARGADOS	10 Und
LONGITUD DE BARRENO	5 pies
EFICIENCIA DE PERFORACION	95%
LONGITUD DE PERFORACION	1.45 m

ESTÁNDARES DE VOLADURA		
PESO DE EMULSION 3000 1" x 8"	0.110	kg
PESO DE EMULSION 1000 1" x 8"	0.109	1.962 kg
PESO DE EMULSION 500 1" x 8"	0.109	1.744 kg
PESO TOTAL		3.71 kg

FACTORES	
AVANCE / DISPARO	1.38 m
VOLUMEN ROTO	1.98 m ³
TONELAJE ROTO	5.55 t
FACTOR DE CARGA	1.87 kg / m ³
FACTOR DE POTENCIA	0.67 kg / t

DISTRIBUCION DE CARGA POR TALADRO

TALADROS	Numero de taladros	Cartuchos por taladro de Emulnor 3000	Cartuchos por taladro de Emulnor 1000	Cartuchos por taladro de Emulnor 500	Dimension del cartucho	Total cartuchos de Emulnor 3000	Total cartuchos de Emulnor 1000	Total cartuchos de Emulnor 500	Kilos de explosivo
Primera columna	2		3		1" x 8"		6		0.65
Segunda columna	2		3		1" x 8"		6		0.65
Tercera columna	2		3		1" x 8"		6		0.65
Cuarta columna	4			4	1" x 8"			16	1.74
Nº TALADROS CARGADOS	10					0	18	16	3.71
Nº TALADROS	10								

Tomado del Departamento de Planeamiento

4.1.2. Análisis de la recuperación y dilución de mineral

La producción programada durante el periodo de estudio consideró un tonelaje programado de 11,091 toneladas generando un tonelaje ejecutado de 10,602.45 con un déficit de 488.55 toneladas y una incidencia de cumplimiento del 95.60 %, con leyes de Au@8.53 ppm programadas y leyes de Au@8.34 ppm ejecutadas y un nivel de dilución de mineral promedio de 0.19 %, durante el periodo enero a junio. Asimismo, se realizó un análisis de la capacidad teórica de los equipos de acarreo U 35 con capacidad de 0.99 m³ y la densidad asociada en cada periodo de tiempo, considerando un tonelaje por carro U 35 de 1.27 toneladas, considerando un déficit de tonelaje promedio entre lo real y lo teórico de 95.92 toneladas mensuales.

El análisis de la recuperación y dilución de mineral durante el periodo de estudio se asocia a dos tramos: enero y febrero donde se genera las mayores diluciones y el periodo marzo a junio donde se realiza los correctivos para controlar la dilución. Periodo enero – febrero: considera una producción promedio de 1,520.89 toneladas producidas, con un nivel de recuperación promedio del 102.55 %, un ancho de minado promedio de estructura mineralizada de 0.35 metros y una dilución de 0.61 %. Si bien es cierto que existe un alto nivel de cumplimiento de la producción se observa que es producto de la sobre rotura generada en la voladura y su consecuente incremento de la dilución.

Periodo marzo a junio: considera una producción promedio de 1,890.17 toneladas producidas, con un nivel de recuperación promedio del 93.47 %, un ancho de minado promedio de estructura mineralizada de 0.30 metros y una dilución de 0.01 %. Durante este periodo se pudo controlar la dilución, disminuyendo el ancho de minado de la estructura mineralizada en 0.05 metros controlando la sobre rotura por efecto de la perforación y voladura, controlando el paralelismo de taladro y disminuyendo el factor de potencia de 0.40 kg/t a 0.26 kg/t.

El control de las variables operacionales como ancho de minado de la estructura mineralizada, factor de potencia, control de paralelismo de taladros permitieron una mejora de la productividad en la explotación de la veta Esperanza.

Tabla 14. Producción programada mensual y su relación con la recuperación y dilución en la veta Esperanza, periodo enero a junio

PRODUCCIÓN PROGRAMADA MENSUAL								
PROGRAMADO VERSUS EJECUTADO								
MES	DIAS MES	TMS PROGRAMADO	LEY Au PROG.(gr)	TMS EJECUTADO	LEY Au EJECUT.(gr)	RECUPERACIÓN	Ancho Real Minado (m)	DILUCIÓN (%)
ENERO	31	1,483.00	8.50	1,445.06	7.60	97.44%	0.34	0.5
FEBRERO	28	1,483.00	8.78	1,596.71	7.40	107.67%	0.36	0.8
MARZO	31	1,630.00	8.22	1,627.65	8.31	99.86%	0.30	0.0
ABRIL	30	2,165.00	8.10	1,751.41	8.00	80.90%	0.30	0.0
MAYO	31	2,165.00	9.08	2,161.23	9.79	99.83%	0.28	0.0
JUNIO	30	2,165.00	8.50	2,020.38	8.40	93.32%	0.30	0.0
TOTAL	181	11,091.00	8.53	10,602.45	8.34	95.60%	0.31	0.19

Tabla 15. Análisis de producción real y teórica en la veta Esperanza, periodo enero a junio

ANÁLISIS PRODUCCIÓN REAL Y TEÓRICA									
PERIODO ENERO A JUNIO									
PERIODO	PRODUCCIÓN MINERAL		RECUPERACIÓN	DILUCIÓN	PRODUCCIÓN TEÓRICA			TON X CARRO	DIFERENCIA TONELAJE REAL - TEOR.
	PROGRAMADO	EJECUTADO			TOTAL CARROS U35	Densidad Kg/m3	TONELAJE TEÓRICO TMS		
SEMANA	TMS	TMS	%	%				U35	
ENERO	1,483.00	1,445.06	97.44%	0.5	1,188.00	1.29	1,521.41	1.28	-76.35
FEBRERO	1,483.00	1,596.71	107.67%	0.8	1,332.00	1.28	1,681.31	1.26	-84.60
MARZO	1,630.00	1,627.65	99.86%	0.0	1,354.00	1.28	1,713.82	1.27	-86.16
ABRIL	2,165.00	1,751.41	80.90%	0.0	1,464.00	1.27	1,846.94	1.26	-95.53
MAYO	2,165.00	2,161.23	99.83%	0.0	1,781.00	1.29	2,266.01	1.27	-104.79
JUNIO	2,165.00	2,020.38	93.32%	0.0	1,667.00	1.28	2,120.09	1.27	-99.71
TOTAL /PROMEDIO	11091.00	10,602.45	95.60%	0.19	8,786.00	1.28	11,149.59	1.27	-92.52

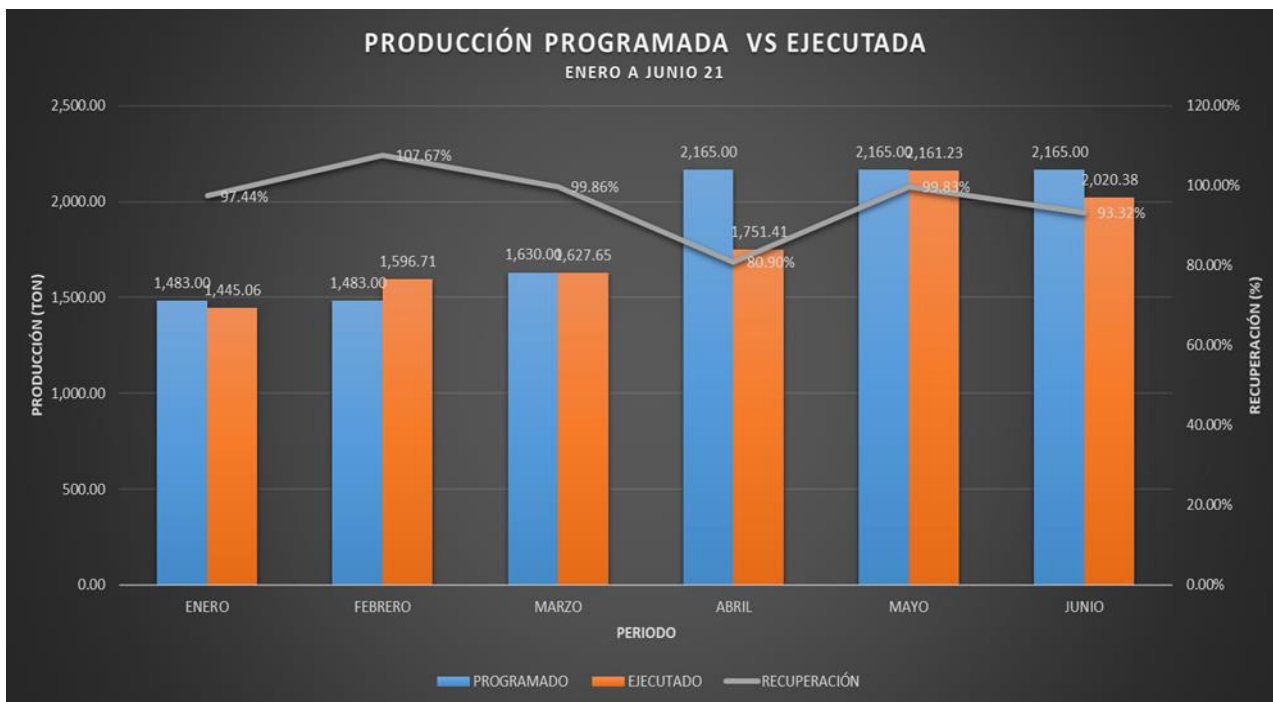


Figura 17. Producción programada y ejecutada veta Esperanza, periodo enero a junio.

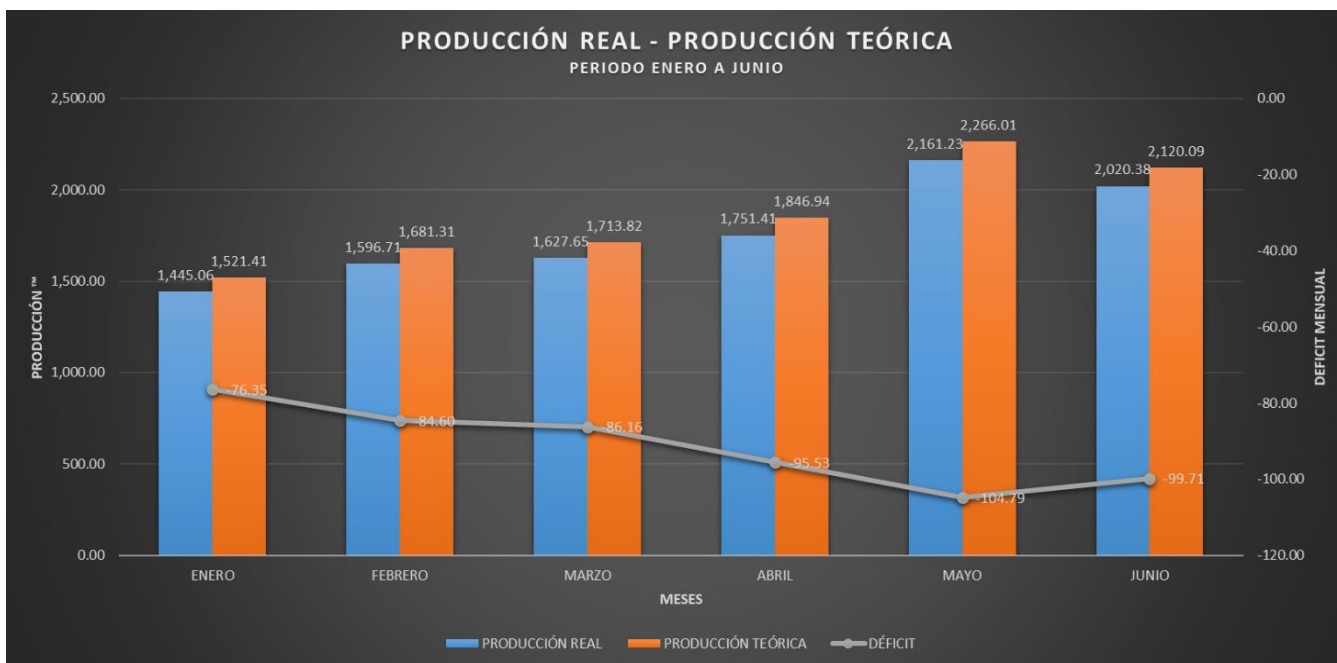


Figura 18. Producción real y teórica veta Esperanza, periodo enero a junio

a) Análisis mensual de recuperación y dilución de mineral

Periodo enero a febrero: el tonelaje producido en los periodos enero y febrero fueron de 1,445.06 y 1,596.71 toneladas respectivamente, con niveles de

recuperación de mineral de 97.44 % y 107.67 %, estos altos tonelajes producidos están directamente relacionado a una mayor sobre rotura, considerando anchos de minado de estructura mineralizado de 0.34 y 0.36 metros y diluciones de 0.5 % y 0.8% en el mismo periodo de análisis.

Periodo marzo a junio: el tonelaje producido en los periodos marzo a junio fueron de 1,627.65, 1,751.41, 2,161.23 y 2020.38 toneladas respectivamente, con niveles de recuperación de mineral de 99.86 %, 80.90 %, 99.83 % y 98.32 %, el incremento de tonelaje en este periodo, están directamente relacionado al control de la sobre rotura, considerando anchos de minado de estructura mineralizado de 0.30, 0.30, 0.28 y 0.30 metros y diluciones de 0 %, 0.05%, 0 % y 0.04 %, en el mismo periodo de análisis.

b) Análisis mensual de tonelaje real y tonelaje teórico

Asimismo, la relación del tonelaje ejecutado versus el tonelaje teórico de acuerdo a la capacidad de los carros U35 y su densidad asociada genera un déficit durante el periodo de estudio considerando un valor promedio de - 92.52 toneladas mensuales y densidad promedio de 1.28 kg/m³.

Los déficits generados durante el periodo de enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio fueron de -76.35 toneladas, -84.60 toneladas, -86.16 toneladas, -95.53 toneladas, -104.79 toneladas y -99.71 toneladas mensuales. Estos déficits de producción están directamente relacionados a su densidad, siendo considerados en el mismo periodo de estudio de 1.29 kg/m³, 1.28 kg/m³, 1.28 kg/m³, 1.27 kg/m³, 1.29 kg/m³ y 1.28 kg/m³

Este déficit de mineral está directamente relacionado a la densidad del mineral a ser transportado, lo que sugiere la constante variabilidad mineralógica en la estructura mineraliza, el cual influye directamente en su productividad.

✓ Periodo enero y febrero

Tabla 16. Análisis de producción real y teórica en la veta Esperanza, periodo enero y febrero

ANÁLISIS PRODUCCIÓN REAL Y TEÓRICA									
MES ENERO									
PERIODO	PRODUCCIÓN MINERAL REAL			RECUPERACIÓN	PRODUCCIÓN TEÓRICA			TON X CARRO	DIFERENCIA TONELAJE REAL - TEOR.
	PROGRAMADO	EJECUTADO			TOTAL CARROS	Densidad	TONELAJE TEÓRICO		
SEMANA	TMS	TMH	TMS	%	U35	Kg/m3	TMS	U35	
Sem 1	334.87	306.98	291.63	87.09%	239	1.30	307.59	1.28	-15.97
Sem 2	334.87	350.65	333.11	99.48%	273	1.30	351.35	1.28	-18.24
Sem 3	334.87	378.90	359.96	107.49%	295	1.30	379.67	1.28	-19.71
Sem 4	478.39	484.59	460.36	96.23%	381	1.28	482.80	1.27	-22.44
TOTAL /PROMEDIO	1483.00	1,521.12	1,445.06	97.44%	1,188.00	1.29	1,521.41	1.28	-19.48

ANÁLISIS PRODUCCIÓN REAL Y TEÓRICA									
MES FEBRERO									
PERIODO	PRODUCCIÓN MINERAL REAL			RECUPERACIÓN	PRODUCCIÓN TEÓRICA			TON X CARRO	DIFERENCIA TONELAJE REAL - TEOR.
	PROGRAMADO	EJECUTADO			TOTAL CARROS	Densidad	TONELAJE TEÓRICO		
SEMANA	TMS	TMH	TMS	%	U35	Kg/m3	TMS	U35	
Sem 1	370.75	418.54	397.61	107.24%	331	1.28	418.66	1.26	-21.05
Sem 2	370.75	478.44	454.52	122.60%	377	1.28	478.52	1.27	-23.99
Sem 3	370.75	397.16	377.30	101.77%	316	1.27	397.38	1.26	-20.08
Sem 4	370.75	386.61	367.28	99.06%	308	1.27	386.75	1.26	-19.47
TOTAL /PROMEDIO	1483.00	1,680.75	1,596.71	107.67%	1,332.00	1.28	1,681.31	1.26	-21.30

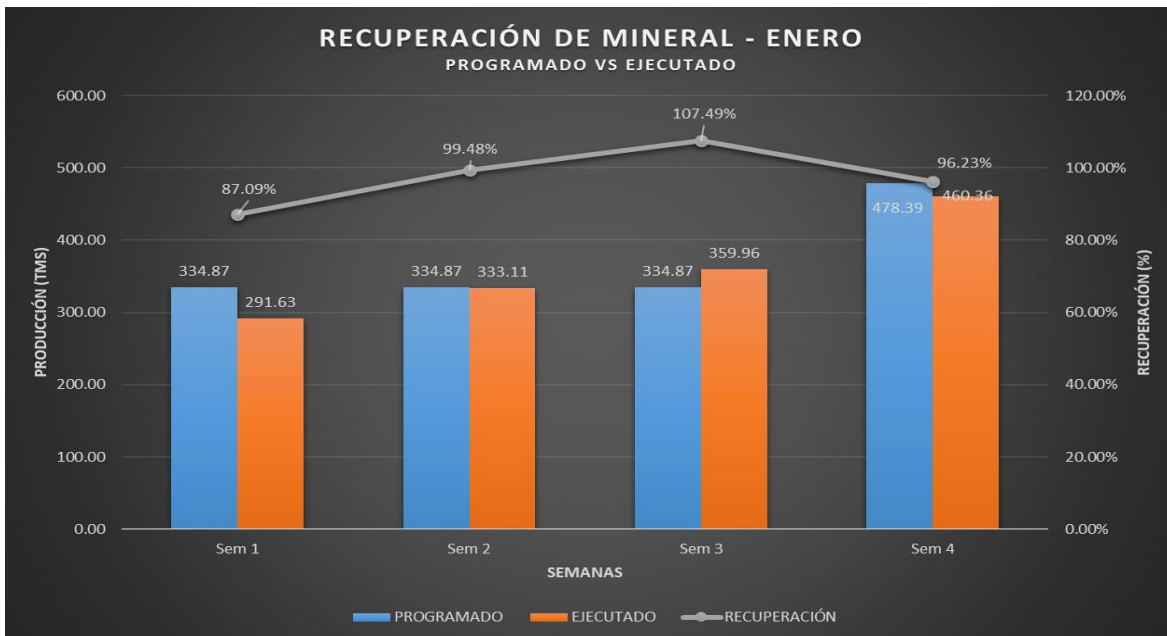


Figura 19. Recuperación de mineral programada y real veta Esperanza, periodo enero

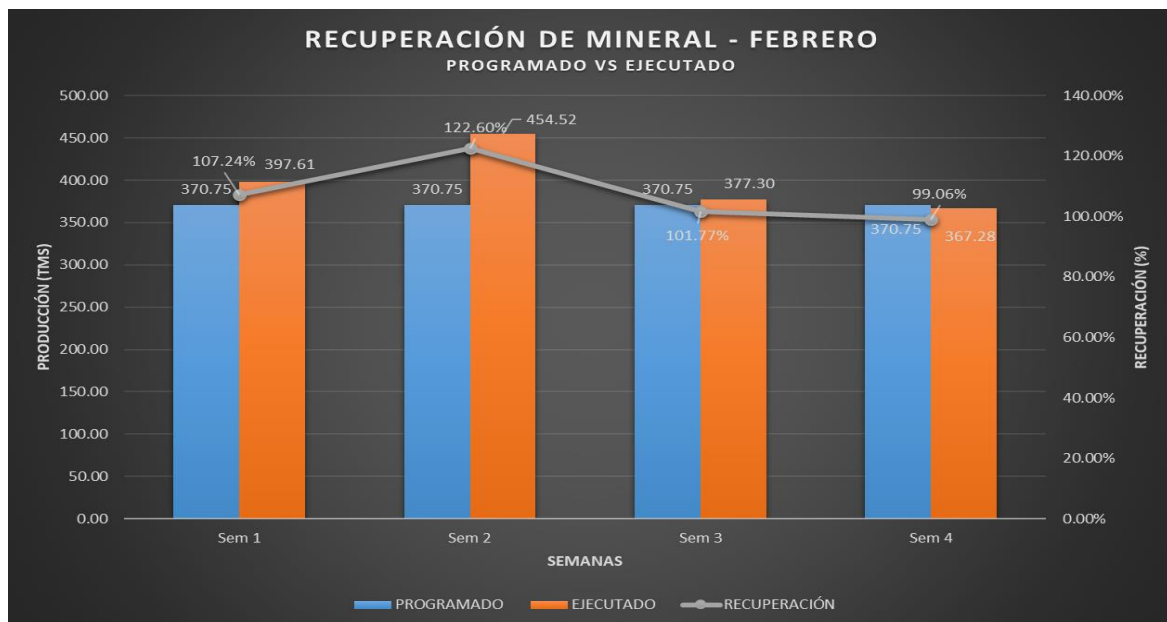


Figura 20. Recuperación de mineral programada y real veta Esperanza, periodo febrero

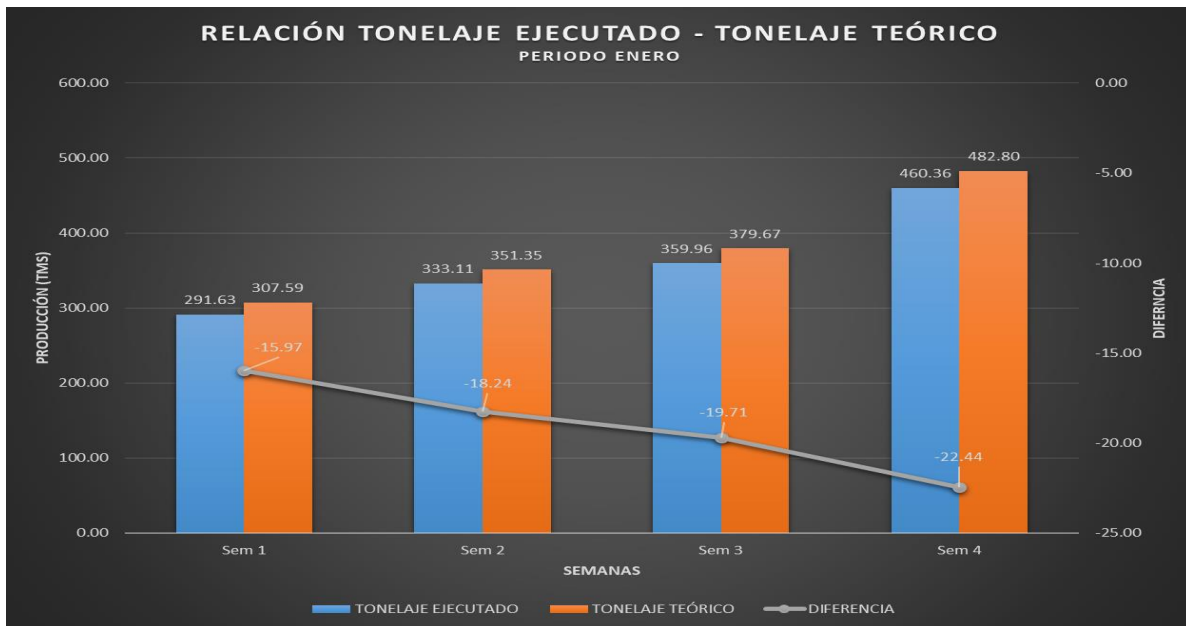


Figura 21. Relación de tonelaje ejecutado y teórico veta Esperanza, periodo enero

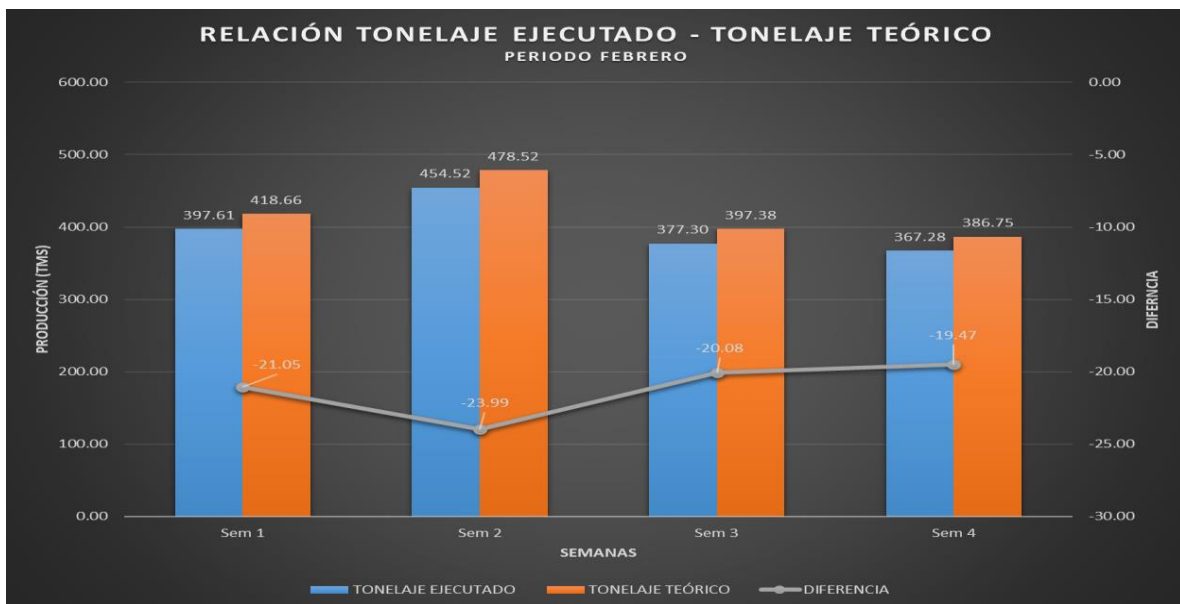


Figura 22. Relación de tonelaje ejecutado y teórico veta Esperanza, periodo febrero

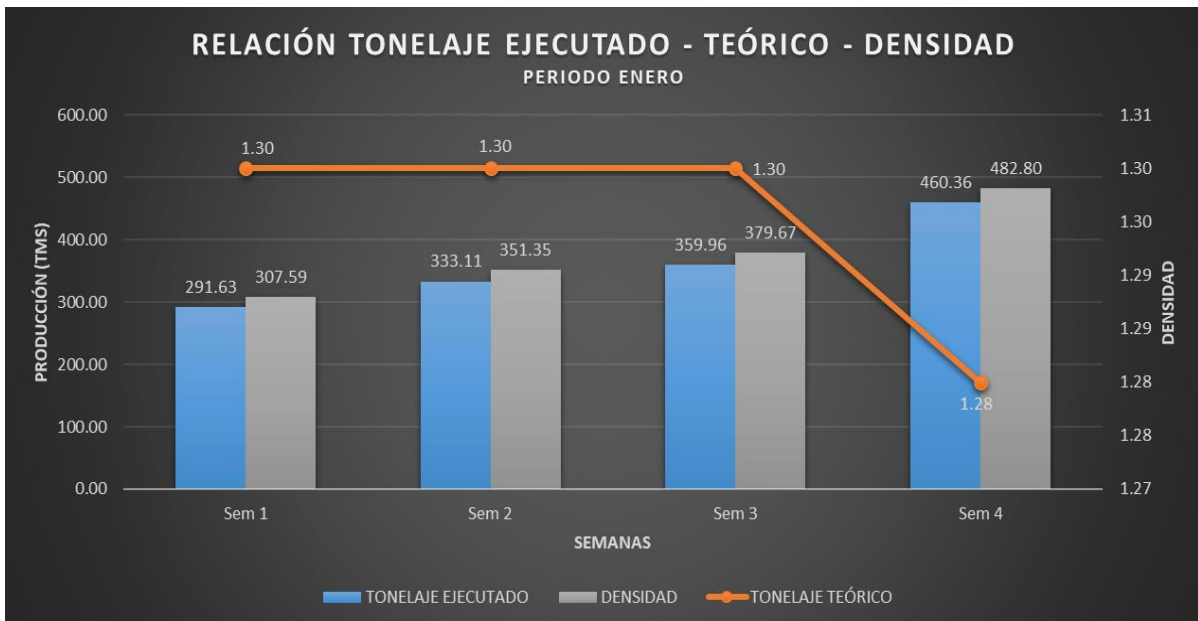


Figura 23. Relación de tonelaje ejecutado, teórico y densidad veta Esperanza, periodo enero

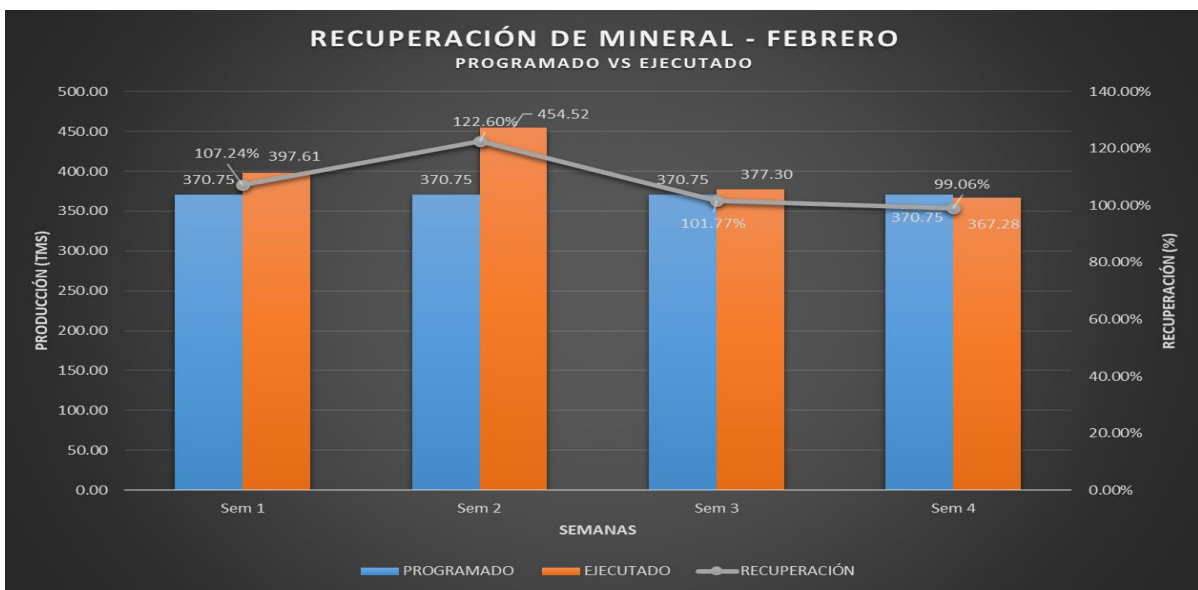


Figura 24. Relación de tonelaje ejecutado, teórico y densidad veta Esperanza, periodo febrero

• **Periodo enero – febrero:**

El tonelaje programado durante el periodo enero y febrero fue de 2,966.00 toneladas, ejecutándose un total de 3,041.77 con un nivel de cumplimiento del 102.55 %, este mayor tonelaje ejecutado está relacionado a la sobre rotura y su consecuente dilución.

El mayor tonelaje producido está relacionado directamente a una mayor dilución, siendo en este periodo de análisis de 0.61 %.

El total de carros U 35 promedio mensual durante el periodo enero y febrero fueron de 1260 carros, considerando un tonelaje teórico promedio de 1601.36 toneladas transportadas, siendo el tonelaje real transportado de 1,520.89 toneladas, con un déficit de – 80.47 toneladas mensuales.

• **Periodo marzo – junio:**

El tonelaje programado durante el periodo marzo a junio fue de 8,125.00 toneladas, ejecutándose un total de 7,560.67, con un nivel de cumplimiento del 93.05 %, este menor tonelaje ejecutado está relacionado al mejor control de la sobre rotura y control de la dilución.

El menor tonelaje producido está relacionado directamente a una menor dilución, siendo en este periodo de análisis de 0.01 %.

El total de carros U 35 promedio mensual durante el periodo marzo a junio fueron de 1,567 carros, considerando un tonelaje teórico promedio de 1,986.72 toneladas transportadas, siendo el tonelaje real transportado de 1,890.17 toneladas, con un déficit de – 96.55 toneladas mensuales.

La mejora de la productividad en relación al tonelaje producido y el control de la recuperación y dilución asociado directamente al ancho de minado sobre estructura y la densidad, favorecen a estos indicadores de mejora operacional.

✓ Periodo marzo a junio

Tabla 17. Análisis de producción real y teórica en la veta Esperanza, periodo marzo y abril

ANÁLISIS PRODUCCIÓN REAL Y TEÓRICO									
MES MARZO									
PERIODO	PRODUCCIÓN MINERAL REAL			RECUPERACIÓN	PRODUCCIÓN TEÓRICA			TON X CARRO U35	DIFERENCIA TONELAJE REAL - TEOR.
	PROGRAMADO	EJECUTADO			TOTAL CARROS	Densidad	TONELAJE TEÓRICO		
SEMANA	TMS	TMH	TMS	%	U35	Kg/m3	TMS		
Sem 1	368.06	332.02	315.42	85.70%	260	1.29	332.06	1.28	-16.64
Sem 2	368.06	406.70	386.37	104.97%	319	1.29	406.77	1.28	-20.40
Sem 3	368.06	364.50	346.27	94.08%	288	1.28	364.60	1.27	-18.33
Sem 4	525.81	610.10	579.59	110.23%	487	1.27	610.39	1.25	-30.80
TOTAL /PROMEDIO	1630.00	1,713.32	1,627.65	99.86%	1,354.00	1.28	1,713.82	1.27	-22.93

ANÁLISIS PRODUCCIÓN REAL Y TEÓRICO									
MES ABRIL									
PERIODO	PRODUCCIÓN MINERAL REAL			RECUPERACIÓN	PRODUCCIÓN TEÓRICA			TON X CARRO U35	DIFERENCIA TONELAJE REAL - TEOR.
	PROGRAMADO	EJECUTADO			TOTAL CARROS	Densidad	TONELAJE TEÓRICO		
SEMANA	TMS	TMH	TMS	%	U35	Kg/m3	TMS		
Sem 1	505.17	461.20	438.14	86.73%	369	1.26	461.37	1.25	-23.24
Sem 2	505.17	322.48	306.36	60.64%	261	1.25	322.62	1.24	-16.26
Sem 3	505.17	376.60	357.77	70.82%	293	1.31	379.53	1.30	-21.75
Sem 4	649.50	683.31	649.14	99.95%	541	1.28	683.42	1.26	-34.28
TOTAL /PROMEDIO	2165.00	1,843.59	1,751.41	80.90%	1,464.00	1.27	1,846.94	1.26	-25.81

Tabla 18. Análisis de producción real y teórica en la veta Esperanza, periodo mayo y junio

ANÁLISIS PRODUCCIÓN REAL Y TEÓRICO

MES MAYO

PERIODO	PRODUCCIÓN MINERAL REAL			RECUPERACIÓN	PRODUCCIÓN TEÓRICA			TON X CARRO U35	DIFERENCIA TONELAJE REAL - TEOR.
	PROGRAMADO	EJECUTADO			TOTAL CARROS	Densidad	TONELAJE TEÓRICO		
SEMANA	TMS	TMH	TMS	%	U35	Kg/m3	TMS	U35	
Sem 1	488.87	486.06	461.76	94.45%	382	1.29	486.18	1.27	-24.42
Sem 2	488.87	525.23	498.97	102.07%	412	1.29	525.36	1.28	-26.39
Sem 3	488.87	573.95	554.32	113.39%	451	1.29	574.14	1.27	-19.82
Sem 4	698.39	680.19	646.18	92.52%	536	1.28	680.34	1.27	-34.16
TOTAL /PROMEDIO	2165.00	2,265.43	2,161.23	99.83%	1,781.00	1.29	2,266.01	1.27	-26.61

ANÁLISIS PRODUCCIÓN REAL Y TEÓRICO

MES JUNIO

PERIODO	PRODUCCIÓN MINERAL REAL			RECUPERACIÓN	PRODUCCIÓN TEÓRICA			TON X CARRO U35	DIFERENCIA TONELAJE REAL - TEOR.
	PROGRAMADO	EJECUTADO			TOTAL CARROS	Densidad	TONELAJE TEÓRICO		
SEMANA	TMS	TMH	TMS	%	U35	Kg/m3	TMS	U35	
Sem 1	505.17	503.49	478.32	94.68%	396	1.28	503.65	1.27	-25.33
Sem 2	505.17	474.04	450.34	89.15%	371	1.29	474.06	1.28	-23.72
Sem 3	505.17	518.63	494.96	97.98%	408	1.28	518.82	1.27	-23.85
Sem 4	649.50	623.40	596.76	91.88%	492	1.28	623.57	1.27	-26.80
TOTAL /PROMEDIO	2165.00	2,119.56	2,020.38	93.32%	1,667.00	1.28	2,120.09	1.27	-25.05

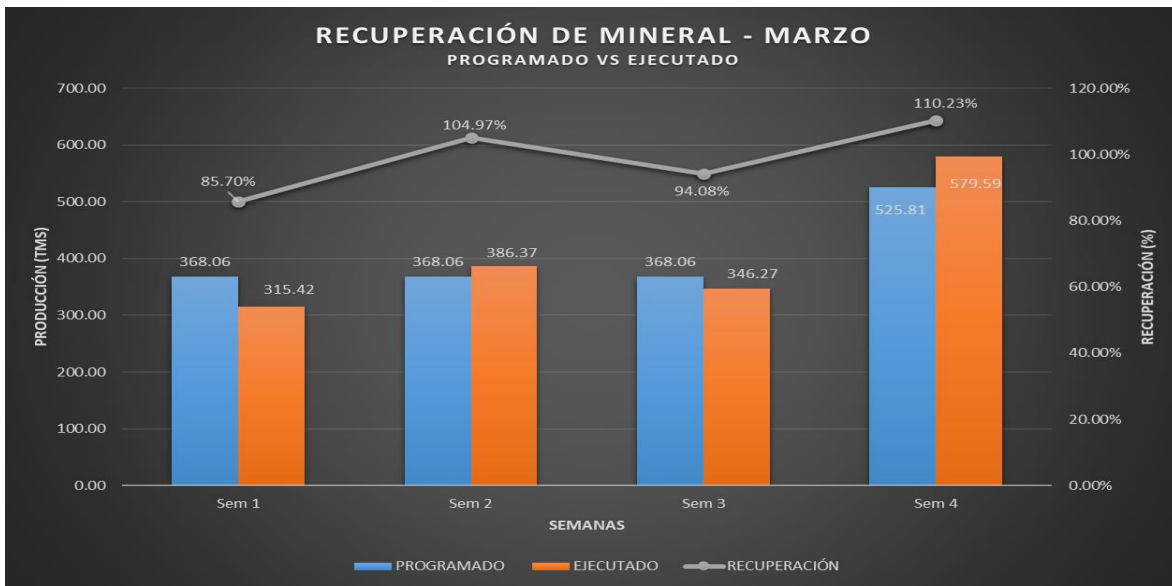


Figura 25. Recuperación de mineral programada y real veta Esperanza, periodo marzo

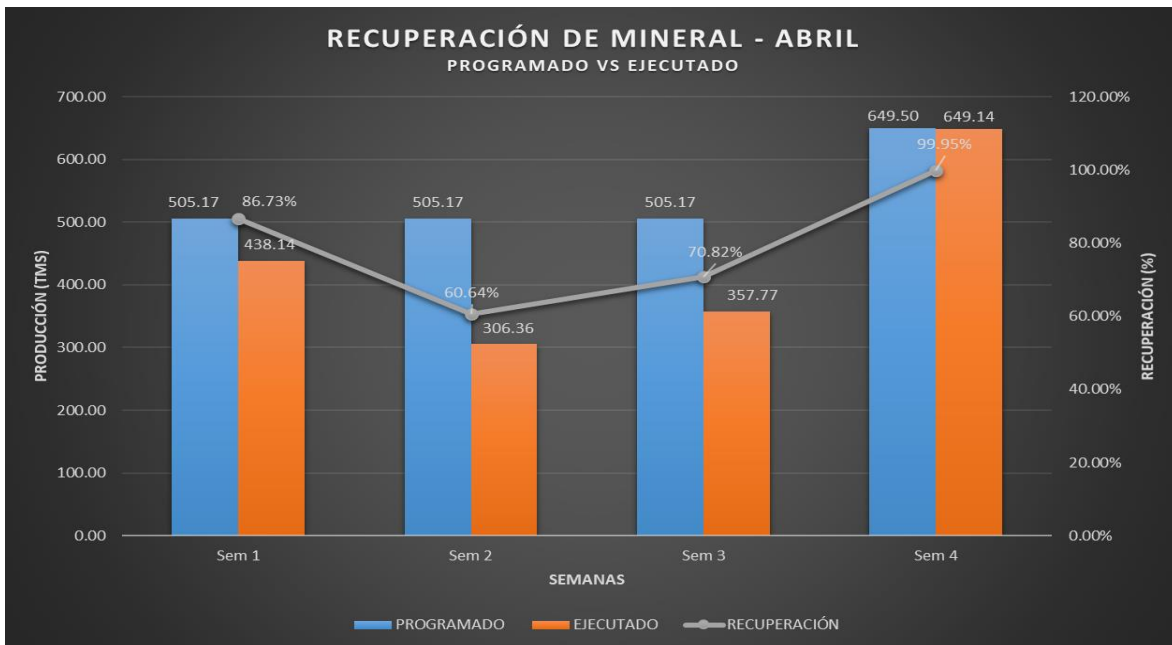


Figura 26. Recuperación de mineral programada y real veta Esperanza, periodo abril

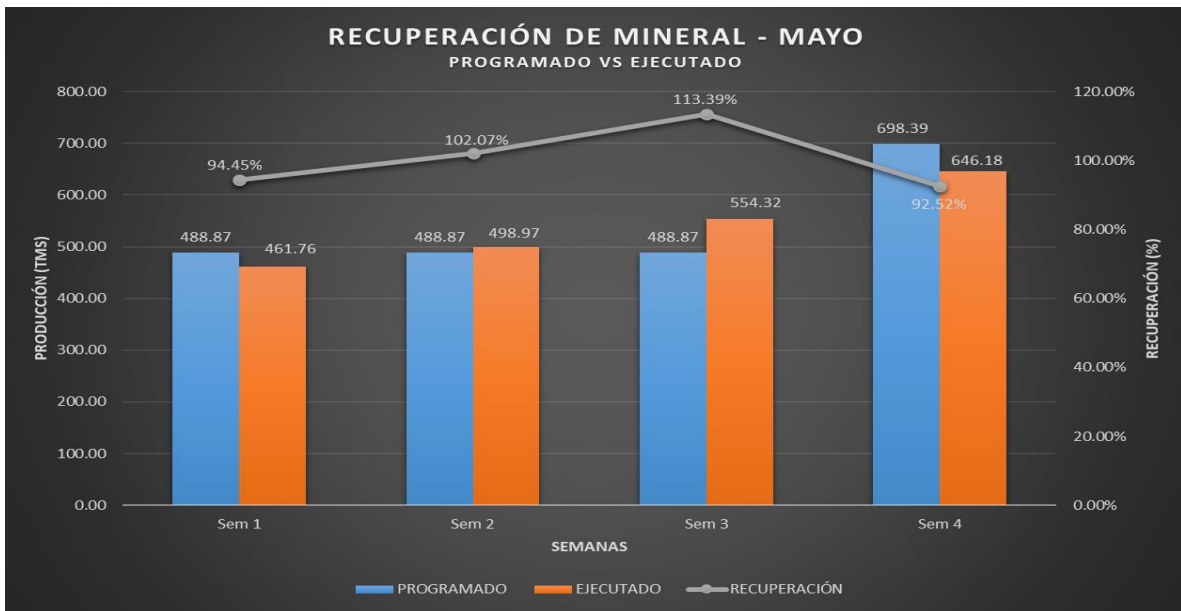


Figura 27. Recuperación de mineral programada y real veta Esperanza, periodo mayo

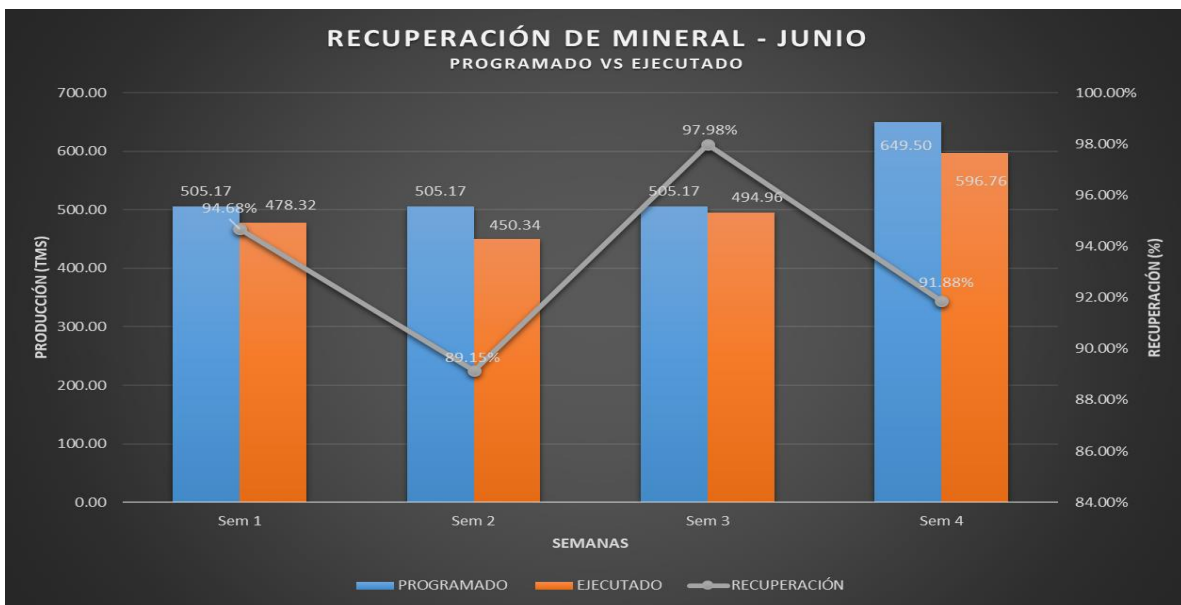


Figura 28. Recuperación de mineral programada y real veta Esperanza, periodo junio

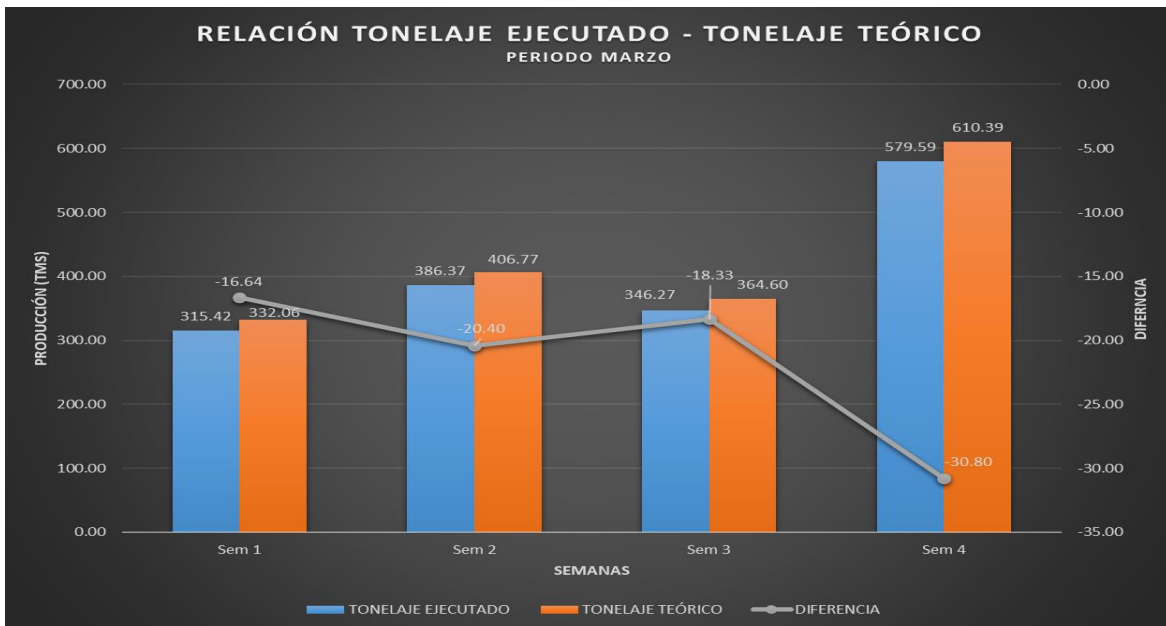


Figura 29. Relación tonelaje ejecutado y tonelaje teórico, veta Esperanza, periodo marzo

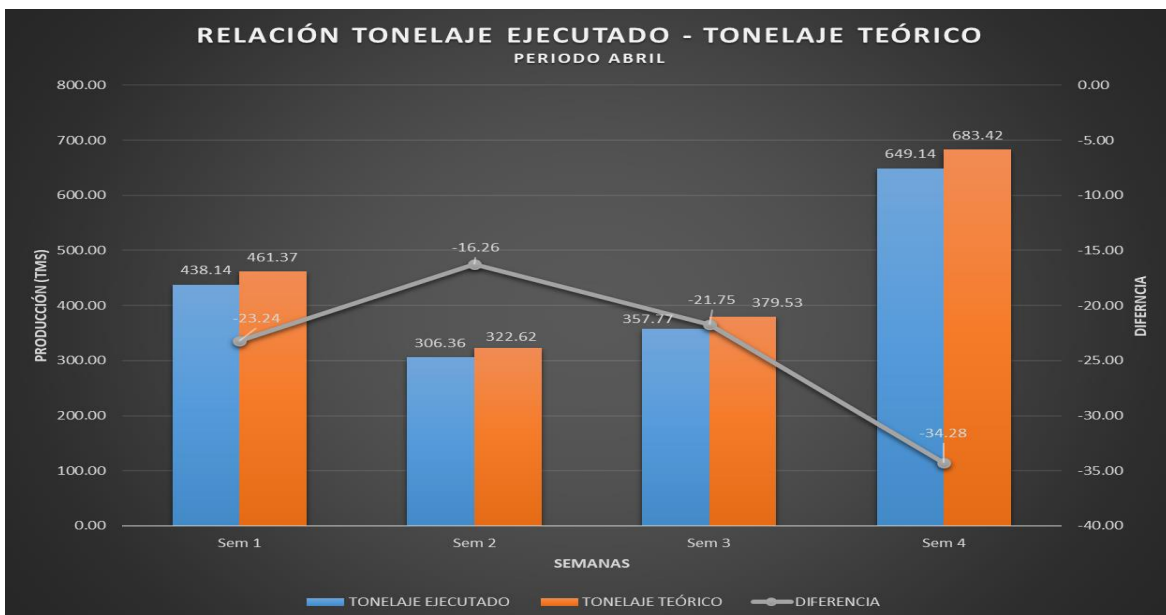


Figura 30. Relación tonelaje ejecutado y tonelaje teórico veta Esperanza, periodo abril

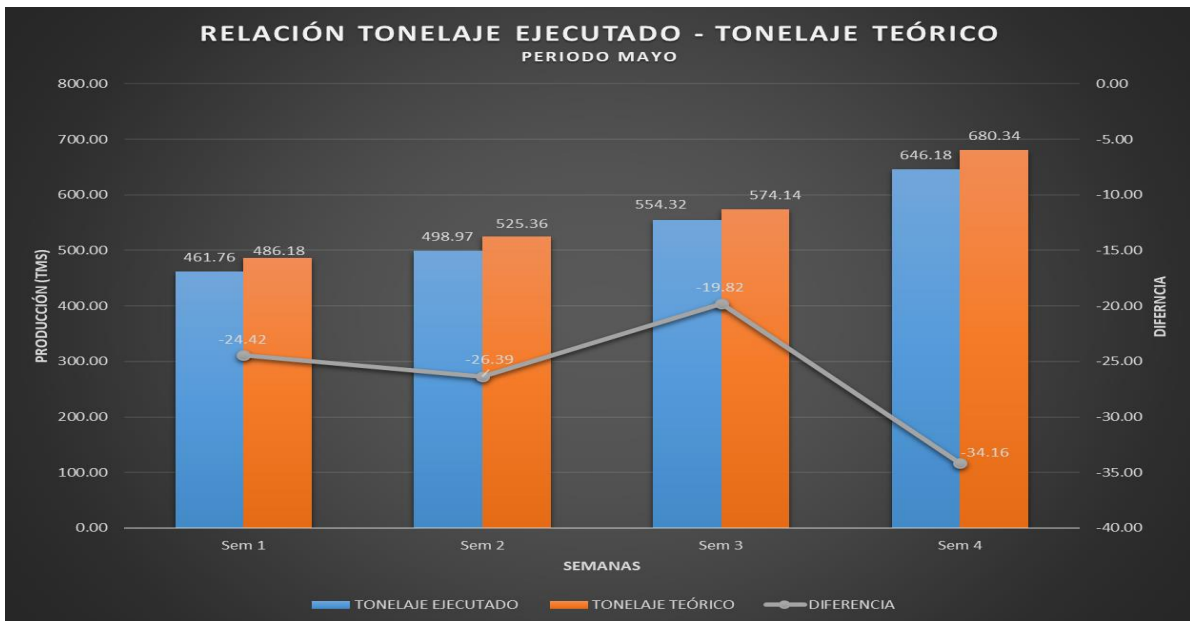


Figura 31. Relación tonelaje ejecutado y tonelaje teórico veta Esperanza, periodo mayo

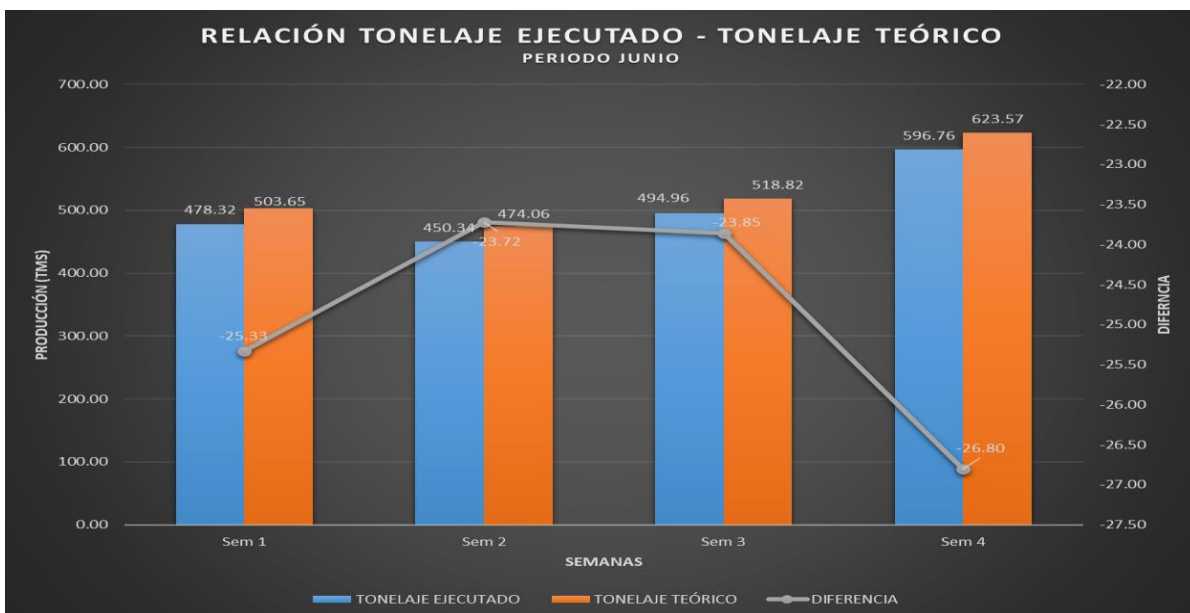


Figura 32. Relación tonelaje ejecutado y tonelaje teórico veta Esperanza, periodo junio

4.1.3. Análisis de las variables de perforación y voladura

El rendimiento de la perforación relacionada al tonelaje producido durante el periodo de estudio consideró un tonelaje ejecutado de 10,602.45 con un rendimiento promedio de 0.40 t/pie perforado.

Los rendimientos de perforación durante el tiempo de estudio de enero a junio, considera una longitud de barreno de 5 pies, con una longitud efectiva de perforación en 1.39 metros y una eficiencia de perforación del 94.10 % y un factor de potencia de 0.30 kg/t, considerando una densidad promedio de 1.28 kg/m³. Se realizó el análisis durante los periodos enero y febrero comparando con la mejora en los periodos marzo a junio.

Periodo enero – febrero: considera una producción promedio de 1,520.89 toneladas producidas, considera una eficiencia de perforación de 93.36 %, un factor de potencia promedio de 0.40 kg/t y un rendimiento de perforación promedio de 0.30 t/pie perforado. Este mayor factor de potencia durante este periodo, se relaciona directamente con la sobre rotura generando una mayor dilución y un rendimiento promedio menor comparado con el periodo de mejora marzo a junio.

Periodo marzo a junio: considera una producción promedio de 1,890.17 toneladas producidas, con un incremento de la producción mayores al periodo enero a febrero, este mayor tonelaje considera una eficiencia de perforación de 94.33 %, un factor de potencia promedio de 0.26 kg/t y un rendimiento de perforación promedio de 0.43 t/pie perforado. Esta mejora en el rendimiento de perforación producto de un mejor control de las variables operacionales optimiza y reduce los costos operacionales, incidiendo en el control de la dilución y mejorando el valor de mineral.

El mejor control de las variables operacionales como ancho de minado de la estructura mineralizada, factor de potencia, control de paralelismo de taladros permitieron una mejora de la productividad en la explotación de la veta Esperanza.

Tabla 19. Relación de producción y rendimiento de perforación en la veta Esperanza, periodo enero a junio

RELACIÓN PRODUCCIÓN - RENDIMIENTO PERFORACIÓN								
PERIODO ENERO A JUNIO								
MES	TMS PROGRAMADO	TMS EJECUTADO	RECUPERACIÓN	DILUCIÓN (%)	EFICIENCIA PERF.(%)	FACTOR POTENCIA	REND.(Tm/Pie Perf)	DENSIDAD
ENERO	1,483	1,445	97.44%	0.5	92.84%	0.51	0.22	1.29
FEBRERO	1,483	1,597	107.67%	0.8	93.88%	0.30	0.39	1.28
MARZO	1,630	1,628	99.86%	0.0	93.38%	0.24	0.41	1.28
ABRIL	2,165	1,751	80.90%	0.0	94.15%	0.25	0.39	1.27
MAYO	2,165	2,161	99.83%	0.0	94.64%	0.27	0.44	1.29
JUNIO	2,165	2,020	93.32%	0.0	95.15%	0.27	0.51	1.29
TOTAL	11,091	10,602	95.60%	0.19	94.10%	0.30	0.40	1.28

Tabla 20. Análisis de rendimientos de perforación y voladura en la veta Esperanza, periodo enero a junio

ANÁLISIS RENDIMIENTOS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA										
PERIODO ENERO A JUNIO										
PERIODO	PRODUCCIÓN MINERAL REAL		RECUPERACIÓN	DILUCIÓN	RENDIMIENTOS DE PERFORACIÓN			RENDIMIENTOS DE VOLADURA		DENSIDAD Kg/m3
	PROGRAMADO	EJECUTADO			LONG. BARRENO	LONG. EFECT. PERF.	EFICIENCIA PERFOR.	FACTOR POTENCIA	(Tm/Pie Perf)	
MES	TMS	TMS	%	%	Pies	metros	%	(Kg/Tm)		
ENERO	1,483	1,445	97.44%	0.5	5	1.39	92.84%	0.51	0.22	1.29
FEBRERO	1,483	1,597	107.67%	0.8	5	1.41	93.88%	0.30	0.39	1.28
MARZO	1,630	1,628	99.86%	0.0	5	1.29	93.38%	0.24	0.41	1.28
ABRIL	2,165	1,751	80.90%	0.0	5	1.43	94.15%	0.25	0.39	1.27
MAYO	2,165	2,161	99.83%	0.0	4	1.27	94.64%	0.27	0.44	1.29
JUNIO	2,165	2,020	93.32%	0.0	5	1.37	95.15%	0.20	0.51	1.29
TOTAL /PROMEDIO	11091.00	10,602.45	95.60%	0.19	5	1.36	94.10%	0.29	0.40	1.28

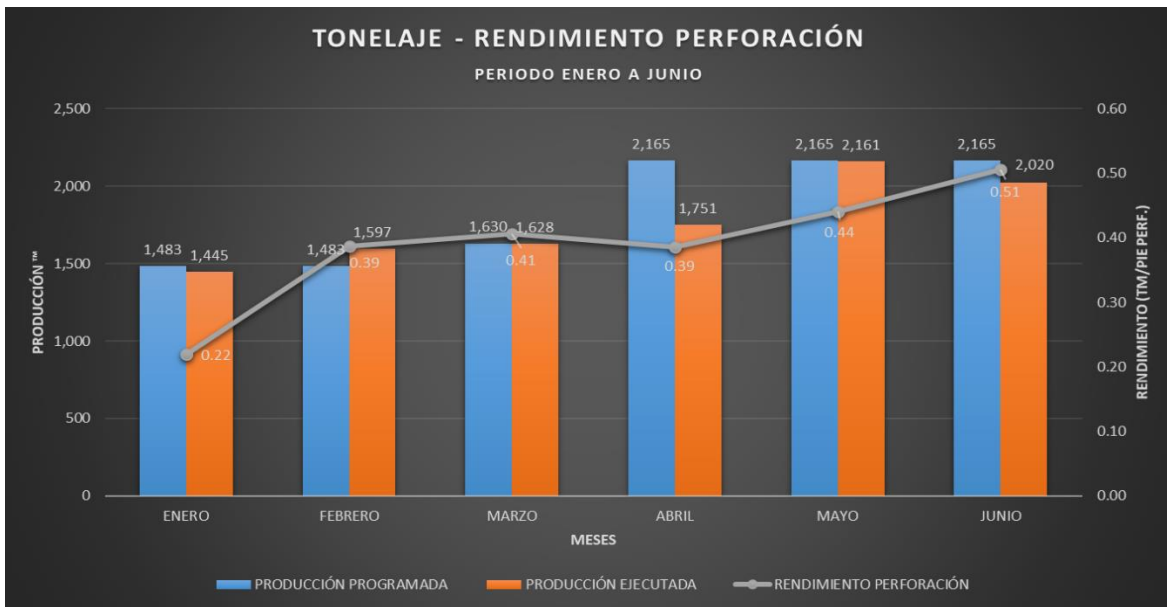


Figura 33. Relación tonelaje ejecutado y rendimiento de perforación veta Esperanza, periodo enero a junio

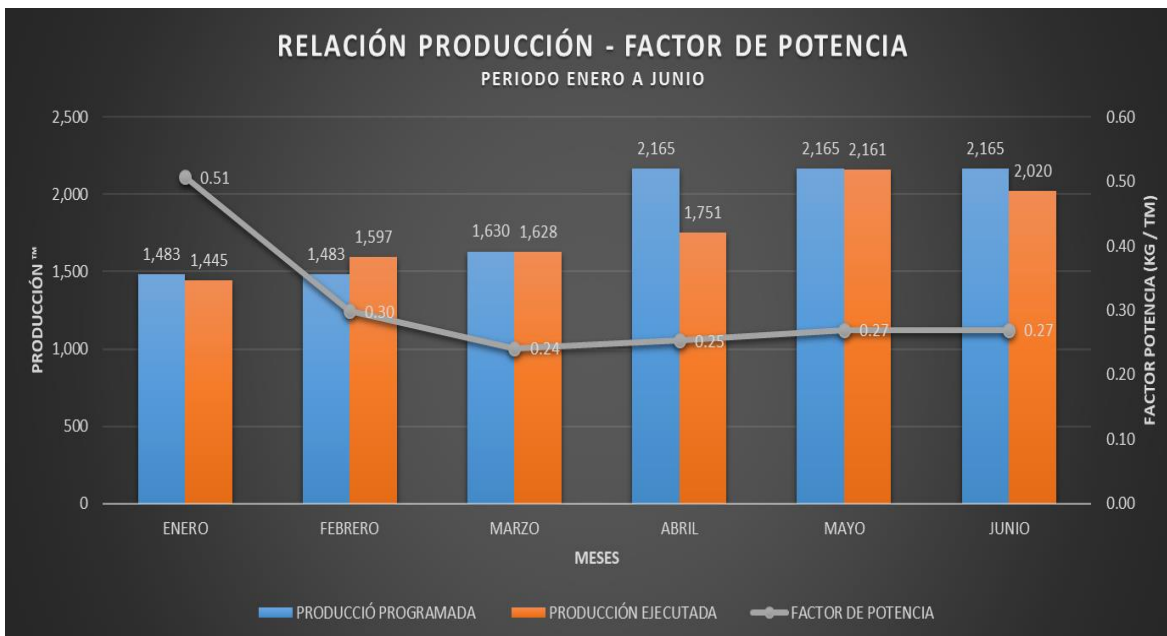


Figura 34. Relación tonelaje ejecutado y factor de potencia veta Esperanza, periodo enero a junio

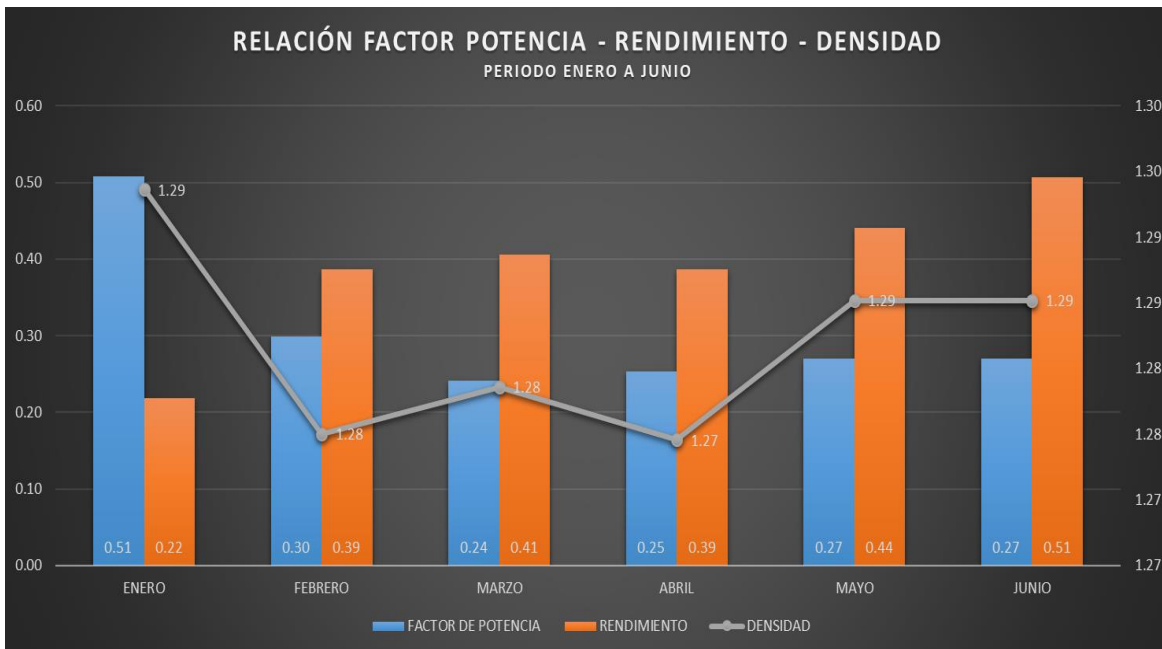


Figura 35. Relación factor de potencia, rendimiento de perforación y densidad, veta Esperanza, periodo enero a junio

El análisis de las variables de dilución y recuperación de mineral para la mejora de la productividad en la veta Esperanza permitió analizar variables que inciden directamente con esta mejora, como el factor de potencia y la densidad, durante el periodo de estudio.

Como se observa en la figura correspondiente, el descenso del factor de potencia varía desde valores máximos de 0.51 kg/t durante el mes de enero a valores mínimos de 0.20 kg/t en el mes de junio, estos valores están muy relacionados con la dilución con valores máximos en el mismo periodo de enero con 0.5 % en el mes de enero y con valores mínimos de 0.04 % en el mes de junio.

Este control de la dilución en periodos de estudio enero y febrero donde se tuvieron máximos de dilución en 0.61%, se pudo controlar con una mejor supervisión en la perforación y voladura, controlando el paralelismo de taladro y el factor de potencia evitando la sobre rotura durante el periodo de estudio.

a) Análisis mensual de rendimiento de perforación y voladura

✓ Periodo enero y febrero

Tabla 21. Análisis de rendimientos de perforación y voladura en la veta Esperanza, periodo enero

ANÁLISIS RENDIMIENTOS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA										
MES ENERO										
PERIODO	PRODUCCIÓN MINERAL REAL			RECUPERACIÓN	RENDIMIENTOS DE PERFORACIÓN			RENDIMIENTOS DE VOLADURA		DENSIDAD Kg/m ³
	PROGRAMADO	EJECUTADO			LONG. BARRENO	LONG. EFECT. PERF.	EFICIENCIA PERFOR.	FACTOR POTENCIA	(Tm/Pie Perf)	
SEMANA	TMS	TMH	TMS	%	Pies	metros	%	(Kg/Tm)		
Sem 1	334.87	306.98	291.63	87.09%	5	1.39	92.83%	0.49	0.20	1.30
Sem 2	334.87	350.65	333.11	99.48%	5	1.42	93.09%	0.55	0.19	1.30
Sem 3	334.87	378.90	359.96	107.49%	5	1.41	92.43%	0.50	0.20	1.30
Sem 4	478.39	484.59	460.36	96.23%	5	1.36	92.97%	0.49	0.27	1.28
TOTAL /PROMEDIO	1483.00	1,521.12	1,445.06	97.44%	5	1.39	92.84%	0.51	0.22	1.29

Tabla 22. Análisis de rendimientos de perforación y voladura en la veta Esperanza, periodo febrero

ANÁLISIS RENDIMIENTOS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA										
MES FEBRERO										
PERIODO	PRODUCCIÓN MINERAL REAL			RECUPERACIÓN	RENDIMIENTOS DE PERFORACIÓN			RENDIMIENTOS DE VOLADURA		DENSIDAD Kg/m ³
	PROGRAMADO	EJECUTADO			LONG. BARRENO	LONG. EFECT. PERF.	EFICIENCIA PERFOR.	FACTOR POTENCIA	(Tm/Pie Perf)	
SEMANA	TMS	TMH	TMS	%	Pies	metros	%	(Kg/Tm)		
Sem 1	370.75	418.54	397.61	107.24%	5	1.44	94.18%	0.26	0.41	1.28
Sem 2	370.75	478.44	454.52	122.60%	5	1.41	93.53%	0.33	0.37	1.28
Sem 3	370.75	397.16	377.30	101.77%	5	1.41	93.78%	0.30	0.38	1.27
Sem 4	370.75	386.61	367.28	99.06%	5	1.39	94.09%	0.30	0.39	1.27
TOTAL /PROMEDIO	1483.00	1,680.75	1,596.71	107.67%	5	1.41	93.88%	0.30	0.39	1.28

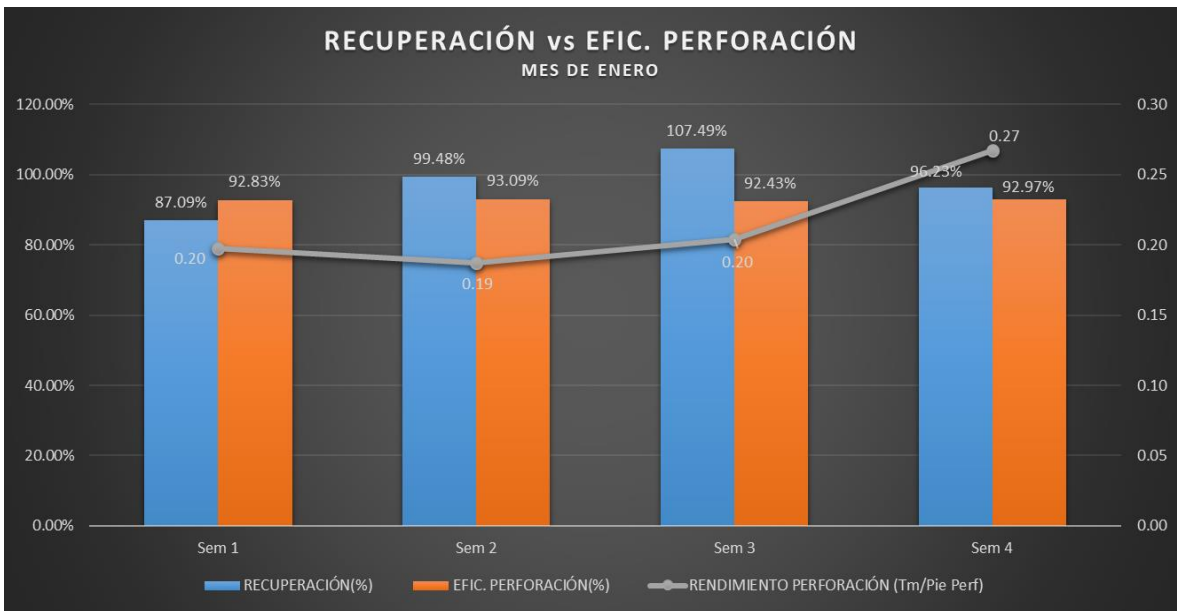


Figura 36. Relación recuperación, eficiencia y rendimiento de perforación veta Esperanza, mes de enero

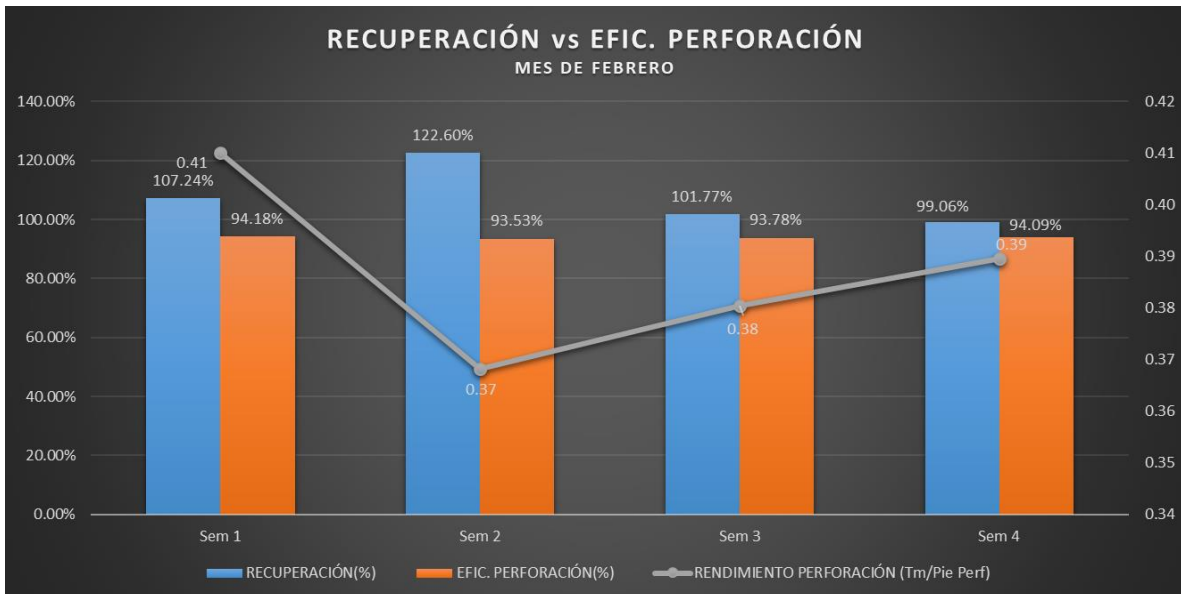


Figura 37. Relación recuperación, eficiencia y rendimiento de perforación veta Esperanza, mes de febrero

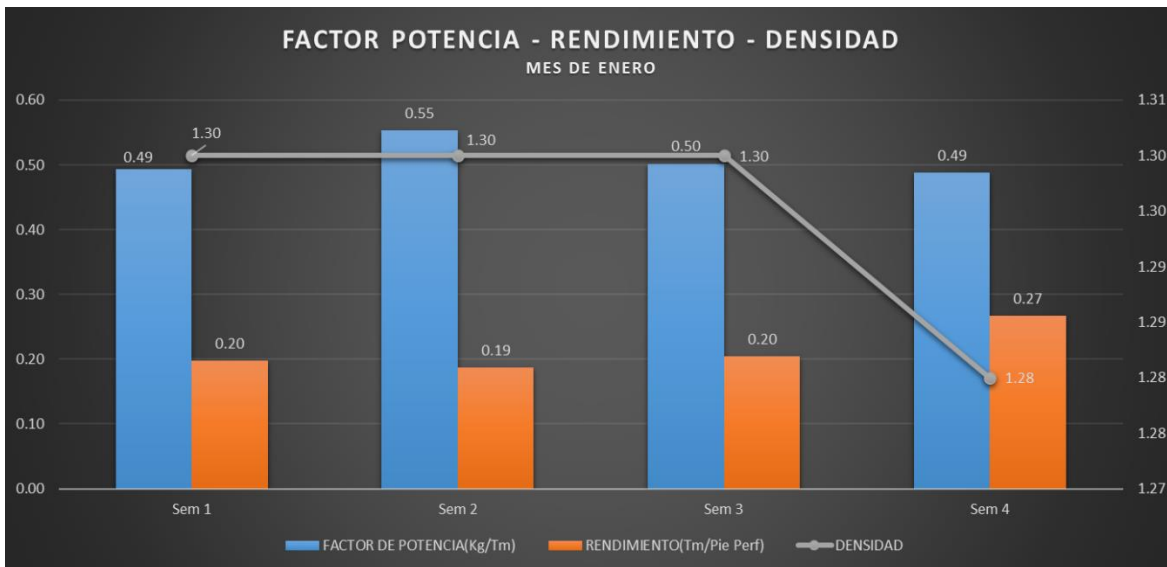


Figura 38. Relación factor potencia, rendimiento de perforación y densidad, veta Esperanza, mes de enero.

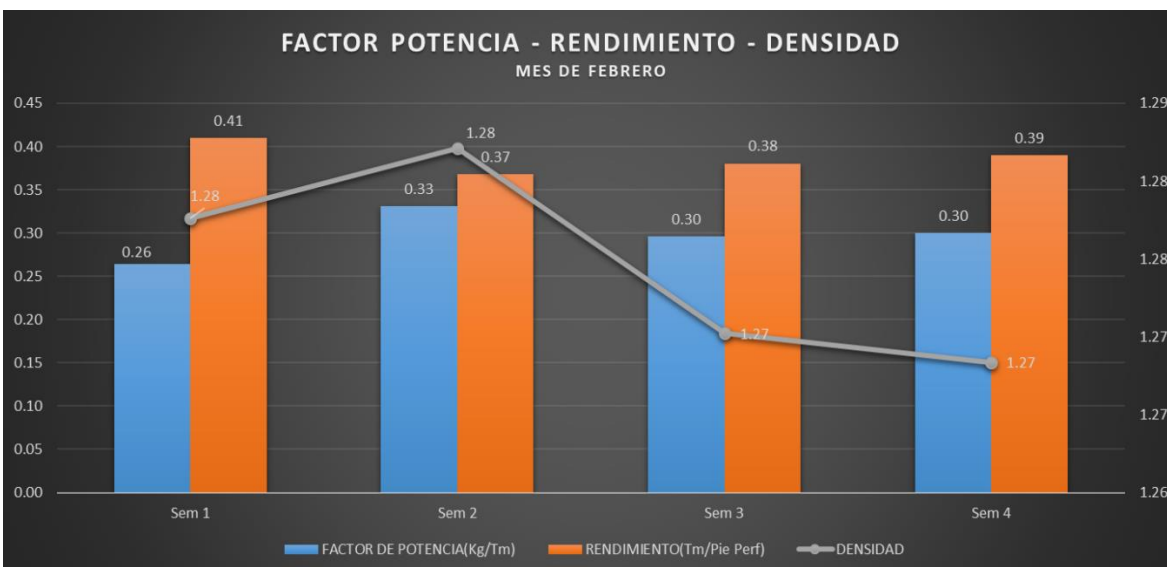


Figura 39. Relación factor potencia, rendimiento de perforación y densidad veta Esperanza, mes de febrero

✓ Periodo marzo a junio

Tabla 23. Análisis de rendimientos de perforación y voladura en la veta Esperanza, periodo marzo

ANÁLISIS RENDIMIENTOS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA										
MES MARZO										
PERIODO	PRODUCCIÓN MINERAL REAL			RECUPERACIÓN	RENDIMIENTOS DE PERFORACIÓN			RENDIMIENTOS DE VOLADURA		DENSIDAD Kg/m3
	PROGRAMADO	EJECUTADO			LONG. BARRENO	LONG. EFECT. PERF.	EFICIENCIA PERFOR.	FACTOR POTENCIA	(Tm/Pie Perf)	
SEMANA	TMS	TMH	TMS	%	Pies	metros	%	(Kg/Tm)		
Sem 1	368.06	332.02	315.42	85.70%	4	1.24	93.28%	0.19	0.56	1.29
Sem 2	368.06	406.70	386.37	104.97%	5	1.34	93.84%	0.22	0.38	1.29
Sem 3	368.06	364.50	346.27	94.08%	4	1.25	92.68%	0.25	0.38	1.28
Sem 4	525.81	610.10	579.59	110.23%	5	1.30	93.56%	0.27	0.36	1.27
TOTAL /PROMEDIO	1630.00	1,713.32	1,627.65	99.86%	5	1.29	93.38%	0.24	0.41	1.28

Tabla 24. Análisis de rendimientos de perforación y voladura en la veta Esperanza, periodo abril.

ANÁLISIS RENDIMIENTOS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA										
MES ABRIL										
PERIODO	PRODUCCIÓN MINERAL REAL			RECUPERACIÓN	RENDIMIENTOS DE PERFORACIÓN			RENDIMIENTOS DE VOLADURA		DENSIDAD Kg/m3
	PROGRAMADO	EJECUTADO			LONG. BARRENO	LONG. EFECT. PERF.	EFICIENCIA PERFOR.	FACTOR POTENCIA	(Tm/Pie Perf)	
SEMANA	TMS	TMH	TMS	%	Pies	metros	%	(Kg/Tm)		
Sem 1	505.17	461.20	438.14	86.73%	5	1.44	94.32%	0.24	0.41	1.26
Sem 2	505.17	322.48	306.36	60.64%	5	1.44	94.33%	0.24	0.45	1.25
Sem 3	505.17	376.60	357.77	70.82%	5	1.44	94.22%	0.27	0.34	1.31
Sem 4	649.50	683.31	649.14	99.95%	5	1.43	93.92%	0.26	0.37	1.28
TOTAL /PROMEDIO	2165.00	1,843.59	1,751.41	80.90%	5	1.43	94.15%	0.25	0.39	1.27

Tabla 25. Análisis de rendimientos de perforación y voladura en la veta Esperanza, periodo mayo

ANÁLISIS RENDIMIENTOS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA										
MES MAYO										
PERIODO	PRODUCCIÓN MINERAL REAL			RECUPERACIÓN	RENDIMIENTOS DE PERFORACIÓN			RENDIMIENTOS DE VOLADURA		DENSIDAD Kg/m3
	PROGRAMADO	EJECUTADO			LONG. BARRENO	LONG. EFECT. PERF.	EFICIENCIA PERFOR.	FACTOR POTENCIA	(Tm/Pie Perf)	
SEMANA	TMS	TMH	TMS	%	Pies	metros	%	(Kg/Tm)		
Sem 1	488.87	486.06	461.76	94.45%	5	1.31	95.55%	0.30	0.36	1.29
Sem 2	488.87	525.23	498.97	102.07%	5	1.37	91.62%	0.25	0.39	1.29
Sem 3	488.87	573.95	554.32	113.39%	4	1.28	94.43%	0.26	0.48	1.29
Sem 4	698.39	680.19	646.18	92.52%	4	1.15	96.51%	0.27	0.50	1.28
TOTAL /PROMEDIO	2165.00	2,265.43	2,161.23	99.83%	4	1.27	94.64%	0.27	0.44	1.29

Tabla 26. Análisis de rendimientos de perforación y voladura en la veta Esperanza, periodo junio

ANÁLISIS RENDIMIENTOS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA										
MES JUNIO										
PERIODO	PRODUCCIÓN MINERAL REAL			RECUPERACIÓN	RENDIMIENTOS DE PERFORACIÓN			RENDIMIENTOS DE VOLADURA		DENSIDAD Kg/m3
	PROGRAMADO	EJECUTADO			LONG. BARRENO	LONG. EFECT. PERF.	EFICIENCIA PERFOR.	FACTOR POTENCIA	(Tm/Pie Perf)	
SEMANA	TMS	TMH	TMS	%	Pies	metros	%	(Kg/Tm)		
Sem 1	488.87	486.06	461.76	94.45%	4	1.24	96.15%	0.20	0.47	1.29
Sem 2	488.87	525.23	498.97	102.07%	5	1.44	94.43%	0.18	0.57	1.29
Sem 3	488.87	573.95	554.32	113.39%	5	1.44	94.48%	0.22	0.52	1.29
Sem 4	698.39	680.19	646.18	92.52%	5	1.36	95.57%	0.21	0.47	1.28
TOTAL /PROMEDIO	2165.00	2,265.43	2,161.23	99.83%	5	1.37	95.15%	0.20	0.51	1.29

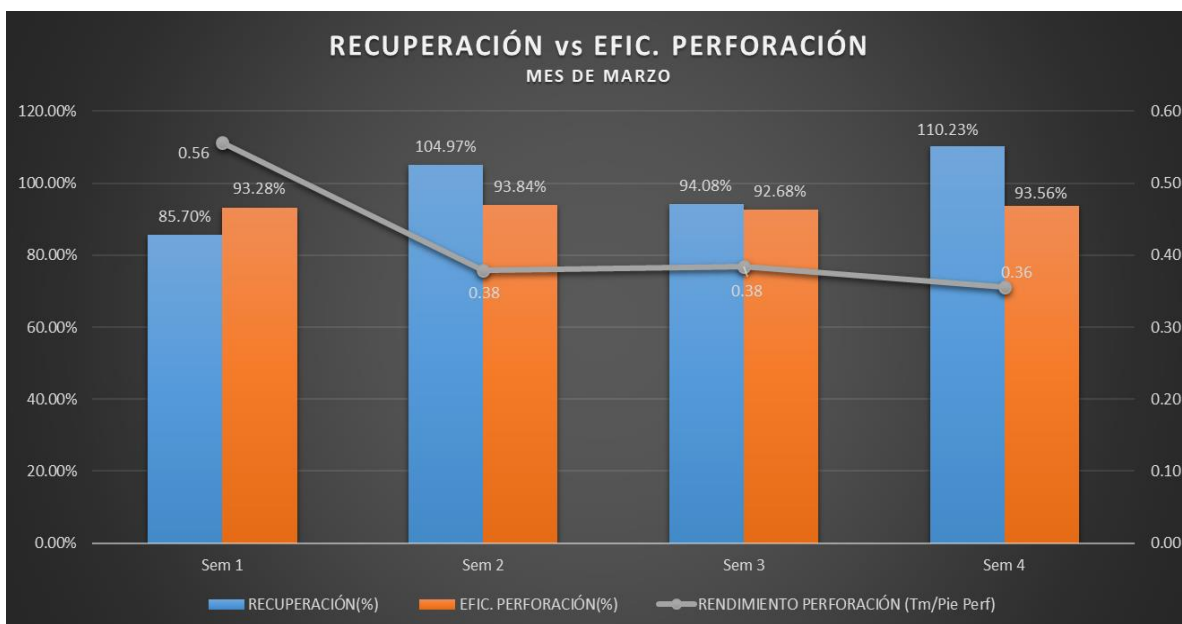


Figura 40. Relación recuperación, eficiencia y rendimiento de perforación veta Esperanza, mes de marzo

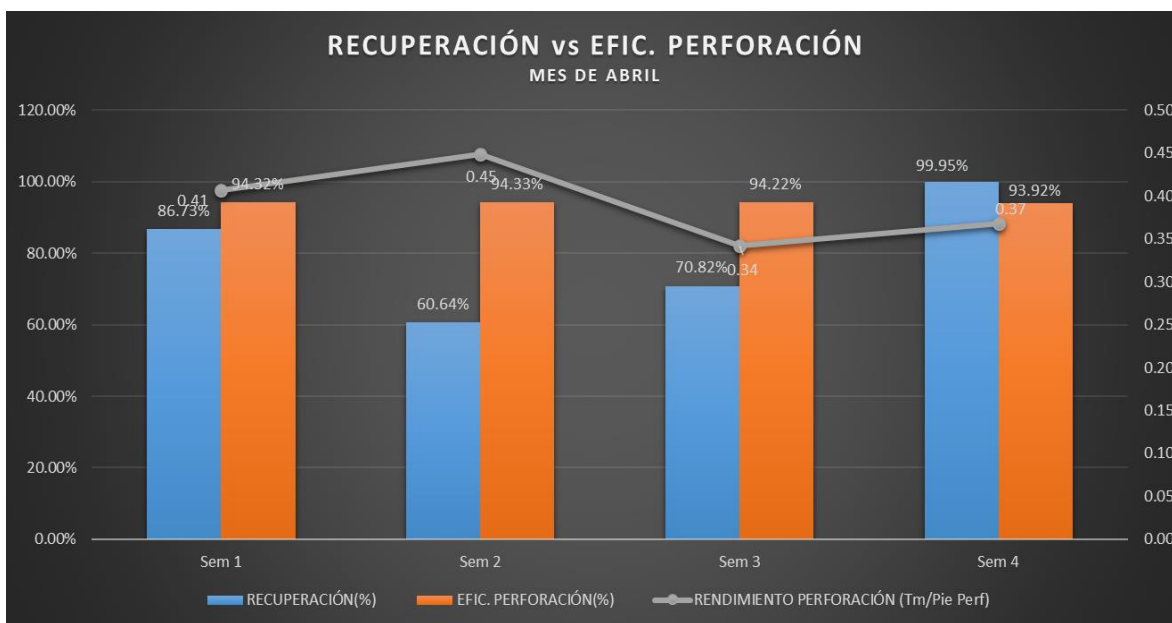


Figura 41. Relación recuperación, eficiencia y rendimiento de perforación veta Esperanza, mes de abril

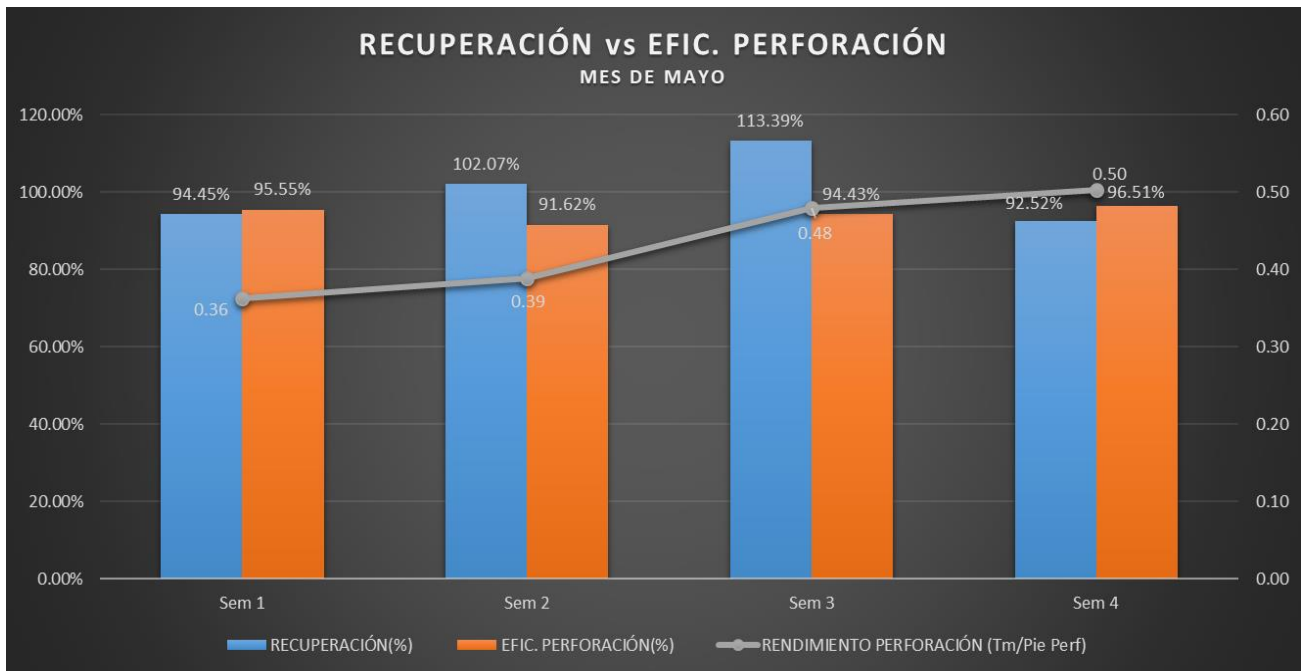


Figura 42. Relación recuperación, eficiencia y rendimiento de perforación veta Esperanza, mes de mayo

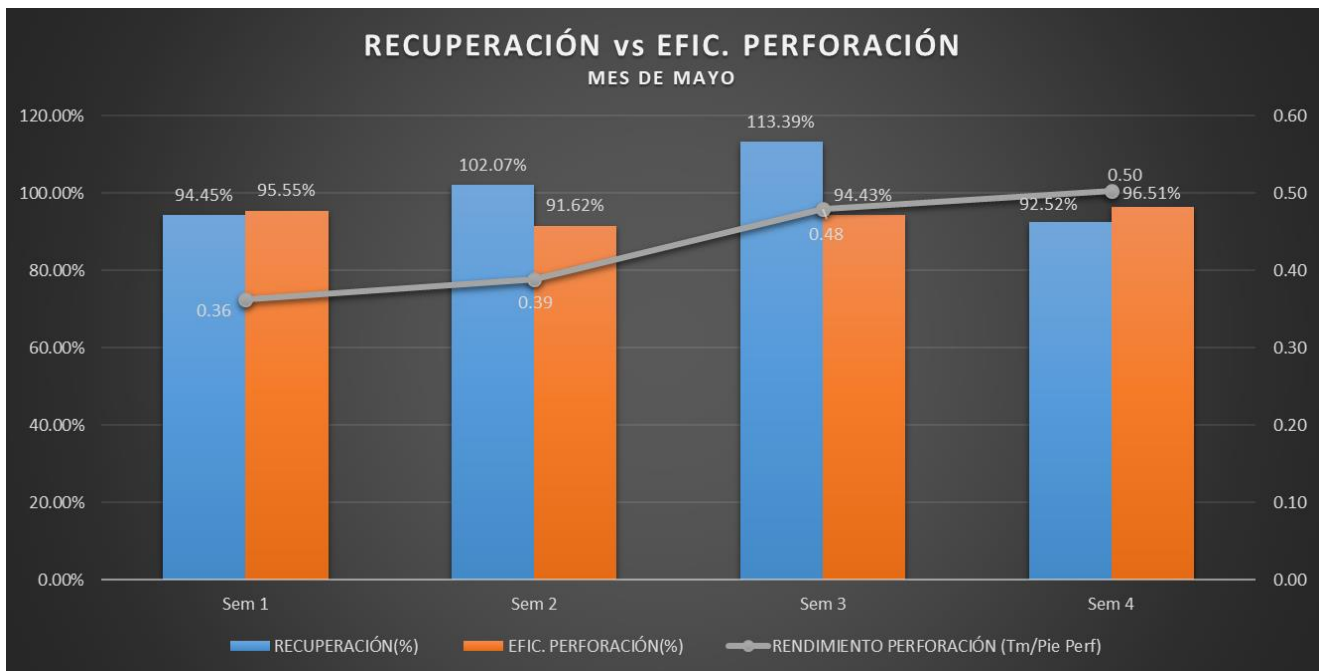


Figura 43. Relación recuperación, eficiencia y rendimiento de perforación veta Esperanza, mes de junio

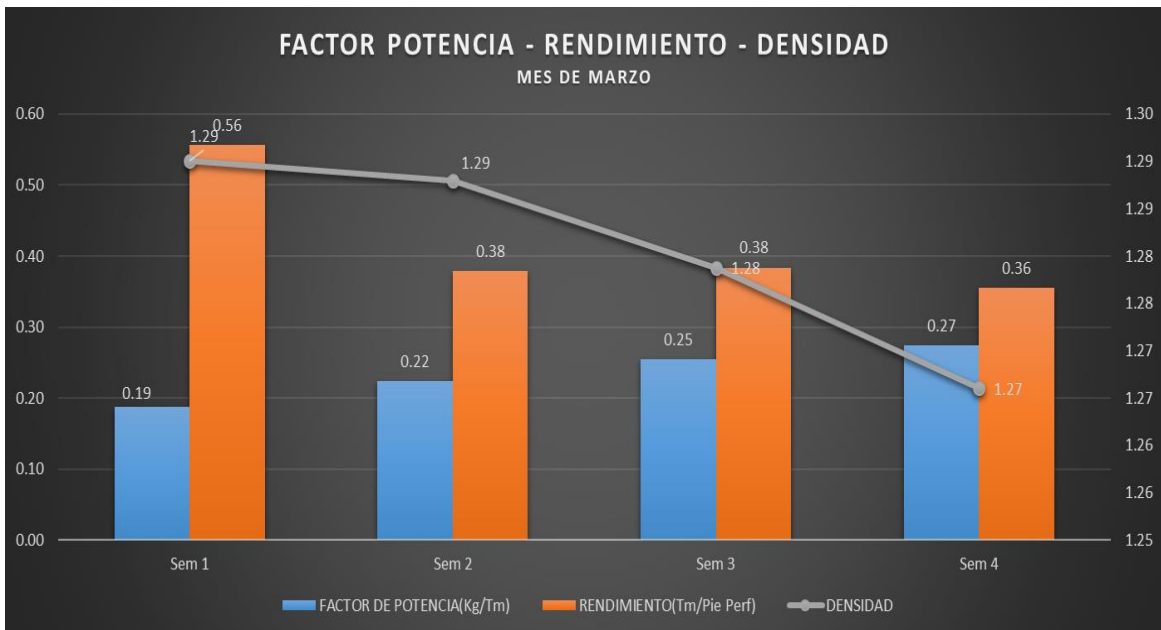


Figura 44. Relación factor potencia, rendimiento de perforación y densidad veta Esperanza, mes de marzo

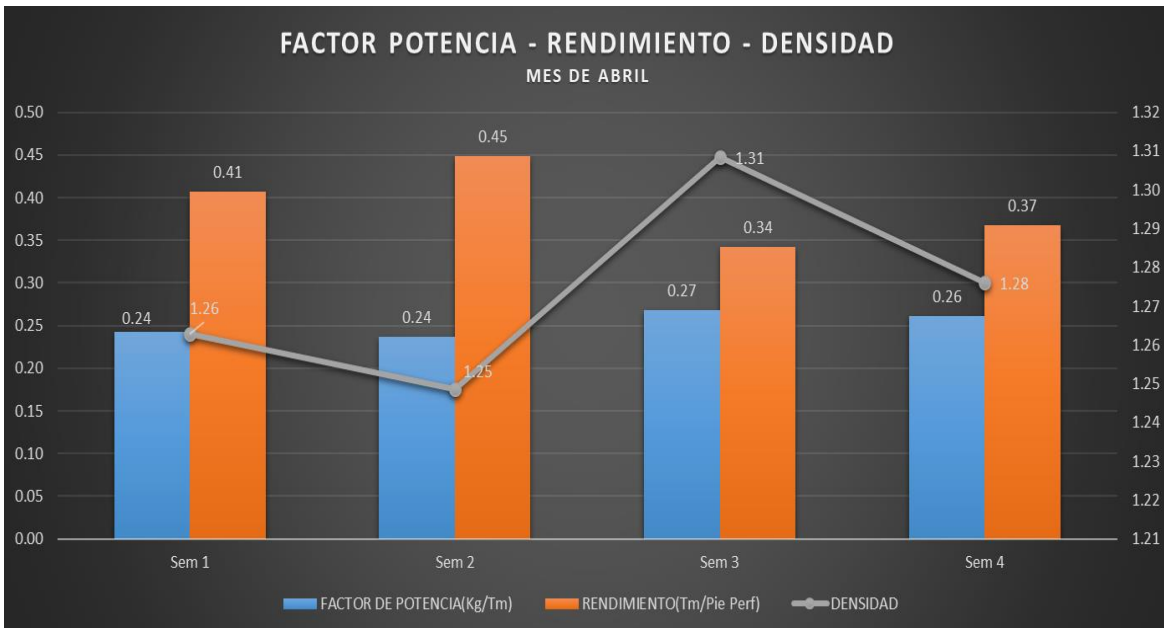


Figura 45. Relación factor potencia, rendimiento de perforación y densidad veta Esperanza, mes de abril

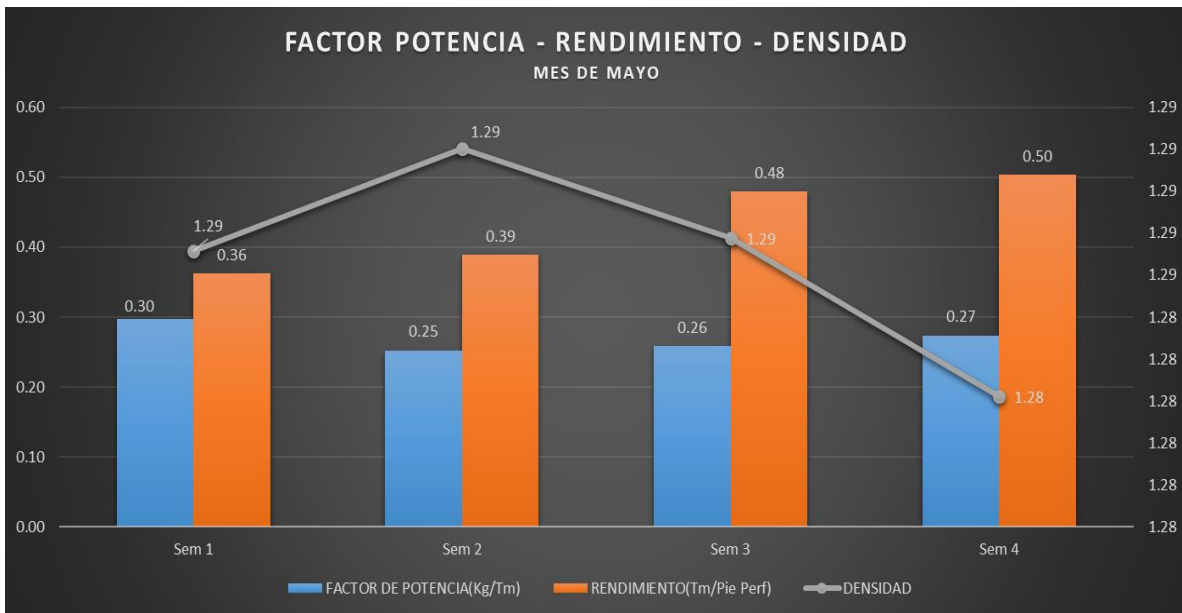


Figura 46. Relación factor potencia, rendimiento de perforación y densidad veta Esperanza, mes de mayo

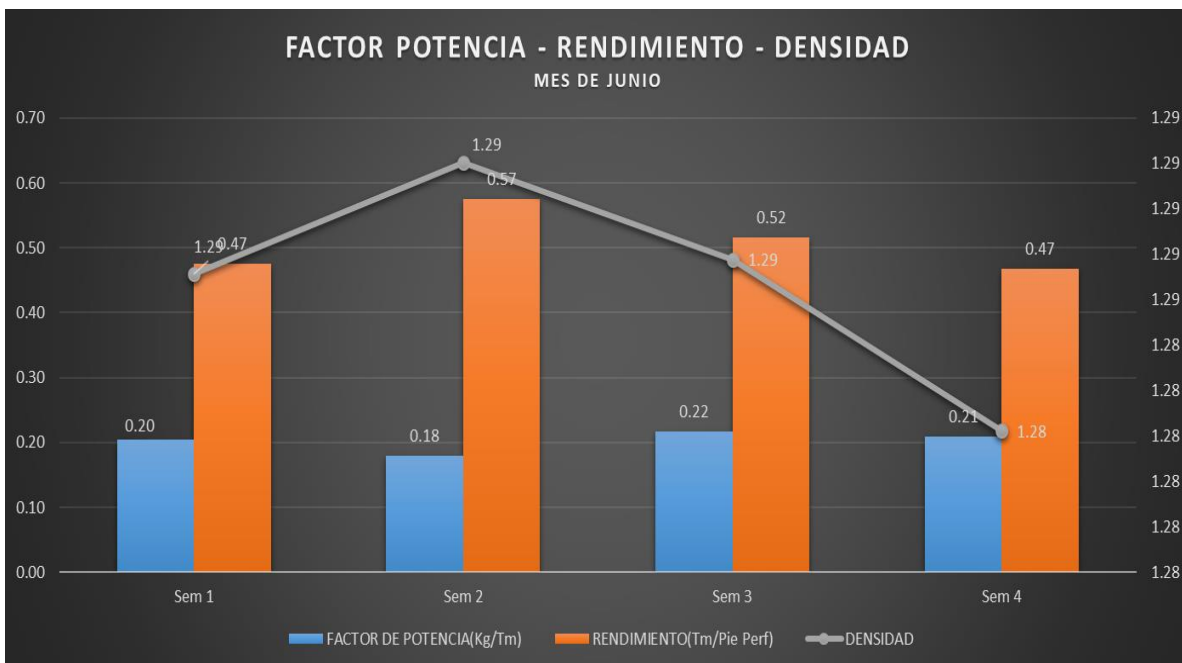


Figura 47. Relación factor potencia, rendimiento de perforación y densidad veta Esperanza, mes de junio

• Periodo enero – febrero:

El tonelaje programado durante el periodo enero y febrero fue de 2,966.00 toneladas, ejecutándose un total de 3,041.77, con un nivel de cumplimiento del

102.55 %, este mayor tonelaje ejecutado está relacionado a la sobre rotura y su consecuente dilución.

La sobre rotura está relacionado a variables de perforación y voladura, siendo la eficiencia de perforación en este periodo de análisis del 93.36 %. Asimismo, esta sobre rotura está relacionado directamente al factor de potencia siendo el promedio en este periodo de enero y febrero de 0.40 kg/t, generando un mayor consumo y mayores costos de perforación y voladura en este periodo comparado con el periodo marzo a junio.

El rendimiento de perforación generado en este periodo de análisis está en el orden de 0.30 t/pie perforado, habría que tener en consideración este rendimiento ya que se genera mayor sobre rotura y una dilución mayor con respecto al otro periodo de análisis marzo a junio.

• **Periodo marzo – junio:**

El tonelaje programado durante el periodo marzo a junio fue de 8,125.00 toneladas, ejecutándose un total de 7,560.67, con un nivel de cumplimiento del 93.05 %, este menor tonelaje ejecutado está relacionado al mejor control de la sobre rotura y control de la dilución.

La sobre rotura es menor en este periodo considerando una mayor eficiencia de perforación en 94.33 %, asociado principalmente a un menor factor de potencia en 0.25 kg/t, siendo la dilución mucho menor en este periodo generando un menor costo de perforación y voladura.

El rendimiento de perforación generado en este periodo de análisis está en el orden de 0.43 t/pie perforado, generando un mejor control en la sobre rotura y dilución en el periodo de análisis de marzo a junio.

La mejora de la productividad en general está asociado al mejor control de la sobre rotura, producto de una mejor supervisión en los parámetros de perforación y voladura.

4.1.4. Evaluación económica

La evaluación económica estará asociado al cumplimiento de la producción programada y la ejecutada. La producción programada durante el periodo de estudio consideró un tonelaje de 11,091 toneladas siendo el tonelaje ejecutado de 10,602.45 con un déficit de 488.55 toneladas y una incidencia de cumplimiento del 95.60 %, con leyes de Au@8.53 ppm programadas y leyes de Au@8.34 ppm ejecutadas o diluidas, considerando un nivel de dilución de mineral promedio de 0.19 %, durante el periodo enero a junio.

Los ingresos proyectados durante el periodo enero a junio considerando una producción proyectado de 11,091 toneladas, con un valor medio de mineral de 481 US \$/t y ley media de 8,53 gr/t de oro considera ingresos de \$4,807,101.31.

Asimismo, los ingresos reales durante el periodo de estudio enero a junio considera una producción ejecutada de 10,602.45 toneladas, con un valor medio de mineral de 471 \$/t y ley media de 8,34 gr/t de oro considera ingresos de \$ 4,492,083.29.

El déficit generado entre la producción programada y ejecutada considera una pérdida de 488.55 toneladas y un ingreso menor de \$315,018.02 durante el periodo de estudio enero a junio del 2021.

Es importa mencionar que la pérdida de ingresos por venta de mineral sería mayor si no se realizan los correctivos mencionados anteriormente como controlando la sobre rotura que afecta directamente a la dilución y genera leyes diluidas con su consecuente pérdida de valor de mineral.

Tabla 27. Análisis de la evaluación económica de la producción en la veta Esperanza, periodo enero a junio

EVALUACIÓN ECONÓMICA PRODUCCIÓN									
PERIODO ENERO A JUNIO									
MES	TMS PROGRAMADO	LEY Au PROG.(gr)	VP (US \$/Tm)	INGRESOS	TMS EJECUTADO	LEY Au EJECUT.(gr)	VP (US \$/Tm)	INGRESOS	DIFERENCIA (US \$)
ENERO	1,483	8.50	433	642,451	1,445	7.60	386	557,669	84,782
FEBRERO	1,483	8.78	446	661,169	1,597	7.40	376	599,978	61,191
MARZO	1,630	8.22	417	680,357	1,628	8.31	422	686,815	-6,459
ABRIL	2,165	8.10	411	890,472	1,751	8.00	406	711,468	179,004
MAYO	2,165	9.08	461	998,208	2,161	9.79	497	1,074,386	-76,178
JUNIO	2,165	8.50	432	934,445	2,020	8.40	427	861,767	72,678
TOTAL	11,091.00	8.53	481	4,807,101.31	10,602.45	8.34	471	4,492,083	315,018

En - Feb	1,483.00	8.64	487	651,810.13	1,520.89	7.50	423	578,823.69	72,986.44
Mar - Jun	2,031.25	8.48	478	875,870.26	1,890.17	8.63	487	833,608.98	42,261.28

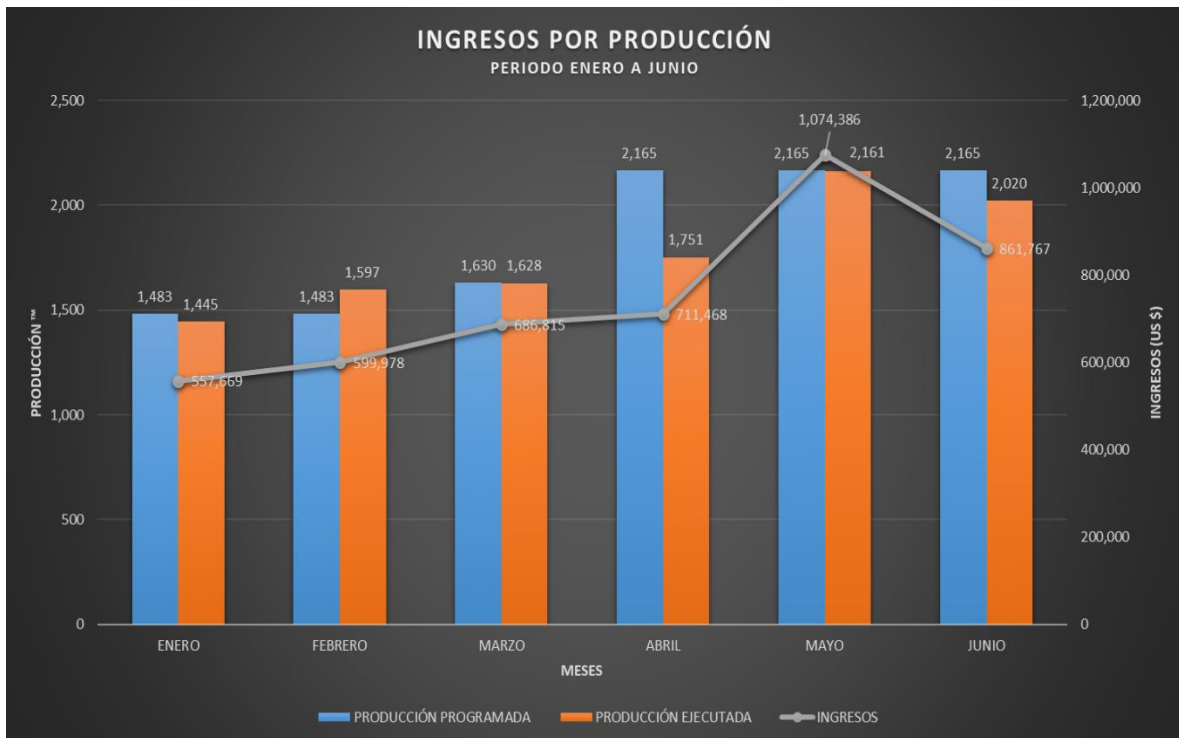


Figura 48. Ingresos por producción programado y ejecutado veta Esperanza, periodo enero a junio

• Periodo enero – febrero:

El tonelaje programado durante el periodo enero y febrero fue de 2,966.00 toneladas, ejecutándose un total de 3,041.77, con un nivel de cumplimiento del 102.55 %, este mayor tonelaje ejecutado está relacionado a la sobre rotura y su consecuente dilución.

Los ingresos generados en el periodo enero y febrero fueron de \$1,157,647, este menor ingreso es producto de la sobre rotura, el cual generó una dilución mayor en este periodo, siendo la diferencia de ingresos entre lo programado y ejecutado fue de \$145,973.

El promedio de ingresos mensuales en el periodo enero y febrero es de \$ 578,823.69.

• Periodo marzo – junio:

El tonelaje programado durante el periodo marzo a junio fue de 8,125.00 toneladas, ejecutándose un total de 7,560.67 toneladas con un nivel de cumplimiento del 93.05 %.

Los ingresos generados en el periodo marzo a junio fueron de \$3,334,436, este mayor ingreso es producto del control de la sobre rotura, controlando la dilución en este periodo, siendo la diferencia de ingresos entre lo programado y ejecutado fue de \$169,045.

El promedio de ingresos mensuales en el periodo marzo a junio es de \$ 833,608.98.

Este mejor promedio de ingresos entre el periodo marzo a junio con respecto al periodo enero y febrero, fue producto por el mejor control de las variables de sobre rotura y control de la dilución.

Finalmente, el mejor control en la sobre rotura y su incidencia directa en la recuperación y dilución de la veta Esperanza, generaron mejores ingresos entre los periodos analizados periodo marzo a junio mejorando los ingresos en \$ 30,725.16 mensuales.

CONCLUSIONES

1. La producción programada durante el periodo de estudio consideró un tonelaje programado de 11,091 toneladas generando un tonelaje ejecutado de 10,602.45 con un déficit de 488.55 toneladas y una incidencia de cumplimiento del 95.60%, con leyes de Au@8.53 ppm programadas y leyes de Au@8.34 ppm ejecutadas y un nivel de dilución de mineral promedio de 0.19%, durante el periodo enero a junio.
2. Durante el periodo enero – febrero considera una producción promedio de 1,520.89 toneladas producidas con un nivel de recuperación promedio del 102.55 %, un ancho de minado promedio de estructura mineralizada de 0.35 metros y una dilución de 0.61 %. Si bien es cierto que existe un alto nivel de cumplimiento de la producción se observa que es producto de la sobre rotura generada en la voladura y su consecuente incremento de la dilución.
3. Durante el periodo de estudio se consideró una reducción del factor de potencia en el tramo de enero a febrero de 0.40 kg/t, lo cual generó una reducción durante el periodo de marzo a junio con un factor de potencia de 0.26 kg/t. Esta reducción del factor de potencia es producto de un mejor control de la perforación y voladura controlando la sobre rotura, producto de una reducción del ancho de minado en este periodo.
4. Asimismo, estos mejores controles permitieron mejorar el rendimiento de la perforación durante el periodo de enero y febrero en 0.30 t/pie perforado, lo cual generó una mejora en el periodo marzo a junio en 0.43 t/pie perforado, producto de un mejor rendimiento en la longitud efectiva de perforación en 1.34 metros, controlando la sobre rotura en los disparos.

5. Finalmente, el mejor control en la sobre rotura y su incidencia directa en la recuperación y dilución de la veta Esperanza generaron mejores ingresos entre los periodos analizados periodo periodo marzo a junio mejorando los ingresos en \$30,725.16 mensuales.
6. Además, durante el periodo marzo a junio se considera una producción promedio de 1,890.17 toneladas producidas con un nivel de recuperación promedio del 93.47 %, un ancho de minado promedio de estructura mineralizada de 0.30 metros y una dilución de 0.0 1%. Durante este periodo se pudo controlar la dilución, se disminuyó el ancho de minado de la estructura mineralizada en 0.05 metros controlando la sobre rotura por efecto de la perforación y voladura, controlando el paralelismo de taladro y disminuyendo el factor de potencia de 0.40 kg/t a 0.26 kg/t.
7. También se realizó un análisis de la capacidad teórica de los equipos de acarreo U 35 con capacidad de 0.99 m³ y la densidad asociada en cada periodo de tiempo, se consideró un tonelaje por carro U 35 de 1.27 toneladas considerando un déficit de tonelaje promedio entre lo real y lo teórico de 95.92 toneladas mensuales.
8. El análisis de los parámetros de perforación y voladura durante el periodo enero – febrero considera una producción promedio de 1,520.89 toneladas producidas, sopesa una eficiencia de perforación de 93.36 %, un factor de potencia promedio de 0.40 kg/t y un rendimiento de perforación promedio de 0.30 t/pie perforado. Este mayor factor de potencia durante este periodo se relaciona directamente con la sobre rotura generando una mayor dilución y un rendimiento promedio menor comparado con el periodo de mejora marzo a junio.
9. El análisis de los parámetros de perforación y voladura durante el periodo marzo a junio considera una producción promedio de 1,890.17 toneladas producidas

con un incremento de la producción mayores al periodo enero a febrero, este mayor tonelaje considera una eficiencia de perforación de 94.33 %, un factor de potencia promedio de 0.26 kg/t y un rendimiento de perforación promedio de 0.43 t/pie perforado. Esta mejora en el rendimiento de perforación, producto de un mejor control de las variables operacionales, optimiza y reduce los costos operacionales, incidiendo en el control de la dilución y mejorando el valor de mineral.

10. Los ingresos reales durante el periodo de estudio enero a junio considera una producción ejecutada de 10,602.45 toneladas, con un valor medio de mineral de 471 \$/t y ley media de 8,34 gr/t de oro considera ingresos de \$4,492,083.29. El déficit generado entre la producción programada y ejecutada considera una pérdida de 488.55 toneladas y un ingreso menor de \$315,018.02 durante el periodo de estudio enero a junio del 2021.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar con las evaluaciones técnicas y económicas de las diferentes estructuras mineralizadas en vetas angostas, las cuales están siendo minadas con circado.
2. Se recomienda realizar un análisis de la variabilidad de la densidad en los distintos niveles de producción y por estructura y ver la variabilidad asociada al tonelaje transportado real y determinar el nivel de cumplimiento del plan de producción programado y ejecutado.
3. Se recomienda seguir realizando el control de los parámetros de perforación y voladura en las diferentes estructuras mineralizadas que vienen realizando la explotación por circado en vetas angostas.
4. Se recomienda seguir relacionando el factor de potencia y la densidad asociada a la estructura mineralizada para definir el tonelaje real transportado y relacionarlo al tonelaje teórico asociado a los carros U35.
5. Se recomienda realizar relaciones de la estructura mineralizada con las alteraciones hidrotermales asociadas a estas, para definir parámetros geo mineros metalúrgicos, para la generación de programas de optimización y reducción de costos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MORÁN, José. Análisis técnico económico para explotar por taladros largos el tajeo 775 en la unidad de Uchucchacua de la compañía minera Buenaventura S.A. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2009.
2. APAZA, Edwin. Implementación de taladros largos en vetas angostas para determinar su incidencia en la productividad, eficiencia y seguridad de las operaciones mineras - Pashsa, mina Huarón S.A. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Arequipa: Universidad Nacional San Agustín, 2013, 138 pp.
3. VILLALTA, Roger. Aplicación del método de explotación por taladros largos en veta virginia de la unidad de San Cristóbal de la Compañía Minera Volcan S.A.A. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2018, 125 pp.
4. DE LA CRUZ, Plácido y MALLCO, Percy. Aplicación de taladros largos en vetas angostas, para reducir costos de operación en la zona Esperanza - Cía. Minera Casapalca S.A. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2011, 72 pp.
5. GARCIA Jesús. Planeamiento minero de Corporación Minera Castrovirreyna Compañía Minera S.A. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011, 84 pp.
6. HUAMANCAYO, Héctor. Aplicación de taladros largos en vetas angostas en la Mina Yauliyacu. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2007.

ANEXOS

Anexo A

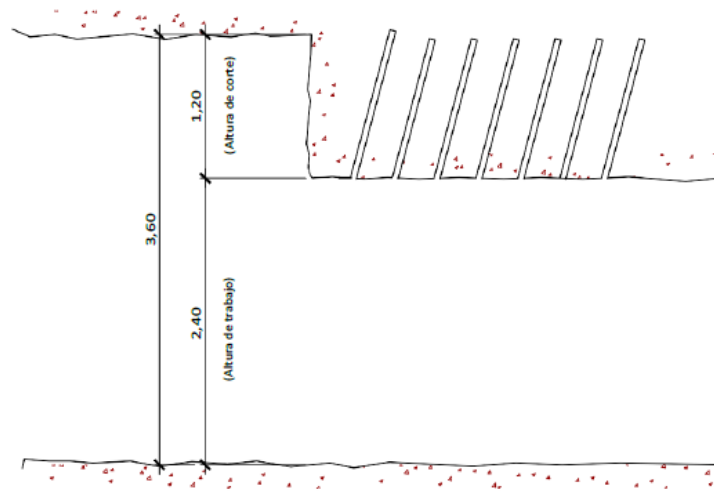
Matriz de operacionalización de variables

Tabla 28. Matriz de operacionalización de variables

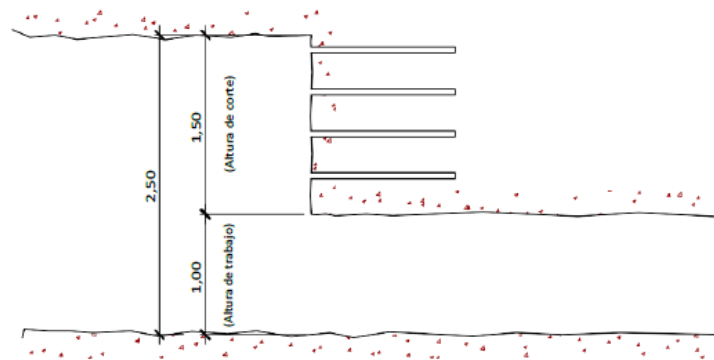
Variables	Definición		Definición operacional	
	Conceptual	Dimensiones	Sub-Dimensiones	Indicadores
VI: Análisis de la dilución y recuperación de mineral	Las variables dilución y recuperación de mineral son fundamentales para definir el cumplimiento de los planes de producción.	• Factores operacionales	Valoración de la Producción Valoración de la perforación y Voladura.	Plan de producción Recuperación, dilución y parámetros de perforación y voladura.
VD: Método de minado con circado.	Se considera al conjunto de actividades operacionales para la explotación de mineral.	Variables económicas	Valoración de ingresos	Valorización de plan de producción

Anexo B

Planos en sección planta y transversal



REALCE



BREASTING

Figura 49. Perforación en tajos, veta Esperanza

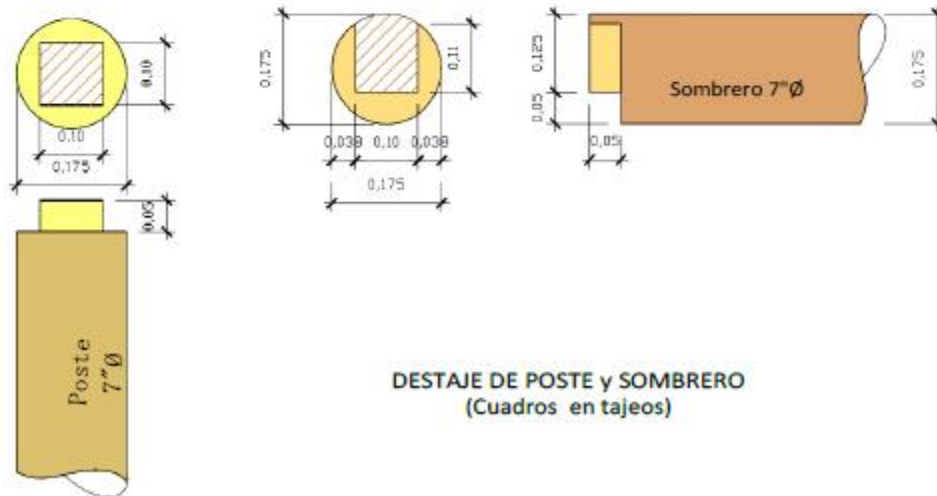
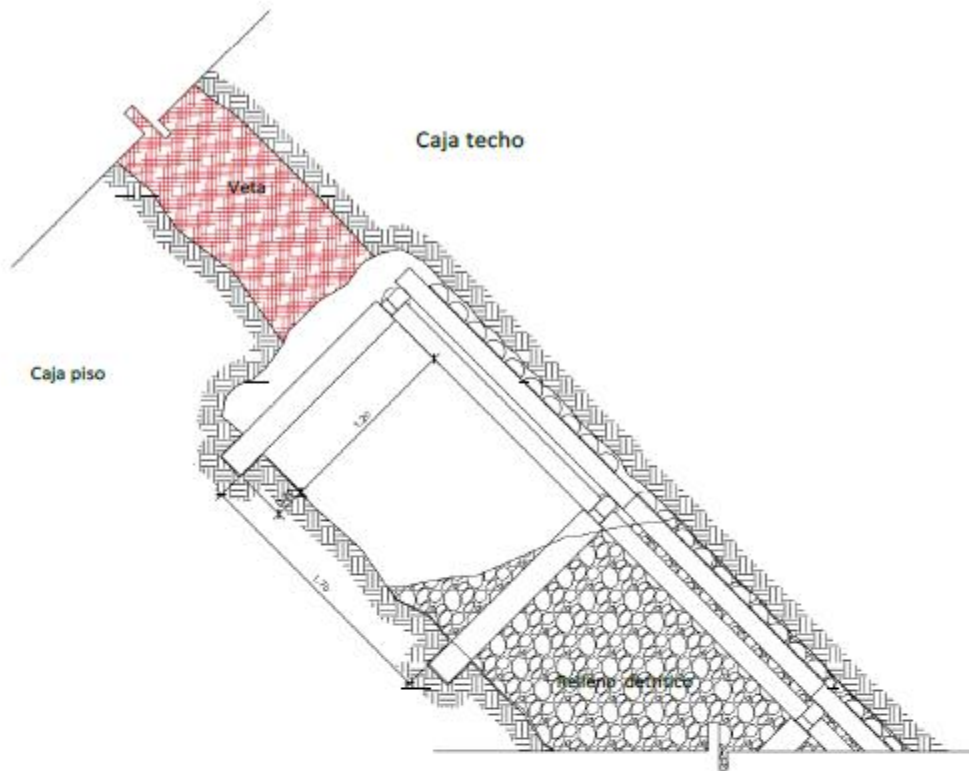
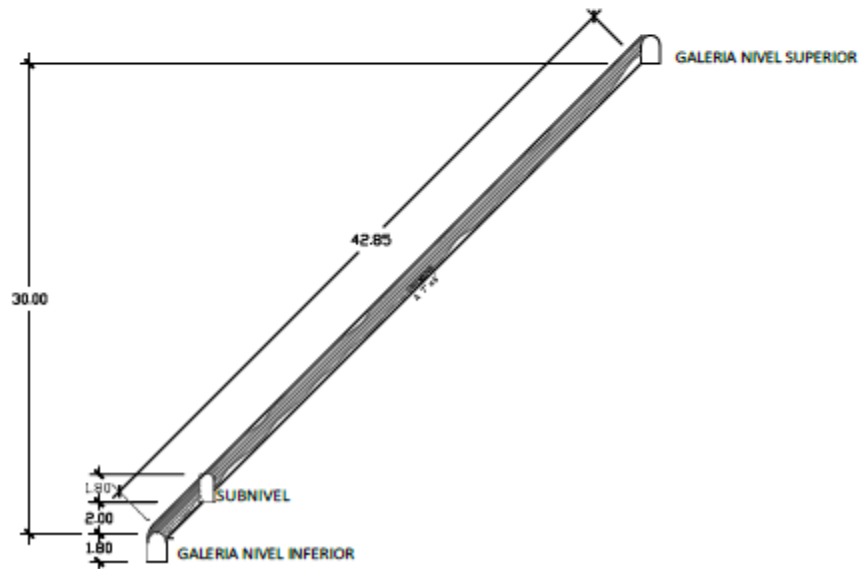


Figura 50. Cuadro en tajeos, veta Esperanza

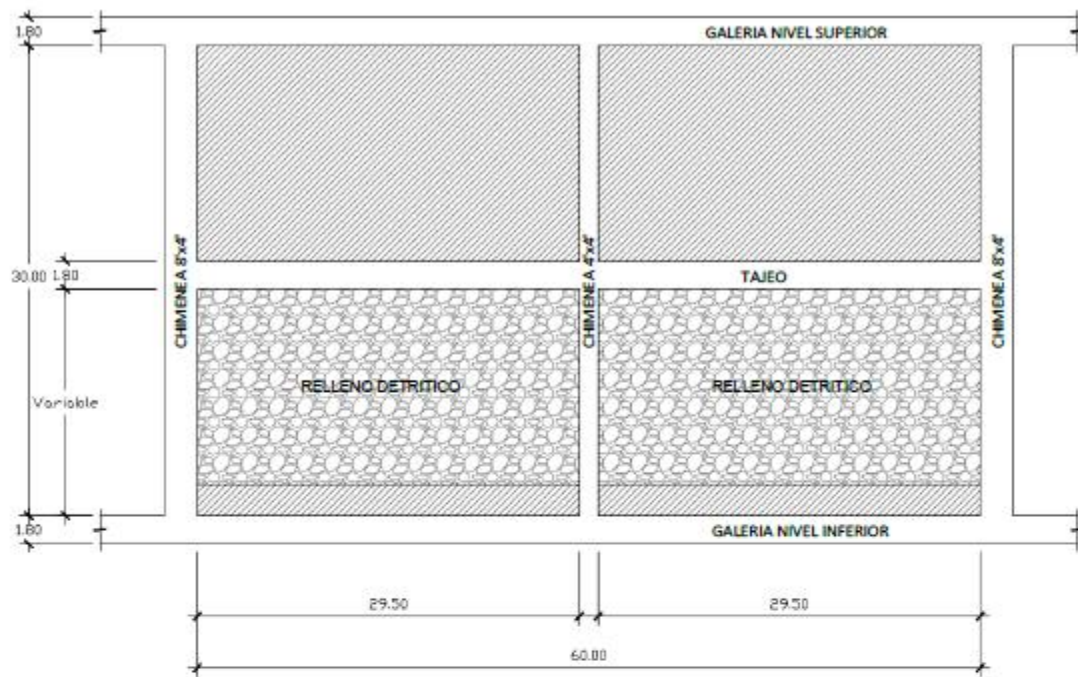


SECCION LONGITUDINAL

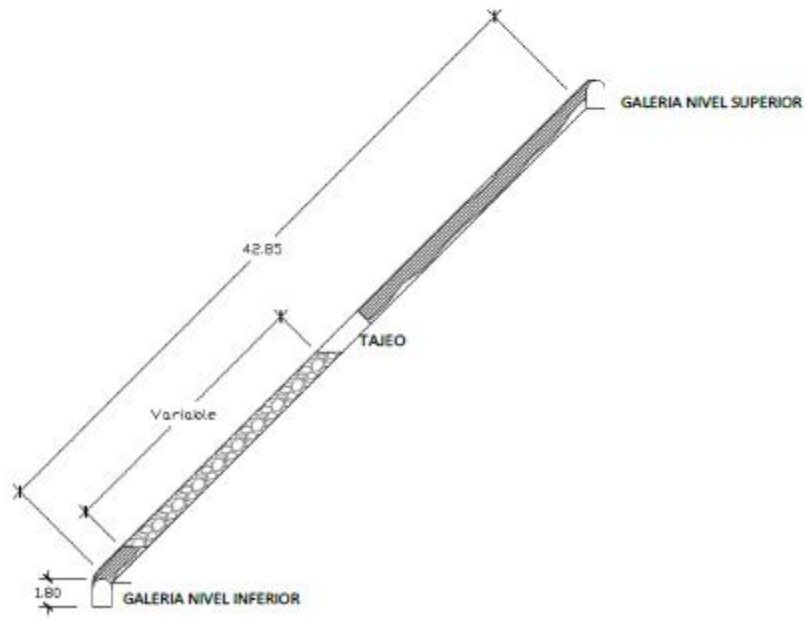


SECCION TRANSVERSAL

Figura 51. Método de minado corte y relleno, veta Esperanza



SECCION LONGITUDINAL



SECCION TRANSVERSAL

Figura 52. Método de minado corte y relleno, veta Esperanza