

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Análisis de las variables operacionales y
económicas mediante el uso de taladros largos
para el cumplimiento del Plan de Minado de Corto
Plazo en el proyecto Yeta Negra de American Real
Estate SAC - Sayán, 2022**

Rois Ramos Quispe

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



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

ANÁLISIS DE LAS VARIABLES OPERACIONALES Y ECONÓMICAS MEDIANTE EL USO DE TALADROS LARGOS PARA EL CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE MINADO DE CORTO PLAZO EN EL PROYECTO YETA NEGRA DE AMERICAN REAL ESTATE SAC

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	10%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
3	minedocs.com Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	vsip.info Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1%
7	1library.co Fuente de Internet	<1%

es.scribd.com

8

Fuente de Internet

<1 %

9

repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

10

turistoleg.blogspot.com

Fuente de Internet

<1 %

11

doku.pub

Fuente de Internet

<1 %

12

TECNOLOGIA XXI S A. "Plan de Cierre de Minas de la Unidad Minera Pallancata-IGA0004154", R.D. N° 342-2009-MEM/AAM, 2020

Publicación

<1 %

13

mulpix.com

Fuente de Internet

<1 %

14

www.valpopular.com

Fuente de Internet

<1 %

15

Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

<1 %

16

www.semanticscholar.org

Fuente de Internet

<1 %

17

biblioteca.hegoa.ehu.es

Fuente de Internet

<1 %

repositorio.unamba.edu.pe

18

Fuente de Internet

<1 %

19

repositorio.upt.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo

ASESOR

Ing. Javier Carlos Córdova Blancas

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme y estar conmigo en todo momento para el cumplimiento de mis sueños.

Mis agradecimientos, a los docentes de la EAP Minas de la universidad Continental, por sus enseñanzas durante mi formación académica.

Asimismo, a mi asesor: Ing. Javier Córdova Blancas por su apoyo incondicional en la realización del presente trabajo de investigación.

Al proyecto YETA NEGRA de American Real Estate S. A. C. por brindarme el soporte de información para el desarrollo del presente trabajo.

DEDICATORIA

A mi madre: Antonia Quispe Jurado, por su apoyo incondicional, por ser el soporte emocional en todo momento, por su gran bondad que permitió desarrollarme como persona.

A mi linda esposa: Betzabett Estrella y a mis hermanas: Basilia, Benjamina, América, Marisol y Esmeralda; a ellas por ser parte importante en mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA	I
ASESOR	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO	V
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN	XVI
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	17
1.1. Planteamiento y formulación del problema	17
1.1.1. Planteamiento del problema	17
1.1.2. Formulación del problema	18
1.2. Objetivos	18
1.2.1. Objetivo general	18
1.2.2. Objetivos específicos	18
1.3. Justificación e importancia	19
1.3.1. Justificación social - práctica	19
1.3.2. Justificación académica	19
1.3.3. Justificación económica	19
1.4. Hipótesis de la investigación	20
1.4.1. Hipótesis general	20
1.4.2. Hipótesis específicas	20
1.5. Identificación de las variables	20
1.5.1. Variable independiente	20
1.5.2. Variables dependientes	20
1.5.3. Matriz de operacionalización de variables	21
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	22
2.1. Antecedentes del problema	22

2.1.1. Antecedentes internacionales -----	22
2.1.2. Antecedentes nacionales -----	23
2.2. Generalidades de la unidad minera -----	24
2.2.1. Historia -----	24
2.2.2. Ubicación accesibilidad y generalidades -----	24
2.3. Geología general -----	25
2.3.1. Geología regional -----	25
2.3.2. Evolución tectónica y geología estructural -----	27
2.3.3. Mineralización y reservas presente -----	29
2.4. Consideraciones operacionales del método de minado Shirinkage -----	30
2.5. Bases teóricas del estudio -----	34
2.5.1. Diseño del método de minado subniveles con taladros largos -----	34
2.5.2. Producción -----	43
2.5.3. Costos asociados al método de minado. -----	45
2.5.4. Valor de mineral (NSR) asociados al método de minado. -----	46
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN -----	48
3.1. Método y alcances de la investigación -----	48
3.1.1. Método de la investigación -----	48
3.1.2. Alcances de la investigación -----	49
3.2. Diseño de la investigación -----	49
3.2.1. Tipo de diseño de investigación -----	49
3.3. Población y muestra -----	50
3.3.1. Población -----	50
3.3.2. Muestra -----	50
3.3.3. Técnicas utilizadas en la recolección de datos -----	50
3.3.4. Instrumentos utilizados en la recolección de datos -----	50
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	51
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información -----	51
4.1.1. Análisis del cumplimiento del plan de producción -----	51
4.1.2. Análisis del valor de mineral (NSR) -----	59
4.1.3. Análisis de costos de minado -----	68
4.1.4. Análisis económico periodo de estudio -----	72

4.1.5. Validación de la hipótesis planteada-----	76
CONCLUSIONES -----	85
RECOMENDACIONES -----	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	88
ANEXOS-----	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de variables	21
Tabla 2. Accesibilidad al proyecto Yeta Negra	24
Tabla 3. Total de taladros en tajo por corte	31
Tabla 4. Producción asociada al ore body 3 – periodo de enero a junio 2022 (6 meses)	33
Tabla 5. Total de taladros por corte en el ore body 3 – periodo de enero a junio 2022 (6 meses)	33
Tabla 6. Producción programada, periodos enero a junio (shirinkage) y julio a diciembre (taladros largos)	44
Tabla 7. Costos de minado de shirinkage, enero a junio 2022	45
Tabla 8. Costos de minado de subnivel con taladros largos, julio a diciembre 2022.....	46
Tabla 9. NSR asociado al método de minado shirinkage, periodo enero a junio	47
Tabla 10. NSR asociado al método de minado por subniveles con taladros largos, periodo julio a diciembre	47
Tabla 11. Producción periodo enero – junio, método de minado shirinkage	52
Tabla 12. Producción periodo julio – diciembre, método de minado subnivel con taladros largos	56
Tabla 13. Plantilla de valorización, periodo enero a diciembre	60
Tabla 14. Balances metalúrgicos periodo enero a marzo	61
Tabla 15. Balances metalúrgicos periodo abril a junio.....	62
Tabla 16. Balances metalúrgicos acumulado, periodo enero a junio	63
Tabla 17. Balances metalúrgicos periodo julio a setiembre	65
Tabla 18. Balances metalúrgicos periodo octubre a diciembre.....	66
Tabla 19. Balances metalúrgicos acumulado, periodo julio a diciembre	67
Tabla 20. Costos de minado en shirinkage, periodo enero a junio	69
Tabla 21. Costos de minado en subniveles con taladros largos, periodo julio a diciembre.....	71

Tabla 22. Análisis económico del plan de producción (shrinkage) periodo enero a junio.....	73
Tabla 23. Análisis económico del plan de producción (taladros largos) periodo julio a diciembre.....	75
Tabla 24. Resumen de producción, periodo enero a diciembre, proyecto Yeta Negra.....	77
Tabla 25. Resumen del valor de mineral (NSR), periodo enero a diciembre, proyecto Yeta Negra.....	80
Tabla 26. Resumen margen económico, periodo enero a diciembre, proyecto Yeta Negra.....	83
Tabla 27. Tabla de variables	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto Yeta Negra	24
Figura 2. Geología local	26
Figura 3. Geología estructural	28
Figura 4. Diseño de carga en tajeo	31
Figura 5. Diseño de malla de perforación en tajeo	32
Figura 6. Diseño de taladros largos en diseminados y veta masiva Nv 1242 – Nv 1272.....	36
Figura 7. Malla de perforación, labores de desarrollo sección 3 x 3 m en Nv 1242 – Nv 1272	38
Figura 8. Diseño de labores de desarrollo (galería, cruceros) sección x 3 m en Nv 1242 – Nv 1272	39
Figura 9. Rampa, con sección de 4 x 4m en Nv 1242 – Nv 1272	40
Figura 10. Malla de perforación de rampa, sección 4 x 4 m en Nv 1242 – Nv 1272.....	41
Figura 11. Diseño de labores de desarrollo (galería, cruceros) sección 3 x 3 m en Nv 1242 – Nv 1272	42
Figura 12. Producción periodo enero a diciembre, aplicando los métodos de minado shirinkage y subniveles con taladros largos	44
Figura 13. Relación de producción – NSR – radio de concentración, aplicando los métodos de minado shirinkage	52
Figura 14. Relación producción – recuperación metalúrgica, periodo enero a junio.....	53
Figura 15. Relación NSR – ley de mineral, periodo enero a junio	54
Figura 16. Relación de producción – NSR – radio de concentración, aplicando los métodos de minado con taladros largos.....	56
Figura 17. Relación producción – recuperación metalúrgica, periodo julio a diciembre.....	57
Figura 18. Relación NSR – ley de mineral, periodo julio a diciembre	58
Figura 19. Relación ley concentrado – recuperación metalúrgica periodo enero a junio.....	63

Figura 20. Relación ley concentrado – recuperación metalúrgica periodo enero a junio	67
Figura 21. Relación de producción y costos de minado periodo enero a junio	69
Figura 22. Relación de producción y costos de minado periodo julio a diciembre	71
Figura 23. Análisis económico, método de minado shirinkage, periodo enero a junio	73
Figura 24. Análisis económico, método de minado con taladros largos, periodo julio a diciembre	75
Figura 25. Resumen de producción de proyecto Yeta Negra, periodo enero a diciembre	77
Figura 26. Resumen producción – recuperación metalúrgica, periodo enero a diciembre	78
Figura 27. Resumen NSR – leyes de mineral, periodo enero a diciembre	79
Figura 28. Relación ley de concentrado – recuperación metalúrgica, periodo enero a junio	81
Figura 29. Relación ley concentrado – recuperación metalúrgica, periodo julio-diciembre	82
Figura 30. Resumen del margen económico, periodo enero-diciembre, proyecto Yeta Negra	83
Figura 31. Plano geológico regional	91
Figura 32. Plano en planta, estructural	92
Figura 33. Plano en planta y perfil, subnivel con taladros largos	93
Figura 34. Plano en planta y perfil de labores en profundización	94
Figura 35. Foto en el frente de trabajo antes de realizar la voladura de taladros largos	95

RESUMEN

El presente trabajo de investigación realizó el análisis de las variables operacionales y económicas mediante el uso del método de minado con subniveles con taladros largos para el cumplimiento del plan de minado de corto plazo en el proyecto Yeta Negra de American Real Estate SAC. Las variables operacionales y económicas analizadas son: plan de producción, leyes de cabeza, ley de concentrado, radio de concentración, NSR (valor de mineral), recuperación metalúrgica, ingresos y costos. Se realizó un análisis comparativo entre los periodos enero a junio, con la aplicación del método de minado *shrinkage* y el periodo julio a diciembre, con la aplicación del método de minado subnivel con taladros largos, en el proyecto Yeta Negra.

El desarrollo del trabajo de investigación aplica el método analítico, mediante un alcance descriptivo - explicativo. El presente trabajo tiene un nivel pre experimental, para lo cual se analiza e interpreta las diferentes variables operacionales y económicas mediante el uso del método de explotación subniveles con taladros largos para el cumplimiento del plan de minado de corto plazo. Por tal motivo, se analizó e interpretó durante dos periodos de comparación: enero a junio (aplica el método de minado *shrinkage*) y periodo julio a diciembre (aplica el método de minado subnivel con taladros largos).

El tonelaje producido en el primer periodo (*shrinkage*) de enero a junio fue de 11,358.72 toneladas con leyes de Cu@2.13 % y Ag@1.38 Oz, hubo un incremento durante el segundo periodo (subnivel con taladros largos) de julio a diciembre con una producción de 31,538.20 toneladas y leyes de Cu@2.49 % y Ag@1.64 Oz.

El valor de mineral (NSR) durante el periodo enero a junio fue de 118.6 \$/t, mejorando el valor de mineral durante el periodo julio a diciembre con 136.3 \$/t. Esta mejora de 19.1 \$/t es producto del incremento de tonelaje en 20,179.48 toneladas y mejores leyes medias, incrementando en Cu@0.36 % y Ag@0.25 Oz, lo que incrementa el valor de mineral durante el segundo periodo.

El margen económico con la aplicación del método de explotación *shrinkage* durante el periodo enero a junio fue de 1,053,182.59 \$ y con la aplicación del método de explotación subnivel con taladros largos durante el periodo de julio a diciembre fue de 3,925,522.52 \$. La mejora económica durante los dos periodos de análisis permitió un incremento de 2,872,339.93 \$.

El análisis económico permitió validar el cumplimiento del plan de minado de corto plazo, considerando la mejora del margen económico al aplicar un nuevo método de explotación mediante el incremento de tonelaje, leyes de concentrado, recuperación metalúrgica, radio de concentración y costos de minado asociados en el proyecto Yeta Negra.

Palabras clave: tonelaje, método de minado, *shrinkage*, subnivel con taladros largos, NSR, costos, ingresos, etc.

ABSTRACT

The present research work carried out the analysis of the operational and economic variables through the use of the mining method with sublevels with long drills, for the fulfillment of the short-term mining plan in the Yeta Negra project of American Real Estate SAC. The operational and economic variables to be analyzed are: production plan, head grades, concentrate grade, concentration radius, NSR (ore value), metallurgical recovery, income and costs. A comparative analysis was carried out between the periods from January to June, with the application of the shirinkage mining method, and the period from July to December, with the application of the sublevel mining method with long holes, in the Yeta Negra project.

The development of the research work applies the analytical method, through a descriptive - explanatory scope. The present work has a pre-experimental level, for which the different operational and economic variables are analyzed and interpreted through the use of the sublevel exploitation method with long drills, for the fulfillment of the short-term mining plan. For this reason, it was analyzed and interpreted during 2 comparison periods: January to June (the shirinkage mining method applies) and the period July to December (the sublevel mining method with long holes applies).

The tonnage produced in the first period (shirinkage) from January to June was 11,358.72 tons with grades of Cu@2.13 % and Ag@1.38 Oz, there was an increase during the second period (sublevel with long holes) from July to December with a production of 31,538.20 tons and grades of Cu@2.49 % and Ag@1.64 Oz.

The value of ore (NSR) during the period January to June was 118.6 \$/t, improving the value of ore during the period July to December with 136.3 \$/t, this improvement of 19.1 \$/t, is the product of the tonnage increase of 20,179.48 tons and better average grades, increasing by Cu@0.36 % and Ag@0.25 Oz, which improves the mineral value during the second period.

The economic margin with the application of the shirinkage exploitation method during the period from January to June was \$1,053,182.59 and with the application of the sublevel exploitation method with long holes during the period from July to December was \$3,925,522.52. The economic improvement during the 2 periods of analysis, allowed an increase of 2,872,339.93 \$.

The economic analysis allowed validating the short-term mining plan compliance, considering the improvement of the economic margin, by applying a new exploitation method by increasing tonnage, concentrate grades, metallurgical recovery, concentration radius and mining costs. associates, in the Yeta Negra project.

Keywords: tonnage, mining method, shirinkage, sublevel with long holes, NSR, costs, income, etc.

INTRODUCCIÓN

El trabajo realiza el análisis de las variables operacionales y económicas mediante la aplicación del método de explotación de subniveles con taladros largos para el cumplimiento del plan de minado de corto plazo en el proyecto Yeta Negra de American Real Estate SAC.

La empresa minera realiza operaciones en el proyecto Yeta Negra a escala de pequeña minería, aplicando el método de explotación *shrinkage* con una producción diaria de 60 toneladas. Uno de los lineamientos corporativos es mejorar el rendimiento operacional y por tal motivo se utilizó un nuevo método de explotación con taladros largos para incrementar el tonelaje y dar cumplimiento al plan de minado de corto plazo.

El presente trabajo se desarrolló en dos etapas para su análisis y evaluación. Se consideró para la primera etapa, los meses de enero a junio con la aplicación del método de minado *shrinkage* y para la segunda etapa, la aplicación del método de minado subnivel con taladros largos.

Las variables analizadas fueron el cumplimiento del plan de producción entre ambos métodos, sus leyes de cabeza asociadas, las leyes de concentrado, el radio de concentración, la recuperación metalúrgica, el valor de mineral (NSR), los costos asociados y los ingresos de ambos periodos.

Desarrollar el trabajo de investigación involucró cuatro capítulos: Capítulo I, describe el problema, objetivos e hipótesis general, así como los específicos. En el Capítulo II se detalla los antecedentes, generalidades de la unidad minera, así como la base teórica del tema de investigación. En el Capítulo III se detalla la metodología de investigación. En el Capítulo IV se analiza e interpreta los resultados, validando la hipótesis planteada.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

Uno de los grandes retos en el cumplimiento de los planes de minado de corto plazo es la optimización de las operaciones unitarias, sincronizando los procesos de perforación y voladura, carguío y acarreo para el cumplimiento del plan de producción.

La aplicación de métodos de minado con taladros largos genera dilución, producto de la sobre rotura post voladura, disminuyendo el valor de mineral e incremento de costos operacionales. Esta sobre rotura genera la disminución de la ley de cabeza del mineral, incidiendo directamente en el rendimiento de los equipos de carguío y acarreo, incrementando los costos operacionales asociados.

El cumplimiento de los planes de producción relacionados a las leyes de cabeza y recuperación metalúrgica incidirán directamente en el valor de mineral y consecuentemente en la rentabilidad operacional.

Es por tal motivo, realizar un control adecuado de las diferentes variables operacionales y económicas con la finalidad de generar el cumplimiento de los planes de minado de corto plazo y mejora en la rentabilidad operacional.

Esta situación conlleva a proponer el presente trabajo de investigación, para realizar el análisis de las variables operacionales y económicas del plan de minado de corto plazo en el proyecto Yeta Negra mediante el incremento de la producción, aplicando el método de explotación por subniveles con taladros largos.

1.1.2. Formulación del problema

a) Problema general

¿Cómo influye el análisis de las variables operacionales y económicas mediante el uso de taladros largos para el cumplimiento del plan de minado de corto plazo en el proyecto Yeta Negra – Sayán, 2022?

b) Problemas específicos

- ✓ ¿Cómo influye la mejora del valor de mineral (NSR) producto de la aplicación de taladros largos, para el cumplimiento del plan de producción de corto plazo en el proyecto Yeta Negra – Sayán, 2022?

- ✓ ¿Cómo influye la mejora del margen económico mediante la aplicación de taladros largos, para el cumplimiento del plan de producción de corto plazo en el proyecto Yeta Negra – Sayán, 2022?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Analizar las variables operacionales y económicas mediante el uso de taladros largos para el cumplimiento del plan de producción de corto plazo en el proyecto Yeta Negra – Sayán, 2022.

1.2.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar la influencia del valor de mineral (NSR) producto de la aplicación de taladros largos, para el cumplimiento del plan de producción de corto plazo en el proyecto Yeta Negra – Sayán, 2022.

- ✓ Determinar la influencia del margen económico mediante la aplicación de taladros largos, para el cumplimiento del plan de producción de corto plazo en el proyecto Yeta Negra – Sayán, 2022.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación social - práctica

El presente trabajo de investigación realizará el uso de diferentes modelos numéricos para analizar y mejorar la aplicación de las variables operacionales y económicas mediante el uso de taladros largos en el cumplimiento del plan de minado de corto plazo en el proyecto Yeta Negra.

La mejora en la rentabilidad económica permitirá generar proyectos de inversión social en comunidades aledañas al proyecto minero, cumpliendo con el desarrollo de la gestión social de la unidad minera.

1.3.2. Justificación académica

El trabajo de investigación analizará la aplicación del uso de los taladros largos para el cumplimiento de la producción en el plan de minado programado en el corto plazo.

Los resultados generados en el presente trabajo de investigación servirán como herramienta de análisis comparativo en trabajos similares para que los estudiantes realicen mejoras como una herramienta de gestión.

1.3.3. Justificación económica

La mejora en la rentabilidad operacional, mediante el trabajo realizado, permite el análisis de las variables operacionales para el cumplimiento de la producción y parámetros asociados al plan de minado de corto plazo.

Esta mejora en la rentabilidad económica ayudará a generar diversas inversiones en los diferentes procesos unitarios de la unidad minera.

1.4. Hipótesis de la investigación

1.4.1. Hipótesis general

Al analizar las variables operacionales y económicas mediante el uso de taladros largos influye positivamente en el cumplimiento del plan de producción de corto plazo en el proyecto Yeta Negra – Sayán, 2022.

1.4.2. Hipótesis específicas

- a) Al determinar la influencia del valor de mineral (NSR) producto de la aplicación de taladros largos influye en el cumplimiento del plan de producción de corto plazo en el proyecto Yeta Negra - Sayán, 2022.

- b) Al determinar la influencia del margen económico mediante la aplicación de taladros largos influye en el cumplimiento del plan de producción de corto plazo en el proyecto Yeta Negra - Sayán, 2022.

1.5. Identificación de las variables

1.5.1. Variable independiente

- ✓ Análisis de las variables operacionales y económicas del método de minado por subniveles con taladros largos.

1.5.2. Variables dependientes

- ✓ Cumplimiento del plan de minado de corto plazo

1.5.3. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1. Tabla de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional		
		Dimensiones	Sub-Dimensiones	Indicadores
VI: Análisis de las variables operacionales y económicas del método subniveles con taladros largos.	Las variables operacionales y económicas asociadas a métodos de minado con taladros largos, influyen directamente en los planes de minado y su rentabilidad operacional..	<ul style="list-style-type: none"> • Data geológica • Data geomecánica • Data Operacional 	Variables geológicas Variables geomecánicas Diseño operacional	Yacimiento asociado, litología, mineralogía, alteración hidrotermal, etc. Condiciones físicas del macizo rocoso Taladros largos, método de minado, etc..
VD: Cumplimiento del plan de minado de corto plazo.	El cumplimiento de los planes de minado de corto plazo, inciden en la mejora de los indicadores operacionales y económicos.	Planes de producción. Valor de mineral (NSR) • Margen económico	Cumplimiento de plan de producción, con el incremento del valor de mineral (NSR) y mejora del margen económico.	<u>Indicadores:</u> Tonelaje NSR Leyes asociadas Ingresos Costos

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes internacionales

- Tesis titulada: «*Mejoramiento de las prácticas operacionales mediante el uso de un modelo de gestión*» de la Universidad de Chile. El objetivo de la presente tesis es aplicar un modelo de gestión, identificando factores y prácticas operacionales que inciden en la productividad en equipos de carguío y acarreo de minera Escondida. La información analizada correspondió a un periodo de 613 días. Este análisis permitió identificar el menor tiempo de estacionamiento como variable que incide directamente con el mayor número de viajes, por lo tanto, se determinó un tiempo máximo de posicionamiento para determinar un mejor control en el mejor rendimiento de los equipos de acarreo. Así mismo, este control de mayor tiempo de estacionamiento discriminar como fallas operacionales, que inciden en los costos operacionales (1).

- Tesis titulada: «*Estudio de vibraciones inducidas por tronadura en Minera Spence*». El objetivo de la tesis fue generar un nuevo diseño de malla de perforación y voladura, considerando un incremento de los costos y reduciendo el índice de deslizamiento y un mejor control del dominio geomecánico en un 35 %. Este mejor control incidió en los parámetros de seguridad reduciendo los costos de saneamiento, incrementando el rendimiento operacional. La

implementación del nuevo diseño considerando la incidencia de las propiedades del macizo rocoso en la sobrerotura, considerando un incremento de inversión en 3900 \$/año y un ahorro de 1.21 MUS\$ al año (2).

2.1.2. Antecedentes nacionales

- Tesis titulada: «*Reducir el porcentaje de dilución, mediante voladura controlada en los tajos de producción en la mina Marsa-Retamas-2017*». El objetivo de la tesis es controlar y reducir la dilución en diferentes tajos operacionales, incidiendo en la reducción de costos en aceros de perforación, en voladura, carguío y acarreo de material. Las propiedades del macizo rocoso consideran un RMR de 28 a 40, presentando fracturas con filtraciones de agua, fallas de brecha, generando inestabilidad y sobre rotura en los diferentes frentes operacionales. De acuerdo al estudio se generó un nuevo diseño de perforación y voladura, generando un mejor control del macizo rocoso en el control de la dilución, reduciendo el factor de potencia. Esta reducción en estéril es de 2276.03 m³ a 1530.45 m³, reduciendo el factor de carga en 20% (3).
- Tesis titulada: «*Diseño de malla de perforación y voladura de taladros largos en Sub Level Stoping para incrementar la productividad en mina Marca punta Sur de Sociedad Minera El Brocal S.A.A.*» El objetivo del trabajo de tesis es definir un diseño de perforación y voladura para el control de la rotura en la unidad minera El Brocal. El nuevo diseño permitió controlar la fragmentación post voladura, se controló y redujo el espaciamiento en 1.5 m y *burden* en 1.6 m, se mejoró la eficiencia de perforación en 90% (4).
- Tesis titulada: «*Diseño de malla de perforación y voladura en frentes de avance para reducción de costos y optimización de tiempos en la Compañía Minera San Ignacio de Morococha S.A.A - Unidad San Vicente, Vitoc - Junín, 2018*». El objetivo del presente trabajo fue generar un nuevo diseño de malla de perforación y voladura para reducir costos y optimizar tiempos. Los resultados obtenidos, fueron la reducción de costos por metro perforado, generando comparativos con periodos anteriores (5).

- Tesis titulada: «*Aplicación de taladros largos en vetas angostas, caso mina Austria Duvaz-Morococha*». El objetivo del trabajo de tesis fue definir las variables de perforación y voladura con taladros largos en vetas angostas, mejorando las dimensiones del block con una altura de 11 m., longitud de 250 m y potencia de 2.4 m, considerando a una buena evaluación de las propiedades geológicas y geomecánicas (6).

2.2. Generalidades de la unidad minera

2.2.1. Historia

El área del proyecto de explotación minera “Yeta Negra” presenta como titular al señor Mauro Santos Floriano Miguel, quien tiene un contrato de cesión minera sobre el derecho minero con American Real Estate S. A. C. por un periodo de 12 años 6 meses, el mismo está inscrita en registros públicos de minería. El objetivo de la cesión de la propiedad es ejecutar el proyecto de explotación mediante actividades subterráneas del mineral (Ag, Cu Mo y Au). Actualmente, el proyecto Yeta Negra está siendo minado por American Real Estate SAC, con una producción diaria promedio de 150 tpd con una ley media de Cu@1.5 %.

2.2.2. Ubicación accesibilidad y generalidades

El proyecto Yeta Negra está ubicado en el distrito de Sayán, provincia de Huaura y departamento de Lima, a alturas entre 1000 a 1200 m s. n. m., ubicada en las coordenadas UTM 8770 632.92 N y 264775.15 E de la costa peruana.

Tabla 2. Accesibilidad al proyecto Yeta Negra

Tramo - Ruta	Distancia - Kilómetros
Lima – Huacho – Sayán – Yeta negra por carretera asfaltada y trocha	204 km
Lima – Huaral - Sayán – Yeta Negra por carretera asfaltada y trocha	159 km

Tomada del departamento de Geología

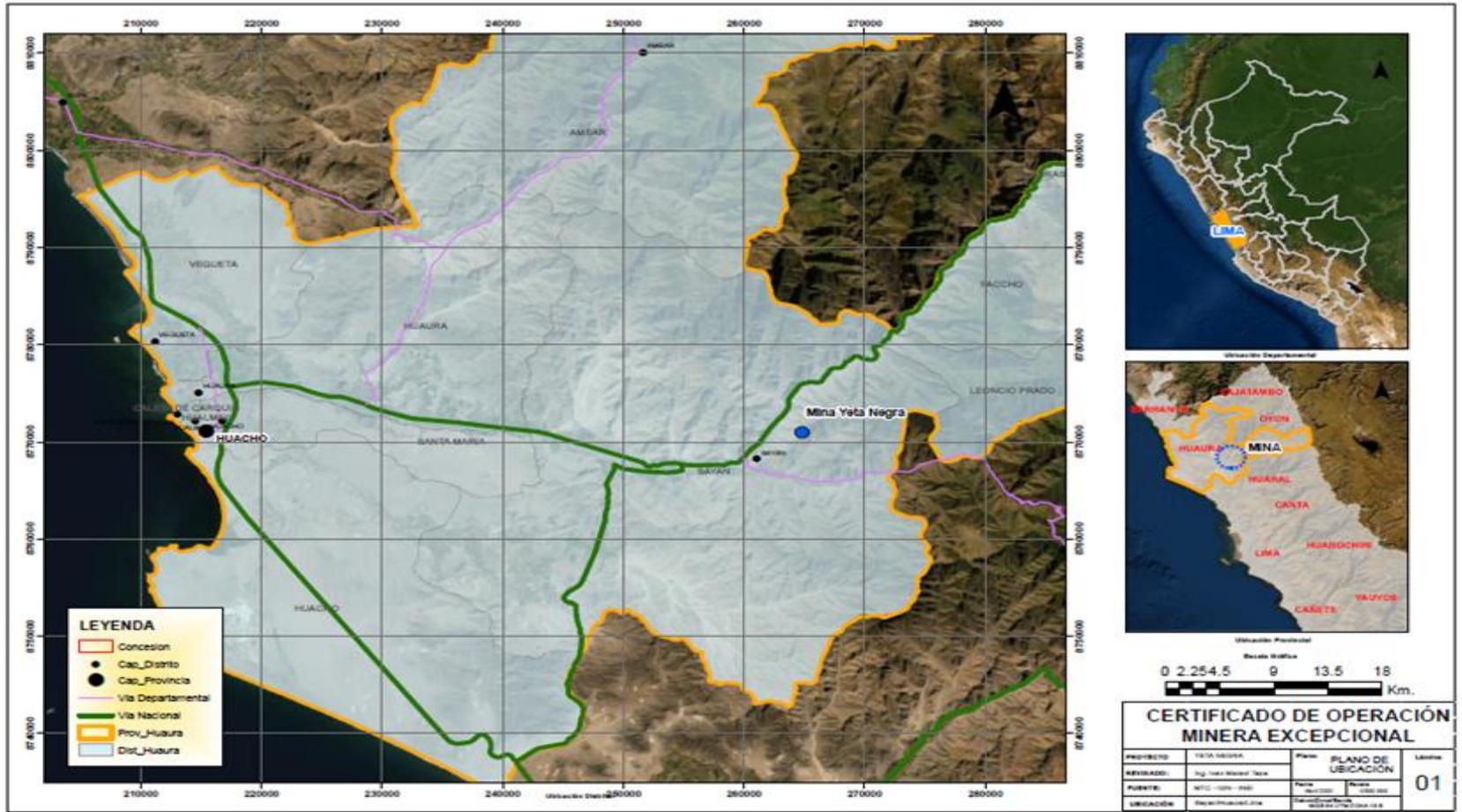


Figura 1. Ubicación del proyecto Yeta Negra
Tomada del departamento de Geología

2.3. Geología general

2.3.1. Geología regional

Compuesta principalmente por rocas sedimentarias, las que han sido disturbadas por rocas intrusivas, donde las estructuras mineralizadas se emplazaron principalmente a las rocas intrusivas y en menor intensidad en ambientes sedimentarios.

Las rocas sedimentarias son asociadas a la formación Santa y Carhuaz y los intrusivos de composición granodiorita a monzonita cuarcífera de edad del eoceno a mioceno.

a) Formación Santa (ki sa)

Compuesta principalmente por intercalación de calizas gris oscura con intercalaciones de horizontes de areniscas y limolitas. Esta subyace a horizontes de areniscas, limolitas y arcillas pertenecientes a la formación Carhuaz.

La discordancia entre la formación Carhuaz y Santa no ha sido bien definida en el área de estudio, por las características similares. En el área de estudio la formación Santa - Carhuaz presenta una alteración hidrotermal debido a que está en contacto con cuerpos intrusivos granodioríticos. En algunos lugares ya no se logran distinguir la estratificación debido a la fuerte alteración que sufrió.

b) Formación Carhuaz (ki ca)

La litología está asociada por areniscas finas intercaladas con limolitas y arcillas, asociados a estructuras tipo anticlinales y sinclinales. Las areniscas arcillosas se encuentran ligeramente micáceas, con intercalaciones de limonitas gris oscuras, areniscas arcillosas y lutitas negras algo pizarrosas y mantos de carbón.

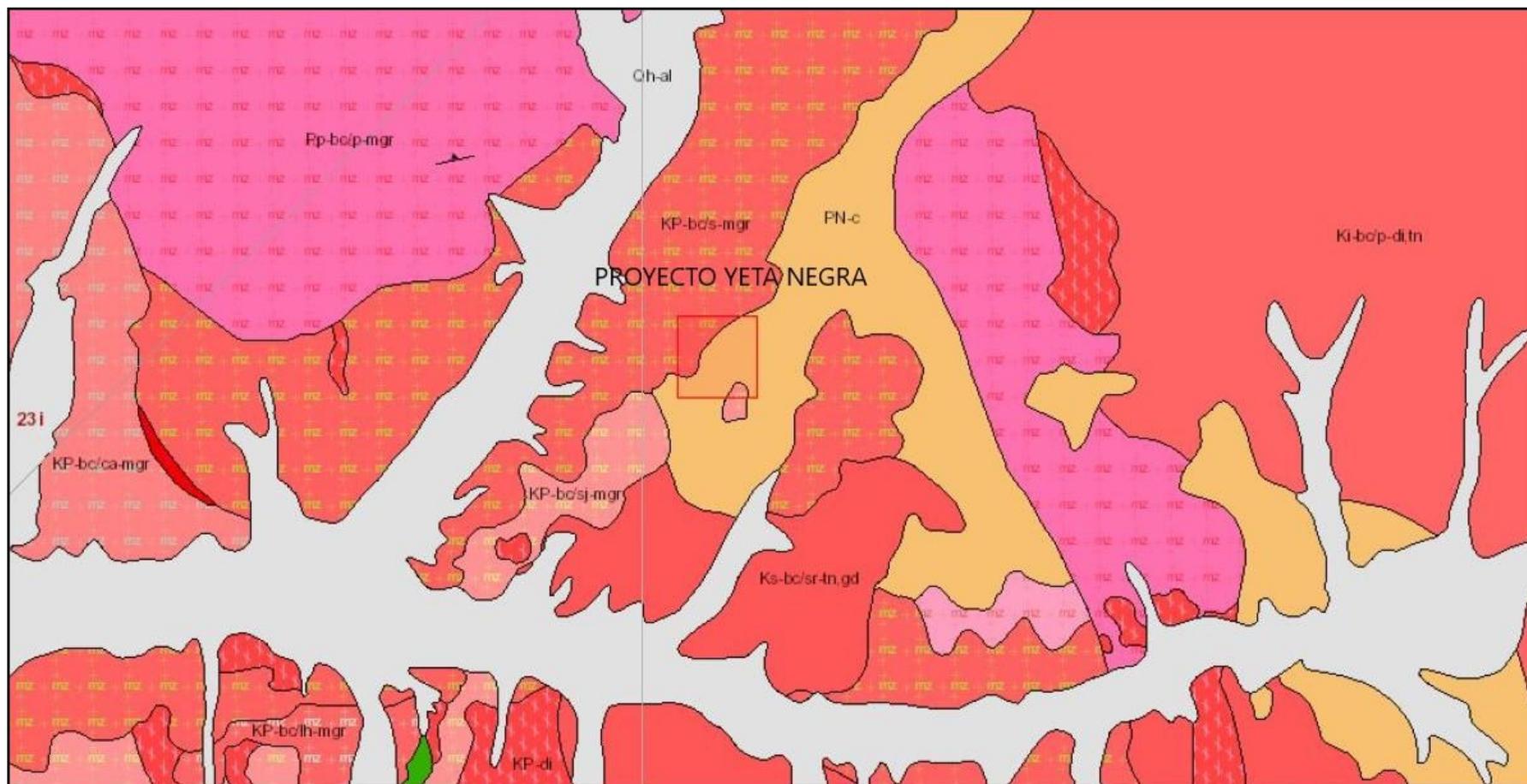


Figura 2. Geología local
Tomada del departamento de Geología

Estas dos formaciones se encuentran intruidas por las rocas intrusivas de composición granodiorítica a lo largo del contacto se ha formado un halo de alteración hidrotermal. En algunas zonas, la alteración hidrotermal ha sido muy fuerte donde los estratos ya no se notan, solo se logra ver la presencia de hematitas, limonitas y óxidos de hierro.

c) Intrusivos

En el área de la mina el mayor afloramiento de rocas intrusivas son las granodioritas con transiciones a monzonitas pertenecientes a los Intrusivos del Eoceno - Mioceno.

✓ Granodiorita

Este afloramiento abarca la mayor parte de la concesión minera Yeta Negra y del área de estudio.

La granodiorita presenta una textura porfirítica, presentando gradaciones magmáticas en ciertos sectores del proyecto de diorita a diorita cuarcífera y por otros sectores asociado a monzonita cuarcíferas, siendo en ciertos sectores afectados por efectos tectónicos y de deformación.

2.3.2. Evolución tectónica y geología estructural

El comportamiento y evolución del tectonismo asociado a las principales estructuras en el área de estudio.

Uno de los comportamientos principales de la evolución tectónica y comportamiento estructural está asociado principalmente al comportamiento de evolución tectónica andina, generando las principales estructuras asociadas a las estructuras presentes en el área de proyecto.



**Figura 3. Geología estructural
Tomada del departamento de Geología**

La topografía presente está asociada a diferentes eventos de deformación, sedimentación y erosión, en diferentes etapas geológicas.

Los principales eventos estructurales relacionados a los ejes de los plegamientos, fallamiento asociado, deformación de fases intrusivas, etc., están asociadas al comportamiento del sistema de rumbo andino NW – SE.

Las estructuras principales están relacionados a rumbos NS y N 20 - 40° E, las cuales están relacionadas a estructuras tensionales de rumbo EW y N 60 – 80°W, quienes habrían condicionado al desplazamiento de estructuras principales asociadas a ambientes tipo pórfido en el sector.

2.3.3. Mineralización y reservas presente

La mineralización está asociada a cuerpos de brechas silicificadas con contenidos de calcopirita y molibdenita, la calcopirita se encuentra en forma diseminada y parches, la molibdenita se encuentra como patinas y diseminación.

Con los estudios geoquímicos realizados se ha estimado una reserva de 800,000 toneladas de mineral con una ley de 1.5 % de Cu. El tiempo de vida útil estimado del proyecto es de 7 años.

a) Estructuras tipo diseminado

La mineralización asociada de Cu y Mo está relacionada a una zona brechizada de forma circular, probablemente relacionada a sistemas pórfidos proximales emplazados en la cordillera de la costa.

Asimismo, en la parte central se observa una estructura masiva, con concentraciones de Cu mayores a 1%.

2.4. Consideraciones operacionales del método de minado Shrinkage

Al inicio el método de minado que se aplicaba era el de *shrinkaje* mecanizado, la explotación se realizaba en los 3 cuerpos mineralizados identificados, las condiciones geomecánicas permitían la aplicación de dicho método.

La aplicación del método de minado *shrinkage* consiste en minar el mineral por tramos horizontales en forma ascendente, iniciando el ciclo de minado desde el nivel inferior del tajeo.

De acuerdo a las características del método de minado, se extrae solo el 30 % de acuerdo al factor de esponjamiento, siendo el resto almacenado, el cual sirve para seguir minando en forma ascendente, así mismo el cual servirá como soporte.

El diseño del método de minado *shrinkage* consideraba niveles separados de 50 metros con chimeneas de servicios y acceso a los diferentes frentes operacionales.

La perforación se realiza con longitudes de 1.80 metros, la limpieza se realiza con scooptran de 2.5 yd³, y serán cargados a volquetes de 30 toneladas de capacidad.

✓ Consideraciones operacionales para el tajeo

Las propiedades consideradas en el diseño del tajeo es:

Espaciamiento: 0.80 m

Burden: 0.8 m

Altura: 1.80 m

Las características del explosivo a utilizar son:

TALADROS PRODUCCION	
DENSIDAD dinamita	1.04 g/cm ³ 1040 kg/m ³
DIAMETRO	1.65 pulg 0.04191 m
AREA CIRCULO	0.00138 m ²
ALTURA	1.4 m
VOLUMEN	0.001931 m ³
KG DINAMITA	2.01 Kg

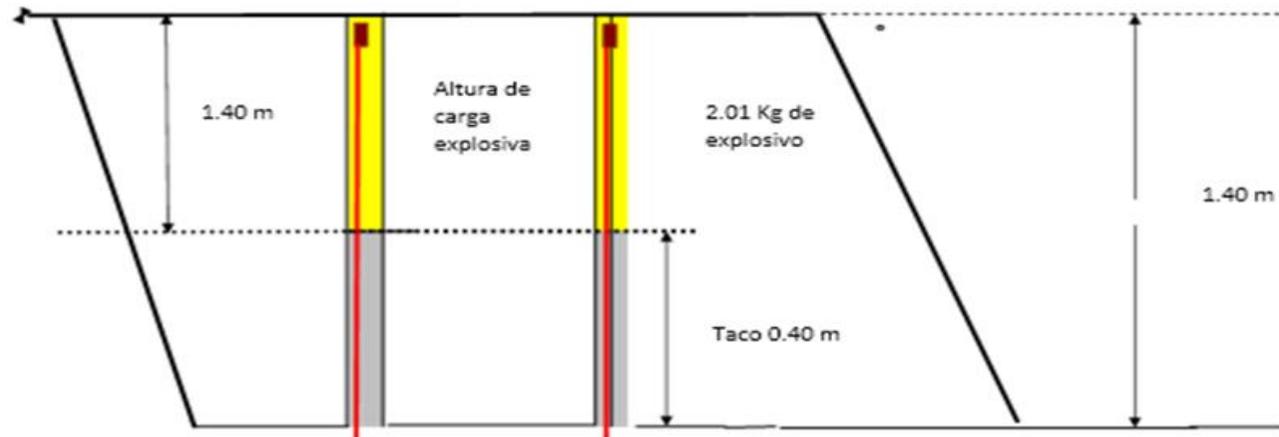


Figura 4. Diseño de carga en tajeo
Tomada del departamento de Planeamiento

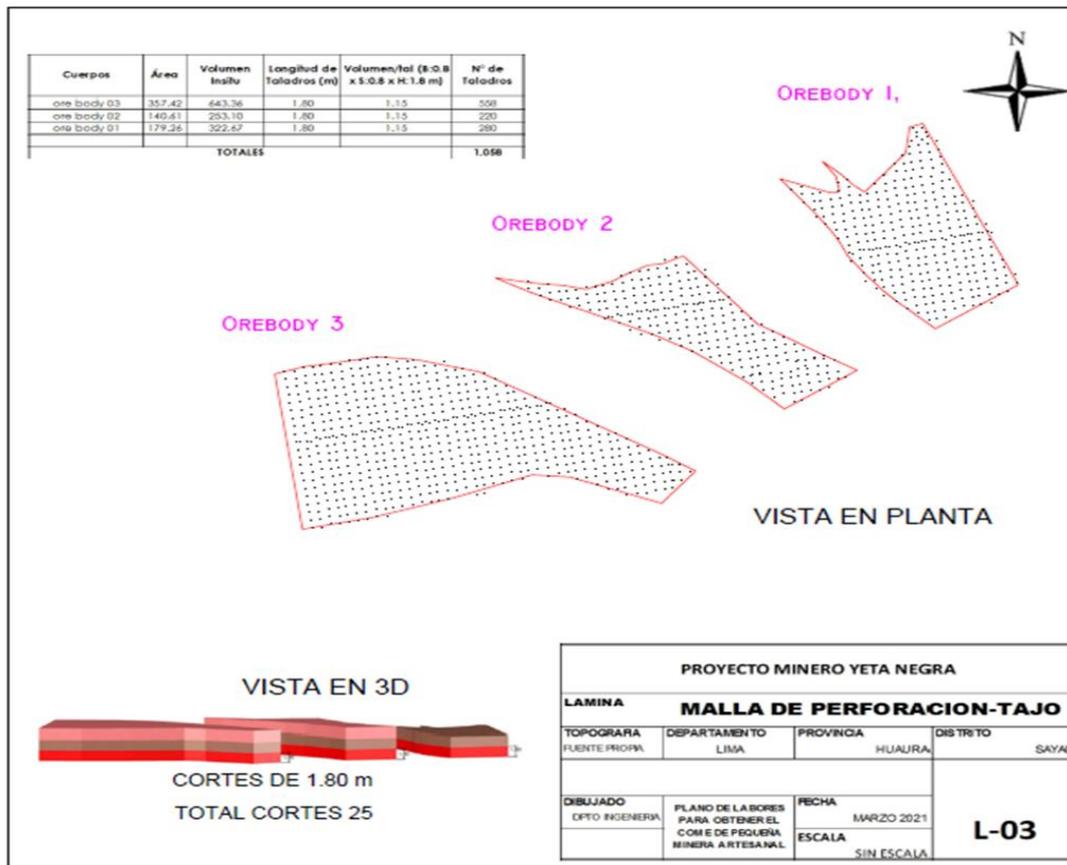
Tabla 3. Total de taladros en tajo por corte

Cuerpos	Área	Volumen Insitu	Longitud de Taladros (m)	Volumen/tal (B:0.8 x S:0.8 x H:1.8 m)	Nº de Taladros
ore body 03	357.42	643.36	1.80	1.15	558
ore body 02	140.61	253.10	1.80	1.15	220
ore body 01	179.26	322.67	1.80	1.15	280
TOTALES					1,058

Tomada del departamento de Planeamiento

- ✓ Malla de perforación en tajo

El diseño de malla de perforación con cortes de 1.80 metros de altura es:



**Figura 5. Diseño de malla de perforación en tajo
Tomada del departamento de Planeamiento**

Se caracteriza los 3 cuerpos mineralizados, ore body 1, 2 y 3, los cuales consideran un total de 322.67 m³, 253.10 m³ y 643.36 m³ respectivamente. El total de taladros perforados para cada corte de 1.80 metros de altura son: 280 taladros para el ore body 1, 220 taladros para el ore body 2 y 558 taladros para el ore body 3.

- ✓ Producción mediante el método de minado shirinkage

El total de mineral extraído en el ore body 3 fue de un total de 6434 m³ y considerando una densidad de 3 el total de tonelaje durante 6 meses de explotación fue de 19,300.68 toneladas.

Tabla 4. Producción asociada al ore body 3 – periodo de enero a junio 2022 (6 meses)

PROYECTO DE EXPLOTACION TAJO PARA 6 MESES							
LABORES	PROYECTADO						
	TIPO DE LABOR	AREA	ALTURA TOTAL DEL TAJO en m.	TOTAL Volumen a extraer en m3	densidad de Mineral	total Tm a extraer de mineral	Produccion mensual aproximadamente para los 6 meses
ORE BODY 03	EXPLOTACION	357.42	18.00	6434	3.00	19300.68 Tm	3216.78
TOTAL				6434	M3	19300.68 TM	3216.78

Tabla 5. Total de taladros por corte en el ore body 3 – periodo de enero a junio 2022 (6 meses)

PROYECTO DE EXPLOTACION DE TAJO (ORE BODY 03)																	
Cuerpos	Área	Volumen Insitu	Longitud de Taladros (m)	Volumen/tal (B:0.8 x S:0.8 x H:1.8 m)	N° de Taladros	Diámetro de Tal. (pulg.) o 42mm	DCL Kg/m (DINAMT A)	Kg/tal	Kg de EXPLOSIVO/ CORTE	No DE CORTES	Total Dinamit/ corte en Kgr	Total fulminan/ corte en und	Total mecha/ corte en m.	TOTAL KG DE EXPLOSIVO POR ORE BODY	TOTAL fulminantes POR ORE BODY	TOTAL mecha POR ORE BODY	
ore body 03	357.42	643.36	1.80	1.15	558	1.65	1.43	2.01	1,122	18.00	1121.72	558	1172.78	20,191	10,052	21,110	
TOTAL TALADROS POR CORTE					558										20,191	10,052	21,110

El total de tonelaje mensual por el método de minado *shrinkage* fue de 3,216.78 t/mes y un tonelaje diario de 107 t/día aproximadamente en el ore body 3, pero a nivel de la unidad minera se tiene una producción diaria de 60 t/día.

Se considera una longitud de corte de 1.80 metros, con un total de 558 tal/corte, el total de dinamita fue de 1,121.72 kg/corte, un total de fulminantes fue de 558 unid/corte y un total de mecha de 1,172.78 m/corte.

2.5. Bases teóricas del estudio

El objetivo del presente trabajo de investigación es analizar las variables operacionales y económicas mediante el uso de taladros largos para el cumplimiento del plan de minado de corto plazo en el proyecto Yeta Negra.

A medida que se fue profundizando y se tuvo mejor conocimiento de la estructura mineralizada (diseminado y zona masiva) delimitadas por una aureola mineralizada controladas por una roca encajonante tipo dacita y diques antesíticos post mineralización, se planteó cambiar el método de minado pasar de un método selectivo como el *shrinkage* a uno masivo como el de subniveles con taladros largos.

El tonelaje programado asociado al método de minado *shrinkage* fue de 60 t/día, y el objetivo de implementar el método de minado con taladros largos es incrementar de 150 a 350 t/día.

Por tal motivo, la presente tesis realizará un análisis de las variables operacionales y económicas en el presente cambio de método de explotación de subniveles con taladros largos.

2.5.1. Diseño del método de minado subniveles con taladros largos

La aplicación del método de minado con taladros largos semi mecanizado, se realizará a partir del Nv 1242, considerando las ventanas de extracción en ese nivel.

El minado con taladros largos permite minar sectores de mineral a partir de diversos subniveles, mediante disparos con taladros paralelos o en forma radial.

De acuerdo a las características de la mineralización presente, se considera los sectores diseminados y la estructura masiva presentes en el yacimiento.

a) Perforación y voladura

La perforación se realiza con taladros largos paralelos o radiales, utilizando longitudes de perforación de 10 – 18 metros con taladros (+) o taladros (-).

El explosivo a utilizar será de emulsión encartuchado, dinamita 65 %, carmex, fulminante común, cordón detonante y mecha rápida.

La aplicabilidad del método de minado con subniveles es en cuerpos y vetas angostas, considerando la calidad del macizo rocoso en rocas buenas tipo I – II, considerando las cajas firmes y estables. Es importante definir bien los límites del cuerpo o estructura mineralizada.

La aplicación de éste método varía para cuerpos macizos o vetas estrechas, las características de mecánica de roca deben ser buenas (tipo I - II), poseer paredes y techos firmes y estables. El método requiere conocer bastante bien la regularidad y los límites del cuerpo mineralizado. Por lo tanto, se diseña dos niveles horizontales separados verticalmente por 50 metros. Se construirá un sub nivel conocida como nivel intermedio denominado Nv 1272

Asimismo, se cuenta con tres chimeneas desarrolladas convencionalmente, definiendo la continuidad vertical, facilitando la ventilación, acceso del personal y de equipos.

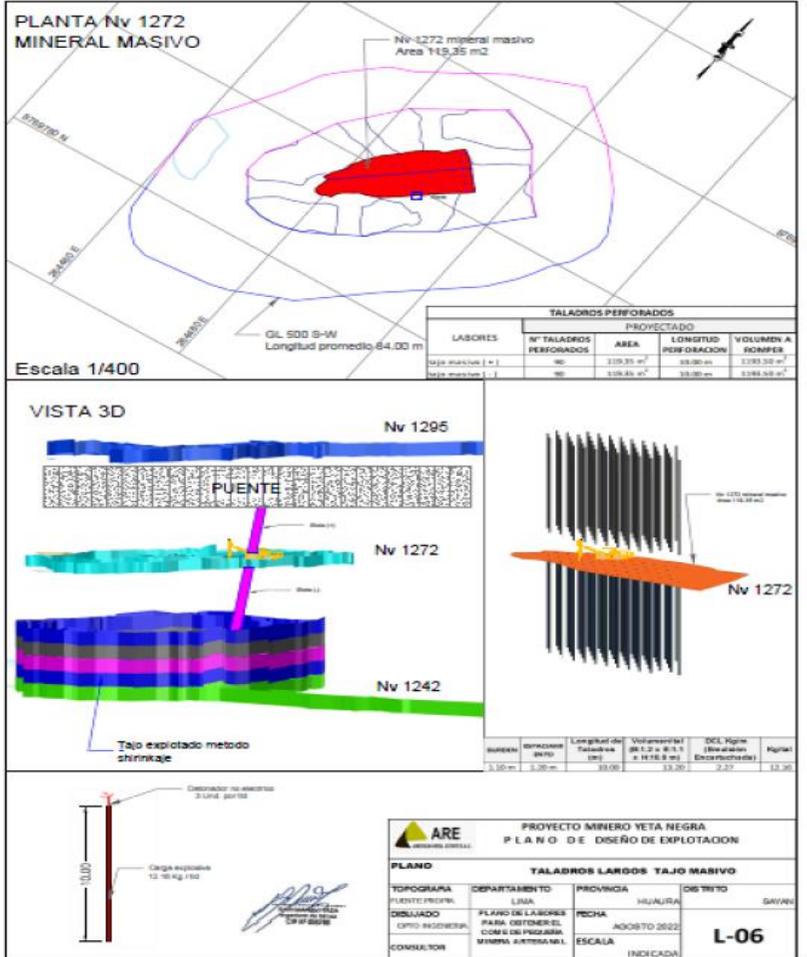
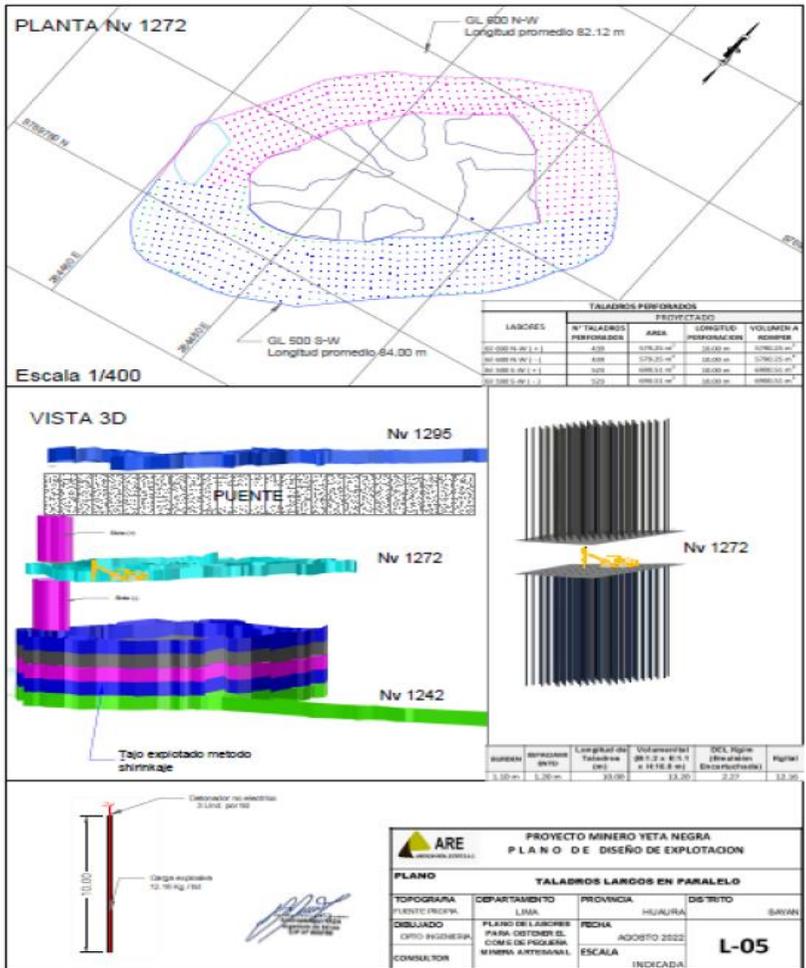


Figura 6. Diseño de taladros largos en diseminados y veta masiva Nv 1242 – Nv 1272
Tomada del departamento de Planeamiento

La extracción va ser mecanizada lo cual se diseñará tolva embudos y entradas de carguío a cada cuerpo.

El equipo de carguío a utilizarse será un scooptran de 2.5 yd³ quien se encargará de recoger el mineral de los embudos para ser cargados al volquete.

b) Labores de desarrollo

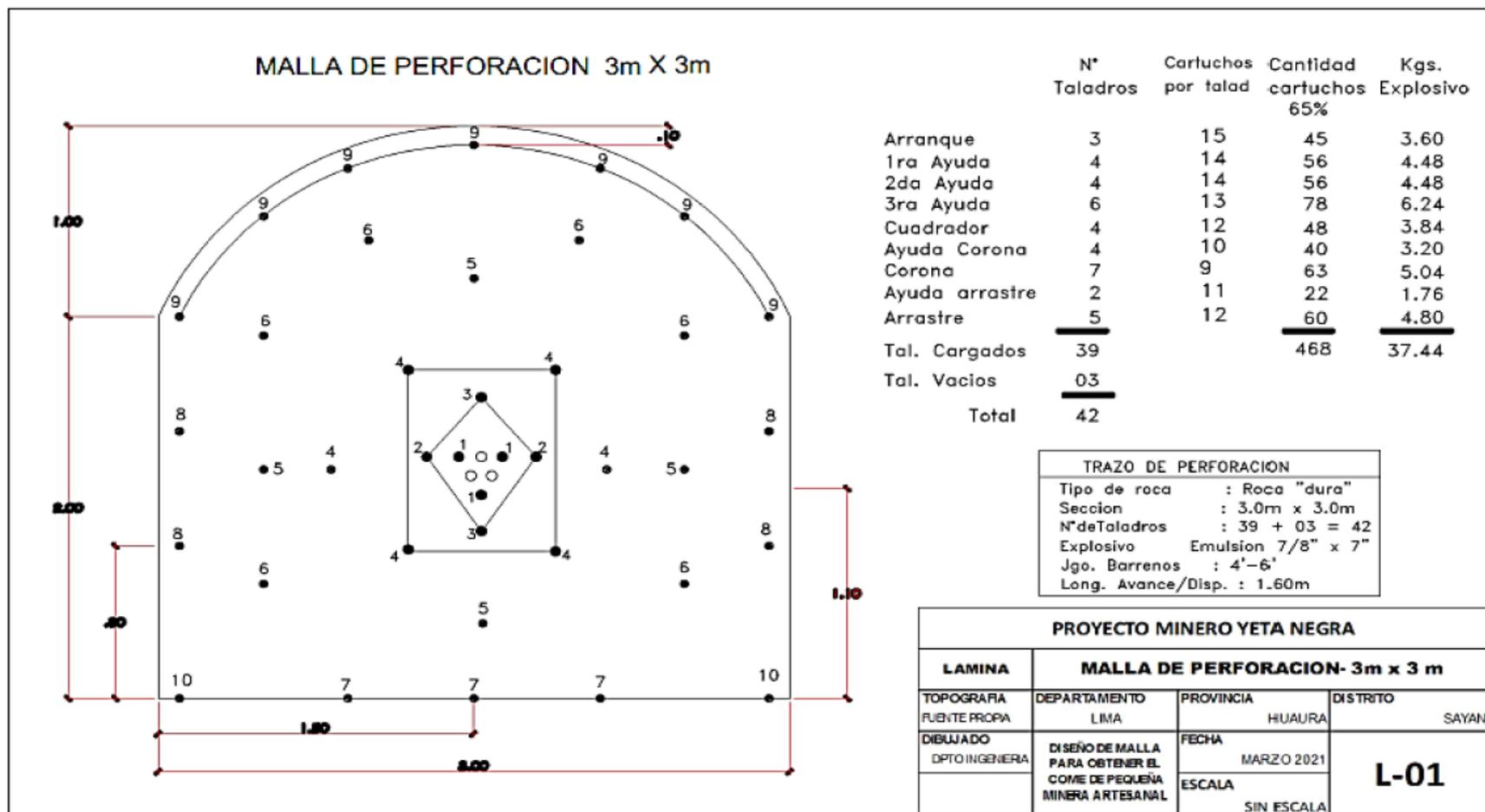
✓ Cruceros y galerías (3 x 3m)

Se ejecutará dos galerías en el nivel 1192 hacia el norte y sur comunicándose entre sí y formando la aureola de mineral de sección 3.0 x 3.0 m y 3 cruceros que nos servirá de acceso para iniciar las chimeneas de ventilación.

Las dimensiones de las labores serán de 3.0 x 3.0 m de sección para facilitar la extracción del mineral a exterior mina. El diseño de malla de perforación considera un total de 42 taladros perforados, 39 cargados y 3 de alivio utilizando emulsión de 7/8" x 7", la cantidad de cartuchos 65 % será de 468, con longitud de barrenos de 4' y 6' y un avance por disparo de 1.60 m/disparo. El total de explosivos a utilizar por disparo será de 37.44 kilogramos por disparo.

Se ejecutará todas las condiciones que se necesitan para aplicar este método, como ventilación forzada y un piso de trabajo regular que permitirán utilizar equipos mecanizados para las perforaciones.

En la práctica normal se utilizarán perforadoras manuales y barras de perforación con brocas acopladas con diámetros de 42 mm. Para la perforación de taladros largos se utilizará un equipo denominado Tope Mate Hidráulico que estará accionado por aire comprimido



**Figura 7. Malla de perforación, labores de desarrollo sección 3 x 3 m en Nv 1242 – Nv 1272
Tomada del departamento de Planeamiento**

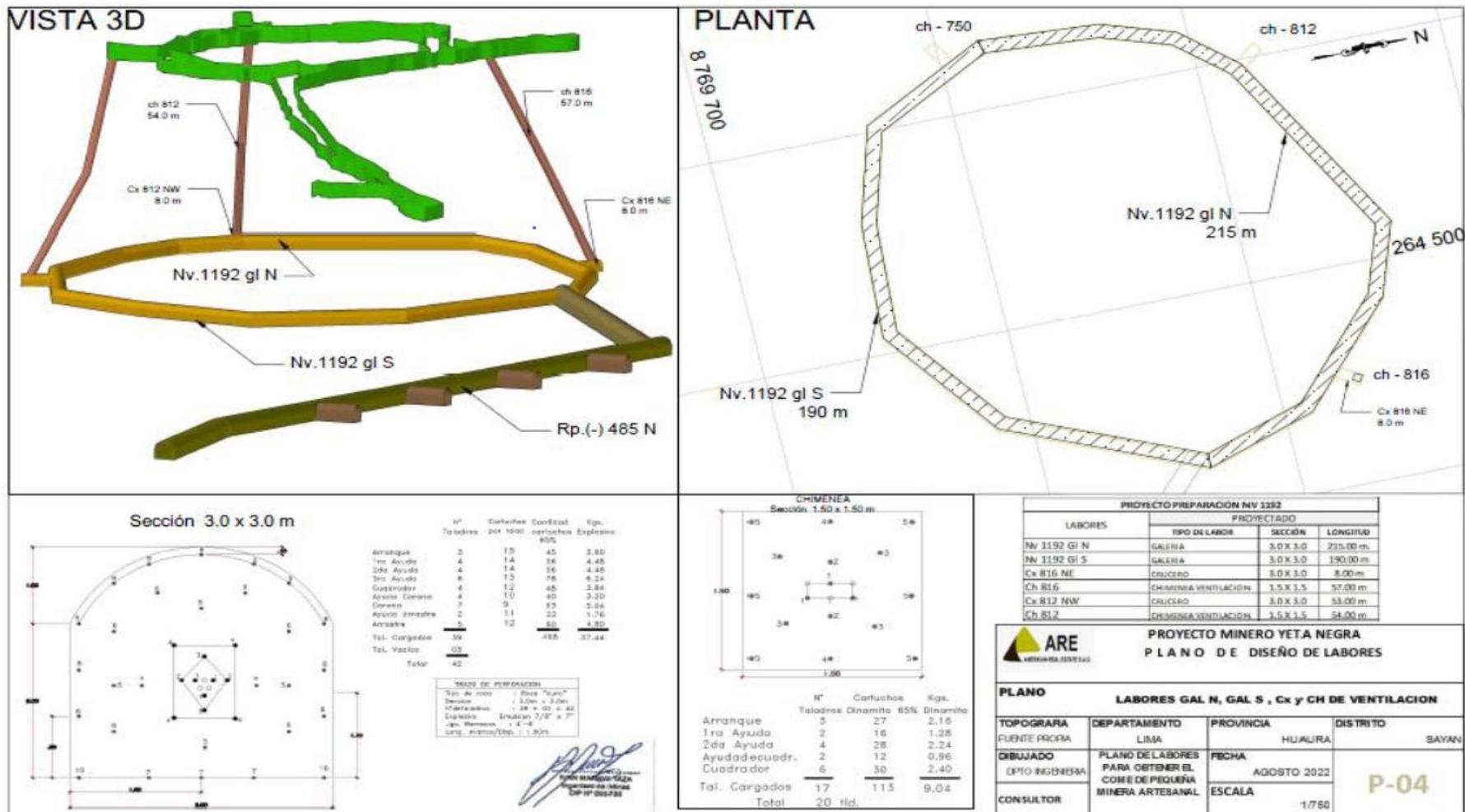
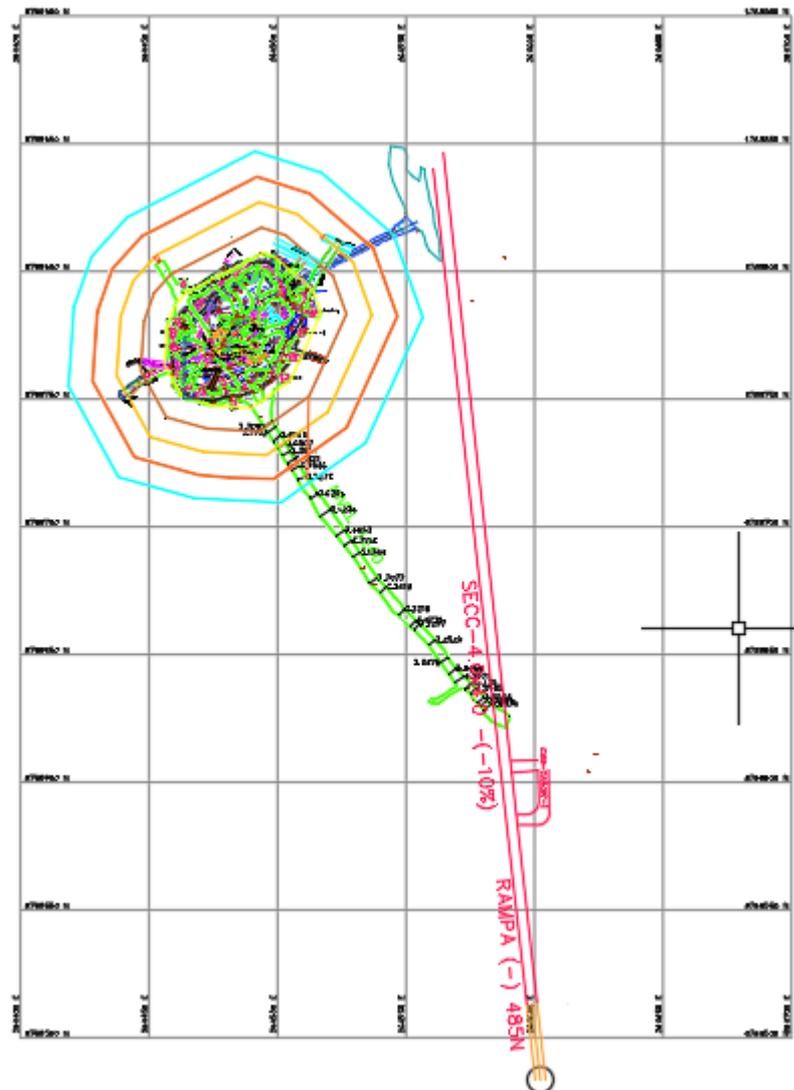


Figura 8. Diseño de labores de desarrollo (galería, cruceros) sección 3 x 3 m en Lv.1242 – Lv.1272
Tomada del departamento de Planeamiento

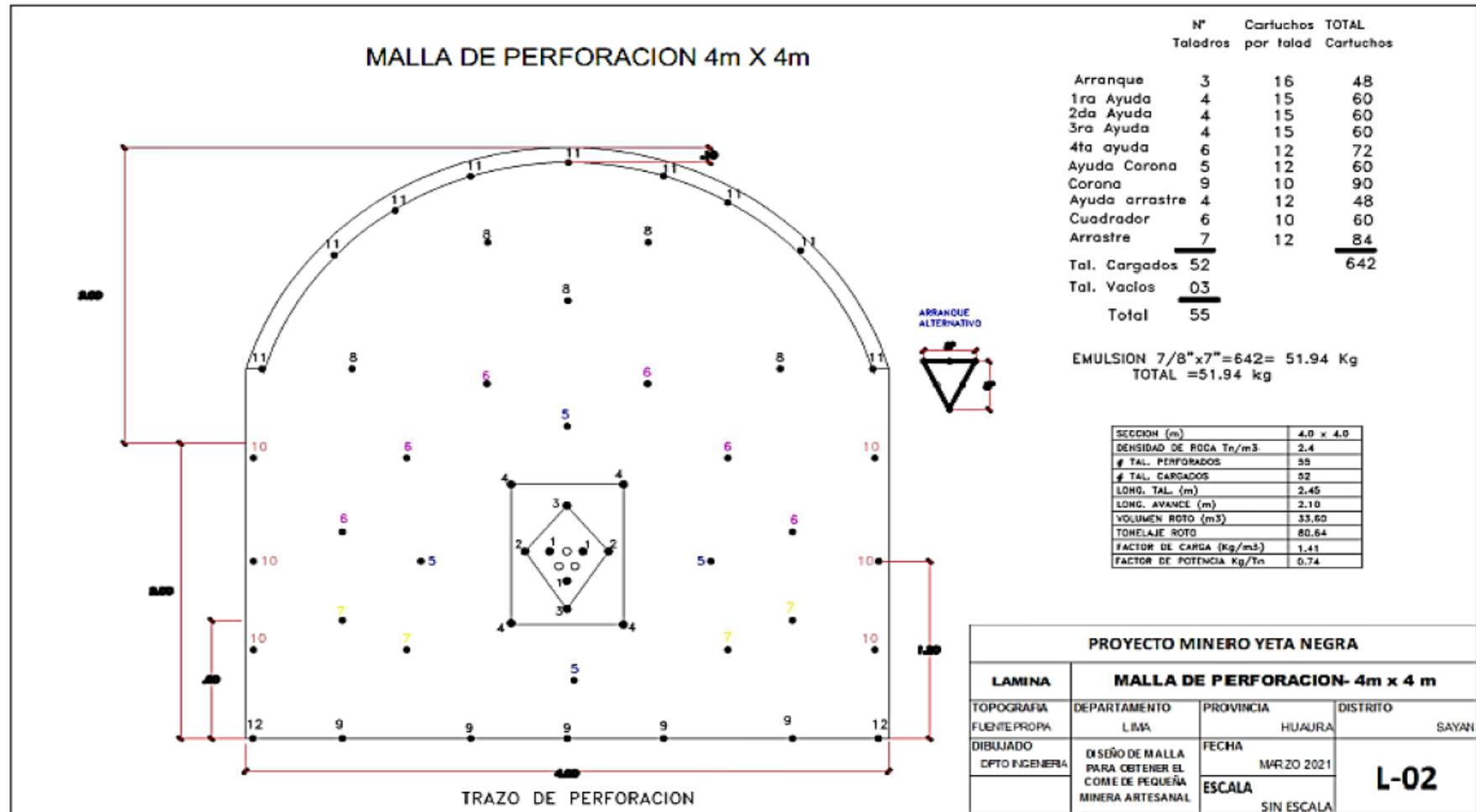
✓ Rampas (4 x 4m)

Se ejecutará una rampa positiva de ingreso de 30 m lo cual se continuará con una rampa negativa de 10 % de 244 m desde el nivel 1212 al nivel 1185 para luego ejecutar una rampa auxiliar de 30 m para llegar al mineral y empezar con la preparación para la explotación del mineral de profundidad, la cual nos servirá de acceso y extracción de mineral.

Se está programando como primera etapa 304 m, 4 refugios y una chimenea de ventilación.



**Figura 9. Rampa, con sección de 4 x 4m en Nv 1242 – Nv 1272
Tomada del departamento de Planeamiento**



**Figura 10. Malla de perforación de rampa, sección 4 x 4 m en Nv 1242 – Nv 1272
Tomada del departamento de Planeamiento**

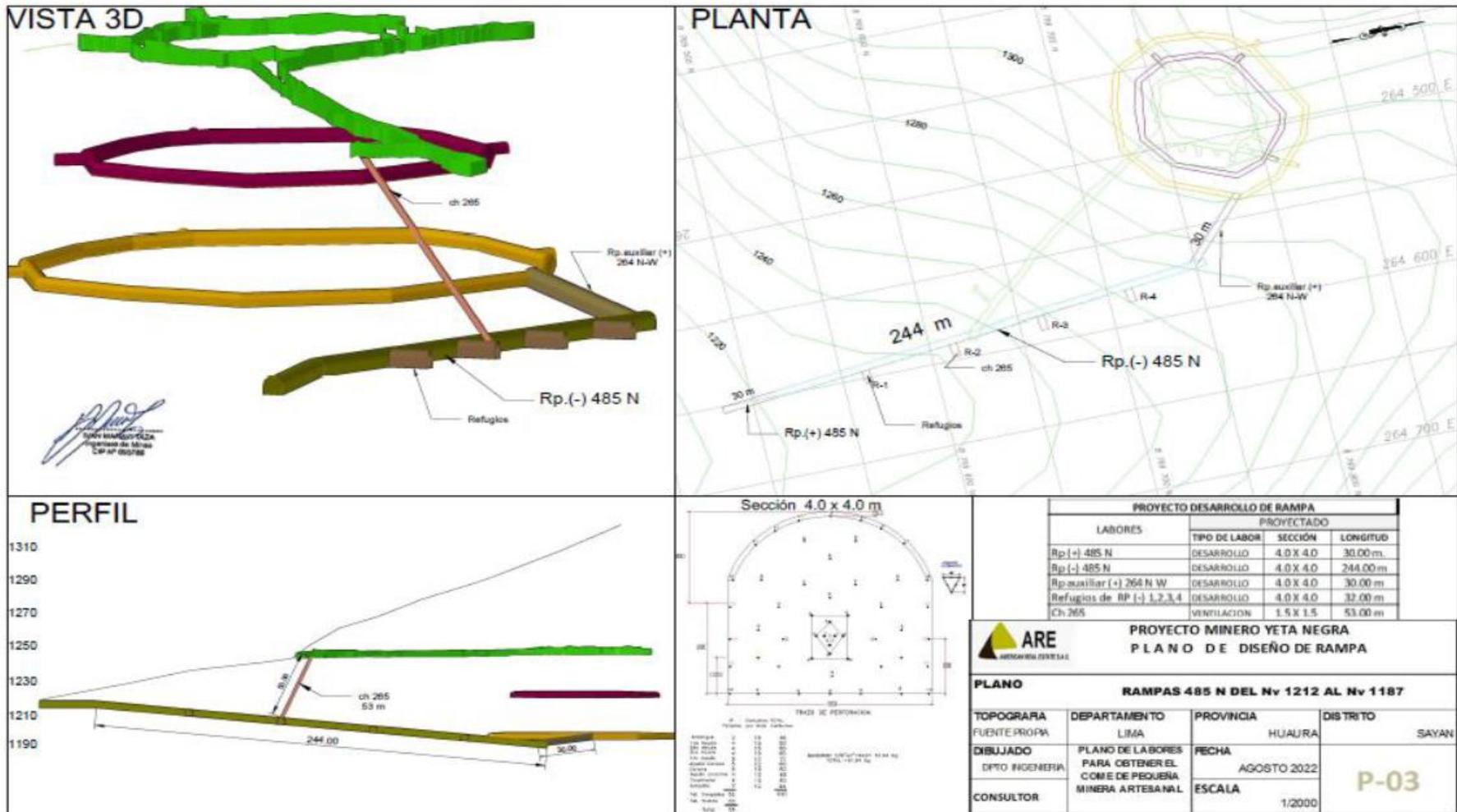


Figura 11. Diseño de labores de desarrollo (galería, cruceros) sección 3 x 3 m en Nv 1242 – Nv 1272
Tomada del departamento de Planeamiento

2.5.2. Producción

Durante el presente estudio se analizarán el cumplimiento del plan de producción mediante la aplicación del método de minado *shrinkage* realizado durante el periodo de enero a junio considerando un tonelaje promedio de 60 t/día y durante el segundo periodo mediante la aplicación del método de minado sub niveles con taladros largos considerando un tonelaje programado entre 150 a 350 t/día.

El tonelaje programado durante la primera etapa de enero a junio considerando la aplicación del método de minado *shrinkage* será de 10,860 toneladas por los 6 meses de producción, considerando una producción de 60 t/día.

El detalle de producción programado o Budget será de: enero con 1,860 t/mes, febrero con 1,680 t/mes, marzo con 1,860 t/mes, abril con 1,800 t/mes, mayo con 1,860 t/mes y para el mes de junio con 1,800 t/mes.

El tonelaje programado durante la segunda etapa de julio a diciembre considerando la aplicación del método de minado subniveles con taladros largos será de 27,600 toneladas por los 6 meses de producción restantes del periodo 2022, considerando una producción diaria de 150 t/día.

El detalle de producción programado o Budget será de: julio con 4,650 t/mes, agosto con 4,650 t/mes, setiembre con 4,500 t/mes, octubre con 4,650 t/mes, noviembre con 4,500 t/mes y para el mes de diciembre con 4,650 t/mes.

Tabla 6. Producción programada, periodos enero a junio (shrinkage) y julio a diciembre (taladros largos)

PROGRAMA DE PRODUCCIÓN - PROYECTO YETA NEGRA														
		PERIODO ENERO - DICIEMBRE												
N° Dias		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
ITEM	METODO DE MINADO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
PERIODO ENERO - JUNIO (60 tpd)	Shrinkage	1,860	1,680	1,860	1,800	1,860	1,800							10,860
PERIODO JULIO - DICIEMBRE (150-350 tpd)	Taladros Largos							4,650	4,650	4,500	4,650	4,500	4,650	27,600
TOTAL MENSUAL		1,860	1,680	1,860	1,800	1,860	1,800	4,650	4,650	4,500	4,650	4,500	4,650	38,460
TOTAL PROGRAMADO - POR MÉTODO		10,860						27,600						38,460

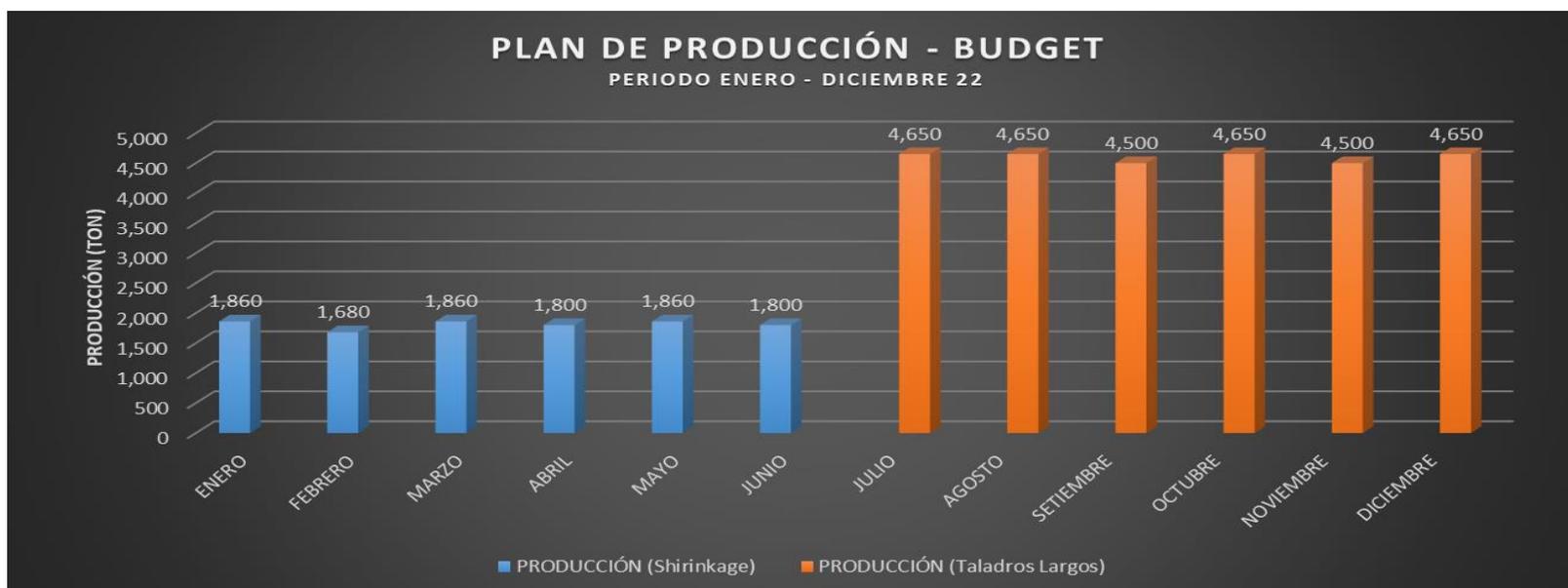


Figura 12. Producción periodo enero a diciembre, aplicando los métodos de minado shrinkage y subniveles con taladros largos

2.5.3. Costos asociados al método de minado.

Los costos asociados para la evaluación económica teniendo en cuenta el margen operativo, considera los costos de minado de los métodos de explotación *shrinkage* y subniveles con taladros largos.

a) Método de minado shrinkage

Los costos de minado considerado para el método de minado *shrinkage*, aplicado durante el periodo de enero a junio será de 25.91 \$/t, considerando un tonelaje diario de 60 t/día.

Tabla 7. Costos de minado de shrinkage, enero a junio 2022

ESTRUCTURA DE PRECIOS UNITARIOS - EXPLOTACION							
Shrinkage - Proyecto Yeta Negra							
UNIDAD DE MEDIDA :	Tn	(Toneladas)		Ancho de Minado <=	1.800	mt	
Long- Barra	6	pies	1.8288 m.	Ancho de Labor	1.800	mt	
TIPO DE MATERIAL:	MINERAL			Longitud de Labor	3.600	mt	
MALLA	0.4 x 0.4	Cmt.		Densidad del material :	3	ton / m3	
INCLUYE	Scoop	2.5	yd3	m3 por corte	9.978	m3	
Horas por guardia :	10.50	Hr / guardia		Cartuchos x Taladro	6.00	Cartuchos	
Taladros por Guardia (6')	45.00	tal / gdia		Toneladas por disparo	28.44	Tn/Disparo	
Eficiencia de Perforación	88%	%	1.609	Factor de carga	1.04	Kg/ton	
Eficiencia voladura:	95%	%	1.737	Equipo Limpieza	Sin Equipo		
Altura de corte:	1.54	mt		Rendimiento Scoop	0.0	TM/Hr.	
ITEM	DESCRIPCION	Cantidad /Corte	Unidad	P.U.(US\$)	Parcial	SubTotal(\$/Tn)	TOTAL(US\$)
1.00	MANO DE OBRA H/G						
	Perforista	1.31	Tarea	47.68	62.46	2.20	
	Ayudante de perforista	1.31	Tarea	42.24	55.33	1.95	
	Operador Equipo	0.00	Tarea	50.39	0.00	0.00	
	Parrillero	0.00	Tarea	42.24	0.00	0.00	
	Ayudante General	1.00	Tarea	42.24	42.24	1.49	5.63
2.10	MATERIALES						
	Barra conica de 2"	87.75	pp	0.21	18.78	0.66	
	Barra conica de 4"	159.19	pp	0.25	39.60	1.39	
	Barra conica de 6"	78.41	pp	0.31	24.02	0.84	
	Broca descartable 38 mm	237.60	pp	0.12	27.32	0.96	
	Broca descartable 41 mm	87.75	PP	0.08	7.31	0.26	
	Acilce de perforacion	0.50	Gln	12.49	6.25	0.22	
	Manguera de 1"	30.00	ml	0.03	0.86	0.03	
	Manguera de 1/2"	30.00	ml	0.01	0.45	0.02	4.38
2.30	IMPLEMENTOS Y HERRAMIENTAS						
	Implementos de Seguridad perforacion	2.62	Tarea	3.78	9.90	0.35	
	Implementos de Seguridad Ayudantes	1.00	Tarea	3.26	3.26	0.11	
	Implementos de Seguridad Parrillero	0.00	Tarea	3.42	0.00	0.00	
	Implementos de Seguridad Operadores	0.00	Tarea	2.81	0.00	0.00	
	Herramientas perforacion voladura	1.00		11.69	11.69	0.41	0.87
3.00	EQUIPOS						
	Perforadora Jackleg	237.6000	pp	0.10	24.72	0.87	
	Compresora 750CFM + D2	3.00	h/m	39.00	117.00	4.11	
	Lampara de Bateria U/Corte	3.62	d/H	0.19	0.67	0.02	
	Scoop 2.5 yd3	1.00	m3	0.00	0.00	0.00	2.04
							5.01
COSTO DIRECTO							17.93
UTILIDAD							1.79
COSTOS FIJOS Y GASTOS GENERALES							0.00
COSTO TOTAL SIN EXPLOSIVOS							19.72
2.20	EXPLOSIVOS						
	Petroleo	1.5	Lt	1.21	1.82	0.06	
	Nitrato	45.0	Kg	1.75	78.75	2.77	
	Emulex 1" X 8"	45.0	Unid	0.38	17.10	0.60	
	Carmex 2.10 m	45.0	Unid	1.00	45.00	1.58	
	Mecha Rapida	30.0	mt	0.58	17.40	0.61	5.63
	UTILIDAD					10%	0.56
COSTO TOTAL CON EXPLOSIVOS							25.91

b) Método de minado subniveles con taladros largos

Los costos de minado considerado para el método de minado subnivel con taladros largos, aplicado durante el periodo de julio a diciembre será de 11.80 \$/t, considerando un tonelaje diario de 150 t/día.

Tabla 8. Costos de minado de subnivel con taladros largos, julio a diciembre 2022

ESTRUCTURA DE PRECIOS UNITARIOS - EXPLOTACION

Taladros Largos - Proyecto Yeta Negra

Perf. Y Voladura	m/mes	2,295	Indice	Costo/mes
Cargos por partida			US \$/mes	US \$
Personal (Operadores y ayudantes)			5.63	12,920.85
Equipo de perforación y voladura			3.62	8,307.90
Aceros de perforación			3.16	7,252.20
Materiales de voladura y accesorios			1.88	4,314.60
Implementos de seguridad (EPPs)			0.33	757.35
Grasas y lubricantes			0.38	872.10
Herramientas y metrales varios			0.31	711.45
Costo Directo Perforación y Voladura			15.31	35,136.45
Movilidad de servicios (camioneta 4x4)			und/mes	1,500.00
Alojamiento en Sayán			Empresa	
Alimentación personal			Empresa	
Total presupuesto				36,636.45
Gastos generales			12%	4,396.37
Utilidad de contratista			10%	3,663.65
TOTAL GENERAL			US \$	44,696.47
Precio Unitario Perforación y Voladura			US \$/m	19.48
Precio Unitario Producción			US \$/Ton	11.80

2.5.4. Valor de mineral (NSR) asociados al método de minado.

El valor de mineral (NSR) durante el periodo enero a junio de acuerdo al método de minado *shrinkage* será de 118.6 \$/t y el valor de mineral para el método de minado de subniveles con taladros largos durante el periodo de julio a diciembre será de 136.3 \$/t.

Tabla 9. NSR asociado al método de minado shirinkage, periodo enero a junio

NSR ASOCIADO AL MÉTODOD DE MINADO SHIRINKAGE

PERIODO ENERO - JUNIO

PRODUCTO	ALIMENTACIÓN TM	% PESO	ENSAYES		CONTENIDO METALICO		DISTRIBUCION		VALOR COMERCIAL (\$)	NSR (\$/Ton)	Rad. Concent. RC
			Ag (Oz/TC)	%Cu	Ag Oz	Cu TM	%Ag	%Cu			
CABEZA	11358.72	100.00	1.38	2.13	15705.60	241.70	100.00	100.00	1,347,520.91	118.6	11.41
CONC.Cu	995.68	8.77	13.68	22.62	13617.90	225.27	87.90	94.79			
RELAVE	10363.04	91.23	0.18	0.12	1873.99	12.37	12.10	5.21			
CABEZA CALC.	11358.72	100.00	1.36	2.09	15491.88	237.64	100.00	100.00			

Tabla 10. NSR asociado al método de minado por subniveles con taladros largos, periodo julio a diciembre

NSR ASOCIADO AL MÉTODOD DE MINADO DE SUBNIVELES CON TALADROS LARGOS

PERIODO JULIO - DICIEMBRE

PRODUCTO	ALIMENTACIÓN TM	% PESO	ENSAYES		CONTENIDO METALICO		DISTRIBUCION		VALOR COMERCIAL (\$)	NSR (\$/Ton)	Rad. Concent. RC
			Ag (Oz/TC)	%Cu	Ag Oz	Cu TM	%Ag	%Cu			
CABEZA	31538.20	100.00	1.64	2.49	51635.37	784.55	100.00	100.00	4,297,673.28	136.3	9.64
CONC.Cu	3270.88	10.37	13.96	22.99	45669.11	751.92	89.47	95.84			
RELAVE	28267.31	89.63	0.19	0.12	5372.25	32.63	10.53	4.16			
CABEZA CALC.	31538.20	100.00	1.62	2.49	51041.36	784.55	100.00	100.00			

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método y alcances de la investigación

3.1.1. Método de la investigación

La presente tesis es del tipo aplicado con un nivel explicativo, ya que define el cumplimiento del plan de minado de corto plazo mediante el análisis de los parámetros operacionales y económicos del método de explotación con subniveles y con taladros largos.

a) Método general

La tesis está orientada a realizar un análisis de los parámetros operacionales y económicos que inciden directamente mediante el uso de taladros largos para el cumplimiento del plan de producción de corto plazo del proyecto Yeta Negra de American Real Estate SAC.

b) Métodos específicos

Las variables operacionales analizadas son: tonelaje de mineral programado y ejecutado, leyes de mineral, recuperación metalúrgica, etc. Así como, las variables económicas relacionadas al valor de mineral (NSR), costos asociados al método de explotación *shrinkage* y el método de explotación con subniveles con taladros largos, ingresos del plan de producción, etc., los que influirán en el cumplimiento de los niveles del plan de minado a corto plazo, describiendo los siguientes ítems:

- **Recopilación de informes anteriores.** Se compiló, analizó los informes asociada a los planes de producción programado y ejecutado de los métodos de minado *shrinkage* y subniveles con taladros largos, y sus variables operacionales y económicas relacionadas.
- **Trabajo de campo.** Se realizó la observación del cumplimiento de los planes de producción de los métodos de minado *shrinkage* y subniveles con taladros largos durante el periodo de estudio.
- **Trabajo de gabinete.** Se realizó la evaluación de los parámetros operacionales y económicos de los métodos de explotación *shrinkage* y de subniveles con taladros largos, para el cumplimiento del plan de minado de corto plazo.
- **Resultados.** Se realizó el análisis de los diferentes planes de producción de los métodos de minado *shrinkage* y subniveles con taladros largos, considerando la producción programada y producción ejecutada, el análisis del NSR de ambos métodos de minado, el costo de minado de ambos métodos, las leyes de cabeza y procesada, etc., para el cumplimiento de los planes de minado, en el proyecto Yeta Negra de American Real Estate SAC.

3.1.2. Alcances de la investigación

3.2. Diseño de la investigación

Cumple con realizar un análisis de los parámetros operacionales como tonelaje asociado a cada método de minado, su valor de mineral (NSR), el radio de concentración, los costos de minado asociado a cada método de minado, etc. que influyen en cumplir el plan de producción de corto plazo.

3.2.1. Tipo de diseño de investigación

El presente trabajo es de diseño no experimental de corte longitudinal. Se comparó dos escenarios, con la aplicación del método de explotación *shrinkage* (periodo enero a junio) y el método de explotación con subniveles con taladros largos (periodo julio a diciembre).

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Pertenece a la empresa minera American Real Estate SAC del proyecto minero Yeta Negra.

3.3.2. Muestra

Representa a los diferentes tajeos, asociados al Nv 1242 – 1272 del método de explotación subniveles con taladros largos, del proyecto Yeta Negra.

3.3.3. Técnicas utilizadas en la recolección de datos

- ✓ Registros de los planes de producción budget.
- ✓ Registros de producción de mineral producido y procesado.
- ✓ Revisión de información de balances metalúrgicos.
- ✓ Observación de los reportes de mineral procesado.
- ✓ Registro de información de los frentes de producción del método de explotación subniveles con taladros largos.

3.3.4. Instrumentos utilizados en la recolección de datos

- ✓ Tesis relacionadas al método de minado subniveles con taladros largos.
- ✓ Informes relacionados con la aplicación del método de minado subniveles con taladros largos.
- ✓ Reportes asociados a taladros largos por internet
- ✓ Uso de hojas de cálculo (Excel)
- ✓ Otros relacionados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

El tratamiento de los resultados del presente trabajo de investigación y su interpretación serán planteados en el presente capítulo, relacionado al análisis de las variables operacionales y económicos mediante el uso de taladros largos para el cumplimiento del plan de minado de corto plazo del proyecto Yeta Negra de American Real Estate SAC.

4.1.1. Análisis del cumplimiento del plan de producción

Uno de los objetivos del cumplimiento del plan de minado de corto plazo en el proyecto Yeta Negra, mediante el análisis de las variables operacionales, es el cumplimiento de los planes de producción durante el periodo 2022, para lo cual se analizó dos periodos de estudio: enero a junio utilizando el método de explotación *shrinkage* y el periodo julio a diciembre con el método de explotación subniveles con taladros largos.

a) Periodo enero – junio (Shrinkage)

Durante el periodo enero a junio se viene aplicando el método de minado *shrinkage* en la unidad minera, considerando una producción *budget* promedio diario de 60 t/día, se realizarán diferentes relaciones para ver el nivel de rendimiento operacional, los resultados durante este periodo son:

Tabla 11. Producción periodo enero – junio, método de minado shirinkage
PRODUCCIÓN SHIRINKAGE - PROYECTO YETA NEGRA

PERIODO ENERO - JUNIO

PERIODO	METODO DE MINADO	PRODUCCIÓN (Ton)	LEYES		NSR \$/Ton	RADIO CONC	RECUP METALÚRGICA	
			Cu (%)	Ag (Oz)			Cu (%)	Ag (Oz)
ENERO	Shirinkage	2,013.25	1.92	1.18	105.27	11.51	94.42	87.48
FEBRERO	Shirinkage	1,783.96	1.92	1.11	90.18	13.18	93.59	89.47
MARZO	Shirinkage	1,956.51	2.05	1.23	114.62	12.38	92.38	83.91
ABRIL	Shirinkage	1,908.27	2.18	1.40	127.49	11.38	96.23	87.23
MAYO	Shirinkage	1,892.48	2.39	1.76	137.18	9.73	96.25	91.30
JUNIO	Shirinkage	1,804.24	2.33	1.63	137.23	10.93	95.32	88.01
TOTAL/PROMEDIO		11,358.72	2.13	1.38	118.63	11.41	94.79	87.90



Figura 13. Relación de producción – NSR – radio de concentración, aplicando los métodos de minado shirinkage

El tonelaje programado para el periodo enero a junio mediante la aplicación del método de minado *shrinkage* fue de 10,860 toneladas, siendo la producción ejecutada de 11, 358.72 toneladas, generando un incremento de acuerdo con lo programado en 498.72 toneladas o 4.6 %, con leyes de Cu@2.13 % y Ag@1.38 Oz.

La relación de la producción ejecutada con el NSR (valor de mineral) y el radio de concentración tiene una influencia directa. El tonelaje está entre el rango de 1,783.96 a 2,013.25 toneladas, el radio de concentración entre el rango de 9.73 a 13.18 y el valor de mineral (NSR) entre el rango de 90.18 a 137.23 \$/t.

El promedio durante el periodo de enero a junio, aplicando el método de explotación *shrinkage*, fue: tonelaje promedio de 1,893.12 toneladas, con un radio de concentración promedio de 11.41 y un valor de mineral (NSR) promedio de 118.63 \$/t.

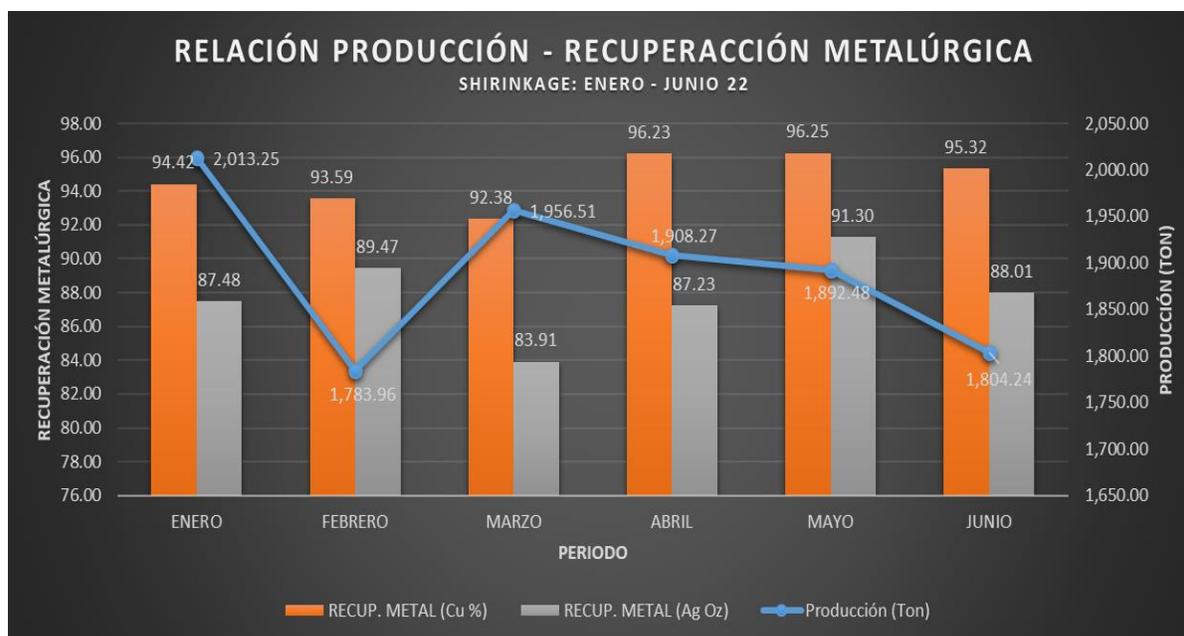


Figura 14. Relación producción – recuperación metalúrgica, periodo enero a junio

La relación de producción y la recuperación metalúrgica es de vital importancia por el incremento de leyes de concentrado y mejor valor comercial.

La recuperación metalúrgica de cobre está en el rango de Cu: 92.38 a 96.25 % y Ag: 83.91 a 91.30 %, estos valores de recuperación son importantes, ya que se observa la docilidad de los minerales sulfuros presentes en el yacimiento tienen buena respuesta al tratamiento metalúrgico obteniendo concentrados muy limpios.

El promedio de producción durante el periodo enero a junio fue de 1,893.12 toneladas, considerando recuperaciones metalúrgicas importantes promedio de Cu en 94.79 % y Ag en 87.90 %.

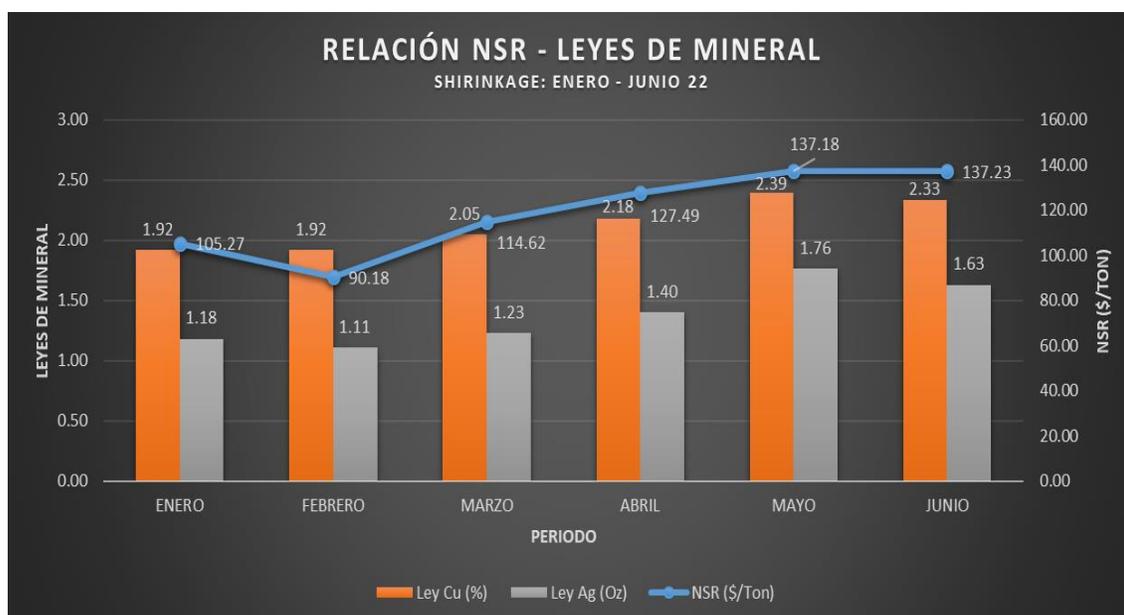


Figura 15. Relación NSR – ley de mineral, periodo enero a junio

La relación valor de mineral (NSR) y las leyes de cabeza es importante, ya que nos indica el nivel de rendimiento económico durante el periodo de estudio.

El valor de mineral (NSR) está entre el rango de 90.18 a 137.23 \$/t y las leyes de cabeza están en el rango Cu@ 1.92 a 2.39 % y Ag@ 1.11 a 1.76 Oz.

El promedio de valor de mineral durante el periodo enero a junio fue de 118.63 \$/t, considerando leyes promedio de Cu@2.13 % y Ag@1.38 Oz, estos valores promedios son superiores a los programados durante el periodo de evaluación.

Finalmente, en este periodo se incrementó la producción en 498.72 t/mes, el cual representa un mayor indicador de producción en 4.6 %, considerando un total de 181 días, su producción diaria fue de 62.76 t/día, con un incremento de 2.76 t/día.

De acuerdo a los resultados obtenidos en tonelaje, calidad de concentrado y valor de mineral, se decidió utilizar un método de minado con mayor capacidad de producción, por lo que se seleccionó el método de minado de subniveles con taladros largos, de acuerdo a las condiciones geológicas, geomecánicas, operacionales y económicas, presentados en el yacimiento minero.

b) Periodo julio – diciembre (subniveles con taladros largos)

La aplicación del método de explotación mediante subniveles con taladros largos permitió el incremento de producción de 60 t/día en el método *shrinkage* a 150 t/día en el método subniveles con taladros largos.

El mayor tonelaje observado en el periodo julio a diciembre, producto de la aplicación de un método semi masivo, permitió realizar un análisis comparativo de las variables operacionales y económicas, con el periodo anterior, por lo que los resultados obtenidos fueron de:

Tabla 12. Producción periodo julio – diciembre, método de minado subnivel con taladros largos

PRODUCCIÓN SUBNIVEL CON TALADROS LARGOS - PROYECTO YETA NEGRA

PERIODO JULIO - DICIEMBRE

PERIODO	METODO DE MINADO	PRODUCCIÓN (Ton)	LEYES		NSR \$/Ton	RADIO CONC	RECUP METALÚRGICA	
			Cu (%)	Ag (Oz)			Cu (%)	Ag (Oz)
JULIO	Taladros Largos	5,409.85	2.64	1.60	144.77	9.50	95.08	86.57
AGOSTO	Taladros Largos	5,458.84	2.56	1.58	141.75	9.46	95.79	89.51
SETIEMBRE	Taladros Largos	5,110.06	2.36	1.69	130.02	10.31	95.78	89.62
OCTUBRE	Taladros Largos	5,332.63	2.58	1.76	141.69	9.20	96.03	90.06
NOVIEMBRE	Taladros Largos	5,239.64	2.57	1.72	140.53	9.12	96.37	90.90
DICEIMBRE	Taladros Largos	4,987.18	2.18	1.47	117.19	10.51	96.07	90.45
TOTAL/PROMEDIO		31,538.20	2.49	1.64	136.27	9.64	95.84	89.47

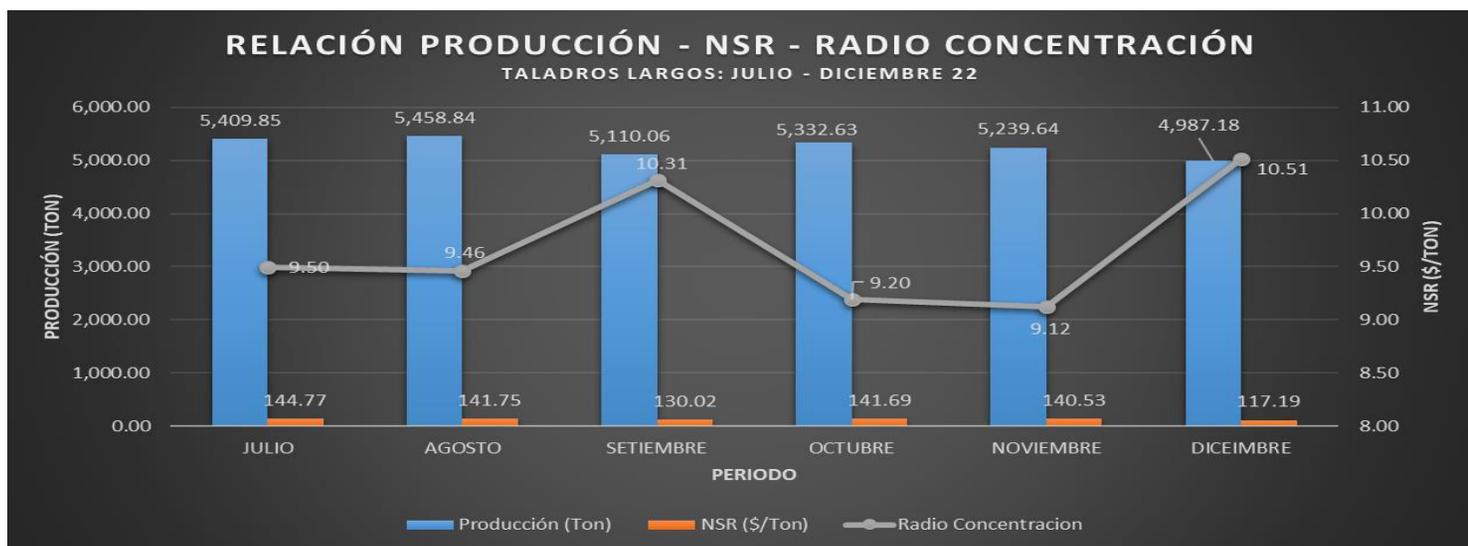


Figura 16. Relación de producción – NSR – radio de concentración, aplicando los métodos de minado con taladros largos

El tonelaje programado para el periodo julio a diciembre mediante la aplicación del método de minado subniveles con taladros largos fue de 27,600 toneladas, siendo la producción ejecutada de 31,538.20 toneladas, generando un incremento de acuerdo con lo programado en 3,938.20 toneladas o 14.27 %, con leyes promedio de Cu@2.49 % y Ag@1.64 Oz.

La relación de la producción ejecutada con el NSR (valor de mineral) y el radio de concentración tiene una influencia directa. El tonelaje está entre el rango de 4,987.18 a 5,458.84 toneladas, el radio de concentración entre el rango de 9.12 a 10.51 y el valor de mineral (NSR) entre el rango de 117.19 a 144.77 \$/t.

El promedio durante el periodo de julio a diciembre, aplicando el método de explotación subniveles con taladros largos, fue: tonelaje promedio de 5,256.37 toneladas, con un radio de concentración promedio de 9.64 y un valor de mineral (NSR) promedio de 136.27 \$/t.

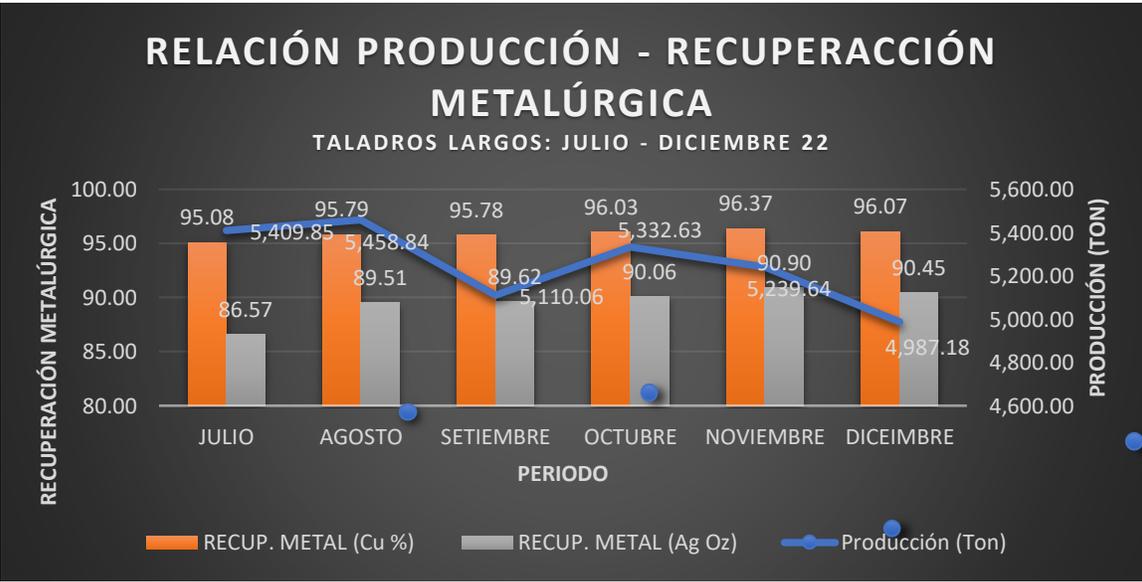


Figura 17. Relación producción – recuperación metalúrgica, periodo julio a diciembre

La relación de producción y la recuperación metalúrgica es de vital importancia por el incremento de leyes de concentrado y mejor valor comercial.

La recuperación metalúrgica de cobre está en el rango de Cu: 95.08 a 96.37 % y Ag: 86.57 a 90.90 %, estos valores de recuperación son importantes, ya que se observa la docilidad de los minerales sulfuros presentes en el yacimiento tienen buena respuesta al tratamiento metalúrgico, obteniendo concentrados muy limpios.

El promedio de producción durante el periodo julio a diciembre fue de 5,256.37 toneladas, considerando recuperaciones metalúrgicas importantes promedio de Cu en 95.84 % y Ag en 89.47 %.

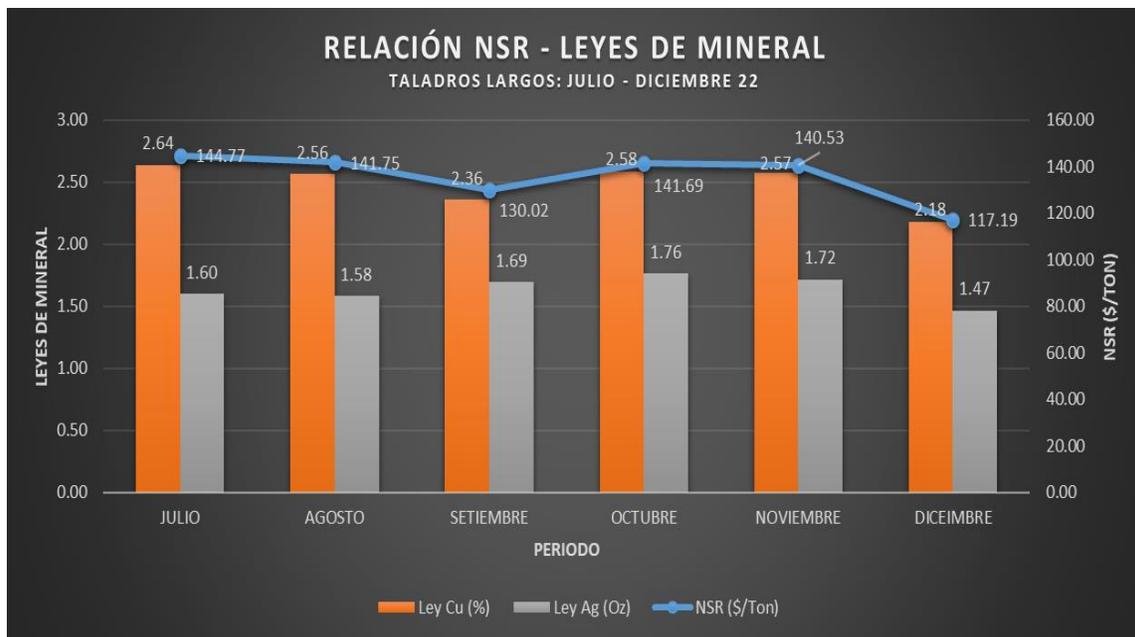


Figura 18. Relación NSR – ley de mineral, periodo julio a diciembre

La relación valor de mineral (NSR) y las leyes de cabeza son importantes, ya que indica el nivel de rendimiento económico durante el periodo de estudio julio a diciembre.

Durante el periodo julio a diciembre, el valor de mineral (NSR) está entre el rango de 117.19 a 144.77 \$/t y las leyes de cabeza están en el rango Cu@ 2.18 a 2.64 % y Ag@ 1.47 a 1.76 Oz.

El promedio de valor de mineral durante el periodo julio a diciembre fue de 136.27 \$/t, considerando leyes promedio de Cu@2.49 % y Ag@1.64 Oz, estos valores promedios son superiores a los programados durante el periodo de evaluación.

Finalmente, en este periodo se incrementó la producción en 3,938.20 t/mes, el cual representa un mayor indicador de producción en 14.27 %, considerando un total de 184 días, su producción diaria fue de 171.40 t/día, con un incremento de 21.40 t/día.

4.1.2. Análisis del valor de mineral (NSR)

Las consideraciones operacionales asociadas a determinar el valor comercial consideran el tonelaje asociado, sus leyes de concentrado, el precio de mineral y los parámetros comerciales, los cuales involucran a determinar el valor comercial y el NSR correspondiente. Para el análisis del valor de mineral se considera entre los dos periodos de estudio, de enero a junio aplicando el método de explotación *shrinkage* y el periodo de julio a diciembre con la aplicación del método de explotación subniveles con taladros largos.

Para el análisis de los parámetros comerciales, se considera la siguiente plantilla de valorización asociada al presente trabajo de investigación.

Tabla 13. Plantilla de valorización, periodo enero a diciembre

CLEARANCE OF COPPER

expressed in U.S. dollars

PRODUCT: COPPER/SILVER CONCENTRATES
 PRODUCER: TESIS - UNIVERSIDAD CONTINENTAL

LOT :
 CLOSE DATE :
 VALUE DATE :

WMT:	3270.885	PRICES	LAWS	Leyes Finales según Dirimencias				
H2O:	0.000%	0.000	Cu LOW 4LME	9038.942 \$/FMT	Cu %:	22.988	AS %:	0.178
DMT:	3270.885	AG LONDON SPOT	2150.000 C\$/OZ	AG Oz/Tc:	13.962	SB %:	0.000	0.000
MURMA:	0.500%	16.354	AU LONDON FINAL	0.000 \$/OZ	AU Oz/Tc:	0.000	BI %:	0.000
DMNT	3254.531						ZN %:	0.000

PAYABLES PER DMT

Cu:	22.988	(MD 1.2 Unid.)	=	21.788	% x	9038.942 \$/FMT	1,969.405
AG:	15.391	-1.608	Oz/Dmt x	86.000%	=	11.853 Oz/Dmt x	237.001
AU:	0.000	-0.048	Oz/Dmt x	85.000%	=	0.000 Oz/Dmt x	0.000

TOTAL PAYABLES US\$ 2,206.406

DEDUCTIONS

TREATMENT CHARGE: 560.000

REFINING CHARGE

Cu: \$/DMT	480.343	Lb/Dmt x	0.56	\$/Lb				268.992
AG:	11.853	Oz/Dmt x	4.8	\$/Oz	10% X	21.5	\$/Oz	56.894
AU:	0.000	Oz/Dmt x	8.00	\$/Oz	1% X	0	\$/Oz	0.000

PENALTY:

AS :	0.178	% -	0.700	=	0.000	% x	4.00	\$/DMT / 0.10%	=	0.000
AS :	0.178	% -	0.300	=	0.000	% x	2.50	\$/DMT / 0.10%	=	0.000
SB :	0.000	% -	0.700	=	0.000	% x	4.00	\$/DMT / 0.10%	=	0.000
SB :	0.000	% -	0.300	=	0.000	% x	2.50	\$/DMT / 0.10%	=	0.000
BI :	0.000	% -	0.200	=	0.000	% x	1.50	\$/DMT / 0.01%	=	0.000
ZN :	0.000	% -	7.000	=	0.000	% x	2.00	\$/DMT / 1.00%	=	0.000

TOTAL DEDUCTIONS US\$ -885.886

VALUE US\$/DMT 1,320.520

COMERCIAL VALUE (US \$) 4,297,673.28

Tomado del departamento de planeamiento

Los parámetros comerciales están relacionados a los criterios que se manejan entre la empresa minera y el trader, considerando los criterios de precio de mineral y de fundición y refinación de Cu y Ag.

a) Análisis del NSR periodo enero – junio (shrinkage)

Durante el análisis del valor de mineral (NSR) para el periodo de enero a junio, considerando la aplicación del método de minado shrinkage, se analizará el tonelaje de alimentación, las leyes de cabeza, las leyes de concentrado, la recuperación metalúrgica, el radio de concentración y el valor de mineral (NSR) durante el periodo de estudio.

Tabla 14. Balances metalúrgicos periodo enero a marzo

BALANCE METALURGICO - MES (ENERO)

PRODUCTO	ALIMENTACIÓN TM	% PESO	ENSAYES		CONTENIDO METALICO		DISTRIBUCION		VALOR COMERCIAL (\$)	NSR (\$/Ton)	Rad. Concent. RC
			Ag (Oz/TC)	%Cu	Ag Oz	Cu TM	%Ag	%Cu			
CABEZA	2013.25	100.00	1.18	1.92	2375.63	38.56	100.00	100.00	211941.22	105.3	11.51
CONC.Cu	174.91	8.69	13.95	20.81	2439.98	36.40	87.48	94.42			
RELAVE	1838.34	91.31	0.19	0.12	349.28	2.15	12.52	5.58			
CAB. CAL	2013.25	100.00	1.39	1.92	2789.26	38.56	100.00	100.00			

BALANCE METALURGICO - MES (FEBRERO)

PRODUCTO	ALIMENTACIÓN TM	% PESO	ENSAYES		CONTENIDO METALICO		DISTRIBUCION		VALOR COMERCIAL (\$)	NSR (\$/Ton)	Rad. Concent. RC
			Ag (Oz/TC)	%Cu	Ag Oz	Cu TM	%Ag	%Cu			
CABEZA	1783.96	100.00	1.11	1.92	1980.20	34.17	100.00	100.00	160877.12	90.2	13.18
CONC.Cu	135.37	7.59	12.42	20.81	1681.25	28.17	89.47	93.59			
RELAVE	1648.60	92.41	0.12	0.12	197.83	1.93	10.53	6.41			
CAB. CAL	1783.96	100.00	1.05	1.69	1879.08	30.10	100.00	100.00			

BALANCE METALURGICO - MES (MARZO)

PRODUCTO	ALIMENTACIÓN TM	% PESO	ENSAYES		CONTENIDO METALICO		DISTRIBUCION		VALOR COMERCIAL (\$)	NSR (\$/Ton)	Rad. Concent. RC
			Ag (Oz/TC)	%Cu	Ag Oz	Cu TM	%Ag	%Cu			
CABEZA	1956.51	100.00	1.23	2.05	2406.51	40.11	100.00	100.00	224247.29	114.6	12.38
CONC.Cu	158.07	8.08	13.65	23.44	2157.63	37.05	83.91	92.38			
RELAVE	1798.44	91.92	0.23	0.17	413.64	3.06	16.09	7.62			
CAB. CAL	1956.51	100.00	1.31	2.05	2571.27	40.11	100.00	100.00			

Tabla 15. Balances metalúrgicos periodo abril a junio

BALANCE METALURGICO - MES (ABRIL)

PRODUCTO	ALIMENTACIÓN TM	% PESO	ENSAYES		CONTENIDO METALICO		DISTRIBUCION		VALOR COMERCIAL (\$)	NSR (\$/Ton)	Rad. Concent. RC
			Ag (Oz/TC)	%Cu	Ag Oz	Cu TM	%Ag	%Cu			
CABEZA	1908.27	100.00	1.40	2.18	2671.58	41.60	100.00	100.00	243276.46	127.5	11.38
CONC.Cu	167.72	8.79	13.47	23.87	2259.13	40.03	87.23	96.23			
RELAVE	1740.55	91.21	0.19	0.09	330.71	1.57	12.77	3.77			
CAB. CAL	1908.27	100.00	1.36	2.18	2589.84	41.60	100.00	100.00			

BALANCE METALURGICO - MES (MAYO)

PRODUCTO	ALIMENTACIÓN TM	% PESO	ENSAYES		CONTENIDO METALICO		DISTRIBUCION		VALOR COMERCIAL (\$)	NSR (\$/Ton)	Rad. Concent. RC
			Ag (Oz/TC)	%Cu	Ag Oz	Cu TM	%Ag	%Cu			
CABEZA	1892.48	100.00	1.76	2.39	3330.77	45.23	100.00	100.00	259617.45	137.2	9.73
CONC.Cu	194.51	10.28	13.74	22.38	2672.63	43.53	91.30	96.25			
RELAVE	1697.97	89.72	0.15	0.10	254.69	1.70	8.70	3.75			
CAB. CAL	1892.48	100.00	1.55	2.39	2927.32	45.23	100.00	100.00			

BALANCE METALURGICO - MES (JUNIO)

PRODUCTO	ALIMENTACIÓN TM	% PESO	ENSAYES		CONTENIDO METALICO		DISTRIBUCION		VALOR COMERCIAL (\$)	NSR (\$/Ton)	Rad. Concent. RC
			Ag (Oz/TC)	%Cu	Ag Oz	Cu TM	%Ag	%Cu			
CABEZA	1804.24	100.00	1.63	2.33	2940.92	42.04	100.00	100.00	247601.26	137.2	10.93
CONC.Cu	165.11	9.15	14.58	24.27	2407.29	40.07	88.01	95.32			
RELAVE	1639.13	90.85	0.20	0.12	327.83	1.97	11.99	4.68			
CAB. CAL	1804.24	100.00	1.52	2.33	2735.11	42.04	100.00	100.00			

Tabla 16. Balances metalúrgicos acumulado, periodo enero a junio
RESUMEN BALANCE METALURGICO

PERIODO ENERO - JUNIO

PRODUCTO	ALIMENTACIÓN TM	% PESO	ENSAYES		CONTENIDO METALICO		DISTRIBUCION		VALOR COMERCIAL (\$)	NSR (\$/Ton)	Rad. Concent. RC
			Ag (Oz/TC)	%Cu	Ag Oz	Cu TM	%Ag	%Cu			
CABEZA	11358.72	100.00	1.38	2.13	15705.60	241.70	100.00	100.00	1,347,520.91	118.6	11.41
CONC.Cu	995.68	8.77	13.68	22.62	13617.90	225.27	87.90	94.79			
RELAVE	10363.04	91.23	0.18	0.12	1873.99	12.37	12.10	5.21			
CAB. CAL	11358.72	100.00	1.36	2.09	15491.88	237.64	100.00	100.00			

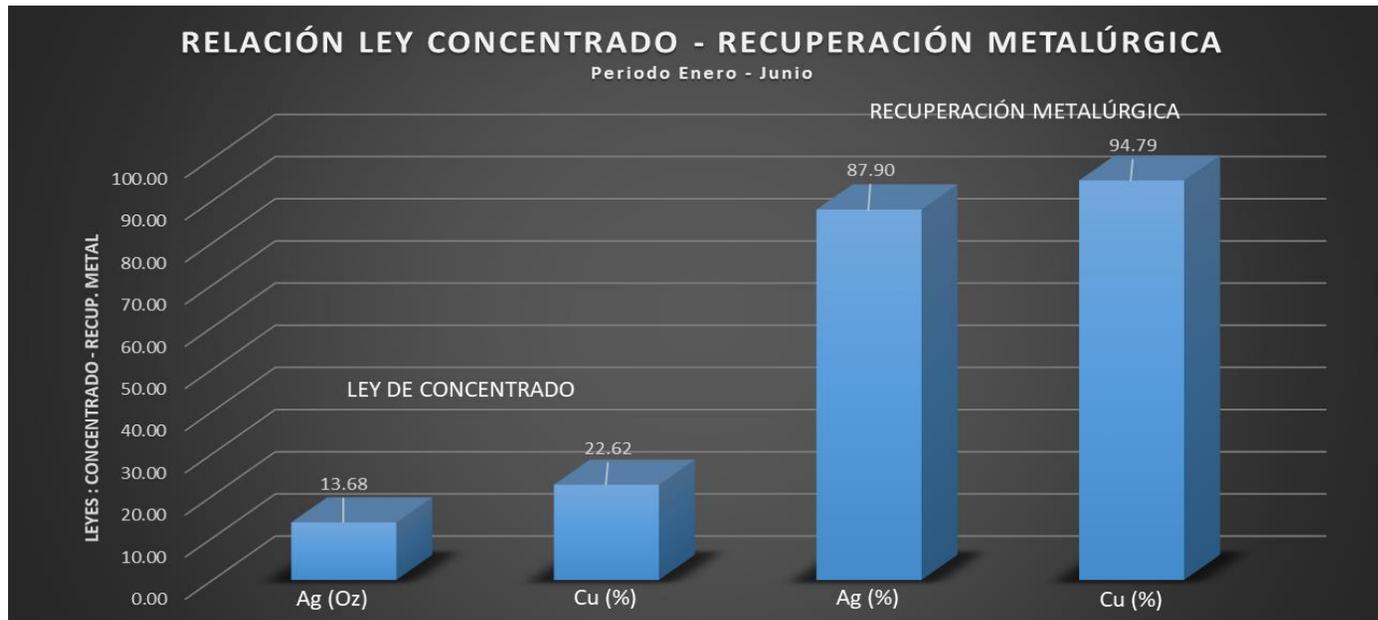


Figura 19. Relación ley concentrado – recuperación metalúrgica periodo enero a junio

El promedio de alimentación durante el periodo enero a junio, mediante el método de explotación *shrinkage*, es de 1,893.12 t/mes y con leyes de cabeza promedio de Cu@2.13 % y Ag@1.38 Oz.

La ley de concentrado promedio es de Cu@22.62 % y Ag@13.68 Oz considera recuperaciones metalúrgicas de: Cu@94.79 % y de Ag@87.90 %. Estos mejores valores de concentrado, que si bien es cierto indican un concentrado bastante limpio tanto por ley de concentrado como por recuperación metalúrgica, no necesariamente es el más rentable, ya que el hecho de tener concentrados más limpios es inversamente proporcional al tonelaje de concentrado, lo que indica que a un concentrado más limpio, menos cantidad de concentrado, por lo que hay que buscar el punto de equilibrio económico.

La cantidad de toneladas de concentrados obtenidos durante el periodo enero a junio considera un total de 995.68 ton, con leyes de cabeza promedio de Cu@2.13 % y Ag@1.38 Oz, con leyes de concentrado de: Cu@22.62 % y Ag@13.68 Oz y un radio de concentración de 11.41, las recuperaciones metalúrgicas son de: Cu de 94.79 % y Ag de 87.90 %, estos parámetros operacionales, considera un valor de mineral (NSR) promedio de 118.6 \$/t.

b) Análisis del NSR periodo julio – diciembre (subniveles con taladros largos)

Durante el análisis del valor de mineral (NSR) para el periodo de julio a diciembre, considerando la aplicación del método de minado subnivel con taladros largos, se analizará el tonelaje de alimentación, las leyes de cabeza, las leyes de concentrado, la recuperación metalúrgica, el radio de concentración y el valor de mineral (NSR) durante el periodo de estudio.

Tabla 17. Balances metalúrgicos periodo julio a setiembre

BALANCE METALURGICO - MES DE JULIO

PRODUCTO	ALIMENTACIÓN TM	% PESO	ENSAYES		CONTENIDO METALICO		DISTRIBUCION		VALOR COMERCIAL (\$)	NSR (\$/Ton)	Rad. Concent. RC
			Ag (Oz/TC)	%Cu	Ag Oz	Cu TM	%Ag	%Cu			
CABEZA	5409.85	100.00	1.60	2.64	8647.81	142.72	100.00	100.00	783207.92	144.8	9.50
CONC.Cu	569.64	10.53	13.69	23.82	7800.81	135.70	86.57	95.08			
RELAVE	4840.21	89.47	0.25	0.14	1209.76	7.02	13.43	4.92			
CAB. CAL	5409.85	100.00	1.67	2.64	9010.57	142.72	100.00	100.00			

BALANCE METALURGICO - MES DE AGOSTO

PRODUCTO	ALIMENTACIÓN TM	% PESO	ENSAYES		CONTENIDO METALICO		DISTRIBUCION		VALOR COMERCIAL (\$)	NSR (\$/Ton)	Rad. Concent. RC
			Ag (Oz/TC)	%Cu	Ag Oz	Cu TM	%Ag	%Cu			
CABEZA	5458.84	100.00	1.58	2.56	8649.58	139.95	100.00	100.00	773816.29	141.8	9.46
CONC.Cu	577.12	10.57	14.53	23.23	8384.84	134.06	89.51	95.79			
RELAVE	4881.72	89.43	0.20	0.12	982.50	5.89	10.49	4.21			
CAB. CAL	5458.84	100.00	1.72	2.56	9367.34	139.95	100.00	100.00			

BALANCE METALURGICO - MES DE SETIEMBRE

PRODUCTO	ALIMENTACIÓN TM	% PESO	ENSAYES		CONTENIDO METALICO		DISTRIBUCION		VALOR COMERCIAL (\$)	NSR (\$/Ton)	Rad. Concent. RC
			Ag (Oz/TC)	%Cu	Ag Oz	Cu TM	%Ag	%Cu			
CABEZA	5110.06	100.00	1.69	2.36	8651.29	120.55	100.00	100.00	664388.98	130.0	10.31
CONC.Cu	495.54	9.70	14.15	23.30	7011.16	115.46	89.62	95.78			
RELAVE	4614.52	90.30	0.18	0.11	811.82	5.09	10.38	4.22			
CAB. CAL	5110.06	100.00	1.53	2.36	7822.98	120.55	100.00	100.00			

Tabla 18. Balances metalúrgicos periodo octubre a diciembre

BALANCE METALURGICO - MES DE OCTUBRE

PRODUCTO	ALIMENTACIÓN TM	% PESO	ENSAYES		CONTENIDO METALICO		DISTRIBUCION		VALOR COMERCIAL (\$)	NSR (\$/Ton)	Rad. Concent. RC
			Ag (Oz/TC)	%Cu	Ag Oz	Cu TM	%Ag	%Cu			
CABEZA	5332.63	100.00	1.76	2.58	9388.51	137.81	100.00	100.00	755569.29	141.7	9.20
CONC.Cu	579.86	10.87	14.09	22.82	8172.94	132.34	90.06	96.03			
RELAVE	4752.76	89.13	0.19	0.12	902.06	5.47	9.94	3.97			
CAB. CAL	5332.63	100.00	1.70	2.58	9075.00	137.81	100.00	100.00			

BALANCE METALURGICO - MES DE NOVIEMBRE

PRODUCTO	ALIMENTACIÓN TM	% PESO	ENSAYES		CONTENIDO METALICO		DISTRIBUCION		VALOR COMERCIAL (\$)	NSR (\$/Ton)	Rad. Concent. RC
			Ag (Oz/TC)	%Cu	Ag Oz	Cu TM	%Ag	%Cu			
CABEZA	5239.64	100.00	1.72	2.57	8990.45	134.76	100.00	100.00	736344.96	140.5	9.12
CONC.Cu	574.40	10.96	13.78	22.61	7914.49	129.87	90.90	96.37			
RELAVE	4665.24	89.04	0.17	0.10	791.89	4.89	9.10	3.63			
CAB. CAL	5239.64	100.00	1.66	2.57	8706.38	134.76	100.00	100.00			

BALANCE METALURGICO - MES DE DICIEMBRE

PRODUCTO	ALIMENTACIÓN TM	% PESO	ENSAYES		CONTENIDO METALICO		DISTRIBUCION		VALOR COMERCIAL (\$)	NSR (\$/Ton)	Rad. Concent. RC
			Ag (Oz/TC)	%Cu	Ag Oz	Cu TM	%Ag	%Cu			
CABEZA	4987.18	100.00	1.47	2.18	7307.72	108.76	100.00	100.00	584452.20	117.2	10.51
CONC.Cu	474.32	9.51	13.46	22.03	6384.88	104.48	90.45	96.07			
RELAVE	4512.86	90.49	0.15	0.09	674.22	4.27	9.55	3.93			
CAB. CAL	4987.18	100.00	1.42	2.18	7059.09	108.76	100.00	100.00			

Tabla 19. Balances metalúrgicos acumulado, periodo julio a diciembre

BALANCE METALURGICO ACUMULADO

PERIODO JULIO - DICIEMBRE

PRODUCTO	ALIMENTACIÓN TM	% PESO	ENSAYES		CONTENIDO METALICO		DISTRIBUCION		VALOR COMERCIAL (\$)	NSR (\$/Ton)	Rad. Concent. RC
			Ag (Oz/TC)	%Cu	Ag Oz	Cu TM	%Ag	%Cu			
CABEZA	31538.20	100.00	1.64	2.49	51635.37	784.55	100.00	100.00	4,297,673.28	136.3	9.64
CONC.Cu	3270.88	10.37	13.96	22.99	45669.11	751.92	89.47	95.84			
RELAVE	28267.31	89.63	0.19	0.12	5372.25	32.63	10.53	4.16			
CAB. CAL	31538.20	100.00	1.62	2.49	51041.36	784.55	100.00	100.00			

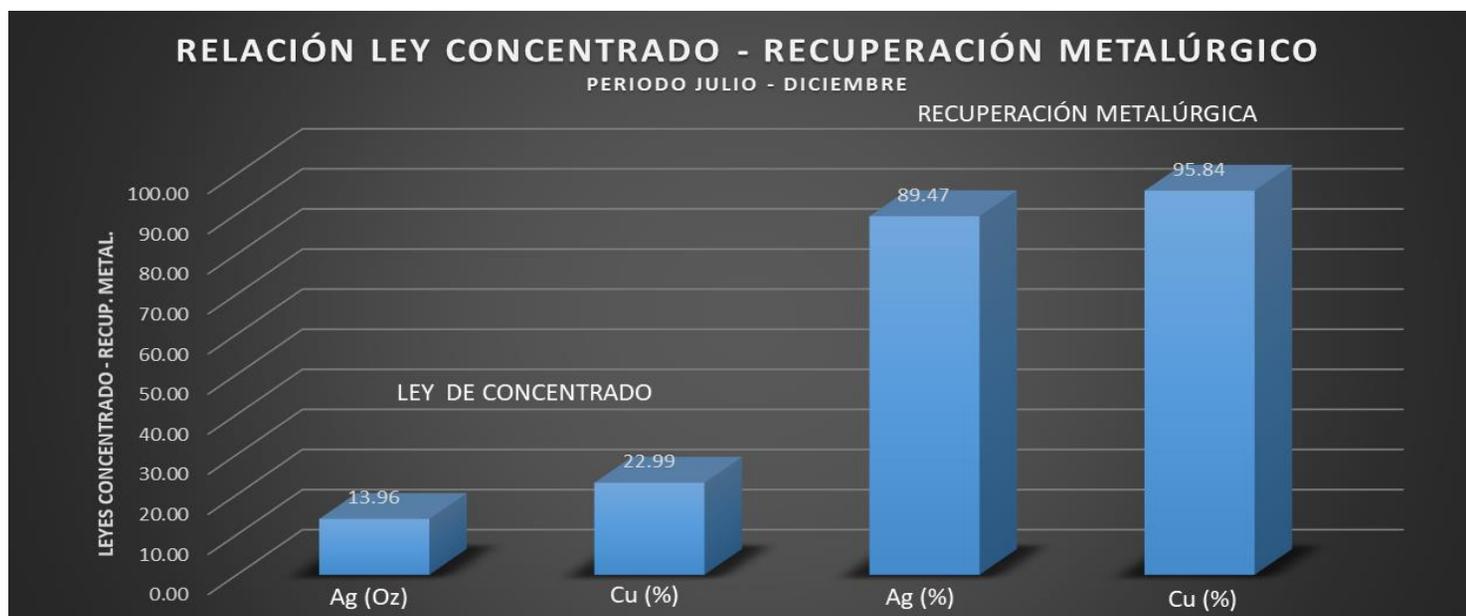


Figura 20. Relación ley concentrado – recuperación metalúrgica periodo enero a junio

El promedio de alimentación durante el periodo julio a diciembre, mediante el método de explotación subnivel con taladros largos, es de 5,256.37 t/mes y con leyes de cabeza promedio de Cu@2.49 % y Ag@1.64 Oz.

La ley de concentrado promedio es de Cu@22.99 % y Ag@13.96 Oz, considera recuperaciones metalúrgicas de Cu con 95.84 % y de Ag con 89.47 %. Estos incrementos de valores de concentrado durante el periodo julio a diciembre, que si bien es cierto indican un concentrado bastante limpio tanto por ley de concentrado como por recuperación metalúrgica, no necesariamente es el más rentable, ya que el hecho de tener concentrados más limpios es inversamente proporcional al tonelaje de concentrado, lo que indica que a un concentrado más limpio, menos cantidad de concentrado, por lo que hay que buscar el punto de equilibrio económico, con este incremento de alimentación.

La cantidad de toneladas de concentrados obtenidos durante el periodo julio a diciembre considera un total de 3,270.88 t, con leyes de cabeza promedio de Cu@2.49 % y Ag@1.64 Oz, con leyes de concentrado de: Cu@22.99 % y Ag@13.96 Oz y un radio de concentración de 9.64, las recuperaciones metalúrgicas son de: Cu de 95.84 % y Ag de 89.47 %, estos parámetros operacionales, considera un valor de mineral (NSR) promedio de 136.3 US\$/Ton.

4.1.3. Análisis de costos de minado

Los costos de minado están relacionados a los métodos de explotación durante los periodos analizados de enero a junio (*shirnkage*) y de julio a diciembre (subniveles con taladros largos).

a) Costos minado periodo enero – junio (*shirinkage*)

Los costos de minado asociado al método de explotación *shirinkage* durante el periodo enero a junio, se describe a continuación:

Tabla 20. Costos de minado en shirinkage, periodo enero a junio
COSTOS DE MINADO SHIRINKAGE - PROYECTO YETA NEGRA

PERIODO ENERO - JUNIO

ITEM	METODO DE MINADO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	TOTAL
PRODUCCIÓN (TON)	Shirinkage	2,013.25	1,783.96	1,956.51	1,908.27	1,892.48	1,804.24	11,358.72
Ley Cu (%)	Shirinkage	1.92	1.92	2.05	2.18	2.39	2.33	2.13
Ley Ag (Oz)	Shirinkage	1.18	1.11	1.23	1.40	1.76	1.63	1.38
COSTO UNITARIO EXPLOT. (\$/Ton)	Shirinkage	25.91	25.91	25.91	25.91	25.91	25.91	25.91
COSTOS DE MINADO (US \$)	Shirinkage	52,169.29	46,227.84	50,699.04	49,448.98	49,039.84	46,753.33	294,338.31



Figura 21. Relación de producción y costos de minado periodo enero a junio

Los costos de minado unitario durante el periodo enero a junio, aplicando el método de explotación shirinkage fue de 25.91 \$/t, la producción ejecutada durante este periodo fue de 11,358.72 toneladas con leyes promedio de Cu@2.13 % y Ag@1.38 Oz y un costo de minado ejecutado de 294,338.31 \$.

El tonelaje programado en este periodo fue de 10,860 toneladas con un costo programado de 281,415.06 \$, el incremento de costo en 12,923.25 \$, fue producto de una mayor producción al programado, siendo el incremento del indicador de producción en 4.6 % o de 498.72 durante el tiempo de estudio.

El promedio de producción mensual en este periodo fue de 1,893.12 toneladas con un costo de minado promedio de 49,056.39 \$.

Durante el periodo enero a junio, la menor producción generada fue durante los meses de febrero con 1,793.86 toneladas producidas, con leyes de Cu@1.92 %, Ag@1.11 Oz y un costo de minado de 46,227.84 \$ y el mes de junio con 1,8'4.24 toneladas producidas, con leyes de Cu@2.33 %, Ag@1.63 Oz y un costo de minado de 46,753.33 \$.

b) Costos minado periodo julio – diciembre (Subniveles con taladros largos)

Los costos de minado asociado al método de explotación subnivel con taladros largos durante el periodo julio a diciembre se planteó con la finalidad de incrementar el tonelaje y mejorar la rentabilidad económica operacional en el cumplimiento del plan de minado de corto plazo, los resultados se describen a continuación:

Tabla 21. Costos de minado en subniveles con taladros largos, periodo julio a diciembre
COSTOS DE MINADO DE SUBNIVELES CON TALADROS LARGOS - PROYECTO YETA NEGRA

PERIODO JULIO - DICIEMBRE

ITEM	METODO DE MINADO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
PRODUCCIÓN (TON)	Taladros Largos	5,409.85	5,458.84	5,110.06	5,332.63	5,239.64	4,987.18	31,538.20
Ley Cu (%)	Taladros Largos	2.64	2.56	2.36	2.58	2.57	2.18	2.49
Ley Ag (Oz)	Taladros Largos	1.60	1.58	1.69	1.76	1.72	1.47	1.64
COSTO UNITARIO EXPLOT. (\$/Ton)	Taladros Largos	11.80	11.80	11.80	11.80	11.80	11.80	11.80
COSTOS MINADO (US \$)	Taladros Largos	63,836.26	64,414.26	60,298.69	62,925.01	61,827.79	58,848.74	372,150.75

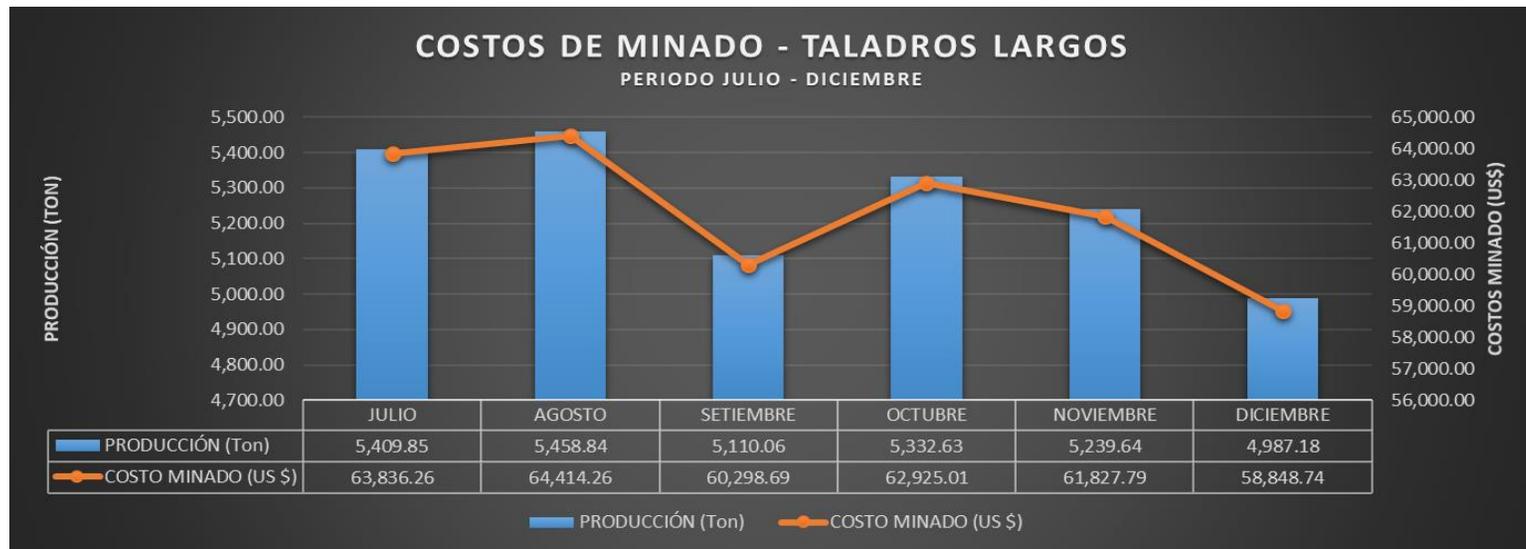


Figura 22. Relación de producción y costos de minado periodo julio a diciembre

Los costos de minado unitario durante el periodo julio a diciembre, aplicando el método de explotación subniveles con taladros largos, fue de 11.80 \$/t, la producción ejecutada durante este periodo fue de 31,538.20 toneladas con leyes promedio de Cu@2.49 % y Ag@1.64 Oz y un costo de minado ejecutado total de 372,150.75 \$.

El tonelaje programado en este periodo fue de 27,600 toneladas con un costo programado de 325,680.00 \$, el incremento de costo en 46,470.75 \$ fue producto de una mayor producción al programado, siendo el incremento del indicador de producción en 14.27 % o de 3,938.20 durante el tiempo de estudio.

El promedio de producción mensual en este periodo fue de 5,256.37 toneladas con un costo de minado promedio de 62,025.13 \$.

Durante el periodo julio a diciembre, la menor producción generada fue durante los meses de setiembre con 5,110.06 toneladas producidas, con leyes de Cu@2.36 %, Ag@1.69 Oz y un costo de minado de 60,298.69 \$ y el mes de diciembre con 4,987.18 toneladas producidas, con leyes de Cu@2.18 %, Ag@1.47 Oz y un costo de minado de 58,848.74 \$.

4.1.4. Análisis económico periodo de estudio

El análisis económico de los planes de producción de los periodos a comparar entre enero a junio (shrinkage) y el periodo (subniveles con taladros largos), permitirá dar solución al problema general, el detalle y análisis de ambos periodos serán:

a) Análisis económico del plan de producción enero – junio (shrinkage)

Los resultados planteados durante el análisis económico del plan de producción, periodo enero a junio será:

Tabla 22. Análisis económico del plan de producción (shrinkage) periodo enero a junio
ANÁLISIS ECONÓMICO SHIRINKAGE - PROYECTO YETA NEGRA

PERIODO ENERO - JUNIO

ITEM	METODO DE MINADO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	TOTAL
PRODUCCIÓN (TON)	Shrinkage	2,013.25	1,783.96	1,956.51	1,908.27	1,892.48	1,804.24	11,358.72
Ley Cu (%)	Shrinkage	1.92	1.92	2.05	2.18	2.39	2.33	2.13
Ley Ag (Oz)	Shrinkage	1.18	1.11	1.23	1.40	1.76	1.63	1.38
NSR (\$/TON)	Shrinkage	105.27	90.18	114.62	127.49	137.18	137.23	118.63
RADIO CONCENTRACIÓN	Shrinkage	11.51	13.18	12.38	11.38	9.73	10.93	11.41
RECUP. METAL Cu (%)	Shrinkage	94.42	93.59	92.38	96.23	96.25	95.32	94.79
RECUP. METAL Ag (Oz)	Shrinkage	87.48	89.47	83.91	87.23	91.30	88.01	87.90
INGRESOS (US \$)	Shrinkage	211,941.22	160,877.12	224,247.29	243,276.46	259,617.45	247,601.26	1,347,520.91
COSTO UNITARIO EXPLOT. (\$/Ton)	Shrinkage	25.91	25.91	25.91	25.91	25.91	25.91	25.91
COSTOS (US \$)	Shrinkage	52,169.29	46,227.84	50,699.04	49,448.98	49,039.84	46,753.33	294,338.31
MARGEN OPERATIVO		159,771.93	114,649.28	173,548.25	193,827.48	210,577.61	200,847.93	1,053,182.59

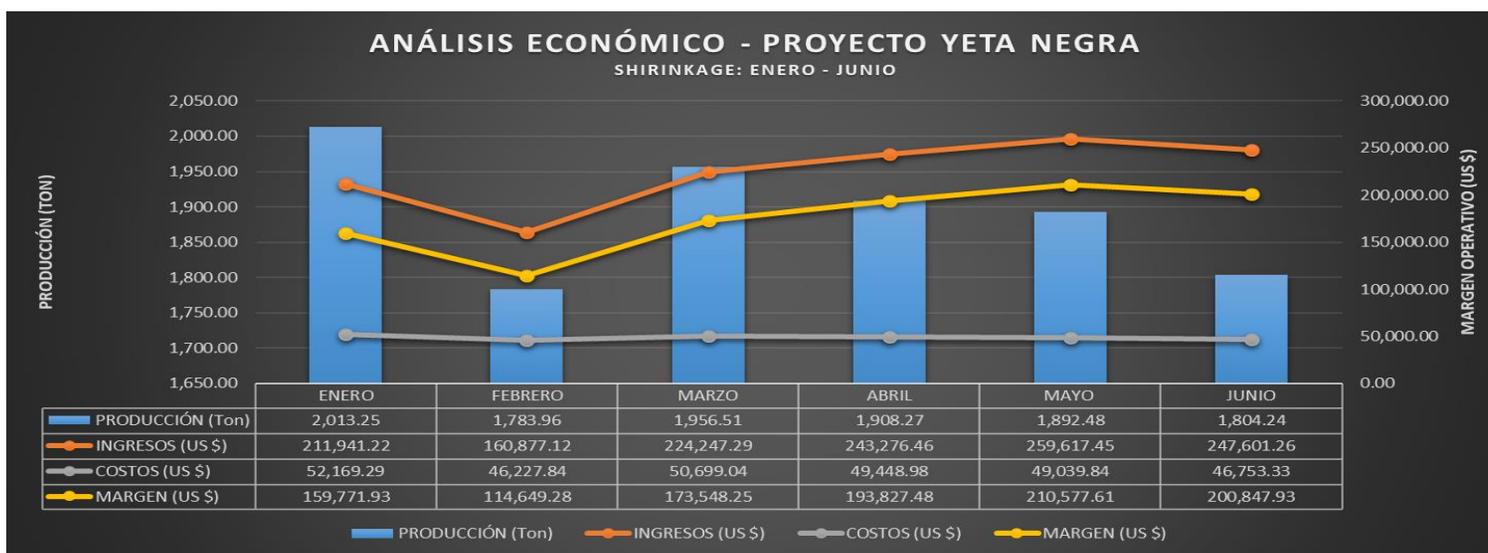


Figura 23. Análisis económico, método de minado shrinkage, periodo enero a junio

El análisis económico del plan de producción mediante el método de explotación *shrinkage* durante el periodo enero a junio considera un tonelaje producido de 11,3558.72 toneladas, con leyes de Cu@2.13 % y Ag@1.38 Oz, y un valor de mineral (NSR) de 118.63 \$/t.

Los ingresos generados durante este periodo son de 1,347,520.91, considerando el valor de mineral de 118.63 \$/t, asimismo el costo unitario es de 25.91 \$/t y el costo de minado total es de 294,338.31 \$/t.

El margen operativo durante el periodo enero a junio considerando la aplicación del método de minado *shrinkage* es de 1,053,182.59 \$, este margen económico, si bien es cierto es positivo, debe considerar el incremento de costos operacionales a medida que se van profundizando los diferentes frentes operacionales, por tal motivo, a partir del segundo periodo julio a diciembre y en adelante se aplicará el método de minado por subniveles con taladros largos, con la finalidad de incrementar la producción y reducir los costos operacionales.

b) Análisis económico del plan de producción julio – diciembre (taladros largos)

El análisis económico del plan de producción durante el periodo julio a diciembre considera la aplicación del método de explotación de subniveles con taladros largos.

El análisis de los resultados obtenidos durante este segundo periodo de estudio se resume a continuación:

Tabla 23. Análisis económico del plan de producción (taladros largos) periodo julio a diciembre
ANÁLISIS ECONÓMICO TALADROS LARGOS - PROYECTO YETA NEGRA

PERIODO JULIO - DICIEMBRE

ITEM	METODO DE MINADO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
PRODUCCIÓN (TON)	Taladros Largos	5,409.85	5,458.84	5,110.06	5,332.63	5,239.64	4,987.18	31,538.20
Ley Cu (%)	Taladros Largos	2.64	2.56	2.36	2.58	2.57	2.18	2.49
Ley Ag (Oz)	Taladros Largos	1.60	1.58	1.69	1.76	1.72	1.47	1.64
NSR (\$/TON)	Taladros Largos	144.77	141.75	130.02	141.69	140.53	140.53	136.27
RADIO CONCENTRACIÓN	Taladros Largos	9.50	9.46	10.31	9.20	9.12	10.51	9.64
RECUP. METAL Cu (%)	Taladros Largos	95.08	95.79	95.78	96.03	96.37	96.07	95.84
RECUP. METAL Ag (Oz)	Taladros Largos	86.57	89.51	89.62	90.06	90.90	90.45	89.47
INGRESOS (US \$)	Taladros Largos	783,207.92	773,816.29	664,388.98	755,569.29	736,344.96	700,865.66	4,297,673.28
COSTO UNITARIO EXPLOT. (\$/Ton)	Taladros Largos	11.80	11.80	11.80	11.80	11.80	11.80	11.80
COSTOS (US \$)	Taladros Largos	63,836.26	64,414.26	60,298.69	62,925.01	61,827.79	58,848.74	372,150.75
MARGEN OPERATIVO (US \$)		719,371.66	709,402.03	604,090.29	692,644.28	674,517.17	642,016.92	3,925,522.52

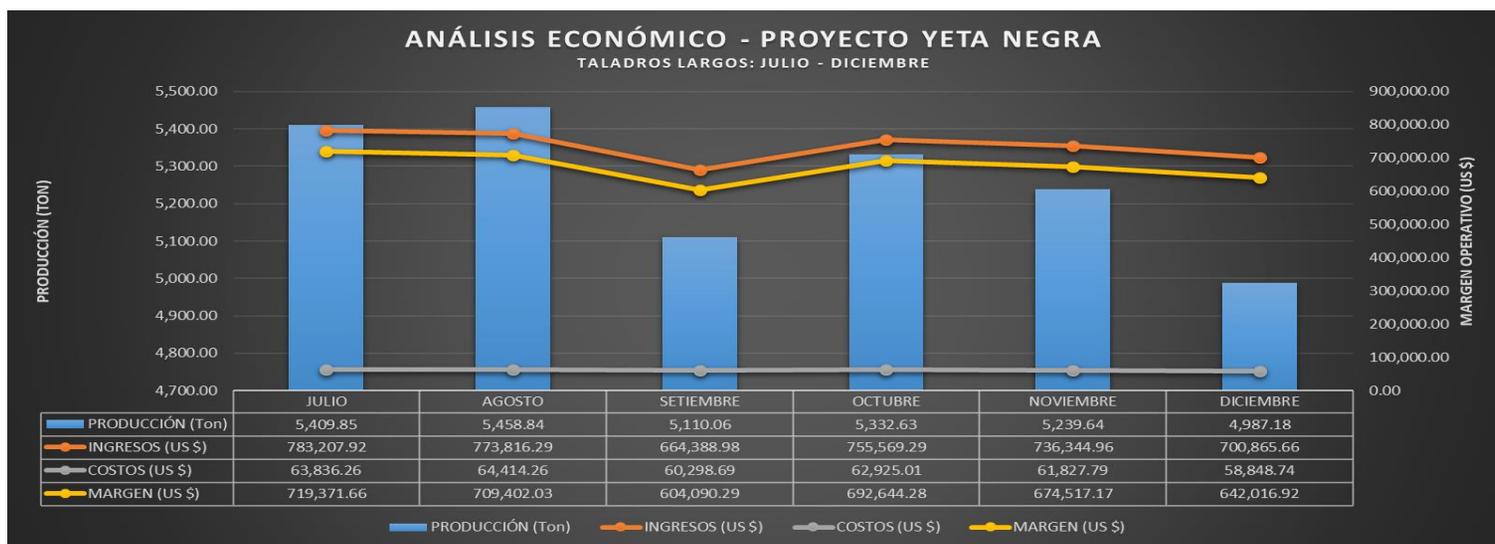


Figura 24. Análisis económico, método de minado con taladros largos, periodo julio a diciembre

El análisis económico del plan de producción, mediante el método de explotación subniveles con taladros largos durante el periodo julio a diciembre, considera un tonelaje producido de 31,538.20 toneladas, con leyes de Cu@2.49 % y Ag@1.64 Oz, y un valor de mineral (NSR) de 136.27 \$/t.

Los ingresos generados durante este periodo fueron de 4,297,673.28, considerando el valor de mineral de 136.27 \$/t, asimismo el costo unitario fue de 11.80 \$/t y el costo de minado total fue de 372,150.71 \$/t.

El margen operativo durante el periodo julio a diciembre, considerando la aplicación del método de minado subnivel con taladros largos es de 3,925,522.52 \$, este margen económico es producto del incremento de producción durante el segundo periodo pasando de 60 t/día, incrementándose a más de 150 ton/día, producto del cambio del método de minado a subnivel con taladros largos.

Los parámetros operacionales asociados a ambos métodos de minado en los dos periodos de análisis consideran un incremento económico durante el segundo periodo en 2,846,850.97 \$, producto de un mayor tonelaje producido en 20,179 toneladas y un incremento económico de 2,872,339.93 US \$.

4.1.5. Validación de la hipótesis planteada

La mejora del rendimiento económico, durante el segundo periodo de julio a diciembre, es producto del cambio del método de explotación de mayor tonelaje y una incidencia directa en la reducción de costos operacionales, se analizan por:

a) Cumplimiento del plan de producción en el corto plazo

El resumen del tonelaje producido entre ambos periodos y el cumplimiento del plan de minado en el corto plazo permitirá validar la hipótesis general, el que se explicará a continuación:

Tabla 24. Resumen de producción, periodo enero a diciembre, proyecto Yeta Negra

RESUMEN PRODUCCIÓN - PROYECTO YETA NEGRA

PERIODO ENERO - DICIEMBRE

PERIODO	METODO DE MINADO	PRODUCCIÓN (Ton)	LEYES		NSR \$/Ton	RADIO CONC	RECUP METALÚRGICA	
			Cu (%)	Ag (Oz)			Cu (%)	Ag (Oz)
ENERO - JUNIO	Shirinkage	11,358.72	2.13	1.38	118.63	11.41	94.79	87.90
JULIO - DICIEMBRE	Taladros Largos	31,538.20	2.49	1.64	136.27	9.64	95.84	89.47
TOTAL/PROMEDIO		42,896.92	0.36	0.25	17.64	-1.77	1.05	1.57

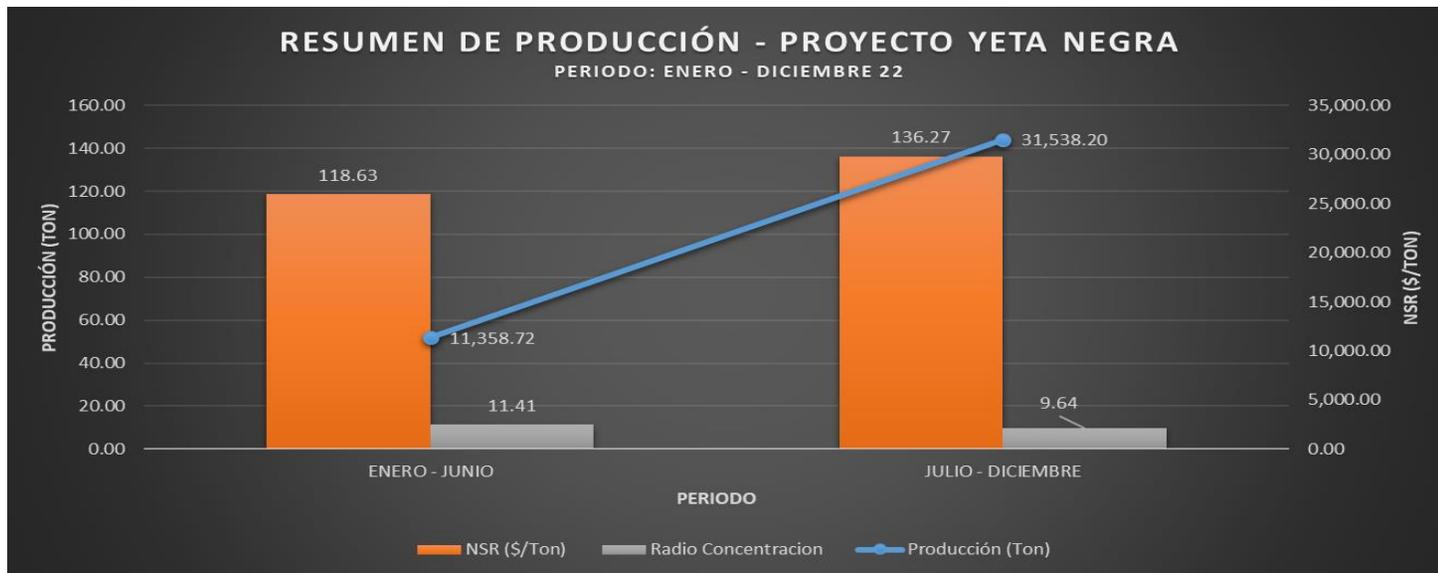


Figura 25. Resumen de producción de proyecto Yeta Negra, periodo enero a diciembre

La validación del cumplimiento del plan de minado en el corto plazo en el proyecto Yeta Negra considera la mejora de la producción durante el segundo periodo de análisis. Como se observa en el cuadro, resumen el tonelaje producido en el primer periodo (shirinkage) de enero a junio se produjo 11,358.72 toneladas con leyes de Cu@2.13 % y Ag@1.38 Oz, hubo un incremento durante el segundo periodo (subnivel con taladros largos) de julio a diciembre con una producción de 31,538.20 toneladas y leyes de Cu@2.49 % y Ag@1.64 Oz.

Esta mejora en la producción en el segundo periodo fue producto de la aplicación del método de minado con taladros largos en 20,179.48 toneladas y mejores leyes medias, incrementando en Cu@0.36 % y Ag@0.25 Oz, esto producto de una disminución del radio de concentración, incrementando mayores concentrados de Cu – Ag, mejorando el valor de mineral.

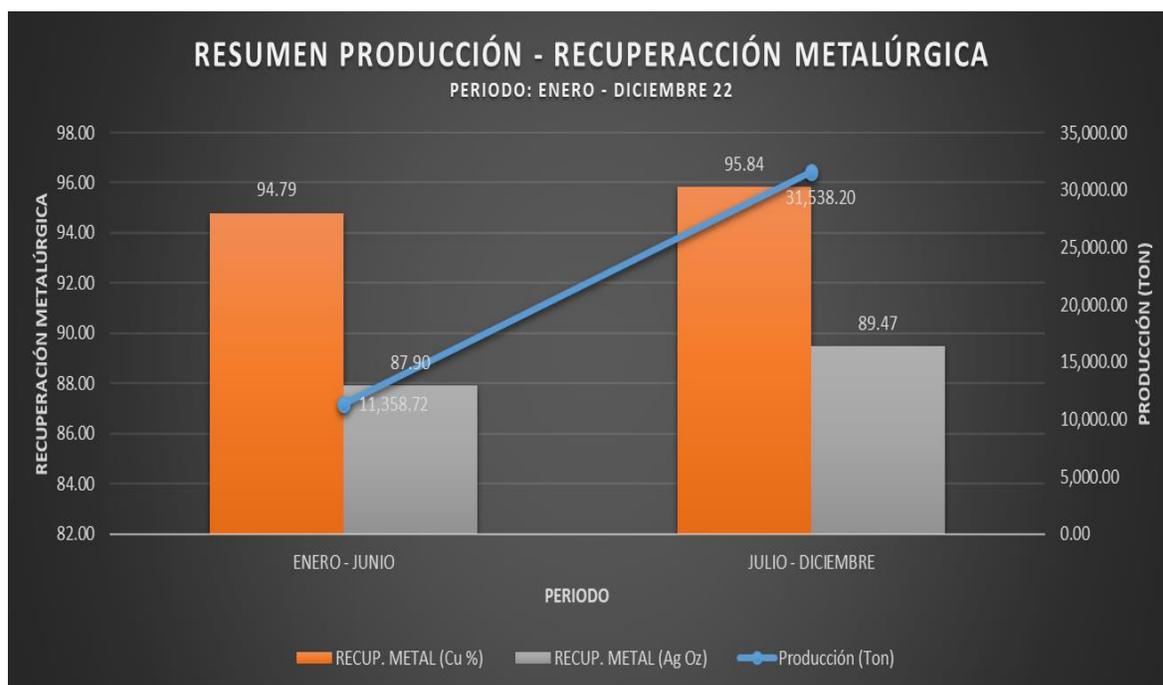


Figura 26. Resumen producción – recuperación metalúrgica, periodo enero a diciembre

La mejora de producción e incremento de leyes media durante el segundo periodo de estudio considera una mejor recuperación metalúrgica de 94.79 % a 95.84 % en Cu y de 87.90 % a 89.47 % en Ag, producto de este incremento en leyes y a la docilidad de la mineralización en referencia al tratamiento metalúrgico.

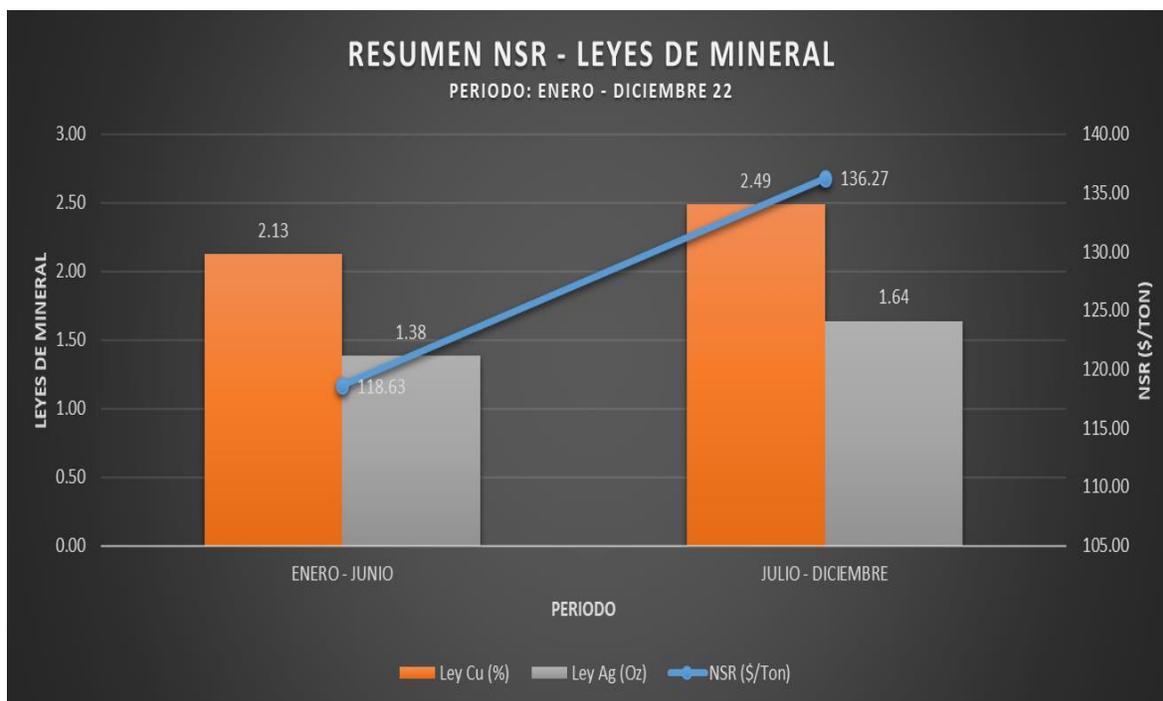


Figura 27. Resumen NSR – leyes de mineral, periodo enero a diciembre

Finalmente, el incremento de leyes durante el segundo periodo y la mejora de la recuperación metalúrgica genera un mejor valor de mineral incrementando de 118.63 US\$/Ton a 136.27 \$/t.

b) Cumplimiento del valor de mineral (NSR)

El resumen del cumplimiento del valor de mineral (NSR) asociado al método de explotación aplicado entre ambos periodos: enero a junio (shrinkage) y de julio a diciembre (subniveles con taladros largos) permitirá validar la primera hipótesis específica.

**Tabla 25. Resumen del valor de mineral (NSR), periodo enero a diciembre, proyecto Yeta Negra
NSR ASOCIADO AL MÉTODOD DE MINADO SHIRINKAGE**

PERIODO ENERO - JUNIO

PRODUCTO	ALIMENTACIÓN TM	% PESO	ENSAYES		CONTENIDO METALICO		DISTRIBUCION		VALOR COMERCIAL (\$)	NSR (\$/Ton)	Rad. Concent. RC
			Ag (Oz/TC)	%Cu	Ag Oz	Cu TM	%Ag	%Cu			
CABEZA	11358.72	100.00	1.38	2.13	15705.60	241.70	100.00	100.00	1,347,520.91	118.6	11.41
CONC.Cu	995.68	8.77	13.68	22.62	13617.90	225.27	87.90	94.79			
RELAVE	10363.04	91.23	0.18	0.12	1873.99	12.37	12.10	5.21			
CABEZA CALC.	11358.72	100.00	1.36	2.09	15491.88	237.64	100.00	100.00			

NSR ASOCIADO AL MÉTODOD DE MINADO DE SUBNIVELES CON TALADROS LARGOS

PERIODO JULIO - DICIEMBRE

PRODUCTO	ALIMENTACIÓN TM	% PESO	ENSAYES		CONTENIDO METALICO		DISTRIBUCION		VALOR COMERCIAL (\$)	NSR (\$/Ton)	Rad. Concent. RC
			Ag (Oz/TC)	%Cu	Ag Oz	Cu TM	%Ag	%Cu			
CABEZA	31538.20	100.00	1.64	2.49	51635.37	784.55	100.00	100.00	4,297,673.28	136.3	9.64
CONC.Cu	3270.88	10.37	13.96	22.99	45669.11	751.92	89.47	95.84			
RELAVE	28267.31	89.63	0.19	0.12	5372.25	32.63	10.53	4.16			
CABEZA CALC.	31538.20	100.00	1.62	2.49	51041.36	784.55	100.00	100.00			

El análisis y validación del valor de mineral (NSR) durante los periodos de estudio, de enero a junio mediante la aplicación del método de explotación shirinkage y el periodo de julio a diciembre con la aplicación de subniveles con taladros largos, permitirán la mejora del NSR, producto del incremento de la producción mediante el uso de métodos de minado masivo o semi masivo.

El objetivo principal del presente trabajo de investigación es el cumplimiento del plan de minado en el corto plazo, por lo que la mejora o el incremento de la producción mediante la aplicación de métodos de minado de mayor tonelaje permitirá la mejora de las variables operacionales y económicas.

El NSR durante el periodo enero a junio fue de 118.6 \$/t, mejorando el valor de mineral durante el periodo julio a diciembre con 136.3 \$/t, esta mejora en 19.1 \$/t es producto del incremento de tonelaje en 20,179.48 toneladas y mejores leyes medias, incrementando en Cu@0.36 % y Ag@0.25 Oz, el cual mejora el valor de mineral durante el segundo periodo.

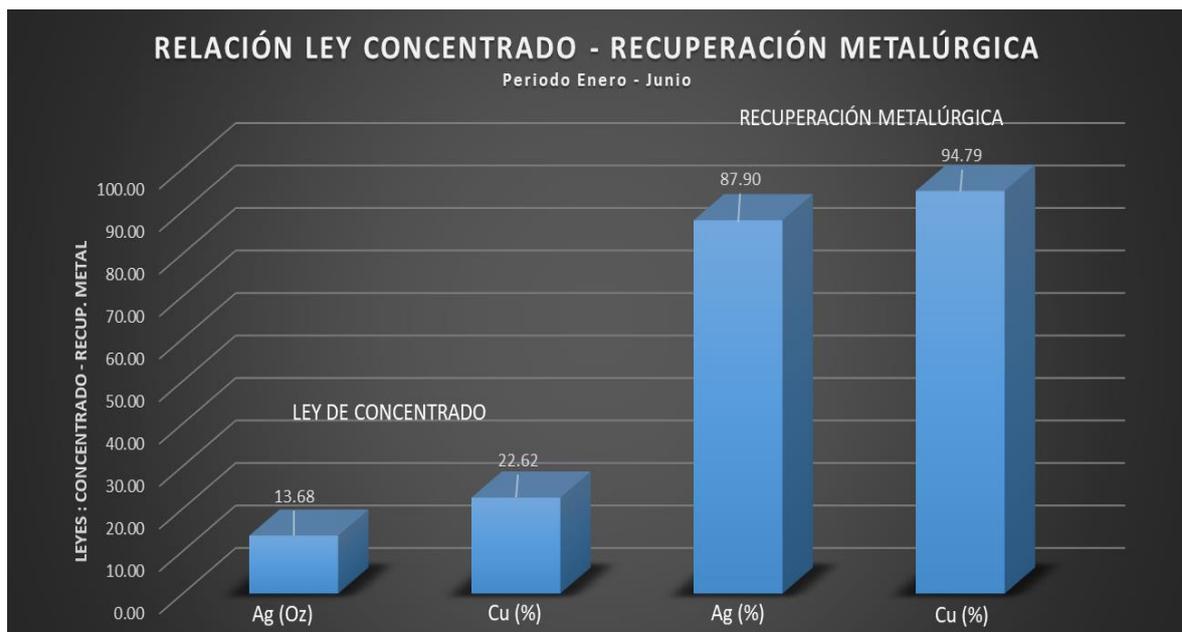


Figura 28. Relación ley de concentrado – recuperación metalúrgica, periodo enero a junio

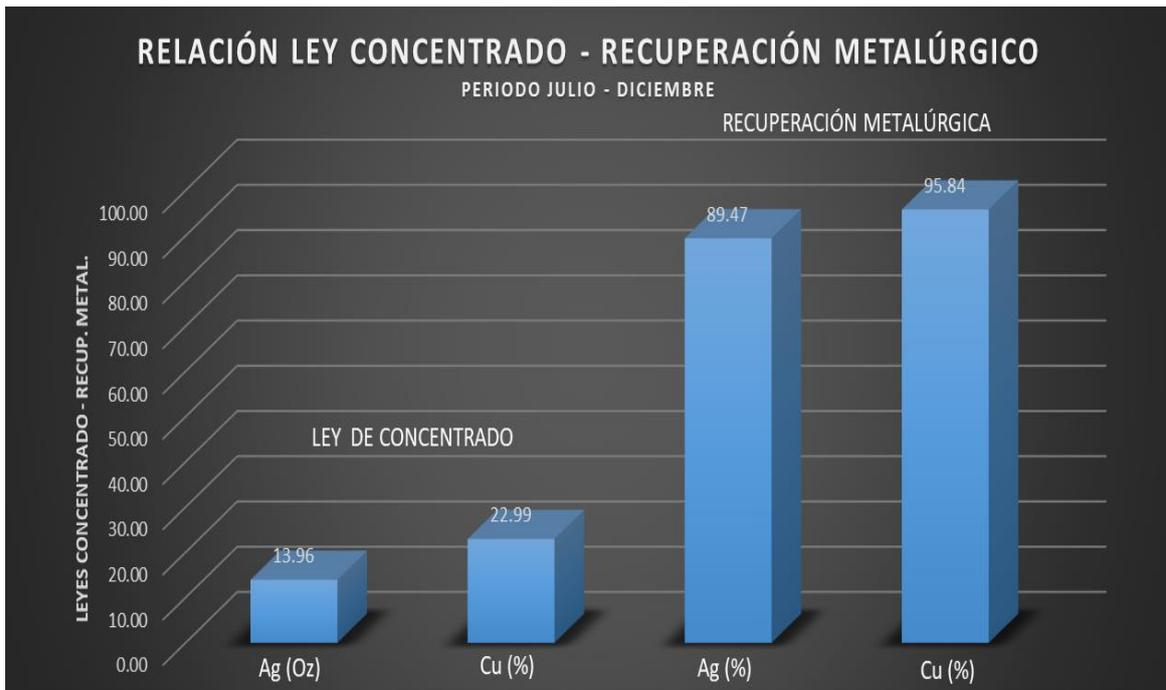


Figura 29. Relación ley concentrado – recuperación metalúrgica, periodo julio-diciembre

Otra de las variables que fueron analizadas son la ley de concentrado y la recuperación metalúrgica, los que influirán directamente en el incremento del valor de mineral, siendo el incremento del concentrado de Cu en 22.03 % a 22.99 % y de Ag en 13.46 oz a 13.96 oz, asimismo la recuperación metalúrgica mejoró en el segundo periodo considerando la recuperación de Cu en 94.79 % a 95.84 % y la Ag en 87.90 % a 89.49 %.

c) Mejora del margen económico en el corto plazo

La mejora del margen económico en el corto plazo considera los costos operacionales y los ingresos asociados a los métodos de explotación aplicados durante los periodos de estudio.

El análisis económico permitirá validar la mejora del margen económico al aplicar un nuevo método de explotación mediante el incremento de tonelaje, leyes de concentrado, recuperación metalúrgica, radio de concentración y costos de minado asociados.

Tabla 26. Resumen margen económico, periodo enero a diciembre, proyecto Yeta Negra

RESUMEN MARGEN ECONÓMICO - PROYECTO YETA NEGRA

PERIODO ENERO - DICIEMBRE

ITEM	METODO DE MINADO	PERIODO : ENERO - DICIEMBRE						TOTAL US \$
		MES 1-7	MES 2-8	MES 3-9	MES 4-10	MES 5-11	MES 6-12	
PERIODO ENERO - JUNIO	Shirinkage	159,771.93	114,649.28	173,548.25	193,827.48	210,577.61	200,847.93	1,053,182.59
PERIODO JULIO - DICIEMBRE	Taladros Largos	719,371.66	709,402.03	604,090.29	692,644.28	674,517.17	642,016.92	3,925,522.52
DIFERENCIA (US \$)		559,599.74	594,752.75	430,542.04	498,816.80	463,939.56	441,168.98	2,872,339.93

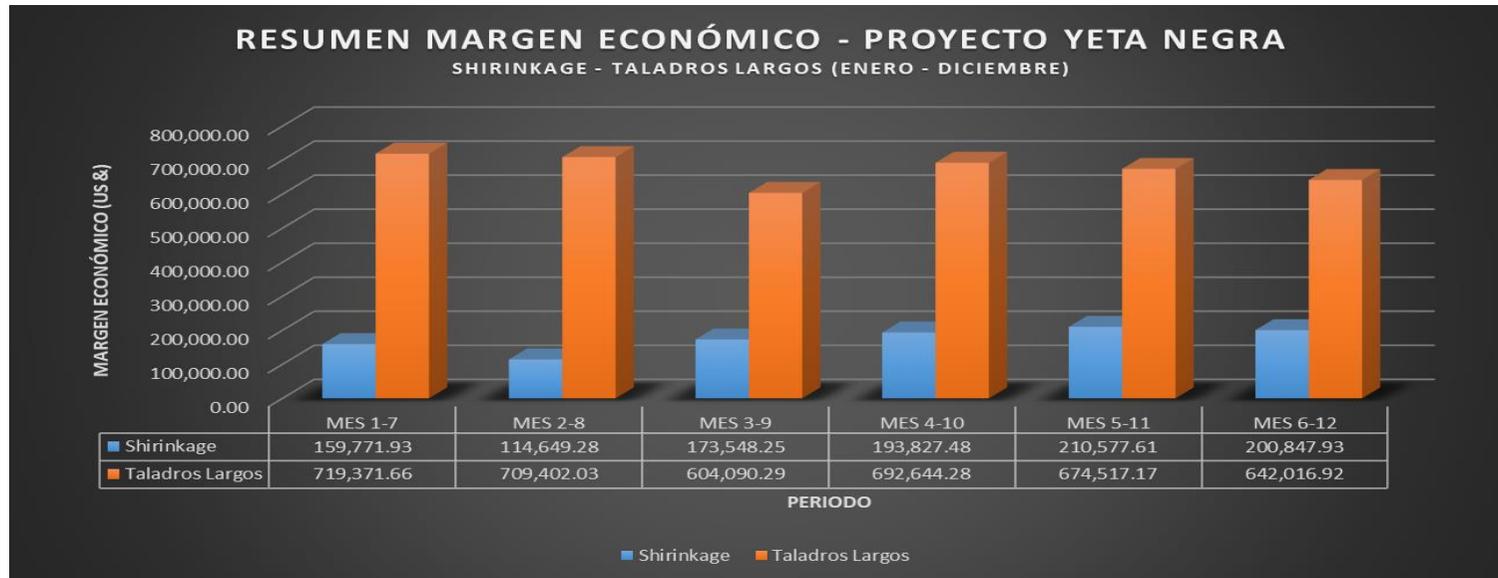


Figura 30. Resumen del margen económico, periodo enero-diciembre, proyecto Yeta Negra

El análisis de las variables operacionales y económicas mediante el uso de taladros largos permite la mejora del margen económico durante los periodos de estudio.

El margen económico durante el periodo enero a junio fue de 1,053,182.59 \$ y durante el periodo de julio a diciembre es de 3,925,522.52 \$. El incremento económico durante los dos periodos de análisis permitió un incremento de 2,872,339.93 US \$.

La mejora del margen económico entre los periodos de estudio se valida principalmente por el incremento de tonelaje en 20,179.48 toneladas y el incremento de leyes medias en Cu@0.36 % y Ag@0.25 Oz, mejora en las recuperaciones metalúrgicas en Cu con 1.05 % y Ag con 1.57 %, y disminución del radio de concentración en 1.77.

Finalmente, la mejora del margen económico está relacionada directamente a la mejora del análisis de las variables ingresos y costos, generando una mejora en el ingreso (NSR) de 118.6 a 136.3 \$/t y una reducción de costos de 25.91 a 11.80 \$/t, durante el periodo de estudio y la aplicación de taladros largos.

CONCLUSIONES

1. El tonelaje producido en el primer periodo (shrinkage) de enero a junio fue de 11,358.72 toneladas con leyes de Cu@2.13 % y Ag@1.38 Oz, hubo un incremento durante el segundo periodo (subnivel con taladros largos) de julio a diciembre con una producción de 31,538.20 toneladas y leyes de Cu@2.49 % y Ag@1.64 Oz.
2. Esta mejora en la producción en el segundo periodo fue producto de la aplicación del método de minado subnivel con taladros largos en 20,179.48 toneladas y mejores leyes medias, incrementando en Cu@0.36 % y Ag@0.25 Oz, esto es producto de una disminución del radio de concentración, incremento de mayor tonelaje de concentrados de Cu – Ag y la mejora del valor de mineral.
3. El valor de mineral (NSR) durante el periodo enero a junio fue de 118.6 \$/t, mejorando el valor de mineral durante el periodo julio a diciembre con 136.3 \$/t, esta mejora en 19.1 \$/t es producto del incremento de tonelaje en 20,179.48 toneladas y mejores leyes medias, incrementando en Cu@0.36 % y Ag@0.25 Oz, el cual mejora el valor de mineral durante el segundo periodo.
4. El incremento del valor de mineral (NSR) también está relacionado al análisis de la ley de concentrado y la recuperación metalúrgica entre ambos periodos, los cuales influyen directamente en el incremento del valor de mineral, siendo el incremento del concentrado de Cu de 22.03 % a 22.99 % y de Ag en 13.46 Oz a 13.96 oz, asimismo la recuperación metalúrgica mejoró en el segundo periodo considerando la recuperación de Cu de 94.79 % a 95.84 % y la Ag de 87.90 % a 89.49%.
5. El análisis económico permitió validar la mejora del margen económico al aplicar un nuevo método de explotación mediante el incremento de tonelaje, leyes de concentrado, recuperación metalúrgica, radio de concentración y costos de

minado asociados, para el cumplimiento del plan de minado de corto plazo en el proyecto Yeta Negra.

6. El análisis del margen económico está relacionado directamente con la mejora de las variables de ingresos y costos, se generó un incremento en el ingreso (NSR) de 118.6 a 136.3 \$/t y una reducción de costos de 25.91 a 11.80 \$/t durante el periodo de estudio por la aplicación del método de minado con taladros largos.
7. El margen económico con la aplicación del método de explotación *shrinkage* durante el periodo enero a junio fue de 1,053,182.59 \$ y con la aplicación del método de explotación subnivel con taladros largos durante el periodo de julio a diciembre fue de 3,925,522.52 \$. La mejora económica durante los dos periodos de análisis permitió un incremento de 2,872,339.93 \$.
8. La mejora del margen económico entre los periodos de estudio se valida principalmente por el incremento de tonelaje en 20,179.48 toneladas y el incremento de leyes medias en Cu@0.36 % y Ag@0.25 Oz, mejora en las recuperaciones metalúrgicas en Cu con 1.05 % y Ag con 1.57 %, disminución del radio de concentración en 1.77, incremento del valor de mineral (NSR) en 17.64 US \$/t y una disminución en los costos de minado en 14.11 \$/t.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar estudios de mayor detalle asociado a los costos de mina, planta, comercial, etc., para definir la rentabilidad económica del proyecto, considerando el *capex* y *opex* en el flujo de caja para los horizontes de corto y largo plazo.
2. Es importante definir los diferentes modelos geometalúrgicos asociados a la variabilidad geológica del yacimiento considerando el cambio litológico, de alteración hidrotermal, mineralógico, etc.
3. Realizar un análisis detallado de los diferentes dominios geomecánicos con el objetivo de diseñar diferentes mallas de perforación y voladura que se adecuen a un grado de fragmentación adecuado post voladura.
4. Se recomienda realizar estudios de curvas granulométricas en los diferentes niveles de producción asociadas a los modelos geometalúrgicos para controlar costos de conminución.
5. Se recomienda realizar estudios asociados al rendimiento de los equipos de carguío y acarreo, producto del grado de fragmentación post voladura y su incidencia en los costos operacionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. OLIVARES, Cristian. Mejoramiento de las prácticas operacionales mediante el uso de un modelo de gestión. Tesis (Título de Ingeniero Civil en Minas). Santiago - Chile: Universidad de Chile, 2011.
2. BRAVO, Isidora. Estudio de vibraciones inducidas por tronadura en minera Spence. Tesis (Título de Ingeniero Civil en Minas). Santiago - Chile: Universidad de Chile, 2018.
3. ALVITES, Serin. Reducir el porcentaje de dilución, mediante voladura controlada en los tajos de producción en la mina Marsa-Retamas-2017 Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Trujillo - Perú: Universidad Nacional de Trujillo, 2017.
4. MALLQUI, Yerlin. Diseño de malla de perforación y voladura de taladros largos en sub level stoping para incrementar la productividad en mina Marcapunta Sur de Sociedad Minera El Brocal S.A.A. Tesis (Título Ingeniero de Minas). Huancayo – Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2019, 89 pp.
5. GAGO, Gerald. Diseño de malla de perforación y voladura en frentes de avance para reducción de costos y optimización de tiempos en la Compañía Minera San Ignacio de Morococha S.A.A - Unidad San Vicente, Vitoc - Junín, 2018. Tesis (Título Ingeniero de Minas). Huancayo – Perú: Universidad Continental, 2019, 146 pp.
6. ORDOÑEZ, Antonio. E Aplicación de taladros largos en vetas angostas, caso mina Austria Duvaz - Morococha. Tesis (Título Ingeniero de Minas). Huancayo – Perú: Universidad Continental, 2017, 137 pp.

ANEXOS

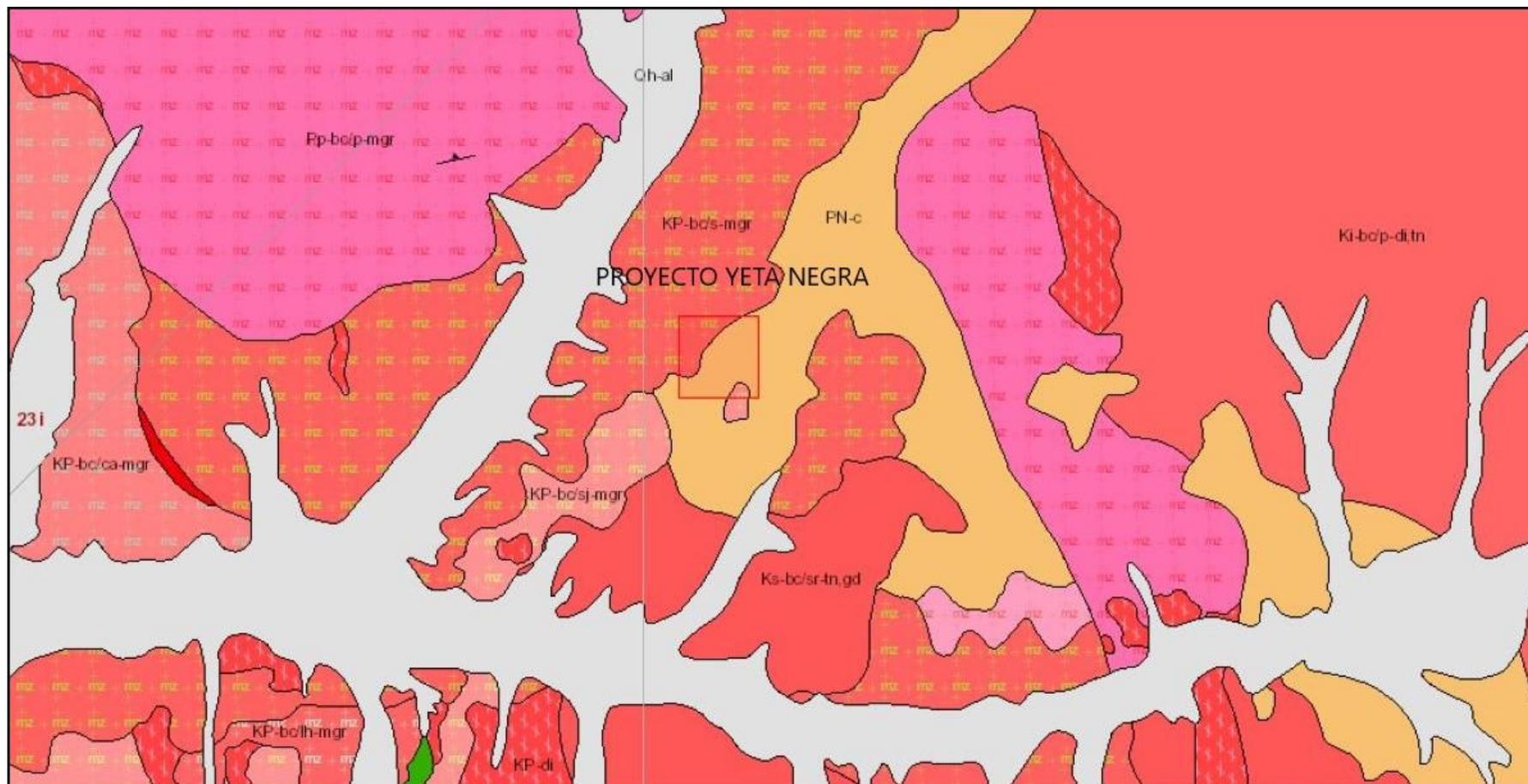
Anexo A

Matriz de operacionalización de variables

Tabla 27. Tabla de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional		
		Dimensiones	Sub-Dimensiones	Indicadores
<p>VI:</p> <p>Análisis de las variables operacionales y económicas del método de subniveles con taladros largos.</p>	<p>Las variables operacionales y económicas asociadas a métodos de minado con taladros largos, influyen directamente en los planes de minado y su rentabilidad operacional..</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Data geológica • Data geomecánica • Data Operacional 	<p>Variables geológicas</p> <p>Variables geomecánicas</p> <p>Diseño operacional</p>	<p>Yacimiento asociado, litología, mineralogía, alteración hidrotermal, etc.</p> <p>Condiciones físicas del macizo rocoso</p> <p>Taladros largos, método de minado, etc..</p>
<p>VD:</p> <p>Cumplimiento del Plan de minado de corto plazo.</p>	<p>El cumplimiento de los planes de minado de corto plazo, inciden en la mejora de los indicadores operacionales y económicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Planes de producción. • Valor de mineral (NSR) • Margen económico 	<p>Cumplimiento de plan de producción, con el incremento del valor de mineral (NSR) y mejora del margen económico.</p>	<p><u>Indicadores:</u></p> <p>Tonelaje</p> <p>NSR</p> <p>Leyes asociadas</p> <p>Ingresos</p> <p>Costos</p>

Anexo B
Planos en planta



*Figura 31. Plano geológico regional
Tomada del departamento de Geología*



**Figura 32. Plano en planta, estructural
Tomada del departamento de Geología**

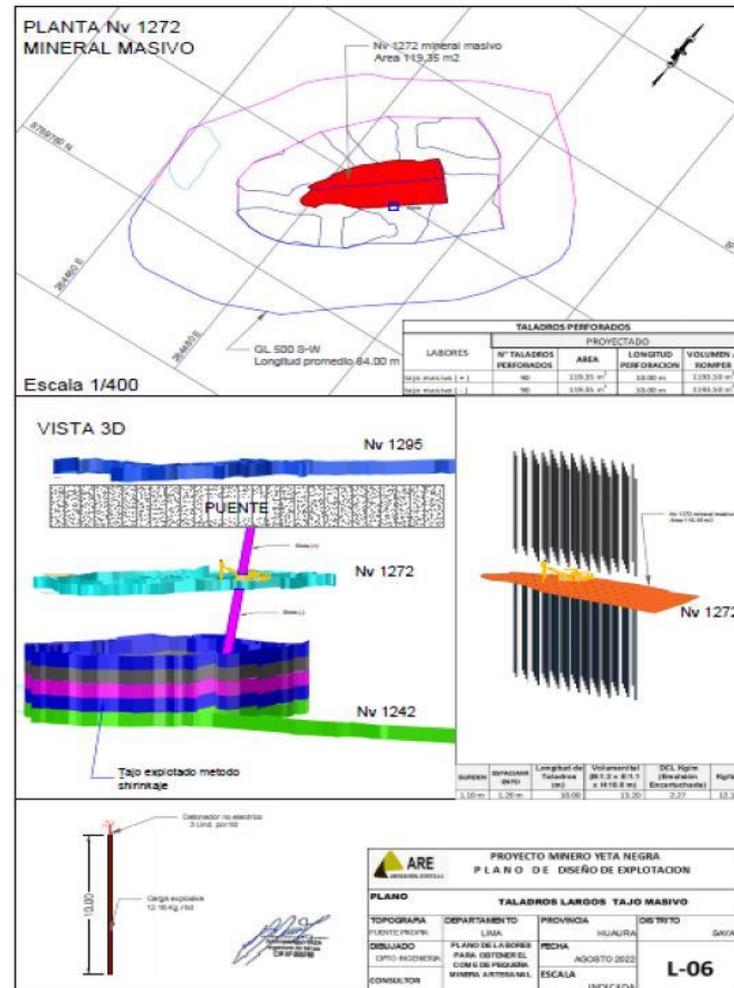
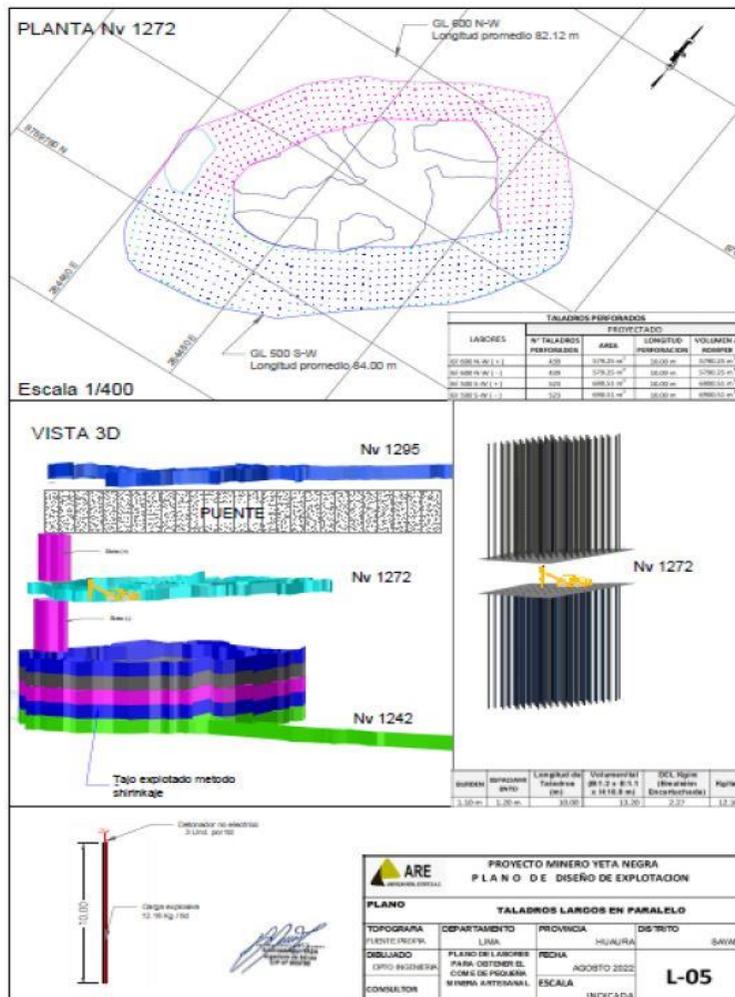


Figura 33. Plano en planta y perfil, subnivel con taladros largos Tomada del departamento de Planeamiento

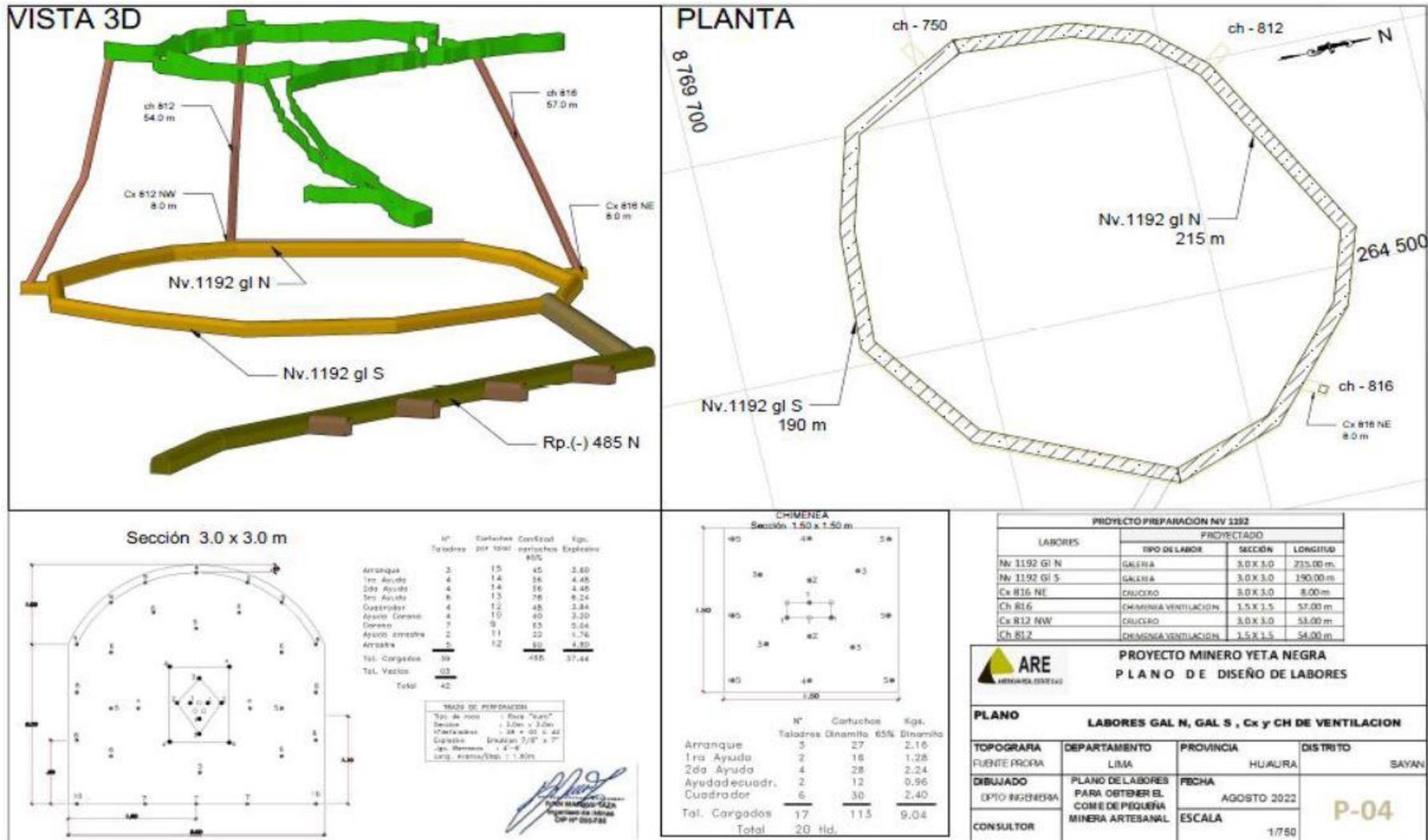


Figura 34. Plano en planta y perfil de labores en profundización
Tomada del departamento de Planeamiento

Anexo B

Foto



Figura 35. Foto en el frente de trabajo antes de realizar la voladura de taladros largos