

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Diseño conceptual de la rampa basculante 2518
para la extracción de la veta victoria tensional
del tajo 2453, NV. 2300 de la unidad minera
Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S. A.**

Bryan Joao Lazo Leandro

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2020

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



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

ASESOR

Ing. Javier Córdova Blancas

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por permitirme contar con el apoyo de mi familia en cada decisión y proyecto, gracias a la vida porque me enseñó a no darme por vencido ante cada obstáculo, gracias a mi asesor, el Ing. Javier Carlos Córdova Blancas por su confianza y apoyo depositado en mi persona, y por último agradecer a mi casa de estudios, la Universidad Continental y a mis maestros por todo el esfuerzo, consejos, recomendaciones y los conocimientos brindados para afrontar cada reto que se presenta en esta nueva etapa de mi vida personal y profesional.

DEDICATORIA

A mi madre, la Lic. Lidia N. Leandro Reyes, a la familia Leandro Reyes, a mi menor hijo Key Joao Lazo C. y a mi compañera Fritcia Y. Campos Guerreros, por haberme formado con disciplina y valores, por la fortaleza brindada y el apoyo incondicional. Este nuevo logro se los debo a ustedes, cada uno de sus consejos y recomendaciones me ayudan y motivan constantemente para poder realizar y cumplir con mis proyectos.

ÍNDICE

PORTADA	I
ASESOR	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
ÍNDICE	V
LISTA DE TABLAS	VIII
LISTA DE FIGURAS	X
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN	XVI
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	18
1.1. Planteamiento y formulación del problema	18
1.1.1. Planteamiento del problema	18
1.1.2. Formulación del problema	19
1.2. OBJETIVOS	19
1.2.1. Objetivo general	19
1.2.2. Objetivos específicos	19
1.3. Justificación e importancia	20
1.3.1. Justificación social - práctica	20
1.3.2. Justificación academica	20
1.3.3. Justificación economica	21
1.4. Hipótesis de la investigación	21
1.4.1. Hipótesis general	21
1.4.2. Hipótesis específcas	21
1.5. Identificacion de las variables	21
1.5.1. Variable independiente	21
1.5.2. Variable dependiente	21
1.5.3. Matriz de operacionalizacion de Variables	21
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	24
2.1. Antecedentes del problema	24

2.1.1. Antecedentes Nacionales	24
2.2. Generalidades de la mina	25
2.2.1. Ubicación accesibilidad y generalidades	25
2.2.2. Clima	26
2.2.3. Accesibilidad	26
2.2.4. Reseña histórica	26
2.3. Geología general	28
2.3.1. Geología regional	28
2.3.2. Geología local	32
2.3.3. Estratigrafía	34
2.3.4. Geología estructural	36
2.3.5. Geología económica	37
2.4. Método de explotación	38
2.4.1. Criterios para el diseño	40
2.5. Aspectos hidrogeológicos	41
2.5.1. Condiciones de presencia del agua subterránea	41
2.6. Caracterización del macizo rocoso	42
2.7. Evaluación geomecánica de la mina	43
2.8. Bases teóricas del estudio	43
2.9. Consideraciones en el diseño de rampas	44
2.9.1. Parámetros principales	44
2.9.2. Tipos de rampas	47
2.10. Veta victoria tensional	49
2.10.1. Características geomecánicas	52
2.10.2. Análisis de estabilidad	53
2.11. Definición de términos básicos	56
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	59
3.1. Método y alcances de la investigación	59
3.1.1. Método de la investigación	59
3.1.2. Alcances de la investigación	60
3.2. Diseño de la investigación	60
3.2.1. Tipo de diseño de investigación	60

3.3. Población y muestra -----	61
3.3.1. Población-----	61
3.3.2. Muestra -----	61
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos -----	62
3.4.1. Técnicas utilizadas en la recolección de datos -----	62
3.4.2. Instrumentos utilizados en la recolección de datos -----	62
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	63
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información -----	63
4.1.1. Análisis de los cálculos de diseño de rampa basculante 2518-----	63
4.1.2. Condiciones geomecánicas -----	65
4.1.3. Esquematización de la rampa basculante -----	66
4.1.4. Consideraciones económicas-----	74
CONCLUSIONES-----	92
RECOMENDACIONES-----	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	96
ANEXOS -----	97

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables	22
Tabla 2. Identificación de variables.	23
Tabla 3. Coordenadas de la Mina.	25
Tabla 4. Ruta geográfica	26
Tabla 5. Variables de productividad del método de minado corte y relleno con rampas basculantes	74
Tabla 6. Variables de productividad del método de minado corte y relleno con rampas basculantes	75
Tabla 7. Precios unitarios de rampa principal en labores de profundización.....	76
Tabla 8. Precios unitarios de labores horizontales para el diseño de rampa basculante	77
Tabla 9. Precios unitarios de labores horizontales para el diseño de rampa basculante.	78
Tabla 10. Precios unitarios de labores horizontales para refugio el diseño de rampa basculante	79
Tabla 11. Precios unitarios de acarreo con scoop.....	80
Tabla 12. Precios unitarios de acarreo con dumper para mineral y desmonte.....	81
Tabla 13. Costos de desarrollo y preparación del método de minado corte y relleno con rampas basculantes	84
Tabla 14. Costos de minado del método de explotación corte y relleno ascendente con rampas basculantes.....	85
Tabla 15. Ingresos proyectados del plan de producción del método de explotación corte y relleno ascendente con rampas basculantes.....	87
Tabla 16. Margen operativo del método de explotación corte y relleno ascendente con rampas basculantes.....	89
Tabla 17. Evaluación financiera del diseño conceptual de rampas basculantes en la explotación de la veta Victoria Tensional.....	91
Tabla 19: Identificación de variables	99
Tabla 20. Precios unitarios del método de minado.....	104
Tabla 21. Precios unitarios de chimeneas 2.4 x 1.2 m	105

Tabla 22. Precios unitarios de acarreo con Scoop	106
Tabla 23. Precios unitarios de transporte con locomotora	107
Tabla 24. Precios unitarios de relleno hidráulico	108

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1: Ubicación de la mina.....	28
Figura N° 2: Plano geológico regional de CMHSA.....	31
Figura N° 3: Plano de geológico local de CMHSA.....	33
Figura N° 4: Columna estratigráfica de CMHSA.....	35
Figura N° 5: Plano general de la mina Parcoy.....	39
Figura N° 6: Sistema de explotación mecanizado TJ2927 – Nv. 1915 - Balcón..	40
Figura N° 7: Hidroisohipsas de acuífero mina Parcoy.....	41
Figura N° 8: Intersección de labores con shotcrete y pernos sistemáticos.....	42
Figura N° 9: sistema de cimbras para el sostenimiento de labores principales....	43
Figura N° 10: Radio de Curvatura interno y radio de curvatura externo.....	46
Figura N° 11: Rampa basculante 2518, de la veta Victoria Tensional, nivel 2300 de la unidad minera Parcoy.....	50
Figura N° 12: Rampa principal rampa 2456, de la veta Victoria Tensional, tajo 2453, nivel 2300 de la unidad minera Parcoy.....	51
Figura N° 13: Plano geomecánica de RP850S.....	52
Figura N° 14: Estereograma de la zona adyacente a la RP850S.....	53
Figura N° 15: : Factor de resistencia en el cual se encuentra delimitado la zona de plastificación del macizo rocoso.....	53
Figura N° 16: Elementos de reforzamiento que sobrepasan la zona plástica.....	54
Figura N° 17: Desplazamiento total que experimentará la excavación del proyecto RP850S.....	54
Figura N° 18: Diagramas de esfuerzo axial y esfuerzo cortante que experimentará el shotcrete.....	55
Figura N° 19: Diagramas de momento flector y desplazamiento que experimentará el shotcrete.....	55
Figura N° 20: Diseño de rampas basculantes asociados al método de minado corte y relleno ascendente de la unidad minera Parcoy.....	64
Figura N° 21: Esquemización de la rampa basculante.....	67
Figura N° 22: Perfil de diseño del método de explotación con rampas basculantes mecanizado con labores de servicios.....	70

Figura N° 23: Esquematación de la rampa basculante.....	71
Figura N° 24: Perfil de diseño del método de explotación con rampas basculantes mecanizado con labores de servicios.	72
Figura N° 25: Volumen de desmonte a extraer de la rampa basculante.	73
Figura N° 26: Diseño de corte y relleno con rampas basculantes.....	100
Figura N° 27: Diseño de Rampa basculante y el relleno hidráulico.....	101
Figura N° 28: Vista lateral del proyecto de rampa basculante.....	102
Figura N° 29: Vista lateral de la explotación Tj 2453.....	103

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo el análisis económico del diseño conceptual de la rampa basculante para la explotación de la veta Victoria Tensional, nivel 2300 en la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S. A.

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se aplicó el método analítico, siendo el estudio de carácter descriptivo - explicativo. El estudio fue preexperimental, de manera que se observó y analizó los resultados del diseño conceptual de la rampa basculante para la explotación de la veta Victoria Tensional, nivel 2300. El medio para la recolección de datos fue la revisión documentaria y la recopilación de datos correspondientes en la unidad minera Parcoy.

Para finalizar, se realizó el análisis e interpretación de las variables técnicas y económicas del diseño conceptual de la rampa basculante para la explotación de la veta Victoria Tensional y su implicancia en la rentabilidad financiera del plan de producción generado por el presente estudio.

Los costos de desarrollo, preparación y explotación para la explotación de la veta Victoria Tensional, considera un costo total de \$4,821,497.73 durante un periodo de 30 meses de operación.

El periodo del presente estudio considera el tiempo de preparación en el desarrollo de dos tajeos en los niveles 2300 al 2400, con una altura de 100 metros y una longitud de 280 metros promedio en ambas alas de la estructura mineralizada (120 metros ala este y 160 metros ala oeste).

Los ingresos de los 2 tajeos programados será en función al tonelaje programado de 2700 TMS durante los 5 primeros meses de producción, a partir del 6to mes la producción será de 5400 TMS durante 14 meses restantes, producto de los 2 tajeos en producción.

La evaluación financiera se definió en función de una tasa de descuento del 12 %, un *capex* de \$2,848,182, y un flujo de caja de 30 meses, tiempo que dura el desarrollo, preparación y explotación de los 2 tajeos programados.

Finalmente, el VAN (valor actual neto) del diseño conceptual de rampas basculantes para la explotación de la veta Victoria Tensional, nivel 2300 es de \$761,253.56 y un TIR (tasa interna de retorno) del 14 %.

Palabras clave: van, tir, capex, forecast, producción, optimización, costos de operación, etc.

ABSTRACT

The objective of this research work is the economic analysis of the conceptual design of the tilting ramp for the exploitation of the Victoria Tensional vein, level 2300 in the Parcoy Mining Unit of Consorcio Minero Horizonte S. A.

For the development of this research work, the analytical method was applied, the study being descriptive - explanatory. The study was pre-experimental, so that the results of the conceptual design of the tipping ramp for the exploitation of the Victoria Tensional vein, level 2300, were observed and analyzed. The means for data collection was the documentary review and the corresponding data collection in the Parcoy Mining Unit.

Finally, with the analysis and interpretation of the technical and economic variables of the conceptual design of the tilting ramp for the exploitation of the Victoria Tensional vein and its implication in the financial profitability of the production plan generated by this study.

The development, preparation and exploitation costs for the exploitation of the Victoria Tensional vein, consider a total cost of 4,821,497.73 US \$ during a period of 30 months of operation.

The period of the present study considers the preparation time in the development of two pits at levels 2300 to 2400, with a height of 100 meters and an average length of 280 meters in both wings of the mineralized structure (120 meters east wing and 160 meters west wing).

The revenue from the 2 scheduled pits will be based on the scheduled tonnage of 2,700 TMS during the first 5 months of production, from the 6th month the production will be 5,400 TMS for the remaining 14 months, as a result of the 2 pits in production.

The financial evaluation was defined based on a discount rate of 12%, a CAPEX of 2,848,182 US \$, and a cash flow of 30 months, the duration of the development, preparation and exploitation of the 2 programmed pits.

Finally, the NPV (net present value) of the conceptual design of tipping ramps for the exploitation of the Victoria Tensional vein, level 2300 is 761,253.56 US \$ and an IRR (internal rate of return) of 14%.

Keywords: van, tir, capex, forecast, production, optimization, operating costs, etc.

INTRODUCCIÓN

Las estructuras mineralizadas asociadas a la unidad minera Parcoy están emplazadas en el Batolito de Pataz, compuesta principalmente por granitos, granodioritas, tonalitas y microtonalitas, estas estructuras se formaron producto de la circulación de soluciones mineralizantes generando alteraciones hidrotermales y depositando minerales de oro, plomo, cobre y zinc.

La producción de la unidad minera Parcoy proviene de 3 sectores, norte, centro y sur, con una producción media mensual de 35,000 toneladas con una ley promedio de oro de 14.12 gramos por tonelada proveniente de los diferentes tajeos de la unidad, así mismo hay un aporte de 2584 toneladas de mineral de baja ley con 4.71 gramos por tonelada de oro.

Actualmente por efecto de la explotación de niveles más profundos y la disminución de leyes, los costos operacionales se incrementan, por lo que se busca alternativas que permitan generar programas de optimización y reducción de costos en la explotación de las distintas y variadas estructuras mineralizadas en la unidad minera.

La presente tesis permite analizar e interpretar las variables de diseño operacional de rampas basculantes como una alternativa en la explotación de estructuras mineralizadas en niveles profundos, considerando los costos de desarrollo, preparación y explotación, y relacionarlas a los ingresos que se generan producto del diseño conceptual de rampa basculante para la explotación de la veta Victoria Tensional en el Nivel 2300.

El trabajo de investigación se desarrolló considerando las siguientes etapas: en el Capítulo I se considera y se plantea el problema principal y problemas específicos, así como los objetivos de la presente tesis y la hipótesis de investigación, para la identificación de las diferentes variables.

Para el Capítulo II, se desarrolla el marco teórico, antecedentes del problema, generalidades de la operación minera, las bases teóricas, considera las características de diseño conceptual de la rampa basculante como labor principal para la explotación de la estructura mineralizada y que definirán la estructura de costos de las diferentes labores de desarrollo, preparación y explotación.

Para el Capítulo III, se describe el método y alcance de investigación, el diseño a desarrollar, el nivel de investigación, población, muestra, la técnica de recolección y tratamiento de información, para el diseño conceptual de la rampa basculante.

Como punto final, en el Capítulo IV, se analizará e interpretará los resultados obtenidos del diseño conceptual de la rampa basculante, considerando la estructura y disponibilidad de los costos de producción, y de los ingresos captados por la explotación del mineral desarrollado y preparado, para su análisis económico y determinación de la viabilidad del mismo.

El autor

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

El Perú se sigue consolidando como una de las economías más atractivas para inversión, sobre todo en el campo de la actividad minera, según la consultora PwC, uno de los pilares de la economía peruana es la industria minera, gracias al flujo de la inversión que atrae, su aporte económico y social, y por la generación de empleo.

El declive de la productividad en labores subterráneas de profundización, genera un incremento de costos en las distintas áreas operacionales. La explotación de las diferentes estructuras mineralizadas a mayor profundidad implica incrementar las distancias de acarreo, transporte de mineral y desmonte, generando el incremento de costos. El diseño de labores de profundización categorizadas como temporales o permanentes como rampas, son consideradas labores principales de extracción dentro del diseño operacional.

Asimismo, este tipo de labores permite el acceso a las estructuras mineralizadas en diferentes niveles para la preparación y explotación de los tajeos programados. Es importante mencionar la versatilidad que tienen los sistemas de profundización tipo rampa permite diferenciar los diferentes tipos, como rampas auxiliares y

rampas basculantes, los que tienen una aplicación muy particular en la explotación de las estructuras mineralizadas.

La aplicación de las rampas basculantes permite tener un rápido acceso y preparación de ciertos sectores de la estructura mineralizada y optimizar el ciclo de minado, siendo una alternativa en el incremento de la productividad y cumplimiento del plan minero.

1.1.2. Formulación del problema

Problema general

¿Cómo influye económicamente el diseño conceptual de la rampa basculante 2518 para la extracción de la veta Victoria Tensional, en el Nv. 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S. A.?

Problemas específicos

- a. ¿De qué manera se puede mejorar los ingresos producto del análisis de sensibilidad de la ley de oro en la explotación de la veta Victoria Tensional, Nv. 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S. A.?
- b. ¿De qué manera influye el diseño conceptual de la rampa basculante en los costos de desarrollo para la explotación de la veta Victoria Tensional, Nv 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S. A.?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar la influencia económica del diseño de la rampa basculante 2518 para la extracción de la veta Victoria Tensional, nivel 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S. A.

1.2.2. Objetivos específicos

- a. Realizar el análisis de sensibilidad de la ley de oro para mejorar los ingresos en la explotación de la veta Victoria Tensional, Nv. 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S. A.

- b. Realizar el análisis de los costos de desarrollo de la rampa basculante en la explotación de la veta Victoria Tensional, Nv. 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S. A.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación social - práctica

La presente tesis contribuirá de manera importante al sector minero, como la de subvencionar inversiones en proyectos mineros y establecer ambientes provechosos para el incremento de las utilidades. Del mismo modo, disminuir los costos de extracción de mineral mediante la elaboración de una rampa basculante.

En la actualidad la generación de programas de optimización y reducción de costos es parte fundamental en la mejora continua de las diferentes áreas operativas unitarias en una operación minera, por lo que generar alternativas complementarias para la extracción de mineral es importante.

1.3.2. Justificación académica

La investigación remarcará diseños a efectuar para mejorar la rentabilidad económica de la empresa, insertando una ampliación en el sistema de extracción de mineral con mayor eficacia y, en consecuencia, beneficiando a la reducción de costos en el ciclo de minado.

De este modo, se llevará a cabo el cumplimiento de las normas de calidad y seguridad como la ISO 9001 (Sistema de Gestión de Calidad), ISO 14001 (Sistema de Gestión Ambiental), OHSAS 18001 (Sistema de Gestión de SST) y el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional, tipificado en el D.S. N° 024 – 2016-EM modificado por D.S. N° 023-2017-EM.

Las variables a estudiar serán evaluadas para precisar su desempeño y su nexos con la otra variable a estudiar (consecuencia de logros).

1.3.3. Justificación económica

La presente investigación se orienta a la reducir los costos en extracción de mineral mediante la elaboración de una rampa basculante en el nivel principal de extracción, lo que en términos económicos generará mayor rentabilidad a mediano y largo plazo, ya que se desea recortar los tiempos y distancias de transporte y acarreo de mineral.

1.4. Hipótesis de la investigación

1.4.1. Hipótesis general

El diseño conceptual de la rampa basculante 2518 influye positivamente en la evaluación económica de la extracción de la veta Victoria Tensional, en el Nv. 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S. A.

1.4.2. Hipótesis específicas

- a. El análisis de sensibilidad de la ley de oro favorece en los ingresos producto de la explotación de la veta Victoria Tensional, Nv. 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S. A.

- b. El diseño conceptual de la rampa basculante influye positivamente en el análisis de costos de desarrollo para la explotación de la veta Victoria Tensional, Nv. 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S. A.

1.5. Identificación de las variables

1.5.1. Variable independiente

Diseño Conceptual de Rampa Basculante

1.5.2. Variable dependiente

Explotación de la veta Victoria Tensional

1.5.3. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición operacional		
		Dimensiones	Subdimensiones	Indicadores
VI: Diseño conceptual de la rampa Basculante	Se caracteriza el diseño conceptual de la rampa basculante como labor de desarrollo y/o preparación para el ingreso a la estructura mineralizada y su posterior explotación.	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo geológico. • Modelo geomecánico. • Diseño conceptual de la rampa basculante. 	<p>Características geológicas del yacimiento.</p> <p>Características de las propiedades del macizo rocoso.</p> <p>Consideraciones de diseño de rampas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Consideraciones litológicas, estructurales, mineralógicas y leyes del yacimiento. • RMR, RQD, GSI, etc. • Sección rampa, gradiente, radio de curvatura y peralte.
VD: Explotación de la veta Victoria Tensional	La explotación de la veta Victoria Tensional influye económicamente.	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de producción. • Ingresos y costos de producción. • Evaluación económica 	<p>Consideraciones del plan de producción.</p> <p>Consideraciones de costos de Producción e ingresos.</p> <p>Consideraciones económicas en la explotación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tonelaje a producir: 2500 tpm. • Costos de desarrollo, preparación y explotación. • VAN y TIR

Tabla 2. Identificación de variables.

Problemas	Objetivos	Hipótesis
Problema Principal	Objetivos Principal	Hipótesis Principal
¿Cómo influye económicamente el diseño conceptual de la rampa basculante 2518 para la extracción de la veta Victoria Tensional, en el Nv. 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S. A.?	Determinar la influencia económica del diseño de la rampa basculante 2518 para la extracción de la veta Victoria Tensional, nivel 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S. A.	El diseño conceptual de la rampa basculante 2518 influye positivamente en la evaluación económica de la extracción de la veta Victoria Tensional, en el Nv. 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S. A.
Problemas Secundarios	Objetivos Específicos	Hipótesis secundarias
1. ¿De qué manera se puede mejorar los ingresos producto del análisis de sensibilidad de la ley de oro en la explotación de la veta Victoria Tensional, Nv. 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S.A.?	1. Realizar el análisis de sensibilidad de la ley de oro para mejorar los ingresos en la explotación de la veta Victoria Tensional, Nv. 2300 de la Unidad Minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S.A.	1. El análisis de sensibilidad de la ley de oro favorece en los ingresos producto de la explotación de la veta Victoria Tensional, Nv. 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S.A.
2. ¿De qué manera influye el diseño conceptual de la rampa basculante en los costos de desarrollo para la explotación de la veta Victoria Tensional, Nv 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S.A.?	2. Realizar el análisis de los costos de desarrollo de la rampa basculante en la explotación de la veta Victoria Tensional, Nv. 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S.A.	2. El diseño conceptual de la rampa basculante influye positivamente en el análisis de costos de desarrollo para la explotación de la veta Victoria Tensional, Nv. 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S.A.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes nacionales

- Tesis de pregrado que lleva como título “*Minería sin rieles aplicado en la unidad minera Arcata*”. El investigador tiene como objetivo, generar mayor productividad en la extracción de los minerales de plata y oro, comparado con la explotación convencional de corte relleno ascendente, a través de los estudios técnicos referentes al diseño y la explotación por medio de rampas espirales y basculantes, representando un notable ingreso económico para el año 2014. (1)

- Tesis de pregrado que lleva como título “*Cambio de diseño de rampa de preparación a una de preparación y desarrollo para explotar la veta Lourdes – unidad Parcoy, 2013*”. El investigador tiene como objetivo conocer los requerimientos del cambio de diseño y plantear la ejecución de una rampa que nos sirva de preparación y desarrollo, de esta forma reducir los costos (\$/t) en desarrollo, preparación y sobre distancia de equipos. La cuál permitirá tener una mina más estandarizada y mejores rendimientos en la operación (2).

- Tesis de pregrado que lleva como título “*Diseño y construcción de la rampa negativa 5360 para la explotación de la veta Alexia Cía. Minera Ares – unidad minera Arcata*”. El investigador tiene como objetivo impulsar favorablemente las

operaciones en los distintos trabajos subterráneos, respaldado de software que brindan herramientas, los cuales permiten tomar decisiones en tiempo real y aproximarnos con mayor exactitud a la mejor opción, sumado a esto, el adaptar nuevas tecnologías, que permiten lograr la reducción de costos, tomando factores como: tipo de yacimiento, características geomecánicas y geoestructurales que se adapten a los métodos planteados. (3)

- Tesis de pregrado que lleva como título “*Evaluación geomecánica para el diseño de una labor de exploración, al sistema de vetas de la mina Orión, Chala, Arequipa*”. El investigador tiene como objetivo describir y analizar las condiciones geo mecánicas del macizo rocoso para la preparación y desarrollo de una labor de exploración, para la explotación del sistema de vetas de la mina Orión, basado en el diseño de rampas permanentes y temporales para el movimiento de equipos pesados. (4)
- Tesis de pregrado que lleva como título “*Optimización de las operaciones mineras mediante la profundización de la rampa negativa entre los niveles 2900-2650 Vankar EIRL SAC minera aurífera Retamas S. A*”. El investigador tiene como objetivo formular la profundización de la rampa negativa, con el propósito de optimizar las operaciones mineras e implementar el sistema mecanizado. (5)

2.2. Generalidades de la mina

2.2.1. Ubicación accesibilidad y generalidades

La unidad minera Parcoy de consorcio minero Horizonte S. A. C. se encuentra ubicada en la confluencia de los ríos Parcoy y Llacuabamba en el anexo de Retamas, distrito de Parcoy, provincia de Pataz en el departamento de La Libertad, y sus coordenadas son las siguientes

Tabla 3. Coordenadas de la Mina.

Coordenadas geográficas	Coordenadas UTM	Cota	Datum
72° 28' 00" Longitud Oeste	E 227281.33	2750	PSAD 56
08° 01' 00" Latitud Sur	N 911276.24	2750	PSAD 56

La mina aurífera está situada a 500 km al norte de Lima sobre el flanco oriental de la cordillera de los Andes y pertenece a la cuenca hidrográfica del Marañón, de acuerdo a la carta geológica del Instituto Geológico; “Hoja de Tayabamba”, Parcoy, Lucumas y Llacuabamba.

2.2.2. Clima

La temperatura varía entre los 16 y 24 °C, teniendo 2 temporadas, un clima lluvioso entre los meses de diciembre y marzo, y el otro con un clima seco desde abril hasta noviembre.

2.2.3. Accesibilidad

Por vía terrestre el acceso es el siguiente:

Tabla 4. Ruta geográfica

Ruta	Distancia	Tiempo
Lima – Trujillo	560 km	9 horas
Trujillo - Chagual	440 km	19 horas
Chagual - Retamas	40 km	3 horas

Por vía aérea: el acceso por vía aérea en avioneta, se realiza hasta un aeródromo ubicado en la playa de la laguna de Pías. Después se continúa vía terrestre río arriba con destino Retamas aproximadamente 30 minutos.

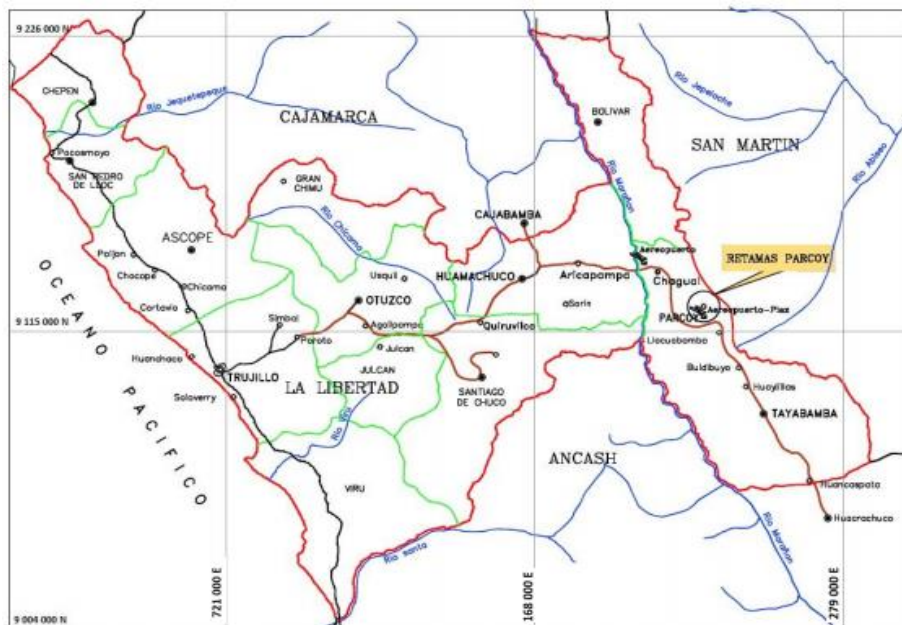
2.2.4. Reseña histórica

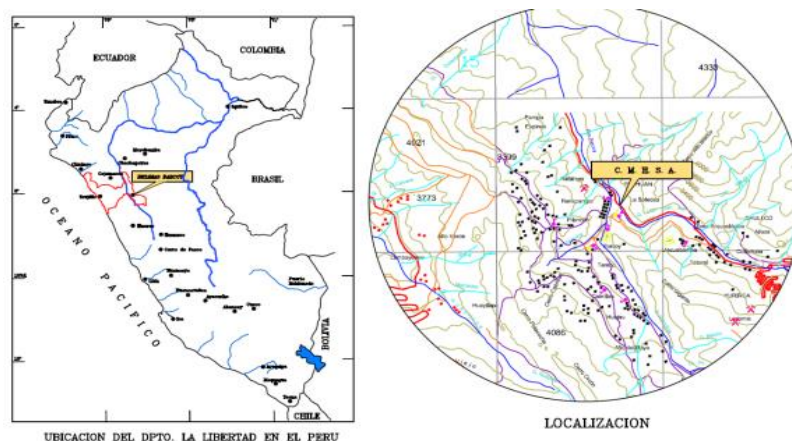
El área ocupada por la unidad minera está constituida por las laderas del valle de Retamas, perteneciente a la cuenca del río Parcoy, la zona ha sido sujeta a una importante actividad minera desde la antigüedad y aún quedan vestigios de esta actividad, tales como la presencia de antiguos relaves de amalgamación y quimbaletes observados a la rivera izquierda del río Parcoy. A inicios de 1978 los señores Rafael Navarro Grau y Jaime Uranga crean Consorcio Minero Horizonte S. A., procesando los relaves de la operación antigua del sindicato minero Parcoy S. A., tratando un tonelaje de 200,000 toneladas con Au@ 3.5 gr/t. Para afianzar sus operaciones adquieren derechos mineros de Simpar, la planta de tratamiento y

de la infraestructura existente. A fines de 1983 se otorgaron los permisos de autorización de funcionamiento por encargo de las autoridades de minería correspondiente con Resolución Directoral N° 029 – 2000 - EM/DEM.

Actualmente, CMH S. A. viene operando las estructuras mineralizadas Lourdes y Milagros en su sector norte, las estructuras Rosa Orquidea, Candelaria y Sissy en la zona Sur, con un ritmo de producción de 1100 t/día, con una capacidad de planta de 1200 t/día, con una ley del orden de 13 - 15 gr. Au /t. Estos trabajos se concentran principalmente por encima del Nivel 2600 con un minado convencional.

Desde el presente año, la empresa viene desarrollando un agresivo programa de exploraciones, con miras a lograr un mayor nivel de reservas probado - probables y de generar recursos inferidos mediante sondajes diamantinos por debajo del nivel 2600, con el objetivo de entrar a una etapa de trabajos mecanizados por debajo del actual nivel base de explotación, ello permitiría el incremento de la producción diaria a 1,500 t/día.





**Figura 1. Ubicación de la mina
Tomado del Departamento de Geología**

2.3. Geología general

2.3.1. Geología regional

Las operaciones, asociados al batolito de Pataz-Buldibuyo, ubicados en la cordillera oriental del sector norte del Perú de carácter aurífero, se asocian a otros yacimientos como El Gigante, Paccha – Buldibuyo, etc.

Los yacimientos están asociados principalmente a vetas de Qz con Au, los que son minados desde tiempos del incanato.

Se realizaron varios estudios a lo largo de los últimos tiempos para conocer en mayor detalle las características del mineral aurífero como geoquímica, inclusiones fluidas, dataciones radiométricas, los que corroboran el origen de los depósitos de carácter orogénico o meso termal, asociados a estructuras asociados en el extremo occidental del batolito de Pataz.

2.3.1.1. Precámbrico

a. Complejo Marañón (Pe-cm)

Compuesta principalmente por una secuencia metamórfica con diferentes estilos estructurales en forma decreciente como:

- ✓ Mica esquistos, nivel basla del Complejo
- ✓ Meta volcánicos
- ✓ Filitas de naturaleza turbidita (Wilson y Reyes 1964).

El espesor de esta secuencia regional alcanza aproximadamente 1 km de espesor, con una edad de 600 Ma.

2.3.1.2. Paleozoico inferior

a. Formación Contaya (O-c)

Asociado a una sucesión de cuarcitas masivas, areniscas oscuras, lutitas y una proporción menor de calizas, de edad Ordovícico y espesores entre 200 y 600 metros, considerados por un grado de metamorfismo regional bajo.

2.3.1.3. Paleozoico superior

a. Grupo Ambo (Ci-a)

Asociado principalmente por areniscas, conglomerados y lutitas, de edad del Carbonífero Inferior, aflorando al sur de la mina Parcoy, con una presencia tipo techo colgado, sobreyaciendo al intrusivo granodiorítico.

b. Volcánicos (CsP-v)

Con presencia importante en los sectores altos del área de estudio, principalmente de composición riolítico a andesítico, de edad Carbonífero–Pérmico.

c. Grupo Mito (Ps-m)

Asociado principalmente por remanentes volcánicos, aglomerados riolíticos y una secuencia de molasas rojas con un color rojizo de edad Pérmico Superior.

2.3.1.4. Triásico- jurásico

a. Grupo Pucará (TrJi-p)

Asociada principalmente a calizas grises y carbonáceas, y presencias de nódulos de *chert*, calizas y lutitas intercaladas, dolomitas, margas y areniscas calcáreas, producto de una sedimentación marina.

Está conformado por 3 formaciones:

- ✓ Formación Chambará (Tr-ch)

Pertenece al nivel basal del grupo Pucará, compuesta por calizas gris a gris oscura, con intercalaciones de calizas bituminosas y dolomíticas.

✓ Formación Aramachay y Condorsinga (Ji-ar-e)

Se caracteriza por presentar Chert en los niveles superiores de la formación.

2.3.1.5. Cretáceo

a. Grupo Goyllarisquizga (Ki-g)

La litología del Cretáceo está desarrollado en el norte y centro del territorio peruano, sin embargo en la zona de estudio no están bien reconocidos, constituye 4 formaciones como: Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat.

b. Formación Crisnejas (Ki - cr)

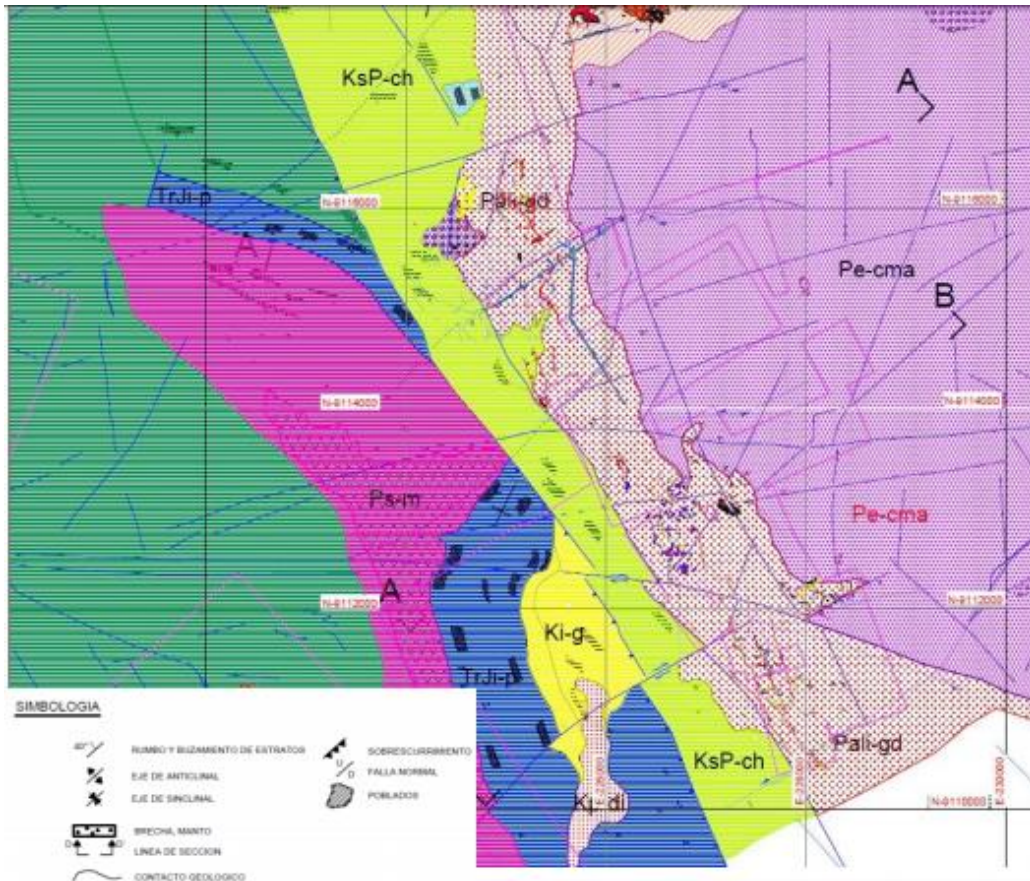
Está asociado a calizas, areniscas calcáreas y margas, con una edad Albiano medio.

c. Formación Chota (KsP-ch)

Asociada principalmente a areniscas, conglomerados, lutitas y limonitas asociadas a capas rojas, considerando una edad de Albiano medio.

2.3.1.6. Depósitos cuaternarios (Qr- al)

Asociados principalmente a depósitos eluviales y coluviales, producto de la descomposición de las rocas.



LEYENDA

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITO-ESTRA.	LITOLOGIA	DESCRIPCION	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZ	PALEOGENO	Holoceno	Deposito Cuaternario		Gravas, arenas	
		Paleoceno				P-Pgrnz P-dj
MESOZOICO	CRETACEO	Superior	Fm. Chota	KsP-ch	Areniscas, Arcillitas, conglomerados de color rojo.	Pomdo Cuarzo Monzonita
		Inferior	Fm. Crisnejas	Ki-cr	Margas amarillentas, calizas y lutitas.	andesita, Diorita
			Gpo. Goyllarisquiza	Ki-g	Cuarzitas, Areniscas, arcillitas	
	JURASICO	Inferior	Grupo Pucara	TrJi-p	Calizas de color gris.	
PALEOZOICO	PERMICO	Superior	Grupo Mitu	Ps-m	Areniscas, calcarenitas, conglomerados rojos, remanentes volcanicos compuesto de tufos y aglomerados riolíticos, andesitas.	
	CARBONIFERO	Superior	Volcanicos Lavasen		Andesitas	Granodiorita Qz Monzogranito Pill-grn
		Inferior	Grupo Ambo	Ci-a	Areniscas, lutitas, arcillitas, conglomerados	
	ORDOVICICO	Silurico				
PRE-CAMBRICO			Complejo Marañon		Filitas, Metavolcanicos (Andesitas, riolitas, Riodacitas).	Gneis Diorítico-Gabroide

**Figura 2. Plano geológico regional de CMHSA
Tomado de Superintendencia de Geología de CMHSA**

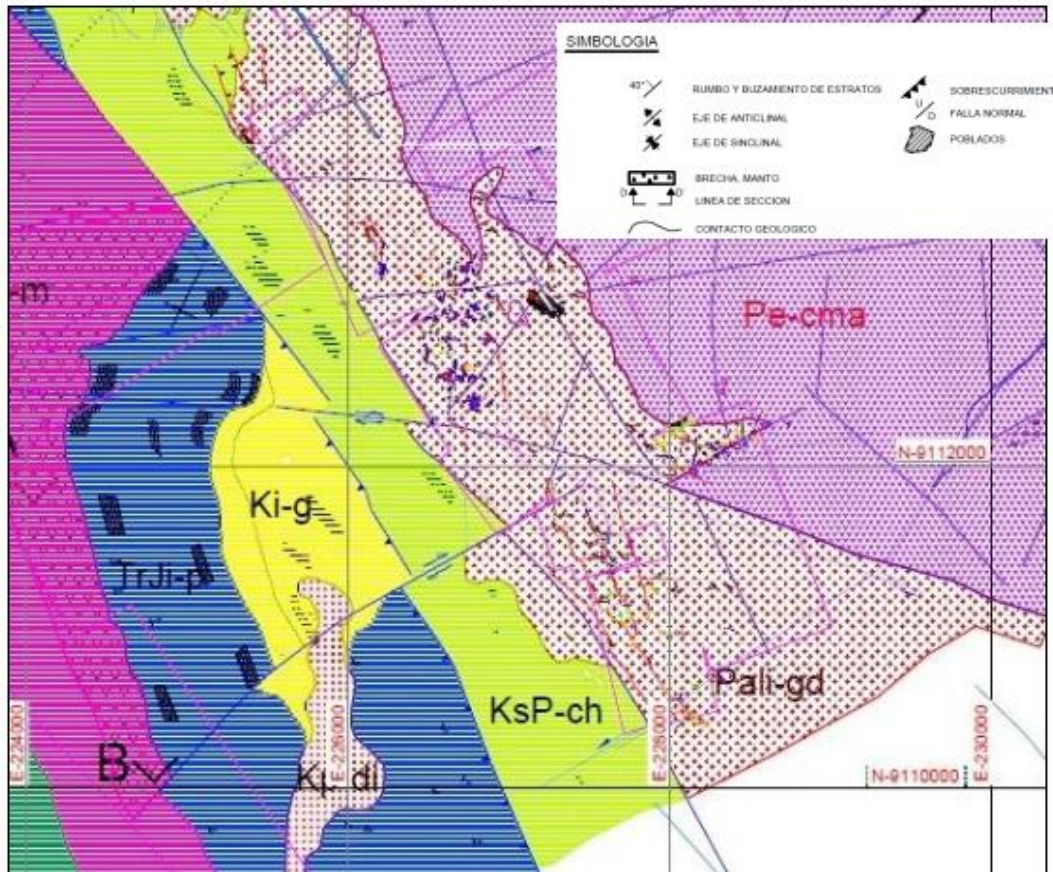
2.3.2. Geología local

Las estructuras preexistentes tienen rumbo paralelo a las fallas de rumbo andino Norte – Sur, con buzamientos variables, la mineralización rellena estas fracturas con cuarzo y pirita, los cuales fueron afectados por fallas tensionales de alto ángulo, lo que generó estructuras tipo rosario.

Las principales estructuras mineralizadas son: Candelaria, Lourdes, Rosa, Milagros, Encanto, Rosa Orquídea, Victoria, Afrodita y Paola.

La mineralización presente es del tipo oro y electrum (Au,Ag). Su mineralogía de ganga está compuesta por: cuarzo, pirita, esfalerita, galena, arsenopirita, calcopirita y pirrotita.

Las potencias de las estructuras mineralizadas son desde pocos centímetros a 20 metros, con alteraciones hidrotermales tipo propilitica, sericitización, silicificación, y en algunos sectores con cajas cloritizadas. Como es el caso de la veta Sissy, se observa fuerte piritización con valores altos de oro.



LEYENDA

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITO-ESTRA.	LITOLOGIA	DESCRIPCION	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZ.	PALEOGENO	Holoceno	Deposito Cuaternario		Gravas, arenas	
		Paleoceno				P-Pqms
MESOZOICO	CRETACEO	Superior	Fm. Chota		Areniscas, Arcillitas, conglomerados de color rojo.	P-d Kt-Pg-ls Piedra Cuarta Monzonita
		Inferior	Fm. Crisnejas		Margas amarillentas, calizas y lutitas.	andesita, Diorita
			Gpo. Goyllarisquiza		Cuarzitas, Areniscas, arcillitas	
	JURASICO	Inferior	Grupo Pucara		Calizas de color gris.	
PALEOZOICO	PERMICO	Superior	Grupo Mitu		Areniscas, calcarenitas, conglomerados rojos, remanentes volcanicos compuesto de tufo y aglomerados riolíticos, andesitas.	
	CARBONIFERO	Superior	Volcanicos Lavasen		Andesitas	Granodiorita Qz Monzogranito Pirita
		Inferior	Grupo Ambo		Areniscas, lutitas, arcillitas, conglomerados	
	ORDOVICICO	Silurico				
PRE-CAMBRICO			Complejo Marañon		Filtas, Metavolcanicos (Andesitas, riolitas, Riodacitas).	Gneis Diorítico-Gabroide

**Figura 3. Plano de geológico local de CMHSA
Tomado de Superintendencia de Geología de CMHSA**

2.3.3. Estratigrafía

Los tres ciclos orogénicos presentes son el Precámbrico, el Hercínico y el Andino, la geología está relacionada a la evolución estratigráfica y estructural de la cordillera andina.

Las rocas compuestas por filitas, mica esquistos y meta volcánicos corresponden al complejo Marañón del ciclo orogénico Precámbrico. Las rocas compuestas por pizarras pertenecientes a la formación Contaya, asociadas al ciclo orogénico Hercínico.

Durante el periodo Eohercínico se genera una cuenca intramontañosa que es asociada por rocas del grupo Ambo; asimismo, durante el Permiano Superior se asocia al volcánico Lavasen compuesta por andesitas distribuidas en los sectores altos de Parcoy.

La formación de rocas ferruginosas del grupo Mitu está asociada a la fase Epirogenética. La secuencia asociada al ciclo andino, el cual es más notoria en la cordillera oriental iniciándose con calizas del grupo Pucará, con niveles superiores cubiertas por areniscas del grupo Goyllarisquizga, calizas de la formación Crisnejas y por las capas rojas de la formación Chota. Al final, en el cuaternario se asocia los depósitos aluviales, coluviales y fluviales recientes.

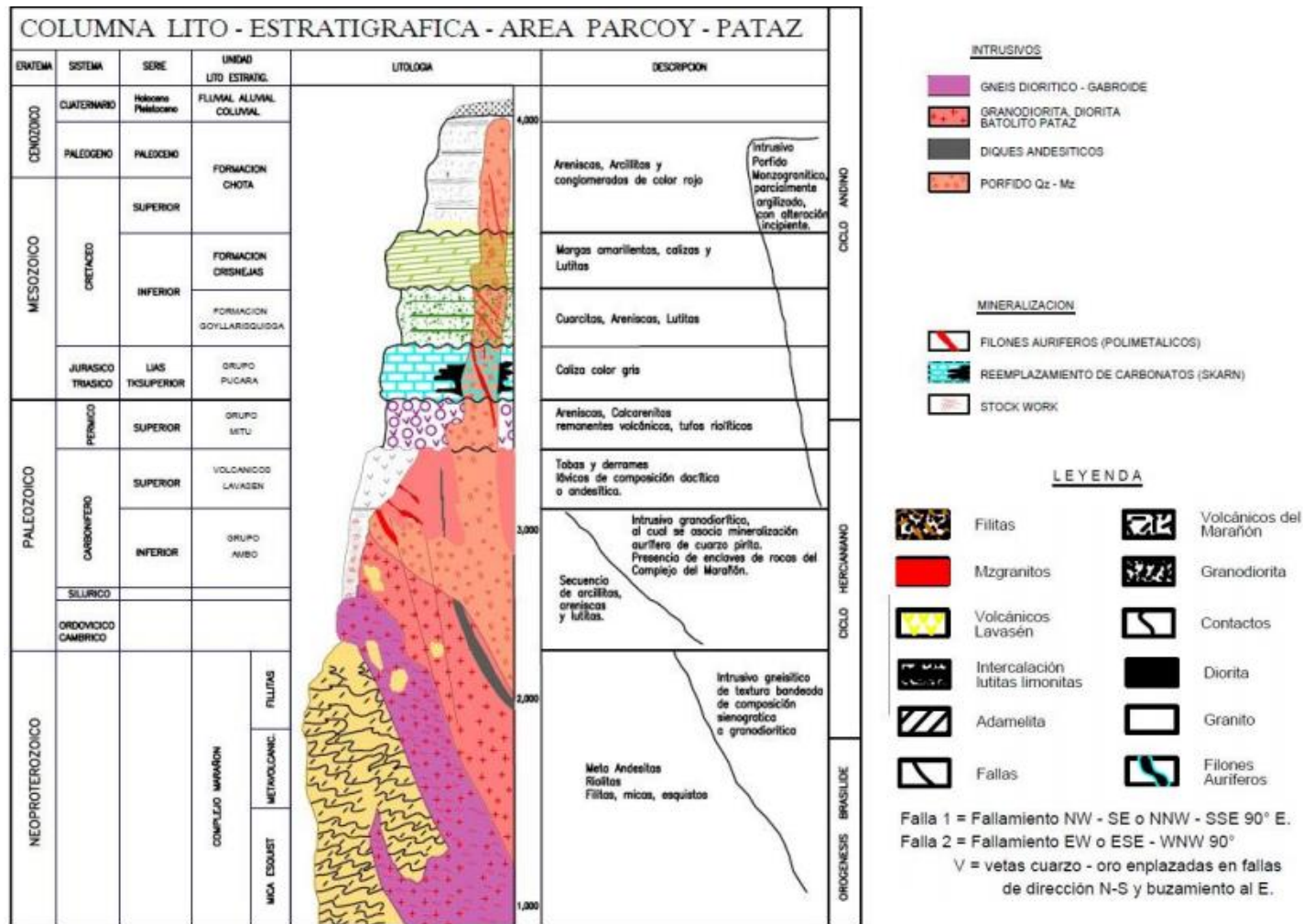


Figura 4. Columna estratigráfica de CMHSA
Tomado de Superintendencia de Geología de CMHSA

a. Las rocas intrusivas:

Compuesta principalmente por diorita y microdiorita, los cuales son favorables para la mineralización. Asimismo, la presencia de tonalita y microtonalita relacionados a un pórfido tonalítico. Y las fases tipo granodiorita se asocia a un pequeño stock.

b. Rocas sedimentarias:

Las rocas sedimentarias intercaladas con esquistos cloritizados y metavolcánicos se encuentran plegadas y fracturadas por eventos ígneos y metamórficos.

c. Rocas metamórficas

Las rocas metamórficas se exponen al sur oeste del intrusivo y al sector oeste de la zona de Alaska, compuesta por calizas del grupo Pucará, cuarcitas del grupo Goyllarisquizga, calizas de la formación Crisnejas y las capas rojas de la formación Chota.

2.3.4. Geología estructural

Durante los últimos 300 Ma se generaron diferentes eventos tectónicos con un marcado evento estructural. Este evento estructural no se presenta fuerte foliación por lo que intruyó la corteza superior en una zona extensional.

Estos eventos tectónicos generan un evento de sistemas de fallas inversas oblicuas durante los eventos mineralizantes y un fallamiento post mineralización. La generación de fallas regionales producto de eventos tectónicos, influyeron en la distribución de mineralización en el distrito de Parcoy, los que influyen en el fallamiento y plegamiento pre mineral, sin mineral y post mineral.

Los sistemas de vetas, los controles estructurales y clavos mineralizados emplazados en el distrito de Parcoy son varios y complejos. Con fallas de primer orden NW – SE, asociados a la mineralización y clavos mineralizados.

Las dimensiones del batolito son aproximadamente de 210 kilómetros donde se emplazan varias minas en operación como las zonas de Huayllillas, Buldibuyo, Parcoy y Pataz.

Las estructuras tienen un bajo ángulo de buzamiento 20 a 40°E y de 50 a 80° E con una variación de este a oeste.

2.3.5. Geología económica

A) Yacimiento

Las estructuras mineralizadas son del tipo relleno de fracturas, donde las vetas principales de Parcoy están asociados al cuerpo granodiorítico.

Se observa un nivel de oxidación desde unos 20 a 30 metros de profundidad generando un enriquecimiento secundario, con un grado de contenido metálico menor y alteraciones de la roca caja del tipo cloritizadas, caolinizadas y sericitizadas, con una temperatura de formación de carácter mesotermal.

Las vetas hidrotermales están rellenas de cuarzo, pirita y en cantidades menores de arsenopirita, con potencia entre 0.5 a 10 metros. El contenido de oro se presenta libre o asociado a la pirita masiva de grano fino, siendo la pirita cristalizada de grano grueso de baja ley.

B) Mineralogía

La mineralización se emplazó en los intrusivos asociados al Batolito de Pataz como granitos, granodioritas, tonalitas y microtonalitas, generando alteraciones hidrotermales, permitiendo una mineralización de cuarzo con pirita, acompañado con cantidades menores de galena y otros sulfuros. Se considera la mineralogía presente de: oro nativo, pirita, arsenopirita, pirrotita, esfalerita, calcopirita, galena, bornita y covelina, y minerales oxidados como limonita. La fase no metálica está compuesta por cuarzo, calcita y sericita.

La mineralogía de oro está en estado libre y que, por su tamaño, necesita una molienda muy fina para optimizar su recuperación.

C) Control de mineralización

El control de la mineralización de valores económicos auríferos se relaciona a sus fases texturales y tectónicas, donde se pudo relacionar:

- ✓ Cuarzo I, lechoso masivo sin pirita y pobre en oro.

- ✓ Cuarzo II con pirita, de un color latón, la pirita de carácter diseminado con poca concentración de oro.

- ✓ Cuarzo III con pirita II, de un tamaño de grano medio, el cual se relaciona a un cuarzo II craquelado y valores económicos de oro.

- ✓ Cuarzo IV con pirita III de grano fino y masivo, asociado a fallas paralelas con contenidos de oro más importantes y asociados a la galena y esfalerita, los que estarían condicionando la presencia importante de oro.

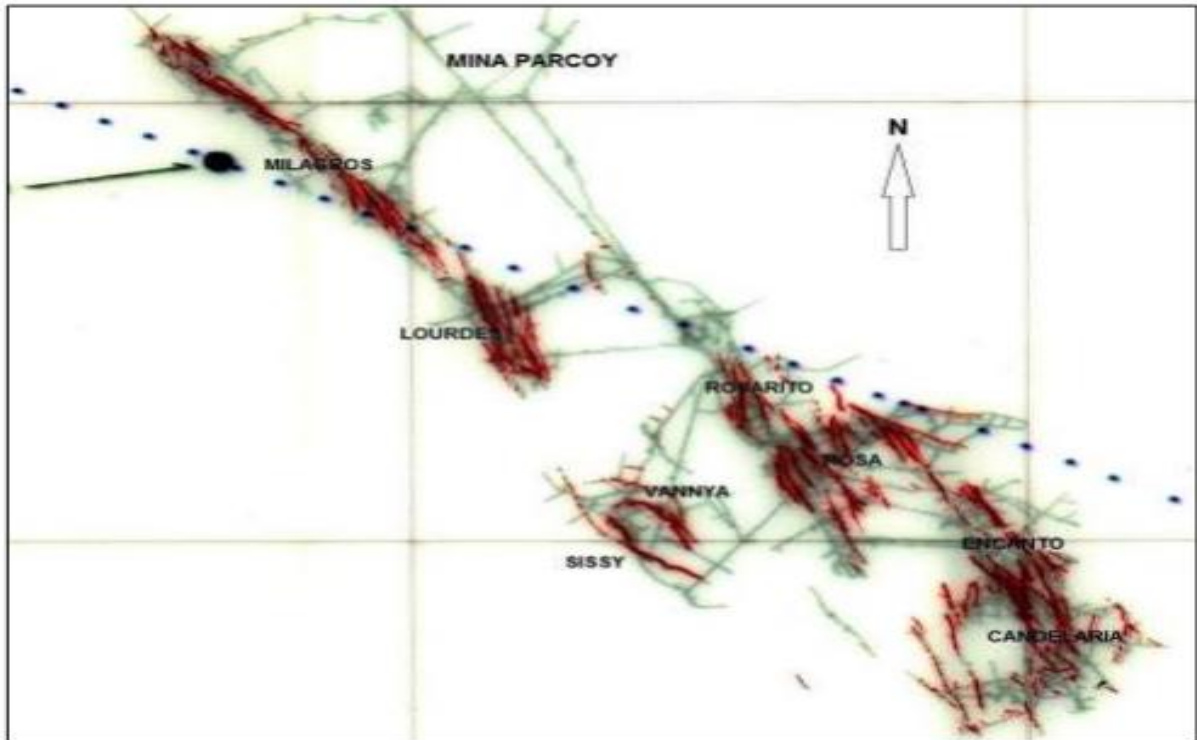
Uno de los controles importantes es la presencia de calcita, siendo que la calcita disminuye en profundidad el cual tiende a disminuir y se incrementa la concentración de oro.

2.4. Método de explotación

El sistema de explotación en la unidad minera es a nivel subterráneo, con el método de minado corte y relleno ascendente mediante sistema convencional y mecanizado, la producción está representada por los sectores norte, centro y sur, desde los niveles 2090 al 2430.

El sector norte se relaciona las estructuras mineralizadas como Vanya, Milagros, Micaela, Rosa y Sissy. En este sector se encuentra la estructura mineralizada Milagros Centro, el cual es explotado con MARSA. El sector centro está asociada

las estructuras mineralizadas Rosa y Rosario. Finalmente, el sector sur está compuesta por las estructuras mineralizadas Victoria, Encanto y Candelaria.



**Figura 5. Plano general de la mina Parcoy
Tomado del Departamento de Geomecánica**

En mina Parcoy, en el pasado, se ha utilizado mucho la madera como elemento de sostenimiento tanto en labores de avance como en tajeos. En los últimos años progresivamente se ha ido descartando el uso de la madera para dar paso al uso de elementos de sostenimiento como los pernos de roca tipo barra helicoidal, *split set* y *hydrabolt*, malla, *shotcrete* simple y *shotcrete* reforzado con fibras de acero. Actualmente se utiliza de manera mecanizada *shotcrete* con fibras de acero y pernos tipo *swellex* tanto en labores de avance como en tajeos. Estos sistemas de sostenimiento han permitido a su vez mecanizar la explotación de la mina.

La masa rocosa varía de una zona a otra, como también de área en área dentro de una misma zona. Con el paso del tiempo crecen las labores mineras y el minado se realiza a mayores profundidades, desarrollándose así diferentes problemas de inestabilidad en la roca por los esfuerzos residuales. Conocer la calidad de la roca

en la mina permitirá tomar decisiones correctas sobre diferentes aspectos relacionados con las labores mineras, entre otras, se podrá establecer la dirección en la cual se deben avanzar las excavaciones, el tamaño de las mismas, el tiempo de exposición abierta de la excavación, el tipo de sostenimiento a utilizar y el momento en que éste debe ser instalado.

El macizo rocoso de la mina es de tipo discontinuo, anisótropo y heterogéneo conformada por un conjunto de bloques y fragmentos de roca con discontinuidades de diverso tamaño. Prácticamente pueden considerarse que presentan una resistencia a la tracción nula y baja cohesión.



Figura 6. Sistema de explotación mecanizado TJ2927 – Nv. 1915 - Balcón

2.4.1. Criterios para el diseño

El diseño del sostenimiento se ha definido bajo los siguientes criterios:

- ✓ Determinación de los dominios estructurales
- ✓ Determinación de los dominios litológicos
- ✓ Emplazamiento de las estructuras mineralizadas
- ✓ Condición de estabilidad de las labores
- ✓ Zona de alteración

- ✓ Esfuerzos y zonas de convergencia
- ✓ Presencia de agua subterránea

2.5. Aspectos hidrogeológicos

2.5.1. Condiciones de presencia del agua subterránea

Una de las influencias del agua subterránea presente en la operación minera es en el comportamiento mecánico del macizo rocoso, así como su reacción ante las fuerzas aplicadas.

Los efectos que genera la presencia de agua en las operaciones mineras son: disminuye la resistencia de las rocas y de las zonas con alteración hidrotermal y meteorizados, disminuye la resistencia en rocas porosas, disminuye la resistencia de las rocas por el relleno en zonas de debilidad o discontinuidades, las diferentes discontinuidades favorecen la circulación de agua en las operaciones por lo que genera el relajamiento de la roca generando inestabilidad en el macizo rocoso.

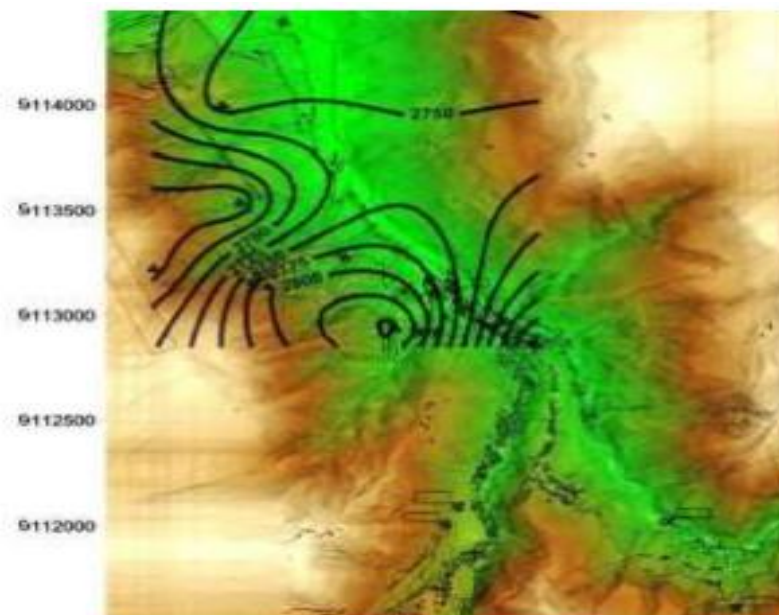


Figura 7. Hidroisohipsas de acuífero mina Parcoy

La permeabilidad del intrusivo determinada mediante el ensayo de tipo Lugeón (May-13) fue de $K= 2.53 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ ($2.183\text{E-}3 \text{ m/d}$) que corresponde a un macizo rocoso fracturado.

Es alimentado por filtraciones superficiales de las precipitaciones pluviales y cursos de agua que fluyen a través de la roca meteorizada, fracturas, fallas geológicas y por los estratos sedimentarios ubicados en las partes altas de la cuenca que constituyen el sistema hidrogeológico. No se han detectado aún aguas geotermales, las aguas son frías, con ligeras variaciones a medida que se profundiza.

La presencia de aguas subterráneas en el intrusivo granodiorítico disminuye la calidad geomecánica del macizo rocoso que constituye el cuerpo encajonante que se encuentran envolviendo las vetas, asimismo el contenido de alteración (cloritizadas y seritizadas), le confiere mejores condiciones de conductividad y ocasiona una inestabilidad en las labores por las presiones hidráulicas en la roca fracturada.

2.6. Caracterización del macizo rocoso

Caracterizar el macizo rocoso es importante, porque permite analizar el desequilibrio que se genera al extraer los diferentes materiales, por lo cual permitirá analizar el tipo de soporte para la estabilidad del área disturbada.



Figura 8. Intersección de labores con shotcrete y pernos sistemáticos



Figura 9. Sistema de cimbras para el sostenimiento de labores principales

2.7. Evaluación geomecánica de la mina

La zonificación geomecánica para el año 2017 en CMH S.A ha sido definida siguiendo parámetros:

- ✓ Determinación de los dominios litológicos
- ✓ Determinación de los dominios estructurales
- ✓ Emplazamiento de las estructuras mineralizadas
- ✓ Zona de alteración
- ✓ Evaluación geomecánica de labores (mapeos geomecánicos)
- ✓ Condición de estabilidad de las labores
- ✓ Esfuerzos y zonas de convergencia
- ✓ Aguas subterráneas

Los planos geomecánicos de la mina elaborados en base a estos parámetros descritos corresponden al Nv. 2200 como promedio donde se realizan los trabajos de y se presentan a la escala 1/2000 en los anexos del estudio.

2.8. Bases teóricas del estudio

El presente trabajo de investigación, que lleva como título: “Diseño conceptual de la rampa basculante 2518 para la extracción de la veta Victoria Tensional del tajo

2453, NV. 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S. A.”, expone el diseño conceptual de una rampa basculante para la extracción de mineral de la veta Victoria Tensional, se explica la metodología para el diseño de la rampa basculante y su aplicación en la extracción de mineral y el cumplimiento del plan de producción en el periodo 2019 a favor de la empresa minera.

La metodología que se aplicó para exponer la hipótesis es de carácter descriptivo, mediante el diseño de la rampa basculante para cumplimiento del plan de producción en la extracción de la veta Victoria Tensional.

Asimismo, se analizará la producción generada mediante el uso de la rampa basculante en la unidad minera durante el periodo de estudio.

Finalmente, con el diseño de la rampa basculante se analizará la producción realizada y con estos resultados se podrá analizar el plan de producción ejecutada en la operación minera.

2.9. Consideraciones en el diseño de rampas

Para precisar las consideraciones de la elaboración de una rampa principal o secundaria se definen en función de los parámetros principales (sección, gradiente, radio de curvatura y longitud total) y parámetros secundarios (declive y peralte).

2.9.1. Parámetros principales

a) Sección de la rampa:

La dimensión de una rampa depende del plan de producción relacionada a las reservas de mineral del yacimiento, a las propiedades geomecánicas del macizo rocoso y de las dimensiones de los equipos de perforación, carguío y acarreo de material.

Las secciones promedio de las rampas principales y auxiliares son:

- ✓ Rampas principales: Ancho (3 a 6 metros) y Alto (3 a 4.5 metros).
- ✓ Rampas secundarias: Ancho (2.5 a 3.5 metros) y Alto (2.5 a 3.0 metros).

b) Gradiente:

El parámetro gradiente influye directamente en la velocidad de los equipos de acarreo o transporte, en la capacidad de producción y en el rendimiento de los equipos, los cuales determinarán el costo de operación.

Si la gradiente se incrementa genera una incidencia en la reducción de la producción, ya que provoca mayor tracción de los equipos y un mayor consumo de energía y desgaste de los componentes mecánicos y eléctricos de los equipos; por lo tanto, se incrementa el costo de operación por hora.

El catálogo de fabricación de cada marca define la gradiente óptima, esta puede variar desde 8 %, 10 % y 15 %.

En muchas operaciones mineras en nuestro medio es del 12 %, asimismo es importante mencionar que para obtener un mejor rendimiento en el sistema de gestión de equipos de transporte subterráneo y superficial deben de considerar los factores ambientales, así como la ventilación incrementará la performance de los equipos.

c) Radio de curvatura:

El radio de curvatura de las rampas está en función del diseño, estas pueden ser rampas en Zig-Zag o espirales (circulares), lo óptimo es generar diseños longitudinales si lo permite el yacimiento, o que el radio de curvatura, estará en función a los equipos de mayor dimensionamiento operen con un porcentaje de seguridad en la maniobrabilidad.

En los catálogos de los equipos, se clasifican en 2 tipos de radio de curvatura que son especificados como radio de curvatura interno y externo.

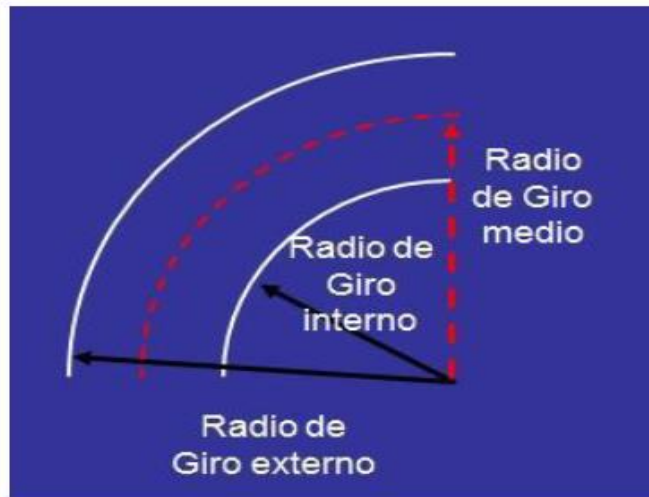


Figura 10. Radio de curvatura interno y radio de curvatura externo

En una operación minera, utilizamos la siguiente fórmula con el fin de calcular el radio de curvatura promedio:

$$R_p = \frac{R_I + R_E}{2}$$

Donde:

R_p: radio promedio

R_I: radio interno

R_E: radio externo

d) Peralte:

La función del peralte es evitar accidentes por la acción centrífuga por la velocidad de los vehículos y/o equipos, puesto que compensa la acción de la fuerza ocasionada por el paso de los vehículos y/o equipos por una curva. Para calcular el peralte interviene la fuerza centrífuga y gravitacional; y los cálculos están en función a las siguientes fórmulas:

$$h = \frac{V^2 \times a}{R \times g}$$

Donde:

h: peralte en metros

V: velocidad en m/s

R: radio de curvatura promedio en metros

g: aceleración de la gravedad en m/s

a: ancho de la labor en metros

2.9.2. Tipos de rampas

Los diferentes tipos de rampa son clasificadas en: rampa en forma de “Y”, rampa en forma de espiral, rampa en zig zag, rampa basculante, entre otros.

a) Rampa en forma de “Y”

Las rampas en forma de “Y” son consideradas como rampas auxiliares, su aplicación es como acceso o cortar cuerpos mineralizados que ingresan en producción. La rampa en “Y” desarrolla una rampa superior como acceso de materiales y otros servicios, y una rampa inferior donde se espera la descarga del mineral extraído de las labores en explotación.

b) Rampa en espiral

La rampa en espiral une 2 niveles, generalmente se realiza en la caja piso de la estructura mineralizada, es usado para el transporte y secuencia de minado de la operación. Hacia los extremos de la rampa se desarrollan ventanas para cumplir con las operaciones de minado.

Las desventajas de rampas en espiral son:

- ✓ Escasa visibilidad del operador.
- ✓ Poca seguridad del personal y equipo.
- ✓ Aumento del desgaste de los equipos.
- ✓ Problemas de dirección (desgaste)

c) Rampa en zigzag

Uno de los tipos de rampas que tienen una mayor aplicación son las rampas en zigzag, los cuales tienen las siguientes características:

- ✓ El desarrollo de la rampa generalmente se inicia en la superficie, cerca de la estructura mineralizada y su longitud dependerá de la longitud de la veta o cuerpo mineralizado. El desarrollo de la rampa ingresa con una gradiente promedio del 12 % y disminuye esta pendiente en las curvas para darle mayor tracción al equipo.
- ✓ Se desarrolla la rampa sobre material estéril, donde las propiedades del macizo rocoso son buenas, generalmente se diseña paralelo a la estructura mineralizada en una de las cajas de la estructura, de preferencia hacia la caja piso.
- ✓ La sección de la rampa se debe a la funcionalidad de varios factores ya mencionados anteriormente en el diseño. Para el ingreso a las zonas mineralizadas será mediante cruceros o ventanas a partir de estas rampas.

El uso de estas rampas, son especialmente para el desarrollo de nuevas áreas de explotación como nuevos niveles, tajeos, zonas de carguío, etc. Asimismo, se usan para el servicio de transporte y diversos servicios auxiliares de la operación minera.

d) Otros tipos de rampas

La variante de la rampa en Zigzag, es la rampa en 8, diseñado con una pendiente de 0 % en las curvas, para aliviar la tracción en el recorrido de los equipos de acarreo o transporte.

e) Rampa basculante 2518 en la veta Victoria Tensional Nivel 2300

La rampa basculante se inicia en el nivel 2430 y el nivel 2330 mediante la construcción de dos rampas principales una positiva y otra negativa.

La rampa negativa es la rampa principal de profundización con gradiente de -15 % y sección de 3.5 m ancho y 3.5 m de alto, con un radio de curvatura de 10 m, previo estudio de los radios de curvatura de los equipos de mayor dimensión de la mina.

A partir de esta rampa se inician las rampas basculantes con dirección a la estructura mineralizada, desarrollándose labores de desarrollo para continuar con los servicios de ventilación, servicios, bombeo y relleno hidráulico.

La rampa positiva de gradiente 15 % y sección de 3.5x 3.5 m (a, h) se desarrolla para la construcción de dos chimeneas paralelas que servirán como echaderos de mineral y desmonte (OP y WP) posteriormente esta rampa continuará hacia los niveles superiores.

2.10. Veta Victoria Tensional

La extracción de mineral de la veta Victoria Tensional mediante el desarrollo de la rampa basculante 2518, tajo 2453, nivel 2300 de la unidad minera Parcoy.

La rampa basculante 2518 de 3 x 3 m y gradiente -15 %, se desarrolla a partir de la rampa principal 2456 para explotar la veta Victoria Tensional, entre la galería 2453 y la galería 2531, con alturas promedio de tajeos de 40 metros.

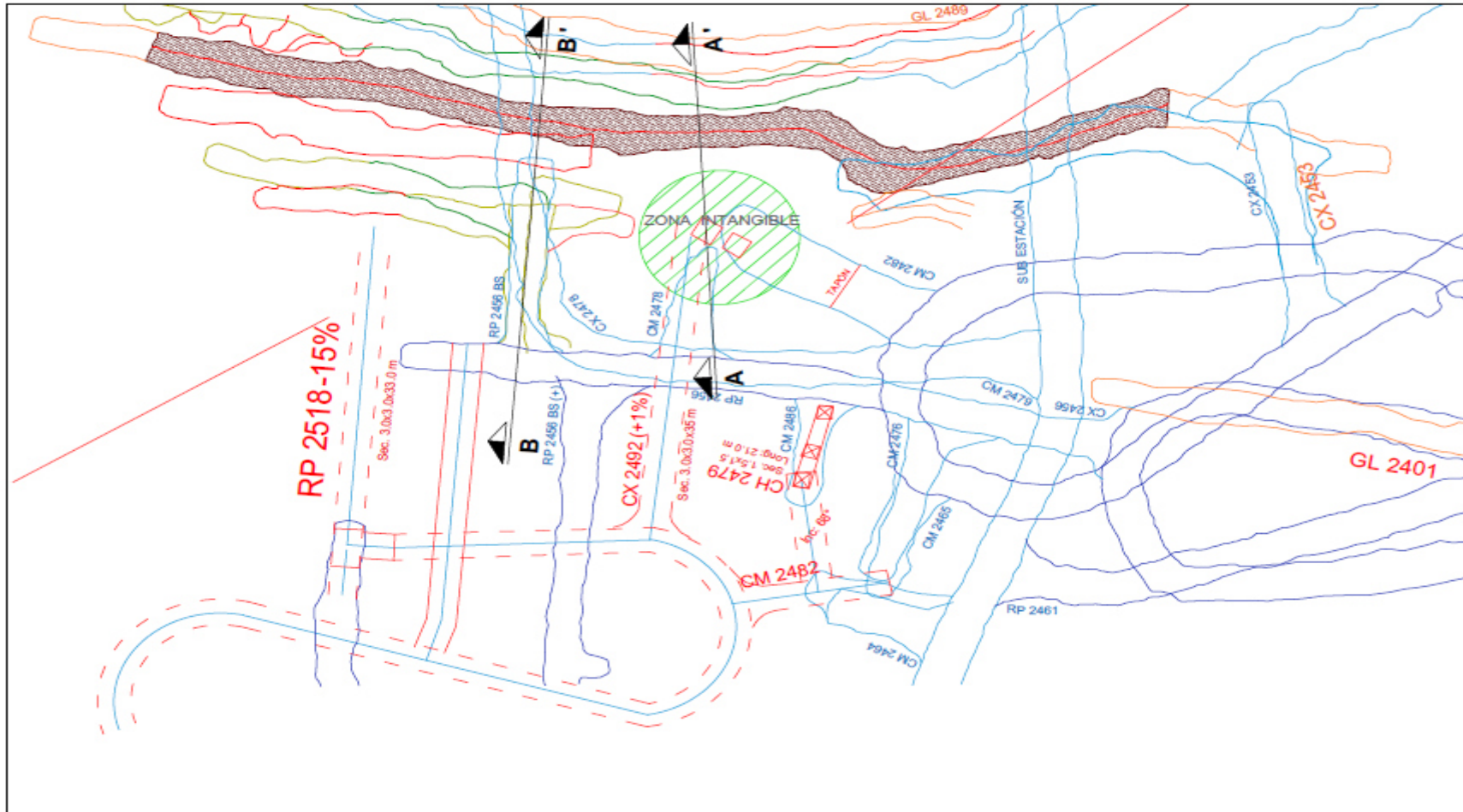


Figura 11. Rampa basculante 2518 de la veta Victoria Tensional, nivel 2300 de la Unidad Minera Parcoy

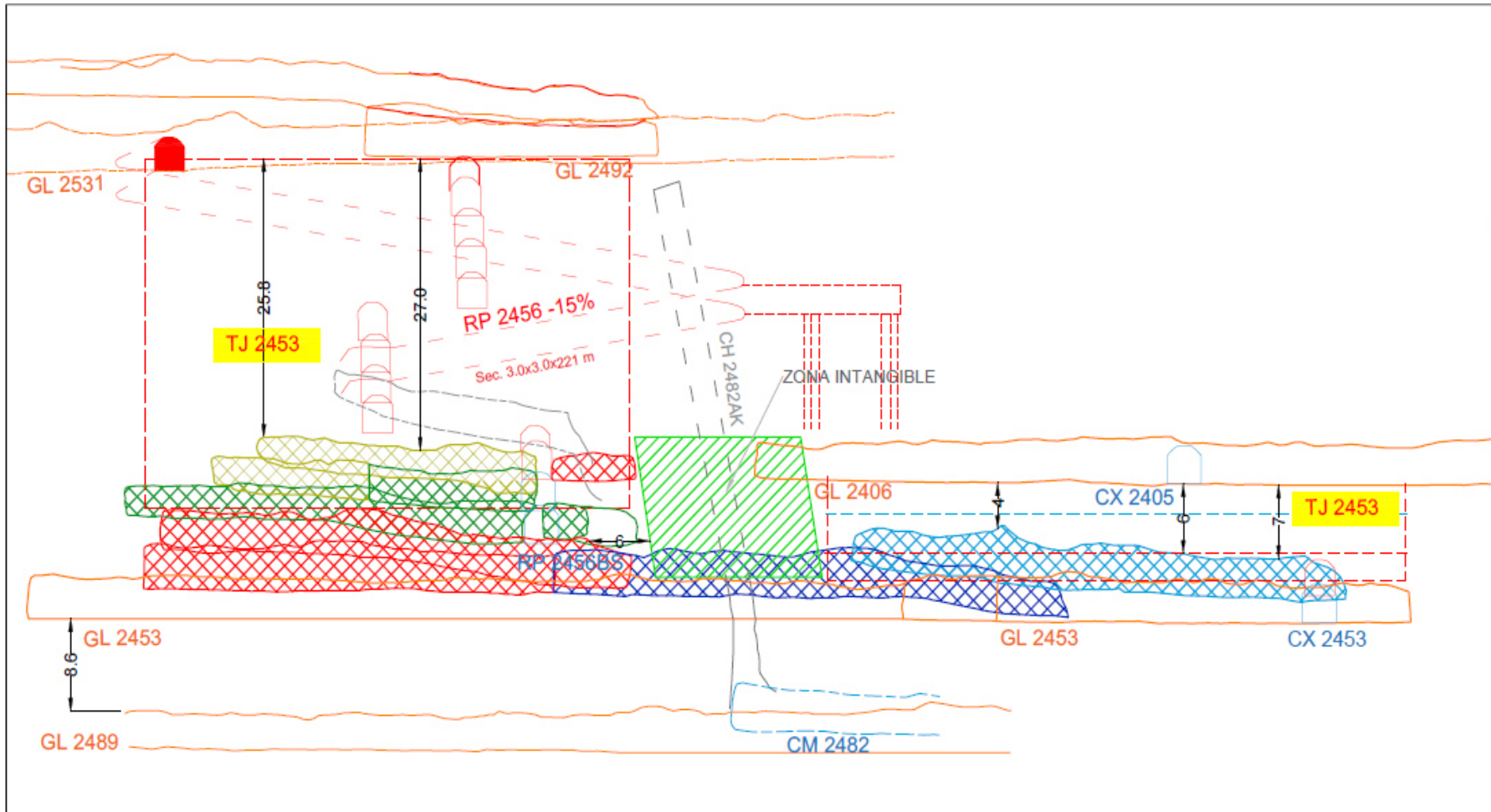


Figura 12. Rampa principal rampa 2456 de la veta Victoria Tensional, tajo 2453, nivel 2300 de la Unidad Minera Parcoy

2.10.1. Características geomecánicas

El macizo rocoso en la que predomina es la granodiorita ligeramente intemperizada, de resistencia media (50 – 100 MPa.) con presencia de al menos tres sistemas de diaclasas (J1: 25°/85°, J2: 15°/213°, J3: 53°/126), los mismos que forman bloques tipo cuña con superficies lisas de baja cohesión.

Geomecánicamente se clasifica como un terreno TIPO III-B con un RMR 43 en promedio.

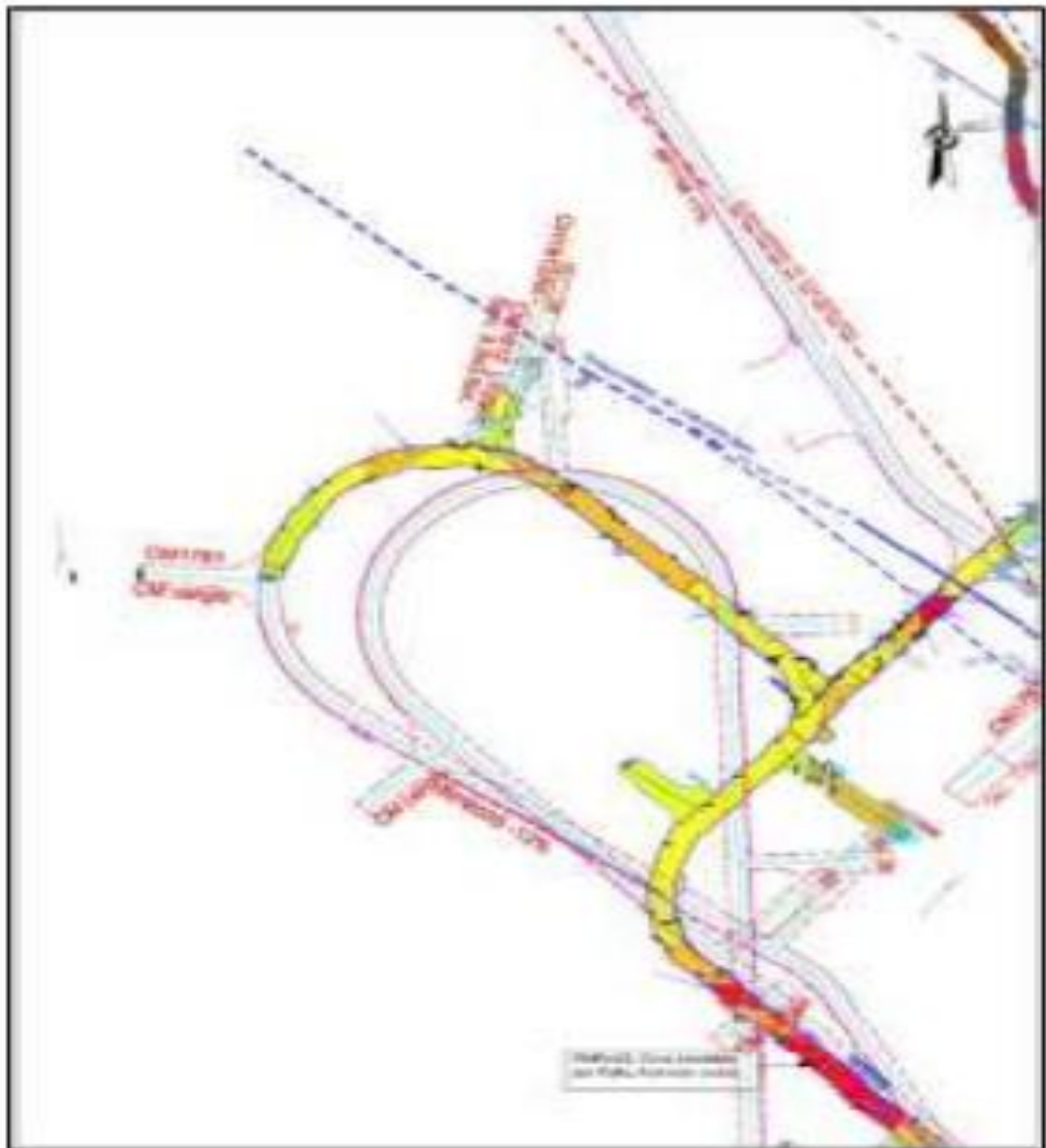


Figura 13. Plano geomecánica de RP850S

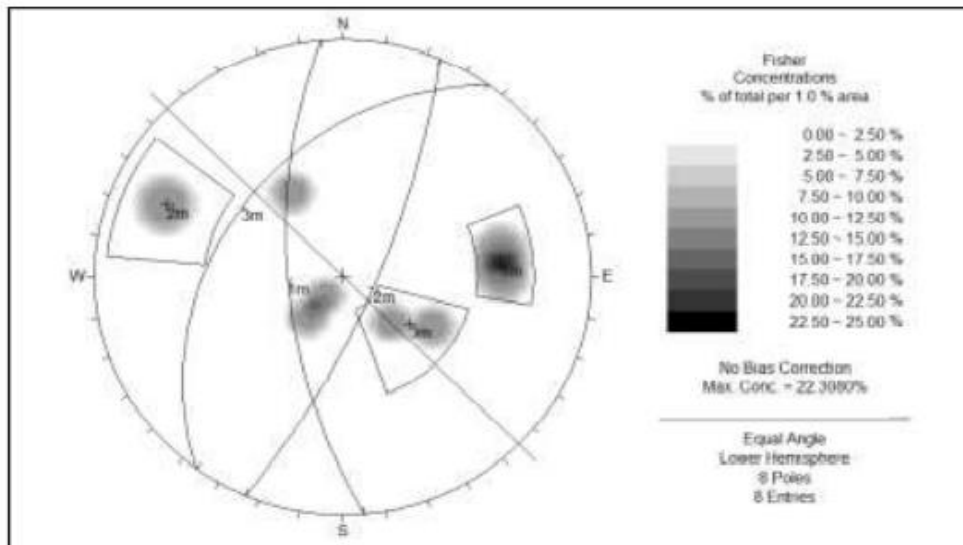


Figura 14. Estereograma de la zona adyacente a la RP850S

2.10.2. Análisis de estabilidad

Con el Phase2 se realizó la simulación para determinar la zona de plastificación del terreno al realizar una excavación de 4.5 m x 4.2 m. (zona dentro de la isolinea de color negro) el cual no llega a superar los 2.0 m. en los hastiales.

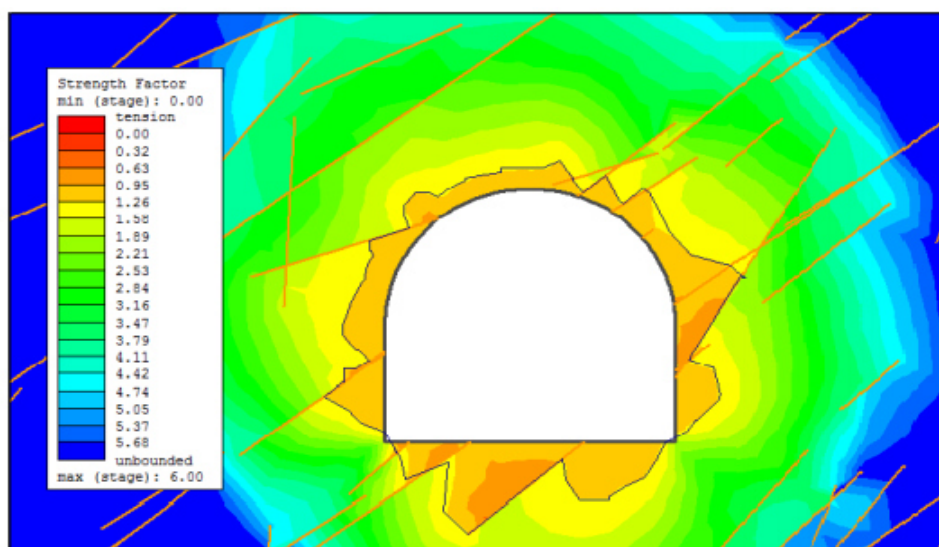


Figura 15. Factor de resistencia en el cual se encuentra delimitada la zona de plastificación del macizo rocoso

En el siguiente gráfico se observa que los elementos de reforzamiento de 2.10 m superan la zona plástica, por tanto, se logrará a controlar la deformación del terreno con elementos de dicha dimensión.

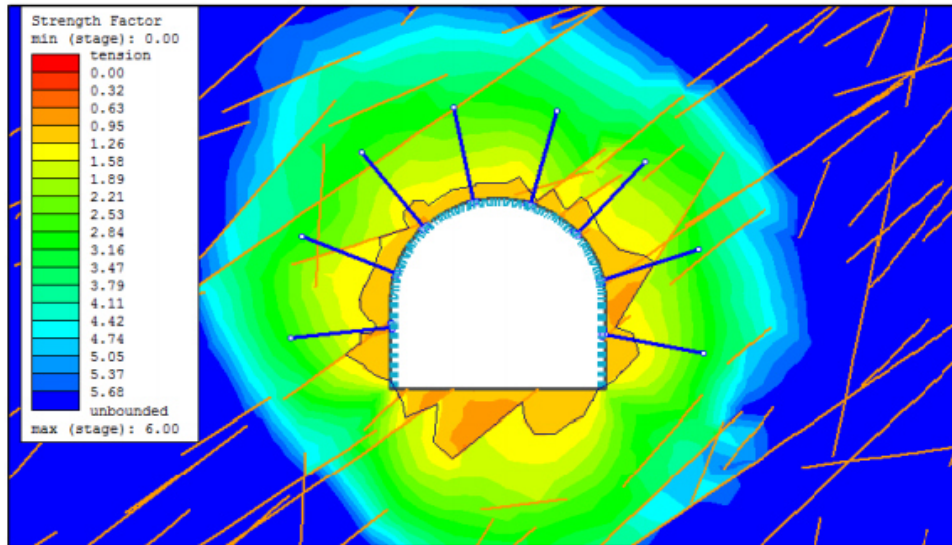


Figura 16. Elementos de reforzamiento que sobrepasan la zona plástica

La mayor deformación que experimentará el macizo rocoso al realizar la excavación de la cámara será en los hastiales, siendo el máximo desplazamiento teórico de 3 mm.

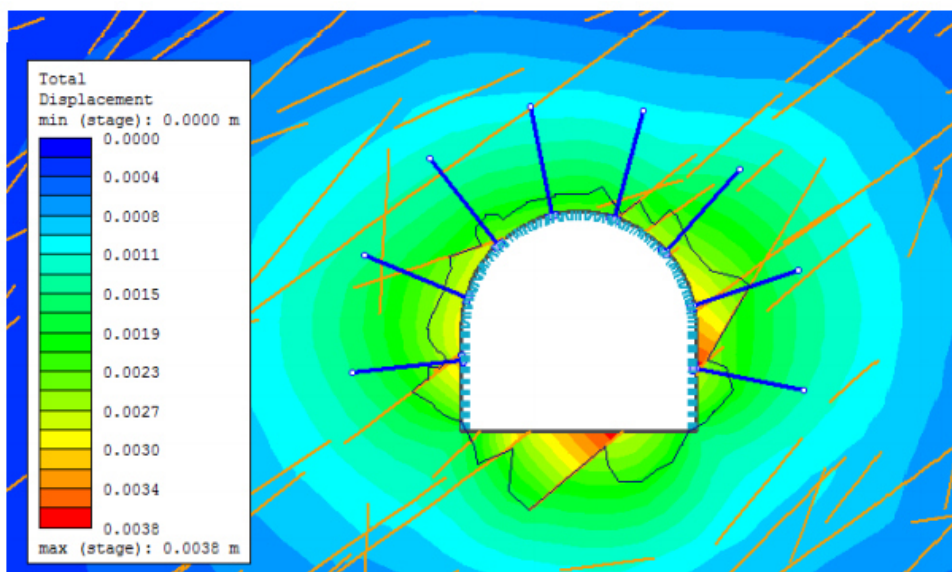


Figura 17. Desplazamiento total que experimentará la excavación del proyecto RP850S

Además, se determinó los diagramas de esfuerzo axial, cortante y momento flector, siendo estos valores máximos de 0.935MN, 0.016MN, 8.14e (-004) MNm, respectivamente tal como se muestra en las siguientes imágenes.

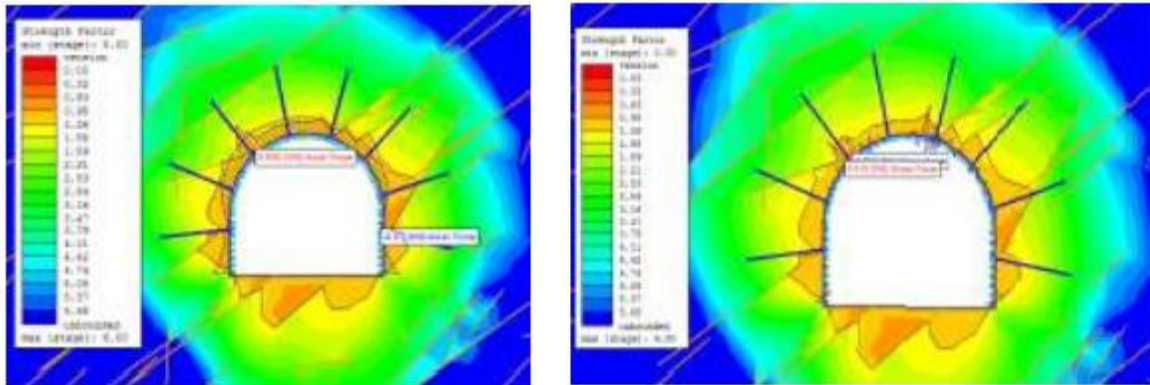


Figura 18. Diagramas de esfuerzo axial y esfuerzo cortante que experimentará el shotcrete

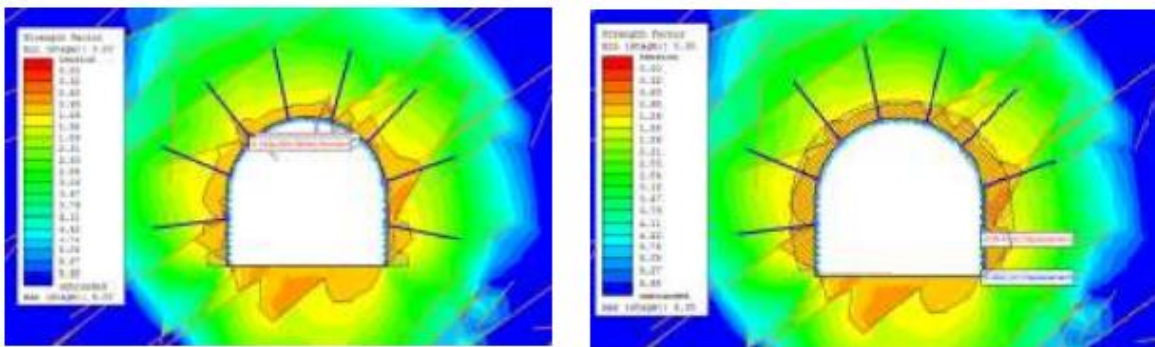


Figura 19. Diagramas de momento flexor y desplazamiento que experimentará el shotcrete.

El tipo de inestabilidades que se presentarán al realizar la excavación serán por control estructural por la presencia de más de tres sistemas de diaclasas, y con algún control estructural por la baja resistencia de la matriz rocosa.

La zona plástica que se generará al realizar la cámara no será mayor a 2.0 m por lo que los elementos de sostenimiento instalados, mitigarán las deformaciones que puedan presentarse.

Para mantener la estabilizar la rampa, ésta se llevará sosteniendo con *Shotcrete* de 2" reforzado con Pernos *Swelllex* 7 ft. espaciados a 1.2x1.2 m.

Realizar precorte y usar explosivos de baja potencia para minimizar daños al macizo rocoso por efectos de la voladura.

La configuración de la bóveda será en forma semicircular para una mejor redistribución de los esfuerzos y reducir las zonas de plastificación.

2.11. Determinación de términos

Términos de acuerdo al Manual General de Minería y Metalurgia (2014).

- Buzamiento

Ángulo de inclinación que forma un filón, estructura o capa rocosa con un plano horizontal, medido perpendicularmente a la dirección o rumbo del filón.

- Chimenea

Una excavación vertical o inclinada en la roca para propósitos de proporcionar acceso a un cuerpo de mineral.

- Corte y relleno

Un método de excavación de material y mineral en un escalón y su reemplazo con material de desecho o relaves provenientes de una concentradora.

- Costo de operación

Es el total que se deriva de las erogaciones que hace el contratista por concepto del pago de salarios al personal y de todos los otros gastos relacionados con el desarrollo de la operación.

- Ensanche (minería subterránea)

Ampliación de la sección de una labor minera (galerías, tajos, subniveles u otros).

- Entibado (minería subterránea)

Acciones y dispositivos aislados o estructuras de cualquier naturaleza que sirven para mantener abiertos los espacios de la mina con una sección suficiente para la circulación del personal, del aire y el tráfico de equipos.

- Galerías

Túneles horizontales al interior de una mina subterránea.

- Labor (industria minera)

Lugar (cavidad u otro sitio) dentro de una mina subterránea (galería, clavada, entre otros) de donde se extrae el material de mena, mineral o carbón.

- Ley

El porcentaje de contenido metálico en el mineral.

- Nivel (minería subterránea)

Galerías horizontales en un horizonte de trabajo en una mina; es usual trabajar las minas desde una chimenea de acceso, y se establecen niveles a intervalos regulares, generalmente con una separación de 50 metros o más; o a partir de varios túneles de acceso con diferente cota, o a partir de rampas de acceso que unen diferentes niveles.

- Preparación (desarrollo minero)

Labores mineras llevadas a cabo para facilitar la explotación apropiada del yacimiento o depósito, una vez se ha completado la exploración minera y se ha logrado el acceso y el desarrollo tanto en el rumbo como en el buzamiento.

- Rampa

Un túnel o una galería inclinados que sirve de acceso a las labores mineras, desde la superficie, o como conexión entre niveles de una mina subterránea.

- Rumbo

Ángulo horizontal medido con respecto al norte magnético, de la línea de intersección de un plano estructural con un plano horizontal.

- Socavón

Galería principal de una mina, de la cual parten las galerías secundarias.

- Subnivel (minería subterránea)

Nivel u horizonte de trabajo situado entre los niveles de trabajo principales.

- Tolva subterránea

Apertura subterránea en el fondo de una cámara o frente de explotación por donde se conduce el material extraído. Para designar las tolvas dentro de una mina subterránea se usa, informalmente, el término "chute".

- Veta

Cuerpo de roca tabular o laminar que penetra cualquier tipo de roca.

- Yacimiento mineral

Es una concentración de elementos minerales, cuyo grado de concentración o ley mineral hace que sea económicamente rentable su explotación.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método y alcances de la investigación

3.1.1. Método de la investigación

La investigación que se formula en esta tesis recurre al método científico como método general y al método descriptivo como método específico.

A. Método general

El método empleado en la investigación es el método inductivo-deductivo. Este método estará orientado a observar y profundizar en los parámetros operacionales del diseño de rampas como el geológico, geomecánico, diseño de rampa, etc. y las variables económicas; y en función a estas variables diseñar la rampa basculante 2518 para la extracción de mineral de la veta Victoria Tensional, tajo 2453, nivel 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S. A., las cuales servirán para cumplir el plan de producción de la unidad minera y mejorar el valor presente neto en la extracción de mineral.

B. Métodos específicos

Seguidamente, se menciona las actividades que se llevó a cabo para la realización de la presente tesis:

Recopilación de informes anteriores.

Para tener una idea preliminar y conceptual de la presente tesis se recopilará información de las áreas de Geología, Geomecánica, Planeamiento y Costos de la unidad minera, con el fin de poder entender el desarrollo de las actividades operacionales de la explotación de la veta Victoria Tensional, tajo 2453, nivel 2300. Se desarrolló e interpretó los resultados de la información de los periodos anteriores.

Trabajo de campo.

Se realizó el trabajo de campo mediante la observación del desarrollo de labores de profundización como la rampa principal y de allí desarrollar la rampa basculante, con el análisis de su programa de avance y su costo unitario.

Resultados.

Se analizó e interpretó los resultados en términos de diseño operacional y su implicancia en el plan de producción mediante el diseño de la rampa basculante 2518 para la extracción de mineral de la veta Victoria Tensional, del tajo 2453 en el Nv. 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S. A.

3.1.2. Alcances de la investigación

En función a los diferentes parámetros de investigación, se considera del tipo aplicada.

3.2. Diseño de la investigación

El diseño de investigación consiste en ejecutar la construcción de la rampa basculante 2518 para la extracción de mineral de la veta Victoria Tensional, del tajo 2453 en el Nv. 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S. A. Se desarrolló y analizó los resultados en un periodo de 03 meses.

3.2.1. Tipo de diseño de investigación

La presente tesis es de diseño no experimental de corte longitudinal (evolutivo). Se realizó durante un periodo de 03 meses, se realizó la supervisión y registro de las variables operacionales, durante el desarrollo de la tesis se contemplaron modificaciones.

En la investigación no se modificó, mucho menos se trató de alterar las variables. Solo nos centramos en observar, analizar e investigar los parámetros de diseño operacional de la rampa basculante 2518 para la extracción de mineral de la veta Victoria Tensional, considerando la realización del plan de producción programado en la unidad minera, para luego analizar la estructura de costos en el diseño de la rampa basculante.

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

02 (T1, T2, T3, T4)

GNO: 01 y 02

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Para el presente trabajo de investigación de diseño se consideraron las labores de desarrollo como rampas principales, galerías, cruceros, siendo uno de ellos el diseño más apropiado para su desarrollo

La población pertenece a la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S. A.

3.3.2. Muestra

Para el análisis cuantitativo de la presente tesis la muestra fue no probabilística determinada por razones técnicas, observando como punto de análisis una rampa basculante.

La muestra pertenece a la rampa basculante 2518 para la extracción de mineral de la Veta Victoria Tensional, del tajo 2453 en el Nv. 2300 de la unidad minera Parcoy.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas utilizadas en la recolección de datos

La técnica utilizada en la recolección de datos en el presente trabajo de investigación fue:

- ✓ la observación
- ✓ revisión documentaria
- ✓ el acopio de datos de campo
- ✓ manejo de tablas de excel

Todas correspondientes a la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte.

3.4.2. Instrumentos utilizados en la recolección de datos

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron las plantillas de datos para juntar información.

La información obtenida fue de fuente primaria, debido a que se realizaron los trabajos *in situ* en la unidad minera para recabar los datos respecto al desarrollo de la rampa basculante 2518 para la extracción de mineral de la veta Victoria Tensional del tajo 2453, nivel 2300 y los parámetros operacionales de extracción de mineral que se vienen ejecutando en la unidad minera.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

En el presente capítulo se presentan el análisis de los resultados de la presente tesis, mostrando el diseño conceptual de la rampa basculante para la extracción de mineral de la veta Victoria Tensional del tajo 2453 del nivel 2300 de la unidad minera Parcoy y su análisis de costos.

5.1.1. Análisis de los cálculos de diseño de Rampa Basculante 2518

El diseño de la rampa basculante está relacionado a la explotación del método de minado corte y relleno ascendente. El método corte y relleno ascendente consiste en ir minando mediante cortes horizontales en forma ascendente sobre la estructura mineralizada y el espacio que queda se rellena con relleno detrítico y/o hidráulico. La competencia de la roca caja es regular a buena, con una potencia mínima de 2.5 m y un buzamiento de 70°. Este método de minado es selectivo, logrando recuperaciones > 90% y una baja dilución < 5 %.

Corte y relleno con rampas basculantes

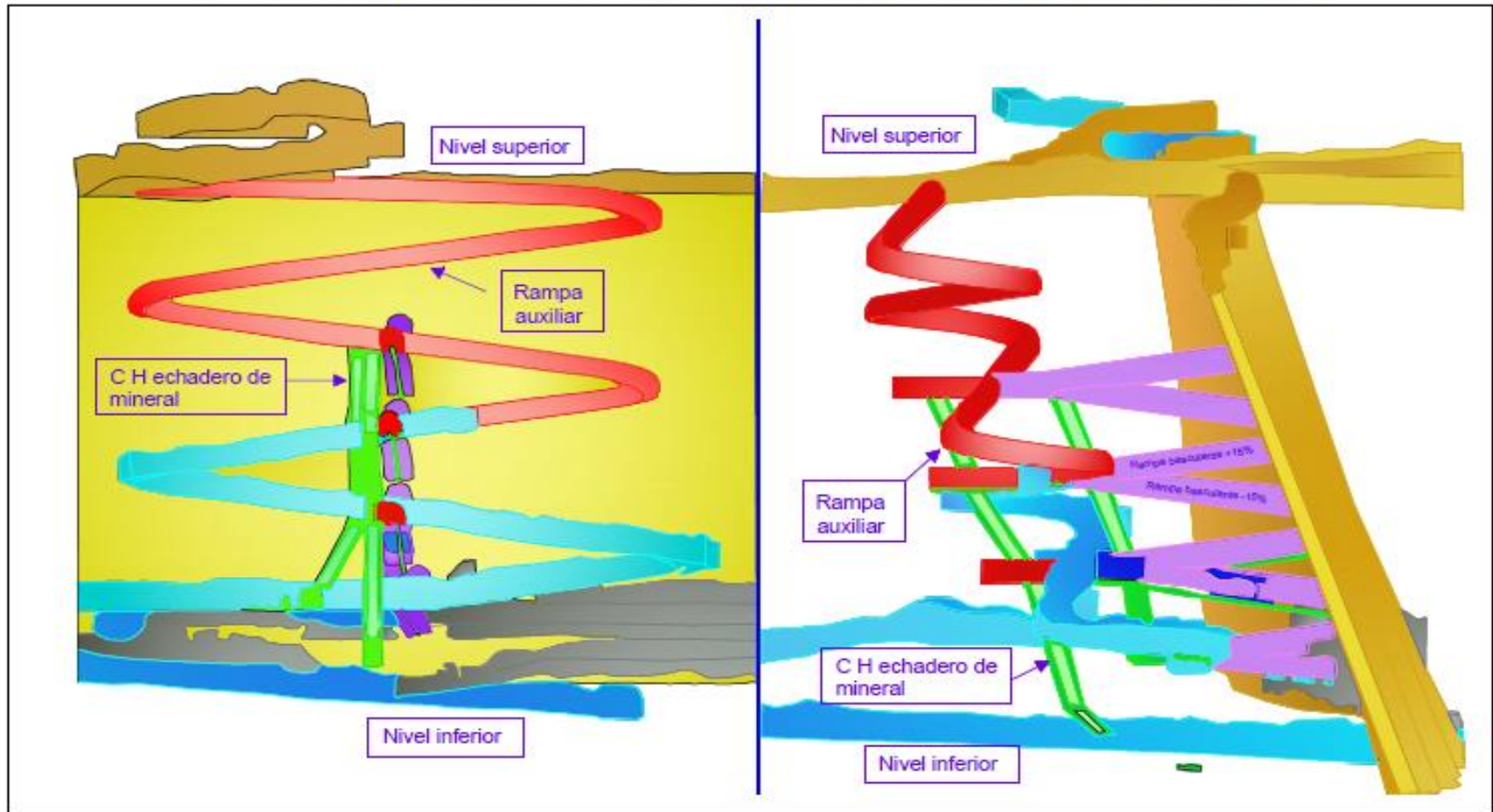


Figura 20. Diseño de rampas basculantes asociados al método de minado corte y relleno ascendente de la unidad minera Parcoy

El diseño de la rampa basculante se inicia con la construcción de dos rampas principales que inician en el nivel 2300 una rampa positiva y una rampa negativa.

La construcción de la rampa negativa es la rampa principal de profundización con gradiente de -15% y sección de 3.5 m ancho y 3.5 m de alto con un radio de curvatura de 10 metros, con un estudio previo de los radios de curvatura de los equipos de mayor dimensión utilizados en la unidad minera.

A partir de la rampa principal se inician las rampas basculantes con dirección a la estructura mineralizada y a partir de allí desarrollar toda la infraestructura para la explotación como ventilación, servicios, bombeo y relleno hidráulico.

La construcción de la rampa positiva y gradiente 15%, con una sección de 3.5 x 3.5 metros. A partir del desarrollo de la rampa positiva se construye dos chimeneas paralelas que se usarán como echaderos de mineral y desmonte (*Ore Pass* y *Waste Pass*), para luego esta rampa continuará hacia los niveles superiores.

5.1.2. Condiciones geomecánicas

La operación minera está emplazada en granodiorita; roca de mala calidad, con un alto grado de fracturas, presencia de agua subterránea y el número importante de grupos de discontinuidades.

El programa de avance de labores de desarrollo, exploraciones, preparaciones y explotación genera la disturbación del macizo rocoso, generando nuevos factores de esfuerzos y deformaciones por la acumulación de energía en áreas desarrolladas.

El diseño operacional considera la estabilidad de la excavación, la orientación del avance de la explotación, el control de la sobre excavación en los contactos y la fragmentación.

Tabla 4. Condiciones geomecánicas en la unidad minera Parcoy
SECCION 3.5m x 3.5m

Calidad de roca	Tipo	RMR	Distancias mínimas y FS sin sostenimiento			
			Puente (m)	FS	Pilar (m)	FS
MALA	MALA B	21 - 30	10	1.2	8	1.2
	MALA A	31 - 40	8	1.2	7	1.2
REGULAR	REGULAR B	41 - 50	7	1.2	6	1.2
	REGULAR A	51 - 60	6	1.2	5.5	1.2

5.1.3. Esquemmatización de la rampa basculante

a) Descripción del método de explotación:

La secuencia de explotación de la veta Victoria Tensional en el nivel 2300 será realizado mediante una rampa tipo 8, el cual está limitada por crucero y chimeneas de ventilación; hacia los extremos se desarrollan los echaderos de mineral y desmonte, los que se van integrando a nivel que se va profundizando la rampa, así mismo se desarrolla una chimenea de servicios de 1.5 x 1.5 metros; y dos chimeneas que se integran al *layout* de ventilación en los extremos de la rampa principal, una de las chimeneas permitirá el ingreso de aire fresco y la otra permite la extracción del aire viciado; a partir del giro de en la rampa se construirá las rampas basculantes.

El minado de los tajeos iniciará a partir del desarrollo de la rampa basculante con un puente de 12 metros de puente entre las rampas basculantes.

El acarreo de mineral se realizará de manera directa desde los tajeos minados hacia los *pocktes* con *scooptrams* de 2.2 – 2.7 yd³. Al ir desarrollando la rampa en niveles inferiores el acarreo de mineral desde los *pockets* hacia los echaderos principales en el nivel inferior se opta por utilizar *Dumpers* de 12–16 TM y el transporte con locomotoras *trolley* hacia el echadero principal en la rampa principal 690.

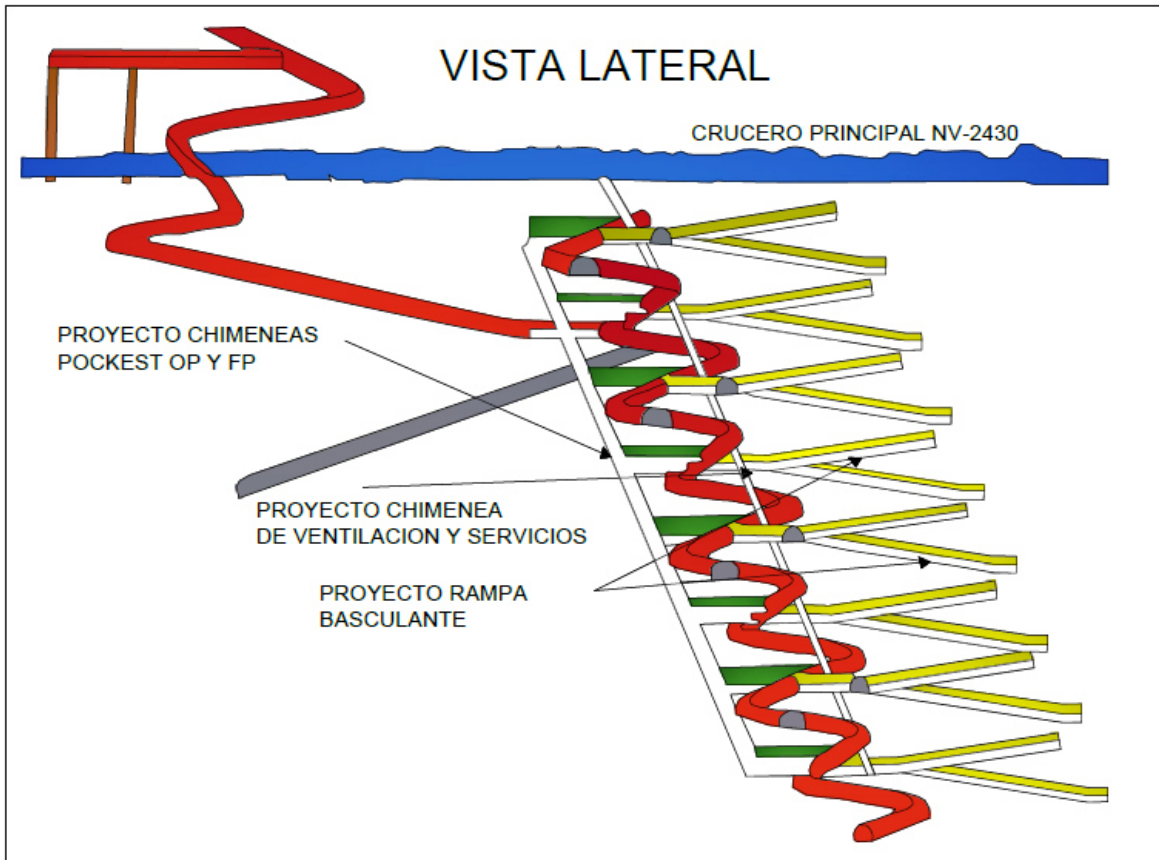


Figura 21. Esquemización de la rampa basculante

b) Secuencia de labores de preparación de los tajeos

El minado de la estructura mineralizada en profundidad estará definido por la construcción de una rampa principal desde el nivel 2430 al nivel 2300 con secciones de 3.5 metros x 3.5 metros y gradiente negativa de -15 %. Las rampas basculantes se construirán a partir de cada vuelta de la rampa principal a medida como avance la explotación de la veta Victoria Tensional, nivel 2300.

- Rampas basculantes: la rampa basculante se inicia en la rampa principal y su función es cortar la estructura mineralizada en cada vuelta de la rampa principal a partir de la intercepción de la rampa basculante con la veta se desarrollarán galerías en ambos extremos, estos se desarrollarán en forma desfasada para no restringir la preparación y la siguiente rampa basculante deber estar en óptimas condiciones para continuar con la explotación. Los desarrollos son

perpendiculares a la veta con una gradiente del 15 % y una sección de 3 metros x 3 metros.

- Galerías: se desarrollará en ambos lados de las rampas basculantes con una sección de 3 metros x 3 metros y una gradiente de 1 %. Finalizadas las galerías se incorpora una loza de concreto de acuerdo a las variables de resistencia.
- Crucero para ventilación: con una sección de 3 metros x 3 metros y una gradiente de 1 % se desarrollan a partir de los extremos de la rampa para iniciar y conectar las chimeneas de ventilación, se desarrollan en forma paralela y al piso de la estructura mineralizada en el mayor de los casos con un pilar entre 20 a 30 metros entre cada crucero.
- Cruceros para los pockets: con una sección de 3 metros x 3 metros y gradiente de 1 % se desarrolla en cada giro o vuelta de la rampa para conectar las chimeneas de desmonte y mineral, a partir de allí se transportará el mineral con un Dumper hasta el echadero en el nivel 2300.
- Cruceros para chimenea de servicios: los cruceros para chimenea de servicios son de sección de 2.4 metros x 2.4 metros y gradiente de 1 %, se desarrolla en cada rampa basculante para iniciar y comunicar las chimeneas de servicios.
- Chimeneas de ventilación: se desarrollará chimeneas convencionales de 2 metros x 2 metros y una chimenea *raise climber* de sección 2 metros x 2 metros con una inclinación de 84°, que se integrarán entre sí para dar continuidad al circuito de ventilación.
- Chimeneas para pockets: se desarrollarán chimeneas en paralelo de 1.5 metros x 1.5 metros, con una inclinación de 68°, estas están separadas por un puente de 10 metros, los cuales servirán como echaderos de mineral y desmonte de los tajos.

- Las cámaras de bombeo: el desarrollo de la cámara de bombeo de sección de 3 x 3 metros y gradiente negativa de – 15%, se construirán en todas las rampas basculantes. La función principal de las cámaras de bombeo es la acumulación del agua de la rampa principal y de los tajos para ser bombeados al nivel 4230 por la chimenea de servicios.
- Los refugios: de acuerdo a norma de seguridad se desarrollarán los refugios de sección de 2 metros x 2 metros con gradiente de 1 %, cada 50 metros en las rampas principales, cruceros de ventilación y galerías.

c) Preparación del Tajeo

Cuando se concluye la preparación y la infraestructura, se adhiere una loza de concreto en el piso de las galerías, luego se continuará la explotación inicialmente en el nivel 2300, considerando las siguientes etapas:

- En principio, se recuperará los pilares de mineral que se quedaron en las galerías en retroceso.
- Posteriormente a la recuperación de mineral, rellenar la galería con relleno hidráulico.
- El área de topografía se encarga de señalar la rasante para llegar a la corona de la galería rellena.
- Se minará en primer lugar el ala sur mediante *breasting*, cuando se termine de minar y ser relleno el ala sur, se continuará con el ala norte y continuar con el mismo procedimiento.
- Una vez culminado de minar y rellenar ambas alas, se iniciará con la secuencia del nivel superior.

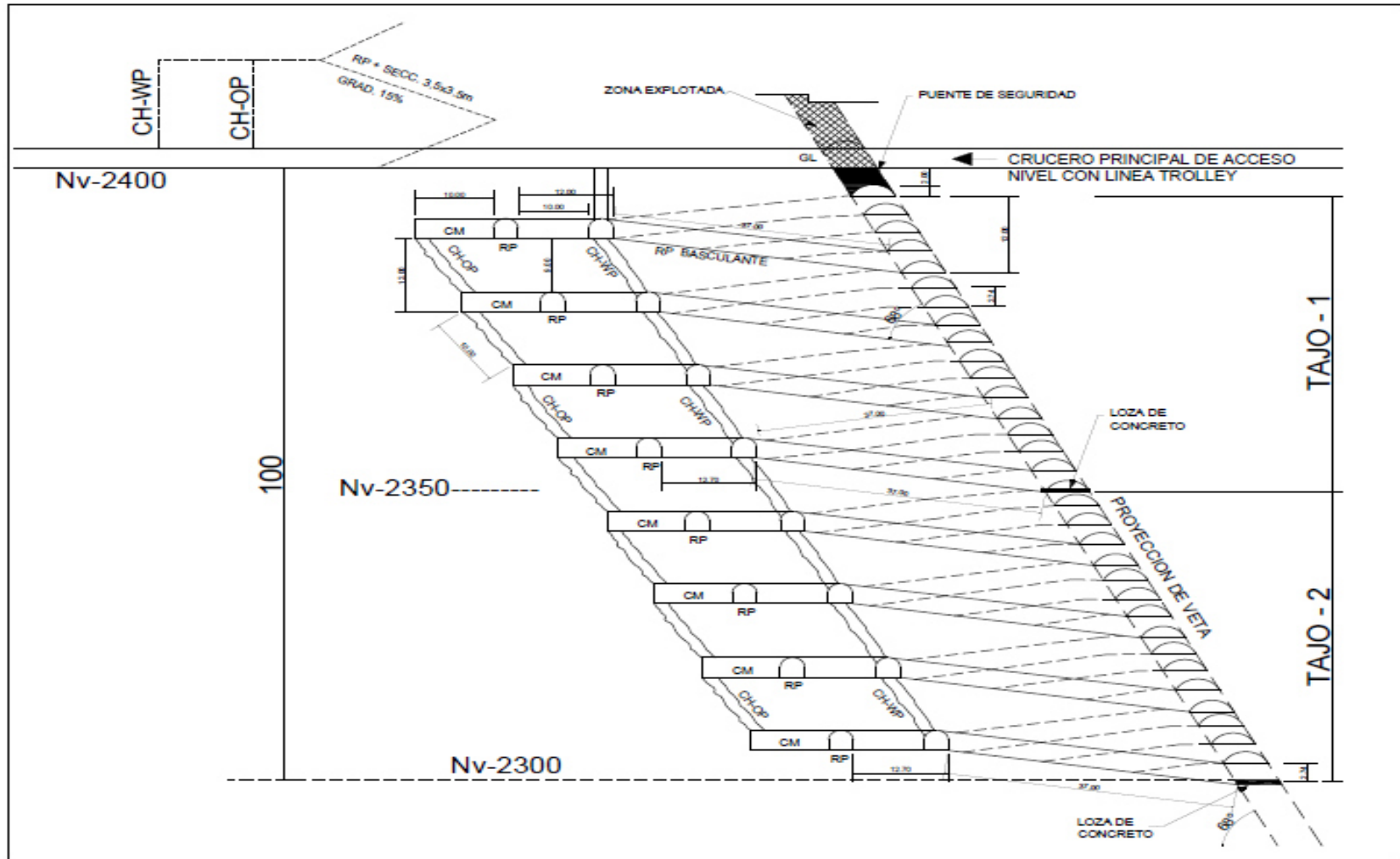


Figura 22. Perfil de diseño del método de explotación con rampas basculantes mecanizado con labores de servicios

d) Descripción de la rampa basculante.

El desarrollo de la rampa basculante considera 4 cortes por rampa auxiliar, los cuales una vez minados las galerías norte y sur y su relleno hidráulico respectivo serán rellenos con material detrítico, el diagrama de distancia se especifica en las figuras 15 y 16.

El cálculo de volumen a mover en el desarrollo de la rampa basculante y sus cortes respectivos asociados a la rampa basculante considera los cálculos de volúmenes de desmonte a mover en el desarrollo de las basculantes considerando la fórmula de Herón, el cual considera el área de los triángulos conociendo únicamente la medida de los tres lados de los triángulos.

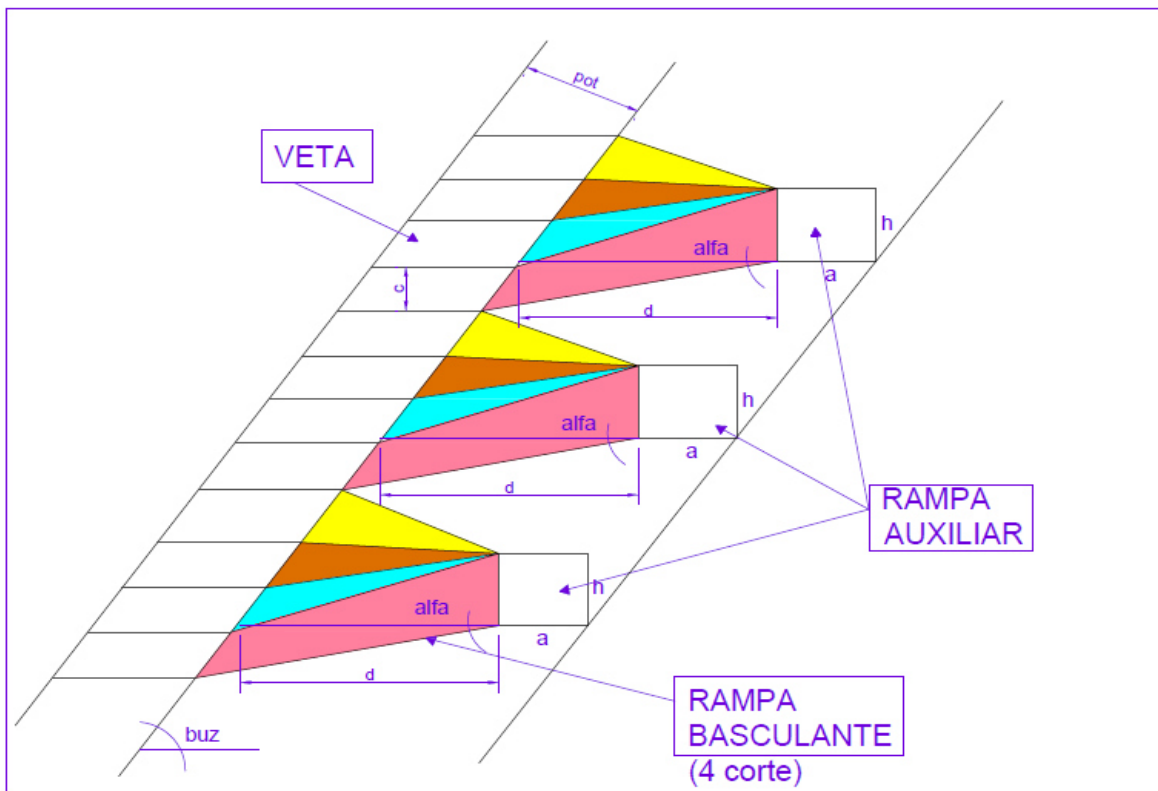
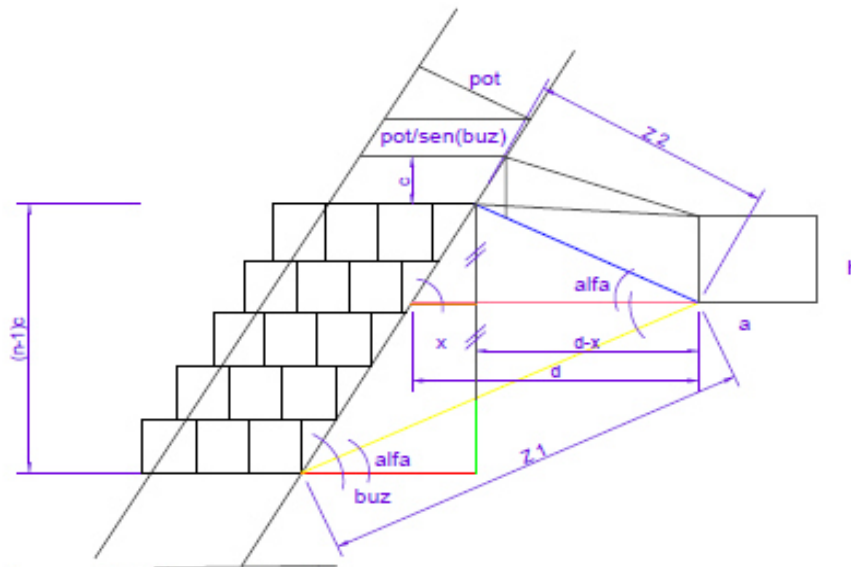


Figura 23. Esquemización de la rampa basculante

Diagrama de distancia



- alfa : gradiente de la rampa basculante
- buz : buzamiento de la veta
- Pot : Potencia de la veta
- c : Altura de corte en tajo
- n : # de cortes desde una ramoa basculante
- d : distancia horizontal de la rampa a la veta
- a : Ancho de la rampa de preparacion
- h : Altura de la rampa de preparacion

$$\frac{(n-1)c}{\tan(\text{buz})}$$

$$\frac{(n-1)c - 2(x \tan \text{buz})}{(n-1)c / \tan(\text{buz})} = \tan \text{alfa}$$

$$x = \frac{(n-1)c [1 - \tan \text{alfa} / \tan \text{buz}]}{2 \tan \text{buz}}$$

$$x \tan \text{buz}$$

$$(d - x) \tan \text{alfa}$$

$$d = x [1 + \tan \text{buz} / \tan \text{alfa}]$$

$$d = \frac{(n-1)c}{2} \frac{\tan^2 \text{buz} - \tan^2 \text{alfa}}{\tan^2 \text{buz} \cdot \tan \text{alfa}}$$

$$Z2 = (d - x) / \cos \text{alfa}$$

$$Z2 = [x \tan \text{buz} / \tan \text{alfa}] / \cos \text{alfa}$$

$$Z2 = \frac{(n-1)c [\tan \text{buz} - \tan \text{alfa}]}{2 \text{sen} \text{alfa} \tan \text{buz}}$$

$$Z1 = \frac{(n-1)c [\tan \text{buz} + \tan \text{alfa}]}{2 \text{sen} \text{alfa} \tan \text{buz}}$$

Figura 24. Perfil de diseño del método de explotación con rampas basculantes mecanizado con labores de servicios

Volumen de desmonte a extraer

Se calcula el area de los triangulos con la **FORMULA DE HERON** conociendo unicamente la medida de los tres lados

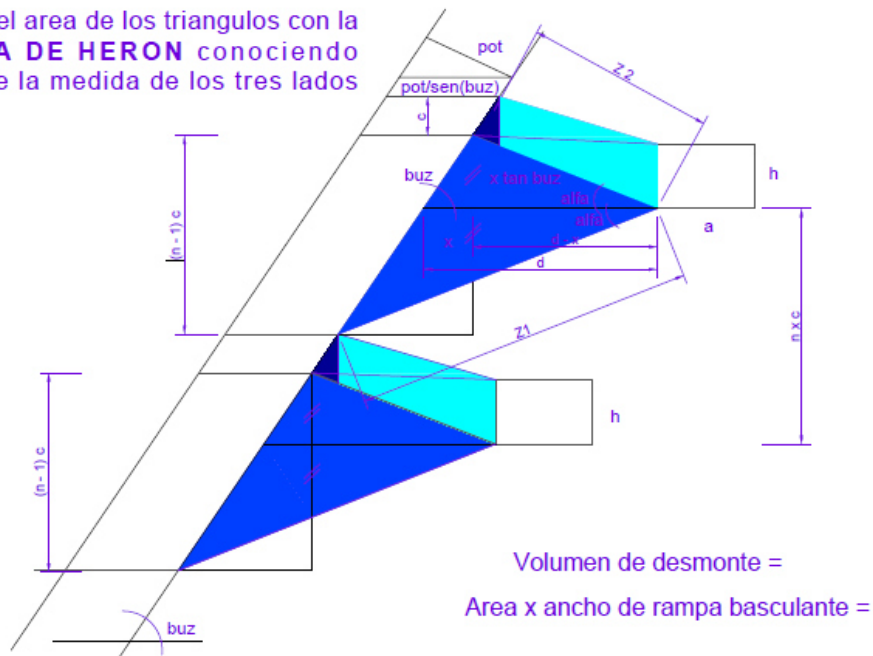


Figura 25. Volumen de desmonte a extraer de la rampa basculante

e) Consideraciones de equipos

El mineral que proviene de los tajeos de explotación de los niveles 2300 y 2350 se extraen hasta los echaderos del nivel 2430 y sistemas de extracción con camiones de 12 y 16 toneladas métricas, siendo el carguío a partir de los *pockets*.

La unidad minera posee camiones DUX de 12 y 16 toneladas de capacidad de acuerdo al plan de producción. Debido a la distancia de los tajeos hacia los echaderos en el nivel 2430 se definió la siguiente necesidad de equipos como: 2 *scoops* de 2.7 yd³ y 2 camiones *dumper* de 12 a 16 toneladas métricas.

f) Características operacionales

La características técnicas y operacionales, de la unidad de producción considera:

- ✓ Densidad del mineral roto : 2.7 t/m³
- ✓ Factor de carga : 0.9

- ✓ Factor de esponjamiento : 30 %
- ✓ Distancia de acarreo : 400 a 800 metros
- ✓ Guardias por día : 2
- ✓ Disponibilidad mecánica : 85 %
- ✓ Horas efectivas por guardia : 7 horas/guardia

g) Productividad del método corte y relleno con rampas basculantes

Para el cálculo de la productividad se considera 25 días de producción y 5 días para relleno hidráulico y servicios.

Tabla 5. Variables de productividad del método de minado corte y relleno con rampas basculantes

Potencia Veta Diluída	2.74	m
Altura de Corte	3	m
Factor de Corrección de sección (K)	0.9	
Longitud barra de perforación con jumbo	3	m
Rendimiento de perforación	90	%
Perforación efectiva	2.7	m
Densidad de mineral	2.7	tn/m ³
Humedad	6	%
Producción	54	Tms / disparo
Disparos por día	2	Unid.
Producción por día	108	Tm/ día
Producción por mes	2700	Tm/ mes
Producción por mes (+ humedad)	2862	Tmh/mes
Días por mes	25	días

5.1.4. Consideraciones económicas

En el presente estudio, la producción mensual a considerar del diseño conceptual de la rampa basculante en la veta Victoria Tensional, nivel 2300 es de 2700 toneladas mensuales, considerando una ley media de 13 gramos de oro. Se considerará los costos de desarrollo para la explotación del método de explotación corte y relleno con rampas basculantes y los ingresos generados durante el periodo de estudio de 12 meses para definir su margen operativo.

a) Análisis de costos

El presente estudio permite tener una aproximación de la estructura de costos mediante un análisis conceptual de los costos que involucra el método de minado corte y relleno ascendente mediante rampas basculantes. Se considera la evaluación de costos en un periodo de 30 meses, considerando los tiempos de desarrollo y preparación de las distintas labores de desarrollo y preparación con su precio unitario correspondiente.

Tabla 6. Variables de productividad del método de minado corte y relleno con rampas basculantes

ITEM	NIVEL	ACTIVIDAD	OBSERVACIONES	SECCIÓN		Longitud l (m)	Angulo %	P.U. US \$ / m
				a (m)	h (m)			
1	2300	RP099 (-)	Rampa principal de profundización	3.5	3.5	905	-15%	521.36
2	2300	RP099 (+)	Rampa positiva hacia los pockets	3.5	3.5	195	15%	521.36
3	2300	CX - VENTILACIÓN	Crucero de ventilación para Ch. ventilación	3	3	480	1%	460.00
4	2300	CH - VENTILACIÓN	Chimenea de ventilación de CX - vent. 1	2	2	238	41%	170.81
5	2300	CH - ALIMAK VENT.	Chimenea de ventilación de CX - vent. 2	2	2	50	84%	613.57
6	2300	CX - POCKETS	Cruceros para pockets OP y FP	3	3	160	1%	405.17
7	2300	CH - POCKETS	Ore Pass (OP) y Fill Pass (FP)	1.5	1.5	150	68%	149.07
8	2300	CM - SERVICIOS	Cámara para chimenea de servicios	2.4	2.4	24	1%	324.09
9	2300	CH - SERVICIOS	Chimenea de ventilación y servicios	1.5	1.5	84	68%	149.07
10	2300	POZA - BOMBEO	Poza de bombeo	3	3	40	-15%	405.17
11	2300	RP - BASC 1	Rampa basculante - 1 acceso a veta	3	3	180	-15%	418.76
12	2300	RP - BASC 1A	Rampa basculante - 1A acceso a veta	3	3	180	-15%	418.76
13	2300	GL	Galerías sobre veta en los niveles 2380 y 2330	3	3	310	-15%	460.00
14	2300	REFUGIOS	Refugios cada 50 m. en las rampas	2	2	2	1%	320.41
TOTAL DE AVANCES						2998		

El detalle de los precios unitarios de las principales labores de desarrollo y preparación se describe a continuación con su análisis que representan cada uno de ellos.

- ✓ Rampa Principal 3.5 x 3.5 metros

Tabla 7. Precios unitarios de rampa principal en labores de profundización

03311- RAMPA 3.5M X 3.5 M CON JUMBO

N° de Taladros: 44 Avance/Disp. 2.90 Metros

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	FACTOR	PU	SUB TOTAL	ESTANDAR	U.S.\$/MT
OPERADOR DE JUMBO	Hom/Disp	1.00	1.00	58.20	58.20		
AYUDANTE OP. JUMBO	Hom/Disp	1.00	1.00	41.12	41.12		
OPERADOR SCOOPTRAM	Hom/Disp	1.00	1.00	51.87	51.87		
CARGADOR/DISPARDADOR	Hom/Disp	2.00	1.00	41.12	82.24		
SERVICIOS AUXILIAR	Hom/Disp	2.00	0.50	41.12	41.12		
SUB-TOTAL					274.55		94.76
MATERIALES							
Barra MF T38 X H35 X R32 X 12 FTS	MT/DISP	136.15	2500.00	536.11	29.20	0.07	
BROCA B R32 X 45MM / N° DE PARTE: 90504373	MT/DISP	127.46	200.00	83.12	52.97	0.89	
SHANK ADAPTER HLX5 X T38, 7304-7585-01	MT/DISP	136.15	3500.00	254.30	9.89	0.05	
BROCA ESCAR. 4" GRADOS 12,7721-4802-S45 (RIMADORA)	MT/DISP	8.69	200.00	221.92	9.64	0.03	
ADAPTADOR PIL R32 40 12 GRADOS,7821-3440 (ADAPTADOR RIM.	MT/DISP	8.69	200.00	118.91	5.17	0.03	
TUBO PVC (RECORTE VOLADURA)	PZAS/DISP	5.00		2.16	10.80		
PETROLEO (JUMBO)	GLN/HR	1.50		3.13	4.70		
PETROLEO (SCOOP)	GLN/HR	12.00		3.13	37.59		
HERRAMIENTAS				1.00	1.00		
CADENA DE ESLAVÓN 3/16	PZAS/DISP	4.00		1.09	4.36		
SUB-TOTAL					165.32		57.06
IMPLEMENTOS SEGURIDAD							
IMPLEMENTOS SEGURIDAD-AVANCES	Unidad	5.38	1	2.40	12.91		
IMPLEMENTOS OPERADOR SCOOP	Unidad	1.00	1	4.48	4.48		
					17.39		6.00
VOLADURA							
SEMEXA 45% 1-1/8" X 12" (122) CART	TALADROS	317.00	1	0.55	174.35		
EXSABLOCK 7/8" X 7" (276) CART	TALADROS	84.00	1	0.16	13.44		
CORDON DETONANTE 5P (PENTACORD)	MTS	10.00	1	0.22	2.2		
GUIA ENSAMBLADA 2.4 MTS - CARMEX (350)	PZAS	2.00	1	0.82	1.64		
EXSANEL 4.20 MTS N 180 (200)	PZAS	41.00	1	1.15	47.15		
SUB-TOTAL					238.78		82.41
EQUIPOS							
JUMBO ELECTROHIDR DE 1 BRAZO (*)	HORAS	2.55		138.00	351.9		
SCOOP DIESEL 4.1 YD3	HORAS	3.00		93.19	279.57		
BOMBA SUMERGIBLE GRINDEX MODELO MAJOR H.		5.00		1.57	7.85		
PERFORADORA	PIES	12.00		0.12	1.44		
SUB-TOTAL					640.76		221.15
TOTAL COSTOS DIRECTOS							461.38
CONTINGENCIAS 3%							13.84
GASTOS GENERALES							0.00
UTILIDAD 10%							46.14
TOTAL COSTO METRO LINEAL EN DOLARES (US\$/M-L)							521.36

✓ Galería/Crucero de 3.0 x 3.0 metros

Tabla 8. Precios unitarios de labores horizontales para el diseño de rampa basculante

02445 - GAL/CRUCERO 3.0 M X 3.0 M CON JUMBO - G

N° de Taladros: 38 Avance/Dis 2.90 Metros
p.

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD AD	FACTOR	PU	SUB TOTAL	ESTANDAR	U.S.\$/MT
OPERADOR DE JUMBO	Hom/Disp	1.00	1.00	58.20	58.20		
AYUDANTE OP. JUMBO	Hom/Disp	1.00	1.00	41.12	41.12		
OPERADOR SCOOPTRAM	Hom/Disp	1.00	1.00	51.87	51.87		
CARGADOR/DISPARADOR	Hom/Disp	2.00	1.00	41.12	82.24		
SUB-TOTAL					233.43		80.63
MATERIALES							
Barra MF T38 X H35 X R32 X 12 FTS	MT/DISP	118.72	2500.00	536.11	25.46	0.07	
BROCA B R32 X 45MM / N° DE PARTE: 90504373	MT/DISP	110.72	200.00	83.12	46.02	0.89	
SHANK ADAPTER HLX5 X T38, 7304-7585-01	MT/DISP	118.72	3500.00	254.30	8.63	0.05	
BROCA ESCAR. 4" GRADOS 12.7721-4802-S45 (RIMADORA)	MT/DISP	8.69	200.00	221.92	9.64	0.03	
ADAPTADOR PIL R32 40 12 GRADOS,7821-3440 (ADAPTADOR RIM.	MT/DISP	8.69	200.00	118.91	5.17	0.03	
TUBO PVC (RECORTE VOLADURA)	PZAS/DISP	8.00		2.16	17.28		
PETROLEO (JUMBO)	GLN/HR	1.50		3.13	4.70		
PETROLEO (SCOOP)	GLN/HR	12.00		3.13	37.59		
HERRAMIENTAS				1.00	1.00		
CADENA DE ESLAVÓN 3/16	PZAS/DISP	3.00		1.09	3.27		
SUB-TOTAL					158.75		54.84
IMPLEMENTOS SEGURIDAD							
IMPLEMENTOS SEGURIDAD-AVANCES	Unidad	4.00	1	2.40	9.60		
IMPLEMENTOS OPERADOR SCOOP	Unidad	1.00	1	4.48	4.48		
SUB-TOTAL					14.08		4.86
VOLADURA							
SEMEXA 45% 1-1/8" X 12" (122) CART	TALADROS	174.00	1	0.55	95.7		
SEMEXA 45% 1-1/8" X 12" (122) CART	TALADROS	174.00	1	0.55	95.7		
EXSABLOCK 7/8" X 7" (276) CART	TALADROS	55.00	1	0.16	8.8		
CORDON DETONANTE 5P (PENTACORD)	MTS	5.00	1	0.22	1.1		
GUIA ENSAMBLADA 2.4 MTS - CARMEX (350)	PZAS	2.00	1	0.82	1.64		
EXSANEL 4.20 MTS N 180 (200)	PZAS	35.00	1	1.15	40.25		
SUB-TOTAL					243.19		84.00
EQUIPOS							
JUMBO ELECTROHIDR DE 1 BRAZO (*)	HORAS	180		138.00	248.4		
SCOOP DIESEL 4.1 YD3	HORAS	3.00		93.19	279.57		
PERFORADORA	PIES	9.00		0.12	1.08		
SUB-TOTAL					529.05		182.75
TOTAL COSTOS DIRECTOS							407.08
CONTINGENCIAS 3%							12.21
GASTOS GENERALES							0.00
UTILIDAD 10%							40.71
TOTAL COSTO METRO LINEAL EN DOLARES (US\$/M-L)							460.00

✓ Cámara – Chimenea Servicios 2.4 x 2.4 metros

Tabla 9. Precios unitarios de labores horizontales para el diseño de rampa basculante.

2456- GALERIA 2.4 X 2.4 M JACK LEG 6' Y LIMPIEZA SCOOP - G

Nº Taladros Carg 35.00 Avance/Disp. 1.50 MT
 Nº Taladros Perf: 38.00

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	FACTOR	P.U	SUB TOTAL	ESTANDAR	U.S.\$/MT
PERFORISTA	Hom/Disp	1.00	1.00	41.12	41.12		
Ayudante Perforista	Hom/Disp	1.00	1.00	38.59	38.59		
OPERADOR SCOOPTRAM	Hom/Disp	0.50	1.00	51.87	25.94		
SUB-TOTAL					105.65		70.43

MATERIALES

Barra de extension porta broca conica 6'	PIES/DISP	205.20	1.820	91.24	10.29	0.11	6.86
Broca de 40 mm	PIES/DISP	205.20	350	26.16	15.34	0.59	10.22
ACEITE DE PERFORACIÓN	GLN	0.25		8.52	2.13		1.42
HERRAMIENTAS	GLB	1.00		1.00	1.00		0.67
MANGUERA DE AIRE 1"	MTS	30.00	150	3.25	0.65	0.20	0.43
MANGUERA DE AGUA 1/2"	MTS	30.00	150	1.66	0.33	0.20	0.22
Petroleo para scooptram	GLN/HR	5.49		3.13	17.18		11.46
SUB-TOTAL					46.92		31.28

IMPLEMENTOS SEGURIDAD

Implementos Seguridad-Avances	GLB	2.50	2.4		6.00		
					6.00		4.00

VOLADURA

SEMEXSA 45% 7/8" X 7" (316) Cart	PZAS	56.00	1	0.22	12.38		
Exsablock 7/8" x 7" (276) Cart	PZAS	152.00	1	0.16	24.78		
Exsanel 3.0 mts N 288 (200)	PZAS	35.00	1	1.04	36.51		
Cordon detonante 5p (pentacord)	MTS	5.00	1	0.22	1.10		
Guia ensamblada 2.4 mts - carmex (350)	PZAS	2.00	1	0.82	1.64		
Igneter cord	PZAS	0.20	1	0.45	0.09		
SUB-TOTAL					76.49		50.99

SCOOP 4.1 Yd3	HORAS	1.83		93.19	170.54		
PERFORADORA	PIES	205.20		0.12	24.62		
					195.16		130.11

286.81

CONTINGENCIAS	3%						8.60
GASTOS GENERALES							0.00
UTILIDAD	10%						28.68
							324.09

✓ Refugio 2.0 x 2.0 metros

Tabla 10. Precios unitarios de labores horizontales para refugio el diseño de rampa basculante

02453-CRUCERO 2.0 M X 2.0 M CON JUMBO Y LIMPIEZA SCOOP (REFUGIO) - G

N° de Taladros: 28 Avance/Disp. 3.00 Metros

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	FACTOR	PU	SUB TOTAL	ESTANDAR	U.S./MT
OPERADOR DE JUMBO	Hom/Disp	1.00	1.00	58.20	58.20		
AYUDANTE OP. JUMBO	Hom/Disp	1.00	1.00	41.12	41.12		
OPERADOR SCOOPTRAM	Hom/Disp	1.00	1.00	51.87	51.87		
CARGADOR/DISPARADOR	Hom/Disp	1.00	1.00	41.12	41.12		
SERVICIOS AUXILIAR	Hom/Disp	0.00	0.50	41.12	0.00		
SUB-TOTAL					192.31		64.10
MATERIALES							
BARRA MF T38 X H35 X R32 X 14", 7324-6543-	MT/DISP	92.87	2500.00	513.94	19.09	0.07	
BROCA B R32 X 45MM / N° DE PARTE: 90504373	MT/DISP	83.89	200.00	83.12	34.86	0.89	
SHANK ADAPTER HLX5 X T38, 7304-7585-01	MT/DISP	92.87	3500.00	254.30	6.75	0.05	
BROCA ESCAR. 4" GRADOS 12,7721-4802-S45 (RIMADORA)	MT/DISP	8.99	200.00	221.92	9.98	0.03	
ADAPTADOR PIL R32 40 12 GRADOS,7821-3440 (ADAPTADOR RIM.	MT/DISP	8.99	200.00	118.91	5.35	0.03	
TUBO PVC (RECORTE VOLADURA)	PZAS/DISP	5.00		2.16	10.80		
PETROLEO (JUMBO)	GLN/HR	1.50		3.13	4.70		
PETROLEO (SCOOP)	GLN/HR	10.00		3.13	31.33		
HERRAMIENTAS				1.00	1.00		
CADENA DE ESLAVÓN 3/16	PZAS/DISP	4.00		1.09	4.36		
SUB-TOTAL					128.21		42.74
IMPLEMENTOS SEGURIDAD							
IMPLEMENTOS SEGURIDAD-AVANCES	Unidad	4	1	2.40	9.60		
IMPLEMENTOS OPERADOR SCOOP	Unidad	0.00	1	4.48	0.00		
SUB-TOTAL					9.60		3.20
VOLADURA							
SEMEXA 45% 1-1/8" X 12" (122) CART	TALADROS	126.00	1	0.55	69.3		
EXSABLOCK 7/8" X 7" (276) CART	TALADROS	40.00	1	0.16	6.4		
CORDON DETONANTE 5P (PENTACORD)	MTS	3.00	1	0.22	0.66		
GUIA ENSAMBLADA 2.4 MTS - CARMEX (350)	PZAS	2.00	1	0.82	1.64		
EXSANEL 3.0 MTS N 288 (200)		25.00	1	1.04	26		
SUB-TOTAL					104.00		34.67
EQUIPOS							
JUMBO ELECTROHIDR DE 1 BRAZO (*)	HORAS	1.33		138.00	183.54		
SCOOP DIESEL 4.1 YD3	HORAS	2.50		93.19	232.975		
BOMBA SUMERGIBLE GRINDEX MODELO MAJOR H,		0.00		1.57	0		
PERFORADORA	PIES	0.00		0.12	0		
SUB-TOTAL					416.52		138.84
TOTAL COSTOS DIRECTOS							283.54
CONTINGENCIAS 3%							8.51
GASTOS GENERALES							0.00
UTILIDAD 10%							28.35
TOTAL COSTO METRO LINEAL EN DOLARES (US\$/M-L)							320.41

Las consideraciones de costos de desarrollo y preparaciones para la explotación de la veta Victoria Tensional, nivel 2300 considera longitudes horizontales, inclinadas y verticales de 3000 metros lineales.

Los costos de acarreo, considera el acarreo de mineral y desmonte siendo los costos unitarios de acarreo con *scoop* de 0.97 \$/t, el costo de acarreo de mineral con *dumper* de 1.37 \$/t y el costo de acarreo de desmonte con *dumper* de 1.64 \$/t.

Tabla 11. Precios unitarios de acarreo con scoop

ACARREO SCOOP							
(CON JUMBO - SCOOP)							
		Nº de Taladros:	Tons/Disp.		120.27		
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	FACTOR	PU	SUB TOTAL	ESTANDAR	U.S.\$/MT
OPERADOR SCOOPTRAM	Hom/Disp	1.00	0.13	51.87	6.48		
SUB-TOTAL					6.48		0.05
MATERIALES							
PETROLEO (SCOOP)	GLN/HR	4.00		3.13	12.53		
SUB-TOTAL					12.53		0.10
IMPLEMENTOS SEGURIDAD							
IMPLEMENTOS OPERADOR SCOOP	Tareas	1.00	0.13	4.48	4.48		
					4.48		0.04
EQUIPOS							
SCOOP DIESEL 4.1 YD3	HORAS	100		93.19	93.19		
SUB-TOTAL					93.19		0.77
TOTAL COSTOS DIRECTOS							0.97
CONTINGENCIAS							
		3%					
UTILIDAD							
		10%					
SUB TOTAL COSTOS INDIRECTOS							
TOTAL COSTOS U.S.\$/Ton (Sin equipos)							0.97

Tabla 12. Precios unitarios de acarreo con dumper para mineral y desmonte

ACARREO CON DUMPER MINERAL (16TON) - G

N° de Taladros: Tons/Disp. 91.51

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDA D	FACTOR	PU	SUB TOTAL	ESTANDAR	U.S.\$/MT
OPERADOR DUMPER	Hom/Disp	0.00	0.13	51.87	0.00		
SUB-TOTAL					0.00		0.00

MATERIALES

PETROLEO DUMPER	GLN/HR	0.00		3.13	0.00		
SUB-TOTAL					0.00		0.00

IMPLEMENTOS SEGURIDAD

IMPLEMENTOS OPERADOR SCOOP	Tareas	0.00	0.13	4.48	0.00		
					0.00		0.00

EQUIPOS

DUMPER	HORAS	100		125.00	125		
SUB-TOTAL					125.00		1.37

TOTAL COSTOS DIRECTOS **1.37**

CONTINGENCIAS	3%
UTILIDAD	10%

SUB TOTAL COSTOS INDIRECTOS

TOTAL COSTOS U.S.\$/Ton (Sin equipos) **1.37**

ACARREO CON DUMPER DESMONTE (16TON) - G

N° de Taladros: Tons/Disp. 76.26

O8434

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDA D	FACTOR	PU	SUB TOTAL	ESTANDAR	U.S.\$/MT
OPERADOR DUMPER	Hom/Disp	0.00	0.13	51.87	0.00		
SUB-TOTAL					0.00		0.00

MATERIALES

PETROLEO DUMPER	GLN/HR	0.00		3.13	0.00		
SUB-TOTAL					0.00		0.00

IMPLEMENTOS SEGURIDAD

IMPLEMENTOS OPERADOR SCOOP	Tareas	0.00	0.13	4.48	0.00		
					0.00		0.00

EQUIPOS

DUMPER	HORAS	100		125.00	125		
SUB-TOTAL					125.00		1.64

TOTAL COSTOS DIRECTOS **1.64**

CONTINGENCIAS	3%
UTILIDAD	10%

SUB TOTAL COSTOS INDIRECTOS

TOTAL COSTOS U.S.\$/Ton (Sin equipos) **1.64**

Los costos de desarrollo, preparación y explotación del diseño conceptual de rampa basculante para la explotación de la veta Victoria Tensional, considera un costo total de \$2,848,182 durante un periodo de 13 meses.

El periodo del presente estudio considera el tiempo de preparación en el desarrollo de dos tajeos en los niveles 2300 al 2400, con una altura de 100 metros y una longitud de 280 metros promedio en ambas alas de la estructura mineralizada (120 metros ala este y 160 metros ala oeste).

El primer tajeo se terminará en desarrollar y preparar la primera rampa basculante y empezará a ser minado a partir del sexto mes, por lo que se considera calcular el costo de minado a partir de ese periodo.

El segundo tajeo se terminará a desarrollar y preparar el décimo mes y se empezará a ser minado a partir del décimo primer mes, lo cual se considerará el costo de minado del segundo tajeo a partir de ese periodo.

El costo promedio mensual durante los 13 primeros meses en el avance de labores de desarrollo y preparación de \$219,091.

Uno de los mayores costos generados en labores de profundización fue el de la rampa principal de profundización Rampa 099, con una sección de labor de 3.5 metros x 3.5 metros, con una longitud a desarrollar de 907 metros y un costo total durante los 13 meses de \$1,120,170.

El costo de minado se considera en 17.37 \$/t y el tonelaje programado por mes es de 2700 toneladas, siendo el tiempo de explotación de un tajeo de 20 meses. Se iniciará la producción a partir del sexto mes con un promedio de costo de minado mensual de \$46,898.84.

El costo total considerando labores de desarrollo y preparación, y el costo de minado durante el periodo de explotación de los 2 tajeos programados durante un periodo de 30 meses será de \$4,821,497.73.

El costo de minado unitario es de 18.74 \$/t, dentro de este costo se considera el costo de acarreo de mineral con *dumper* de 1.37 \$/t.

Tabla 13. Costos de desarrollo y preparación del método de minado corte y relleno con rampas basculantes

ITEM	NIVEL	ACTIVIDAD	OBSERVACIONES	SECCIÓN		Longitud l (m)	Angulo %	P.U. US \$/m	COSTOS DESARROLLO Y PREPARACIÓN													TOTAL US \$		
				a (m)	h (m)				P.U. SOST. US \$/m	MES 1 US \$	MES 2 US \$	MES 3 US \$	MES 4 US \$	MES 5 US \$	MES 6 US \$	MES 7 US \$	MES 8 US \$	MES 9 US \$	MES 10 US \$	MES 11 US \$	MES 12 US \$		MES 13 US \$	
																								US \$
1	2400	RPO99 (-)	Rampa principal de profundización	3.5	3.5	907	-15%	521.36	565	115330	95680	95680	83550	72500	110,100	97450	115330	83550	97450	97450	42550	13550	1120170	
2	2400	RPO99 (+)	Rampa positiva hacia los pockets	3.5	3.5	195	15%	521.36	565	115330	95680	32550											243560	
3	2400	CX - VENTILACIÓN	Crucero de ventilación para Ch. ventilación	3	3	480	1%	460.00	456		12445		81250	27850	79550	27770	63300	46750	46750	27770	26350		439785	
4	2400	CH - VENTILACIÓN	Chimenea de ventilación de CX - vent. 1	2	2	188	41%	170.81	248		7820			11235	11235	11235	11235	11235	11235	11235	11235	9755	107455	
5	2400	CH - ALIMAK VENT.	Chimenea de ventilación de CX - vent. 2	2	2	50	84%	613.57	248			23450	23450										46900	
6	2400	CX - POCKETS	Cruceros para pockets OP y FP	3	3	168	1%	405.17	456			19350		19350		19350		19350		19350	19350	19350	135450	
7	2400	CH - POCKETS	Ore Pass (OP) y Fill Pass (FP)	1.5	1.5	150	68%	149.07	65			5350		5350		5350		5350		5350	5350	9755	41855	
8	2400	CM - SERVICIOS	Cámara para chimenea de servicios	2.4	2.4	24	1%	324.09	387			4750		4750		4750		4750		4750	4750	4750	33250	
9	2400	CH - SERVICIOS	Chimenea de ventilación y servicios	1.5	1.5	84	68%	149.07	65			4132		4132		4132		4132		4132	4132	4132	28924	
10	2400	POZA - BOMBEO	Poza de bombeo	3	3	40	-15%	405.17	456			6320		6320		6320		6320		6320	6320	6320	44240	
11	2400	RP - BASC 1	Rampa basculante - 1 acceso a veta	3	3	180	-15%	418.76	456			12335	29355	42320		12335	11323	12335			12335	12335	157008	
12	2400	RP - BASC 1A	Rampa basculante - 1A acceso a veta	3	3	180	-15%	418.76	456									41350			41350	41350	124050	
13	2400	GL	Galerías sobre veta en los niveles 2380 y 2330	3	3	310	-15%	460.00	456						54235	54235					65330	65330	47355	286485
14	2400	REFUGIOS	Refugios cada 50 m. en las rampas	2	2	44	1%	320.41	248	3550	3550	3550	3550	3550	3550	3550	3550	3550	3550	3550		3550	39050	
TOTAL DE AVANCES								3000		234,210	215,175	207,467	221,155	197,357	258,670	246,477	204,738	197,322	200,335	254,022	239,052	172,202	2,848,182	

Tabla 14. Costos de minado del método de explotación corte y relleno ascendente con rampas basculantes

ITEM	NIVEL	ACTIVIDAD	SECCIÓN		Long. Perf. l (m)	Long. Tajo m	P.U. US \$ / tm	COSTOS DE MINADO															
			a (m)	h (m)				MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12				
			US \$	US \$				US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$			
1	2350	TAJO - 1	2.74	3	2.7	120	18.74						50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	
2	2300	TAJO - 2	2.74	3	2.7	160	18.74														50597.84	50597.84	
COSTO TOTAL MINADO													50,598	50,598	50,598	50,598	50,598	101,196	101,196				
COSTOS DE DESARROLLO								234,210	215,175	207,467	221,155	197,357	258,670	246,477	204,738	197,322	200,335	254,022	239,052				
COSTO TOTAL								234,210.00	215,175.00	207,467.00	221,155.00	197,357.00	309,267.84	297,074.84	255,335.84	247,919.84	250,932.84	355,217.68	340,247.68				

COSTOS DE MINADO																		
MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20	MES 21	MES 22	MES 23	MES 24	MES 25	MES 26	MES 27	MES 28	MES 29	MES 30	TOTAL
US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$
50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	25298.92						986657.87
50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	50597.84	25298.92	986657.87
101,196	101,196	101,196	101,196	101,196	101,196	101,196	101,196	101,196	101,196	101,196	101,196	75,897	50,598	50,598	50,598	50,598	25,299	1,973,316
172,202	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,848,182
273,397.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	75,896.76	50,597.84	50,597.84	50,597.84	50,597.84	25,298.92	4,821,497.73

b) Ingresos

Los ingresos proyectados en el diseño conceptual de la rampa basculante para la explotación de la veta Victoria Tensional, nivel 2300, permite identificar los valores comerciales mensuales a partir del plan de producción *forecast* de los 2 tajeos proyectados durante el periodo a ser minado.

La producción mensual proyectado será de 2700 toneladas durante los 5 primeros meses de producción, a partir del sexto la producción será de 5400 toneladas durante 14 meses, tiempo que se produce en paralelo el tajo 1 y tajo 2.

El NSR (retorno neto de fundición) considerado en el presente estudio en base a una ley media de 15 gramos de oro, será de 300.85 \$/t, el cual genera un ingreso mensual de \$812,287 por 2700 toneladas mensuales producidas.

El tiempo de desarrollo, preparación y explotación de los 2 tajeos minados con secciones de 2.7 x 100 x 280 metros y densidad de 2.7 t/m³ será de 30 meses a un ritmo de producción de 2700 toneladas mensuales.

El ingreso total por ventas de mineral durante el tiempo de proyecto será de \$31,679,194.

Tabla 15. Ingresos proyectados del plan de producción del método de explotación corte y relleno ascendente con rampas basculantes

ITEM	NIVEL	ACTIVIDAD	SECCIÓN		Densidad (tn/m3)	Long. Tajo m	NSR US \$ / tn	PLAN DE PRODUCCIÓN													
			a (m)	h (m)				MES 1 TMS	MES 2 TMS	MES 3 TMS	MES 4 TMS	MES 5 TMS	MES 6 TMS	MES 7 TMS	MES 8 TMS	MES 9 TMS	MES 10 TMS	MES 11 TMS	MES 12 TMS		
			1	2350				TAJO - 1	3	50	2.7	130	300.847						2700	2700	2700
2	2300	TAJO - 2	3	50	2.7	130	300.847													2700	2700
TOTAL		TAJEOS	3	100	2.7	260.00	300.847						2700	2700	2700	2700	2700	2700	5400	5400	
INGRESOS (US \$)													812,287	812,287	812,287	812,287	812,287	1,624,574	1,624,574		

PLAN DE PRODUCCIÓN																		
MES 13 TMS	MES 14 TMS	MES 15 TMS	MES 16 TMS	MES 17 TMS	MES 18 TMS	MES 19 TMS	MES 20 TMS	MES 21 TMS	MES 22 TMS	MES 23 TMS	MES 24 TMS	MES 25 TMS	MES 26 TMS	MES 27 TMS	MES 28 TMS	MES 29 TMS	MES 30 TMS	TOTAL TMS
2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	1350						52650
2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	1350	52650
5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	4050	2700	2700	2700	2700	1350	105300
1,624,574	1,624,574	1,624,574	1,624,574	1,624,574	1,624,574	1,624,574	1,624,574	1,624,574	1,624,574	1,624,574	1,624,574	1,218,431	812,287	812,287	812,287	812,287	406,144	31,679,194

c) Margen operativo

El margen operativo en el diseño conceptual de rampa basculante para la explotación de la veta Victoria Tensional, nivel 2300, permitirá definir el margen operativo considerando los ingresos por venta de mineral durante el tiempo de explotación de los 2 tajeos y los costos totales considerando los costos de preparación y desarrollo, y los costos de minado durante el tiempo de explotación de los tajeos preparados.

El margen operativo durante los 5 primeros meses es negativo, producto del programa de desarrollo y preparación del diseño conceptual de rampas basculantes para la explotación de la veta Victoria Tensional, nivel 2300, considerando labores de profundización como rampas principales, rampas auxiliares y rampas basculantes, así como las diferentes labores de desarrollo y servicios para el cumplimiento del plan de producción programada durante un periodo de 30 meses.

El margen operativo considera los ingresos generados por las ventas de mineral y los costos de operación que considera los costos de preparación y desarrollo, así como los costos de minado, producto del diseño de las rampas basculantes.

El margen operativo generado durante el periodo de desarrollo, preparación y explotación considera ingresos totales de \$31,679,193 y costos totales de \$4,821,497.73, generando un margen operativo positivo global de \$26,857,696.

Tabla 16. Margen operativo del método de explotación corte y relleno ascendente con rampas basculantes.

MARGEN OPERATIVO												
ITEM	MES 1 US \$	MES 2 US \$	MES 3 US \$	MES 4 US \$	MES 5 US \$	MES 6 US \$	MES 7 US \$	MES 8 US \$	MES 9 US \$	MES 10 US \$	MES 11 US \$	MES 12 US \$
INGRESOS						812,287.03	812,287.03	812,287.03	812,287.03	812,287.03	1,624,574.05	1,624,574.05
COSTOS	234,210.00	215,175.00	207,467.00	221,155.00	197,357.00	309,267.84	297,074.84	255,335.84	247,919.84	250,932.84	355,217.68	340,247.68
MARGEN OPERATIVO	-234,210.00	-215,175.00	-207,467.00	-221,155.00	-197,357.00	503,019.19	515,212.19	556,951.19	564,367.19	561,354.19	1,269,356.37	1,284,326.37

MARGEN OPERATIVO																		
MES 13 US \$	MES 14 US \$	MES 15 US \$	MES 16 US \$	MES 17 US \$	MES 18 US \$	MES 19 US \$	MES 20 US \$	MES 21 US \$	MES 22 US \$	MES 23 US \$	MES 24 US \$	MES 25 US \$	MES 26 US \$	MES 27 US \$	MES 28 US \$	MES 29 US \$	MES 30 US \$	TOTAL US \$
1,624,574.05	1,624,574.05	1,624,574.05	1,624,574.05	1,624,574.05	1,624,574.05	1,624,574.05	1,624,574.05	1,624,574.05	1,624,574.05	1,624,574.05	1,624,574.05	1,218,430.54	812,287.03	812,287.03	812,287.03	812,287.03	406,143.51	31,679,193.99
273,397.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	75,896.76	50,597.84	50,597.84	50,597.84	50,597.84	25,298.92	4,821,497.73
1,351,176.37	1,523,378.37	1,523,378.37	1,523,378.37	1,523,378.37	1,523,378.37	1,523,378.37	1,523,378.37	1,523,378.37	1,523,378.37	1,523,378.37	1,523,378.37	1,142,533.78	761,689.19	761,689.19	761,689.19	761,689.19	380,844.59	26,857,696

d) Evaluación financiera

Para determinar la rentabilidad de inversión en el diseño conceptual de rampas basculantes para la explotación de la veta Victoria Tensional, nivel 2300 se definió la evaluación financiera para determinar la rentabilidad económica de inversión.

Las consideraciones de variables financieras se definieron en función de una tasa de descuento del 12 %, y un *capex* de \$2,848,182, en base a un flujo de caja de 30 meses que dura el desarrollo, preparación y explotación de los 2 tajeos programados de dimensiones de 260 m x 100 m x 3,0 m y una densidad de mineral de 2.7 t/m³.

El VAN (valor actual neto) del diseño conceptual de rampas basculantes para la explotación de la veta Victoria Tensional, nivel 2300 es de \$ 761,253.56 y genera un TIR del 14 %.

El VAN positivo, con un TIR del 14 % mayor que la tasa de descuento 12 %, genera la rentabilidad económica del proyecto de investigación de diseño conceptual de rampas basculantes en la explotación de la veta Victoria Tensional.

Finalmente, es importante definir que esta rentabilidad está restringida a un análisis de sensibilidad, el que considera el valor de mineral asociado a la ley de cabeza a ser minado, considerando una ley mínima explotable de 15 gramos por tonelada, con un NSR de 330.85 \$/t.

Tabla 17. Evaluación financiera del diseño conceptual de rampas basculantes en la explotación de la veta Victoria Tensional

FLUJO DE CAJA PLAN DE PRODUCCIÓN														
PROYECTADO 2020														
MES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
PRODUCCIÓN (Ton)							2700	2700	2700	2700	2700	5400	5400	5400
INVERSIÓN US \$	2,848,182													
INGRESOS US \$							812,287.03	812,287.03	812,287.03	812,287.03	812,287.03	1,624,574.05	1,624,574.05	1,624,574.05
COSTOS US \$		234,210.00	215,175.00	207,467.00	221,155.00	197,357.00	309,267.84	297,074.84	255,335.84	247,919.84	250,932.84	355,217.68	340,247.68	273,397.68
FLUJO CAJA	-2,848,182.00	-234,210.00	-215,175.00	-207,467.00	-221,155.00	-197,357.00	503,019.19	515,212.19	556,951.19	564,367.19	561,354.19	1,269,356.37	1,284,326.37	1,351,176.37

VAN	761,253.56
TIR	14%
Tasa Desc.	12%

CAPEX	PROYECTADO
	2,848,182

FLUJO DE CAJA PLAN DE PRODUCCIÓN

PROYECTADO 2020																
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	4050	2700	2700	2700	2700	1350
1,624,574.05	1,624,574.05	1,624,574.05	1,624,574.05	1,624,574.05	1,624,574.05	1,624,574.05	1,624,574.05	1,624,574.05	1,624,574.05	1,624,574.05	1,218,430.54	812,287.03	812,287.03	812,287.03	812,287.03	406,143.51
101,195.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	101,195.68	75,896.76	50,597.84	50,597.84	50,597.84	50,597.84	25,298.92
1,523,378.37	1,523,378.37	1,523,378.37	1,523,378.37	1,523,378.37	1,523,378.37	1,523,378.37	1,523,378.37	1,523,378.37	1,523,378.37	1,523,378.37	1,142,533.78	761,689.19	761,689.19	761,689.19	761,689.19	380,844.59

CONCLUSIONES

1. La evaluación económica del diseño conceptual de la rampa basculante para la explotación de la veta Victoria Tensional, nivel 2300 genera un valor actual neto (VAN) de \$761,253.56 y una tasa interna de retorno del 14 %, lo que genera la rentabilidad económica teniendo una tasa interna de retorno mayor a la tasa de descuento.
2. El análisis de sensibilidad de la ley de corte, define trabajar con leyes mínimas explotables de 15 gramos por tonelada y un NSR de 300.85 \$/t, los valores menores con leyes de 14 gramos por tonelada no generan rentabilidad económica positiva.
3. El diseño de rampas basculante permite la extracción económica de la veta Victoria Tensional, nivel 2300, las consideraciones de costos de desarrollo y preparaciones para la explotación de la veta considera longitudes horizontales, inclinadas y verticales de 3000 metros lineales.
4. Para mantener la estabilidad de la rampa en zonas que requiera el sostenimiento, ésta se llevará con *Shotcrete* de 2" reforzado con pernos *Swelllex* 7 ft. espaciados a 1.2x1.2m.
5. Realizar precorte y usar explosivos de baja potencia para minimizar daños al macizo rocoso por efectos de la voladura.
6. Los costos de acarreo consideran el acarreo de mineral y desmante siendo los costos unitarios de acarreo con *scoop* de 0.97 \$/t, el costo de acarreo de mineral con *dumper* de 1.37 \$/t y el costo de acarreo de desmante con *dumper* de 1.64 \$/t, los cuales están considerados en los cálculos de costo de minado.

7. Los costos de desarrollo, preparación y explotación del diseño conceptual de rampa basculante para la explotación de la veta Victoria Tensional, considera un costo total de \$2,848,182 durante un periodo de 13 meses.
8. El costo promedio mensual durante los 13 primeros meses en el avance de labores de desarrollo y preparación fue de \$219,091.
9. El costo de minado se considera en 17.37 \$/t y el tonelaje programado por mes es de 2700 toneladas, siendo el tiempo de explotación de un tajeo de 20 meses. Se iniciará la producción a partir del sexto mes con un promedio de costo de minado mensual de \$46,898.84.
10. Los ingresos proyectados en el diseño conceptual de la rampa basculante para la explotación de la veta Victoria Tensional, nivel 2300, permite identificar los valores comerciales mensuales a partir del plan de producción *forecast* de los 2 tajeos proyectados durante el periodo a ser minado.
11. La producción mensual proyectado será de 2700 toneladas durante los 5 primeros meses de producción, a partir del sexto mes la producción será de 5400 toneladas durante 14 meses, tiempo que se produce en paralelo el tajo 1 y tajo 2.
12. El margen operativo durante los 5 primeros meses es negativo, producto del programa de desarrollo y preparación del diseño conceptual de rampas basculantes para la explotación de la veta Victoria Tensional, nivel 2300, considerando labores de profundización como rampas principales, rampas auxiliares y rampas basculantes; así como, las diferentes labores de desarrollo y servicios para el cumplimiento del plan de producción programada durante un periodo de 30 meses.

13. El margen operativo generado durante el periodo de desarrollo, preparación y explotación considera ingresos totales de \$31,679,193 y costos totales de \$4,821,497.73, generando un margen operativo positivo global de \$26,857,696.

14. Finalmente, si bien es cierto que el margen operativo es alto, este valor no representa la rentabilidad de la inversión, ya que hay que considerar la evaluación financiera como el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) en función de la inversión realizada (*capex*).

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar un mayor detalle de la evaluación geológica y geomecánica de la estructura mineralizada y definir en detalle los dominios geológicos y dominios geomecánicos para ajustar las diferentes dimensiones de las labores de desarrollo, preparación y explotación.
2. Se recomienda promover y desarrollar programas de optimización y reducción de costos en las diferentes áreas unitarias operativas para mejorar la rentabilidad económica, mediante el uso de rampas basculantes.
3. Se recomienda generar análisis de sensibilidad de diferentes leyes de corte, asociados a su *capex*, considerando reducción de costos en el ciclo de minado.
4. Se recomienda generar una evaluación de detalle de los equipos de carguío, acarreo y transporte de mineral y desmonte, para definir el rendimiento de los equipos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. RAMOS VALVERDE, D. 2012. *Minería sin rieles aplicado en la unidad minera Arcata*. (Título de Ingeniero de Minas). Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga, 2012, 147, pp.
2. TIPE QUISPE, V. *Cambio de diseño de rampa de preparación a una de preparación y desarrollo para explotar la veta Lourdes – Unidad Parcoy*. (Título de Ingeniero de Minas). Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga. Ayacucho, Perú : s.n., 2013. pág. 104, Tesis.
3. QUISPE COYA, R. *Diseño y construcción de la rampa negativa 5360 para la explotación de la veta Alexia Cía. Minera Ares – unidad minera Arcata*. (Título de Ingeniero de Minas). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2014, 161, pp.
4. ARANDA ROJAS, Pedro. *Evaluación geomecánica para el diseño de una labor de exploración, al sistema de vetas de la mina Orión, Chala, Arequipa*. (Título de Ingeniero de Minas). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2015, 122, pp.
5. BERROA SUAREZ, E. *Optimización de las operaciones mineras mediante la profundización de la rampa negativa entre los Niveles 2900-2650 Vankar EIRL SAC Minera Aurífera Retamas S.A.* (Título de Ingeniero de Minas). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2016, 130, pp.

ANEXOS

Anexo A

Matriz de operacionalización de variables

Tabla 18. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición operacional		
		Dimensiones	Subdimensiones	Indicadores
VI: Diseño conceptual de la rampa Basculante	Se caracteriza el diseño conceptual de la rampa basculante como labor de desarrollo y/o preparación para el ingreso a la estructura mineralizada y su posterior explotación.	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo geológico. • Modelo geomecánico. • Diseño conceptual de la rampa basculante. 	Características geológicas del yacimiento. Características de las propiedades del macizo rocoso. Consideraciones de diseño de rampas.	<ul style="list-style-type: none"> • Consideraciones litológicas, estructurales, mineralógicas y leyes del yacimiento. • RMR, RQD, GSI, etc. • Sección rampa, gradiente, radio de curvatura y peralte.
VD: Explotación de la veta Victoria Tensional	La explotación de la veta Victoria Tensional influye económicamente.	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de producción. • Ingresos y costos de producción. • Evaluación económica 	Consideraciones del plan de producción. Consideraciones de costos de Producción e ingresos. Consideraciones económicas en la explotación.	<ul style="list-style-type: none"> • Tonelaje a producir: 2500 tpm. • Costos de desarrollo, preparación y explotación. • VAN y TIR

Tabla 18: Identificación de variables

Problemas	Objetivos	Hipótesis
Problema Principal	Objetivos Principal	Hipótesis Principal
¿Cómo influye económicamente el diseño conceptual de la rampa basculante 2518 para la extracción de la veta Victoria Tensional, en el Nv. 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S. A.?	Determinar la influencia económica del diseño de la rampa basculante 2518 para la extracción de la veta Victoria Tensional, nivel 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S. A.	El diseño conceptual de la rampa basculante 2518 influye positivamente en la evaluación económica de la extracción de la veta Victoria Tensional, en el Nv. 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S. A.
Problemas Secundarios	Objetivos Específicos	Hipótesis secundarias
1. ¿De qué manera se puede mejorar los ingresos producto del análisis de sensibilidad de la ley de oro en la explotación de la veta Victoria Tensional, Nv. 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S.A.?	1. Realizar el análisis de sensibilidad de la ley de oro para mejorar los ingresos en la explotación de la veta Victoria Tensional, Nv. 2300 de la Unidad Minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S.A.	1. El análisis de sensibilidad de la ley de oro favorece en los ingresos producto de la explotación de la veta Victoria Tensional, Nv. 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S.A.
2. ¿De qué manera influye el diseño conceptual de la rampa basculante en los costos de desarrollo para la explotación de la veta Victoria Tensional, Nv 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S.A.?	2. Realizar el análisis de los costos de desarrollo de la rampa basculante en la explotación de la veta Victoria Tensional, Nv. 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S.A.	2. El diseño conceptual de la rampa basculante influye positivamente en el análisis de costos de desarrollo para la explotación de la veta Victoria Tensional, Nv. 2300 de la unidad minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S.A.

Anexo B

Planos en planta y perfil

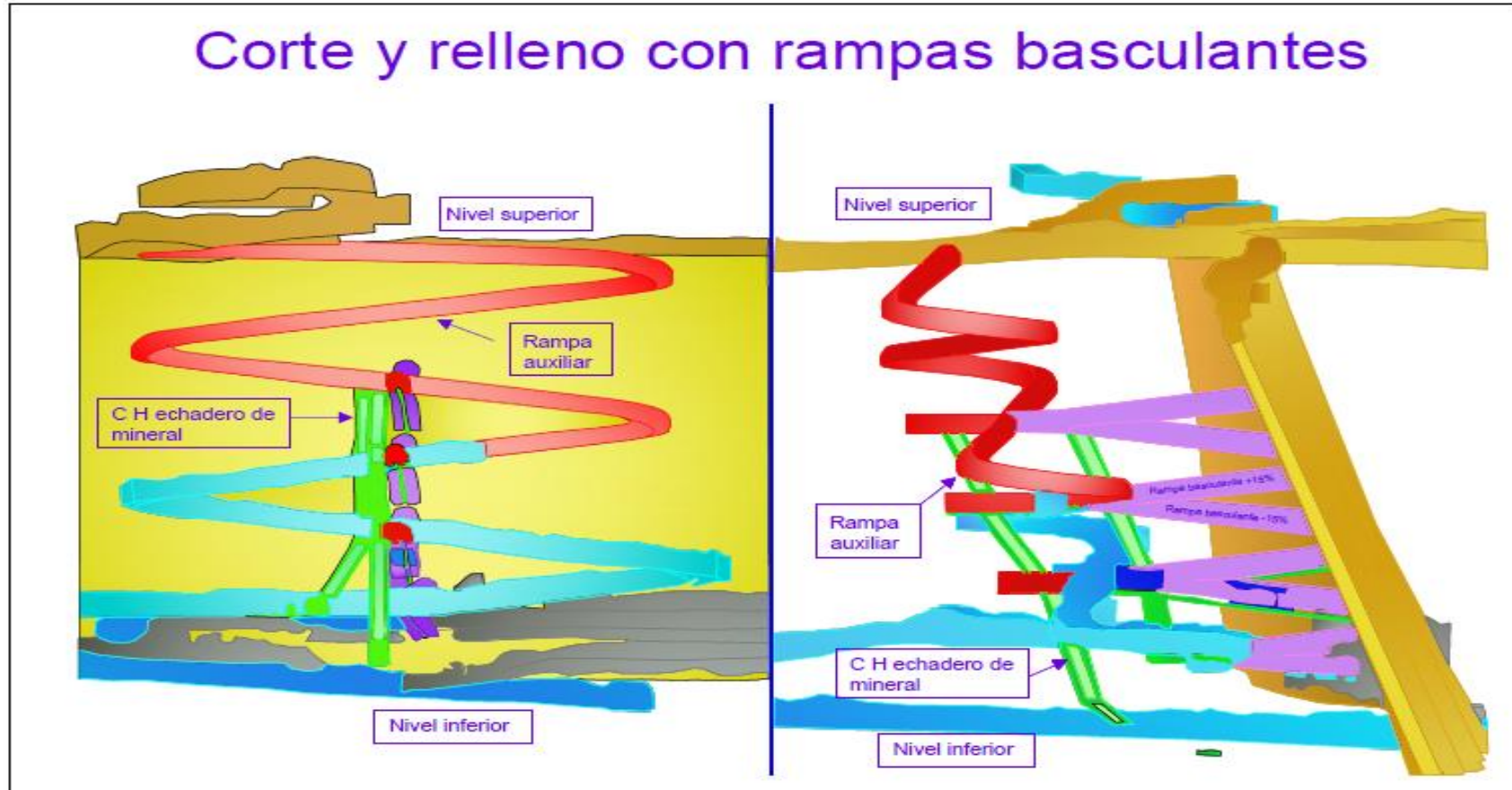


Figura 26. Diseño de corte y relleno con rampas basculantes

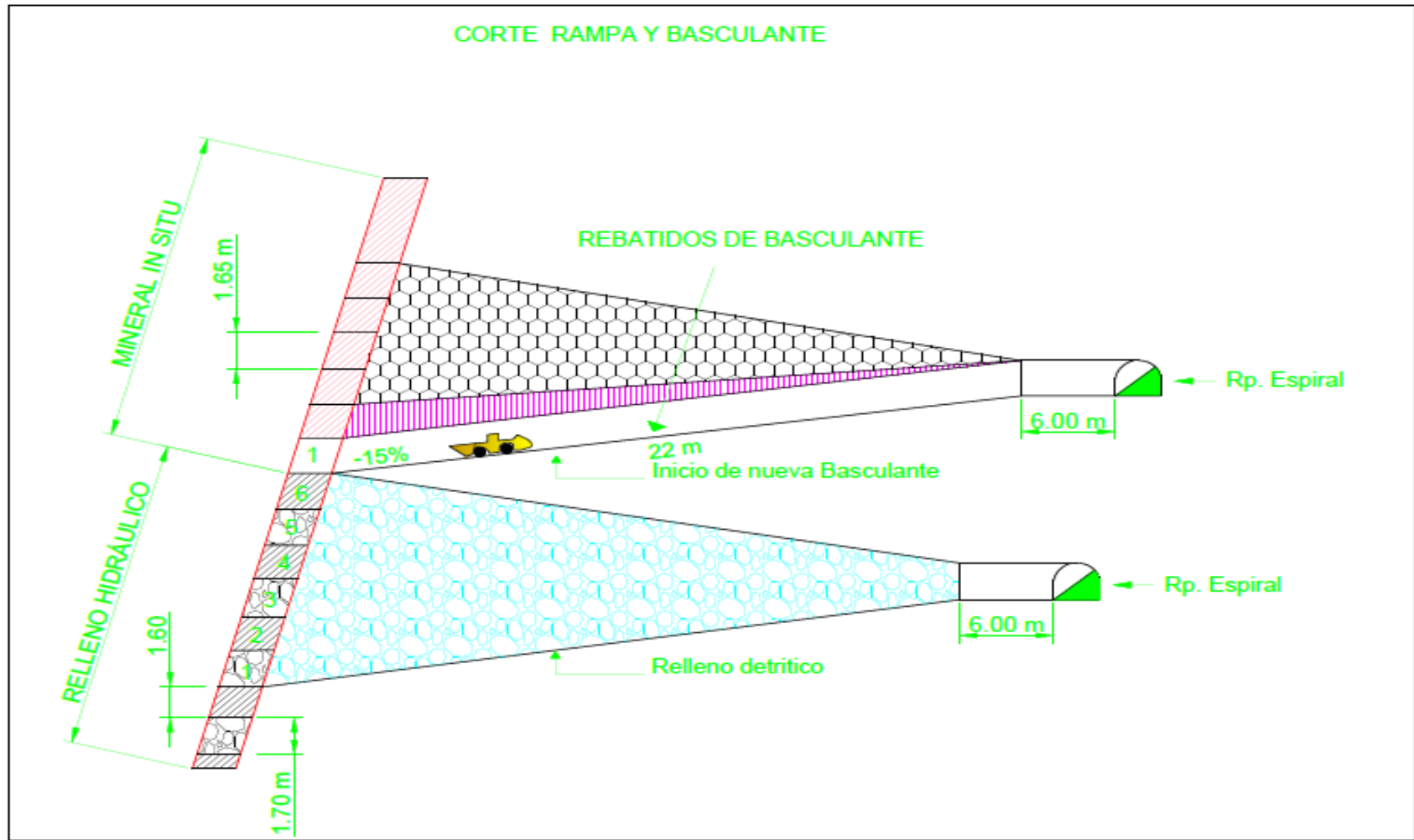


Figura 27. Diseño de Rampa basculante y el relleno hidráulico

}

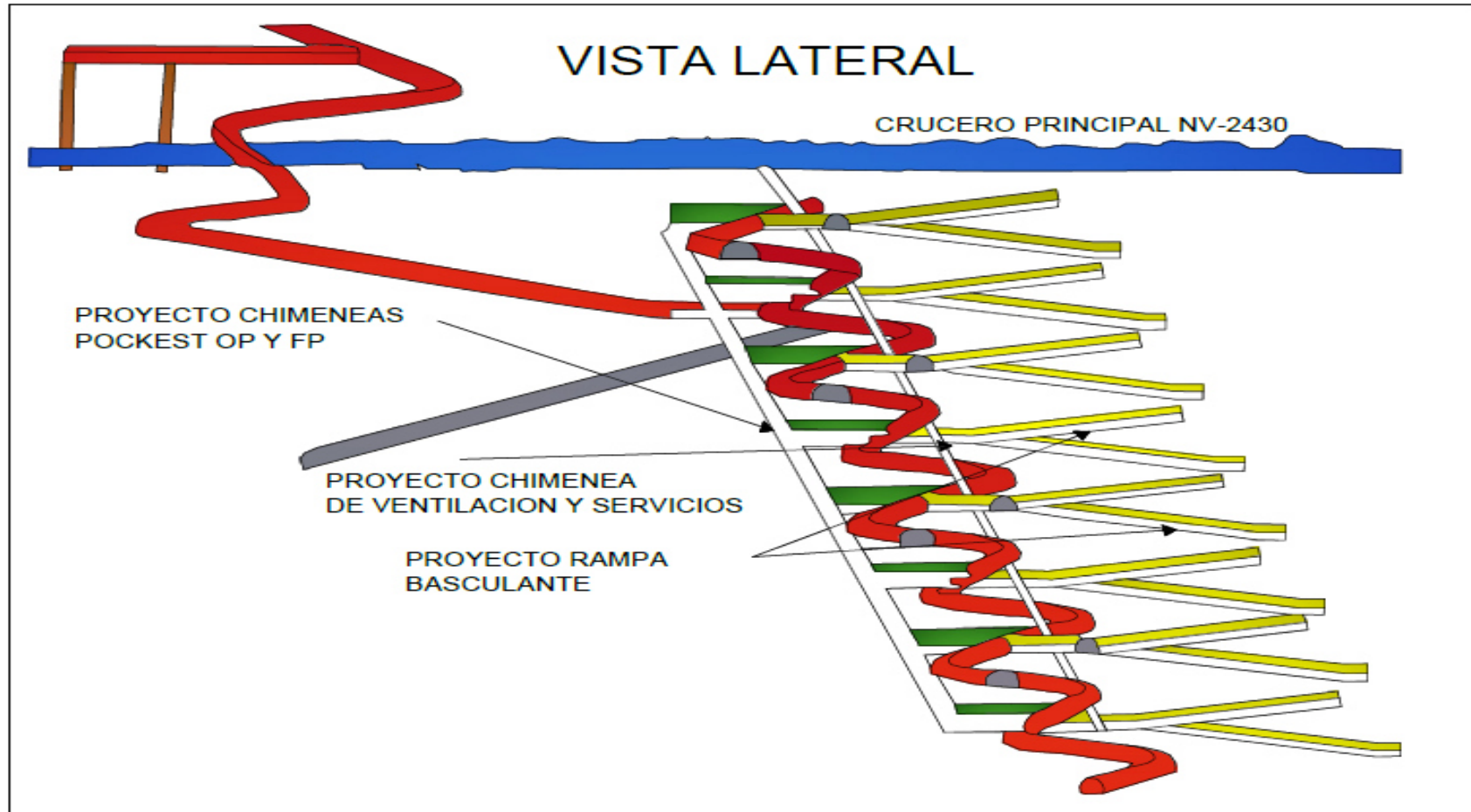


Figura 28. Vista lateral del proyecto de rampa basculante

PASAPORTE DE LABOR: TJ 2453. MINA ROSA ALTA NV. 2300
TOPOGRAFÍA Y PROYECTOS

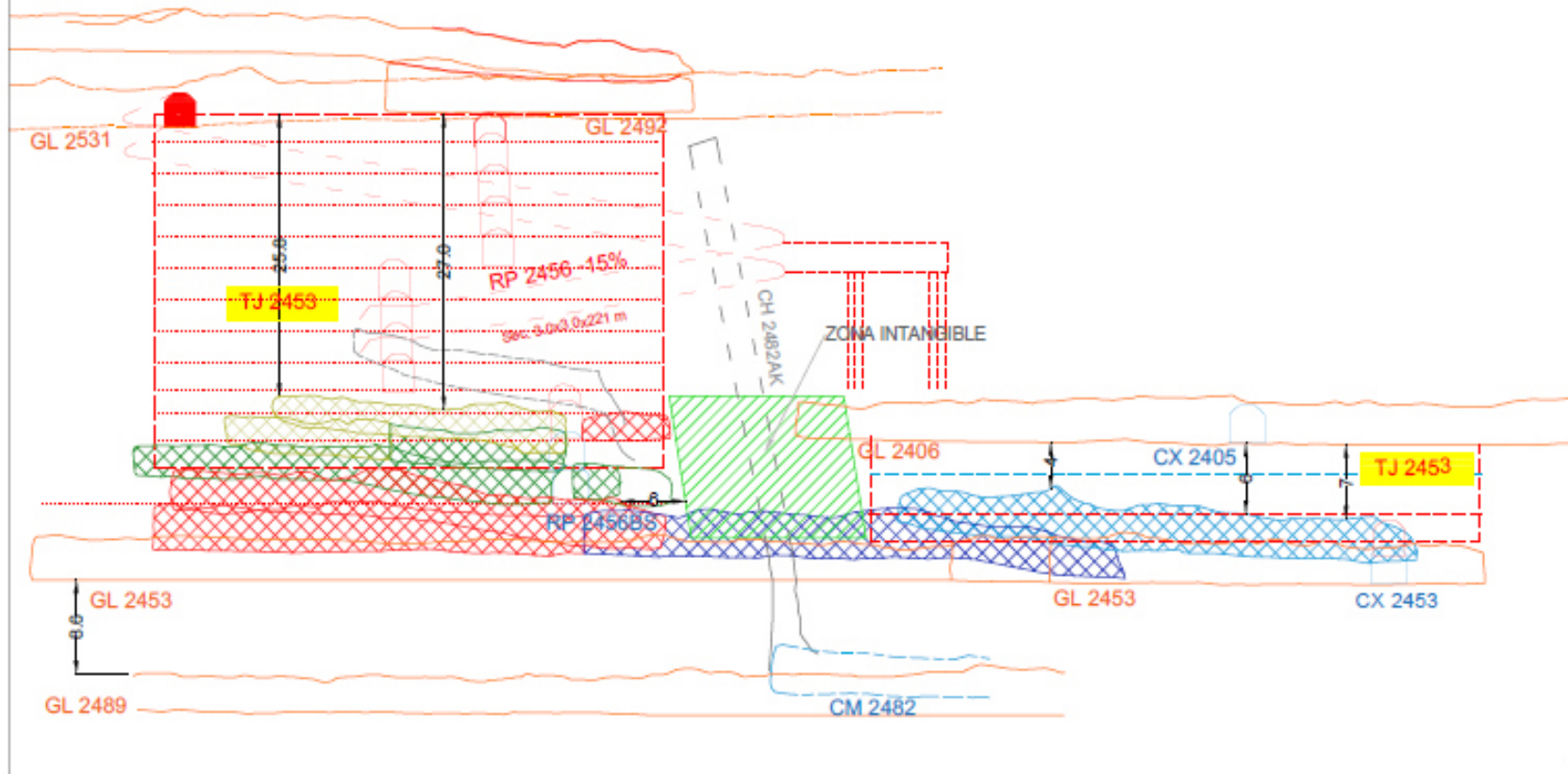


Figura 29. Vista lateral de la explotación Tj 2453
Tomado del Departamento de Planeamiento

Anexo C

Precios unitarios

Tabla 19. Precios unitarios del método de minado

EXPLORACION_TAJEO_MECANIZADO ANCHO VETA MENOR DE 3.50 MX 4.50M							
(CON JUMBO - SCOOP)							
		N° de Taladros:		Tons/Disp.	132.00		
O6542							
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	FACTOR	PU	SUB TOTAL	ESTANDAR	U.S.\$/MT
OPERADOR DE JUMBO	Hom/Disp	1.00	1.00	58.20	58.20		
AYUDANTE OP. JUMBO T	Hom/Disp	1.00	1.00	38.59	38.59		
OPERADOR SCOOP TRAM	Hom/Disp	1.00	1.00	51.87	51.87		
CARGADOR/DISPARDOR	Hom/Disp	3.00	1.00	41.12	123.36		
SERVICIOS PARA RELLENO	Hom/Disp	0.00	1.00	38.59	0.00		
SUB-TOTAL					272.02		2.06
MATERIALES							
BARRA MF T38 X H35 X R32 X 14', 7324-6543-20	MT/DISP	163.35	2500.00	513.94	33.58		
BROCA B R32 X 45MM / N° DE PARTE: 90504373	MT/DISP	163.35	200.00	83.12	67.89		
SHANK ADAPTER HLX5 X T38, 7304-7585-01	MT/DISP	163.35	3500.00	254.30	11.87		
POLIYUTE	Mts2/Ton	0	1.00	1.34	0.00		
TUBO PVC (RECORTE VOLADURA)	PZAS/DISP	12.00		2.16	25.92		
PETROLEO (JUMBO)	GLN/HR	1.50		3.13	4.70		
PETROLEO (SCOOP)	GLN/HR	21.22		3.13	66.47		
HERRAMIENTAS				1.00	1.00		
CADENA DE ESLAVÓN 3/16	PZAS/DISP	3.00		1.09	3.27		
SUB-TOTAL					214.70		1.63
IMPLEMENTOS SEGURIDAD							
IMPLEMENTOS SEGURIDAD-AVANCES	Unidad	5.00	1.00	2.40	12.00		
IMPLEMENTOS OPERADOR SCOOP	Tareas	1.00	1.00	4.48	4.48		
					16.48		0.12
VOLADURA							
SEMEXA 45% 1-1/8" X 12" (122) CART	TALADROS	80.00	1.00	0.55	44		
EXSABLOCK 7/8" X 7" (276) CART	TALADROS	102.00	1.00	0.16	16.626		
CORDON DETONANTE 5P (PENTACORD)	MTS	30.00	1.00	0.22	6.6		
GUIA ENSAMBLADA 2.4 MTS - CARMEX (350)	PZAS	2.00	1.00	0.82	1.64		
EXSANEL 4.20 MTS N 180 (200)	PZAS	27.00	1.00	1.15	31.05		
SUB-TOTAL					5.55	99.916	0.76
EQUIPOS							
JUMBO ELECTROHIDR DE 1 BRAZO (*)	HORAS	2.04		138.00	281.52		
SCOOP DIESEL 4.1 YD3	HORAS	5.30		93.19	493.907		
BOMBA SUMERGIBLE GRINDEX MODELO MAJOR H.		0.00		1.57	0		
PERFORADORA	PIES	0.00		0.12	0		
SUB-TOTAL					775.43		5.87
Relleno Hidráulico - DETRITICO	TMS	1	\$/Tons	1.07			1.07
TOTAL COSTOS DIRECTOS							11.51
CONTINGENCIAS	3%						0.35
UTILIDAD	10%						1.15
SUB TOTAL COSTOS INDIRECTOS							
TOTAL COSTOS U.S.\$/Ton (Sin equipos)							13.00

Tabla 20. Precios unitarios de chimeneas 2.4 x 1.2 m

04261-CH. 2.40 x 1.20 Mts.Limpieza Sin Scooptram directo a la Tolva hasta 30 mts altura							
(CON JUMBO - SCOOP)							
		N° de Taladro	23.00	Mts/Disp.	1.30		
		N° de Cargad	19.00				
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	FACTOR	PU	SUB TOTAL	ESTANDAR	U.S.\$/MT
MAESTRO PERFORISTA	Hom/Disp	1.00	1.00	41.12	41.12		
AYUDANTE PERFORISTA	Hom/Disp	1.50	1.00	38.59	57.89		
SUB-TOTAL					99.01		76.16
MATERIALES							
BARRA DE EXTENSION PORTA BROCA CONICA 6', 7876-6118-11	MT/DISP	115.00	1820.00	91.24	5.77		
BROCA DE 40 MM	MT/DISP	115.00	350.00	26.16	8.60		
ACEITE DE PERFORACIÓN ALMO	MT/DISP	0.25	1.00	8.52	2.13		
HERRAMIENTAS	Mts2/Ton		1.00	1.39	1.39		
SUB-TOTAL					17.88		13.75
IMPLEMENTOS SEGURIDAD							
IMPLEMENTOS SEGURIDAD-AVANCES	Unidad	2.50	1.00	2.40	6.00		
SUB-TOTAL					6.00		4.62
VOLADURA							
EXSABLOCK 7/8" X 7" (276) CART	TALADROS	70.00	1.00	0.16	11.41		
SEMEXSA 45% 7/8" X 7" (316) Cart	TALADROS	40.00	1.00	0.22	8.84		
EXSANEL 3.0 MTS N 288 (200)	TALADROS	19.00	1.00	1.04	19.817		
IGNETER CORD	MTS	2.00	1.00	0.45	0.89		
CORDON DETONANTE 5P (PENTACORD)	PZAS	10.00	1.00	0.22	2.2		
GUIA ENSAMBLADA 2.4 MTS - CARMEX (350)	PZAS	0.25	1.00	0.82	0.205		
SUB-TOTAL					43.36		33.36
EQUIPOS							
BOMBA SUMERGIBLE GRINDEX MODELO MAJOR H,	HORAS	0.00		1.57	0		
PERFORADORA	HORAS	15.00		0.12	13.8		
MANGUERA DE AIRE 1"		30.00		3.25	0.65		
MANGUERA DE AGUA 1/2"	PIES	30.00		1.66	0.332		
SUB-TOTAL					14.78		11.37
TOTAL COSTOS DIRECTOS							139.25
CONTINGENCIAS 3%							4.18
UTILIDAD 10%							13.93
SUB TOTAL COSTOS INDIRECTOS							
TOTAL COSTOS U.S.\$/Ton (Sin equipos)							157.36

Tabla 21. Precios unitarios de acarreo con Scoop

ACARREO SCOOP							
(CON JUMBO - SCOOP)							
		Nº de Taladros:		Tons/Disp.	120.27		
O8430							
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	FACTOR	PU	SUB TOTAL	ESTANDAR	U.S.\$/MT
OPERADOR SCOOPTRAM	Hom/Disp	1.00	0.13	51.87	6.48		
SUB-TOTAL					6.48		0.05
MATERIALES							
PETROLEO (SCOOP)	GLN/HR	4.00		3.13	12.53		
SUB-TOTAL					12.53		0.10
IMPLEMENTOS SEGURIDAD							
IMPLEMENTOS OPERADOR SCOOP	Tareas	1.00	0.13	4.48	4.48		
					4.48		0.04
EQUIPOS							
SCOOP DIESEL 4.1 YD3	HORAS	100		93.19	93.19		
SUB-TOTAL					93.19		0.77
TOTAL COSTOS DIRECTOS							0.97
CONTINGENCIAS							
		3%					
UTILIDAD							
		10%					
SUB TOTAL COSTOS INDIRECTOS							
TOTAL COSTOS U.S.\$/Ton (Sin equipos)							0.97

Tabla 22. Precios unitarios de transporte con locomotora

TRANSPORTE CON LOCOMOTORA A BATERIA 5.5 Tons

07151		CONSORCIO MINERO HORIZONTE S.A.					
TRANSPORTE EXTRACCION CON LOCOMOTORA A BATERIA LM 15(5.5 Tons)							
No CARROS MINEROS	Cant	8.00	Producción Días Mes	Tons/Mes 30.00	5,000.00 Turnos	Tons 2.00	
ITEM	DESCRIPCION	UNI.	CANTID.	PRECIO UNITARIO	MES U.S.\$	SUBTOT. \$	TOTAL US\$/UNID
1.- MANO DE OBRA							
	Maestro Locomotorista	Tareas	1.00	40.33 \$/Mes		2,419.97	
	Ayudante Locomotorista	Tareas	1.00	37.85 \$/Mes		2,271.05	
						4,691.02	0.94
2.- IMPLEMENTOS							
	Implementos Seguridad	Tareas	2.00	2.31		276.99	
						276.99	0.055
3.- CARROS MINEROS GRAMBY							
	Carros Mineros Gramby 80 CFM	Cant	8.000	91.20	\$/Mes	729.60	
						729.60	0.15
5.- EQUIPOS							
	Locomotora LM-15	Cant	1.00	2,200.00	\$/Mes	2,200.00	
						2,200.00	0.44
							1.58
6.- GASTOS INDIRECTOS							
	Contingencia	3%			\$		0.05
	Gastos Generales	0%			\$		0.00
	Utilidad	10%			\$		0.16
TOTAL COSTO TONELADAS EN DOLARES (US\$/TON)							1.78

Tabla 23.Precios unitarios de relleno hidráulico

FORMATO DE PRECIOS UNITARIOS DE RELLENO HIDRAULICO									
08451		Producción Relleno en Tajeos (M3/MES)							8,000
ITEM	DESCRIPCION	INCID.	UNI.	CANTID.	PRECIO UNITARIO	Días Mes	SUBTOT. \$	TOTAL US\$/UNID	
1.- MANO DE OBRA									
US\$									
	Capataz		Tareas	-	0.00	30.00	0.00		
	Maestro Relleno M2/M3		Tareas	6.00	40.33	30.00	7,259.92		
	Preparacion A1		Tareas	7.00	37.85	30.00	7,948.68		
	SUB TOTAL			13.00			15,208.60		
SUB TOTAL							15,208.60	1.90	
2.- IMPLEMENTOS									
	Implementos Ropa Agua		Tareas	180.00	4.69		843.79		
	Implementos sin Ropa agua		Tareas	210.00	2.31		484.73		
	SUB TOTAL						1,328.53	0.17	
3.- MATERIALES Y HERRAMIENTAS RRHH									
	Poliyute		M2	2,000.00	1.34		2,679.49		
	Clavos 3"		Kgs	60.00	1.20		71.72		
	Tubo 4"X3m PVC		Unid	150.00	7.42		1,113.60		
	Codos 4" x 90		Un	0.00			0.00		
	Herramientas de Mina-Barretillas		Global				1.43		
	Floculante		Kgs	0.00			0.00		
	Alambre No 8		Kgs	0.00	1.20		0.00		
	Madera Redondo - MARCHAVANTE Ø 4" X 300 CM		PZA	50.00	4.733		236.67		
	Madera Aserrada - Tabla 8" x 2" x 10'		PZA	50.00	7.430		371.50		
SUB TOTAL							4,474.40	0.56	
4.- EQUIPOS									
	BOMBA SUMERGIBLE		Hrs	320.00	1.57		502.48		
	SUB TOTAL						502.48	0.06	
CONTINGENCIA		3%						0.08	
UTILIDAD		10%						0.27	
SUB TOTAL COSTOS INDIRECTOS									
TOTAL COSTOS POR TMS SEGUN MEDICION TOPOGRAFICO DE TAJEOS							U.S.\$/M3	3.04	