

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

Optimización en la extracción de mineral mediante la construcción de un ore pass en el nivel 1515 de la unidad minera San Vicente de la Compañía Minera San Ignacio de Morococha S. A. A.

Mishael Walter Rojas Apolinario

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

De manera especial a mi asesor de tesis el Ing. Javier Córdova Blancas, por haberme guiado en la elaboración de este trabajo de titulación, así mismo a lo largo mi vida universitaria con sus experiencias y profesionalismo.

A mis docentes por los conocimientos vertidos en mi vida académica, las cuales son de mucha ayuda en mi desarrollo profesional.

A mi alma mater Universidad Continental, por haberme brindado oportunidades de desarrollo profesional y enriquecerme en conocimiento.

DEDICATORIA

A mis padres Alejandro Rojas y Nériida Apolinario, quienes son mi mayor inspiración, que, a través de su amor, paciencia y buenos valores, me ayudan a trazar mi camino como persona y profesional.

ÍNDICE

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-----	20
1.3. Justificación e importancia-----	20
1.3.1. Justificación social-práctica-----	20
1.3.2. Justificación académica-----	20
1.3.3. Justificación económica-----	21
1.4. Hipótesis de la investigación-----	21
1.4.1. Hipótesis general-----	21
1.4.2. Hipótesis específicas-----	21
1.5. Identificación de variables-----	21
1.5.1. Variable independiente-----	21
1.5.2. Variable dependiente-----	21
1.6. Matriz de operacionalización de variables-----	22
Capítulo II Marco teórico-----	24
2.1. Antecedentes del problema-----	24
2.2. Generalidades de la unidad minera San Vicente-----	27
2.2.1. Ubicación-----	27
2.2.2. Accesibilidad-----	27

2.3. Geología-----	28
2.3.1. Geología regional -----	28
2.3.2. Geología local-----	28
2.4. Características geomecánicas -----	32
2.4.1. Mapeo geomecánico-estructural-----	33
2.4.2. Caracterización de la roca intacta -----	34
2.5. Método de explotación -----	37
2.5.1. Método de explotación por cámaras y pilares-----	37
2.5.2. Operación unitaria de perforación y voladura de rocas en cámaras y pilares -----	38
2.5.3. Método de minado corte y relleno ascendente-----	39
2.5.4. Relleno detrítico y/o relleno hidráulico-----	43
2.5.5. Operación unitaria de perforación y voladura de rocas en corte y relleno ascendente -----	44
2.6. Bases teóricas del estudio-----	46
2.6.1. Análisis de estabilidad del echadero de mineral 690-----	47
2.6.2. Evaluación geomecánica -----	47
2.7. Diseño del echadero 690 -----	54
2.8. Presupuesto del echadero 690-----	56
2.9. Cronograma de labores de desarrollo en la construcción del echadero 690, nivel 1515 -----	60
2.10. Costos de inversión (<i>capex</i>) en la construcción del echadero 690 nivel 1515 -----	60
2.11. Optimización de distancias del proyecto de extracción por echadero 690 nivel 1515 -----	61
2.12. Características de transporte de mineral interior de mina -----	64
2.13. Costos de transporte de mineral-echadero 690 -----	66
2.14. Criterios económicos del plan de producción -----	68
2.15. Evaluación de la ruta de transporte actual -----	71
2.16. Evaluación económica de transporte mineral-periodo 2018 y 2019 -----	73
Capítulo III Metodología de la investigación -----	75
3.1. Método y alcances de la investigación-----	75
3.1.1. Método de la investigación -----	75
3.1.2. Alcances de la investigación -----	76

3.2. Diseño de la investigación-----	76
3.2.1. Tipo de investigación-----	77
3.3. Población y muestra -----	77
3.3.1. Población-----	77
3.3.2. Muestra -----	77
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos-----	77
3.4.1. Técnicas utilizadas en la recolección de datos -----	77
3.4.2. Instrumentos utilizados en la recolección de datos -----	77
Capítulo IV Resultados y discusión-----	78
4.1. Resultados-----	78
4.1.1. Análisis de las cámaras de carguío en el sistema de transporte en la UEA <i>Palmapata</i> -----	78
4.1.2. Análisis de las distancias en cámaras de carguío en el sistema de transporte en la UEA <i>Palmapata</i> -----	80
4.1.3. Análisis de las características de transporte de mineral-----	81
4.1.4. Análisis de los costos de transporte de mineral -----	83
4.1.5. Análisis de producción de mineral-----	85
4.1.6. Análisis de costos de transporte en la producción de mineral -----	88
4.1.7. Análisis de los costos de transporte en la implementación del <i>Ore Pass</i> 690 en el nivel 1515 -----	90
4.1.8. Análisis de la evaluación económica de la construcción del <i>Ore Pass</i> 690, nivel 1515 (tolva 690) -----	92
4.1.9. Análisis de la evaluación económica de transporte de mineral periodo 2019 -----	95
Conclusiones -----	98
Recomendaciones -----	100
Referencias bibliográficas -----	101
Anexos -----	102

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Identificación de variables	22
Tabla 2. Matriz de operacionalización de variables	23
Tabla 3. Ruta geográfica	27
Tabla 4. Resultados de índice de resistencia manual (IRM) Palmapata	35
Tabla 5. Resultado de los ensayos de las propiedades físicas	36
Tabla 6. Costos de diseño del echadero 690	57
Tabla 7. Cronograma para desarrollar el proyecto de extracción, echadero 690, nivel 1515	60
Tabla 8. Capex para desarrollar el proyecto de extracción, echadero 690, nivel 1515	61
Tabla 9. Características de transporte de mineral – interior de mina del proyecto de extracción, echadero 690, nivel 1515	65
Tabla 10. Costo unitario de transporte de mineral – interior de mina del proyecto de extracción, echadero 690, nivel 1515	67
Tabla 11. Recursos minerales mina San Vicente	68
Tabla 12. Programa de producción 2019 en la unidad minera San Vicente.....	69
Tabla 13. Programa de producción de concentrados 2019 en la unidad minera San Vicente	70
Tabla 14. Distancias de ruta antigua y actual del sector Ayala Inferior de la mina San Vicente	71
Tabla 15. Tonelaje producido en el sector Ayala Inferior durante el periodo 2019 de la mina San Vicente.....	72
Tabla 16. Análisis de tonelaje producido en el sector Ayala Inferior y el costo de transporte durante el periodo 2018 y 2019 en la mina San Vicente ..	74
Tabla 17. Distancias de ruta antigua y actual del sector Ayala Inferior de la mina San Vicente	80
Tabla 18. Características de transporte de mineral – interior de mina del proyecto de extracción, echadero 690, nivel 1515	82
Tabla 19. Costo unitario de transporte de mineral – interior de mina del proyecto de extracción, echadero 690, nivel 1515	84
Tabla 20. Programa de producción 2019 en la unidad minera San Vicente.....	86

Tabla 21. Programa de producción de concentrados 2019 en la unidad minera San Vicente	87
Tabla 22. Análisis de tonelaje producido en el sector Ayala Inferior y el costo de transporte durante el periodo 2019 de la mina San Vicente	89
Tabla 23. Capex de la implementación del echadero 690, nivel 11 en el sector Ayala Inferior, mina San Vicente	91
Tabla 24. Cálculo de ahorro en el costo de transporte de la implementación del echadero 690, nivel 11 en el sector Ayala Inferior, mina San Vicente	91
Tabla 25. Capex de la construcción del echadero 690, nivel 1515 en el sector Ayala Inferior, mina San Vicente	93
Tabla 26. Evaluación económica de la construcción del Echadero 690, nivel 11 en el sector Ayala Inferior, mina San Vicente	94
Tabla 27. Análisis de tonelaje producido en el sector Ayala Inferior y el costo de transporte durante el periodo 2018 y 2019 en la mina San Vicente ..	96
Tabla 28. Matriz de consistencia	103
Tabla 29. Operacionalización de variables	104
Tabla 30. Evaluación económica de la construcción del Ore Pass (tolva 690), nivel 1515 en el sector Ayala Inferior, mina San Vicente.....	108
Tabla 31. Cronograma de la construcción del Ore Pass (Tolva 690), nivel 1515 en el sector Ayala inferior, mina San Vicente	109

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la unidad minera San Vicente	27
Figura 2. Mapa geológico regional del área de trabajo	32
Figura 3. Esquema método minado cámaras y pilares	38
Figura 4. Diseño de la malla de voladura	39
Figura 5. Delimitada la base del tajo se procederá a realizar el minado, para lo cual se utilizan dos tipos de perforación.....	41
Figura 6. Descaje	41
Figura 7. Realce	42
Figura 8. Breasting	42
Figura 9. Relleno hidráulico.....	43
Figura 10. Esquema del método de minado cut and fill.....	44
Figura 11. Diseño de la malla de voladura	45
Figura 12. Perfil acarreo, ruta antigua y actual mediante la construcción del Ore Pass nv.1515, UM San Vicente	46
Figura 13. Perfil acarreo, ruta antigua y actual mediante la construcción del Ore Pass nv.1515, UM San Vicente	47
Figura 14. Sección transversal A-A' Norte - Sur (mirando al lado Este) y corte longitudinal B-B' Este-Oeste (mirando al lado Norte) de los echaderos 690.....	48
Figura 15. Plano en planta del proyecto de echaderos 690	49
Figura 16. Sección geométrica Norte-Sur, mirando al lado Este y el polígono con orientación de esfuerzos del macizo rocoso	50
Figura 17. Sección geométrica Este-Oeste, mirando al lado Norte y el polígono con orientación de esfuerzos del macizo rocoso	50
Figura 18. Sección geométrica de excavación circular a una determinada profundidad y orientación de los esfuerzos laterales del macizo rocoso.....	51
Figura 19. Cálculo de la dirección de esfuerzos a través de proyecciones estereográficas de la sección Norte-Sur, mirando al lado Este	51
Figura 20. Cálculo de la dirección de esfuerzos a través de proyecciones estereográficas de la sección Este-Oeste, mirando al lado Norte ...	51

Figura 21. Modelamiento geomecánico del echadero de la sección Norte-Sur, mirando al lado Este, sin sostenimiento	52
Figura 22. Modelamiento geomecánico del echadero de la sección Norte-Sur, mirando al lado Este con instalación de sostenimiento de Split set. 52	
Figura 23. Modelamiento geomecánico del echadero de la sección Este-Oeste, mirando al lado Norte, sin sostenimiento.....	53
Figura 24. Modelamiento geomecánico del echadero de la sección Este-Oeste, mirando al Norte Este, con instalación de sostenimiento de Split set	53
Figura 25. Modelamiento geomecánico del echadero de la sección transversal a una profundidad intermedia	54
Figura 26. Diseño de tolva 690 – zona Palmapata, sector Ayala Inferior, unidad minera San Vicente	55
Figura 27. Layout de distancias de tolva 690 a bocamina - zona Palmapata, sector Ayala Inferior, unidad minera San Vicente.....	63
Figura 28. Layout de distancias de tolva 690 a bocamina - zona Palmapata, sector Ayala Inferior, unidad minera San Vicente.....	79
Figura 29. Layout de distancias de tolva 690 a bocamina - zona Palmapata, sector Ayala Inferior, unidad minera San Vicente.....	105
Figura 30. Circuito principal de ventilación a implementarse - zona Palmapata, sector Ayala Inferior, unidad minera San Vicente.....	106
Figura 31. Plano de labores UEA Palmapata, sector Ayala Inferior, unidad minera San Vicente	107

RESUMEN

La investigación tiene por objetivo, la optimización en la extracción de mineral mediante la construcción de un *Ore Pass*, nivel 1515 en la zona de Ayala Inferior, perteneciente a la unidad minera San Vicente de la compañía minera San Ignacio de Morococha.

Se ha empleado el método analítico para el desarrollo de la presente tesis, el estudio es de carácter descriptivo-explicativo. La investigación fue preexperimental, de manera que se observaron los resultados de la construcción del *Ore Pass* 690 y su evaluación durante el transporte de mineral durante el 2019. El mecanismo para la recolección de datos fue la revisión documentaria y el acopio de datos correspondientes en la unidad minera San Vicente.

Finalmente, se concluye con el análisis técnico-económico del sistema de transporte de mineral desde las cámaras de carguío 280 y 210, hacia los *Ore Pass* 610 y 690, nivel 1515, del sector Ayala Inferior, también se realiza el mismo análisis con el plan de producción con las distancias reducidas y el costo unitario de transporte.

La construcción del *Ore Pass* 690 permite la reducción de distancias en 2.08 kilómetros desde la rampa 8090 hasta el *Ore Pass* 690 de allí a bocamina y finalmente hacia la planta concentradora. La distancia de la cámara de carguío 280 hacia el echadero 610 es de 2,093 metros y hacia el echadero 690 es de 1,417 metros teniendo una reducción de 676 metros. La distancia de la cámara de carguío 210 hacia el echadero 610 es de 2,806 metros y hacia el echadero 690 es de 1,073 metros teniendo una reducción de 1,730 metros. Esta menor distancia permitió un ahorro en el costo de transporte de US\$ de 564,908 durante el periodo 2019.

El *Capex* de construcción del *Ore Pass* 690 en el nivel 1515 fue de US\$ 682,257. La producción de mineral en el sector Ayala Inferior durante el periodo

2019 fue de 439,342 toneladas con leyes de Zn@ 7.18% y Pb@ 0.25%, con un NSR de 177.48 US\$/t.

De acuerdo con la evaluación económica, la implementación del *Ore Pass* 690 genera un VAN de 272,467 US \$, un TIR de 41%, un B/C de 1.41 años y un P.R. de 1.21 años, considerando una tasa de descuento anual del 12%. El análisis económico de inversión permite obtener un VAN > 0 y un TIR > Tasa descuento, lo que hace rentable la inversión, en la construcción del *Ore Pass* 690, nivel 1515 del sector Ayala Inferior de la UEA *Palmayata*, unidad minera San Vicente.

Palabras clave: *Ore Pass*, *Capex*, VAN, TIR, *budget*, producción, optimización, costos de operación, costos de capital.

ABSTRACT

The objective of the research is the optimization of mineral extraction through the construction of an Ore Pass, level 1515 in the Lower Ayala area, belonging to the San Vicente Mining Unit of the San Ignacio de Morococha Mining Company.

The analytical method has been used for the development of this thesis; the study is descriptive-explanatory. The research was pre-experimental, so that the results of the construction of the Ore Pass 690 and its evaluation during the transport of ore during the year of 2019 were observed. The mechanism for data collection was the documentary review and data collection corresponding in the San Vicente Mining Unit.

Finally, it is concluded, with the economic technical analysis of the ore transport system from loading chambers 280 and 210, to Ore Pass 610 and 690, level 1515, of the lower Ayala sector, the same analysis is also carried out with the plan of production with reduced distances and the unit cost of transport.

The construction of the Ore Pass 690 allows the reduction of distances by 2.08 kilometers from the 8090 ramp to the Ore Pass 690 from there to Bocamina and finally to the concentrator plant. The distance of the loading chamber 280 to the dump 610 is 2,093 meters and to the dump 690 is 1,417 meters having a reduction of 676 meters. The distance of the loading chamber 210 to the dump 610 is 2,806 meters and to the dump 690 is 1,073 meters having a reduction of 1,730 meters. This shorter distance allowed a cost savings of US \$ 564,908 during the 2019 period.

The Capex construction of the Ore Pass 690 at level 1515 was US\$ 682,257. Mineral production in the Lower Ayala sector during the 2019 period was 439,342 tons with laws of Zn @ 7.18% and Pb @ 0.25%, with an NSR of US\$ 177.48/t.

According to the economic evaluation, the implementation of the Ore Pass 690 generates a NPV of US \$ 272,467, an IRR of 41%, a B / C of 1.41 years and a

P.R. 1.21 years, considering an annual discount rate of 12%. The economic analysis of investment allows obtaining a $NPV > 0$ and an $IRR > \text{Discount rate}$, which makes the investment profitable, in the construction of Ore Pass 690, level 1515 of the Lower Ayala sector of the UEA Palmapata, San Vicente Mining Unit.

Keywords: Ore Pass, Capex, VAN, TIR, budget, production, optimization, operating costs, capital costs.

INTRODUCCIÓN

La mina San Vicente emplazada en calizas del grupo Pucará, genera diversas estructuras mineralizadas emplazadas en las UEA San Vicente, *Palmapata* y *Chilpes*, pertenecientes a la compañía minera San Ignacio de Morococha SAA. Estas estructuras están asociados a un modelo de yacimiento tipo MVT de Zn y Pb.

El presente estudio está asociado a estructuras mineralizadas presentes en la UEA *Palmapata*, sector Ayala Inferior, generando una producción equivalente al 72% del total de la mina San Vicente, con minerales de Zn, tipo blenda rubia y marmatita, con cantidades menores de plomo tipo galena.

La optimización en la extracción de mineral mediante la construcción del *Ore Pass* 690, nivel 1515 en el sector Ayala Inferior de la UEA *Palmapata*, permitirá reducir las distancias de transporte desde la rampa 8090 hasta el *Ore Pass* 690, de allí a boca mina y planta concentradora finalmente, generando la reducción de costos de transporte. Es así como la construcción del *Ore Pass* 690 permitirá la mejora de la productividad y reducción de costos en el transporte de mineral desde el sector Ayala Inferior.

La presente tesis considera los siguientes criterios, en el Capítulo I se consideran el planteamiento del problema, objetivos de investigación, justificación, hipótesis e identificación de variables.

En el Capítulo II, están el marco teórico, antecedentes del problema, generalidades de la empresa, las bases teóricas para la construcción del *Ore Pass* (Tolva 690) nivel 1515 sector Ayala Inferior asociado al *layout* de transporte de mineral.

En el Capítulo III se describe la metodología de investigación, en la cual se especifica el método, el alcance de la investigación, el diseño a desarrollar, el

nivel de investigación, población, muestra, la técnica de recolección y tratamiento de información.

En el Capítulo IV se muestran los resultados obtenidos mediante la construcción del *Ore Pass* en la extracción de mineral, del sector Ayala Inferior y su implicancia en la reducción de costos unitarios de transporte en la unidad minera San Vicente, los cuales son presentados con el análisis e interpretación de sus resultados.

El Autor.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

La minería constituye uno de los pilares en la economía nacional de los países, generando grandes ingresos al fisco por conceptos de impuestos y regalías. Las empresas mineras contribuyen con el desarrollo del país y del área de influencia de los proyectos a desarrollar con inversiones en infraestructura de vías de comunicación, electrificación y educación; generando empleos directos e indirectos en las actividades mineras.

Uno de los grandes efectos que genera la disminución de ingresos al fisco producto de los impuestos y regalías generadas por las ventas de mineral son el constante incremento de costo de operación y su consecuente disminución en la productividad operacional. Este descenso en la productividad tiene un efecto directo en el incremento de costos de operación disminuyendo en un 4% promedio anual en los países de la región. (1)

El descenso 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 genera el incremento de distancias de acarreo y transporte de mineral y desmonte, con su consecuente incremento de costos.

Las mayores distancias y tiempos que emplean los sistemas de transporte hacia los echaderos en labores de profundización generan altos costos de transporte, así como el incumplimiento de programas de avance y explotación por la demora en la limpieza y extracción.

Una de las alternativas de mejora del sistema de extracción y transporte es evaluar y diseñar un nuevo sistema de traspaso de mineral mediante la ejecución de un *Ore Pass*.

1.1.2. Formulación del problema

Problema general

¿Cómo se puede reducir costos de extracción de mineral mediante la construcción de un nuevo *Ore Pass* en el nivel 1515 de la unidad minera San Vicente de la compañía minera San Ignacio de Morococha?

Problemas específicos

- a) ¿Cómo aplicar criterios operacionales en la construcción de un *Ore Pass* para la extracción de mineral en el nivel 1515 de la unidad minera San Vicente de la compañía minera San Ignacio de Morococha?
- b) ¿Cómo mejorar la reducción de los costos de extracción mediante la construcción de un *Ore Pass* en el nivel 1515 de la unidad minera San Vicente de la compañía minera San Ignacio de Morococha?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Construir un nuevo *Ore Pass* en el nivel 1515 para reducir los costos de extracción de mineral en la unidad minera San Vicente de la compañía minera San Ignacio de Morococha.

1.2.2. Objetivos específicos

- a) Determinar el programa de inversión operativa en las labores de desarrollo y preparación para el nuevo *Ore Pass* en el nivel 1515 de la unidad minera San Vicente.
- b) Determinar los parámetros operacionales de extracción de mineral mediante la construcción del nuevo *Ore Pass* en el nivel 1515 de la unidad minera San Vicente.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación social-práctica

La investigación brinda grandes aportes al sector minero, como la de sustentar inversiones en proyectos mineros y establecer ambientes favorables para el incremento de las utilidades.

Así mismo, reducir los costos de extracción de mineral mediante la construcción de un *Ore Pass*.

En la actualidad, la mejora en la productividad en áreas de extracción de mineral se ha convertido en un eje fundamental dentro de la gestión de costos, ya que garantiza la estabilidad de una empresa y permite que logre sus objetivos de lineamiento corporativo en base a condiciones de mejora continua.

1.3.2. Justificación académica

La investigación remarca modelos a ejecutar para mejorar la rentabilidad económica de la empresa, incorporando una ampliación en el sistema de extracción de mineral con mayor eficiencia, menor tiempo de acarreo, eliminando problemas de campaneo y por ende favoreciendo a la reducción de costos en el ciclo de minado.

Se espera que las empresas mineras en colaboración con el estado y la sociedad busquen el desarrollo sostenible y progresivo, cumpliendo con las normas ISO 9001, ISO 14001 Y OHSAS 18001.

1.3.3. Justificación económica

La presente investigación pretende reducir los costos en extracción de mineral mediante la construcción de un *Ore Pass* en el nivel principal de extracción. La construcción del *Ore Pass* permitirá disminuir el ciclo de acarreo y transporte de mineral y desmonte, por lo que mejorarán los niveles de productividad en sistemas de extracción de mineral. Finalmente, la mejora de la productividad permitirá mejorar el valor presente neto, por el descenso de costos operacionales. La mejora en el sistema de extracción de mineral mediante la implementación del *Ore Pass*, generará mayor rentabilidad en el plan de minado tipo LOM, ya que se espera una reducción de tiempos y distancias de acarreo de mineral.

1.4. Hipótesis de la investigación

1.4.1. Hipótesis general

La construcción de un nuevo *Ore Pass* en el nivel 1515 permite la reducción de costos de extracción de mineral en la unidad minera San Vicente de compañía minera San Ignacio de Morococha.

1.4.2. Hipótesis específicas

- a) Reducir las distancias de extracción de mineral mediante la construcción de un *Ore Pass* en el nivel 1515 de la unidad minera San Vicente.
- b) Reducir los tiempos y costos de acarreo de mineral desde el nuevo *Ore Pass* hacia los puntos de descarga de mineral.

1.5. Identificación de variables

1.5.1. Variable independiente

Variable independiente: Construcción del *Ore Pass* en el nivel 1515

1.5.2. Variable dependiente

Variable dependiente: Extracción de mineral

1.6. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1. *Identificación de variables*

Problemas	Objetivos	Hipótesis
Problema general	Objetivos general	Hipótesis general
¿Cómo se puede reducir costos de extracción de mineral mediante la construcción de un nuevo <i>Ore Pass</i> en el nivel 1515 de la unidad minera San Vicente de la compañía minera San Ignacio de Morococha?	Construir un nuevo <i>Ore Pass</i> en el nivel 1515 para reducir los costos de extracción de mineral en la unidad minera San Vicente de la compañía minera San Ignacio de Morococha.	La construcción de un nuevo <i>Ore Pass</i> en el nivel 1515 permite la reducción de costos de extracción de mineral en la unidad minera San Vicente de compañía minera San Ignacio de Morococha.
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas
a) ¿Cómo aplicar criterios operacionales en la construcción de un <i>Ore Pass</i> para la extracción de mineral en el nivel 1515 de la unidad minera San Vicente de la compañía minera San Ignacio de Morococha?	a) Determinar el programa de inversión operativa en las labores de desarrollo y preparación para el nuevo <i>Ore Pass</i> en el nivel 1515 de la unidad minera San Vicente.	a) Reducir las distancias de extracción de mineral mediante la construcción de un <i>Ore Pass</i> en el nivel 1515 de la unidad minera San Vicente.
b) ¿Cómo mejorar la reducción de los costos de extracción mediante la construcción de un <i>Ore Pass</i> en el nivel 1515 de la unidad minera San Vicente de la compañía minera San Ignacio de Morococha?	b) Determinar los parámetros operacionales de extracción de mineral mediante la construcción del nuevo <i>Ore Pass</i> en el nivel 1515 de la unidad minera San Vicente.	b) Reducir los tiempos y costos de acarreo de mineral desde el nuevo <i>Ore Pass</i> hacia los puntos de descarga de mineral.

Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Matriz de operacionalización de variables

Variables, dimensiones e indicadores	Método
Variable independiente	
X= Construcción del Ore Pass nivel 1515	
Dimensiones:	<p>Para desarrollar el presente trabajo de investigación se aplicó el método analítico, siendo el tipo de investigación de alcance descriptivo-explicativo. La presente tesis es preexperimental, mediante el cual se analizaron e interpretaron los resultados de la extracción del mineral mediante la construcción del Ore Pass nivel 1515 de la unidad minera San Vicente, siendo su análisis de carácter técnico-económico.</p> <p>La recolección de información fue la revisión documental y el acopio de datos correspondientes a la construcción del Ore Pass nivel 15115, durante el periodo enero a diciembre del 2019. Finalmente, el plan de producción asociado a la extracción de mineral mediante el Ore Pass, permitió definir variables operacionales como los costos de acarreo de mineral.</p>
X1= Características geológicas	
X2= Propiedades del macizo rocoso	
X3= Diseño del echadero 690	
X4= Modelo económico	
Indicadores:	
x1.1= (Características de yacimiento + mineralogía + leyes)	
x2.1= (RMR + GSI + RQD, P.e, etc.)	
x3.1= (Parámetros de diseño echadero 690)	
x4.1= (Capex Echadero 690)	
Variable dependiente	
Y= Extracción de mineral	
Dimensiones:	
Y1= Plan de producción de mineral	
Y2= Perfil de acarreo	
Y3= Estructura de costos	
Indicadores:	
X1.1= Tonelaje transportado	
X2.1= Reducción distancias acarreo	
X3.1= Reducción costos de extracción de extracción de mineral.	

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

- Tesis de pregrado que lleva como título “*Evaluación económica del sistema de extracción de la mina Papagayo de cía. minera Poderosa*”. (2) La alternativa de mejora al sistema de extracción y transporte consistió en evaluar y diseñar un nuevo sistema de traspaso de mineral y desmonte, con la ejecución de 4 chimeneas *Raise Climber*, las que ubicadas apropiadamente han permitido reducir las distancias y costos de acarreo y transporte en interior de mina. El presente trabajo de tesis tiene como objetivo hacer una evaluación técnico-económica del sistema de extracción y transporte actual con el nuevo sistema en mina Papagayo, luego de ejecutadas las chimeneas *Raise Climber* 29, 30, 32 y 34, para echaderos de mineral y desmonte.

- Tesis de pregrado que lleva como título “*Construcción de chimeneas Raise Borer para optimizar el proceso de minado y los costos de explotación en el tajo 355 de Reina Leticia en la compañía minera Raura S. A.*” (3) El investigador tiene como objetivo evaluar alternativas técnico-económicas que maximicen el sistema de minado y minimicen los costos en el tajo 355 de la zona Reina Leticia. Las alternativas de explotación de la veta Reina Leticia, tajo 355 empleando chimeneas *Raise Boring* para alimentar relleno detrítico son más económicas que el método de explotación actual, a pesar de la alta inversión que se realiza al inicio del proyecto para la ejecución de las

chimeneas. El relleno del tajo empleando el actual sistema de minado de explotación por corte y relleno ascendente con rampa positiva demora 17.92 horas, dependiendo si existe desmonte disponible del frente de la rampa, con la alternativa demora 11.0 horas

- Tesis de pregrado que lleva como título “*Sistema de extracción de mineral del pique 718 con winche de izaje e incremento de producción en la mina Calpa-Arequipa*”. (4) El investigador tiene como objetivo implementar un sistema de extracción de mineral mecanizado con winche de izaje en el pique 718 e incrementar la producción en menor tiempo con winche de izaje a través del pique 718; la hipótesis general planteada: la implementación del sistema de extracción de mineral mecanizado con el uso del winche de izaje permitirá el incremento de la producción en menor tiempo realizándose mediante el pique 718 y, como hipótesis específica: la implementación de un sistema de extracción de mineral mecanizado se recurrirá al uso de un winche de izaje en el pique 718 y el winche de izaje influirá en el incremento de la producción en menor tiempo a través del pique 718; donde la metodología empleada es descriptiva y aplicativa. Con la implementación de un winche de izaje con el cual se incrementa la producción y, finalmente, en el trabajo de investigación se exponen los resultados de la implementación del winche de izaje y su comparación con el anterior método de extracción que en este caso viene a ser manual con el cual se producía 7.1918 TM/guardia y, posterior a esta instalación del winche de izaje, se logró producir 37.608 TM/guardia.
- Tesis de pregrado que lleva como título “*Optimización de costos en extracción de mineral, implementando chimenea Raise Boring como Ore Pass del nivel 1915 al nivel 1467 de la mina Papagayo - Poderosa*”. (5) En la compañía minera Poderosa S. A. es necesario mejorar el proceso de extracción de mineral y desmonte en las operaciones de la unidad de producción Marañón - mina Papagayo. Para ello, el proceso consistió en implementar cuatro chimeneas *raise climber* ubicados estratégicamente en las zonas de mayor producción y avance de la mina Papagayo, siendo las vetas Glorita 2 y Jimena. En el presente informe se representan los resultados de la mejora de extracción, en base a la reducción de costos de extracción de equipos

trackless de 2,97 \$/t a 1,78\$/t, y a la reducción de costos de extracción anuales con *dumper* de \$ 1,037,952 reducido a \$ 415,181. Como segunda estrategia, la reducción de la flota de equipos *trackless* en mina Papagayo de 6 a 2 *dumpers* utilizados actualmente, manteniendo el cumplimiento de un programa de 15,000 t/mes y 1,200 m/mes programado en avances, reflejado en el aumento de la productividad del *dumper* de 13,6 a 38,3 t/h en veta Glorita 2 y de 20,9 a 39,2 t/h en veta Jimena. Finalmente, se analiza el porcentaje de influencia en la implementación de las CH RC 29, 30, 32 y 34, representando el 75% de todo el movimiento de la producción (mineral), avances (mineral o desmonte) proyectado para los años 2017, 2018 y 2019 en la unidad de producción Marañón. Adicional a ello, se realiza el análisis económico y financiero de la implementación de las CH RC 29, 30, 32 y 34 en mina Papagayo.

- Tesis de pregrado que lleva como título “*Optimización de planes mineros en minas explotadas por Panel Caving incluyendo actividades de preparación minera*”. (6) El investigador tiene como objetivo Proponer una metodología basada en programación matemática que permita optimizar un plan de producción de una mina *Panel Caving* considerando la producción y preparación minera simultáneamente. De los resultados, la metodología tradicional de planificación arrojó resultados que podrían ser no factibles si las restricciones de preparación son incluidas en la planificación de la producción, debido a que no las considera como parámetros de entrada. En cambio, la metodología propuesta permite determinar la óptima apertura de puntos de extracción por periodo, donde se obtienen diferencias respecto a una estrategia operacional de apertura de puntos de hasta 33%, en valor, lo que equivale a 100 millones de dólares de diferencias por este fenómeno. Las posibles extensiones de este trabajo son simular los resultados del agendamiento para evaluar la factibilidad del plan de producción y evaluar otras estrategias de constructibilidad como el tipo de hundimiento.

2.2. Generalidades de la unidad minera San Vicente

2.2.1. Ubicación

La unidad minera San Vicente, está ubicada políticamente en el distrito de *Vitoc*, provincia de *Chanchamayo*, región Junín, en las estribaciones orientales de los andes centrales peruanos, a una altitud promedio de 1,570 m s. n. m., entre las siguientes coordenadas UTM tomados en el punto central (Nv. 1630):

- E = 458,195
- N = 8' 758, 608
- C = 1570 m s. n. m.

El área de estudio corresponde a la zona 18, del segmento Noroeste del cuadrángulo de La Merced, hoja 23-m.

2.2.2. Accesibilidad

Tabla 3. Ruta geográfica

Ruta	Kilómetros	Tipo de vía	Tiempo
Lima – La Oroya	174	asfaltado	5 horas
La Oroya - Tarma	55	asfaltado	1 h 30 min
Tarma – San Ramón	56	asfaltado	1 h 30 min
San Ramón – San Vicente	25	trocha	40 min

Fuente: elaboración propia



Figura 1. Ubicación de la unidad minera San Vicente
Fuente: Departamento de Geología de unidad minera San Vicente

2.3. Geología

2.3.1. Geología regional

En la zona de San Vicente, las rocas que se distinguen regionalmente, van desde el Precámbrico con el Complejo *Maraynioc* (esquistos y gneis micáceos) seguidamente sobre esta se desarrollan rocas sedimentarias de edades paleozoicas con la presencia del grupo Excelsior (areniscas y limonitas) suprayaciendo el grupo Tarma y Copacabana (calizas bioclásticas), posteriormente en secuencia transicional Permo-triásico se desarrolla el grupo *Mitu* con facies clásticas, constituidas por areniscas, limonitas y conglomerados plutonoclásticos. Dentro de las rocas clásticas del Mesozoico se desarrollan el grupo Pucará con las formaciones *Chambará*, *Aramachay* y *Condorsinga* constituidas por calizas dolomíticas, dolomías ooides, calizas bituminosas, calizas porosas y dolomicritas. Finalmente, al tope estratigráfico en discordancia erosional se presenta la formación La Merced con sus conglomerados y areniscas continentales seguidamente de depósitos recientes constituidos por materiales fluvioaluvionales, todos estos de edades Cenozoicas.

En cuanto a los intrusivos estos datan de edades Permo-triásicas los cuales están constituidos por el granito San Ramón y la granodiorita Tarma, asimismo se hallan intrusivos menores.

2.3.2. Geología local

Localmente el área está compuesta por capas sedimentarias principalmente que pertenecen al grupo *Pucará*, entre la formación *Chambará* y formación *Aramachay* en la parte inferior y superior respectivamente.

A. Grupo Mitu

Sedimentos continentales de coloración rojiza y del tipo molásico, constituido por areniscas, limolitas, yeso y conglomerados polimícticos, constituye morfológica y litológicamente la unidad guía para determinar la posición estratigráfica del grupo *Pucará*. Por relaciones de edad relativa se le considera del Permo-Triásico.

B. Grupo *Pucará*

Secuencia carbonatada de ambiente marino que alberga la mineralización de zinc del tipo MVT. Basados en criterios litoestratigráficos y teniendo en cuenta además la importancia económica, se han diferenciado diez unidades, de las cuales cuatro secuencias dolomíticas tienen filiación con la mineralización de zinc, las que se describen del piso al techo.

C. Unidades basales

Está en contacto directo sobre el grupo *Mitu*, el paso es transicional, aunque el cambio litológico es brusco, está constituida por calizas laminares y chérticas, dolomías micríticas, limolitas calcáreas, limolitas dolomíticas, calizas intraclásticas, todas ellas caracterizadas por su elevado porcentaje de cuarzo detrítico del tamaño de limo. Su espesor varía de 160 a 380 m.

✓ Caliza porosa basal

Secuencia calcáreo-dolomítica constituida por calizas-dolomíticas porosas deleznales, sueltas, con niveles de brecha calcárea, limolitas laminares, dolomías finas y algunos niveles oolíticos. Se han determinado espesores de 60 a 180 m.

✓ Dolomía San Judas

Es la primera secuencia de dolomías ooides alternados con niveles de dolomías finas. En esta unidad se han definido regionalmente dos barras, denominadas San Judas y Piñón; estas facies constituyen el tipo de roca que alberga la mineralización de zinc. En la barra San Judas, a la fecha se han diferenciado tres mantos, en el cual el tipo de mineralización es de flujo. Se tienen espesores de 200 a 390 m.

✓ Caliza Neptuno

Similar en litología a la caliza porosa basal, representa la segunda secuencia porosa, la diferencia está en la posición estratigráfica y en la distribución de las capas. Un rasgo regional característico de esta unidad es una secuencia de calizas oolíticas (facies de barra no dolomitizadas); su espesor varía entre 20 y 170 m, constituye un importante acuífero.

✓ **Dolomía San Vicente**

Es la segunda secuencia de dolomías ooides con niveles de dolomías finas, que son receptoras de la mineralización de zinc; en esta unidad, se han definido seis barras: *Sillapata*, *Aynamayo*, *Uncush*, *San Vicente*, *Palmapata* y *Aguada Blanca*.

En la barra San Vicente, se han detectado en la zona sur, cinco mantos de zinc del tipo cebrá, mientras que en la zona norte se tienen 9 mantos de zinc del tipo cebrá y un manto de zinc del tipo masivo, estratigráficamente muestran control definido ocupando las capas intermedias a inferiores; los espesores son muy variados y van de 30 a 300 m.

✓ **Caliza Uncush**

Está constituida por calizas negras bituminosas laminares en la base y masivas al techo de toda secuencia, constituye la unidad guía para efectuar correlaciones estratigráficas, ya que representa un evento tectónico-sedimentario importante a nivel global, de otro lado, la litología es bien diferenciable y típica solo de esta unidad lo que le da la categoría de unidad guía para todo el *Pucará*. Su espesor varía de 25 a 150 m.

✓ **Dolomía Alfonso**

Es la tercera secuencia favorable para albergar la mineralización de zinc, en esta unidad se ha desarrollado la barra Alfonso, cuya litología es similar a las otras dos unidades, la diferencia radica, en la distribución estratigráfica, así como en el grado de dolomitización y el tipo de estructura diagenética que se ha desarrollado, la cual representa grado de receptividad a la mineralización, de otro lado las dimensiones son pequeñas respecto a San Vicente. La variación de espesores es de 20 a 170 m.

✓ **Caliza Arcopunco**

Tercera secuencia porosa similar a las anteriores, la diferencia está en la posición estratigráfica y en la distribución a real de los afloramientos, ya que esta unidad aflora solo al norte de la mina y al sur de *Sillapata*. Su espesor es de 100 a 280 m.

✓ **Dolomía Colca**

Cuarta secuencia dolomítica favorable para albergar zinc, constituida de dolomías ooides, se han detectado escasos indicios de mineralización de zinc, siendo necesario mayores estudios. El espesor varía de 30 a 50 m.

✓ **Unidades superiores**

Constituye los niveles calcáreos sobre las secuencias favorables, litológicamente están constituidas por calizas laminares, dolomíticas, chérticas y nodulares, con niveles de dolomías micríticas. Alcanza un espesor de 80 m.

D. Formación La Merced

Constituye una secuencia de conglomerados, areniscas continentales y representan antiguos lechos de cursos de ríos que están localizados a lo largo del valle de Chanchamayo, se consideran del Plio-Pleistoceno.

E. Cuaternarios

Son depósitos actuales tanto de aluviales, coluviales, deslizamientos, derrumbes, etc., que son consecuencia del modelado del paisaje actual y nos indican la morfología dinámica del valle de Chanchamayo.

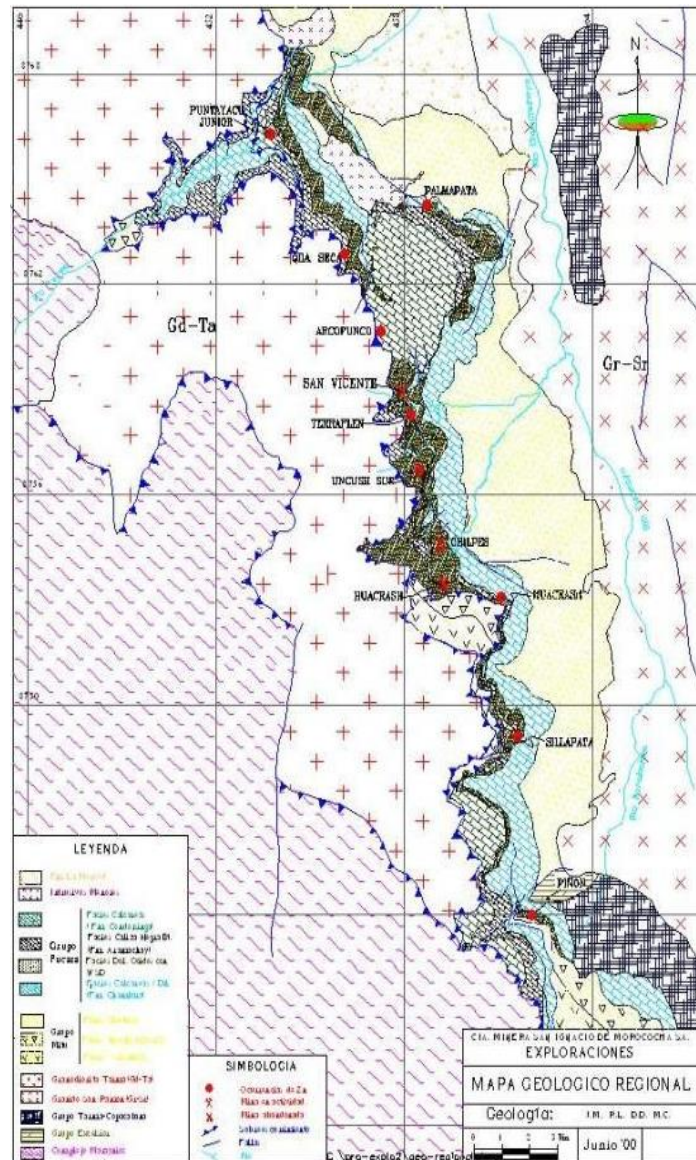


Figura 2. Mapa geológico regional del área de trabajo
Fuente: Departamento de geología unidad minera San Vicente

2.4. Características geomecánicas

Las excavaciones subterráneas se realizan con equipos *trackless*, la explotación por el método de **cámaras y pilares** y **corte y relleno ascendente**; con particularidades y limitaciones propias que impone la geometría del yacimiento (buzamiento de los mantos mineralizados) y la infraestructura existente.

El comportamiento del macizo rocoso está directamente relacionado con el número de familias de discontinuidades existentes, la dureza y la caracterización litológica estructural del macizo rocoso

La caracterización litológica y estructural del macizo rocoso, se realizó en las labores subterráneas de las UEA San Vicente, *Palmapata* y *Chilpes*, mediante el uso de líneas de detalle (líneas microtectónicas).

2.4.1. Mapeo geomecánico-estructural

El mapeo geomecánico-estructural del macizo rocoso, consiste básicamente en la medición detallada de la orientación de los planos (juntas, estratificaciones y fallas) que cortan el macizo rocoso. También se evalúa la alteración / meteorización, estructura, rugosidad, persistencia, espaciamiento de las discontinuidades, para ser incorporadas en la clasificación del macizo rocoso y en la determinación de las familias o sistemas principales de discontinuidades.

Para caracterizar el macizo rocoso, se han registrado datos, de las labores mineras subterráneas que involucran las áreas de interés (UEA San Vicente *Palmapata* y *Chilpes*)

El mapeo geomecánico se realizó por el método de **celdas**, mediante el cual se registraron mediciones de las discontinuidades presentes en cada una de las estaciones planeadas, luego de una minuciosa auscultación del área de estudio, las características lito-estructurales observadas y medidas, fueron evaluadas y cuantificadas en formatos estándar establecidos para la evaluación geomecánica del macizo rocoso, según sugiere la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas (ISRM).

Los parámetros evaluados en el mapeo geológico-geomecánico fueron:

- ✓ Litología
- ✓ Distribución de las discontinuidades
- ✓ Orientación de la discontinuidad
- ✓ Tipo de alteración
- ✓ Resistencia a la compresión uniaxial (RCU)
- ✓ Grado de fracturamiento
- ✓ Condición de discontinuidades (espaciado, persistencia, apertura, rugosidad, tipo y espesor de relleno, grado de meteorización)
- ✓ Condición del agua subterránea

- ✓ Corrección por orientación de discontinuidades

2.4.2. Caracterización de la roca intacta

Los macizos rocosos son cuerpos esencialmente anisotrópicos, ya que están compuestos habitualmente por diversas especies de minerales que han sufrido procesos tectónicos creando superficies de discontinuidad, sin embargo para poderlo caracterizar mecánicamente, se recurre a ensayar muestras normalmente sin discontinuidades; estas pruebas tienen la finalidad de determinar las propiedades físicas y mecánicas de la roca intacta, es decir sin que la roca se encuentre afectada por elementos geoestructurales (fallas, fracturas o estratos), y otros factores geológicos que alteren sus propiedades; por tanto sus valores son mayores que las del macizo rocoso.

A. Ensayos *in situ*

Estos ensayos se realizaron en el interior de las labores mineras subterráneas, de las UEA San Vicente, *Palmapata* y *Chilpes*) y consiste en:

B. Índice de resistencia manual (IRM)

Es una prueba de campo que se ha efectuado con la ayuda de un martillo de geólogo y un cuchillo de bolsillo; con estos implementos se ha determinado el rango aproximado de la resistencia a la compresión uniaxial (RCU) de la roca; la identificación de campo, descripción, así como el grado de resistencia están consignados en la Tabla 3, el cual se ha incluido en el formato de mapeo geomecánico.

UEA Palmapata

Se dan golpes con el martillo, a fin de poder tener una primera aproximación, en cuanto a la resistencia de la roca intacta en campo. Los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 4. Resultados de índice de resistencia manual (IRM) Palmapata

Zona	Labor	Estación	Grado	RCU (mpa)	N.º de golpes	Observaciones
Ayala Inferior	Rampa 247	EG-5	R 4	50 – 100	2	Presencia de fracturas
Ayala Inferior	Rampa 630	EG-6	R 4	50 – 100	2	Caliza Negra
Ayala Inferior	Rampa 690	EG-7	R 4	50 – 100	2	Presencia de fracturas
Zona Sur	Rampa 530	EG-8	R 4	50 – 100	2	Presencia de fracturas

Fuente: Departamento de Geomecánica de unidad minera San Vicente

C. Propiedades físicas

Su determinación se basa en el establecimiento del peso seco, peso saturado y el volumen de las probetas rocosas cilíndricas. Las propiedades que así se determinan son:

Peso específico (δ): es el peso de una unidad de volumen de roca, expresado en gr/cm³; kg/m³; etc. Y se ha determinado por la siguiente fórmula:

$$\delta = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Volumen}} \times 9.81 \text{ gr/cm}^3$$

Porosidad (n): es la relación entre el volumen de vacío (poros) y el volumen total de la muestra, se calcula mediante la siguiente relación en término porcentuales.

$$n = \frac{\text{Peso saturado} - \text{Peso seco}}{\delta W \times \text{volumen}} \times 100$$

Absorción (w): es el agua que llena a los poros de una muestra de roca sumergida en agua, y es la relación porcentual del peso del agua absorbida, respecto al peso de la muestra seca.

$$W = \frac{\text{Peso saturado} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

En el cuadro siguiente se muestra el resultado de las propiedades físicas obtenidas en los ensayos realizados en los laboratorios de Mecánica de Rocas de la UNI a las muestras obtenidas de la UEA San Vicente, (zona *Rhamys* y nuevo *Rhamys*), las que fueron obtenidas de los sondajes DDH (3938, 3935), seleccionados para los fines del estudio.

Tabla 5. Resultado de los ensayos de las propiedades físicas

Nivel Labor / Sondaje	Área / Zona	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Densidad Seca (g/cm ³)	Densidad Húmeda (g/cm ³)	Porosidad Aparente (%)	Absorción (%)	Peso Especifico Aparente (kN/m ³)
1515 GL 8970 N	16 S AYALA INFERIOR	4.45	2.15	2.82	2.83	0.63	0.22	27.74
		4.45	2.21	2.80	2.80	0.70	0.25	27.48
		4.45	2.06	2.81	2.82	0.59	0.21	27.61
<i>Promedio</i>				2.81	2.82	0.64	0.23	27.61
1870 CRA 5640 SE	4S MAGNESO	4.45	2.60	2.81	2.82	1.16	0.41	27.60
		4.45	2.09	2.77	2.78	0.89	0.32	27.18
		4.45	2.25	2.77	2.78	1.00	0.36	27.24
<i>Promedio</i>				2.78	2.79	1.02	0.37	27.34
1750 CX 980 SW	2S AYALA SUPERIOR	4.45	1.95	2.81	2.81	0.79	0.28	27.56
		4.45	1.80	2.81	2.82	1.18	0.42	27.58
		4.45	1.76	2.76	2.77	1.06	0.38	27.14
<i>Promedio</i>				2.79	2.80	1.01	0.36	27.43
1704 GL 890 S	24S ZONA SUR	4.45	2.71	2.80	2.81	0.57	0.20	27.52
		4.45	2.52	2.78	2.79	0.87	0.31	27.34
		4.45	2.25	2.74	2.75	0.60	0.22	26.92
<i>Promedio</i>				2.77	2.78	0.68	0.24	27.26
1709 GL 510 SE	3N DOMO	4.45	2.30	2.87	2.88	1.06	0.37	28.15
		4.45	1.92	3.00	3.01	1.00	0.33	29.48
		11.51*	4.40	2.92	2.93	0.91	0.31	28.63
<i>Promedio</i>				2.93	2.94	0.99	0.34	28.75
DDH 3935 CRA 7650	RHAMYS	4.77	2.55	2.80	2.80	0.66	0.24	27.48
		4.77	2.81	2.81	2.82	0.72	0.26	27.60
		4.77	2.79	2.78	2.79	0.78	0.28	27.31
<i>Promedio</i>				2.80	2.80	0.72	0.26	27.46
DDH 3938 CRA 7870	NUEVO RHAMYS	4.74	2.87	2.81	2.82	0.83	0.29	27.65
		4.74	2.65	2.81	2.82	0.88	0.31	27.60
		4.74	2.64	2.79	2.80	0.90	0.32	27.42
<i>Promedio</i>				2.80	2.81	0.87	0.31	27.55
DDH 3940 CRA 510W	ORCOPUNCO	6.10	2.10	2.78	2.80	1.22	0.44	27.38
		6.10	1.87	2.78	2.80	2.18	0.78	27.34
		6.10	1.92	2.78	2.80	1.82	0.65	27.38
<i>Promedio</i>				2.78	2.80	1.74	0.63	27.36

Fuente: Departamento de Geomecánica de unidad minera San Vicente

2.5. Método de explotación

2.5.1. Método de explotación por cámaras y pilares

En Simsa, las dimensiones y distribución de cámaras se hacen sobre la marcha de la explotación, dejando pilares en forma irregular obedeciendo a las características presentadas por el yacimiento, zonas de baja ley o estéril.

Aplicado para mantos con buzamiento de 0° a 25° y potencia de 2 a 6 m, en los mantos horizontales la perforación se compara a la perforación de las galerías en donde el ancho y el alto del tajo corresponde a las dimensiones donde opera un equipo electrohidráulico.

Diseño

El ingreso se realiza por rampas y se intercepta el mineral por la caja techo de la estructura mineralizada (mantos entre 20° y 25°) con accesos negativos, una vez interceptado el manto se desarrolla el frente siguiendo el rumbo hasta delimitarlo en sus extremos.

Definido los extremos se continúa el avance del frente en roca estéril 10 m, que servirá como cola o refugio de los equipos para iniciar la rampa positiva siguiendo el rumbo y buzamiento del manto hasta formar con el piso superior el pilar que permitirá que continuemos con el desarrollo del frente horizontalmente, siguiendo el rumbo del mineral y así sucesivamente delimitando el manto en altura, hasta su encampañe económico.

Como parte del ciclo de minado se realizan chimeneas mecanizadas o convencionales para la ventilación y servicios.

De ser posible y si se cuenta con un nivel superior se debe construir un *Raise Boring*, para el circuito de ventilación, que hasta el momento es de ventilación forzada, además es necesario entre piso y piso tener una abertura que nos sirva de echadero para el mineral, para su evacuación final.

Una vez delimitado el manto económico la recuperación de los pilares puede ser parcial o total, la recuperación de pilares se realiza en retirada una vez el tajo haya llegado a su límite económico o haya conectado con el laboreo superior.

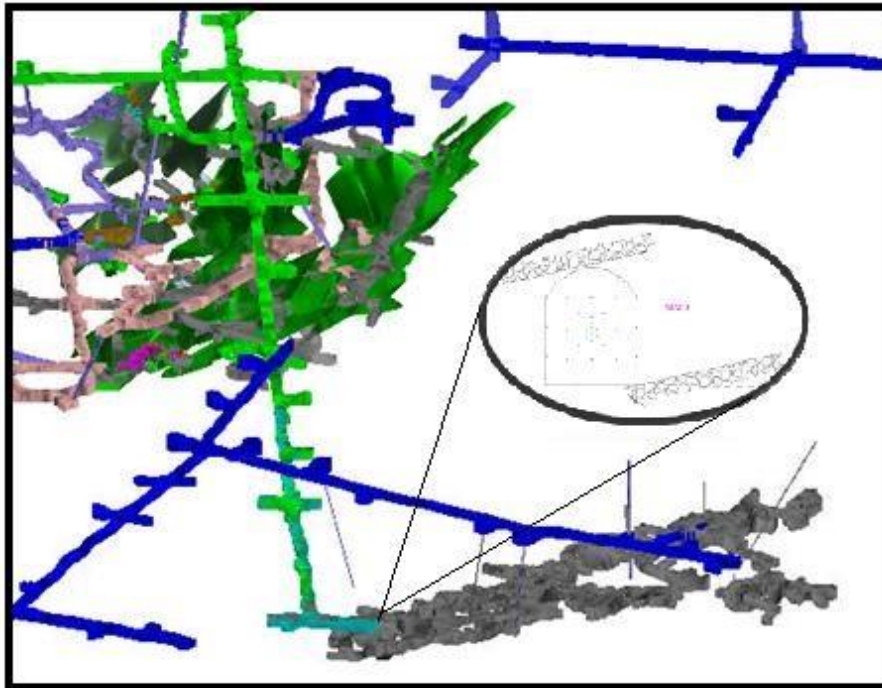


Figura 3. Esquema método minado cámaras y pilares
Fuente: Departamento de Geología de unidad minera San Vicente

2.5.2. Operación unitaria de perforación y voladura de rocas en cámaras y pilares

En Simsa, se realiza la perforación con equipos electrohidráulicos (jumbos de un brazo) con vigas para barrenos de 12 pies de longitud.

Se emplean brocas de 45 mm para los taladros de producción y rimadoras de 100 mm de diámetro.

El diseño de la malla de perforación se elaboró considerando al macizo rocoso como variable independiente, a las características del explosivo (emulsión) y la geometría (espaciamiento y burden) como variables dependientes.

Se realizaron los ajustes de la malla de perforación para frentes en las cámaras principales y cámaras de intersección con pruebas hechas en el campo.

Para la voladura se utiliza emulsión encartuchada de los tipos emulnor 5000, emulnor 3000 y emulnor 1000. Así mismo, accesorios de voladura: faneles de periodo corto y periodo largo; *PentaCord* como cordón detonante y *Carmex*.

El diseño de la malla de voladura se elaboró con la técnica de la voladura controlada (carga desacoplada) para conservar el contorno de la labor, y el estudio de vibraciones para las distribuciones de los microrretardos.

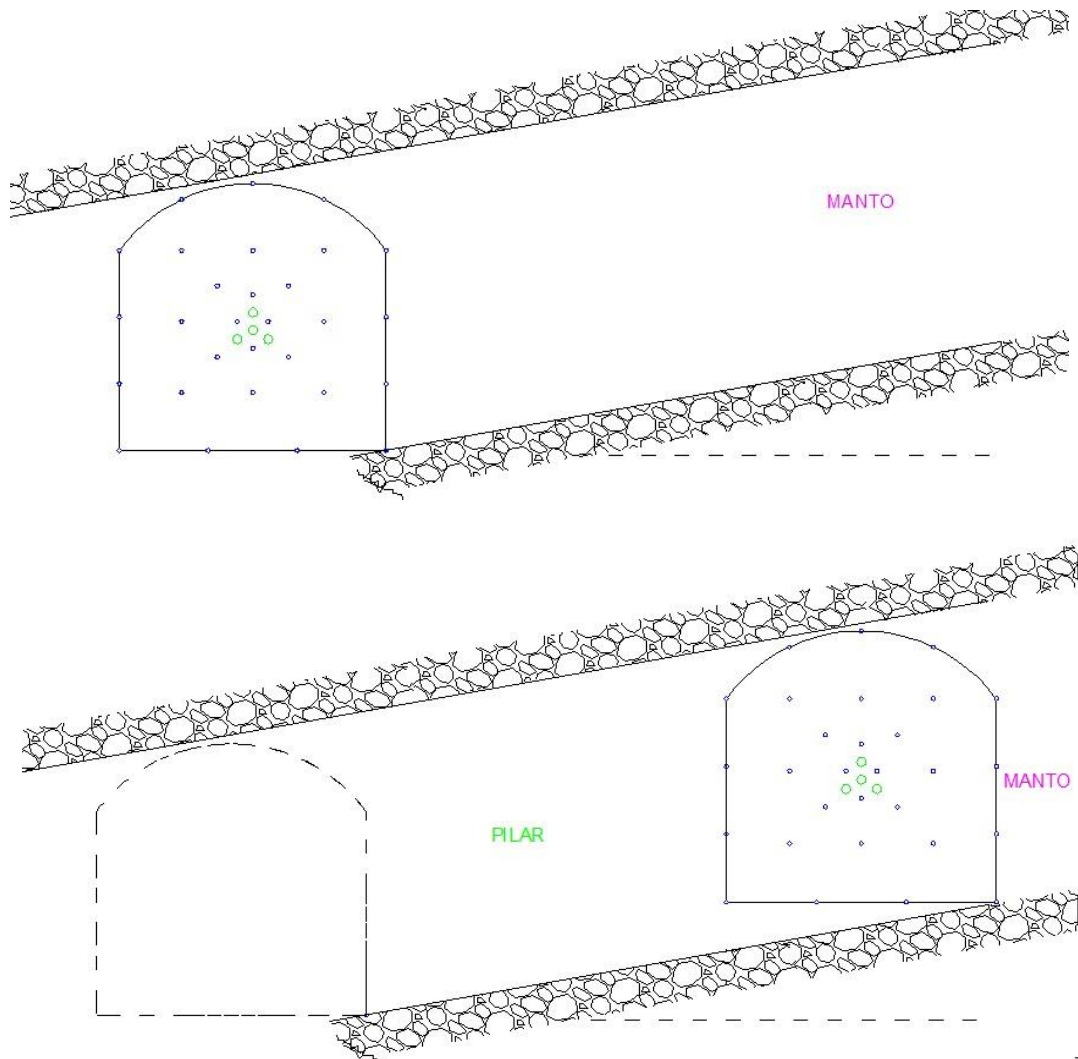


Figura 4. Diseño de la malla de voladura
Fuente: Departamento de Geomecánica de unidad minera San Vicente

2.5.3. Método de minado corte y relleno ascendente

Simsa viene utilizando el método de corte y relleno mecanizado en forma ascendente; donde se emplea la roca fragmentada como material de relleno, así mismo el material del procesamiento de minerales como relleno hidráulico.

Cuando los mantos tienen un buzamiento de 30° a 45° y potencia de 2.5 a 5 m, donde las cajas y el mineral son competentes; los blocks diseñados son de 30 m en vertical y de longitud entre 80 a 150 m según el comportamiento del manto.

Diseño

Se llega al manto a través de la rampa principal ubicada en la caja piso de este, a partir de este se preparan labores de accesos a los mantos hasta interceptarlos y desarrollar el laboreo en su longitud.

La rampa principal está ubicada a 50 m del manto con gradiente de 15% y de 8% en las curvas, la dimensión de la rampa es de 4 m de ancho por 4 m de alto.

La labor de acceso intercepta al manto en el centro para dividir el block en dos; en cada block dividido se realizan dos accesos para minar toda la altura del block cuyo encampane es de 50 m.

El ingreso a los blocks mineralizados se realiza mediante rampas para luego interceptarlos con accesos negativos y continuar con un avance horizontal que siga el rumbo de la estructura del mineral, de esta forma se delimitarán los extremos de los blocks.

En cada acceso hacia el manto se prepararán las cámaras de carguío preparadas para volquetes de 20 toneladas de capacidad, que son cargados con *scooptramp* de 6.3 y 4.1 yd³ de capacidad. Desde las cámaras, los volquetes transportan el mineral hasta el echadero principal (*Ore Pass* 610).

Las chimeneas en cada block de explotación son realizadas con el sistema *Raise Boring* de 1.5 m (5') de diámetro, el aire usado es encausado hacia las chimeneas principales de ventilación de 2.1 m (7') de diámetro.

Los equipos empleados para la perforación de los frentes son los jumbos electrohidráulicos de un brazo; así también jumbos adaptados para el sostenimiento (instalación de pernos y mallas electrosoldadas).

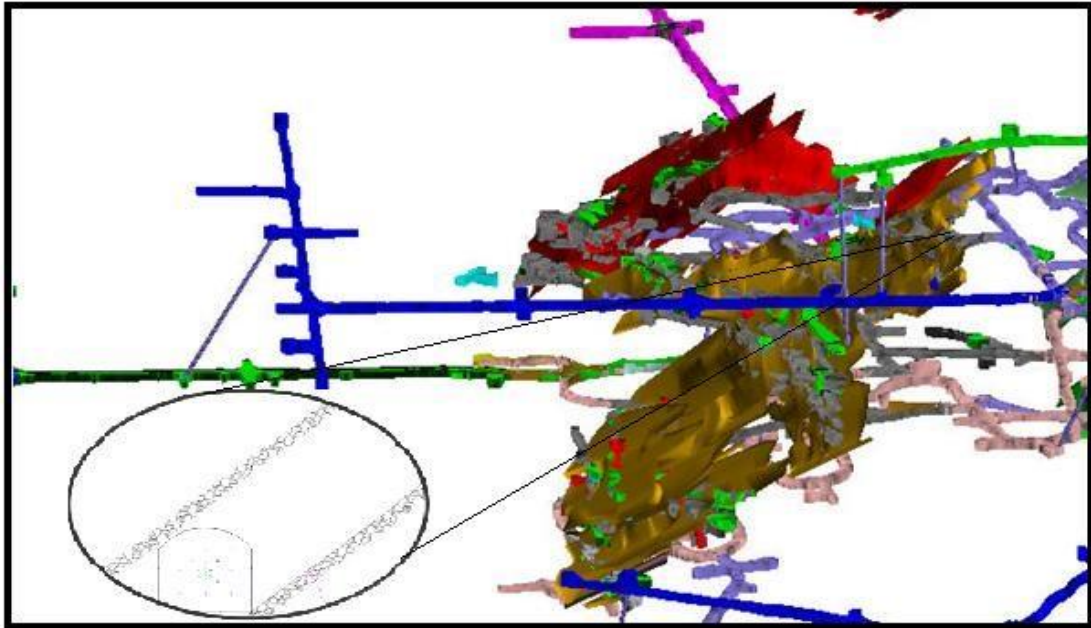


Figura 5. Delimitada la base del tajo se procederá a realizar el minado, para lo cual se utilizan dos tipos de perforación
Fuente: Departamento de Geomecánica de unidad minera San Vicente

Descaje

Es un tipo de perforación horizontal que consiste en realizar taladros horizontales, este tipo de perforación es cuando las cajas techo y piso son competentes ($RMR \geq$

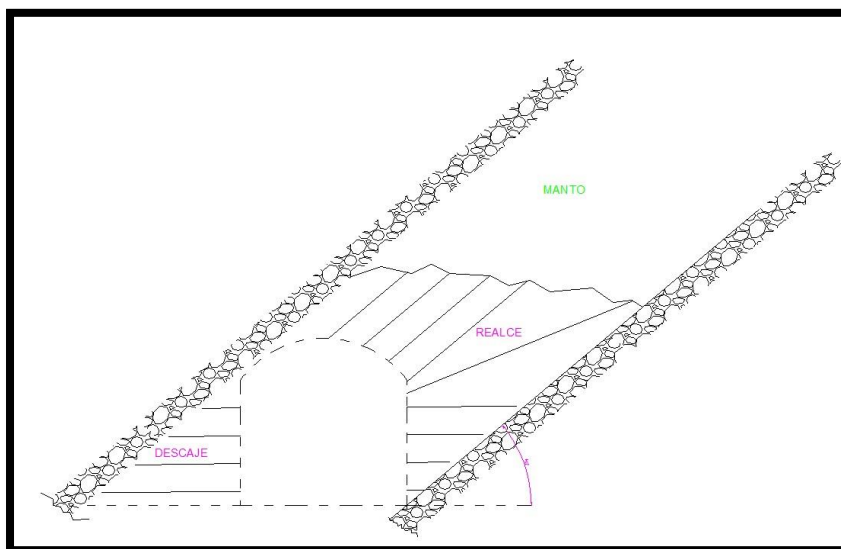


Figura 6. Descaje
Fuente: Departamento de Geomecánica de unidad minera San Vicente

Realce

Es un tipo de perforación ascendente que consiste en realizar taladros verticales o inclinados, este tipo de perforación se realiza cuando el terreno es competente.

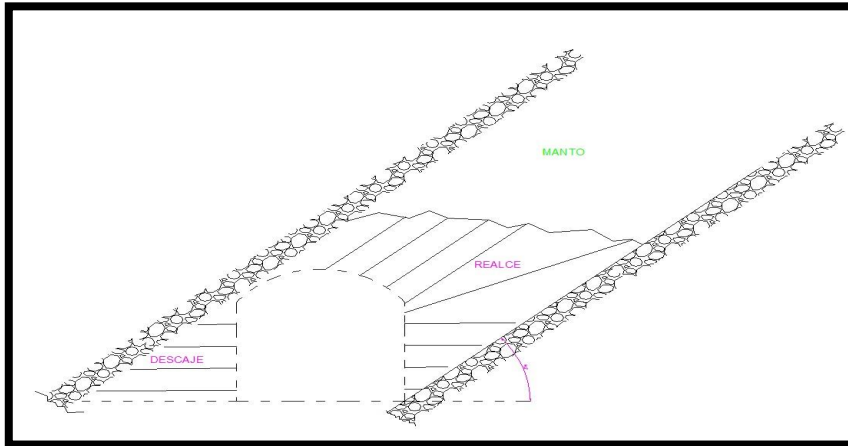


Figura 7. Realce

Fuente: Departamento de Geomecánica de unidad minera San Vicente

Breasting

Es un tipo de perforación con cara libre, hacia el relleno, avanzando con perforación horizontal. Este tipo de perforación se aplica cuando se va a realizar el segundo y tercer corte.

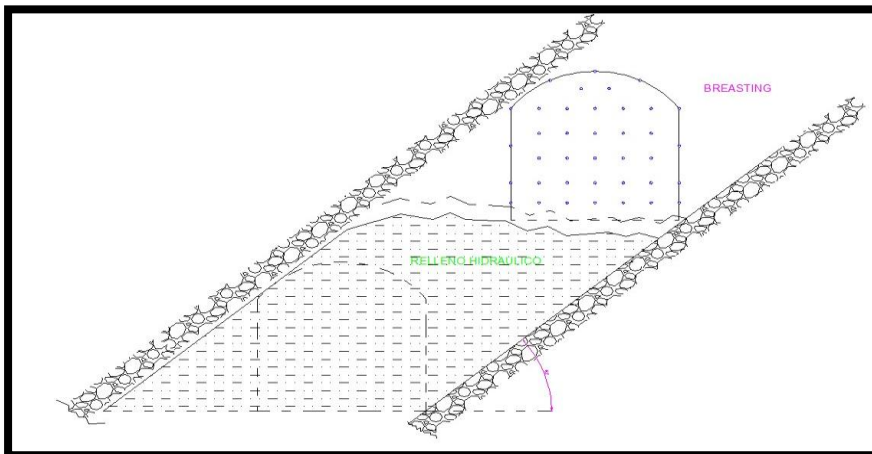


Figura 8. Breasting

Fuente: Departamento de Geomecánica de unidad minera San Vicente

Como parte del método de minado por corte y relleno ascendente, el relleno que se realiza en la operación es mixto (hidráulico y mecánico).

2.5.4. Relleno detrítico y/o relleno hidráulico

Concluida la rotura del corte en el acceso se procede a rellenar con desmonte procedente de las preparaciones adyacentes, para sellar con relleno hidráulico dejando una luz de 0.50 m hacia el techo, estabilizando los hastiales de la labor y preparando el piso para el nuevo corte.

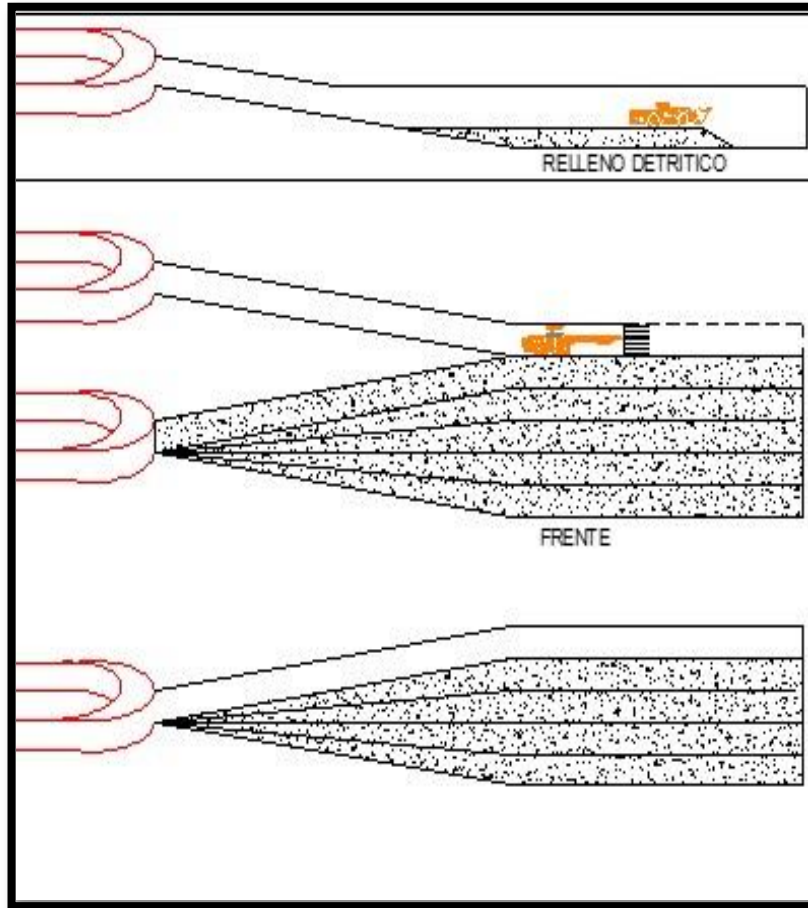


Figura 9. Relleno hidráulico

Fuente: Departamento de servicios auxiliares de unidad minera San Vicente

Como parte del ciclo de minado se realizan chimeneas mecanizadas o convencionales para la ventilación, servicios y *Ore Pass*.

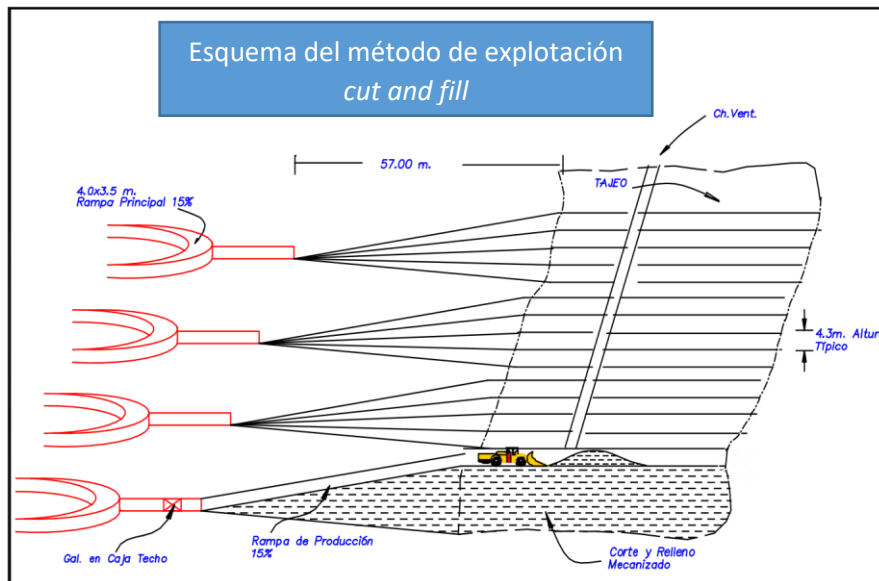


Figura 10. Esquema del método de minado cut and fill
Fuente: Departamento de Geomecánica de unidad minera San Vicente

2.5.5. Operación unitaria de perforación y voladura de rocas en corte y relleno ascendente

En Simsa se realiza la perforación con equipos electrohidráulicos (jumbos de un brazo) con vigas para barrenos de 12 pies de longitud.

Se emplean brocas de 45 mm para los taladros de producción y rimadoras de 101.6 mm de diámetro.

El diseño de la malla de perforación se elaboró considerando al macizo rocoso como variable independiente, a las características del explosivo (emulsión) y la geometría (espaciamiento y burden) como variables dependientes.

Se realizaron los ajustes de la malla de perforación para frentes y *breasting* con pruebas hechas en el campo.

Para la voladura se utiliza emulsión de los tipos *emulnor 5000*, *emulnor 3000* y *emulnor 1000*. Así mismo, accesorios de voladura: faneles de periodo corto y periodo largo ambos de 4 m de longitud; *PentaCord* como cordón detonante y *Carmex* de 8' de longitud. El diseño de la malla de voladura se elaboró con la técnica de la voladura controlada (carga desacoplada) para conservar el

contorno de la labor, y el estudio de vibraciones para las distribuciones de los microrretardos.

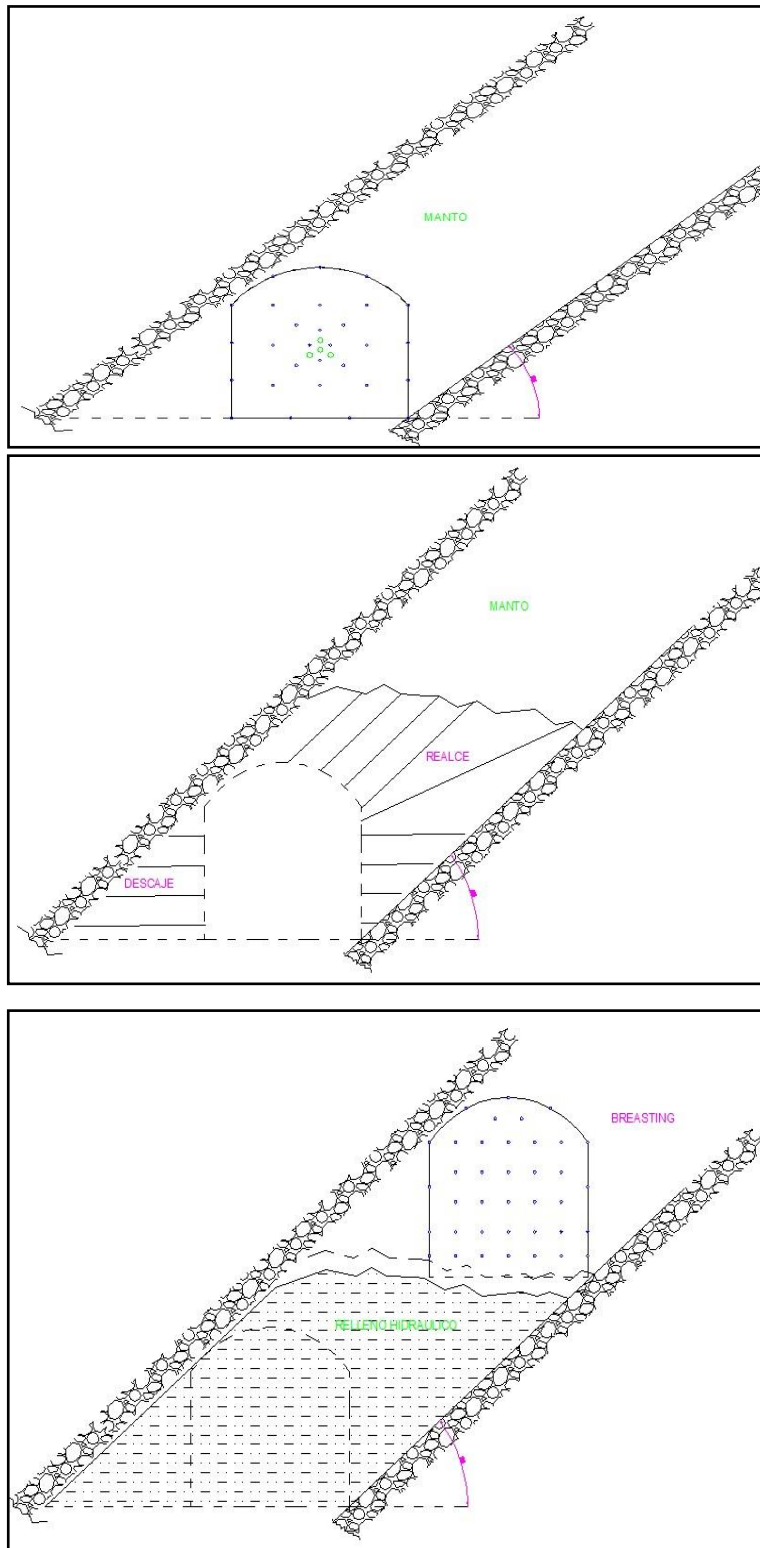


Figura 11. Diseño de la malla de voladura
Fuente: Departamento de Geomecánica de unidad minera San Vicente

2.6. Bases teóricas del estudio

El presente estudio permitió realizar el análisis técnico económico del desarrollo y preparación del echadero de mineral (*Ore Pass*) 690 en el nivel 1515 en la mejora de productividad y reducción de costos, en el plan de minado de la unidad minera.

El echadero 690 ubicado a 35 m sobre el nivel 1515, el cual involucra 522 m de labores de desarrollo como rampa, cámara de carguío, acceso a echadero, etc., para la construcción del *Ore Pass* 1515, permitirá la reducción de 2.08 km de acarreo de mineral.

Ruta antigua: la distancia desde la rampa 8090 al *Ore Pass* 610 genera una distancia de 4.8 km y desde el *Ore Pass* 610 a boca mina una distancia de 1.03 km y desde bocamina hacia planta concentradora genera una distancia de 0.2 km, siendo el total de recorrido de 6.03 km.

Nueva ruta: en el escenario del proyecto de extracción del echadero 690, nivel 1515 genera distancias desde rampa 8090 al *Ore Pass* 690 de 2.1 km, desde el *Ore Pass* 690 a bocamina 1.65 km, y desde bocamina a planta concentradora 0.2 km, siendo el total de 3.95 km.

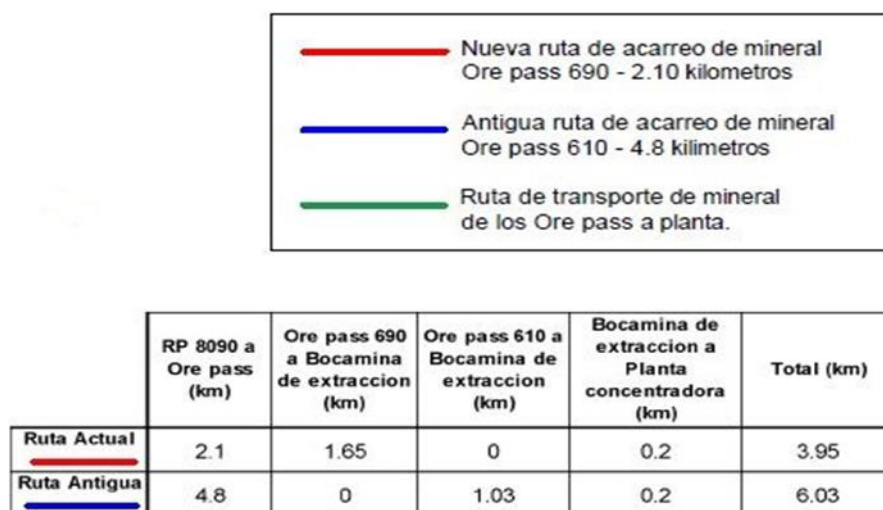


Figura 12. Perfil acarreo, ruta antigua y actual mediante la construcción del Ore Pass nv.1515, UM San Vicente

Fuente: Departamento de Planeamiento

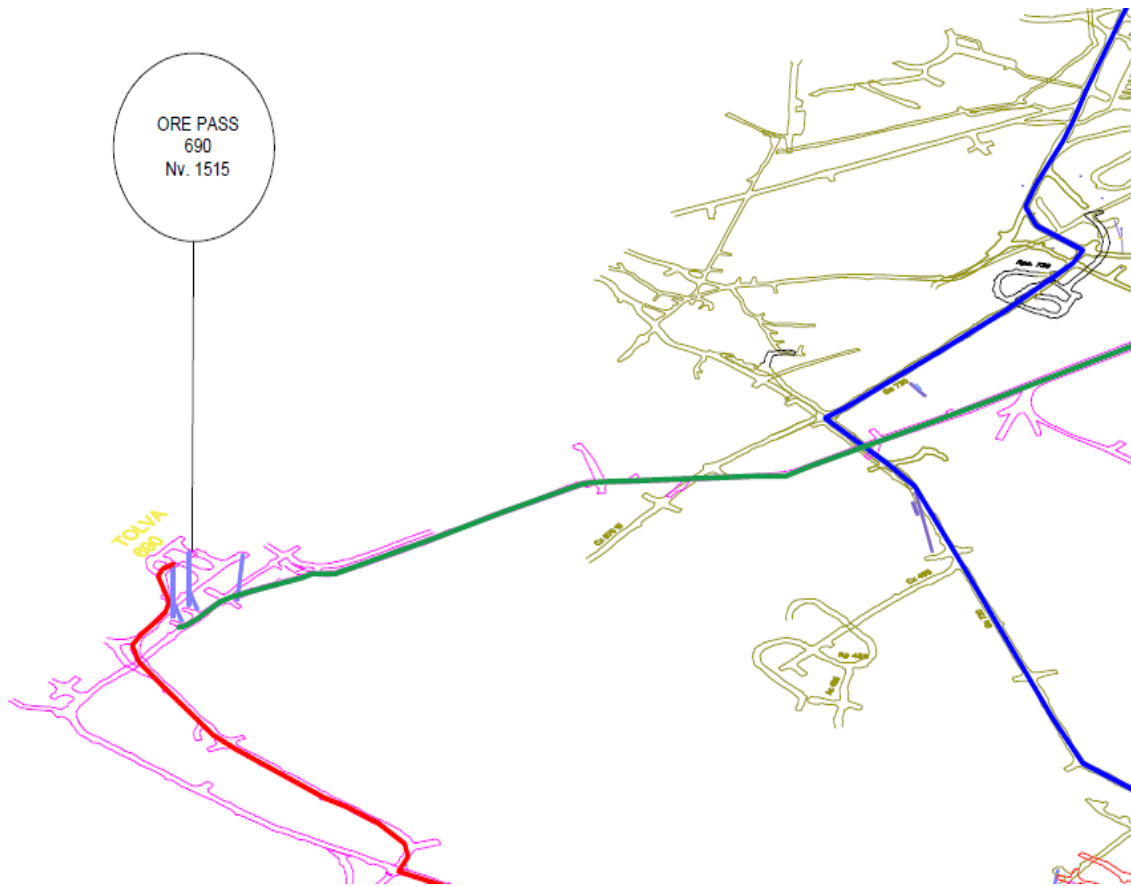


Figura 13. Perfil acarreo, ruta antigua y actual mediante la construcción del Ore Pass nv.1515, UM San Vicente

Fuente: Departamento de Planeamiento

2.6.1. Análisis de estabilidad del echadero de mineral 690

La presente evaluación geomecánica se ha realizado con el fin de evaluar y analizar la estabilidad del macizo rocoso respecto a la excavación de dos echaderos de diámetros 2.10 m, longitud 35.0 m, ambos separados por 13.90 m, con su respectivo inclinado (dedo) de longitud 11.80 m, los cuales servirán para canalizar mineral hacia los carros mineros del nivel 1515. Cabe mencionar que para esta evaluación se ha tomado en cuenta la toma de datos de campo como el mapeo geomecánico, características, clasificación y modelamiento geomecánico.

2.6.2. Evaluación geomecánica

Para el presente trabajo previamente se ha determinado que el sistema de fallamiento predominante es del tipo normal. La dirección de esfuerzos principales (sigma 1, sigma 2 y sigma 3) ejercidos sobre el techo y paredes de la excavación del diseño de los echaderos 690 (ver planos) se ha determinado a

través de proyecciones estereográficas. Para ello fue necesario tomar los buzamientos y dirección de buzamientos de las fallas y fracturas del área de influencia para luego realizar el respectivo procesamiento con el programa *Dips*, el cual como es sabido solo arroja un acercamiento inicial de la orientación de esfuerzos a comparación de la orientación real del estado tensional *in situ* del macizo rocoso expresado en magnitud y dirección de los esfuerzos locales, para un trabajo de diseño óptimo por el método del sobreperforado u *Overcoring* necesario como base para los estudios geomecánicos en la ejecución de las diferentes labores mineras de Simsa.

Respecto a la caracterización y clasificación geomecánica del área de influencia esta tiene un RMR 53 (Escala de valoración *Bieniaswki* 1989) catalogado en el tipo de roca III A-regular (ver en anexo: Resultado de pruebas con esclerómetro y formato de cálculo RMR).

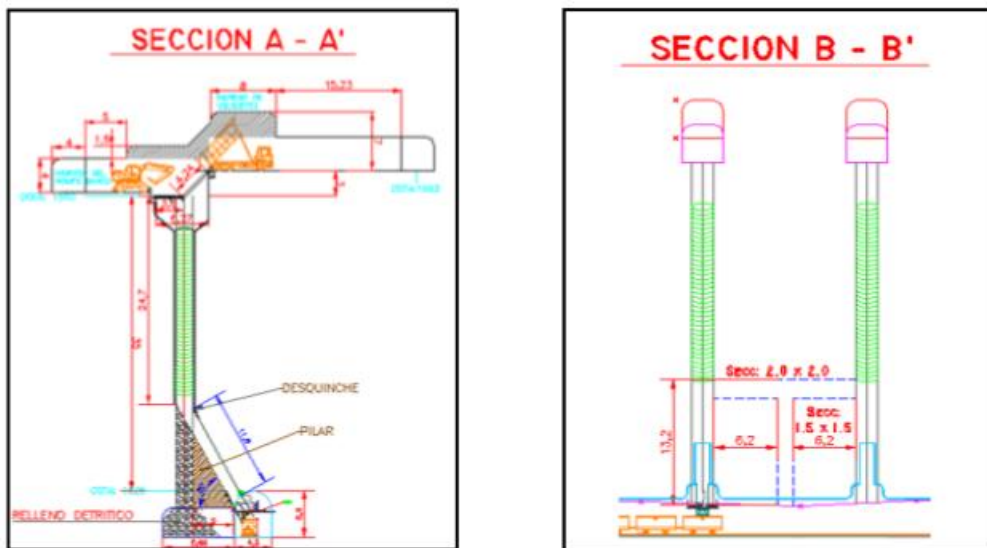


Figura 14. Sección transversal A-A' Norte - Sur (mirando al lado Este) y corte longitudinal B-B' Este-Oeste (mirando al lado Norte) de los echaderos 690
Fuente: Departamento de Geomecánica de unidad minera San Vicente

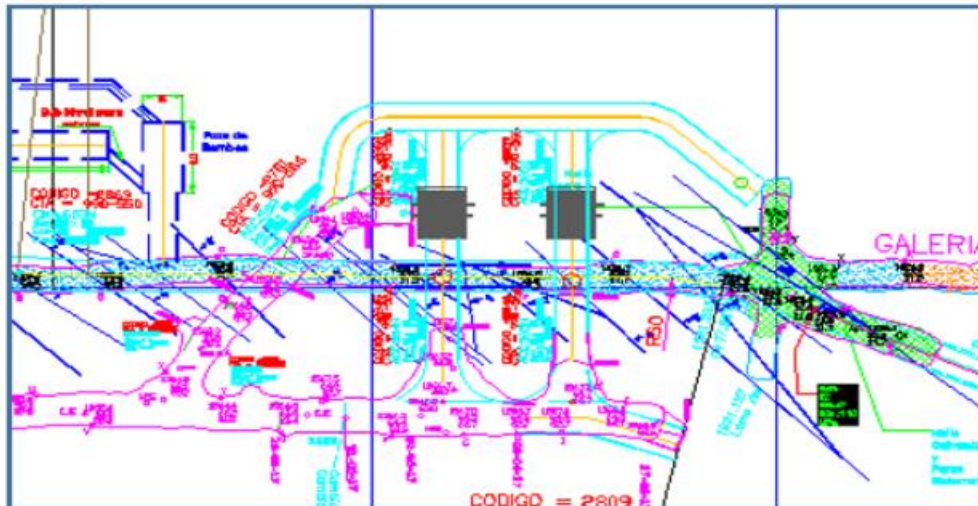


Figura 15. Plano en planta del proyecto de echaderos 690
Fuente: Departamento de Geomecánica de unidad minera San Vicente

Como se mencionó anteriormente, para realizar un modelamiento geomecánico óptimo, estable y la proyección del cálculo del sostenimiento adecuado en la excavación del echadero, como dato para el cálculo del ángulo de la dirección de esfuerzos del macizo rocoso hacia la excavación del echadero, se ha tomado como dato la descripción del sistema de fracturas y fallamientos del área para luego ser introducido en el programa Dips, mostrando así un inicial acercamiento al ángulo real mencionado de los esfuerzos.

Según los datos obtenidos tales como el ángulo de la dirección de esfuerzos, ensayos de rocas de laboratorio como la resistencia a compresión 52.4 Mpa, constante "mi" 12.62, módulo de Young 1700, coeficiente de Poisson 0.24 y la profundidad litostática 502.0 m, el respectivo modelamiento se ha realizado en el programa *Phase* en sentidos de corte Norte-Sur y Este-Oeste, vale mencionar que los modelamientos respectivos se han realizado con vistas de rumbo Norte-Sur, Este-Oeste y transversalmente al echadero; además, para una mejor ilustración de la sección de modelamiento se presenta el corte transversal del supuesto polígono excavado que requiere el programa *Phase* para el modelamiento dentro del cual se encuentra la sección del echadero (ver Figuras 16-18).

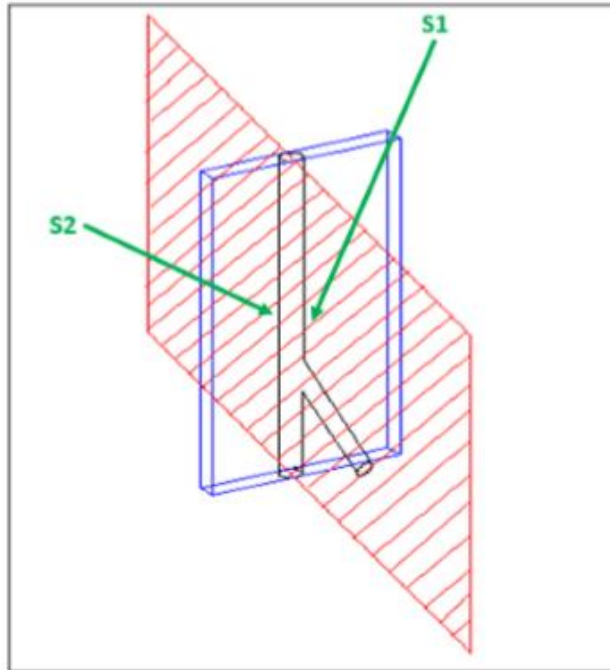


Figura 16. Sección geométrica Norte-Sur, mirando al lado Este y el polígono con orientación de esfuerzos del macizo rocoso
Fuente: Departamento de Geomecánica de unidad minera San Vicente

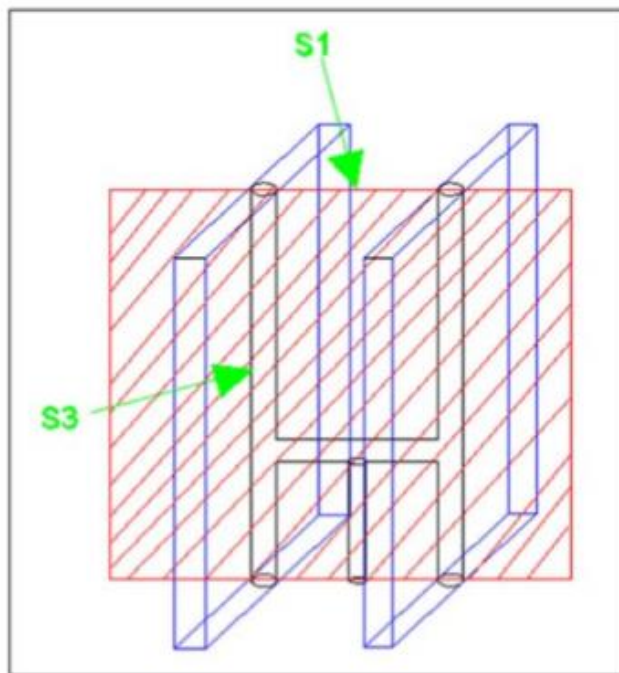


Figura 17. Sección geométrica Este-Oeste, mirando al lado Norte y el polígono con orientación de esfuerzos del macizo rocoso
Fuente: Departamento de Geomecánica de unidad minera San Vicente

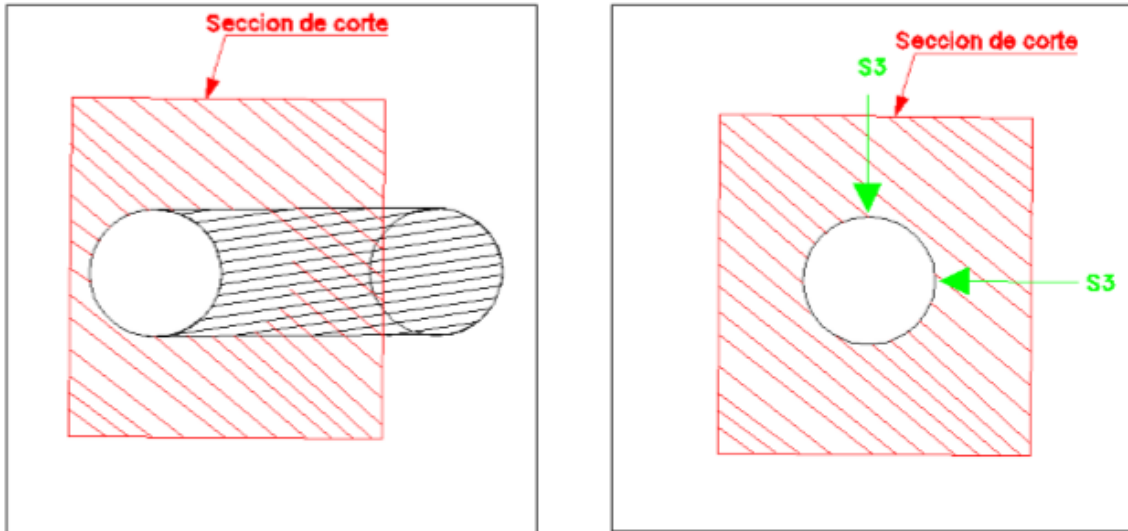


Figura 18. Sección geométrica de excavación circular a una determinada profundidad y orientación de los esfuerzos laterales del macizo rocoso
Fuente: Departamento de Geomecánica de unidad minera San Vicente

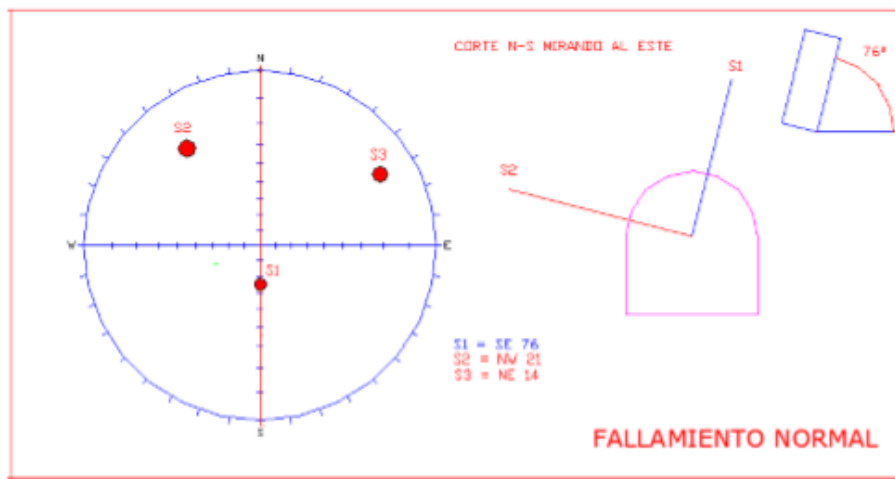


Figura 19. Cálculo de la dirección de esfuerzos a través de proyecciones estereográficas de la sección Norte-Sur, mirando al lado Este
Fuente: Departamento de Geomecánica de unidad minera San Vicente

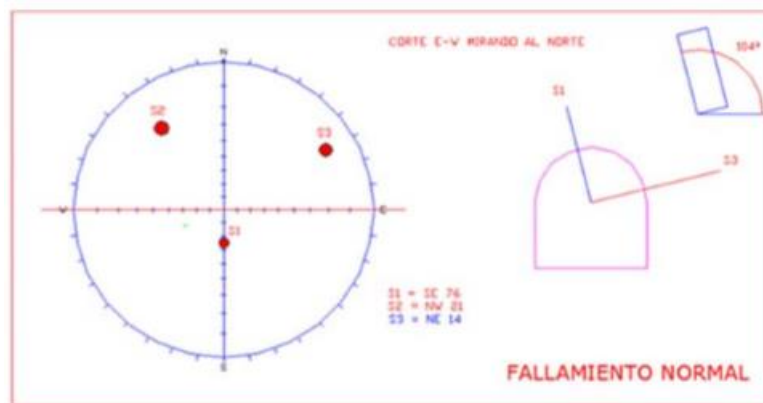


Figura 20. Cálculo de la dirección de esfuerzos a través de proyecciones estereográficas de la sección Este-Oeste, mirando al lado Norte
Fuente: Departamento de Geomecánica de unidad minera San Vicente

Introducido los gráficos en el sentido de corte Norte-Sur, mirando al lado Este en el programa *Phase* y los datos mencionados anteriormente, se pueden observar que el modelamiento de esta sección se muestra inestable (ver Figura 3), mostrando bajos factores de seguridad (*Strength Factor-Tensión*) variando de 0.25 a 1.04 como se puede apreciar en la Figura 21.

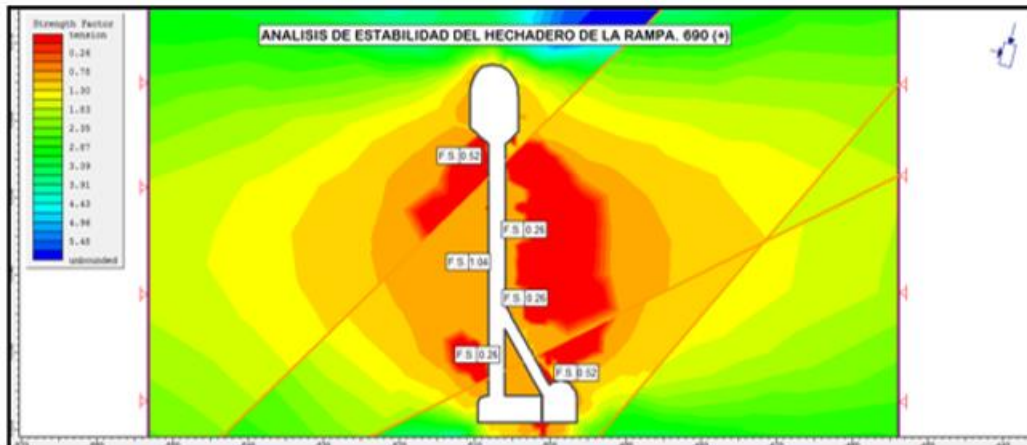


Figura 21. Modelamiento geomecánico del echadero de la sección Norte-Sur, mirando al lado Este, sin sostenimiento

Fuente: Departamento de Geomecánica de unidad minera San Vicente

Por tanto, analizada esta inestabilidad, se ha procedido a colocar sostenimiento con *Split set* espaciado a 1.50 m en dicho modelamiento para lograr su estabilidad, del cual como resultado se puede observar la estabilidad del echadero mencionado anteriormente con factores de seguridad (*Strength Factor-Tensión*) variando de 1.30 a 1.83 como se puede observar en el siguiente gráfico.

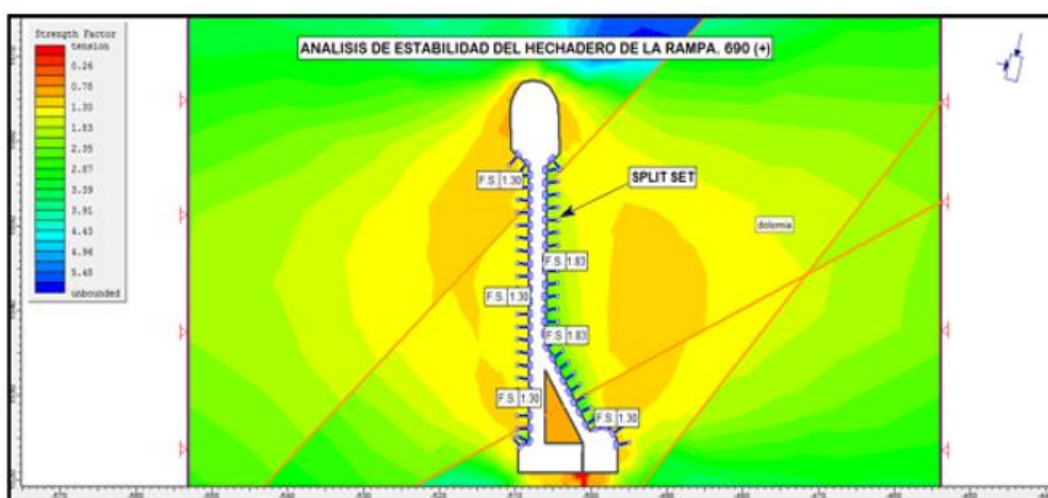


Figura 22. Modelamiento geomecánico del echadero de la sección Norte-Sur, mirando al lado Este con instalación de sostenimiento de Split set

Fuente: Departamento de Geomecánica de unidad minera San Vicente

De igual manera, introducidos los gráficos en el sentido de corte Este-Oeste, mirando al lado Norte en el programa *Phase* y los datos mencionados anteriormente, se puede observar que el modelamiento de esta sección se muestra inestable (ver Figura 21), mostrando bajos factores de seguridad (*Strength Factor-Tensión*) que varían de 0.26 a 0.78 como se puede apreciar en la Figura 23.

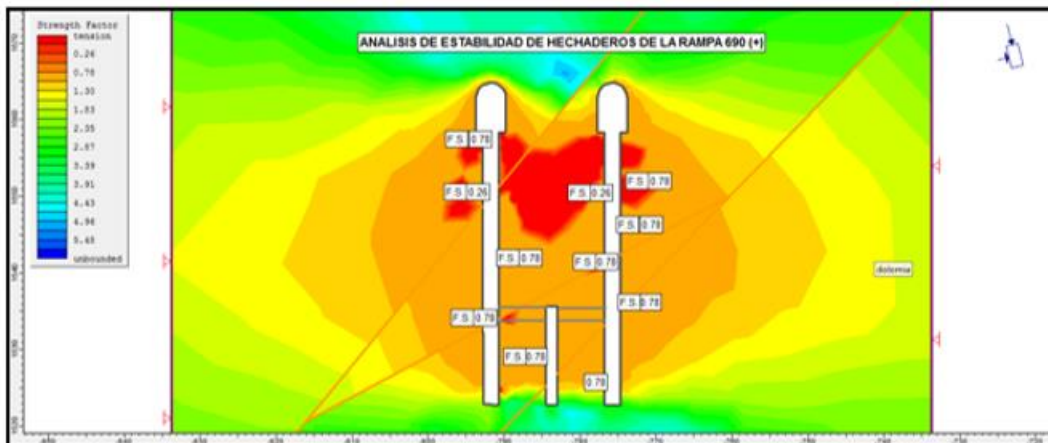


Figura 23. Modelamiento geomecánico del echadero de la sección Este-Oeste, mirando al lado Norte, sin sostenimiento
Fuente: Departamento de Geomecánica de unidad minera San Vicente

Luego, analizada esta inestabilidad, se ha procedido a colocar sostenimiento con *Split set* espaciado a 1.50 m en dicho modelamiento para lograr su estabilidad, del cual como resultado se puede observar que las estabilidades del echadero mencionado anteriormente mejoran mostrando factores de seguridad (*Strength Factor-Tensión*) promedio 1.30 como se puede observar en la Figura 24.

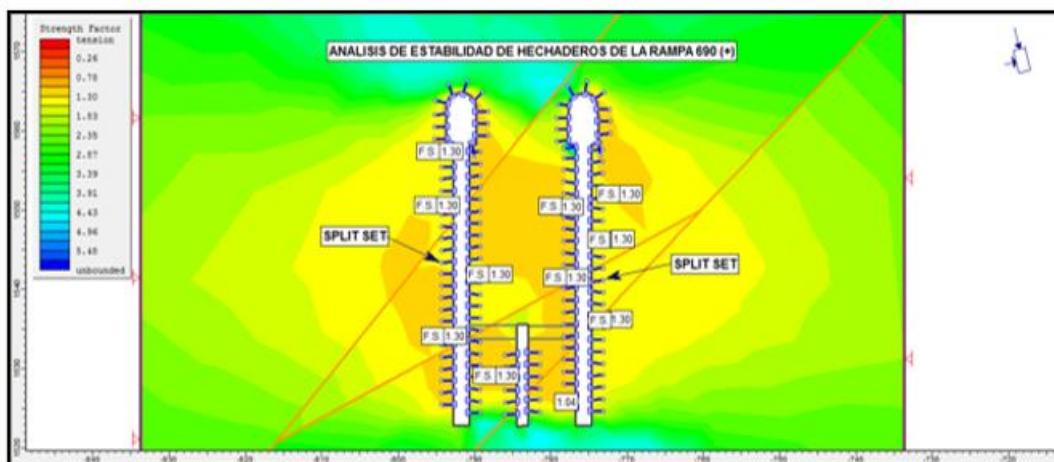


Figura 24. Modelamiento geomecánico del echadero de la sección Este-Oeste, mirando al Norte Este, con instalación de sostenimiento de Split set
Fuente: Departamento de Geomecánica de unidad minera San Vicente

Además, acudiendo a toda posibilidad de estabilidad del echadero se ha realizado el modelamiento geomecánico de la sección geométrica de excavación de forma circular a una profundidad intermedia sin sostenimiento, en el cual solo interactúan lateralmente los esfuerzos S3 (sigma 3) del macizo rocoso, del cual el programa *Phase* arroja resultados óptimos de estabilidad con factores de seguridad (*Strength Factor-Tensión*) tal como se puede observar en la Figura 25.

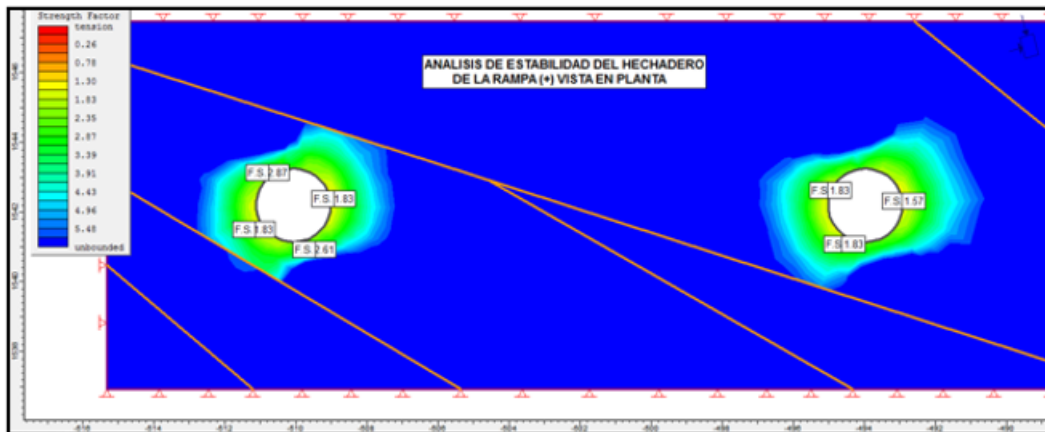


Figura 25. Modelamiento geomecánico del echadero de la sección transversal a una profundidad intermedia
Fuente: Departamento de Geomecánica de unidad minera San Vicente

2.7. Diseño del echadero 690

De acuerdo con el plan de minado del 2018, se programó diseñar y desarrollar un *Ore Pass* (echadero 690) de sección de 1.5 x 1.5 x 70 m, ubicado en el sector norte de la zona Ayala Inferior, sector *Palmapata*.

El echadero 690 permitirá la disminución de distancia de transporte de mineral del interior de mina hacia superficie, generando una reducción importante en el costo de transporte y mejorando la productividad en el plan de producción a partir de agosto del 2018.

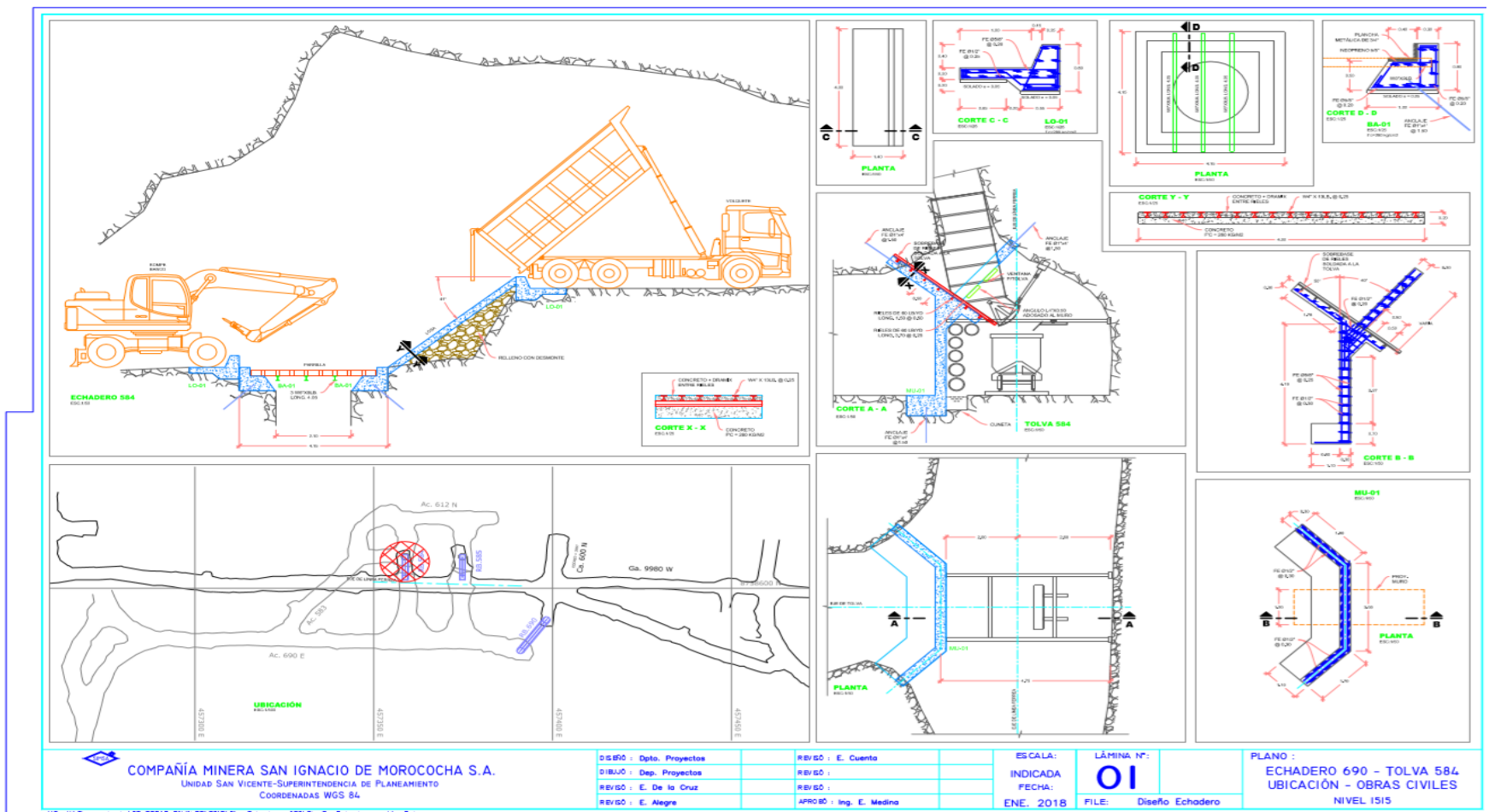


Figura 26. Diseño de tolva 690 – zona Palmapata, sector Ayala Inferior, unidad minera San Vicente
Fuente: Departamento de Geomecánica de unidad minera San Vicente

2.8. Presupuesto del echadero 690

Para generar programas de reducción de costos de transporte en el nivel 1515, mediante el diseño y desarrollo del echadero 690 se consideró el siguiente presupuesto considerando la construcción de la chimenea con un presupuesto de US\$ 47,204.19, echadero con un presupuesto de US\$ 31,135.31 y pie de echadero con un presupuesto de US\$ 36,535.04, generando una inversión total en el echadero 690 de US\$ 128,341.09.

El objetivo del desarrollo del echadero 690 es optimizar el transporte de mineral, con la construcción de infraestructuras para un nuevo echadero en la zona de Ayala Inferior, nivel 1515 y rampa 690 (+).

Tabla 6. Costos de diseño del echadero 690

CONSOLIDADO DE ECHADERO

NRO	PARTIDA	PRESUPUESTO					CODIGO	AVANCE DE OBRA						SALDO				
		Unid	Metrado	Precio	PARCIAL	SubTotal		ANTERIOR		VALORIZADO - REAL		ACUMULADO		Metrado	Valorizado	%		
								Metrado	Valorizado	Metrado	Valorizado	Metrado	Valorizado				%	
CHIMENEA																		
01.00.00	OBRAS PRELIMINARES				963.57	47,204.19												
01.00.01	TRANSP. DE MAT. Y HERRAMIENTA A OBRA	Glb	5.00	111.68	558.40				-	5.00	558.40	5.00	558.40	100.00%	-	-	0.00%	
01.00.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	38.40	0.71	27.26				-	38.40	27.26	38.40	27.26	100.01%	-	-	0.00%	
01.00.03	TRAZO Y REPLANTEO SEQUIPO	M2	67.20	0.89	59.81				-	67.20	59.81	67.20	59.81	100.00%	-	-	0.00%	
01.00.04	SEGURIDAD EN OBRA (SEÑALIZACIÓN)	M	80.00	0.31	24.80				-	80.00	24.80	80.00	24.80	100.00%	-	-	0.00%	
01.00.05	ARMADO Y DESARMADO DE ANDAMIOS	Und	10.00	29.33	293.30				-	10.00	293.30	10.00	293.30	100.00%	-	-	0.00%	
02.00.00	PIE DE ECHADERO 690				4,682.93													
02.01.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS																	
02.01.01	DEMOLIC.ROCAS CMARTILLO ELECTRICO	M3	16.80	204.35	3,433.08				-	10.51	2,147.72	10.51	2,147.72	62.56%	6.29	1,285.36	37.44%	
02.01.02	EXCAVACION DE TERRENO MAT. ROCOSO. H=1.00 m	M3	6.30	131.09	825.87				-	-	-	-	-	0.00%	6.30	825.87	100.00%	
02.01.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	32.34	13.11	423.98				-	13.66	179.08	13.66	179.08	42.24%	18.68	244.89	57.76%	
02.02.00	CONCRETO ARMADO				23,454.95													
02.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	57.69	31.94	1,842.62				-	57.09	1,823.45	57.09	1,823.45	98.96%	0.60	19.16	1.04%	
02.02.02	CONCRETO Fc=210 KG/CM2	M3	22.68	288.09	6,080.28				-	19.77	5,300.14	19.77	5,300.14		2.91	780.14	12.83%	
02.02.03	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 KG/CM2	Kg	947.52	2.93	2,776.23				-	164.94	483.27	164.94	483.27	17.41%	782.58	2,292.96	82.59%	
02.02.04	INSTALACION DE CANCAMOS	Und	462.00	27.61	12,755.82				-	82.00	2,264.02	82.00	2,264.02	17.75%	380.00	10,491.80	82.25%	
02.03.00	TRABAJS MECANICOS				18,102.74													
02.03.01	PLANCHA METALICA DE 14 (Plataforma)	Kg	791.28	5.45	4,312.48				-	-	-	-	-	0.00%	791.28	4,312.48	100.00%	
02.03.02	TRASLADO E INSTLACION	GLB	2.00	111.68	223.36				-	2.00	223.36	2.00	223.36	100.00%	-	-	0.00%	
02.03.03	ANGULO DE 112"	Kg	45.02	5.45	245.38				-	-	-	-	-	0.00%	45.02	245.38	100.00%	
02.03.04	INS. Y SUMININ DE MADERAS 2"x6"x10	UND	14.00	7.81	109.34				-	20.00	156.20	20.00	156.20	142.86%	-6.00	-46.86	-42.86%	
02.03.05	PERFORACIÓN DE ROCA PLANCLAJE	Und	24.00	4.78	114.72				-	82.00	391.96	82.00	391.96	341.67%	-58.00	-277.24	-241.67%	
03.01.00	PROV. Y HABILITACION DE ESTRUCTURAS METALICAS	Kg	2727.84	4.18	11,402.39				-	#####	51,456.64	12,310.20	51,456.64	451.28%	-9,582.36	-40,054.25	-351.28%	
04.02.05	INST. Y SUM. MALLA COCADA 2X2	ML	103.48	16.16	1,672.31				-	341.95	5,525.91	341.95	5,525.91	330.44%	-238.47	-3,853.60	-230.44%	
05.00.00	ROTURA DE PROBETAS	Glb	1.00	22.76	22.76				-	-	-	-	-	0.00%	1.00	22.76	100.00%	
						47,204.19			0.00%	-	150.23%	70,915.37	150.23%	70,915.37	150.23%	-50.23%	(23,711.18)	-50.23%

NRO	PARTIDA	PRESUPUESTO					CODIGO	AVANCE DE OBRA						SALDO			
		Unid	Metrado	Precio	PARCIAL	SubTotal		ANTERIOR		VALORIZADO - REAL		ACUMULADO		%	Metrado	Valorizado	%
								Metrado	Valorizado	Metrado	Valorizado	Metrado	Valorizado				
ECHADERO																	
01.00.00	OBRAS PRELIMINARES				341.95	31,135.75											
01.00.01	TRANSP. DE MAT. Y HERRAMIENTA A OBRA	Glb	2.00	111.68	223.36			-	2.00	223.36	2.00	223.36	100.00%	-	-	0.00%	
01.00.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	42.30	0.71	30.03			-	42.30	30.03	42.30	30.03	100.01%	0.00	0.00	0.01%	
01.00.03	TRAZO Y REPLANTEO S/EQUIPO	M2	59.53	0.89	52.98			-	59.53	52.98	59.53	52.98	100.00%	-	-	0.00%	
01.00.04	SEGURIDAD EN OBRA (SEÑALIZACIÓN)	M	20.15	0.31	6.25			-	20.15	6.25	20.15	6.25	99.94%	-	-	0.00%	
01.00.05	ARMADO Y DESARMADO DE ANDAMIOS	Und	1.00	29.33	29.33			-	1.00	29.33	1.00	29.33	100.00%	-	-	0.00%	
02.00.00	DADO PARRILLA ECHADERO 690				3,572.60												
02.01.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS																
02.01.01	DEMOLIC.ROCAS C/MARTILLO ELECTRICO	M3	5.52	204.35	1,128.01			-	1.80	367.83	1.80	367.83	32.61%	3.72	760.18	67.39%	
02.01.02	EXCAVACION DE TERRENO MAT. ROCOSO H=1.00 m	M3	15.68	131.09	2,055.49			-	13.32	1,746.12	13.32	1,746.12	84.95%	2.36	309.37	15.05%	
02.01.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	29.68	13.11	389.10			-	15.81	207.27	15.81	207.27	53.27%	13.87	181.84	46.73%	
02.02.00	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				101.81												
02.02.01	SOLADO PARA ZAPATA F'c= 100kg/cm2 E= 4"	M2	6.30	16.16	101.81			-	13.62	220.10	13.62	220.10	216.19%	-7.32	-118.29	-116.19%	
02.03.00	CONCRETO ARMADO				6,801.57												
02.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	11.52	31.94	367.95			-	19.25	614.85	19.25	614.85	167.10%	-7.73	-246.90	-67.10%	
02.03.02	CONCRETO F'c=210 KG/CM2	M3	12.57	268.09	3,371.20			-	9.87	2,646.05	9.87	2,646.05	78.49%	2.70	725.15	21.51%	
02.03.03	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 KG/CM2	Kg	934.65	2.93	2,738.52			-	910.81	2,668.67	910.81	2,668.67	97.45%	23.84	69.85	2.55%	
02.03.04	PERFORACIÓN DE ROCA P/ANCLAJE	Und	10.00	4.78	47.80			-	12.00	57.36	12.00	57.36	120.00%	-2.00	-9.56	-20.00%	
02.03.05	INSTALACION DE CANCAMOS	Und	10.00	27.61	276.10			-	12.00	331.32	12.00	331.32	120.00%	-2.00	-55.22	-20.00%	
02.04.00	TRABAJOS MECANICOS				4,660.61												
02.04.02	PLANCHA METALICA DE 1/4 (Plataforma)	Kg	811.06	5.45	4,420.29			-	-	-	-	-	0.00%	811.06	4,420.29	100.00%	
02.04.03	TRASLADO E INSTLACION	GLB	1.00	111.68	111.68			-	-	-	-	-	0.00%	1.00	111.68	100.00%	
02.04.04	ANGULO DE 11/2"	Kg	9.27	5.45	50.54			-	9.27	50.52	9.27	50.52	99.96%	0.00	0.02	0.03%	
02.04.05	INS. Y SUMININ DE MADERAS 2"X6"X10	UND	10.00	7.81	78.10			-	10.00	78.10	10.00	78.10	100.00%	-	-	0.00%	
03.00.00	TOPES DE PARRILLA																
03.01.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				535.07												
03.01.01	DEMOLIC.ROCAS C/MARTILLO ELECTRICO	M3	2.00	204.35	408.70			-	2.30	470.01	2.30	470.01	115.00%	-0.30	-61.31	-15.00%	
03.01.02	EXCAVACION DE TERRENO MAT. ROCOSO H=1.00 m	M3	0.60	131.09	78.65			-	-	-	-	-	0.00%	0.60	78.65	100.01%	
03.01.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	3.64	13.11	47.72			-	3.22	42.21	3.22	42.21	88.46%	0.42	5.51	11.54%	
03.02.00	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				64.64												
03.02.01	SOLADO PARA ZAPATA F'c= 100kg/cm2 E= 4"	M2	4.00	16.16	64.64			-	6.44	104.07	6.44	104.07	161.00%	-2.44	-39.43	-61.00%	
03.03.00	CONCRETO ARMADO				2,121.94												
03.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	5.60	31.94	178.86			-	5.15	164.49	5.15	164.49	91.97%	0.45	14.37	8.04%	
03.03.02	CONCRETO F'c=210 KG/CM2	M3	3.11	268.09	833.41			-	3.11	833.41	3.11	833.41	100.00%	-	-	0.00%	
03.03.03	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 KG/CM2	Kg	345.56	2.93	1,012.50			-	422.53	1,238.01	422.53	1,238.01	122.27%	-76.97	-225.51	-22.27%	
03.03.04	PERFORACIÓN DE ROCA P/ANCLAJE	Und	3.00	4.78	14.34			-	3.00	14.34	3.00	14.34	100.00%	-	-	0.00%	
03.03.05	INSTALACION DE CANCAMOS	Und	3.00	27.61	82.83			-	3.00	82.83	3.00	82.83	100.00%	-	-	0.00%	

NRO	PARTIDA	PRESUPUESTO					CODIGO	AVANCE DE OBRA						SALDO		
		Unid	Metrado	Precio	PARCIAL	SubTotal		ANTERIOR		VALORIZADO - REAL		ACUMULADO		Metrado	Valorizado	
								Metrado	Valorizado	Metrado	Valorizado	Metrado	Valorizado			%
PIE DE ECHADERO																
01.00.00	OBRAS PRELIMINARES				911.54	36,535.04										
01.00.01	TRANSP. DE MAT.Y HERRAMIENTA A OBRA	Glb	6.00	111.68	670.08			6.00	670.08	3.00	335.04	9.00	1,005.12	150.00%	-3.00	-335.04
01.00.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	36.30	0.71	25.77			20.00	14.20	20.00	14.20	40.00	28.40	110.21%	-3.70	-2.63
01.00.03	TRAZO Y REPLANTEO S/EQUIPO	M2	31.98	0.89	28.46			20.00	17.80	15.00	13.35	35.00	31.15	109.45%	-3.02	-2.69
01.00.04	SEGURIDAD EN OBRA (SEÑALIZACIÓN)	M	36.30	0.31	11.25			36.20	11.22	10.00	3.10	46.20	14.32	127.31%	-9.90	-3.07
01.00.05	ARMADO Y DESARMADO DE ANDAMIOS	Und	6.00	29.33	175.98			6.00	175.98	4.00	117.32	10.00	293.30	166.67%	-4.00	-117.32
02.00.00	PIE DE ECHADERO 690				16,733.44											
02.01.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				2,745.31											
02.01.01	DEMOLIC.ROCAS C/MARTILLO ELECTRICO	M3	5.08	204.35	1,038.10		01	4.69	958.40	2.18	445.48	6.87	1,403.88	135.24%	-1.79	-365.79
02.01.02	EXCAVACION DE TERRENO MAT.ROCOSO. H=100m	M3	10.80	131.09	1,415.77		06	10.96	1,436.75	0.38	50.34	11.34	1,487.08	105.04%	-0.54	-71.31
02.01.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	22.23	13.11	291.44		02	20.35	266.72	2.94	38.54	23.29	305.27	104.74%	-1.06	-13.83
02.02.00	CONCRETO ARMADO				13,988.13											
02.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	54.27	31.94	1,733.38		03,07	45.79	1,462.53	45.10	1,440.49	90.89	2,903.03	167.48%	-36.62	-1,169.64
02.02.02	CONCRETO F _c =210 KG/CM2	M3	27.68	268.09	7,420.03		04, 3,52	17.24	4,623.00	17.24	4,621.87	34.48	9,244.87	124.59%	-6.81	-1,824.84
02.02.03	ACERO DE REFUERZO F _y =4200 KG/CM2	Kg	1367.38	2.93	4,006.42		05, 09	968.16	2,836.71	461.78	1,353.02	1,429.94	4,189.72	104.58%	-62.56	-183.30
02.02.04	INSTALACION DE CASCAMOS	Und	30.00	27.61	828.30		10	30.00	828.30	35.00	966.35	65.00	1,794.65	216.67%	-35.00	-966.35
02.03.00	TRABAJOS MECANICOS				4,775.33											
02.03.01	PLANCHA METALICA DE 1/4 (Plataforma)	Kg	811.06	5.45	4,420.29			767.82	4,184.62	-	767.82	4,184.62	94.67%	43.24	235.67	
02.03.02	TRASLADO E INSTALACION	GLB	1.00	111.68	111.68			1.00	111.68	-	1.00	111.68	100.00%	-	-	
02.03.03	ANGULO DE 1/2"	Kg	9.27	5.45	50.54			9.27	50.52	-	9.27	50.52	99.96%	0.00	0.02	
02.03.04	INS. Y SUMININ DE MADERAS 2"x6"x10	UND	10.00	7.81	78.10			20.00	156.20	-	20.00	156.20	200.00%	-10.00	-78.10	
02.03.05	PERFORACIÓN DE ROCA PLANCLAJE	Und	24.00	4.78	114.72			24.00	114.72	-	24.00	114.72	100.00%	-	-	
03.01.00	PROY. Y HABILITACION DE ESTRUCTURAS METAL	Kg.	3111.43	4.18	13,005.76			1,135.55	4,746.60	1,450.68	6,063.84	2,586.23	10,810.44	83.12%	525.20	2,195.32
04.02.05	INST. Y SUM. MALLA COCADA 2X2	ML	62.99	16.16	1,017.93			43.10	696.50			43.10	696.50	68.42%	19.89	321.43
05.00.00	ROTURA DE PROBETAS	Glb	4.00	22.76	91.04			3.00	68.28			3.00	68.28	75.00%	1.00	22.76
						36,535.04		64.13%	23,430.81	42.32%	15,462.95	106.46%	38,893.76	106.46%	-6.46%	(2,358.72)
PRESUPUESTO FINAL DE ECHADERO						128,341.09 CIENTO VEINTIOCHO MIL TRECIENTOS CUARENTA Y UNO CON 09/100 DOLARES AMERICANOS										

Fuente: Departamento de Costos Mina de unidad minera San Vicente

2.9. Cronograma de labores de desarrollo en la construcción del echadero 690, nivel 1515

Para desarrollar la extracción de mineral por el echadero 690, nivel 1515, se debe realizar una serie de inversiones en labores de desarrollo que consideran un total de labores de avance de 522 m lineales, el cual considera rampa 690 (+), cámara de carguío Rp 690, acceso a echadero, cámara para echadero, cámara para rompebanco, acceso hacia rompebanco, *raise borer* echadero, cámara para pie echadero y chimenea hacia *raise borer*. Así mismo, se considera el desquinche en rompebanco y echadero de 96 m³, y finalmente la instalación de 45 unidades de tolva hidráulica, parrillas, rompebanco y anillo metálico.

Tabla 7. Cronograma para desarrollar el proyecto de extracción, echadero 690, nivel 1515

	Descripción	Und.	Cant.	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
1	Rampa 690 (+)	m	300	50	80	80	80	10										300
2	Cámara de carguío Rpa 690	m	20	20														20
3	Acceso a echadero - horizontal	m	40					40										40
4	Cámara para echadero (2)	m	24					24										24
5	Desquinches en Cra. Ech.	m ³	48							48								48
6	Cámara para rompebanco	m	5					5										5
7	Desquinches en Cra. rompebanco	m ³	48							48								48
8	Acceso hacia rompebanco	m	25						25									25
9	Raise Borer Ech. (2)	m	80						80									80
10	Cámara para pie Ech. (2)	m	14		14													14
11	Chimenea hacia RB (2)	m	14		14													14
12	Tolva hidráulica	und.	2								1	1						2
13	Parrillas	und.	2								1	1						2
14	Rompebanco	und.	1										1					1
15	Anillo metálico	und.	40										40					40

Fuente: Departamento de Geomecánica de unidad minera San Vicente

2.10. Costos de inversión (capex) en la construcción del echadero 690 nivel 1515

El costo de capital a implementar en el proyecto de extracción por el echadero 690 del nivel 1515 es de US\$ 682,257. Este monto involucra 522 m de laboreo minero con un monto de US\$ 408,632, tolvas (2) en US\$ 60,000, parrillas (2) US\$ 65,090, rompebanco (1) en US\$ 120,000, anillo metálico (40 unid.) y 1 ventilador de US\$ 20,535.

Tabla 8. Capex para desarrollar el proyecto de extracción, echadero 690, nivel 1515

Descripción	Sección	Und.	Cantidad	PU US\$	Total US\$
Rampa 690 (+)	4.0 X 4.0	m	300	600	180,000
Cámara de carguío	4.0 X 4.0	m	20	600	12,000
Acceso a echadero	4.0 X 4.0	m	40	600	24,000
Cámara para echadero (2)	5.0 X 4.0	m	24	600	14,400
Desquinches en cra. ech.		m ³	48	40	1,920
Cámara para rompebanco	5.0 X 4.0	m	5	600	3,000
Desquinches en cra. rompebanco		m ³	48	40	1,920
Acceso hacia rompebanco	3.5 X 3.0	m	25	510	12,750
Raise Borer ech. (2)	7 pies	m	80	980	78,400
Cámara para pie ech. (2)	3.5 X 3.0	m	14	510	7,140
Chimenea hacia RB (2)	1.5 x 1.5	m	14	252	3,528
Tolva hidráulica		und.	2	30,000	60,000
Parrillas		und.	2	32,545	65,090
Rompebanco		und.	1	120,000	120,000
Ventilador de 30, 000 CFM		und.	1	20,535	20,535
Perno y Malla		und.	1,362	25.79	35,126
Shotcrete de 2"		m ²	872	29.79	25,962
Shotcrete de 3"		m ²	192	44.20	8,486
Anillo metálico		und.	40	200	8,000
				Total US\$	682,257

Fuente: Departamento de Planeamiento

2.11. Optimización de distancias del proyecto de extracción por echadero 690 nivel 1515

Los programas de optimización y reducción de costos en labores de profundización en la zona Sur del sector *Palmapata*, Ayala Inferior, se verá reflejado al ejecutar el proyecto de extracción por el echadero 690, en el nivel 1515.

La distancia desde la rampa 8090 al *Ore Pass* 610 genera una distancia de 4.8 km y desde el *Ore Pass* 610 a boca mina una distancia de 1.03 km y desde bocamina hacia planta concentradora genera una distancia de 0.2 km, siendo el total de recorrido de 6.03 km.

En el escenario del proyecto de extracción del echadero 690, nivel 1515 genera distancias desde rampa 8090 al *Ore Pass* 690 de 2.1 km, desde el *Ore*

Pass 690 a bocamina 1.65 km, y desde bocamina a planta concentradora 0.2 km, siendo el total de 3.95 km.

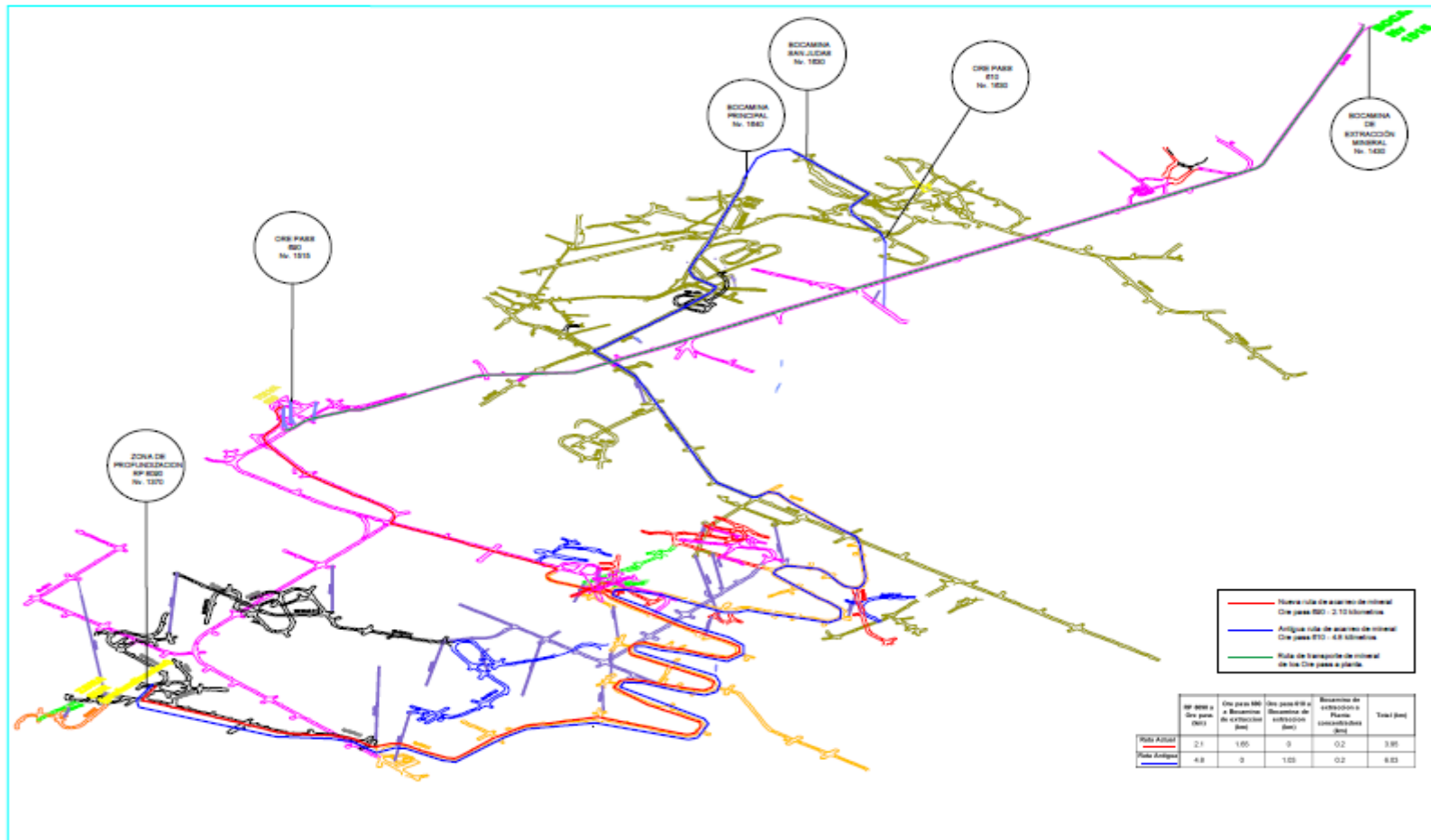


Figura 27. Layout de distancias de tolva 690 a bocamina - zona Palmapata, sector Ayala Inferior, unidad minera San Vicente
Fuente: elaboración propia

2.12. Características de transporte de mineral interior de mina

Las características del ciclo de transporte en el sector de *Palmapata*, utiliza camiones de 13 m³, con velocidades 11 km/h camión cargado, 12.95 km/h vacío, el tiempo efectivo diario se considera de 8 h, considerando un tiempo de pérdida por operación de 5.14 minutos, el cual considera tiempo de espera para cargar, tiempo de espera para descargar, falla de equipo de carguío (*scoop*), tráfico en la vía, traslado del equipo por la falta de carga o *scoop*, carguío con *scoop* y descarga de mineral.

Tabla 9. Características de transporte de mineral – interior de mina del proyecto de extracción, echadero 690, nivel 1515

TRANSPORTE DE MINERAL – INTERIOR MINA

<u>Parámetros Técnicos</u>				<u>Tiempos utilizados</u>	
Velocidad				Tiempo disponible guardia	12.00 h
Cargado	11.00	km/h		Demoras diarias (inevitables)	4.00 h
Vacío	12.95	km/h		Capacitación	0.05 h
Peso específico de Material				Despacho de guardia	0.36 h
Mineral roto	3.00	Tm/m ³		Disparo	0.56 h
Desmonte roto	2.70	Tm/m ³		Esperando orden	0.61 h
Factor de esponjamiento	0.22			Ingreso de personal	0.08 h
Capacidad de carga				Limpieza de volquete	0.82 h
Mineral	15.00	m ³	36.89 TMH/volquete	Movilización	0.99 h
Desmonte	15.00	m ³	33.20 TMH/volquete	Preuso	0.24 h
			35.04 TMH/volquete	Refrigerio	0.29 h
Costos incurridos				Tiempo efectivo diario	8.00 h
Costo de volquete	63.10	US\$/h-máq	Incluye Mano de Obra, EPP, Herramientas y Utilidad	Tiempo por pérdida de operación	5.14 min.
Costo directo de volquete	49.00	US\$/h-máq		Espera para cargar	0.00 min.
Consumo de combustible	3.25	Gal/h		Espera para descargar	1.71 min.
				Falta scoop	2.37 min.
				Tráfico en la vía	0.00 min.
				Traslado de equipo por falta de carga o scoop	1.06 min.
				Carguío con scoop	6.50 min.
				Descarga	2.50 min.

Fuente: Departamento de Planeamiento de unidad minera San Vicente

2.13. Costos de transporte de mineral-echadero 690

Los costos asociados al echadero 690 considera la ruta a seguir echadero 690- bocamina-planta concentradora, distancia, capacidad de carga, velocidad de recorrido, tiempo total del ciclo, costo total de transporte, número de viajes y producción para considerar el costo unitario en US\$/t o US\$/t-km. El costo unitario en el escenario anterior es de 1.88 US\$/t y del escenario actual de 1.06 US\$/t. Este menor costo unitario es producto de la menor distancia de acarreo desde los puntos de carguío hacia los puntos de descarga.

Tabla 10. Costo unitario de transporte de mineral – interior de mina del proyecto de extracción, echadero 690, nivel 1515

Item	Ruta	Distancia		Capacidad Real de Carga	Velocidad de Recorrido		TIEMPO TOTAL DE CICLO						COSTO TOTAL DE TRANSPORTE		NRO DE VIAJES	PRODUCCION	COSTO UNITARIO	COSTO UNITARIO	
		Cargado	Vacio		Cargado	Vacio	Tiempo de carguio	Tiempo de descarga	T. por Pérdida de	Tiempo cargado	Tiempo vacio	TIEMPO TOTAL	Volquete	TOTAL					
		m	m	Tm	km/hr	km/hr	min	min	min	min	min	min	US\$	US\$	N	Tm	US\$/Tm	US\$/Tm-km	
1.00	Transporte de Mineral																		
Mina	TRANS MIN: RP 8090 - OP 610	4.8	4.8	35.04	11.00	12.95	6.50	2.50	5.14	26.18	22.24	62.56	504.80	504.80	7.67	268.84	1.88	0.39	
Mina	TRANS MIN: RP 8090 - OP 690	2.1	2.1	35.04	11.00	12.95	6.50	2.50	5.14	11.45	9.73	35.33	504.80	504.80	13.59	476.12	1.06	0.50	
Mina	TRANS MIN: Inicio --> fin	3	3	35.04	11.00	12.95	6.50	2.50	5.14	16.36	13.90	44.41	504.80	504.80	10.81	378.78	1.33	0.44	
Mina	TRANS MIN: Inicio --> fin	4	4	35.04	11.00	12.95	6.50	2.50	5.14	21.82	18.53	54.49	504.80	504.80	8.81	308.66	1.64	0.41	
Mina	TRANS MIN: Inicio --> fin	5	5	35.04	11.00	12.95	6.50	2.50	5.14	27.27	23.17	64.58	504.80	504.80	7.43	260.44	1.94	0.39	
Mina	TRANS MIN: Inicio --> fin	6	6	35.04	11.00	12.95	6.50	2.50	5.14	32.73	27.80	74.67	504.80	504.80	6.43	225.26	2.24	0.37	
Mina	TRANS MIN: Inicio --> fin	7	7	35.04	11.00	12.95	6.50	2.50	5.14	38.18	32.43	84.76	504.80	504.80	5.66	198.45	2.54	0.36	
Mina	TRANS MIN: Inicio --> fin	8	8	35.04	11.00	12.95	6.50	2.50	5.14	43.64	37.07	94.84	504.80	504.80	5.06	177.34	2.85	0.36	

Fuente: Departamento de Planeamiento

2.14. Criterios económicos del plan de producción

Se consideran las reservas totales al año 2019 de 3'799,443.00 t con leyes de Zn@ 9.93% y Pb@ 0.16%, con un NSR de US\$ 160/t. El área de estudio Ayala Inferior cuenta con recursos minerales de 2'998,413.00 t, con leyes de Zn@ 11.03% y Pb@ 0.05%, con un NSR de US\$ 177.48/t.

Tabla 11. Recursos minerales mina San Vicente
Resumen de recursos por zonas - mina San Vicente
Recursos de mineral

Zonas	Toneladas	Volumen	Zn (%)	Pb (%)	NSR
Ayala Inferior	2,998,413.00	1,012,744.00	11.03	0.05	177.48
Norte Domo	50,802.00	16,291.00	15.13	2.43	269.03
Zona Sur NVO <i>Rhamys</i>	66,234.00	23,420.00	4.74	0.64	82.88
RPA 1010	652,861.00	230,234.00	5.28	0.43	89.4
<i>Arcopunco</i>	31,133.00	11,139.00	3.90	0.05	63.15
Total recursos	3,799,443.00	1,293,828.00	9.93	0.16	160.98

Fuente: Departamento de Geología

El programa de producción del 2019 en la unidad minera San Vicente, en las zonas de Ayala Inferior, zona Sur, Nuevo *Rhamys*, Domo y zona Alta fue de 610,00 t, con leyes media de Zn@ 6.20% y Pb@ 0,25%. El tonelaje extraído en la zona de Ayala Inferior fue de 439,341 t.

La producción de concentrados de Zn, fueron de 60,724 t con una ley de concentrado de Zn de 59,70%, así mismo la producción de concentrados de plomo fue de 1,815 t con una ley de concentrado de 42%.

Las recuperaciones metalúrgicas en los concentrados de Zn fueron de 94% y de concentrados de Pb fueron de 50%.

Tabla 12. Programa de producción 2019 en la unidad minera San Vicente

Tipo de Recurso	Labor	Ejecutor	Corredor	Recurso (TMS)	%Zn	%Pb	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
	Tj_7765_Tj_7795	SIMSA	RHAMYS																
TOTAL UNCUSH SUR ALTO 1870																			
RESERVA	TAJO 632	SIMSA	AYALA INFERIOR	68,825	11.33		11,432	12,866	17,519	16,680	10,329								68,825
RESERVA	TAJO 801	SIMSA	AYALA INFERIOR	14,400	5.91		3,692	3,157	3,316	2,633	1,602								14,400
RESERVA	EN BLANCO	SIMSA	AYALA INFERIOR	283,180	6.87							38,098	42,295	42,525	42,305	39,942	37,106	40,909	283,180
RESERVA	TAJO 632 SUR	SIMSA	AYALA INFERIOR	19,258	2.12			2,357	9,295	7,606									19,258
RESERVA	TAJO 534	SIMSA	ZONA SUR	8,065	4.22						3,965	4,101							8,065
RESERVA	EN BLANCO	RESEFER	AYALA INFERIOR	53,678	5.62								7,705	7,475	7,695	7,450	11,651	11,702	53,678
RESERVA	TAJO 370	SIMSA	NUEVO RHAMYS	25,014	2.65		13,392	11,622											25,014
RESERVA	TAJO 790	SIMSA	NUEVO RHAMYS	8,987	3.89		1,664	1,728								555	3,124	1,916	8,987
RESERVA	TAJO 870	SIMSA	NUEVO RHAMYS	77,905	2.32		12,953	10,857	12,411	14,922	26,762								77,905
RESERVA	TAJO 8025	SIMSA	NUEVO RHAMYS	5,646	4.43											2,053	3,119	473	5,646
RESERVA	TAJO_534	RESEFER	ZONA SUR	21,042	4.8		2,867	3,413	3,459	4,159	3,343	3,802							21,042
TOTAL ZONA SUR				586,000	6.13		46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	50,000	50,000	50,000	50,000	55,000	55,000	586,000
RESERVA	TAJO_510 (DOM)	RESEFER	DOMO	24,000	7.5		4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000							24,000
TOTAL ZONA ALTA				24,000	7.5		4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000							24,000
TOTAL GENERAL				610,000	6.19		50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	55,000	55,000	610,000

Fuente: Departamento de Planeamiento

Tabla 13. Programa de producción de concentrados 2019 en la unidad minera San Vicente

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic	Total
Extracción mina (TMS)	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	55,000	55,000	610,000
Tratamiento planta (TMS)	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	55,000	55,000	610,000
Ley % Zn total	5.81%	5.91%	5.96%	6.04%	5.37%	7.08%	6.63%	6.98%	6.50%	7.43%	6.68%	5.62%	6.33%
Ley % ZnS	5.67%	5.76%	5.76%	5.89%	5.23%	6.94%	6.50%	6.85%	6.37%	7.30%	6.55%	5.50%	6.20%
Ley % Pb	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%
Ley % Fe	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%
Ley % ZnOx	0.14%	0.14%	0.14%	0.14%	0.14%	0.14%	0.13%	0.13%	0.13%	0.13%	0.13%	0.13%	0.14%
Concentrado de Zn	4,551	4,630	4,673	4,734	4,202	5,576	5,223	5,505	5,121	5,863	5,790	4,856	60,724
Recuperación DE Zn total	94.02	94.06	94.08	94.11	93.82	94.45	94.51	94.61	94.47	94.72	94.53	94.18	94.32
Recuperación DE Zn (sulfuros)	96.40	96.40	96.40	96.40	96.40	96.40	96.40	96.40	96.40	96.40	96.40	96.40	96.40
Ley concentrado DE ZnT	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Ley concentrado DE ZnS	59.70	59.70	59.70	59.70	59.70	59.70	59.70	59.70	59.70	59.70	59.70	59.70	59.70
Concentrado DE Pb	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	164	1,815
Recuperación DE Pb	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Ley concentrado DE Pb	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00

Fuente: Departamento de Planeamiento

2.15. Evaluación de la ruta de transporte actual

Una de las características del alto costo de transporte en la zona de profundización Ayala Inferior es la distancia de acarreo y transporte desde los tajeos profundos hacia la planta concentradora generando una distancia de 6.03 km, es por tal motivo el proyecto de construcción del *Ore Pass* 690 que genera una distancia menor de 3.95 km.

Esta menor diferencia de distancias producto de la construcción de la tolva 690 entre la ruta antigua y la ruta actual genera una reducción de 2.08 km, generando una reducción de costos de transporte y mejora de la productividad.

Tabla 14. Distancias de ruta antigua y actual del sector Ayala Inferior de la mina San Vicente

	RP 8090 a Ore Pass (km)	Ore Pass 690 a Bocamina de extracción (km)	Ore Pass 610 a Bocamina de extracción (km)	Bocamina de extracción a planta concentradora (km)	Total (km)
Ruta actual	2.1	1.65	0	0.2	3.95
Ruta antigua	4.8	0	1.03	0.2	6.03

Fuente: Departamento de Planeamiento

La menor distancia de transporte de mineral entre la ruta antigua y la ruta actual considera las cámaras de carguío 210 y 280, el cual provee el total de mineral del sector Ayala Inferior, que considera una producción total de 439,342 t durante el periodo 2019 con leyes de Zn@ 7.18%. este tonelaje representa el 77% de la producción total de la UM San Vicente.

Tabla 15. Tonelaje producido en el sector Ayala Inferior durante el periodo 2019 de la mina San Vicente

Tipo de Recurso	Labor	Ejecutor	Corredor	Recurso (TMS)	%Zn	%Pb	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
TOTAL AYALA INFERIOR																			
RESERVA	TAJO 632	SIMSA	AYALA INFERIOR	68,825	11.33		11,432	12,866	17,519	16,680	10,329								68,825
RESERVA	TAJO 801	SIMSA	AYALA INFERIOR	14,400	5.91		3,692	3,157	3,316	2,633	1,602								14,400
RESERVA	EN BLANCO	SIMSA	AYALA INFERIOR	283,180	6.87							38,098	42,295	42,525	42,305	39,942	37,106	40,909	283,180
RESERVA	TAJO 632 SUR	SIMSA	AYALA INFERIOR	19,258	2.12			2,357	9,295	7,606									19,258
RESERVA	EN BLANCO	RESEFER	AYALA INFERIOR	53,678	5.62								7,705	7,475	7,695	7,450	11,651	11,702	53,678
TOTAL GENERAL				439,341	7.18		15,124	18,380	30,130	26,919	11,931	38,098	50,000	50,000	50,000	47,392	48,757	52,611	439,342

Fuente: Departamento de Planeamiento

2.16. Evaluación económica de transporte mineral-periodo 2018 y 2019

La producción generada en la UEA *Palmapata* durante el 2019 fue de 439,342 t con leyes de Zn@ 7.18% y Pb@ 0.25%, y durante el periodo 2018 la producción generada fue de 172,11 t con leyes de Zn@ 6.47% y Pb@ 0.38%, estas producciones provienen del sector Ayala Inferior, el cual representa el 72% de producción de la mina San Vicente.

Este incremento de producción generada entre el periodo 2018 al 2019, es que los mayores recursos minerales están asociados en los niveles inferiores del sector Ayala Inferior.

Los parámetros asociados al costo de transporte unitario se definieron en función al costo horario de los volquetes de 15 m³, al costo directo de los volquetes y al consumo de combustible. El costo horario de los volquetes se calculó en 63.10 US\$/h-máq., en este costo horario está incluida la mano de obra, EPP, herramientas y utilidad.

Así mismo, se consideró el costo unitario de cada escenario (ruta) ruta anterior y ruta propuesta, los parámetros de distancia (con carga y sin carga), capacidad real de carga, velocidad de recorrido (con carga y sin carga), tiempo total del ciclo de transporte (con carga y sin carga) y tonelaje transportado.

Los costos unitarios calculados en el escenario anterior el cual considera la tolva 610 y en el escenario actual la tolva 690 son de US\$ 1.88/t y US\$ 1.06/t respectivamente.

Las distancias asumidas en las evaluaciones de costos de transporte unitario en la ruta anterior (tolva 610) y la ruta actual (tolva 690) fueron de 6.03 km y 3.95 km respectivamente, generando una disminución de 2.08 km de ahorro, por lo que la optimización y reducción de costos al implementar la tolva 690 en el nivel 1515 es positiva.

El análisis comparativo de costos de transporte entre ambos escenarios durante el periodo 2019, considera un ahorro de US\$ 360,259.62 con la construcción del *Ore Pass* en el nivel 1515 (tolva 690).

Tabla 16. Análisis de tonelaje producido en el sector Ayala Inferior y el costo de transporte durante el periodo 2018 y 2019 en la mina San Vicente

Costo total de transporte de mineral del sector Ayala Inferior - unidad minera San Vicente
unidad minera San Vicente - periodo 2019

Tipo de recurso	Labor	Ejecutor	Corredor	Costo total transporte	%zn	%pb	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic	Total
				US\$															t
Reserva	Tajo 632	Simsa	Ayala Inferior	72,955	11.33		11,432	12,866	17,519	16,680	10,329								68,825
Reserva	Tajo 801	Simsa	Ayala Inferior	15,264	5.91		3,692	3,157	3,316	2,633	1,602								14,400
Reserva	en blanco	Simsa	Ayala Inferior	300,171	6.87							38,098	42,295	42,525	42,305	39,942	37,106	40,909	283,180
Reserva	tajo 632 Sur	Simsa	Ayala Inferior	20,413	2.12		2,357	9,295	7,606										19,258
Reserva	en blanco	Resefer	Ayala Inferior	56,899	5.62								7,705	7,475	7,695	7,450	11,651	11,702	53,678
Total Zona Sur				465,701	6.13		15,124	18,380	30,130	26,919	11,931	38,098	50,000	50,000	50,000	47,392	48,757	52,611	439,341

Costo total de transporte de mineral del sector Ayala Inferior - unidad minera San Vicente
unidad minera San Vicente - periodo 2018

Tipo de recurso	Labor	Ejecutor	Corredor	Costo total transporte	%zn	%pb	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic	total
																			t
Reserva	Tajo 632, tajo Sur	Simsa	Ayala Inferior	1,944,833,067	6.47	0.38	3,000	3,000	3,000	3,000	7,300	7,972	8,050	9,804	10,000	10,000	15,000	15,146	95,272
Total Zona Sur				1,944,833,067	6.47	0.38	3,000	3,000	3,000	3,000	7,300	7,972	8,050	9,804	10,000	10,000	15,000	15,146	95,272

Escenario ruta actual (con construcción Ore Pass nivel 1515)		Costo total (US\$)
Costo unitario transporte (tolva 690): (US\$/t).	1.06	465,701.46
Escenario ruta anterior(sin construcción Ore Pass nivel 1515)		Costo Total (US\$)
Costo unitario transporte (tolva 690): (US\$/t).	1.88	825,961.08
Ahorro costo transporte (periodo 2019) US\$	360,259.62	

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método y alcances de la investigación

3.1.1. Método de la investigación

La investigación utilizó el método científico como general y el método descriptivo como específico.

A. Método general

El método empleado en la investigación es el método inductivo-deductivo. Este método está orientado a observar e investigar a fondo los parámetros operacionales (geológicos, geomecánicos, etc.) y económicos. Así poder aplicar criterios operacionales en la construcción de un *Ore Pass* en el nivel 1515 de la unidad minera San Vicente para ver los resultados de extracción de mineral. Las evaluaciones de los parámetros técnicos económicos servirán para generar programas de reducción de costos en sistemas de extracción de mineral.

B. Métodos específicos

A continuación, se detallan las actividades programadas en el presente trabajo de investigación:

Recopilación de informes anteriores: con la finalidad de poder entender el desarrollo de las actividades en la unidad minera, se recopiló toda la data de las

áreas de geología, mina, planta, planeamiento y geomecánica. Se interpretaron los resultados de los informes de los meses anteriores.

Trabajo de campo: se realizó el trabajo de campo con las observaciones pertinentes de mapeo, monitoreo de convergencia/divergencia, análisis de tiempo y costos.

Resultados: se realizó la evaluación de los resultados en términos de rentabilidad del proyecto en la construcción de un nuevo sistema de extracción como un *Ore Pass*.

3.1.2. Alcances de la investigación

A. Tipo de investigación

De acuerdo con los diversos criterios de investigación, es considerada de tipo aplicada. La investigación hace utilización y aplicación de los conocimientos y teorías que ya se han desarrollado en las investigaciones básicas, porque de su uso dependen los resultados y conclusiones que se van a obtener. Se fundamenta en las ciencias básicas, como geología, metalurgia, mecánica de rocas, economía y tecnología. La investigación como ciencia aplicada se interesa en los estudios geológicos, estructurales y financieros.

B. Nivel

El nivel de la investigación que se desarrolló es de tipo explicativo, porque se buscó analizar y comprender las ventajas de desarrollar un nuevo *Ore Pass* en el nivel principal de extracción.

3.2. Diseño de la investigación

El diseño de investigación consistió en realizar el control técnico económico en diseñar un nuevo sistema de extracción como el *Ore Pass* en el nv. 1515 de la unidad minera San Vicente. Se desarrolló en un periodo de tres meses y luego se analizó para la obtención de resultados.

3.2.1. Tipo de investigación

La investigación es de diseño no experimental de corte longitudinal (evolutivo). Se realizó durante un periodo de tres meses, se realizó un control y registro de las variables, durante el estudio se visualizaron cambios a través del tiempo. En la investigación no se manipularon las variables. Solo se enfocó en investigar y observar los parámetros técnicos económicos en diseñar un *Ore Pass* como nuevo sistema de extracción principal, para luego analizar la mejora de la productividad en el sistema de extracción principal.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población pertenece al sector de Ayala Inferior, echadero 690 nivel 1515 de la UEA *Palmapata*.

3.3.2. Muestra

Se realizó un muestreo no probabilístico, intencionado y por conveniencia. Pertenece a la compañía minera San Ignacio de Morococha.

3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos

3.4.1. Técnicas utilizadas en la recolección de datos

La técnica para la recolección de datos fue la observación, revisión documentaria, el acopio de datos de campo y manejo de tablas dinámicas correspondientes a la UEA *Palmapata* de la compañía minera San Ignacio de Morococha.

3.4.2. Instrumentos utilizados en la recolección de datos

Los instrumentos para recolectar los datos fueron las plantillas de datos para acopiar información. La información fue obtenida de fuente primaria, debido a que se realizaron los trabajos *in situ* en la unidad minera para recabar los datos respecto a la producción minera, desarrollo de preparación del *Ore pass* (tolva 690) y los parámetros operacionales de extracción de mineral que se vienen ejecutando en la unidad minera.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

A continuación, se presentan los resultados de la investigación, mostrando la evaluación técnico-económica del sistema de transporte de mineral mediante el diseño de un nuevo *Ore Pass* 690 en el nivel 1515, en el sector Ayala Inferior de la UEA *Palmapata*, para la mejora de la productividad y reducción de costos mediante la disminución de distancias de transporte de mineral.

4.1.1. Análisis de las cámaras de carguío en el sistema de transporte en la UEA *Palmapata*

Las condiciones actuales del sistema de transporte en la UEA *Palmapata*, cuentan con los puntos de carga de mineral hacia la planta concentradora. La producción de mineral de niveles profundos del sector Ayala Inferior son cargados de las cámaras de carguío 280 y 210 los cuales son transportados a los echaderos 610 y 690, desde allí son transportados a bocamina y planta concentradora. Para el análisis de los puntos de carguío y descarga se definieron sus distancias, velocidades de transporte y los tiempos de recorrido con material cargado y descargado.

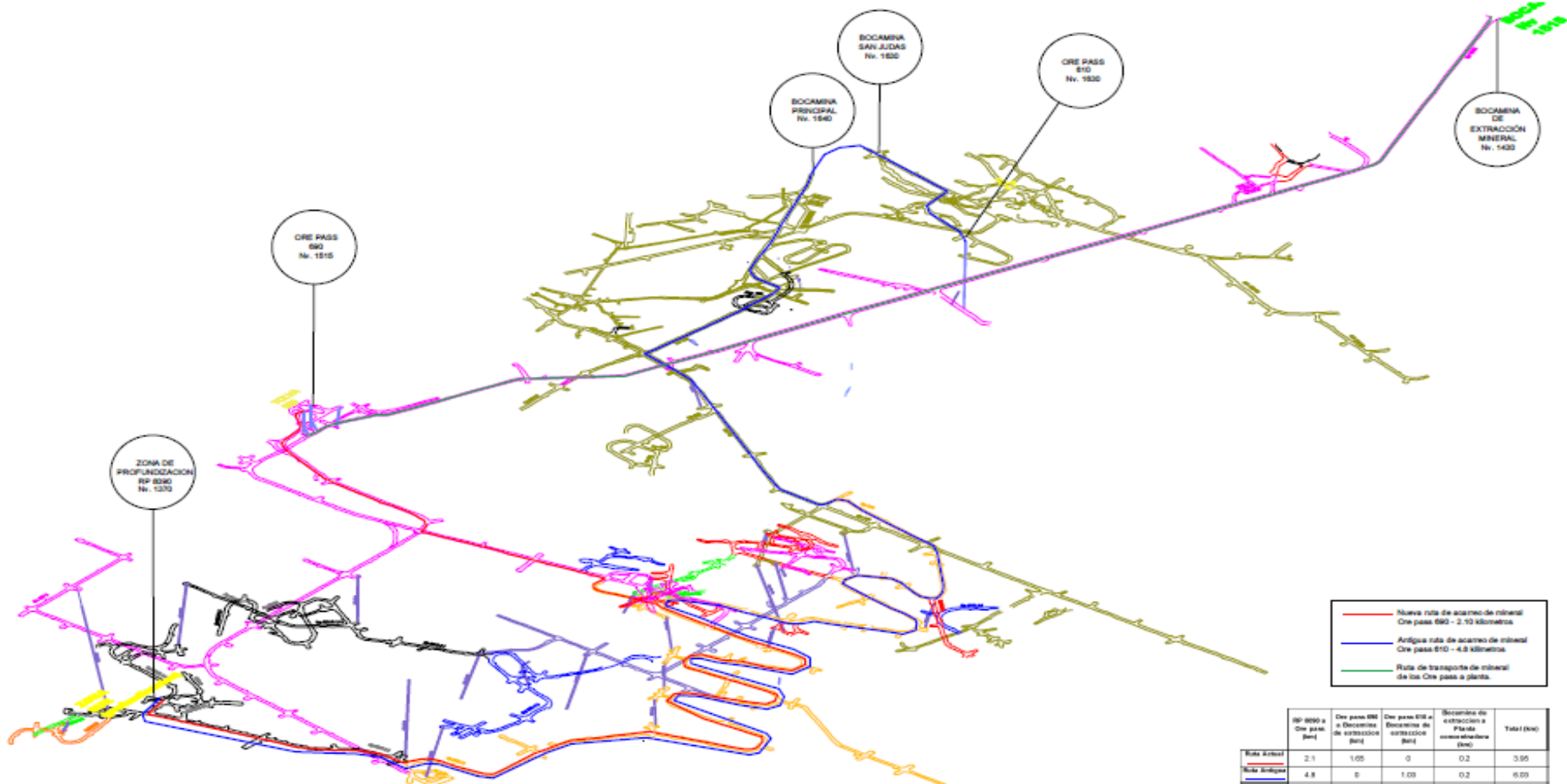


Figura 28. Layout de distancias de tolva 690 a bocamina - zona Palmapata, sector Ayala Inferior, unidad minera San Vicente
 Fuente: elaboración propia

a) Análisis e interpretación de resultados:

- ✓ El objetivo del desarrollo del echadero 690 es optimizar el transporte de mineral, con la construcción de infraestructuras para un nuevo echadero en la zona de Ayala Inferior, nivel 1515 y rampa 690 (+).
- ✓ Para desarrollar la extracción de mineral por el echadero 690, nivel 1515, se debe de realizar una serie de inversiones en labores de desarrollo que consideran un total de labores de avance de 522 m lineales, el cual considera rampa 690 (+), cámara de carguío Rp 690, acceso a echadero, cámara para echadero, cámara para rompebanco, acceso hacia rompebanco, *raise borer* echadero, cámara para pie echadero y chimenea hacia *raise borer*. Así mismo, se considera el desquinche en rompebanco y echadero de 96 m³, y finalmente la instalación de 45 unidades de tolva hidráulica, parrillas, rompebanco y anillo metálico.
- ✓ El costo de capital a implementar en el proyecto de extracción por el echadero 690 del nivel 1515 es de US\$ 682,257.

4.1.2. Análisis de las distancias en cámaras de carguío en el sistema de transporte en la UEA *Palmapata*

El desarrollo del echadero 690 en el nivel 1515 permite reducir la distancia actual en 2.1 km desde las cámaras de carguío 280 y 210 ubicado en los niveles profundos de la zona de Ayala Inferior.

Tabla 17. *Distancias de ruta antigua y actual del sector Ayala Inferior de la mina San Vicente*

	RP 8090 a Ore Pass	Ore Pass 690 a Bocamina de extracción	Ore Pass 610 a Bocamina de extracción	Bocamina de extracción a planta concentradora	Total (km)
	(km)	(km)	(km)	(km)	
Ruta actual	2.1	1.65	0	0.2	3.95
Ruta antigua	4.8	0	1.03	0.2	6.03

Fuente: *Departamento de Planeamiento de unidad minera San Vicente*

a) Análisis e interpretación de resultados:

- ✓ La distancia desde la rampa 8090 al *Ore Pass* 610 genera una distancia de 4.8 km y desde el *Ore Pass* 610 a bocamina una distancia de 1.03 km y desde bocamina hacia planta concentradora genera una distancia de 0.2 km, siendo el total de recorrido de 6.03 km.

- ✓ En el escenario del proyecto de extracción del echadero 690, nivel 1515 genera distancias desde rampa 8090 al *Ore Pass* 690 de 2.1 km, desde el *Ore Pass* 690 a bocamina 1.65 km, y desde bocamina a planta concentradora 0.2 km, siendo el total de 3.95 km.
- ✓ El desarrollo del proyecto del echadero 690 en el nivel 1515, sector Ayala Inferior genera distancias menores en 2.08 km, el cual permitirá disminuir el costo de transporte.

4.1.3. Análisis de las características de transporte de mineral

El sistema de transporte en el sector de Ayala Inferior de la UEA *Palmapata*, utiliza volquetes de 15 m³. Durante el periodo 2019 se transportó un total de 439,342 t, lo que representa el 72% del total producido en la mina San Vicente. El transporte de mineral va desde las cámaras de carguío 280 y 210 hacia el echadero principal 690, para luego ser transportados a planta concentradora.

Durante el periodo 2018, se transportó un total de 95,272 t de mineral del sector Ayala Inferior, este menor tonelaje fue debido a la mayor distancia del echadero principal 610 hacia las cámaras de carguío 280 y 210.

Tabla 18. Características de transporte de mineral – interior de mina del proyecto de extracción, echadero 690, nivel 1515

TRANSPORTE DE MINERAL – INTERIOR MINA

Parámetros Técnicos

Velocidad		
Cargado	11.00	km/h
Vacío	12.95	km/h

Peso específico de Material

Mineral roto	3.00	Tm/m ³
Desmonte roto	2.70	Tm/m ³
Factor de esponjamiento	0.22	

Capacidad de carga

Mineral	15.00	m ³	36.89	TMH/volquete
Desmonte	15.00	m ³	33.20	TMH/volquete
			35.04	TMH/volquete

Costos incurridos

Costo de volquete	63.10	US\$/h-máq	Incluye Mano de Obra, EPP, Herramientas y Utilidad
Costo directo de volquete	49.00	US\$/h-máq	
Consumo de combustible	3.25	Gal/h	

Tiempos utilizados

Tiempo disponible guardia	12.00	h
Demoras diarias (inevitables)	4.00	h
Capacitación	0.05	h
Despacho de guardia	0.36	h
Disparo	0.56	h
Esperando orden	0.61	h
Ingreso de personal	0.08	h
Limpieza de volquete	0.82	h
Movilización	0.99	h
Preuso	0.24	h
Refrigerio	0.29	h
Tiempo efectivo diario	8.00	h
Tiempo por pérdida de operación	5.14	min.
Espera para cargar	0.00	min.
Espera para descargar	1.71	min.
Falta scoop	2.37	min.
Tráfico en la vía	0.00	min.
Traslado de equipo por falta de carga o scoop	1.06	min.
Carguío con scoop	6.50	min.
Descarga	2.50	min.

Fuente: elaboración propia

a) Análisis e interpretación de resultados:

- ✓ Las características del transporte en el sector de *Palmapata*, utiliza camiones de 15 m³.
- ✓ Las velocidades de los volquetes cargados se consideran en 11 km/h cargado, y de 12.95 km/h vacío.
- ✓ El tiempo disponible por guardia es de 12 h, y un tiempo efectivo diario de 8 h.
- ✓ Las demoras diarias se consideran en 4 h, esto considera capacitación, despacho de guardia, disparo, espera de orden, ingreso de personal, limpieza de volqueta, movilización y refrigerio.
- ✓ El tiempo de pérdida por operación es de 5.14 minutos el cual considera: tiempo de espera para cargar, tiempo de espera para descargar, falla de equipo de carguío (*scoop*), tráfico en la vía, traslado del equipo por la falta de carga o *scoop*, carguío con *scoop* y descarga de mineral.
- ✓ El tiempo de carguío de equipo con *scoop* es de 6.5 minutos y de descarga es de 2.50 minutos.

4.1.4. Análisis de los costos de transporte de mineral

Los costos asociados al echadero 690 considera la ruta a seguir: echadero 690-bocamina-planta concentradora, distancia, capacidad de carga, velocidad de recorrido, tiempo total del ciclo, costo total de transporte, número de viajes y producción para considerar el costo unitario en US\$/t o US\$/t-km.

Los costos asociados al transporte de mineral consideran el costo horario del volquete, densidad del material a transportar, el consumo de combustible, etc.

Tabla 19. Costo unitario de transporte de mineral – interior de mina del proyecto de extracción, echadero 690, nivel 1515

Item	Ruta	Distancia		Capacidad Real de Carga	Velocidad de Recorrido		TIEMPO TOTAL DE CICLO						COSTO TOTAL DE TRANSPORTE		NRO DE VIAJES	PRODUCCION	COSTO UNITARIO	COSTO UNITARIO	
		Cargado	Vacio		Cargado	Vacio	Tiempo de carguio	Tiempo de descarga	T. por Perdida de	Tiempo cargado	Tiempo vacio	TIEMPO TOTAL	Volquete	TOTAL					
		m	m	Tm	km/hr	km/hr	min	min	min	min	min	min	US\$	US\$	N	Tm	US\$/Tm	US\$/Tm-km	
1.00	Transporte de Mineral																		
Mina	TRANS MIN: RP 8090 - OP 610	4.8	4.8	35.04	11.00	12.95	6.50	2.50	5.14	26.18	22.24	62.56	504.80	504.80	7.67	268.84	1.88	0.39	
Mina	TRANS MIN: RP 8090 - OP 690	2.1	2.1	35.04	11.00	12.95	6.50	2.50	5.14	11.45	9.73	35.33	504.80	504.80	13.59	476.12	1.06	0.50	
Mina	TRANS MIN: Inicio --> fin	3	3	35.04	11.00	12.95	6.50	2.50	5.14	16.36	13.90	44.41	504.80	504.80	10.81	378.78	1.33	0.44	
Mina	TRANS MIN: Inicio --> fin	4	4	35.04	11.00	12.95	6.50	2.50	5.14	21.82	18.53	54.49	504.80	504.80	8.81	308.66	1.64	0.41	
Mina	TRANS MIN: Inicio --> fin	5	5	35.04	11.00	12.95	6.50	2.50	5.14	27.27	23.17	64.58	504.80	504.80	7.43	260.44	1.94	0.39	
Mina	TRANS MIN: Inicio --> fin	6	6	35.04	11.00	12.95	6.50	2.50	5.14	32.73	27.80	74.67	504.80	504.80	6.43	225.26	2.24	0.37	
Mina	TRANS MIN: Inicio --> fin	7	7	35.04	11.00	12.95	6.50	2.50	5.14	38.18	32.43	84.76	504.80	504.80	5.66	198.45	2.54	0.36	
Mina	TRANS MIN: Inicio --> fin	8	8	35.04	11.00	12.95	6.50	2.50	5.14	43.64	37.07	94.84	504.80	504.80	5.06	177.34	2.85	0.36	

Fuente: elaboración propia

a) Análisis e interpretación de resultados:

- ✓ El costo unitario de transporte desde el echadero 610 es de 1.88 US\$/t, y el costo unitario de transporte desde el echadero 690 es de 1.06 US/t.
- ✓ El costo horario del volquete de 15 m³ es de 49 US\$ / h-máq. y el costo del volquete es de 63.10 US\$/h-máq., el cual incluye mano de obra, EPP, herramientas y utilidad.
- ✓ La velocidad de recorrido de los volquetes, han sido considerados en 11 km/h con carga y de 12,95 km/h vacío.
- ✓ El rango de incremento de costo horario en distancias de 6 km es de 2.24 US\$/t, de 7 km es de 2.54 US\$/t y de 8 km es de 2.85 US\$/t.

4.1.5. Análisis de producción de mineral

Los recursos minerales totales de las diferentes zonas de la unidad minera San Vicente para el 2019 considera un total de 3´799,443.00 t con leyes de Zn@ 9.93% y Pb@ 0.16%, con un NSR promedio de US\$ 160/t. Los sectores considerados son Ayala Inferior, Zona Sur, Nuevo *Rhamys* y Domo. El área de estudio Ayala Inferior cuenta con recursos minerales de 2´998,413.00 t, con leyes de Zn@ 11.03% y Pb@ 0.05%, con un NSR de US\$ 177.48/t.

La producción total del año 2019 fue de 610,000 t con minerales de esfalerita y galena, obteniendo concentrados de Zn (principalmente) y de Pb, con recuperaciones metalúrgicas importantes de Zn en 94% y de Pb en 50%.

Tabla 20. Programa de producción 2019 en la unidad minera San Vicente

Tipo de Recurso	Labor	Ejecutor	Corredor	Recurso (TMS)	%Zn	%Pb	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	
	Tj_7765_Tj_7795	SIMSA	RHAMYS																	
TOTAL UNCUSH SUR ALTO 1870																				
RESERVA	TAJO 632	SIMSA	AYALA INFERIOR	68,825	11.33		11,432	12,866	17,519	16,680	10,329								68,825	
RESERVA	TAJO 801	SIMSA	AYALA INFERIOR	14,400	5.91		3,692	3,157	3,316	2,633	1,602								14,400	
RESERVA	EN BLANCO	SIMSA	AYALA INFERIOR	283,180	6.87							38,098	42,295	42,525	42,305	39,942	37,106	40,909	283,180	
RESERVA	TAJO 632 SUR	SIMSA	AYALA INFERIOR	19,258	2.12			2,357	9,295	7,606									19,258	
RESERVA	TAJO 534	SIMSA	ZONA SUR	8,065	4.22						3,965	4,101							8,065	
RESERVA	EN BLANCO	RESEFER	AYALA INFERIOR	53,678	5.62								7,705	7,475	7,695	7,450	11,651	11,702	53,678	
RESERVA	TAJO 370	SIMSA	NUEVO RHAMYS	25,014	2.65		13,392	11,622											25,014	
RESERVA	TAJO 790	SIMSA	NUEVO RHAMYS	8,987	3.89		1,664	1,728									555	3,124	1,916	8,987
RESERVA	TAJO 870	SIMSA	NUEVO RHAMYS	77,905	2.32		12,953	10,857	12,411	14,922	26,762									77,905
RESERVA	TAJO 8025	SIMSA	NUEVO RHAMYS	5,646	4.43												2,053	3,119	473	5,646
RESERVA	TAJO_534	RESEFER	ZONA SUR	21,042	4.8		2,867	3,413	3,459	4,159	3,343	3,802								21,042
TOTAL ZONA SUR				586,000	6.13		46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	50,000	50,000	50,000	50,000	55,000	55,000	586,000	
RESERVA	TAJO_510 (DOM)	RESEFER	DOMO	24,000	7.5		4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000								24,000
TOTAL ZONA ALTA				24,000	7.5		4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000								24,000
TOTAL GENERAL				610,000	6.19		50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	55,000	55,000	610,000	

Fuente: elaboración propia

Tabla 21. Programa de producción de concentrados 2019 en la unidad minera San Vicente

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic	Total
Extracción mina (TMS)	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	55,000	55,000	610,000
Tratamiento planta (TMS)	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	55,000	55,000	610,000
Ley % Zn total	5.81%	5.91%	5.96%	6.04%	5.37%	7.08%	6.63%	6.98%	6.50%	7.43%	6.68%	5.62%	6.33%
Ley % ZnS	5.67%	5.76%	5.76%	5.89%	5.23%	6.94%	6.50%	6.85%	6.37%	7.30%	6.55%	5.50%	6.20%
Ley % Pb	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%
Ley % Fe	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%	0.96%
Ley % ZnOx	0.14%	0.14%	0.14%	0.14%	0.14%	0.14%	0.13%	0.13%	0.13%	0.13%	0.13%	0.13%	0.14%
Concentrado de Zn	4,551	4,630	4,673	4,734	4,202	5,576	5,223	5,505	5,121	5,863	5,790	4,856	60,724
Recuperación de Zn total	94.02	94.06	94.08	94.11	93.82	94.45	94.51	94.61	94.47	94.72	94.53	94.18	94.32
Recuperación de Zn (sulfuros)	96.40	96.40	96.40	96.40	96.40	96.40	96.40	96.40	96.40	96.40	96.40	96.40	96.40
Ley concentrado de ZnT	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Ley concentrado de ZnS	59.70	59.70	59.70	59.70	59.70	59.70	59.70	59.70	59.70	59.70	59.70	59.70	59.70
Concentrado de Pb	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	164	1,815
Recuperación de Pb	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Ley concentrado de Pb	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00

Fuente: Departamento de Planeamiento de unidad minera San Vicente

a) Análisis e interpretación de resultados:

- ✓ El programa de producción del 2019 en la unidad minera San Vicente, en las zonas de Ayala Inferior, Zona Sur, Nuevo *Rhamys*, Domo y Zona Alta fue de 610,00 t, con leyes media de Zn@ 6.20% y Pb@ 0,25%.
- ✓ El tonelaje extraído en la zona de Ayala Inferior fue de 439,341 t con leyes de Zn@ 7.18% y Pb@ 0.25%, el cual representa el 72% del total producido en la unidad minera San Vicente.
- ✓ La producción de concentrados de Zn fue de 60,724 t con una ley de concentrado de Zn de 59,70%, así mismo la producción de concentrados de Pb fue de 1,815 t con una ley de concentrado de 42%.
- ✓ Las recuperaciones metalúrgicas en los concentrados de Zn fueron de 94% y de concentrados de Pb fueron de 50%.

4.1.6. Análisis de costos de transporte en la producción de mineral

Los parámetros asociados al costo de transporte unitario se definieron en función al costo horario de los volquetes de 15 m³, al costo directo de los volquetes y al consumo de combustible. El costo horario de los volquetes se calculó en 63.10 US\$/h-máq., en este costo horario está incluida la mano de obra, EPP, herramientas y utilidad.

El análisis de la producción del año 2019 transportado desde el echadero 610 (ruta anterior) y el echadero 690 (ruta actual) a planta concentradora con distancias totales de 6.03 km y 3.95 km, respectivamente, permite definir escenarios de optimización en el sector de Ayala Inferior, de la UEA *Palmapata*.

Tabla 22. Análisis de tonelaje producido en el sector Ayala Inferior y el costo de transporte durante el periodo 2019 de la mina San Vicente

PRODUCCIÓN 2019																
Corredor	Costo transporte US \$ / Ton	Zn %	Pb %	Enero Ton.	Febrero Ton.	Marzo Ton.	Abril Ton.	Mayo Ton.	Junio Ton.	Julio Ton.	Agosto Ton.	Septiembre Ton.	Octubre Ton.	Noviembre Ton.	Diciembre Ton.	Total
AYALA INFERIOR - 19	1.88	7.18	0.25	15,124	18,380	30,130	26,919	11,931	38,098	50,000	50,000	50,000	47,392	48,757	52,611	439,349.43
RUTA ANTERIOR				28,433	34,554	56,644	50,608	22,430	71,624	94,000	94,000	94,000	89,097	91,663	98,909	825,962.96
AYALA INFERIOR - 19	1.06	7.18	0.25	15,124	18,380	30,130	26,919	11,931	38,098	50,000	50,000	50,000	47,392	48,757	52,611	439,349.43
RUTA ACTUAL				16,031	19,483	31,938	28,534	12,647	40,384	53,000	53,000	53,000	50,236	51,682	55,768	465,702.52
AHORRO (US \$ / Ton)				12,402	15,072	24,707	22,074	9,783	31,240	41,000	41,000	41,000	38,861	39,981	43,141	360,260.44

Fuente: Departamento de Planeamiento de unidad minera San Vicente

a) Análisis e interpretación de resultados:

- ✓ La producción generada en la UEA *Palmapata* durante el 2019 fue de 439,342 t con leyes de Zn@ 7.18% y Pb@ 0.25%, provenientes del sector Ayala Inferior, esta producción representa el 72% de producción de la mina San Vicente.
- ✓ El costo de transporte desde el echadero 610 es de US\$ 1.88/t y desde el echadero 690 es de US\$ 1.06/t hacia la planta concentradora, esta diferencia es producto de la reducción de distancias desde las cámaras de carguío 210 y 280 ubicadas en el sector Ayala Inferior.
- ✓ El costo total de transporte desde la tolva 610 durante el periodo 2019 fue de US\$ 825,962.96 y desde la tolva implementada 690 fue de US\$ 465,702.52.
- ✓ La implementación del *Ore Pass* 690 permite la reducción del costo de transporte en US\$ 360,260.44, durante el periodo 2019.

4.1.7. Análisis de los costos de transporte en la implementación del *Ore Pass* 690 en el nivel 1515

El alto costo de transporte en la zona de profundización Ayala Inferior es la distancia de acarreo y transporte desde los tajeos profundos hacia la planta concentradora, generando una distancia de 6.03 km, es por tal motivo el proyecto de construcción del *Ore Pass* 690, permite una distancia menor de 3.95 km. Esta menor diferencia de distancias producto de la construcción del *Ore Pass* 690 entre la ruta antigua y la ruta actual genera una reducción de 2.08 km, generando una reducción de costos de transporte y mejora de la productividad. El Capex de implementación del *Ore Pass* 690 fue de US\$ 682,257, el cual considera laboreo minero, tolva, parrilla, rompebanco, anillo metálico y ventilador.

Así mismo, la reducción de distancia desde las cámaras de carguío 280 y 210 del sector Ayala Inferior, a los echaderos 690 y 610 permiten una reducción importante de distancia y, por lo tanto, en una reducción del costo de transporte en labores de explotación profunda.

Tabla 23. Capex de la implementación del echadero 690, nivel 11 en el sector Ayala Inferior, mina San Vicente

Descripción	Unidad	Cantidad	Total US\$
Laboreo minero	m	522	408,632
Tolva	und.	2	60,000
Parrilla	und.	2	65,090
Rompebanco	und.	1	120,000
Anillo metálico	und.	40	8,000
Ventilador	und.	1	20,535
Total			682,257

Fuente: elaboración propia

Tabla 24. Cálculo de ahorro en el costo de transporte de la implementación del echadero 690, nivel 11 en el sector Ayala Inferior, mina San Vicente

CRA. CARGUIO	UND	DISTANCIA A ECH. 690 (m)	DISTANCIA A ECH. 610 (m)	TONELAJE (t)	PU US\$	COSTO A ECH. 690 TOTAL US\$	COSTO A ECH. 610 TOTAL US\$	AHORRO TOTAL US\$
Cra. 280	m	1.417	2.093	71,890	0.256	26,071	38,519	12,448
Cra. 210	m	1.073	2.806	1,055,439	0.302	342,011	894,471	552,461
TOTAL				1,127,329		368,082	932,991	564,908

Fuente: elaboración propia

a) Análisis e interpretación de resultados:

- ✓ La implementación del Ore Pass 690 es de US\$ 682,257 en el nivel 1515 del sector Ayala Inferior, con la finalidad de reducir las distancias de transporte desde las cámaras de carguío 280 y 210 ubicados en el mismo sector.
- ✓ La distancia de la cámara de carguío 280 hacia el echadero 610 es de 2,093 m y hacia el echadero 690 es de 1,417 m teniendo una reducción de 676 m.
- ✓ La distancia de la cámara de carguío 210 hacia el echadero 610 es de 2,806 m y hacia el echadero 690 es de 1073 m teniendo una reducción de 1,730 m.
- ✓ La producción generada en la cámara 280 durante el periodo 2019 fue de 71,890 t y un costo unitario de transporte de 0.256 US\$/t-km, genera un ahorro total de US\$ 12,448.
- ✓ La producción generada en la cámara 210 durante el periodo 2019 fue de 1'055,439 t y un costo unitario de transporte de 0.302 US\$/t-km, genera un ahorro total de US\$ 552,461.

- ✓ El ahorro total de transporte producto de la disminución de distancias desde las cámaras de carguío al *Ore Pass* 690 generaron menores distancias por lo que hubo un ahorro de US\$ 564,908.

4.1.8. Análisis de la evaluación económica de la construcción del *Ore Pass* 690, nivel 1515 (tolva 690)

El análisis de la evaluación económica permite optimizar el transporte de mineral, con la construcción de infraestructuras para un nuevo echadero 690 en la zona de Ayala Inferior nivel 1515 rampa 690 (+).

La evaluación financiera de la implementación del *Ore Pass* 690 en el nivel 1515, zona Ayala Inferior, permite visualizar parámetros económicos financieros positivos, lo que hace viable la implementación del *Ore Pass* 690.

Tabla 25. Capex de la construcción del echadero 690, nivel 1515 en el sector Ayala Inferior, mina San Vicente

PROYECTO DE EXTRACCION POR ECHADERO 690 NIVEL 1515					
OBJETIVO					
Optimizar el transporte de mineral, con la construcción de infraestructuras para un nuevo echadero en la zona de Ayala Inferior Nv 1515 Rampa 690 (+).					
BENEFICIO					
Se espera obtener un ahorro anual de 564,908 US\$					
INVERSION A REALIZAR					
	sección	Unidad	Cant	C.Unitario PU US\$	US\$
Ramp 690 (+)	4.0 X 4.0	m	300	600	180,000
Camara de carguio	4.0 X 4.0	m	20	600	12,000
Acceso a Echadero	4.0 X 4.0	m	40	600	24,000
Camara para echadero (2)	5.0 X 4.0	m	24	600	14,400
Desquinches en Cra. Ech		m3	48	40	1,920
Camara para rompebanco	5.0 X 4.0	m	5	600	3,000
Desquinches en Cra. Rompebanco		m3	48	40	1,920
Acceso ahacia rompebanco	3.5 X 3.0	m	25	510	12,750
Raise Borer Ech. (2)	7 Pies	m	80	980	78,400
Camara para pie Ech. (2)	3.5 X 3.0	m	14	510	7,140
Chimenea hacia RB (2)	1.5 x 1.5	m	14	252	3,528
Tolva hidraulica		Und	2	30,000	60,000
Parrillas		Und	2	32,545	65,090
Rompebanco		Und	1	120,000	120,000
Ventilador de 30, 000 CFM		Und	1	20,535	20,535
Perno y Malla		Und	1,362	26	35,126
Shotcrete de 2"		m2	872	30	25,962
Shotcrete de 3"		m2	192	44	8,486
Anillo metalico		Und	40	200	8,000
INVERSION A REALIZAR					682,257
TOTAL INVERSION					\$682,257

Fuente: elaboración propia

Tabla 26. Evaluación económica de la construcción del Echadero 690, nivel 11 en el sector Ayala Inferior, mina San Vicente

PROYECTO DE EXTRACCION POR ECHADERO 690 NIVEL 1515			
Inversión:			
			682,257 US\$
	Mensual US\$	Anual US\$	V.Total US\$
Ahorro Transporte	47,076	564,908	564,908
Ahorro Incremental:			
			564,908 US\$

0 1 2
 -\$682,257 564,908 564,908

VAN = 272,467 US\$
 $k_a = 12\%$ Tasa Anual de Descuento
 $k_m = 0.95\%$ Tasa Mensual de Descuento
TIR = 41%
B/C = 1.40
P.R. = 1.21 años

ANALISIS:
 VAN > 0 TIR > k_a

Fuente: elaboración propia

a) Análisis e interpretación de resultados:

- ✓ La implementación del Ore Pass 690 es de US\$ 682,257 en el nivel 1515 del sector Ayala Inferior, UEA Palmapata.
- ✓ Se obtiene un VAN de 272,467 US\$, un TIR de 41%, un B/C de 1.41 años y un PR de 1.21 años, considerando una tasa de descuento anual del 12%.

- ✓ El análisis económico de inversión permite obtener un VAN > 0 y un TIR > Tasa Descuento, lo que hace rentable la inversión en la construcción del *Ore Pass 690*, nivel 1515 del sector Ayala Inferior de la UEA *Palmapata*, unidad minera San Vicente.

4.1.9. Análisis de la evaluación económica de transporte de mineral periodo 2019

La producción generada durante el periodo 2019 fue de 439,342 t con leyes de Zn@ 7.18% y Pb@ 0.25%, y durante el periodo 2018 fue de 172,11 t con leyes de Zn@ 6.47% y Pb@ 0.38%, estas producciones provienen del sector Ayala Inferior, los cuales representan el 72% del total producido en la mina San Vicente.

Este incremento de producción generado entre el periodo 2018 al 2019, está referido al incremento de recursos minerales en el sector Ayala Inferior.

Tabla 27. Análisis de tonelaje producido en el sector Ayala Inferior y el costo de transporte durante el periodo 2018 y 2019 en la mina San Vicente

Costo total de transporte de mineral del sector Ayala Inferior - unidad minera San Vicente
unidad minera San Vicente - periodo 2019

Tipo de recurso	Labor	Ejecutor	Corredor	Costo total transporte	%zn	%pb	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic	Total
				US\$															t
Reserva	Tajo 632	Simsa	Ayala Inferior	72,955	11.33		11,432	12,866	17,519	16,680	10,329								68,825
Reserva	Tajo 801	Simsa	Ayala Inferior	15,264	5.91		3,692	3,157	3,316	2,633	1,602								14,400
Reserva	en blanco	Simsa	Ayala Inferior	300,171	6.87							38,098	42,295	42,525	42,305	39,942	37,106	40,909	283,180
Reserva	tajo 632 Sur	Simsa	Ayala Inferior	20,413	2.12		2,357	9,295	7,606										19,258
Reserva	en blanco	Resefer	Ayala Inferior	56,899	5.62								7,705	7,475	7,695	7,450	11,651	11,702	53,678
Total Zona Sur				465,701	6.13		15,124	18,380	30,130	26,919	11,931	38,098	50,000	50,000	50,000	47,392	48,757	52,611	439,341

Costo total de transporte de mineral del sector Ayala Inferior - unidad minera San Vicente
unidad minera San Vicente - periodo 2018

Tipo de recurso	Labor	Ejecutor	Corredor	Costo total transporte	%zn	%pb	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic	total
																			t
Reserva	Tajo 632, tajo Sur	Simsa	Ayala Inferior	1,944,833,067	6.47	0.38	3,000	3,000	3,000	3,000	7,300	7,972	8,050	9,804	10,000	10,000	15,000	15,146	95,272
Total Zona Sur				1,944,833,067	6.47	0.38	3,000	3,000	3,000	3,000	7,300	7,972	8,050	9,804	10,000	10,000	15,000	15,146	95,272

Escenario ruta actual (con construcción Ore Pass nivel 1515)		Costo total (US\$)	
Costo unitario transporte (tolva 690): (US\$/t).	1.06	465,701.46	
Escenario ruta anterior(sin construcción Ore Pass nivel 1515)		Costo Total (US\$)	
Costo unitario transporte (tolva 690) : (US\$/t).	1.88	825,961.08	
Ahorro costo transporte (periodo 2019)	US\$	360,259.62	

Fuente: elaboración propia

a) Análisis e interpretación de resultados:

- ✓ Los costos unitarios de transporte de mineral calculados en el escenario anterior (tolva 610) y el escenario actual (tolva 690) son de 1.88 US\$/t y 1.06 US\$/t respectivamente.
- ✓ Las distancias asumidas en las evaluaciones de costos de transporte unitario en la ruta anterior (tolva 610) fue de 6.03 km y de la ruta actual (tolva 690) de 3.95 km.
- ✓ La reducción de distancia de transporte de mineral mediante la construcción del *Ore Pass* nivel 1515 (tolva 690) fue de 2.08 km de ahorro.
- ✓ El análisis comparativo de costos de transporte de mineral entre ambos escenarios durante el periodo 2019, considera un ahorro de US\$ 360,259.62 con la construcción del *Ore Pass* en el nivel 1515 (tolva 690).

CONCLUSIONES

1. La implementación del *Ore Pass* 690 es de US\$ 682,257 en el nivel 1515 del sector Ayala Inferior, con la finalidad de reducir las distancias de transporte desde las cámaras de carguío 280 y 210 ubicados en el mismo sector.
2. La ejecución de la rampa y echaderos se realiza en caliza con un RMR 40-51 (roca regular), con longitud de rampa y acceso a echaderos de 340 m y uso de anillos metálicos para echaderos.
3. La distancia de la cámara de carguío 280 hacia el echadero 610 es de 2,093 m y hacia el echadero 690 es de 1,417 m teniendo una reducción de 676 m.
4. La distancia de la cámara de carguío 210 hacia el echadero 610 es de 2,806 m y hacia el echadero 690 es de 1073 m teniendo una reducción de 1,730 m.
5. La producción generada en la cámara 280 durante el periodo 2019 fue de 71,890 t y un costo unitario de transporte de 0.256 US\$/t-km, generando un ahorro total de US\$ 12,448.
6. La producción generada en la cámara 210 durante el periodo 2019 fue de 1'055,439 t y un costo unitario de transporte de 0.302 US\$/t-km, generando un ahorro total de US\$ 552,461.
7. El ahorro total de transporte producto de la disminución de distancias desde las cámaras de carguío al *Ore Pass* 690 generaron menores distancias por lo que hubo un ahorro de US\$ 564,908.
8. La construcción del *Ore Pass* (tolva 690) genera un VAN de 272,467 US\$, un TIR de 41%, un B/C de 1.41 años y un PR de 1.21 años, considerando una tasa de descuento anual del 12%, lo que hace rentable la inversión.

9. El análisis comparativo de costos de transporte de mineral durante el periodo 2019, en el sector Ayala Inferior, considera un ahorro de US\$ 360,259.62, producto del ahorro de menor distancia de acarreo.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar con los programas de optimización y reducción de costos en el sistema de gestión de transporte de mineral y desmonte en la mina San Vicente.
2. Se recomienda controlar en mayor detalle los parámetros técnicos y económicos de transporte como la capacidad de carga real del volquete asociado a la variación de densidades en labores de explotación profundas.
3. Se recomienda realizar un perfil detallado de transporte, considerando las distancias, gradientes, resistencia a la rodadura para definir con mayor exactitud las velocidades de transporte en interior de mina.
4. Así mismo, se recomienda definir la implicancia de la distancia de los costos unitarios de transporte y acarreo en base a la vida útil de los equipos.
5. Finalmente, definir en mayor detalle las variables de utilización y disponibilidad en programas de optimización y reducción de costos de transporte.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ARELLANO, José.** *Productividad en la minería chilena.* Santiago de Chile : Ceplan, 2016. p. 11.
2. **MARCOS ÁLVAREZ, D. I.** *Evaluación económica del sistema de extracción de la mina Papagayo de la mina Poderosa.* 2015.
3. **RIVERA HUAMÁN, M.** *Construcción de chimeneas Raise Borer para optimizar el Proceso de minado y los costos de explotación en el tajo 355 de Reina Leticia en compañía minera Raura S.A.* 2015.
4. **MEDINA, Guillermo, ARÉVALO, Jorge y QUEA, Felipe.** *Estudio de investigación de la minería ilegal en el Perú.* Instituto de Ingenieros de Minas del Peru. Arequipa : s.n., 2007. pág. 108, Congreso.
5. **MALLQUI, Aníbal.** *Seguridad e higiene minera.* Huancayo : s.n., 2010. pág. 210.
6. **VÁSQUEZ CANDIA, J.** *Optimización de planes mineros en minas explotadas por Panel Caving incluyendo actividades de preparación minera.* 2018.

ANEXOS

Anexo A

Matriz de consistencia y operacionalización de variables

Tabla 28. Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis
Problema principal	Objetivos principal	Hipótesis principal
¿Cómo se puede reducir costos de extracción de mineral mediante la construcción de un nuevo Ore Pass en el nivel 1515 de la unidad minera San Vicente de la compañía minera San Ignacio de Morococha?	Construir un nuevo <i>Ore Pass</i> en el nivel 1515 para reducir los costos de extracción de mineral en la unidad minera San Vicente de la compañía minera San Ignacio de Morococha.	La construcción de un nuevo <i>Ore Pass</i> en el nivel 1515 permitirá la reducción de costos de extracción de mineral en la unidad minera San Vicente de la compañía minera San Ignacio de Morococha.
Problemas secundarios	Objetivos específicos	Hipótesis secundarios
1. ¿Cómo aplicar criterios operacionales en la construcción de un Ore Pass para la extracción de mineral en el nivel 1515 de la unidad minera San Vicente de la compañía minera San Ignacio de Morococha?	1. Determinar el programa de inversión operativa en las labores de desarrollo y preparación para el nuevo <i>Ore Pass</i> en el nivel 1515 de la unidad minera San Vicente.	1. Reducir las distancias de extracción de mineral mediante la construcción de un <i>Ore Pass</i> en el nivel 1515 de la unidad minera San Vicente.
2. ¿Cómo mejorar la reducción de los costos de extracción mediante la construcción de un Ore Pass en el nivel 1515 de la unidad minera San Vicente de la compañía minera San Ignacio de Morococha?	1. Determinar los parámetros operacionales de extracción de mineral mediante la construcción del nuevo <i>Ore Pass</i> en el nivel 1515 de la unidad minera San Vicente.	2. Reducir los tiempos y costos de acarreo de mineral desde el nuevo <i>Ore Pass</i> hacia los puntos de descarga de mineral.

Fuente: elaboración propia

Tabla 29. Operacionalización de variables

Variables, dimensiones e indicadores	Método
Variable independiente	<p>Para desarrollar el presente trabajo de investigación se aplicó el método analítico, siendo el tipo de investigación de alcance descriptivo-explicativo. La presente tesis es preexperimental, mediante el cual se analizaron e interpretaron los resultados de la extracción del mineral mediante la construcción del <i>Ore Pass</i> nivel 1515 de la unidad minera San Vicente, siendo su análisis de carácter técnico-económico.</p> <p>La recolección de información fue la revisión documental y el acopio de datos correspondientes a la construcción del <i>Ore Pass</i> nivel 1515, durante el periodo enero a diciembre del 2019. Finalmente, el plan de producción asociado a la extracción de mineral mediante el <i>Ore Pass</i>, permitió definir variables operacionales como los costos de acarreo de mineral.</p>
X= Construcción del <i>Ore Pass</i> nivel 1515	
Dimensiones:	
X1= Características geológicas	
X2= Propiedades del macizo rocoso	
X3= Diseño del echadero 690	
X4= Modelo económico	
Indicadores:	
x1.1= (Características de yacimiento + mineralogía + leyes)	
x2.1= (RMR + GSI + RQD, P.e, etc.)	
x3.1= (Parámetros de diseño echadero 690)	
x4.1= (Capex echadero 690)	
Variable dependiente	
Y= Extracción de mineral	
Dimensiones:	
Y1= Plan de producción de mineral	
Y2= Perfil de acarreo	
Y3= Estructura de costos	
Indicadores:	
X1.1= Tonelaje transportado	
X2.1= Reducción distancias de acarreo	
X3.1= Reducción de costos de extracción de mineral	

Fuente: elaboración propia

Anexo B Planos en sección planta y transversal

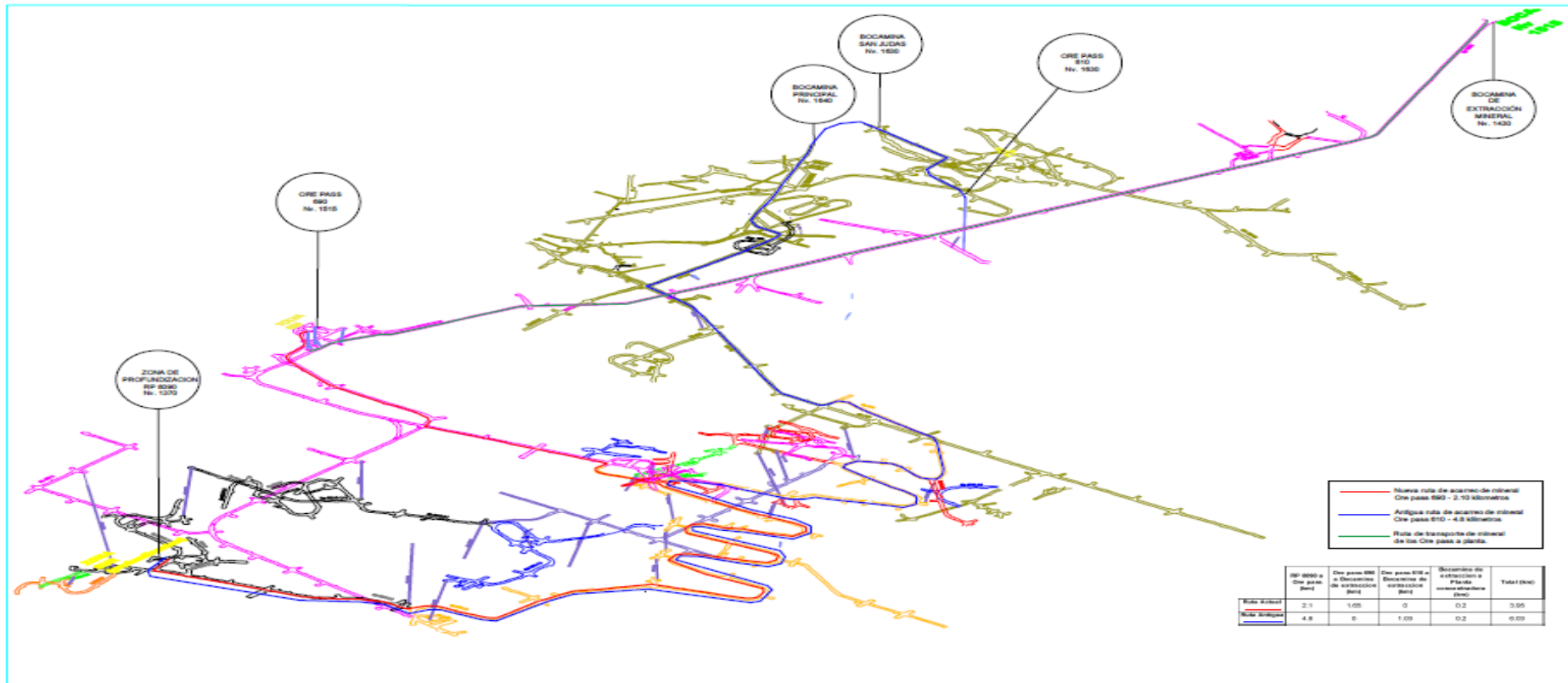


Figura 29. Layout de distancias de tolva 690 a bocamina - zona Palmapata, sector Ayala Inferior, unidad minera San Vicente
Fuente: Departamento de Planeamiento de unidad minera San Vicente

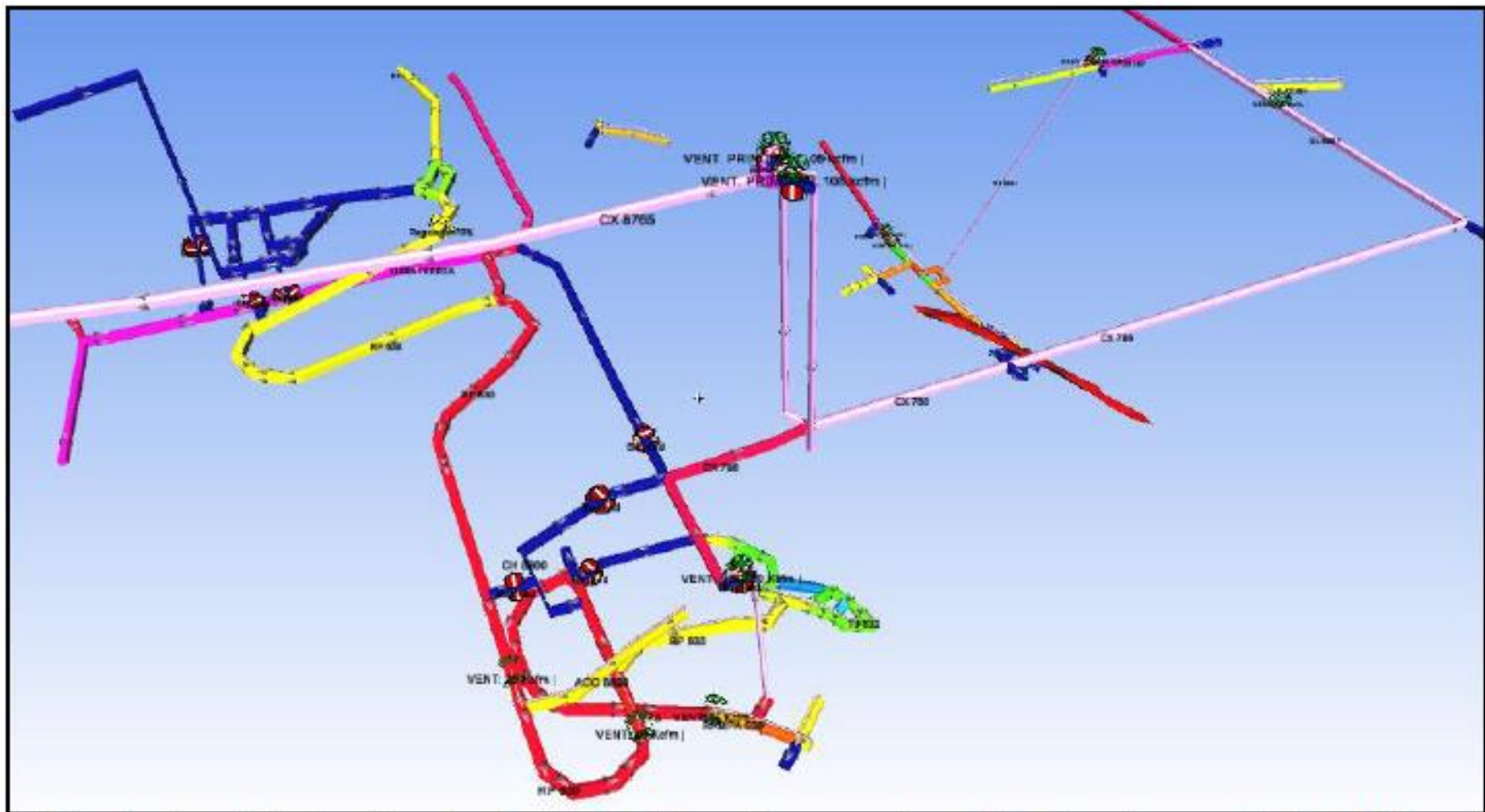


Figura 30. Circuito principal de ventilación a implementarse - zona Palmapata, sector Ayala Inferior, unidad minera San Vicente
Fuente: Departamento de Planeamiento de unidad minera San Vicente

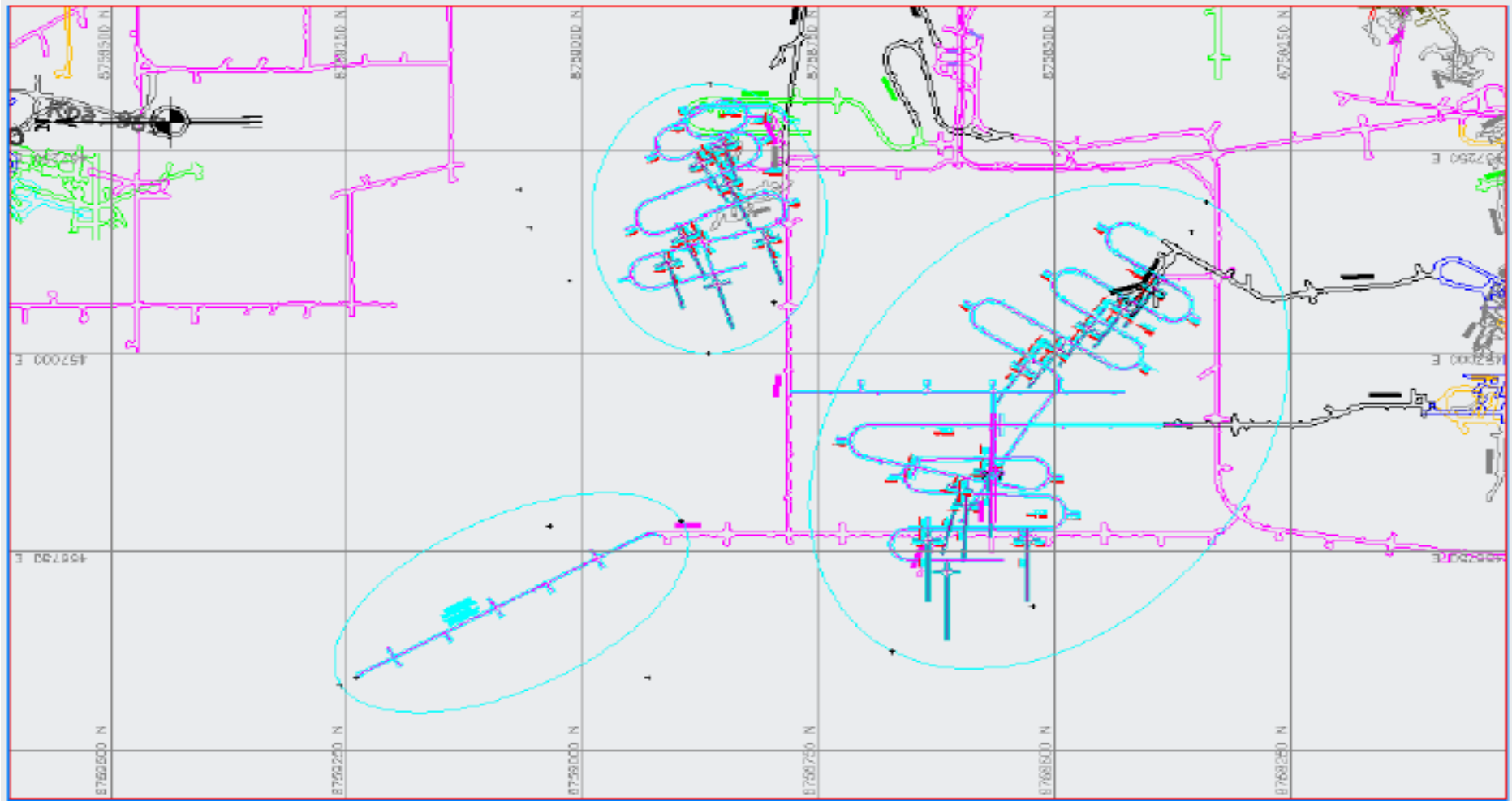


Figura 31. Plano de labores UEA Palmapata, sector Ayala Inferior, unidad minera San Vicente
Fuente: Departamento de Planeamiento de unidad minera San Vicente

Anexo C Evaluación técnico-económica Ore Pass (tolva 690) sector Ayala Inferior

Tabla 30. Evaluación económica de la construcción del Ore Pass (tolva 690), nivel 1515 en el sector Ayala inferior, mina San Vicente

PROYECTO DE EXTRACCIÓN POR ECHADERO 690 NIVEL 1515					
OBJETIVO					
Optimizar el transporte de mineral, con la construcción de infraestructuras para un nuevo echadero en la zona de Ayala Inferior Nv 1515 Rampa 690 (+).					
BENEFICIO					
Se espera obtener una ahorro anual de 564,908 US\$					
INVERSION A REALIZAR					
	sección	Unidad	Cant	C. Unitario PU US\$	US\$
Ramp 690 (+)	4.0 X 4.0	m	300	600	180,000
Camara de carguio	4.0 X 4.0	m	20	600	12,000
Acceso a Echadero	4.0 X 4.0	m	40	600	24,000
Camara para echadero (2)	5.0 X 4.0	m	24	600	14,400
Desquinches en Cra. Ech		m ³	48	40	1,920
Camara para rompebanco	5.0 X 4.0	m	5	600	3,000
Desquinches en Cra. Rompebanco		m ³	48	40	1,920
Acceso ahacia rompebanco	3.5 X 3.0	m	25	510	12,750
Raise Borer Ech. (2)	7 Pies	m	80	980	78,400
Camara para pie Ech. (2)	3.5 X 3.0	m	14	510	7,140
Chimenea hacia RB (2)	1.5 x 1.5	m	14	252	3,528
Tolva hidraulica		Und	2	30,000	60,000
Parrillas		Und	2	32,545	65,090
Rompebanco		Und	1	120,000	120,000
Ventilador de 30, 000 CFM		Und	1	20,535	20,535
Perno y Malla		Und	1,362	26	35,126
Shotcrete de 2"		m ²	872	30	25,962
Shotcrete de 3"		m ²	192	44	8,486
Anillo metalico		Und	40	200	8,000
INVERSION A REALIZAR					682,257
TOTAL INVERSION					\$682,257
EVALUACION ECONOMICA					
VAN (12%, 1 año). US\$					272,467
Beneficio Costo					1.40
T.I.R					41%
Periodo de Retorno, años					1.21
CONCLUSION:					
Ejecucion de la rampa y echaderos en Caliza con RMR 40-51 (roca regular) longitud de rampa y acceso a echaderos 340 mts. Uso de anillos metalicos para echaderos Tiempo de ejecion del proyecto 05 meses					

PROYECTO DE EXTRACCIÓN POR ECHADERO 690 NIVEL 1515			
Inversión:			
682,257 US\$			
	Mensual US\$	Anual US\$	V.Total US\$
Ahorro Transporte	47,076	564,908	564,908
Ahorro Incremental:			
564,908 US\$			
<p style="text-align: center;"> 0 1 2 $-\\$682,257$ $564,908$ $564,908$ </p>			
VAN = 272,467 US\$ $k_d = 12\%$ Tasa Anual de Descuento $k_m = 0.95\%$ Tasa Mensual de Descuento TIR = 41% B/C = 1.40 P.R. = 1.21 años			
ANALISIS:			
VAN > 0 TIR > k_a			
CONCLUSION: Proyecto es rentable.			

Fuente: elaboración propia

Tabla 31. Cronograma de la Construcción del Ore Pass (Tolva 690), nivel 1515 en el sector Ayala inferior, Mina San Vicente

	DESCRIPCION	UND	CANT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	Ramp 690 (+)	m	300	50	80	80	80	10										300
2	Camara de carguio Rpa 690	m	20	20														20
3	Acceso a Echadero - Horizontal	m	40					40										40
4	Camara para echadero (2)	m	24					24										24
5	Desquinches en Cra. Ech	m3	48							48								48
6	Camara para rompebanco	m	5					5										5
7	Desquinches en Cra. Rompebanco	m3	48							48								48
8	Acceso ahacia rompebanco	m	25						25									25
9	Raise Borer Ech. (2)	m	80						80									80
10	Camara para pie Ech. (2)	m	14		14													14
11	Chimenea hacia RB (2)	m	14		14													14
12	Tolva hidraulica	Und	2								1	1						2
13	Parrillas	Und	2								1	1						2
14	Rompebanco	Und	1										1					1
15	Anillo metalico	Und	40										40					40

Fuente: elaboración propia