

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Selección del método de minado a fin de optimizar
la producción de la veta Juanita Unidad Minera
Fénix-Excavaciones de Piques S.A.C**

Franklin Choccelahua Vargas

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

A Dios en la advocación del Señor de Cani cruz, por protegerme y guiar mi camino día a día.

A mis Padres francisco y Teodora que gracias a ellos con su gran amor y cariño hicieron que mi persona sea un profesional con grandes metas.

A la Universidad que, gracias a sus Ingenieros destacados, hicieron que mis conocimientos sean de calidad para la vanguardia del mundo competitivo y cambiante.

A mi asesor Ing. Javier Carlos Córdova Blancas que con sus conocimientos y experiencias me apoyo y guio a realizar mi tesis con gran éxito.

La Unidad Minera Fénix de la empresa Excavaciones de Piques S.A.C., por las facilidades brindadas, para poder desarrollar la presente tesis y permitir desarrollarme profesionalmente.

DEDICATORIA

A Dios sobre todas las cosas, a mis padres Francisco y Teodora por el apoyo incondicional y confianza durante este tiempo, a mis hermanos Bonny, Anais y Gaby que día a día me ayudaron a seguir adelante y en especial a mi hija Arletth Ariana que me da fuerzas para cumplir todas mis metas.

ÍNDICE

PORTADA.....	I
ASESOR	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
ÍNDICE	V
LISTA DE TABLAS	VII
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
LISTA DE ANEXOS.....	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN	XIV
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	16
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.1.1. Planteamiento del problema	16
1.1.2. Formulación del problema	17
1.2. OBJETIVOS	17
1.2.1. Objetivo general.....	17
1.2.2. Objetivos específicos	18
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	18
1.3.1. Justificación social - práctica	18
1.3.2. Justificación académica	18
1.3.3. Justificación económica	19
1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.4.1. Hipótesis general	19
1.4.2. Hipótesis específicas	19
1.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	19
1.5.1. Variable Independiente.....	19
1.5.2. Variable Dependiente	20
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	21
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	21
2.2. GENERALIDADES DE LA MINA FÉNIX	22
2.2.1. Ubicación, accesibilidad y generalidades	22
2.2.2. ACCESIBILIDAD, CLIMA, INFRAESTRUCTURA Y FISIOGRAFÍA.....	23
2.2.3. HISTORIA.....	24
2.3. GEOLOGÍA.....	25
2.3.1. MARCO Geológico.....	25
2.3.2. Geología estructural.....	28
2.3.3. Tipo de depósito	28
2.3.4. MINERALIZACIÓN	29
2.3.5. TRABAJOS DE EXPLORACIÓN	34
2.4. ESTIMACIÓN DE RECURSOS	37
2.4.1. LABORES SUBTERRANEAS.....	40
2.5. BASES TEÓRICAS	41
2.5.1. CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	41
2.5.2. SELECCIÓN DEL MÉTODO DE MINADO (NICHOLAS).....	49
2.5.3. Plan de minado del método de minado seleccionado.....	55
2.5.4. DISEÑO Método de Explotación EN la veta juanita.....	59
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	65
3.1. MÉTODO Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN	65
3.1.1. Método de la investigación	65
3.1.2. Alcances de la investigación.....	66
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	67

3.2.1.	Tipo de diseño de investigación.....	67
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA	68
3.3.1.	Población	68
3.3.2.	Muestra.....	68
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN		69
4.1.	Resultados del tratamiento y análisis de la información	69
4.1.1.	Consideraciones Geológicas y Geomecánicas.....	69
4.1.2.	Consideraciones Económicas.....	72
4.1.3.	Variables técnicas – económicas.....	72
4.1.4.	Consideraciones de Planificación	75
4.1.5.	Consideraciones Financieras.....	77
CONCLUSIONES		78
RECOMENDACIONES		79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		80
ANEXOS		81

LISTA DE TABLAS

TABLA N° 1 Tabla de variables.....	20
TABLA N° 2: Vías de Acceso a la mina.....	24
TABLA N° 3: Difracción Rayos X.....	30
TABLA N° 4: Por Fluorescencia Rayos X.....	30
TABLA N° 5: Composición Química (%) de los minerales identificados.....	31
TABLA N° 6: Difracción DRX	31
TABLA N° 7: Reporte de las 85 leyes más altas de cobre.	34
TABLA N° 8: Leyes químicas de Cabeza.....	37
TABLA N° 9: Resumen del Balance Metalúrgico – Pruebas Batch	37
TABLA N° 10: Recurso Mineral de veta Juanita en la unidad minera Fénix.....	38
TABLA N° 11: Estimación del Potencial Geológico de los 16 Km de longitud de estructura.	38
TABLA N° 12: Tiempo de autosoporte según la sección.....	42
TABLA N° 13: Condiciones geomecánicas de la estructura y cajas de la veta Juanita.....	43
TABLA N° 14: RMR TECHO	46
TABLA N° 15: RMR PISO	47
TABLA N° 16: RMR ESTRUCTURA	48
TABLA N° 17: Propiedades geológicas de la veta Juanita de la Unidad Minera Fénix	49
TABLA N° 18: Propiedades geomecánicas de la veta Juanita de la Unidad Minera Fénix.	50
TABLA N° 19: Producción promedio de los métodos de minado propuestos en la Veta Juanita. ...	52
TABLA N° 20: Evaluación económica de los métodos de minado propuestos en la Veta Juanita. .	54
TABLA N° 21: Resumen de la Evaluación económica de los métodos de minado propuestos en la Veta Juanita.....	54
TABLA N° 22: Ingresos del plan de producción del método de minado propuesto (Cut and Fill) en la Veta Juanita.....	56
TABLA N° 23: Costos del plan de producción del método de minado propuesto (Cut and Fill) en la Veta Juanita.....	56
TABLA N° 24: Margen Operativo del plan de producción del método de minado propuesto (Cut and Fill) en la Veta Juanita	58
TABLA N° 25: Evaluación Financiera del plan de producción del método de minado propuesto (Cut and Fill) en la Veta Juanita	58
TABLA N° 26: Precios unitarios Empresa Fenix.....	63
TABLA N° 27: Pets del método de minado “Over Cut and Fill”	64
TABLA N° 28: Evaluación económica de los métodos de minados propuestos en la Veta Juanita, escenario 2.81% Cu.	73
TABLA N° 29: Evaluación económica de los métodos de minados propuestos en la Veta Juanita, escenario 4% Cu.	74
TABLA N° 30: : Plan de producción programado, considerando los ingresos y costos del método de minado seleccionado Cut and Fill en la Veta Juanita.	76
TABLA N° 31: Margen operativo del plan de producción programado, considerando los ingresos y costos del método de minado seleccionado Cut and Fill en la Veta Juanita.	76
TABLA N° 32: Determinación del VAN y TIR del plan de producción del método de minado seleccionado Cut and Fill en la Veta Juanita.....	77

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1 Ubicación de la mina.	23
Figura N° 2: Mapeo Geológico Regional.	26
Figura N° 3: Anticlinal fallado con relleno de cuarzo.	27
Figura N° 4: Veta principal y sus ramales acompañado de una falla y un dique (cuarzo diorita).	27
Figura N° 5: Lineamiento Estructura Mineralizada en la unidad minera Fénix, asociada al lineamiento de la cordillera oriental.	28
Figura N° 6: Modelo conceptual del yacimiento de cobre de la unidad operativa Fénix.	29
Figura N° 7: Fotomicrografías de la zona de Juanita y Eusebia, nótese el relleno y reemplazamiento de la calcopirita con la bornita, covelina, calcosina, cobres grises.	33
Figura N° 8: (a) Mapa de Cargabilidad a 50 y 300 m de profundidad. (b) Perfiles de Resistividad y Cargabilidad donde se observan zonas de alta Cargabilidad vs alta Resistividad que podría corresponder a zonas de diseminación de sulfuros en rocas silisificadas.	35
Figura N° 9: Delimitación del Recurso Mineral Inferido.	39
Figura N° 10: Programa de Labores Mineras subterráneas.	40
Figura N° 11: Preparación de muestras para cálculo de densidades del Nivel 1, de la U.M. Fénix.	43
Figura N° 12: Preparación de muestra para carga puntual, pizarras deformadas, Nivel 1 U.M. Fénix.	44
Figura N° 13: Preparación de testigos para carga puntual, Nivel 1 U.M. Fénix.	44
Figura N° 14: Pizarras bien fracturadas en pruebas de carga puntual, Nivel 1 U.M. Fénix.	45
Figura N° 15: Diseño conceptual del método de minado “Over Cut and Fill”	59
Figura N° 16: Diseño del método de minado Over Cut and Fill.	60
Figura N° 17: Diseño del método de minado Over Cut and Fill.	60
Figura N° 18: Ciclo de minado de método “Over Cut and Fill” Perforación Vertical.	61
Figura N° 19: Ciclo de minado de método “Over Cut and Fill” Perforación horizontal.	61
Figura N° 20: Ciclo de minado de método “Over Cut and Fill” Convencional.	62
Figura N° 21 : Lineamiento regional de la veta Juanita que cruza la Unidad Minera Fénix.	70
Figura N° 22: Perfil longitudinal de cargabilidad de la veta Juanita de la Unidad Minera Fénix, asociada a las labores subterráneas.	71

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Trade off de la veta Juanita	82
Anexo 2: Reporte de recursos.....	83
Anexo 3: Selección del Método de minado	86
Anexo 4: Bench Marking del método de minado	87
Anexo 5: Cut off del método de minado	90
Anexo 6: Trade off método de minado	110

RESUMEN

El presente estudio ha realizado una evaluación técnica económica para la selección del método de minado en la Unidad Minera Fénix. La evaluación incluyó trabajo de campo y laboratorio, revisión de información operacional proporcionada por Excavaciones de Piques SAC.

A pesar de que la mina tiene una historia de explotación esporádica en el pasado, ésta cuenta con poca información de las variables operacionales del método de minado aplicado, de ingresos por ventas de mineral y de costos operacionales de la veta Juanita en la Unidad Minera Fénix.

Excavaciones de piques SAC viene profundizando las labores de la veta Juanita desde los niveles 1, 2 y 3, con cotas de 3900 m.s.n.m., 3940 m.s.n.m., y 3960 m.s.n.m., respectivamente, así mismo planificando profundizar bajo el nivel 1.

La evaluación técnica económica se realizó para tres métodos de minado propuesto por Nicholas: Cut and Fill, Bench and Fill y Sublevel Stopping.

Las reservas minables calculadas para los tres métodos de minado propuestos de Bench and Fill, Sublevel Stopping y Cut and Fill fueron de 121,737.00, 110,347.00 y 123,039.00 toneladas en la veta Juanita.

El retorno neto de fundición (NSR) de los métodos de minado propuestos por Bench and Fill, Sublevel Stopping y Cut and Fill fueron de 104 US \$/ton, 101 US \$/ton y 109 US \$/ton, respectivamente.

Los costos unitarios de los métodos de minado propuestos por Bench and Fill, Sublevel Stopping y Cut and Fill fueron de 110 US \$/ton, 110 US \$/ton y 91 US \$/ton, respectivamente.

El método de minado elegido en la evaluación técnica económica en la veta Juanita fue el de Cut and Fill, consiguiendo una utilidad bruta de US \$ 2 millones.

El plan de producción proyectado en el método de minado seleccionado Cut and Fill durante 12 meses, generó ingresos en escenarios de ley de Cu equivalente de 2.68 % y 3.81 % de 981,000 US \$ y 1,395,000 US \$, respectivamente.

Los costos generados en ambos escenarios de Cu equivalente de 2.68 % y 3.81 % fueron de 870,544.15 US\$ y 948,775.85US\$ respectivamente.

El flujo de caja del plan de producción proyectado generó un VAN de 66,397.86 US \$ y una TIR de 15% considerando una tasa de descuento de 10% y un CAPEX de 200,000 US \$.

La alternativa seleccionada permitirá el incremento de la productividad en el plan de producción de la veta Juanita en la Unidad Minera Fénix, controlando el incremento de los costos operacionales en labores de profundización subterránea, cumpliendo el plan de avance de labores de desarrollo y preparación.

Finalmente, las condiciones geológicas y operacionales en la veta Juanita permiten tener un buen escenario en incremento de leyes y recursos minerales.

ABSTRACT

The present study has carried out an economic technical evaluation for the selection of the mining method in the Phoenix Mining Unit. The evaluation included field and laboratory work, review of operational information provided by Excavaciones de Piques SAC.

Although the mine has a history of sporadic exploitation in the past, it has little information on the operational variables of the applied mining method, income from mineral sales and operational costs of the Juanita vein in the Fénix mining unit.

Pico excavations SAC, has been deepening the work of the Juanita vein from levels 1, 2 and 3, with dimensions of 3900 m.a.s.l., 3940 m.s.n.m., and 3960 m.s.n.m., respectively, also planning to deepen under level 1.

The economic technical evaluation was carried out for three mining methods proposed by Nicholas: Cut and Fill, Bench and Fill and Sublevel Stopping.

The mineable reserves calculated for the three proposed mining methods of Bench and Fill, Sublevel Stopping and Cut and Fill were 121,737.00, 110,347.00 and 123,039.00 tons in the Juanita vein.

The net foundry return (NSR) of the proposed mining methods Bench and Fill, Sublevel Stopping and Cut and Fill were US \$ 104 / ton, US \$ 101 / ton and US \$ 109 / ton, respectively.

The unit costs of the proposed mining methods Bench and Fill, Sublevel Stopping and Cut and Fill were US \$ 110 / ton, US \$ 110 / ton and US \$ 91 / ton, respectively.

The mining method chosen in the economic technical evaluation in the Juanita vein was Cut and Fill, achieving a gross profit of US \$ 2 Million.

The projected production plan in the selected Cut and Fill mining method for 12 months, generated revenues in equivalent Cu scenarios of 2.68% and 3.81% of US \$ 981,000 and US \$ 1,395,000, respectively.

The costs generated in both scenarios of equivalent Cu of 2.68% and 3.81% were US \$ 870,544.15 and US \$ 948,775.85 respectively.

The cash flow of the projected production plan generated a NPV of US \$ 66,397.86 and an IRR of 15% considering a discount rate of 10% and a CAPEX of US \$ 200,000.

The selected alternative will allow the increase of productivity in the Juanita vein production plan in the Fénix Mining Unit, controlling the increase in operational costs in underground deepening work, complying with the development and preparation work progress plan.

Finally, the geological and operational conditions in the Juanita vein allow for a good scenario in increasing laws and mineral resources.

INTRODUCCIÓN

La Unidad Minera Fénix se encuentra ubicada en el Departamento de Junín, Provincia de Jauja y Distrito de Yauli. En el área de estudio (Fénix 1), se desarrollaron cuatro galerías subterráneas, que en conjunto suma 427 m de longitud, mientras que en Fénix 2 se identificó 2 galerías subterráneas que suman solo 62 m de longitud. En ambos casos, se corrobora que es una estructura mineralizada del tipo sigmoidal. Sobre estas estructuras, se realizaron muestreos sistemáticos que sirvieron para dimensionar el potencial real de este sector de la estructura y que podría representar un recurso. Se ha extraído un total de 279 muestras, de los cuales 257 son exclusivamente de la estructura Juanita.

En la última campaña de exploración, se verificó que la mineralización va gradando desde una zona de óxidos, pasando luego por una zona mixta (óxidos, carbonatos de cobre, calcosina) y, finalmente una zona de sulfuros, en donde, incluso los caballos (zona estéril entre veta y veta) se encuentran reemplazados por sulfuros primarios (pirita, calcopirita) aunque en forma muy puntual.

La estructura mineralizada Juanita es de carácter regional y llega a atravesar casi 16 Km de longitud. La coordenada central de los casi 5 km de estructura mineralizada es de 11°39'59.49" latitud sur y de 75°28'9.30" longitud oeste y se encuentra a una cota de 4,200 msnm. El Proyecto se encuentra ubicado cerca a la red vial que une a la ciudad de Lima. El proyecto queda a 13 Km de Jauja, a 50 Km de Huancayo y a 80 Km de La Oroya.

La mineralización de la mina es del tipo epitermal y consiste principalmente de sulfuros de cobre como mena principal como: calcopirita, calcosina, bornita y covelina, producto de la lixiviación de minerales primarios, generando zonas principales como zona de óxidos (carbonatos y sulfatos de cobre), zona secundaria (bornita, covelina y calcosina) y zona primaria (calcopirita). La mineralización del depósito se encuentra en vetas tipo sigmoide con ganga de cuarzo y calcita. La explotación de minerales de Cobre es el propósito del yacimiento de la unidad minera Fénix, el que se realizará de acuerdo a lo especificado en este informe, aplicando el método de minado "Corte y Relleno Ascendente" en la veta Juanita. Se han extraído 257 muestras, la mayor cantidad de estas corresponden a labores subterráneas de la veta Juanita. Todas las muestras en superficie nos han reportados leyes muy bajas (<0.5% Cu); sin embargo, debajo de las mismas (interior mina) nos han reportado leyes promedio de 2.81% Cu. 89 muestras de las 279 reportaron leyes > 1% Cu. Los recursos minerales en las áreas exploradas (galerías), reportan recursos medidos más indicados de 130,200 toneladas. Para el presente estudio, se han proyectado un plan de

producción de 1500 toneladas mensuales, de acuerdo al método de minado propuesto con su respectiva evaluación económica.

El estudio presenta una metodología sistemática, en la cual se analiza y se compara variables técnicas y económicas, entre métodos de minado seleccionados y el método a implementar. El resultado de evaluación del presente estudio generará variables operacionales para controlar la estructura de costos de minado, previa a la explotación de la estructura mineralizada. El mejoramiento de condiciones geomecánicas y de seguridad, mejores condiciones de voladura, reducción de demoras en la producción, por lo que se planteó el desarrollo de la selección de un método de minado, de acuerdo a las características geológicas, geomecánicas, geometalúrgicas y económicas en el desarrollo de labores subterráneas de profundización.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La minería, en general, es una industria que tiene ciclos económicos, ciclos de precios elevados que duran tres o cuatro años y ciclos de bajos precios como el actual, que posiblemente tome un mayor tiempo en recuperarse. Cuando hay un súper ciclo, como el que se dio del 2008 al 2011, se observa una fuerte competencia entre las empresas por captar talento. Cuando suben los precios de los minerales las empresas pueden competir por talento, pues tienen recursos más que suficientes para pagar muy buenos sueldos. Entonces, proceden a la búsqueda de los mejores profesionales y se dan con la sorpresa de que este tipo de profesional es escaso.

Ocurre lo contrario cuando caen los precios y se reducen los márgenes de rentabilidad de las empresas mineras. Aquí es necesario luchar por una reducción de costos. El proceso de reducir costos y mejorar la rentabilidad ya no está limitado a una disminución o cierre de las operaciones, acompañada de posibles despidos de personal; hoy se busca mejorar la competitividad en el sector, innovar en los procesos mineros, investigación para mejorar. Analizar los resultados y compararse con la competencia. (Luis Chirinos, ESAN 2017)

El uso de herramientas de gestión minera, como el benchmarking en la selección del método de minado, permitirá comparar los mejores índices de productividad de operaciones con similares características e igualarlas o mejorar las mejores prácticas a utilizar.

El descenso de la productividad, y su consecuente incremento de costos en el uso del método de minado adecuado, se ve reflejado en las variables de producción como dilución y recuperación mineral.

La generación de programas de optimización y reducción de costos en el plan minero, producto de los programas de inversión operativa, permitirá controlar las variables operacionales en una adecuada selección del método de minado.

1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Problema general

¿Cómo mejorar la productividad mediante la selección del método de minado a fin de optimizar la producción de la veta Juanita Unidad Minera Fénix – Excavaciones de Piques S.A.C.?

Problemas específicos

¿Cómo aplicar criterios técnicos y económicos en la selección del método de minado a fin de optimizar la producción de la veta Juanita Unidad Minera Fénix – Excavaciones de Piques S.A.C.?

¿Cómo aplicar criterios operacionales en la selección del método de minado a fin de optimizar la producción de la veta Juanita Unidad Minera Fénix – Excavaciones de Piques S.A.C.?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar la selección del método de minado a fin de optimizar la producción de la veta Juanita Unidad Minera Fénix – Excavaciones de Piques S.A.C.?

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar el programa de inversión operativa en las labores de desarrollo, preparación y explotación con la selección del método de minado a fin de optimizar la producción de la veta Juanita Unidad Minera Fénix – Excavaciones de Piques S.A.C.

Diseñar el método minado de seleccionado, en función a parámetros geológicos, geomecánicos y económicos.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.3.1. JUSTIFICACIÓN SOCIAL - PRÁCTICA

La investigación proporcionará grandes beneficios en el sector minero, como sustentar inversiones en proyectos mineros, estableciendo condiciones de control de costos operacionales y mejora de la productividad y así generar un incremento de utilidades bajo parámetros operacionales. Otro objetivo para desarrollar la investigación es mejorar la productividad en la explotación de la veta Juanita.

En la actualidad, la mejora en la productividad en áreas de extracción de mineral se ha convertido en un eje fundamental en 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 generará con su desarrollo un nuevo modelo de establecer la mejora en la rentabilidad económica de la empresa, incorporando una buena selección del método de minado, generando mejora en la productividad y, por ende, en la reducción de costos en la operación minera.

Se desarrollará metodologías modernas en las cuales se aplicará en la selección del método de minado en las diferentes operaciones mineras como la aplicación de herramientas de gestión minera como el benchmarking y las variables económicas en diseños conceptuales en la selección del método de explotación subterránea.

Así mismo, se buscará cumplir normas del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional, tipificado en el Decreto Supremo N° - 024 – 2016. E.M. y su modificatoria D.S. N° 023-2017 EM.

1.3.3. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

La presente investigación pretende optimizar la productividad en el plan minero, mejorando variables de productividad operacional. Una buena selección del método de minado permitirá cumplir con los planes de producción, controlando el tonelaje, leyes de cabeza, dilución y recuperación de mineral. Con un buen sistema de gestión operacional asociado al método de minado se permitirá generar mejores ingresos, controlando los costos operacionales y maximizando el valor presente neto (NPV).

1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Incremento de la productividad con una buena selección del método de minado a fin de optimizar la producción de la veta Juanita Unidad Minera Fénix – Excavaciones de Piques S.A.C.

1.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Mejorar considerablemente en tiempo, inversión, productividad y rentabilidad por el empleo del método de minado.

Los controles de mineralización en la veta Juanita son los siguientes: litológico, estructural y mineralógico.

1.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

1.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

X: selección del método de minado

1.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Y: a fin de optimizar la producción de la veta Juanita Unidad Minera Fénix – Excavaciones de Piques S.A.C.

TABLA N° 1 Tabla de variables.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSION	SUB-DIMENSION	INDICADORES
Selección del método de minado de la veta Juanita de la unidad minera Fénix.	Conjunto de actividades que desarrolla una metodología que permita mejorar la productividad, incorporando la selección de un nuevo método de minadoun, en la veta Juanita, bajo criterios: geológicos, estructurales, geomecánicas y económicos.	• Variables geológicas de la estructura minerlaizada.	Evaluación geológica.	Modelos litológicos, estructurales y mineralógicos.
		•Zonificación geomecánica.	Evaluación geomecánica de los distintos dominios geológicos.	Evaluar condiciones macizo rocoso de estructura y caja techo y piso: RMR, GSI, RQD, etc.
		• Variables económicas.	Evaluación de Capex y Opex	Evaluar los costos de capital y costos operacionales.
		• Variables Financieras.	Evaluación Financiera.	Evaluar del VAN, TIR y NPV.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

- Calderón W. (2018), tesis de pregrado de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, que lleva como título “Selección, aplicación y sostenibilidad del método de explotación por corte y relleno ascendente de la veta Filomena - Unidad Minera Sotrami – Ayacucho”. El investigador recomienda el método de explotación por corte y relleno ascendente, el cual garantizará una adecuada estabilidad a los tajeos; las dimensiones de los tajeos serán de 60 m de largo x 50 m de altura y una potencia promedio de 0,85 m. La característica principal de este sistema de explotación es que se puede extraer el 90% del mineral, hasta que se termine de explotar el bloque completo.
- Paz C. (2019), tesis de pregrado de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa que lleva como título “Selección y aplicación del método de explotación por corte y relleno ascendente, para optimizar costos en la veta Gino I – Empresa Minera Minas Icas S.A.C. – Ica”. El investigador tiene como objetivo general determinar la explotación adecuada con la correcta selección y aplicación del método de explotación en este yacimiento mineral de acuerdo a criterios geométricos y geomecánicos de la veta Gino I de la Empresa Minera Minas ICAS SAC”.
- Laura H. (2015), tesis de pregrado de la Universidad Nacional del Centro del Perú, que lleva como título “Implementación del método corte y relleno ascendente semimecanizado para mejorar la productividad en Mina Julcani, Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.”. El investigador tiene como objetivo general lograr, a través del cambio del método de corte y relleno ascendente convencional a semimecanizado,

la mejora de la productividad en Mina Julcani, Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

- Castillo M. (2018), tesis de pregrado de la Universidad Nacional de Trujillo, que lleva como título “Incremento de la producción mediante el método de explotación corte y relleno ascendente semimecanizado en el tajo 767 – Cía. Minera Caudalosa S.A. 2018”. El investigador tiene como objetivo general lograr, a través de la explotación mediante el método de corte y relleno ascendentes Semi-mecanizado, la mejora de la producción en el Tajo 767 - Veta Bienaventurada Nv.4230 en Compañía Minera Caudalosa S.A.
- Jorquera M. (2015), tesis de pregrado de la Universidad de Chile, que lleva como título “Método de explotación Cut & Fill y su aplicación en Minera Michilla” El investigador tiene como objetivo general realizar una estimación de los costos asociados al método Bench & Fill en la forma del OPEX, para luego determinar su eficacia por medio de una comparación con el método actual Cut & Fill post Room and Pillar.
- Villacres R. (2016), tesis de pregrado de la Universidad Central de Ecuador, que lleva como título “Optimización de costos al sistema de explotación subterránea en la veta Kathy de la empresa Produmin S.A.” El investigador tiene como objetivo general optimizar los costos al sistema de explotación subterránea por el método de corte y relleno ascendente selectivo en forma convencional en la unidad minera PRODUMIN S.A en la veta Kathy.

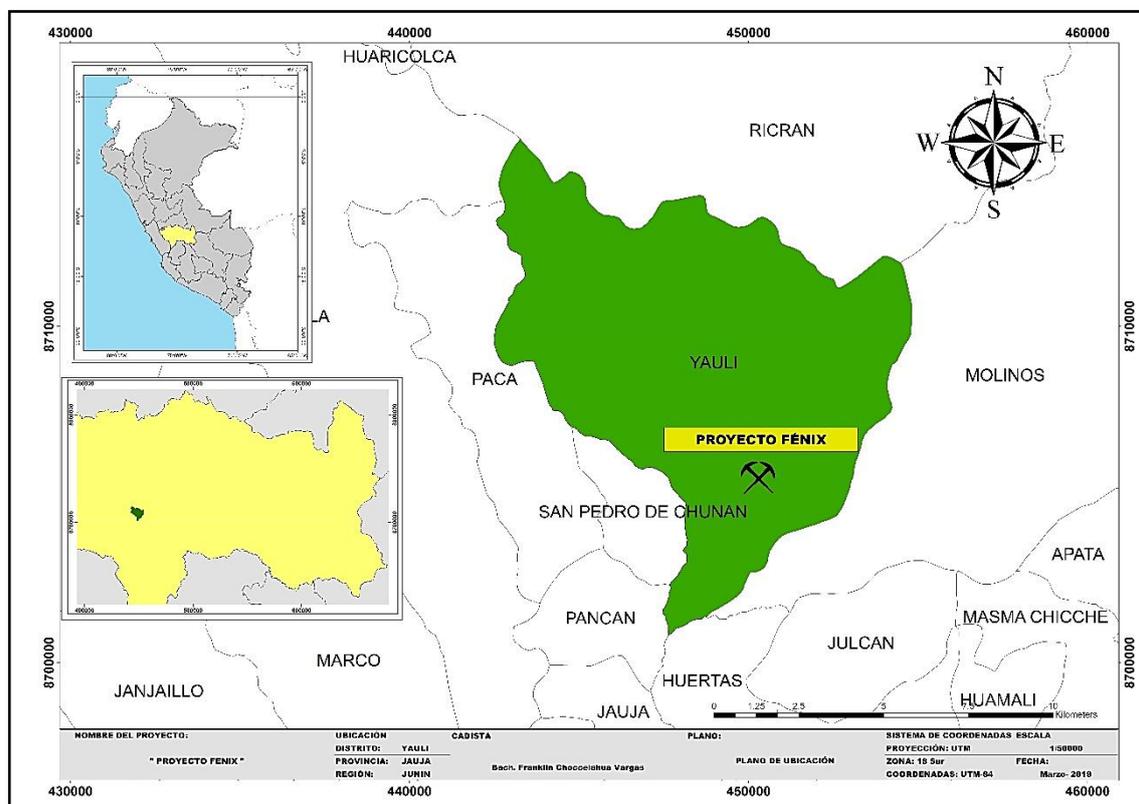
2.2. GENERALIDADES DE LA MINA FÉNIX

2.2.1. UBICACIÓN, ACCESIBILIDAD Y GENERALIDADES

La propiedad se encuentra ubicada en el Departamento de Junín, Provincia de Jauja, Distrito de Yauli. Los terrenos superficiales pertenecen a la Comunidad Campesina de Yauli. Cuprífera Fénix SAC es la propietaria de las 6 concesiones mineras y está representada por Tricia Rojas Rivera. La propiedad es un depósito de vetas de cobre en óxidos, en carbonatos y, principalmente, en sulfuros. La Coordenada central de los casi 5 km de estructura mineralizada es de 11°39'59.49" latitud sur y de 75°28'9.30" longitud oeste; la coordenada UTM WGS Zona 18 Sur es de 448,855 Este, 8,710,278 Norte y se encuentra a una cota de 4,200 msnm. El Proyecto Fenix se encuentra ubicado cerca a la red vial que une a la ciudad de

Lima. El proyecto queda a 13 Km de Jauja, a 50 Km de Huancayo y a 80 Km de la Oroya.

Figura N° 1 Ubicación de la mina.



Fuente: Departamento de Geología

2.2.2. ACCESIBILIDAD, CLIMA, INFRAESTRUCTURA Y FISIOGRAFÍA

Se accede desde Lima por la Carretera Central hasta Jauja y luego se sigue por una carretera afirmada hasta Yauli para finalmente subir al proyecto por una trocha carrozable. También se puede acceder al proyecto en Vuelos Comerciales (LC Perú) de Lima a Jauja con una duración de 45 minutos de viaje.

TABLA N° 2: Vías de Acceso a la mina.

DE	A	KMS	TIEMPO	TIPO DE VÍA
LIMA	JAUJA	266	5h	ASFALTADO
JAUJA	PROYECTO	13	1 h	RURAL
TOTAL		279	6	

Fuente: Elaboración propia.

El clima es de tipo cordillerano, siendo variado de acuerdo a las estaciones; templado, seco y lluvioso en los meses de diciembre a abril con una temperatura promedio de 14° a 18° C´, mientras que, en los meses de mayo a noviembre, llega a descender a temperatura bajo cero, especialmente en los meses de julio y agosto. Como infraestructura se tiene el acceso (trocha carrozable) de Yauli al Proyecto. En la localidad de Jauja o Yauli, se puede adecuar un ambiente para hospedaje, comedor, almacén. Existen centros de abasto, comunicación telefónica y medios de transporte hacia Huancayo. Cuenta con una población que tienen experiencia en trabajos de minería subterránea. El abastecimiento de víveres y suministros básicos provendría de la misma ciudad de Jauja, mientras que la logística minera se traería de Huancayo. El proyecto se ubica en un extremo de la gran depresión (Jauja-Huancayo), que es una cuenca rellena de material detrítico cuaternario y limita con las franjas montañosas cuyas cumbres alcanzan altitudes hasta de 5,500 msnm. La quebrada Cristo Pobre es el principal abastecedor del recurso hídrico con los que riegan sus terrenos agrícolas, y es el principal afluente del río Mantaro. Este río se caracteriza por ser de tipo senil en cuyos márgenes se ubican terrenos de cultivo y extensos bosques de eucalipto.

2.2.3. HISTORIA

El Proyecto Fénix, en las últimas décadas, fue trabajado por mineros artesanales, dejando como evidencia cateos y pequeños laboreos mineros. En los años 80, el Sr. Fidencio Chipana desarrolla 4 labores subterráneas para trabajar sobre los óxidos de cobre. En el 2007, Cuprífera Fénix re-inicia trabajos de exploración

minera subterránea (profundización de galerías) sobre la estructura mineralizada Fénix, trabajando sobre carbonatos y sulfuros de cobre.

En el 2010, el propietario realiza pruebas metalúrgicas en el laboratorio de la UNI, reportando una recuperación del 86% Cu. En el 2011, elaboran el primer informe geológico titulado “EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA PROYECTO FÉNIX” por su geólogo Willy López Mogrovejo, donde indica un Recurso Mineral Probado y Probable de 217,000 TM con una Ley de 3.96% Cu.

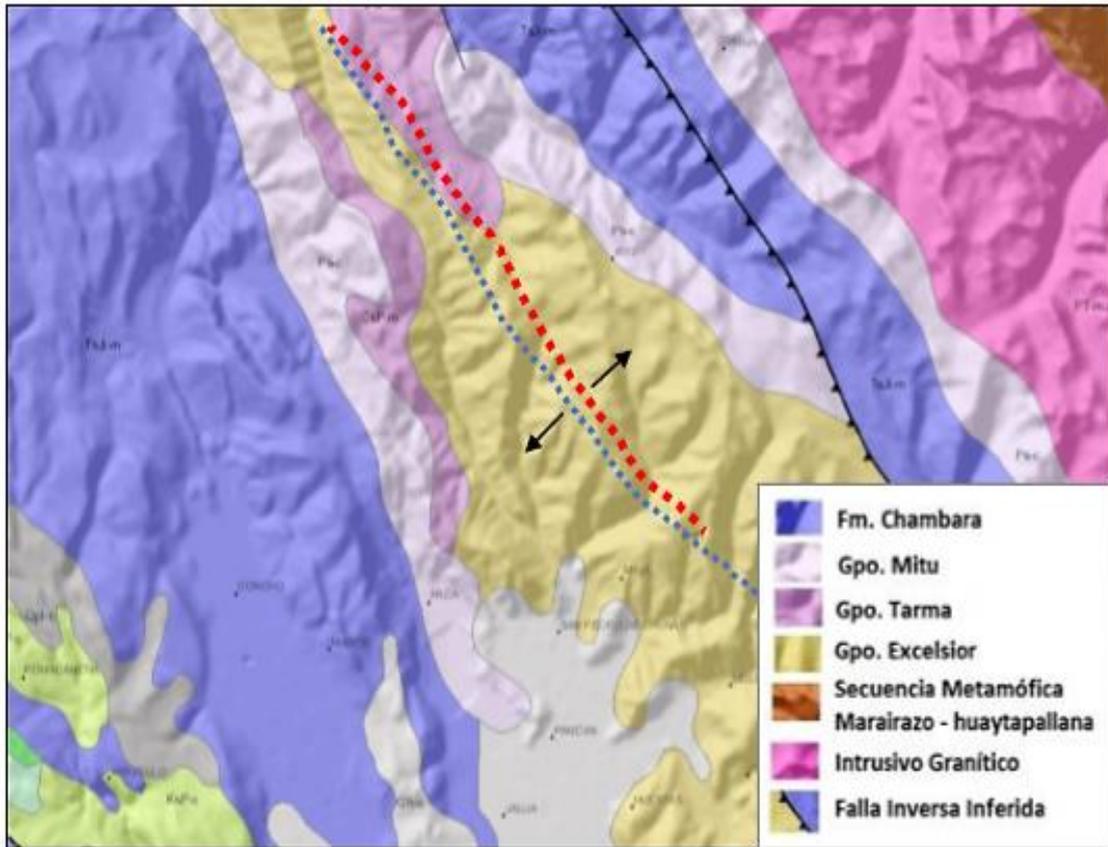
En el 2012, SMC revisa la propiedad y resalta que la mineralización está sujeto a un control estructural, verificó su continuidad hasta casi 5 km de longitud. En el 2013, SMC realiza 2 campañas de exploración de tipo superficial y de interior mina, verificándose que la mineralización se encuentra distribuida en 3 zonas bien definidas: (1) óxidos, (2) mixta (óxidos, carbonatos, sulfuros), y (3) finalmente en sulfuros masivos. En julio del 2013, SMC le hace un seguimiento a lo largo de la falla regional, verificándose la continuidad estructural y mineralógica de 16 km de longitud.

2.3. GEOLOGÍA

2.3.1. MARCO GEOLÓGICO

Regionalmente, se ha logrado establecer que el yacimiento está emplazado en el eje de un anticlinal fallado por donde se emplazaron los fluidos mineralizantes. Es una gran estructura mineralizada en la forma de filones o vetas de casi 16 km de longitud. Litológicamente, las cajas están conformadas por secuencias delgadas de areniscas de grano fino y de lutitas de un clivaje pizarroso bien desarrollado; en algunos sectores, se observaron tramos de cuarcita (Fm Excélsior).

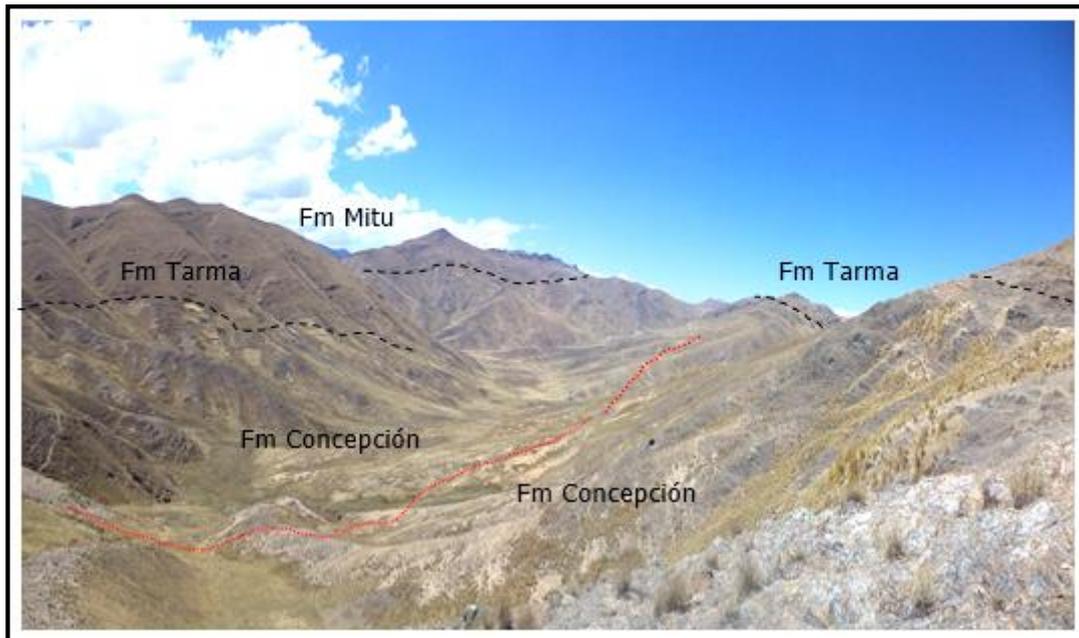
Figura N° 2: Mapeo Geológico Regional.



Fuente: Departamento de Geología

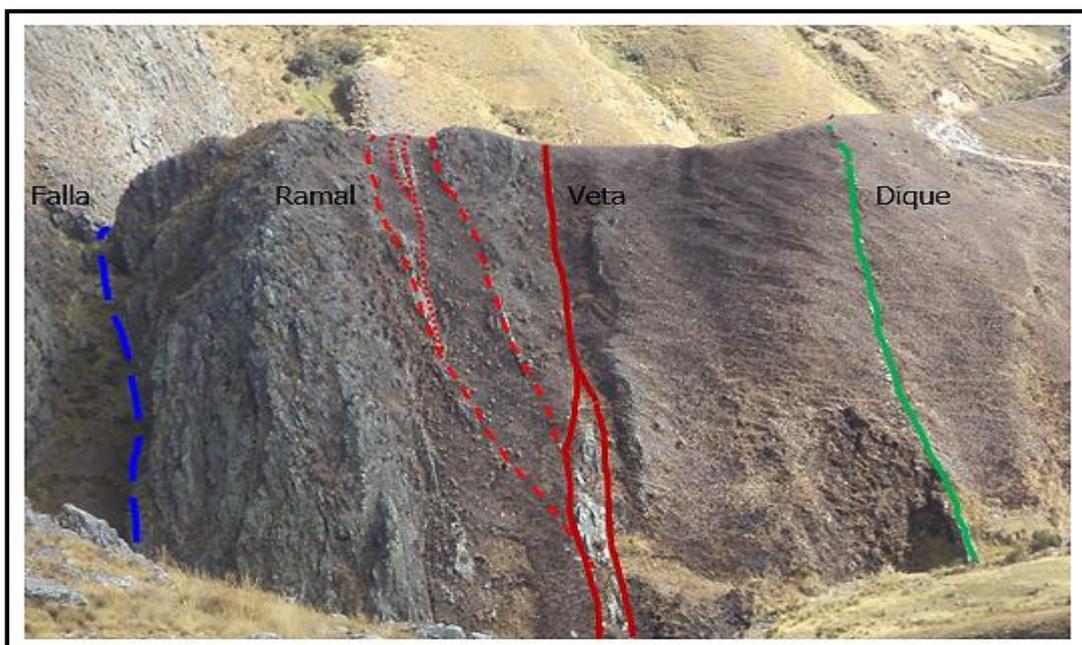
Localmente, se observa una estructura de tipo lazo cimoide en donde el techo está conformado por cuarzo masivo (con poca ley) y un piso conformado por una brecha de falla con sulfuros (con mejor ley). La geometría de la veta falla es bastante sinuosa; en ella se observan tramos estériles entre el techo y el piso en la forma de caballos. En forma restringida, se observan halos de alteración (silisificación, sericitización y argilización) principalmente en el contacto de la estructura mineralizada con las cajas.

Figura N° 3: Anticlinal fallado con relleno de cuarzo.



Fuente: Departamento de Geología

Figura N° 4: Veta principal y sus ramales acompañado de una falla y un dique (cuarzo diorita).

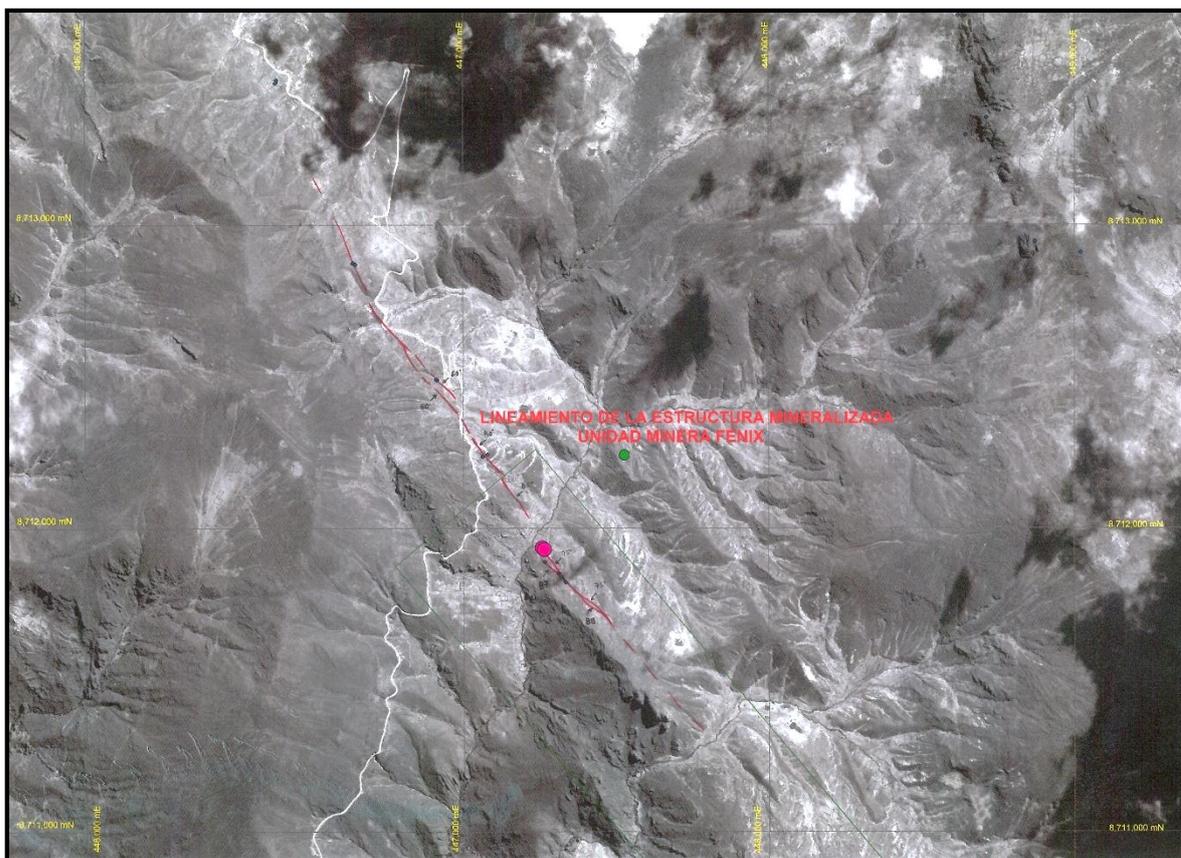


Fuente: Departamento de Geología

2.3.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La principal estructura de la región está representada por la traza de la cordillera oriental, este lineamiento está asociada a la estructura mineralizada principal de la unidad minera Fénix.

Figura N° 5: Lineamiento Estructura Mineralizada en la unidad minera Fénix, asociada al lineamiento de la cordillera oriental.

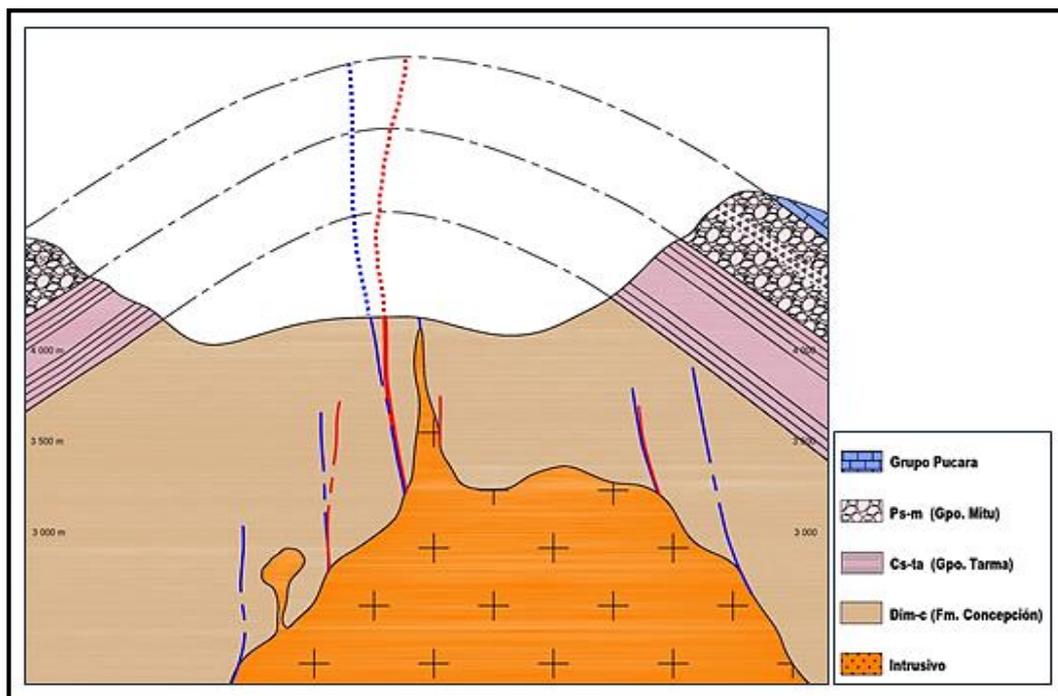


Fuente: Departamento de Geología

2.3.3. TIPO DE DEPÓSITO

No se puede aseverar el tipo de depósito o yacimiento; solo se sabe que es un relleno de tipo filoniano relacionado a una génesis magmática más que hidrotermal. En el corto plazo se realizarán estudios de inclusiones fluidas que nos ayudarán a determinar el tipo de depósito y así poder definir programas de exploraciones de mayor detalle.

Figura N° 6: Modelo conceptual del yacimiento de cobre de la unidad operativa Fénix.



Fuente: Departamento de Geología

La mineralización predominante es de cuarzo con óxido de hierro (superficie) y que luego pasa a carbonatos de cobre hasta finalmente ingresar a una zona mixta de sulfuros secundarios con calcosita subordinada. La mineralización en sulfuros primarios no ha sido reconocida en su máxima expresión aún. La geofísica traza muy bien la continuidad estructural en profundidad.

2.3.4. MINERALIZACIÓN

Se han realizados Estudios Petro Minerográficos, Análisis Mineralógico por Difracción de Rayos X (BISA) indicando que es una mina de cobre. BISA (Buenaventura Ingenieros S.A.) indica que las leyes económicas corresponden a la presencia de sulfuros de hierro y cobre (pirita y calcopirita) y a la presencia de calcosita, covelina (mineral de tipo secundario). Los estudios petrominerográficos indican que la calcopirita se encuentra rellenando las cavidades del cuarzo y como inclusiones rellenando microvenillas y porosidades de la pirita. Las muestras ensayadas indican que el cobre se manifiesta en texturas de relleno, de reemplazamiento y en diseminación. Adicionalmente se hizo un Análisis

Mineralógico por Difracción de Rayos X, Análisis Químico por Fluorescencia de Rayos X y finalmente el Barrido con Microscopia Electrónica reportando los siguientes valores indicados en las siguientes tablas. La muestra ensayada corresponde a Juanita:

(a) Análisis Mineralógico

(b) Análisis Químico

TABLA N° 3: Difracción rayos X

Mineral	Fórmula	Resultado (%)
Cuarzo	SiO ₂	56
Calcopirita	CuFeS ₂	42
Pirita	FeS ₂	< L. D.

TABLA N° 4: Por Fluorescencia rayos X

Elemento	%
Si	20.98
Cu	15.80
S	14.97
Fe	13.75
Al	0.21
As	0.08
K	0.07
Ca	0.05
Cr	0.03

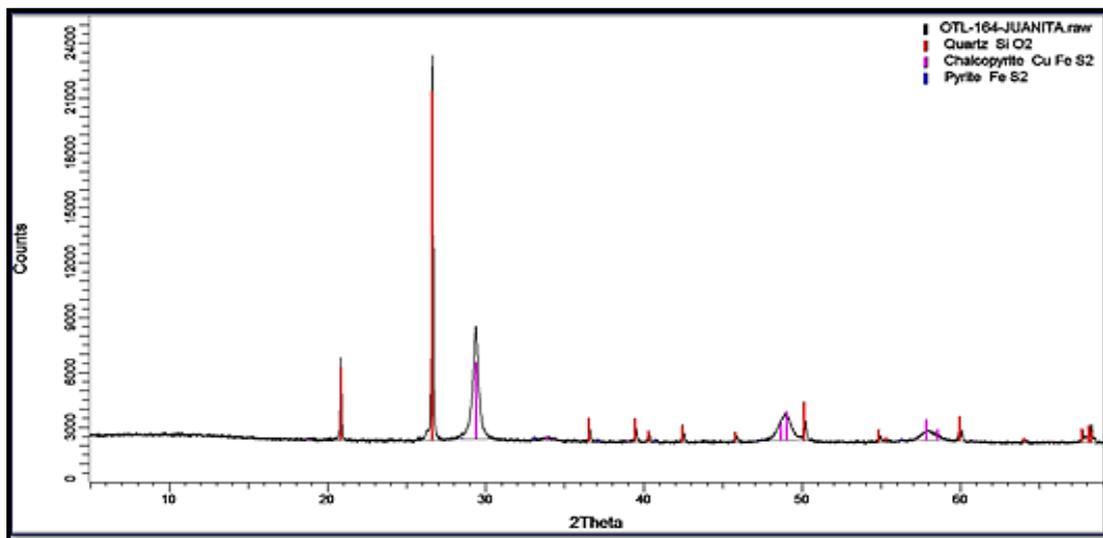
(c) Resultados de la Microscopia Electrónica de Barrido

TABLA N° 5: Composición química (%) de los minerales identificados

MINERAL	Composición Química (%)								TOTAL
	Ag	Cu	Fe	Pb	As	Si	O	S	
Calcopirita		32	31					36	100
Cuarzo						45	55		100
Galena				84				16	100
Pirita			47					53	100
Tenantita	0.22	42			19			39	100

(d) Difractograma DRX de la muestra juanita con los minerales identificados

TABLA N° 6: Difracción DRX



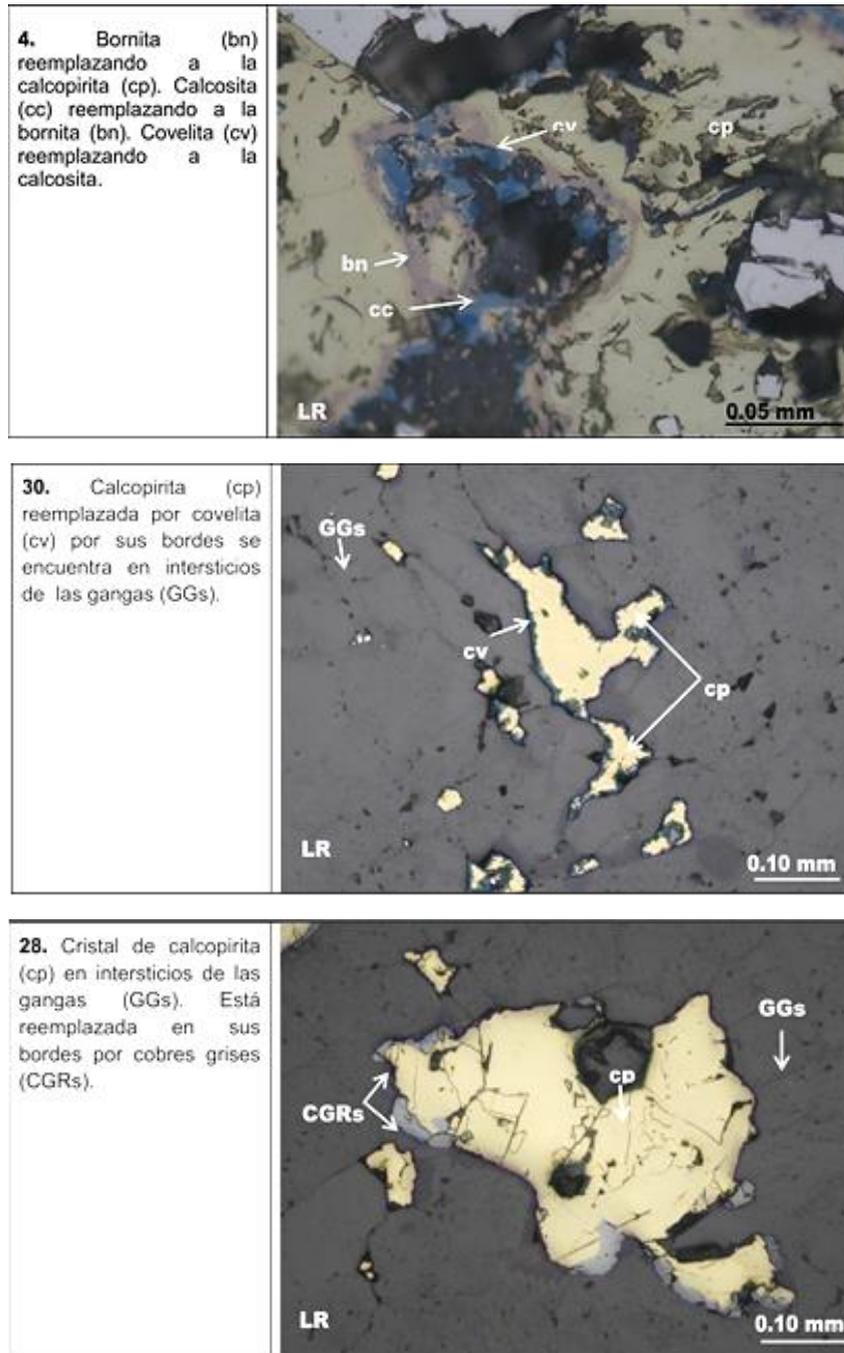
Fuente: Departamento de Geología

Los cuadros y tablas del informe de BISA indican que la mineralización, está representado por el contenido de sulfuros (pirita, calcopirita, covelina, tenantita, bornita), por sulfatos (calcantita), y en menor proporción por los carbonatos de cobre (malaquita, azurita). La presencia de los óxidos (supergenos) dentro del yacimiento es imperceptible; el alto porcentaje de hierro en los ensayos corresponde a la presencia de la calcopirita y pirita (CuFeS_2 , FeS_2). El resultado de los

Difractogramas indica que la ganga está representada por el cuarzo (SiO_2) hasta un 90%.

La probable secuencia paragenética podría ser como sigue: (1) Pirita I - Pirita II (2) Pirrotita – Marcasita (3) Esfalerita (4) Calcopirita I (5) Calcopirita II (6) Bornita (7) Cobre Grises y (8) Calcosita – Covelita (9) Limonitas

Figura N° 7: Fotomicrografías de la zona de Juanita y Eusebia, nótese el relleno y reemplazamiento de la calcopirita con la bornita, covelina, calcosina, cobres grises.



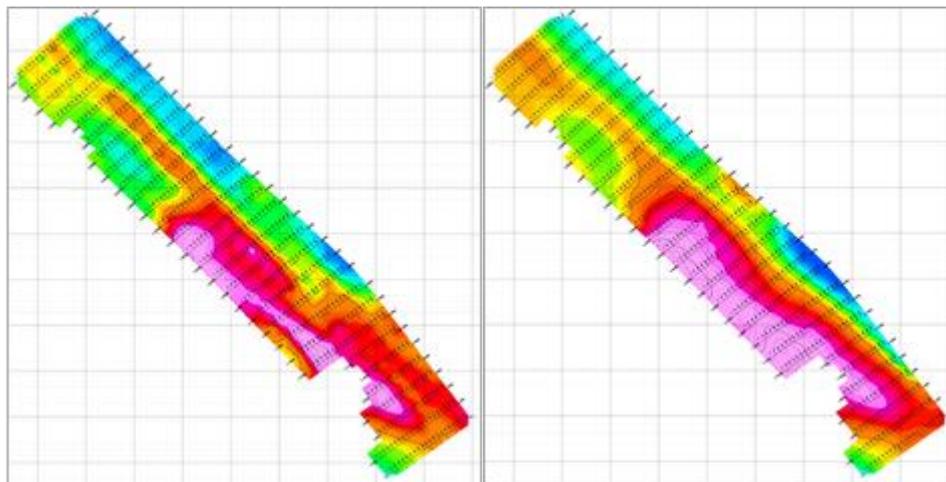
Fuente: Departamento de geología

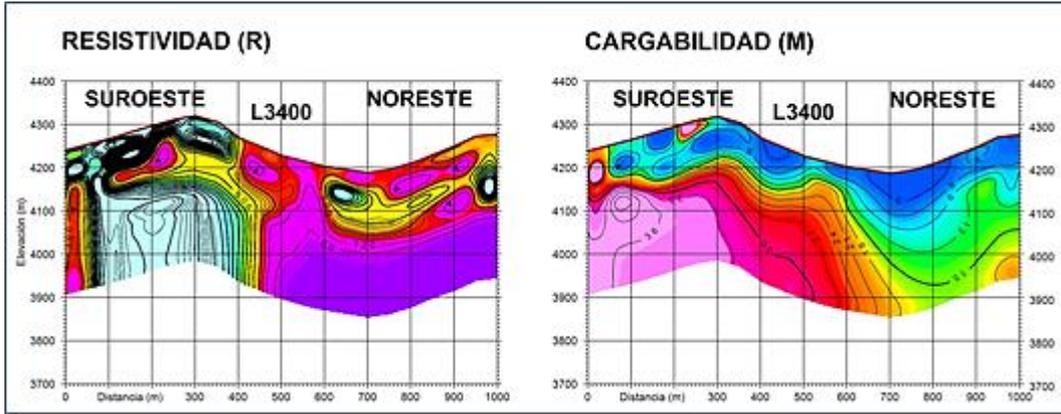
- **Geofísica**

Se realizó una campaña de Exploración Geofísica (Magnetometría, Polarización Inducida / Resistividad) sobre las concesiones Fenix 1, Fenix 2, Samco Dino 20 y Fenix 7 abarcando los 6.5 km de longitud de estructura. En los mapas de Resistividad se observa un marcado cambio brusco de 100 a 1,200 ohmiometros, que estaría confirmando la existencia de una gran falla regional de rumbo NW y que indicaría también el contacto entre una roca compacta (al SW) con rocas alteradas (al NE). En los mapas de Cargabilidad se observa, en forma horizontal y vertical, fuertes anomalías de Cargabilidad con intensidades superiores a los 34mV/V en varios niveles de profundización, convirtiéndose en un importante target.

Figura N° 8: (a) Mapa de Cargabilidad. (b) Perfiles de Resistividad y Cargabilidad

Mapa de Cargabilidad a 50 y 300 m de profundidad. (b) Perfiles de Resistividad y Cargabilidad donde se observan zonas de alta Cargabilidad vs alta Resistividad que podría corresponder a zonas de diseminación de sulfuros en rocas silisificadas.





Fuente: Departamento Planeamiento.

- **Prueba Metalúrgica**

Se realizaron pruebas en CERTIMIN con una ley de cabeza media de cobre de 4.84 % acompañado de plata con una concentración media de 3.5 g/t. En los ensayos de la caracterización física arrojó un work index de 12.37 Kw-h/tc, el cual indica que es un mineral dócil para un futuro proceso de chancado y moliendabilidad. La recuperación del cobre varía entre 91.27% a 95.27% en la sumatoria de las etapas Rougher I y Rougher II. Las leyes de los concentrados finales varían entre 28.44% y 28.67% con recuperaciones en el concentrado final de 89.04 % a 92.36 % y recuperaciones totales de 94.96 % a 95.50 %.

TABLA N° 8: Leyes químicas de Cabeza

Muestras	LEYES			
	(g/t)		(%)	
	Ag	Au	Cu	Fe
Cabeza Eusebia (8096)	1.70	0.04	3.43	10.82
Cabeza Juanita (8095)	5.80	0.08	5.70	21.32
Cabeza Composito	3.50	0.06	4.84	15.11

TABLA N° 9: Resumen del Balance Metalúrgico – Pruebas Batch

CÓDIGO	Ley Concentrado Final			Rec. Concentrado Final			Rec. Rougher Total		
	(g/t)	(%)		(g/t)	(%)		(g/t)	(%)	
	Ag	Cu	Fe	Ag	Cu	Fe	Ag	Cu	Fe
S.M. - P11	15.60	28.64	28.57	68.66	91.58	29.83	78.83	94.96	35.44
S.M. - P12	14.98	28.44	29.03	68.00	92.36	30.61	78.95	95.50	35.77
S.M. - P13	16.00	28.67	29.43	64.81	89.04	29.88	78.71	95.20	35.80

Fuente: Departamento Planeamiento.

2.4. ESTIMACIÓN DE RECURSOS

Se ha realizado el estimado de un potencial geológico (termino no aplicable a las normas o protocolos de estimación de un recurso) que requieren de su verificación por los métodos de exploración directa (sondajes diamantinos, labores mineras subterráneas) para poder validar o descartar lo señalado. El recurso mineral indicado y medido que señalamos fue realizado en base a los muestreos de interior mina (galerías, chimeneas) y en parte a los afloramientos en superficie.

TABLA N° 10: Recurso Mineral de veta Juanita en la unidad minera Fénix.

RESUMEN					
<u>Labor</u>	<u>Long Canal</u>	<u>Ley Cu (%)</u>	<u>RECURSO</u>	<u>TMS</u>	<u>LEY</u>
NIVEL 1	1.01	4.01	Medido	65,100	2.81
NIVEL 2	0.89	0.52	Indicado	65,100	2.81
NIVEL 3	1.42	3.07	Total:	130,200	2.81
NIVEL 4	1.21	3.20			
Total	1.13	2.81			

Fuente: Departamento Planeamiento.

Para hacer el estimado del potencial de los 16 km de continuidad de la estructura se van a usar los siguientes parámetros:

Potencia veta = 1.20 m

Peso específico = 2.80

Profundidad = 300 m

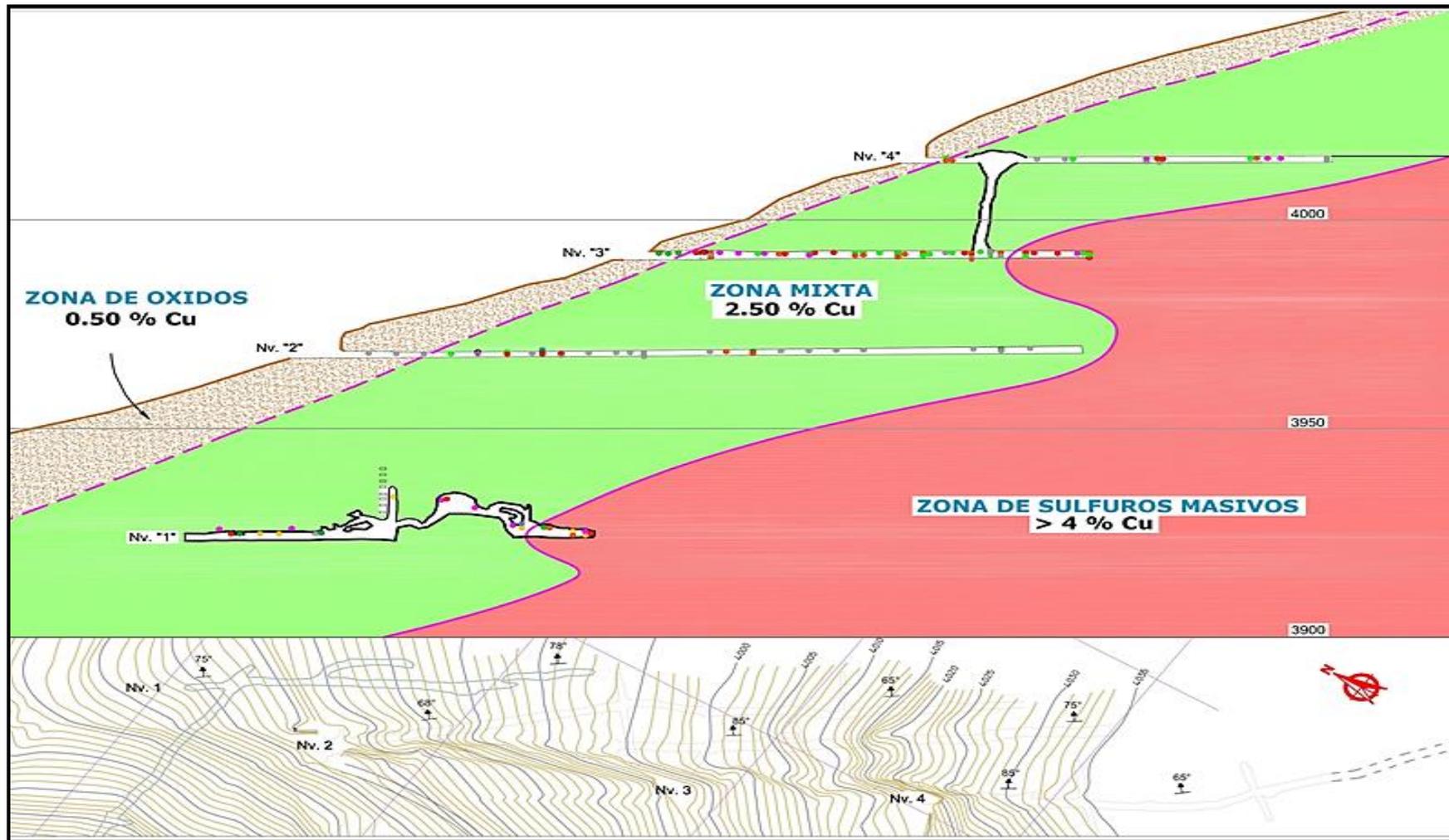
Dichas variables cambiarán conforme se profundice en labor subterránea y/o se realicen taladros largos con perforación diamantina. Se está siendo muy austero en lo que se refiere a la potencia real de la veta y al peso específico.

TABLA N° 11: Estimación del Potencial Geológico de los 16 Km de longitud de estructura.

Estimacion	TM	Ley
Potencial	16,000,000	< 2-4 >

Fuente: Departamento Planeamiento.

Figura N° 9: Delimitación del Recurso Mineral Inferido

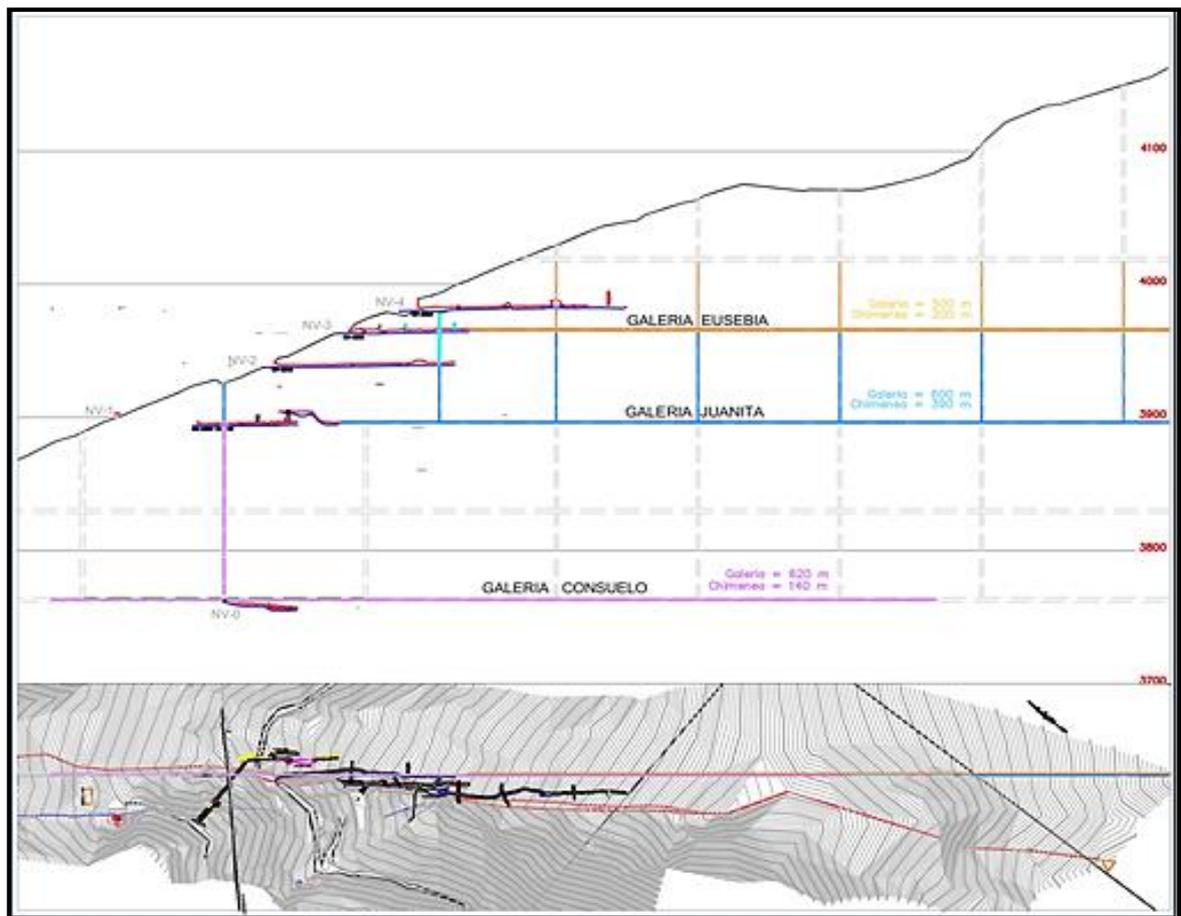


Fuente: Departamento Planeamiento.

2.4.1. LABORES SUBTERRANEAS

Se reactivó el avance de la bocamina Juanita (Nv1 - 3900) que es donde se observa la mayor concentración de sulfuros, planeando realizar 1,000 metros de labor subterránea (galería, chimeneas) para reconocer la continuidad de la mineralización. Se hará lo mismo en la bocamina Eusebia (Nv3-3960). Con estos trabajos esperamos que el 'recurso mineral' reportado pase a ser una 'reserva minera para su explotación'. En referencia al nivel inferior (Nv 0 – 3755) se va a desarrollar galerías de exploración a ambos flancos (al SE, NW) a razón de 1,000 m de labor en ambos lados. Esto nos servirá para descolgar el mineral de los niveles superiores.

Figura N° 10: Programa de Labores Mineras subterráneas



Fuente: Departamento Planeamiento.

Solo se va necesitar unir la bocamina del nivel 1 (Juanita) con el nivel 0 (Consuelo) para realizar los trabajos señalados en ese nivel, ello demandara realizar un nuevo acceso de aproximadamente 700 m de longitud.

2.5. BASES TEÓRICAS

2.5.1. CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS

Las labores subterráneas se realizan con equipos mixtos, la explotación por el método de corte y relleno ascendente; con particularidades y limitaciones propias que impone la geometría del yacimiento (Buzamiento de la veta Juanita) y la infraestructura existente.

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

a. Diseño de sostenimiento

En la excavación subterránea se debe considerar la infraestructura como soporte de roca. Para ello se requiere transformar el macizo rocoso que circunda la excavación, de un elemento que ejerce cargas a un elemento capaz de resistir éstas. Se trata entonces de dejar transcurrir los procesos de distensión alrededor de la excavación.

Este objetivo se consigue mediante la aplicación de elementos de sostenimiento semi rígidos como pernos, mallas electrosoldadas, entre otros tipos de sostenimiento, los mismos que se deberán aplicar en forma oportuna, pues inicialmente se requieren fuerzas mínimas para evitar el deslizamiento y colapso de la roca, no siendo así, una vez iniciado el movimiento en cuyo caso se requieren considerables fuerzas para estabilizar.

TABLA N° 12: Tiempo de autosoporte según la sección

SECTOR	ZONA	RMR	TIEMPO DE AUTOSOPORTE			
			Sección: 3.5 x 3.0	Sección: 4.5 x 4.0	Sección: 6.0 x 4.0	Sección: 8.0 x 4.0
TECHO	NIVEL 1	45	2 semanas	1 semana	4 días	3 días
PISO	NIVEL 1	34/29	1 día	8 horas	No Aplica	No Aplica
ESTRUCTURA	NIVEL 1	48	2 semanas	1 semana	4 días	3 días

Fuente: Departamento Planeamiento.

b. Propiedades GSI

• **Estructura**

Se realizan mediciones con wincha en el frente, corona o hastiales de la labor, para determinar el promedio de fracturas por metro cubico que se presentan. Así se determina el grado de fracturamiento, con rocas que van desde: Fracturada (F), Muy Fracturada (MF), Intensamente Fracturada (IF) o Triturada (T).

• **Condición Superficial**

Se dan golpes de picota para tratar de romper o disgregar la roca, y también con el uso del martillo de SCHMIDT o Esclerómetro; para determinar la dureza de la roca: con parámetros que van desde: Buena (B), Regular (R), Pobre (P) o Muy Pobre (MP).

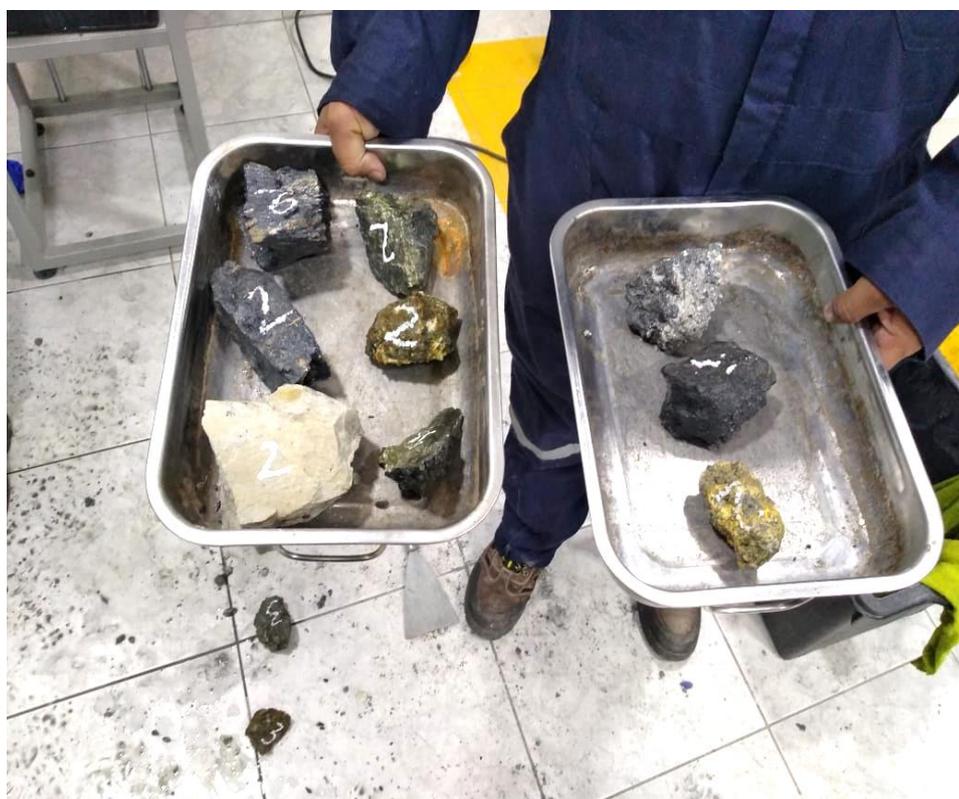
Una vez obtenidos, los parámetros de estructura y condición superficial se interceptan en una matriz y se obtiene su clasificación, por ejemplo, MF/B (Muy fracturada buena) y con qué tipo de soporte está asociado. Los cuadros a su vez están divididos en un triángulo superior y uno inferior con dos colores diferentes, para el caso de no tener factores influyentes, se aplica el sostenimiento asociado al color del triángulo superior y en caso de tener factores influyentes (Presencia de agua, fallas, sobre-excavación, labores cercanas, etc.) se aplica el sostenimiento asociado al color inferior, actualmente se tiene tres tablas geomecánicas: Dos para efectuar el sostenimiento de labores temporales y una para labores permanentes.

TABLA N° 13: Condiciones geomecánicas de la estructura y cajas de la veta Juanita.

R. COMPRES. UNIAXIAL (Mpa)		
Promedio piso	26.36	Mpa
Promedio Estructura	40.03	Mpa
Promedio Techo	33.94	Mpa

RMR		
PISO	39	IV MALA
ESTRUCTURA	49	III REGULAR
TECHO	45	III REGULAR

Figura N° 11: Preparación de muestras para cálculo de densidades del Nivel 1, de la U.M. Fénix.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 12: Preparación de muestra para carga puntual, pizarras deformadas, Nivel 1 U.M. Fénix

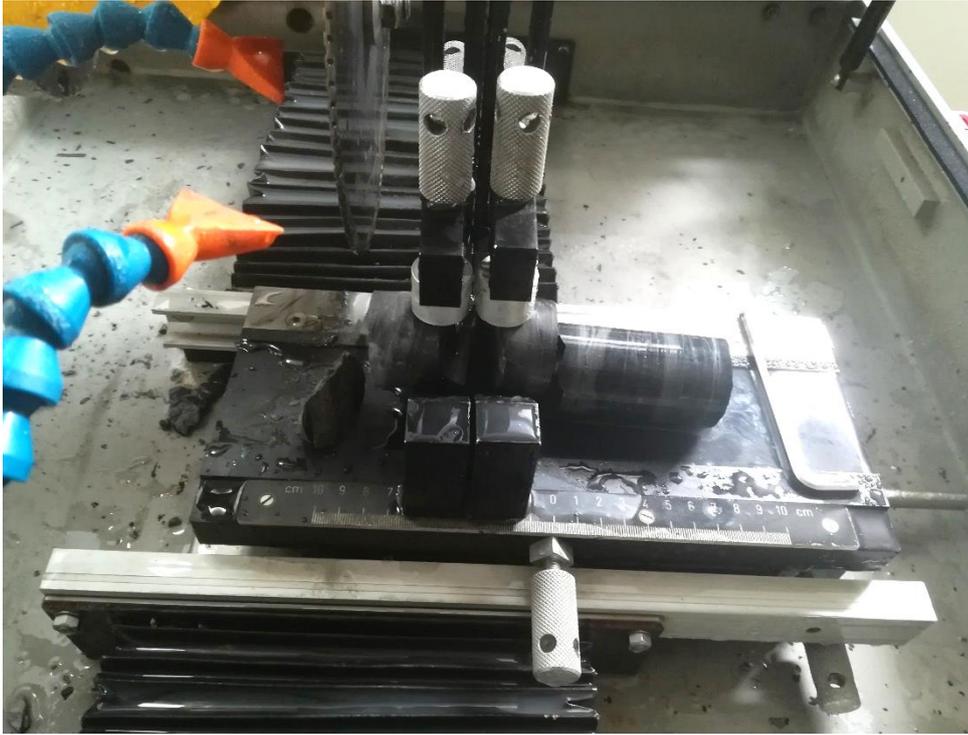


Figura N° 13: Preparación de testigos para carga puntual, Nivel 1 U.M. Fénix



Figura N° 14: Pizarras bien fracturadas en pruebas de carga puntual, Nivel 1 U.M. Fénix.



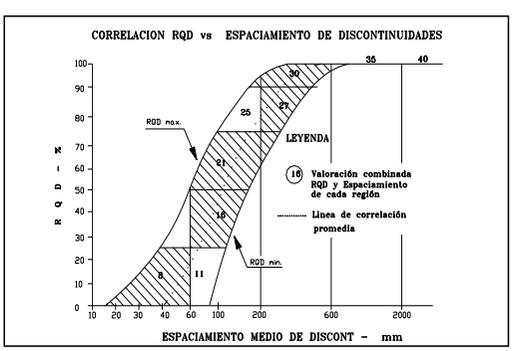
Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 14: RMR TECHO

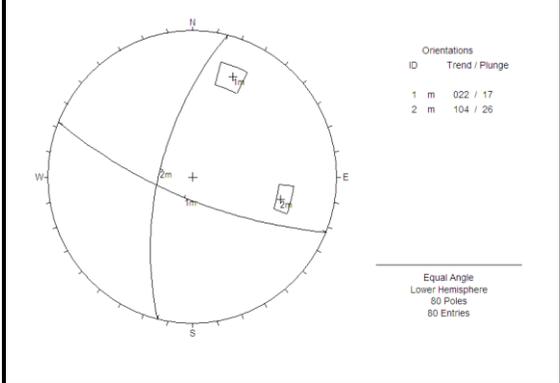
DATOS DE MAPEO GEOMECANICO										LUGAR : <u>NIVEL 02</u>		POR: <u>DPTO. GEOMECANICA</u>							
CIA. MINERA FENIX S.A.										LABOR : <u>GAL. 02</u>		FECHA: <u>02/05/2019</u>							
MINA FENIX										VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)									
N°		ORIENTACION DE LA CARA				TRAMO				PARAMETRO									
ESTACION		RUMBO, AZIMUT, DIR BUZ.		BUZAMIENTO		DESDE		HASTA		RANGO DE VALORES						VALORACION			
TIPO DE ROCA										FREC. FRACTURA						VALOR ESTIMADO			
Andesita										24									
TIPO		ORIENTACION		ESPACIAMIENT		RELLENO		COMENTARIOS											
ESTRUC.		DIP		O(cm)		TIPO		ESPESOR											
D	F1									Familia principal									
D	F2																		
D	F3																		
D	F4																		
D	F5																		
Labor										Buzamiento		Rumbo							
Gal. 02										85°SW		S 40° E							
GRADO										INDICE DE RESISTENCIAS IDENTIFICACION DE CAMPO				RANGO RESIS. COMP. Mpa					
R1										Deleznable con golpes firmes con la punta de martillo de geólogo se desconcha con una cuchilla				1,0 - 5,0					
R2										Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)				5 - 25					
R3										No se raya ni desconcha con cuchillo. La muestra se rompe con golpe firme del martillo				25 - 50					
R4										La muestra se rompe con mas de un golpe del martillo				50 - 100					
R5										Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra				100 - 250					
R6										Solo se rompe esquivlas de la muestra con el martillo				> 250					
GRADO										INDICE DE INTEMPERIZACION DESCRIPCION									
I SANA										Ningún signo de intemperismo en el material rocoso. Quizás lig. De coloración sobre superficies de discontinuidades principales									
II LIGERO										La decoloración indica intemp. del material rocoso y superf. de disc. El material rocoso decolorado extremadamente es más débil que en su condición sana.									
III MODERADA										Menos de la mitad del mat. rocoso esta descompto y/o desintegrado a un suelo la roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como núcleo rocoso.									
IV MUY INTEM.										Mas de la mitad del mat. rocoso esta descompto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco discont como núcleo rocoso.									
V DESCOMPU.										Todo el material rocoso esta descompto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.									
ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESTRUCTURA:										ABREVIATURAS DE TIPOS DE RELLENO:									
D SISTEMA DE DIACLASA										1 LIMPIO									
F _n SISTEMA DE FALLAS										2 CUARZO									
C CONTACTO										3 OXIDOS									
MF MICRO FALLA										4 ROCA TRIT.									
										5 CALCITA									
										6 PAMBO									
										7 ARCILLA									
										8 SULFURO									
										9									
										10									
										11									
										12									
										13									
										14									
										15									
										16									
										17									
										18									
										19									
										20									
										21									
										22									
										23									
										24									
										25									
										26									
										27									
										28									
										29									
										30									
										31									
										32									
										33									
										34									
										35									
										36									
										37									
										38									
										39									
										40									
										41									
										42									
										43									
										44									
										45									
										46									
										47									
										48									
										49									
										50									
										51									
										52									
										53									
										54									
										55									
										56									
										57									
										58									
										59									
										60									
										61									
										62									
										63									
										64									
										65									
										66									
										67									
										68									
										69									
										70									
										71									
										72									
										73									
										74									
										75									
										76									
										77									
										78									
										79									
										80									
										81									
										82									
										83									
										84									
										85									
										86									
										87									
										88									
										89									
										90									
										91									
										92									
										93									
										94									
										95									
										96									
										97									
										98									
										99									
										100									

ABREVIATURAS DE ESPESOR DE RELLENO	
1	NINGUNO
2	DURO < 5mm
3	DURO > 5mm
4	SUAVE < 5 mm
5	SUAVE > 5 mm

ABREVI. ESPACIAMIENTO	
1	> 2 m
2	0.6 - 2 m
3	0.2 - 0.6 m
4	0.06 - 0.2 m
5	< 0.06 m



$RQD = 100 (e^{-0.1x}) \times (0.1x)$ **31** % **MAXIMO SPAM** **2.56**
INDICE "Q" BARTON **0.57**



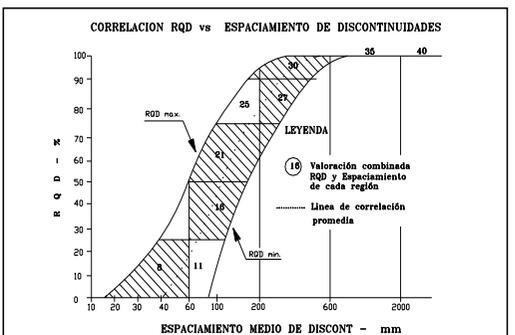
Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 15: RMR PISO

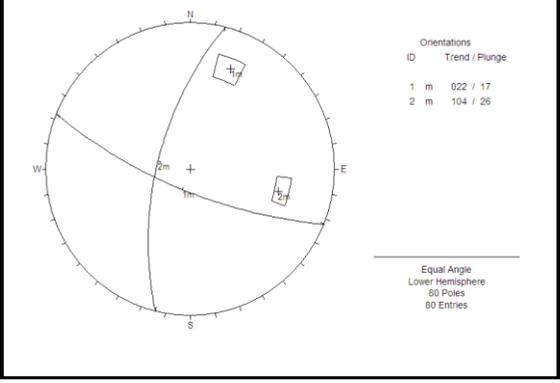
DATOS DE MAPEO GEOMECANICO										LUGAR : <u>NIVEL 01</u>		POR : <u>DPTO. GEOMECANICA</u>			
CIA. MINERA FENIX S.A.										LABOR : <u>GAL. 01</u>		FECHA : <u>02/05/2019</u>			
MINA FENIX										VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)					
N°		ORIENTACION DE LA CARA				TRAMO				VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)					
ESTACION		RUMBO, AZIMUT, DIR.BUZ.		BUZAMIENTO		DESDE		HASTA		VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)					
TIPO DE ROCA										RANGO DE VALORES					
FREC. FRACTURA										VALOR ESTIMADO					
A		%		B		%		C		%		D		%	
DISC./ ml.										R. COMPRESION UNIAIXIAL (Mpa)					
22										RQD %					
TIPO DE ROCA										ESPACIAMIENTO (m)					
FREC. FRACTURA										CONDICION					
A										DE					
%										JUNTAS					
B										AGUA SUBTERRANEA					
%										VALOR TOTAL RMR (Suma de valoración 1 a 5) =					
C										34					
%										AJUSTE EN LA EVALUACION POR ORIENTACION DE FISURA					
D										RUMBO PERPENDICULAR A LEJE DE LA EXCAVACION					
%										EXCAVACION EN EL SENTIDO DEL BUZAMIENTO					
%										EXCAVACION CONTRA EL BUZAMIENTO					
%										RUMBO PARALELO A LEJE DE LA EXCAVACION					
%										BUZAMIENTO 45°-90°					
%										BUZAMIENTO 20°-45°					
%										BUZAMIENTO 90°					
%										BUZAMIENTO 45°					
%										BUZAMIENTO 45°-90°					
%										BUZAMIENTO 20°-					
%										BUZAMIENTO 45°					
%										BUZAMIENTO 0°-20°					
%										MUY FAVORABLE					
%										FAVORABLE					
%										REGULAR					
%										DESFAVORABLE					
%										MUY DESFAVORABLE					
%										REGULAR					
%										MALA					
%										VALOR AJUSTADO DEL RMR					
%										34					
%										RMR					
%										39					
%										CLASE DE MACIZO ROCOSO					
%										IV					
%										RMR					
%										100 - 81					
%										80 - 61					
%										60 - 41					
%										40 - 21					
%										20 - 0					
%										DESCRIPCION					
%										I MUY BUENA					
%										II BUENA					
%										III REGULAR					
%										IV MALA					
%										V MUY MALA					
Labor		Buzamiento		Rumbo											
Gal.		65°W		S 39°E											
GRADO		INDICE DE RESISTENCIAS IDENTIFICACION DE CAMPO				RANGO RESIS. COMP. Mpa									
R1		Deleznable con golpes firmes con la punta de martillo de geólogo se desconcha con una cuchilla				1,0 - 5,0									
R2		Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)				5 - 25									
R3		No se raya ni desconcha con cuchillo. La muestra se rompe con golpe firme del martillo				25 - 50									
R4		La muestra se rompe con mas de un golpe del martillo				50 - 100									
R5		Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra				100 - 250									
R6		Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo				> 250									
GRADO		INDICE DE INTEMPERIZACION DESCRIPCION													
I SANA		Ningún signo de intemperismo en el material rocoso. Quizás lig. De coloración sobre superficies de discontinuidades principales													
II LIGERO		La decoloración indica intemp. del material rocoso y superf. de disc. El material rocoso decolorado extremadamente es más débil que en su condición sana.													
III MODERADA		Menos de la mitad del mat. rocoso esta descompto y/o desintegrado a un suelo la roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como núcleo rocoso.													
IV MUY INTEM.		Mas de la mitad del mat. rocoso esta descompto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco discont como núcleo rocoso.													
V DESCOMPU.		Todo el material rocoso esta descompto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.													
ABREVIATURAS DE TIPO DE ESTRUCTURA		ABREVIATURAS DE TIPOS DE RELLENO		ABREVIACION DE TIPO DE ROCA											
D SISTEMA DE DIACLASA		1 LIMPIO		1 ARCILLA		M1 MINERAL									
F1 SISTEMA DE FALLAS		2 CUARZO		2 SUIZURO		C2 CALIZA									
C CONTACTO		3 OXIDOS				M2 FOSF. AMB. DACT.									
MF MICRO FALLA		4 ROCA TRIT.				Bx BRECHA									
		5 CAJOTA				T1 TUFO									
		6 PANDO				Lx LAVA DACT.									

ABREVIATURAS DE ESPESOR DE RELLENO	
1	NINGUNO
2	DURO < 5mm
3	DURO > 5mm
4	SUAVE < 5mm
5	SUAVE > 5mm

ABREVI. ESPA CIAMIENTO	
1	> 2 m
2	0.6 - 2 m
3	0.2 - 0.6 m
4	0.06 - 0.2 m
5	< 0.06 m



RQD = 100 (e^{-0.1A}) x (0.1A) = 35 %
 INDICE "Q" BARTON = 0.33
 MAXIMO SPAM = 2.05



Fuente: Elaboración propia.

2.5.2. SELECCIÓN DEL MÉTODO DE MINADO (NICHOLAS)

Durante la primera etapa conceptual de la selección del método de minado, se aplicará el método numérico Nicholas, el cual es aplicado ampliamente en la industria minera, en base a propiedades geotécnicas, estado tensional in situ y características geológicas del yacimiento.

- **Geometría del yacimiento y distribución de leyes**

Se describirá las propiedades geológicas de la veta Juanita y ser procesadas numéricamente mediante la metodología de Nicholas.

TABLA N° 17: Propiedades geológicas de la veta Juanita de la Unidad Minera Fénix

GEOMETRÍA DEL YACIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE LEYES			BORRAR
1. FORMA:			
Equidimensional o masivo:	M	Todas las dimensiones son similares en cualquier dirección.	<input type="text"/>
Tabular:	T	Dos de las dimensiones son mucho mayores que la tercera.	<input type="text"/>
Irregular:	I	Las dimensiones varían a distancia muy pequeñas.	<input type="text" value="1"/>
2. POTENCIA DEL MINERAL:			
Muy Estrecho	ME	(< 3 m)	<input type="text" value="1"/>
Estrecho	E	(3 – 10 m)	<input type="text"/>
Intermedio	I	(10 – 30 m)	<input type="text"/>
Potente	P	(30 -100 m)	<input type="text"/>
Muy potente	MP	(> 100 m)	<input type="text"/>
3. INCLINACIÓN:			
Echado/Tumbado	T	(< 20°)	<input type="text"/>
Intermedio	IT	(20 – 55°)	<input type="text"/>
Inclinado	IN	(> 55°)	<input type="text" value="1"/>
4. DISTRIBUCIÓN DE LEYES			
Uniforme:	U	La ley media del yacimiento se mantiene prácticamente constantemente en cualquier punto de este.	<input type="text"/>
Gradual o diseminado:	D	Las leyes tiene una distribución zonal, identificándose cambios graduales de unos puntos a otros.	<input type="text" value="1"/>
Errático:	E	No existe una relación espacial entre las leyes, ya que éstas cambian radicalmente de unos puntos a otros en distancias muy pequeñas.	<input type="text"/>
5. PROFUNDIDAD DESDE LA SUPERFICIE			
Superficial	S	(0 – 100m)	<input type="text"/>
Intermedio	I	(100 – 600m)	<input type="text" value="1"/>
Profundo	P	(> 600m)	<input type="text"/>

Fuente: Elaboración propia.

- **Propiedades Geomecánicas**

Se describirá las propiedades geomecánicas de la veta Juanita y cajas adyacentes y ser procesadas numéricamente mediante la metodología de Nicholas.

TABLA N° 18: Propiedades geomecánicas de la veta Juanita de la Unidad Minera Fénix.

CARACTERÍSTICAS GEOMECAÑICAS			ZONA MINERAL	CAJA TECHO	CAJA PISO
1.- RMR					
Muy Débil	MD	0 - 20			
Débil	D	20 - 40			<u>1</u>
Moderado	M	40 - 60	<u>1</u>	<u>1</u>	
Fuerte	F	60 - 80			
Muy Fuerte	MF	80 - 100			
1.- ESFUERZO DE SUBDUCCION DE LA ROCA (RSS) - ESFUERZO UNIAXIAL/ESFUERZO PRINCIPAL					
Muy Pobre	MP	(<5)			
Pobre	P	(5 - 10)			
Moderado	M	(10 - 15)	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>
Fuerte	F	(>15)			

Fuente: Elaboración propia.

- **Selección del método de minado conceptual**

Una vez procesados las propiedades geológicas – geomecánicas de la veta Juanita mediante Nicholas se clasificó 3 métodos de minados preliminares:

MÉTODOS DE MINADO RECOMENDADOS

METODO DE MINADO	PUNTUACIÓN
Cut & Fill Stoping	35
Bench and Fill Stoping (Con Relleno)	34
Sublevel Stoping Longitudinal (Con Relleno)	34

La primera selección del método de minado recomendado por la metodología numérica Nicholas, permitió clasificar los métodos: cut and fill, bench and fill y

sublevel stoping longitudinal, en esta primera etapa conceptual del trabajo de investigación.

- **Cálculo del NSR y ley equivalente**

Las consideraciones del retorno neto de fundición (NSR) y ley equivalente se realizará para cada método de minado recomendado, de acuerdo a las variables técnicas económicas, consideradas en el benchmarking, considerando las siguientes fórmulas.

Ley equivalente de Cu:

$$Cu Eq = Ley Cu + Ley Pb * \frac{(Precio Pb * Recuperación Pb)}{(Precio Cu * Recuperación Cu)} + Ley Ag * \frac{(Precio Ag * Recuperación Ag)}{(Precio Cu * Recuperación Cu)} + \dots$$

Retorno neto de fundición (NSR)

$$NSR = (Ley Cu * fe) + (Ley Pb * fe) + (Ley Ag * fe) + \dots$$

Ley Mínima explotable (Cut Off)

$$Cut Off Cu = (Costo Total Mét. Minado * Ley Equiv.) / NSR$$

a. Método de minado Cut and Fill

Net Smelter Return (NSR)	:	115 US\$/Ton
Cu Eq	:	2.81 %
Cut Off	:	2.22 %

b. Método de minado Sublevel Stoping

Net Smelter Return (NSR)	:	115 US\$/Ton
Cu Eq	:	2.81 %
Cut Off	:	2.68 %

c. Método de minado Bench and Fill

Net Smelter Return (NSR)	:	115 US\$/Ton
--------------------------	---	--------------

Cu Eq	:	2.81 %
Cut Off	:	2.69 %

- Ritmo de producción**

El dimensionamiento de una mina está en función a muchos factores tales como condiciones de mercado y precio de productos, ley y reservas de mineral, actitudes políticas de gobierno, factores medio ambientales entre otros.

En la literatura técnica existen algunas fórmulas empíricas para la estimación del tamaño de producción calculada en función a las reservas estimadas consideradas como minables dentro del yacimiento.

Además, las fórmulas nos permiten aproximar la vida óptima de explotación (VOE) los cuales nos pueden dar valores de referencia, el cual en muchos casos es tomado como punto de partida para un proyecto. Esta función es válida para minas a tajo abierto y subterráneas, metálicas y no metálicas según especifica cada autor.

Las fórmulas como se puede ver líneas abajo, dependiendo del tonelaje de recursos de mineral existentes en el yacimiento TAYLOR (1976).

$$VOE(\text{años}) = 6.5(\text{reservas} - Mt)^{0.25} (1 \pm 0.2)$$

VOE (años) : Vida óptima de explotación

(Reservas – MT) : Reservas expresadas en Millones de Toneladas

Glosario

TPA : Toneladas por Año

TPD : Toneladas por Día

TABLA N° 19: Producción promedio de los métodos de minado propuestos en la Veta Juanita.

Método de Minado	Unid.	<u>CFS</u>	<u>BFS</u>	<u>SSL</u>
VOE	años	[3.1 ; 4.6]	[3.1 ; 4.6]	[3 ; 4.5]
VOE Promedio	años	3.9	3.9	3.8
TPA	kt	[0 ; 0]	[0 ; 0]	[0 ; 0]
TPA Promedio	kt	33,300	33,000	30,650
TPD	t	[0 ; 0]	[0 ; 0]	[0 ; 0]
TPD Promedio	t	92	92	85

Fuente: Elaboración propia.

La producción promedio obtenida para el método de Cut and Fill es de 92 tpd, para el método de Bench and Fill Stopping (Con relleno) es de 92 tpd y para el método de Sublevel Stopping Longitudinal (Con Relleno) es de 85 tpd. La máxima producción se podría alcanzar empleando los métodos de minado de Cut and Fill y Bench and Fill Stopping (Con Relleno).

Se recomienda que para esta etapa del proyecto la producción sea de 50 tpd, y en los posteriores estudios a realizarse determinar la producción promedio estimada líneas arriba.

- **Cálculo del Trade Off**

En función a los parámetros definidos en párrafos anteriores, se procederá a determinar el método de minado más apropiado para la presente tesis: "Selección del método de Minado en la veta Juanita - Unidad minera Fénix". Los cálculos de la presente tesis se describirán en el Anexo 1.

TABLA N° 20: Evaluación económica de los métodos de minado propuestos en la Veta Juanita.

TRADE OFF DEL MÉTODO DE MINADO				
ITEM	Unid	Bench and Fill	Sub level Stoping	Cut and Fill
Producción	tpd	1,500	1,500	1,500
Ley Corte Eq_Cu % - CutOff Marginal	%	0.923	0.923	0.923
Recursos Minerales Marginales	t	290,200	290,200	290,200
Zn	%	0.00	0.00	0.00
Pb	%	0.00	0.00	0.00
Ag	Oz/t	0.00	0.00	0.00
Cu	%	2.36	2.36	2.36
CuEq	%	0.21	0.21	0.21
NSR	US\$/t	96	96	96
Costo de Operación (OPEX)				
Mina	US\$/t	72	72	53
Planta	US\$/t	36.28	36.28	36.28
Administración	US\$/t	1.35	1.35	1.35
Transporte	US\$/t	0.00	0.00	0.00
TOTAL	US\$/t	110	110	91
Ley Corte Eq_Cu %	%	2.69	2.68	2.22
Tipos de Mineral		Medido,	Medido,	Medido,
Clase de Recursos		Indicado	Indicado	Indicado
Recursos	t	130,200	130,200	130,200
Zn	%	0.00	0.00	0.00
Pb	%	0.00	0.00	0.00
Ag	Oz/t	0.00	0.00	0.00
Cu	%	2.81	2.81	2.81
Cu Eq % FCV	%	2.81	2.81	2.81
NSR	US\$/t	115	115	115
FCV				
Recuperación	%	85	75	90
Dilu FCV	%	10	13	5
Reservas Minables (*)	t	121,737	110,345	123,039
Zn	%	0.000	0.000	0.000
Pb	%	0.000	0.000	0.000
Ag	Oz/t	0.000	0.000	0.000
Cu	%	2.555	2.487	2.676
CuEq %	%	2.555	2.487	2.676
NSR	US\$/t	104	101	109
Costo Total	US\$/t	110	110	91
Margen	US\$/t	-5.5	-8.3	18.4
Utilidad Bruta	US\$ MM	-1	-1	2

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 21: Resumen de la Evaluación económica de los métodos de minado propuestos en la Veta Juanita.

Método de Minado	Cut - Off CuEq %	NSR US\$/t
Bench and Fill Stoping	2.69	115
Sublevel Stoping Longitudinal	2.68	115
Cut & Fill Stoping	2.22	115

Fuente: Elaboración propia.

Según los análisis realizados, bajo las condiciones analizadas, la estructura mineralizada veta Juanita de la Unidad Minera Fénix presenta condiciones

apropiadas para el uso de métodos de minado con relleno, esto valida la selección del método de minado subterráneo por cut and fill, en esta etapa del proyecto, y deben ampliarse las investigaciones en las etapas futuras del proyecto. También los análisis realizados sobre dimensiones de tajeos indican que es posible la aplicación de métodos de minado por subniveles con taladros largos.

Como conclusión de la evaluación realizada, los métodos de minado subterráneos que mejor se aparejan a las condiciones geológicas geomecánicas encontradas en la veta Juanita de la Unidad Minera Fénix son: “corte y relleno ascendente” (Cut and Fill-C&F), “banqueo y relleno” (Bench and Fill - BF) y “tajeos por subniveles con taladros largos” (Sublevel Stopping – SLS). El proceso de jerarquización y descarte para la selección del método de minado ha dado como resultado que el minado seleccionado fue el de Cut and Fill para ser aplicado sin restricciones.

2.5.3. PLAN DE MINADO DEL MÉTODO DE MINADO SELECCIONADO

En base a las variables obtenidas en el método de minado seleccionado, se realizará el forecast del plan de producción de 1500 toneladas mensuales, para un periodo de 12 meses.

- **Ingresos y Costos**

Para los ingresos se consideró un Cu equivalente de 2.68% para los primeros 6 meses y de 3.81% para el resto de los meses, por lo que el retorno neto de fundición es de 109 a 155 US \$/ton., respectivamente. Así mismo los costos de mina y administración se incrementaron entre 2 y 3% respectivamente en el plan de minado.

TABLA N° 22: Ingresos del plan de producción del método de minado propuesto (Cut and Fill) en la Veta Juanita.

PLAN PRODUCCIÓN 2019

INGRESOS PROYECTADO 2019

Ingreso Total Unitario	US\$ / tn	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19	2019
Ton Producidas	tn	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	18,000.00
Cu Eq (*)	%	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81	3.25
NSR	US \$/tn	109.00	109.00	109.00	109.00	109.00	109.00	155.00	155.00	155.00	155.00	155.00	155.00	132.00
INGRESO TOTAL US \$		163,500.00	163,500.00	163,500.00	163,500.00	163,500.00	163,500.00	232,500.00	232,500.00	232,500.00	232,500.00	232,500.00	232,500.00	2,376,000.00

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 23: Costos del plan de producción del método de minado propuesto (Cut and Fill) en la Veta Juanita.

COSTO PROYECTADO 2019

Costo Total Unitario	US\$ / tn	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19	2019
Ton Producidas	tn	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	18,000.00
Mina **	US\$ / tn	53.00	54.06	55.14	56.24	57.37	58.52	59.69	60.88	62.10	63.34	64.61	65.90	59.24
Regalías (3%)	US\$ / tn	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	4.65	4.65	4.65	4.65	4.65	4.65	3.96
Planta	US\$ / tn	36.28	36.28	36.28	36.28	36.28	36.28	36.28	36.28	36.28	36.28	36.28	36.28	36.28
Administración**	US\$ / tn	1.35	1.39	1.43	1.48	1.52	1.57	1.61	1.66	1.71	1.76	1.81	1.87	1.60
Costo Total Unitario	US\$ / tn	93.90	95.00	96.12	97.27	98.44	99.63	102.23	103.47	104.74	106.03	107.35	108.70	101.07
COSTO TOTAL	US\$	140,850.00	142,500.75	144,185.12	145,903.81	147,657.51	149,446.95	153,342.87	155,206.01	157,107.13	159,047.02	161,026.49	163,046.33	1,819,319.99

Fuente: Elaboración propia.

- **Margen Operativo**

Se describirá el margen operativo del plan de minado propuesto durante un periodo de 12 meses.

Es importante recalcar que existe un incremento de los ingresos producto del minado de mejores leyes a partir del 6to mes de 2.68 a 3.61% de cobre.

Este incremento de leyes es proyectado por que se ingresará a explotar zonas con mineralogía mixta (calcopirita, covelina y bornita) con mejores leyes de cabeza. Así mismo se incrementará el costo de mina y administrativo en 2 y 3% respectivamente de acuerdo a la profundización de labores subterráneas en los niveles 1 y 2.

Así mismo, se considera el 3% de regalías producto de la cesión de la propiedad minera y apoyo comunitario mediante asamblea comunal.

Los costos de planta son considerados en 36.28 US\$/ton y es constante durante los 12 meses. Este costo de tratamiento no varia ya que es un acuerdo de servicios por alquiler de planta con el administrador de la planta de Huari.

El retorno neto de fundición es considerado en función a las leyes programadas de 2.68 y 3.61% de cobre, considerando que los parámetros comerciales con el trader Cormin se fijaron para este mismo periodo de tiempo, considerando a las pruebas metalúrgicas realizadas y el bajo contenido de contaminantes presentes en el concentrado de cobre.

En función a las variables mencionadas en párrafos anteriores se determinó la evaluación financiera considerando una tasa de descuento de 10% y un Capex (costo de capital) de US\$ 200,000.

Finalmente, la evaluación financiera genera un VAN de US \$ 66,397.86, una tasa interna de retorno de 15%, por lo que el flujo de caja del margen operativo es positivo.

TABLA N° 24: Margen Operativo del plan de producción del método de minado propuesto (Cut and Fill) en la Veta Juanita

MARGEN OPERATIVO 2019

	Unid.	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19	2019
Ton Producidas	tn	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	18,000.00
Cu Eq (*)	%	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81	3.25
NSR	US \$/tn	109.00	109.00	109.00	109.00	109.00	109.00	155.00	155.00	155.00	155.00	155.00	155.00	132.00
INGRESO TOTAL US \$		163,500.00	163,500.00	163,500.00	163,500.00	163,500.00	163,500.00	232,500.00	232,500.00	232,500.00	232,500.00	232,500.00	232,500.00	2,376,000.00
COSTO TOTAL		140,850.00	142,500.75	144,185.12	145,903.81	147,657.51	149,446.95	153,342.87	155,206.01	157,107.13	159,047.02	161,026.49	163,046.33	1,819,319.99
MARGEN OPERATIVO US \$		22,650.00	20,999.25	19,314.88	17,596.19	15,842.49	14,053.05	79,157.13	77,293.99	75,392.87	73,452.98	71,473.51	69,453.67	556,680.01

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 25: Evaluación Financiera del plan de producción del método de minado propuesto (Cut and Fill) en la Veta Juanita

FLUJO DE CAJA PLAN DE PRODUCCIÓN

PROYECTADO 2019

MES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PRODUCCIÓN (Ton)		1,500.00											
INVERSIÓN US \$	200,000.00												
INGRESOS US \$		163,500.00	163,500.00	163,500.00	163,500.00	163,500.00	163,500.00	232,500.00	232,500.00	232,500.00	232,500.00	232,500.00	232,500.00
COSTOS US \$		140,850.00	142,500.75	144,185.12	145,903.81	147,657.51	149,446.95	153,342.87	155,206.01	157,107.13	159,047.02	161,026.49	163,046.33
FLUJO CAJA	-200,000.00	22,650.00	20,999.25	19,314.88	17,596.19	15,842.49	14,053.05	79,157.13	77,293.99	75,392.87	73,452.98	71,473.51	69,453.67

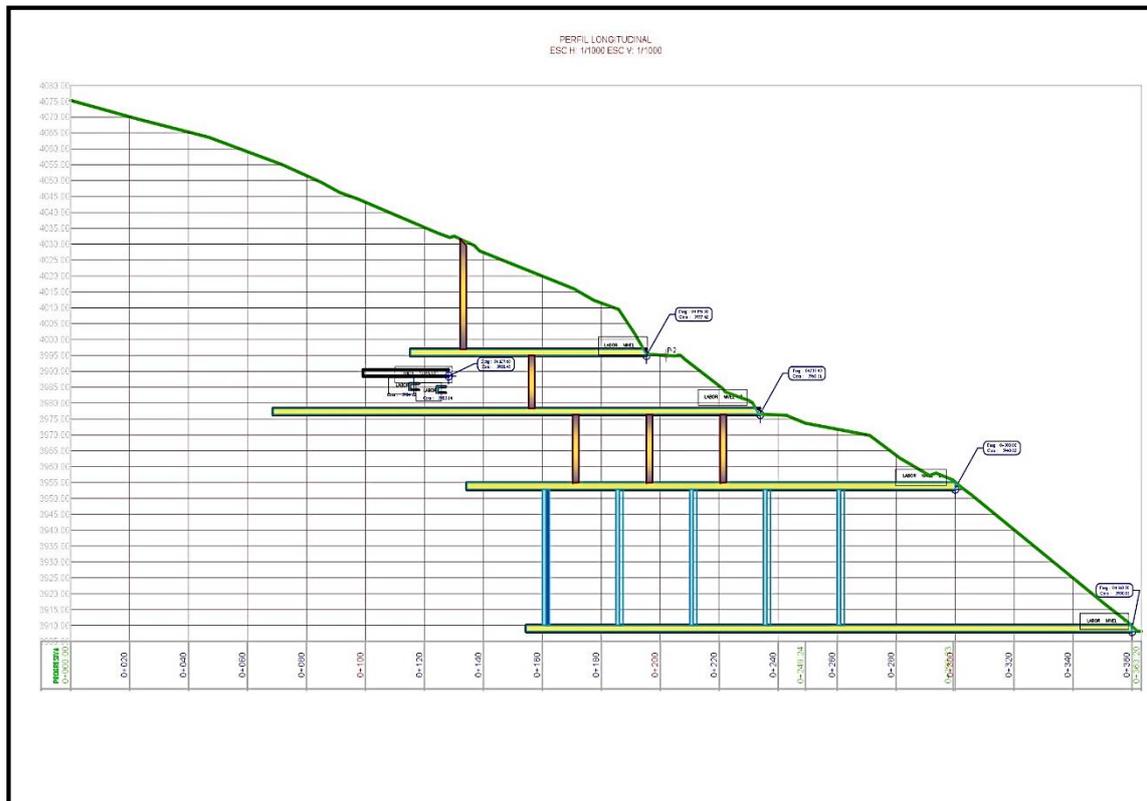
VAN	66,397.86
TIR	15%
Tasa Desc.	10%

Fuente: Elaboración propia.

2.5.4. DISEÑO MÉTODO DE EXPLOTACIÓN EN LA VETA JUANITA

El método de minado seleccionado es el de “Over Cut and Fill” mediante una explotación mixta “Semi- mecanizado” corresponde a los métodos artificialmente soportados y es un método con entrada de personal debido a que la explotación se realiza con exposición del personal dentro de los tajeos, por lo que en estas labores se requiere necesariamente realizar trabajos de sostenimiento en el techo y los hastiales de la galería de explotación según la calidad de roca. La extracción de mineral se realiza con equipo operado por personal que ingresa al tajeo hasta el frente de voladura.

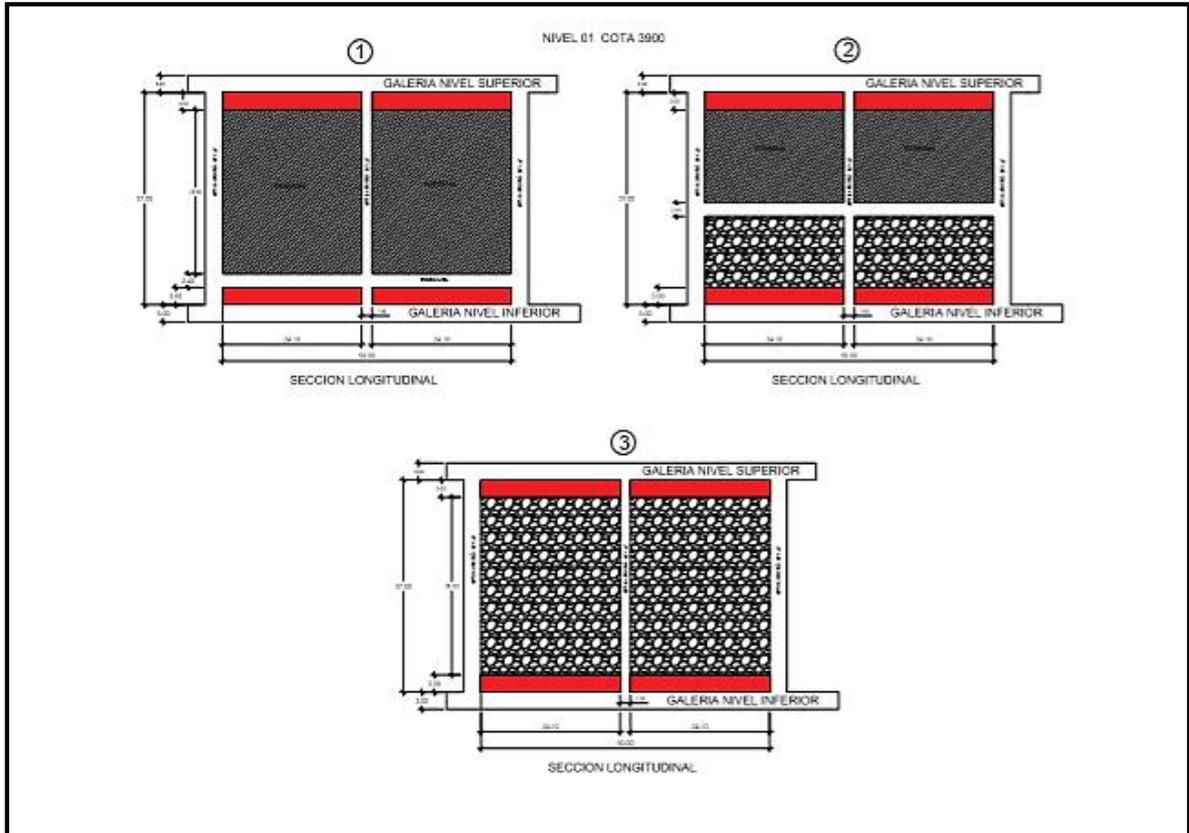
Figura N° 15: Diseño conceptual del método de minado “Over Cut and Fill”



Fuente: Elaboración propia.

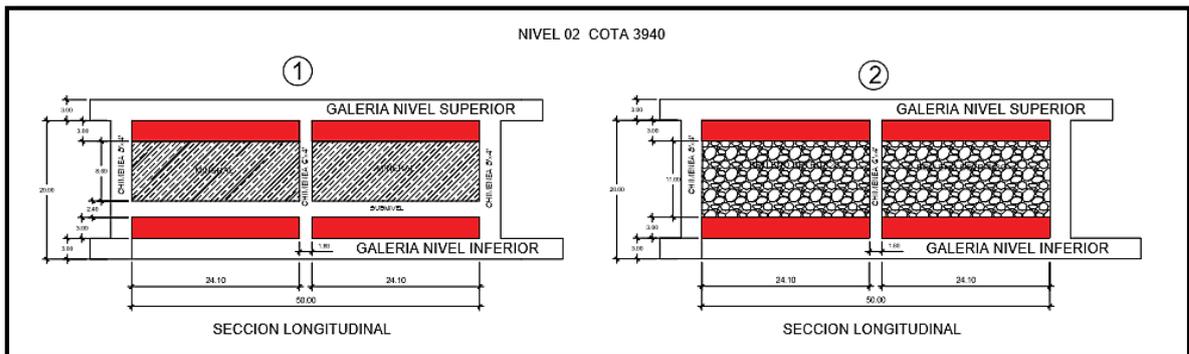
2.5.4.1. Método de Explotación Corte y Relleno Ascendente en Vetas.

Figura N° 16: Diseño del método de minado Over Cut and Fill



Fuente: Elaboración propia.

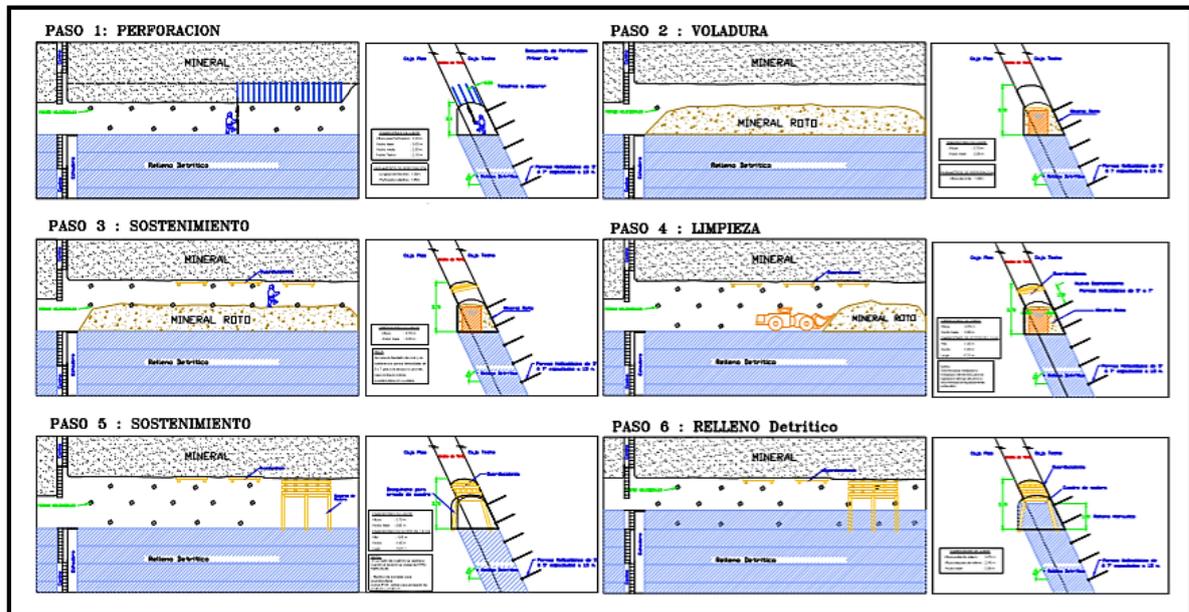
Figura N° 17: Diseño del método de minado Over Cut and Fill



Fuente: Elaboración propia.

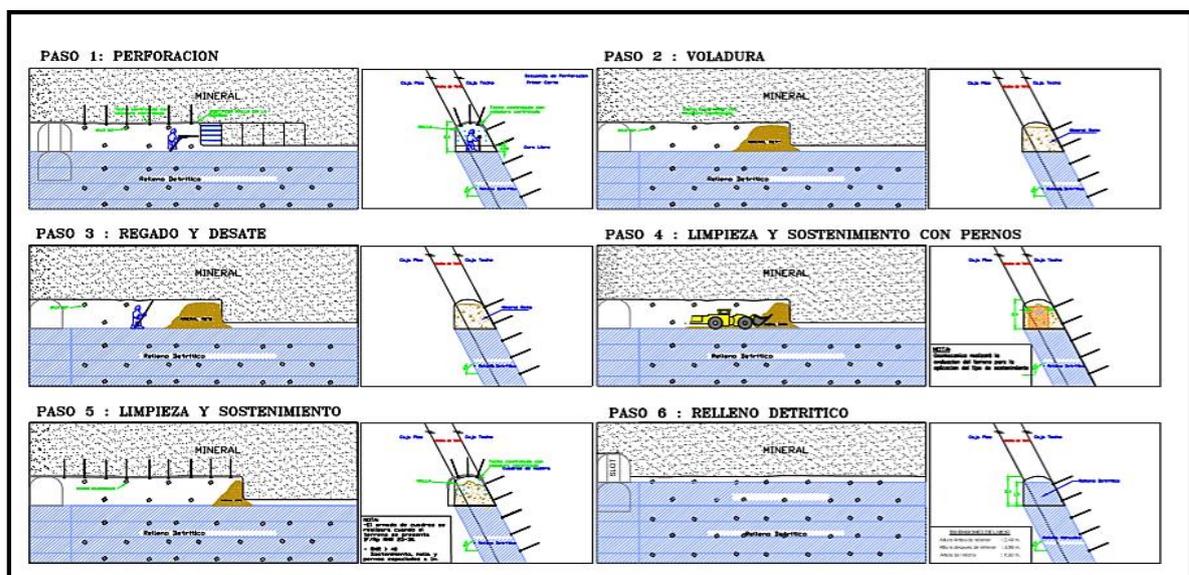
2.5.4.2. Ciclo de minado del Método de Explotación Corte y Relleno Ascendente en Veta.

Figura N° 18: Ciclo de minado de método “Over Cut and Fill” Perforación Vertical.



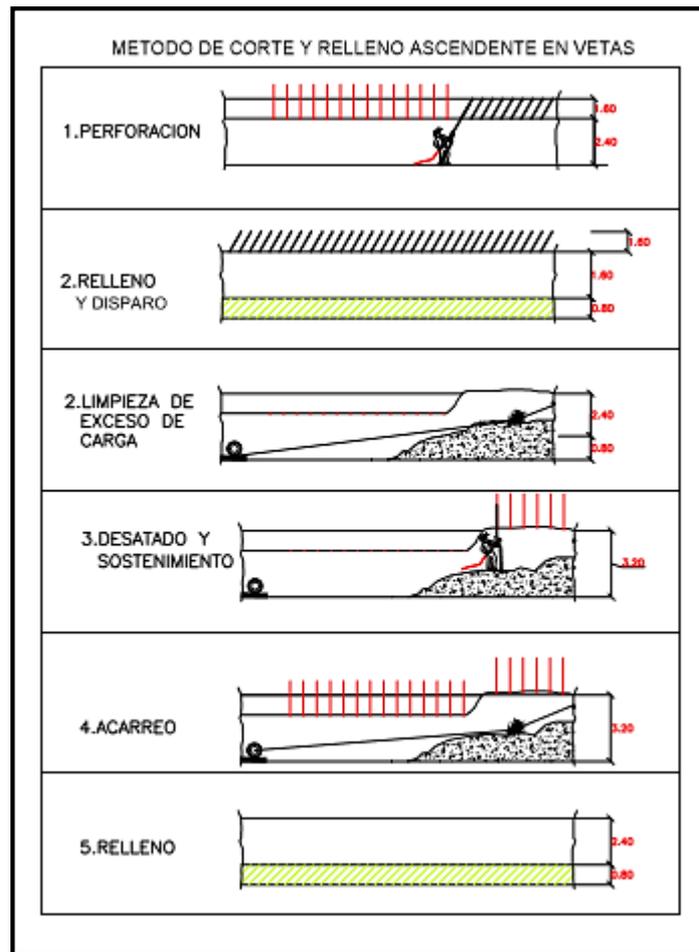
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 19: Ciclo de minado de método “Over Cut and Fill” Perforación horizontal.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 20: Ciclo de minado de método "Over Cut and Fill" Convencional.



Fuente: Elaboración propia.

2.5.4.3. Costo del método de minado “Over Cut and Fill”

TABLA N° 26: Precios unitarios Empresa Fénix

PRECIOS UNITARIOS VIGENTE 2019

DESCRIPCIÓN	SECCIÓN	UN	PRECIO 2019
LABORES LINEALES			
GALERÍA	3 x 3	\$/m	254.99
CRUCERO, SUBNIVEL	2,10 x 2,10	\$/m	219.69
CRUCERO, SUBNIVEL	1,50 x 1,80	\$/m	192.41
CHIMENEA	1,50 x 1,50	\$/m	196.57
CHIMENEA	3.00 x 1.50	\$/m	219.00
CRUCERO, SUBNIVEL	1,20 x 1,80	\$/m	154.85
CRUCERO, SUBNIVEL	1,20 x 1,50	\$/m	132.97
EXPLOTACIÓN			
ROTURA Y LIMPIEZA	EQUIP. LIMPIEZA RASTRILLO CÍA	\$/m3	23.20
ROTURA Y LIMPIEZA	EQUIP. LIMPIEZA RASTRILLO CTTA	\$/m3	26.04
ROTURA Y LIMPIEZA	EQUIP. LIMPIEZA SCOOP CTTA	\$/m3	29.47
ROTURA Y LIMPIEZA	EQUIP. LIMPIEZA SCOOP CÍA	\$/m3	18.94
ROTURA		\$/m3	16.83
LIMPIEZA	EQUIP. LIMPIEZA RASTRILLO CÍA	\$/m3	7.05
LIMPIEZA	EQUIP. LIMPIEZA RASTRILLO CTTA	\$/m3	8.30
LIMPIEZA	EQUIP. LIMPIEZA SCOOP CÍA	\$/m3	3.91
LIMPIEZA	EQUIP. LIMPIEZA SCOOP CTTA	\$/m3	7.13
JALE DE MINERAL	EQUIP. LIMPIEZA SCOOP CÍA	\$/m3	9.03
JALE DE MINERAL	EQUIP. LIMPIEZA SCOOP CTTA	\$/m3	13.67
JALE DE MINERAL	EQUIP. LIMPIEZA PALA CAVO CÍA	\$/m3	13.42
JALE DE MINERAL	LIMPIEZA SIN EQUIPO		21.01
DESQUINCHE Y LIMPIEZA		\$/m3	19.98
DESQUINCHE SIN LIMPIEZA		\$/m3	13.85
MADERA			
CUADRO COMPLETO	2,10 x 2,10	\$/PZ	85.58
CUADRO COJO	2,10 x 2,10	\$/PZ	51.48
CUADRO COMPLETO	1,50 x 1,80	\$/PZ	74.03
CUADRO COJO	1,50 x 1,80	\$/PZ	44.53
PUNTAL EN LINEA		\$/PZ	18.44
PUNTAL DE SEGURIDAD		\$/PZ	16.20
TOLVA COMPLETA		\$/PZ	235.19
ESCALERA		\$/PZ	4.46
CRIBING		\$/PZ	3.67
SOLERA		\$/PZ	9.26
RAJADO		\$/PZ	2.36
DESCANZO		\$/PZ	6.17
ENTABLADO		\$/PZ	5.89
TAREA ADMINISTRATIVA			
INTERIOR MINA		\$/TAR	40.21
SUPERFICIE		\$/TAR	37.55
PEON B SUPERFICIE		\$/TAR	30.62
TRANSPORTE MINERAL TRAMO 1 A SUP	Menor a 500 m.	\$/m3	2.65
TRANSPORTE MINERAL TRAMO 2 A SUP	Mayor a 500 m. - Menor a 1000 m.	\$/m3	4.64
TRANSPORTE MINERAL TRAMO 3 A SUP	Mayor a 1000 m. - Menor a 1500 m.	\$/m3	8.02

Fuente: Elaboración propia.

.TABLA N° 27: Pets del método de minado “Over Cut and Fill”

FENIX	EXPLOTACION POR CORTE Y RELLENO DETRITICO -ASCENDENTE		U.M. FENIX
	Área: MINA	Versión: 01	
	Código: PETS –ECRDA :001	Página: 1 de 1	

1. PERSONAL.

- 1.1. Maestro Perforista.
- 1.2. Ayudante Perforista.
- 1.3. Operador de scoop.

2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

- 2.1 EPPs Estándar de personal Mina.

3. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES.

- 3.1. Perforadora Jack Leg y accesorios
- 3.2. Sacabarreno
- 3.3. Cizalla
- 3.4. Cuchilla y punzón de Cobre, atacadores.
- 3.5. Pico, Lampa cucharilla.
- 3.6. Comba de 6, 25 Lbs
- 3.7. Mangueras de 1" Ø y 1/2" Ø. x 25 m.
- 3.8. Juego de Barretillas de 4', 6', 8' y 10'.
- 3.9. Arco de sierra
- 3.10. Flexómetro
- 3.11. Pintura.
- 3.12. Fosforo

4.1. PROCEDIMIENTO inspección y llenado del IPERC.

4.2. Aplicar el ABC del Minero CIEMSA.

- a) Verificar la ventilación antes de ingresar al tajeo.
- b) Regar, desatar el techo y hastiales en avanzada.
- c) Realizar orden y limpieza.

4.3. Geología contorneará la estructura mineralizada a lo largo del tajeo.

4.4. En el ciclo de Explotación por CORTE Y RELLENO DETRITICO- ASCENDENTE se seguirá la siguiente secuencia cumpliendo con sus respectivos ESTÁNDARES Y PETS.

1°	Altura máxima de perforación.	2,4 m.	Longitud del piso al techo: 2,4 m.
2°	Longitud máxima de perforación en corona	1,8 m.	En realce (en función de la caja y la cara libre)
3°	Relleno N° 1	0,8 m.	altura de carguío: 1,60 m.
4°	Voladura	1,6 m.	Perfilado de corona: 0,8 m.
5°	Sostenimiento		Sostenimiento: De acuerdo a la evaluación Geo mecánica.
6°	Limpieza del Mineral		En avanzada y en área sostenida.
7°	Relleno N° 2	1,6 m.	Altura de perforación: 2,40 m.

RESTRICCIONES

- 5.1. Falta de relleno.
- 5.2. Falta de energía y aire.
- 5.3. Falta de materiales.

PREPARADO POR	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Supervisor del Área.	SUPERINTENDENTE DE MINA	SUPERINTENDENTE DE SEGURIDAD Y M.A.	SUPERINTENDENTE GENERAL
Fecha de elaboración: 2019, Agosto 20			Fecha de aprobación:

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MÉTODO Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

Se desarrollará una investigación aplicada a un nivel explicativo, logrando la mejora de la productividad con la selección del método de minado a fin de optimizar la producción de la veta juanita unidad minera fénix – excavaciones de piques S.A.C. El método que se desarrolla es inductivo - deductivo, ya que se inicia de casos particulares a generales para luego interpretarlas. Siendo el resultado un método que mejore la productividad.

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 técnicos económicos y aplicar criterios para ver los resultados que se producen en producción. Las evaluaciones de los parámetros técnicos económicos servirán para llegar a determinar de qué manera mejorar la productividad en la explotación de la veta juanita.

b. Métodos específicos

A continuación, se detalla el procedimiento de recolección y procesamiento de datos, donde determinamos el control de los KPI, haciendo uso del método

general. Se realizará el análisis de los datos que se obtuvieron en la observación directa de las variables.

- **Recopilación de informes anteriores.**

Con la finalidad de poder entender el desarrollo de las actividades en la Unidad Minera, se recopilará toda la data de las áreas de geología, mina, planta, planeamiento y geomecánica. Se interpretará los resultados de los informes de los meses anteriores.

- **Trabajo de campo.**

Se realizará el trabajo de campo con las observaciones pertinentes de mapeo, monitoreo de convergencia/divergencia, análisis de tiempo y costeo de las labores de desarrollo y preparación en la selección el método minado en vetas

- **Trabajo de gabinete:**

Se realizará los estudios de diseño y desarrollo, operacionales, modelamientos, controles de mineralización y costos.

- **Resultados.**

Se realizará la evaluación de los resultados en términos de rentabilidad del proyecto de selección del método de minado a fin de optimizar la producción de la veta juanita unidad minera fénix – excavaciones de piques S.A.C.

3.1.2. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

a. Tipo de investigación

De acuerdo a 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 depende los resultados y conclusiones que se van a obtener. Se fundamenta en las ciencias básicas, como geología, diseño y desarrollo de labores subterráneas, operacionales, metalurgia, mecánica, economía y tecnología. La investigación como ciencia aplicada se interesa en los estudios geológicos, mineros, metalúrgicos, geomecánicos y económicos.

b. Nivel

El nivel de la investigación que se desarrollará es de tipo explicativo, porque se busca conocer un método que ayude a mejorar la productividad bajo criterios técnicos económicos. Los estudios explicativos buscan nuevas respuestas que ayuden a mejorar ciertas deficiencias. Esto se sustentará porque la hipótesis será sometida a pruebas. La principal utilidad del nivel o alcance explicativo es saber cuál es el método que ayude a mejorar la productividad.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación consistirá en realizar el control técnico económico en la selección del método de minado a fin de optimizar la producción de la veta Juanita unidad minera fénix – excavaciones de piques S.A.C. Se desarrollará en un periodo de 03 meses y luego se analizarán para la obtención de resultados.

3.2.1. TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de diseño no experimental de corte longitudinal (evolutivo). Se realizará durante el periodo de 03 meses, se hará un control y registro de las variables, durante el estudio se visualizarán cambios a través del tiempo. En la investigación no se manipularán o tratarán de alterar a las variables. Solo nos enfocamos en investigar y observar los parámetros técnicos económicos en la operación minera, luego analizamos su rentabilidad de la explotación de la veta Juanita.

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

02 (T1, T2, T3, T4)

GNO: 01 y 02

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. POBLACIÓN

La población pertenece a la Compañía Minera Fénix S.A.C., en la veta Juanita, se tienen labores de exploración, desarrollo, preparación y producción.

3.3.2. MUESTRA

Se realizó un muestreo no probabilístico, intencionado y por conveniencia

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS DEL TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

A continuación, se presentan los resultados de investigación, mostrando la selección del método de minado a fin de optimizar la producción de la veta Juanita de la unidad minera Fénix – excavaciones de piques S.A.C.

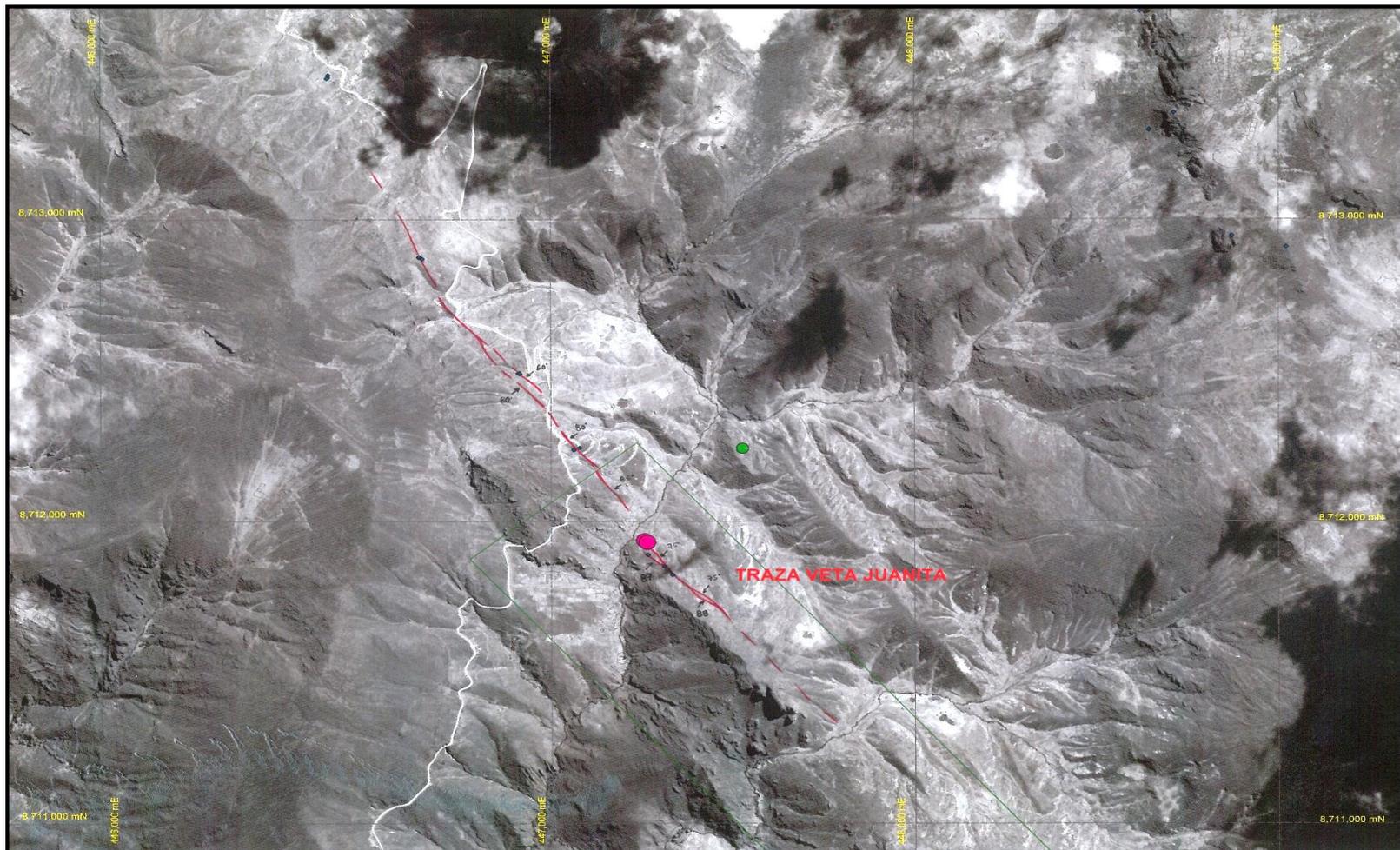
4.1.1. CONSIDERACIONES GEOLÓGICAS Y GEOMECÁNICAS

Los dominios geológicos asociados a la selección del método de minado en la veta Juanita de la unidad minera Fénix el cual está asociado a ambientes metamórficos como filitas, pizarras y esquistos de la cordillera oriental. En base a la información geológica y geomecánica se procede a elaborar un cálculo previo a la selección del método de minado el que servirá como base para el desarrollo de los cálculos finales para la selección final del método de minado.

- **Variables Geológicas - Geomecánicas**

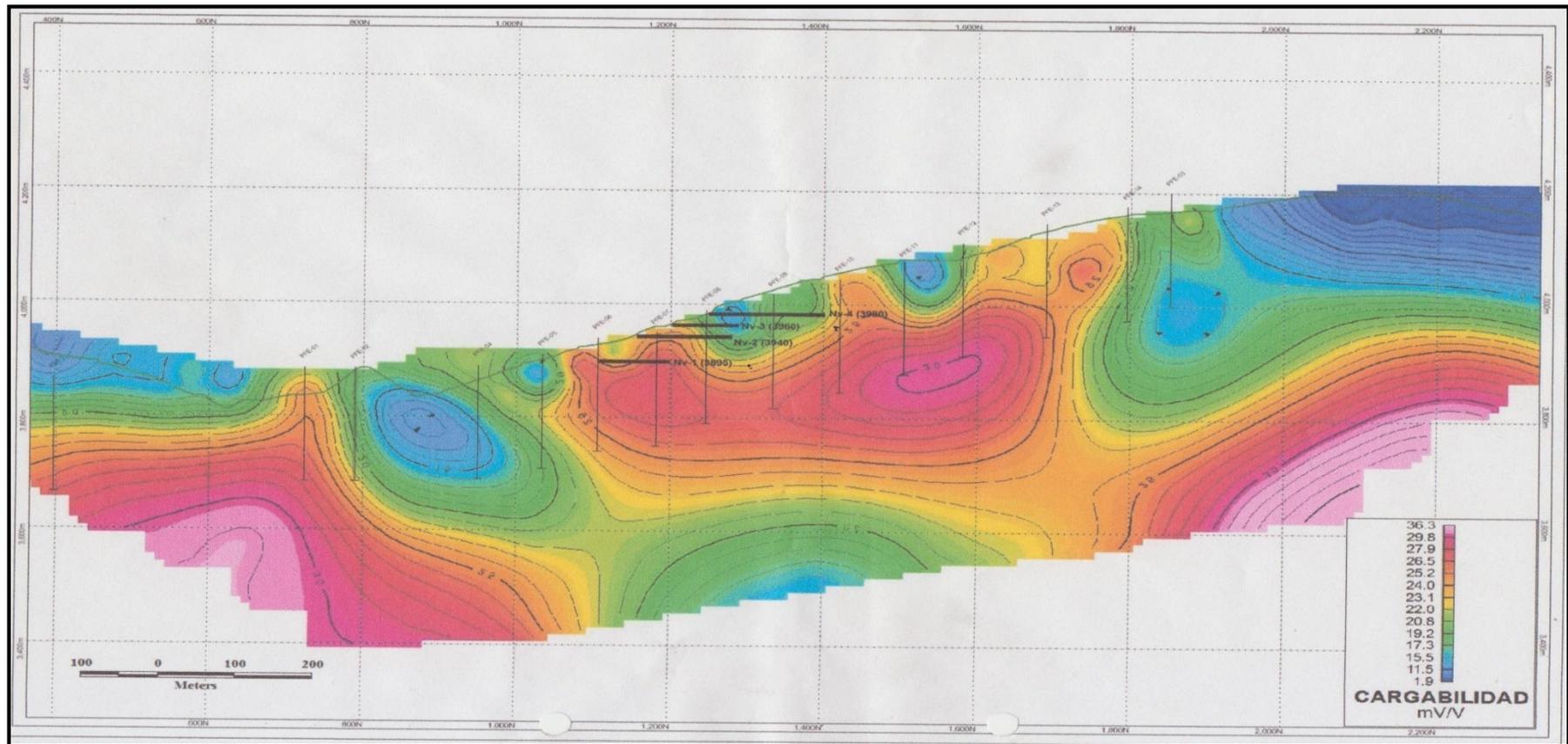
La estructura mineralizada Juanita representa parte de una estructura regional de más de 16 kilómetros en afloramientos esporádicos, corroborados con la geofísica regional realizada dentro y fuera del área de estudio. Esta estructura emplazada en un control estructural de rumbo andino NE, NW y NS con mineralización principal de cobre, los cuales han sido lixiviados en distintos sectores, como es el caso del sector de la veta Juanita y se sectoriza en zonas de óxidos, mixtos y primarios.

Figura N° 21 : Lineamiento regional de la veta Juanita que cruza la Unidad Minera Fénix.



Fuente: Departamento de Geología

Figura N° 22: Perfil longitudinal de cargabilidad de la veta Juanita de la Unidad Minera Fénix, asociada a las labores subterráneas.



Fuente: Departamento de geología anal de cargabilidad

- a. De acuerdo al lineamiento estructural asociado a la veta Juanita se puede inferir recursos minerales superiores a los expuestos en la presente tesis.
- b. Las condiciones de mineralización presentes a lo largo de la veta Juanita permiten inferir mediante la geofísica zonas con mineralización masiva e incrementar el potencial del lineamiento mineralizado en profundidad.
- c. Los diferentes dominios geológicos están asociados a las rocas metamórficas presentes (filitas, esquistos y pizarras) los que generan mayor inestabilidad del macizo rocoso y su implicancia en el diseño de labores subterráneas.
- d. El RMR de la estructura mineralizada es de 49 y el de las cajas varían de 39 a 45, lo que genera la inestabilidad en el área de operación, considerando sostenimientos adecuados para estas características de rocas de calidad regular a mala.
- e. Es por esta condición geológica y geomecánicas es el uso de métodos de minado con relleno detrítico.

4.1.2. CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

En base a la clasificación propuesta por Nicholas, se definió 3 métodos de minado: cut and fill, bench and fill y sublevel stoping. A partir de esta clasificación preliminar asociamos las variables operacionales y económicas de cada método de minado y definimos el método de minado que genere mejor margen operativo, discriminando las siguientes variables.

4.1.3. VARIABLES TÉCNICAS – ECONÓMICAS

Se realizó la evaluación económica de los métodos de minados propuestos por las variables geológicas y geomecánicas, y estos fueron a su vez analizados en base a una producción propuesta de 1500 toneladas por mes en un periodo proyectado de 1 año, se analizó en dos escenarios con leyes de cobre de 2.81 % para los primeros 6 meses y de 4% de cobre para los siguientes 6 meses. Los costos operacionales generados, en este periodo de tiempo se incrementó de acuerdo a un factor que fluctuó entre 2% y 3%. Es en base a estas variables técnicas económicas se definió el margen operativo de ambos periodos para los tres

métodos de minado seleccionados, definiendo el mejor margen operativo al método de minado Cut and Fill.

TABLA N° 28: Evaluación económica de los métodos de minados propuestos en la Veta Juanita, escenario 2.81% Cu.

SELECCIÓN DEL MÉTODO DE MINADO				
ITEM	Unid	Bench and Fill	Sub level Stoping	Cut and Fill
Producción	tpd	1,500	1,500	1,500
Ley Corte Eq_Cu % - CutOff Marginal	%	0.923	0.923	0.923
<u>Recursos Minerales Marginales</u>	t	290,200	290,200	290,200
Zn	%	0.00	0.00	0.00
Pb	%	0.00	0.00	0.00
Ag	Oz/t	0.00	0.00	0.00
Cu	%	2.36	2.36	2.36
CuEq	%	0.21	0.21	0.21
NSR	US\$/t	96	96	96
<u>Costo de Operación (OPEX)</u>				
Mina	US\$/t	72	72	53
Planta	US\$/t	36.28	36.28	36.28
Administración	US\$/t	1.35	1.35	1.35
Transporte	US\$/t	0.00	0.00	0.00
TOTAL	US\$/t	110	110	91
Ley Corte Eq_Cu %	%	2.69	2.68	2.22
<u>Tipos de Mineral</u>				
Clase de Recursos		Medido, Indicado	Medido, Indicado	Medido, Indicado
<u>Recursos</u>	t	130,200	130,200	130,200
Zn	%	0.00	0.00	0.00
Pb	%	0.00	0.00	0.00
Ag	Oz/t	0.00	0.00	0.00
Cu	%	2.81	2.81	2.81
Cu Eq % FCV	%	2.81	2.81	2.81
NSR	US\$/t	115	115	115
FCV				
Recuperación	%	85	75	90
Dil. FCV	%	10	13	5
<u>Reservas Minables (*)</u>				
	t	121,737	110,345	123,039
Zn	%	0.000	0.000	0.000
Pb	%	0.000	0.000	0.000
Ag	Oz/t	0.000	0.000	0.000
Cu	%	2.555	2.487	2.676
CuEq %	%	2.555	2.487	2.676
NSR	US\$/t	104	101	109
Costo Total	US\$/t	110	110	91
Margen	US\$/t	-5.5	-8.3	18.4
Utilidad Bruta	US\$ MM	-1	-1	2

TABLA N° 29: Evaluación económica de los métodos de minados propuestos en la Veta Juanita, escenario 4% Cu.

SELECCIÓN DEL MÉTODO DE MINADO

ITEM	Unid	Bench and Fill	Sub level Stoping	Cut and Fill
Producción	tpd	1,500	1,500	1,500
Ley Corte Eq_Cu % - CutOff Marginal	%	0.923	0.923	0.923
Recursos Minerales Marginales	t	290,200	290,200	290,200
Zn	%	0.00	0.00	0.00
Pb	%	0.00	0.00	0.00
Ag	Oz/t	0.00	0.00	0.00
Cu	%	2.36	2.36	2.36
CuEq	%	0.21	0.21	0.21
NSR	US\$/t	96	96	96
Costo de Operación (OPEX)				
Mina	US\$/t	72	72	53
Planta	US\$/t	36.28	36.28	36.28
Administración	US\$/t	1.35	1.35	1.35
Transporte	US\$/t	0.00	0.00	0.00
TOTAL	US\$/t	110	110	91
Ley Corte Eq_Cu %	%	2.69	2.68	2.22
Tipos de Mineral		Medido,	Medido,	Medido,
Clase de Recursos		Indicado	Indicado	Indicado
Recursos	t	130,200	130,200	130,200
Zn	%	0.00	0.00	0.00
Pb	%	0.00	0.00	0.00
Ag	Oz/t	0.00	0.00	0.00
Cu	%	4.00	4.00	4.00
Cu Eq % FCV	%	4.00	4.00	4.00
NSR	US\$/t	163	163	163
FCV				
Recuperación	%	85	75	90
Dil FCV	%	10	13	5
Reservas Minables (*)	t	121,737	110,345	123,039
Zn	%	0.000	0.000	0.000
Pb	%	0.000	0.000	0.000
Ag	Oz/t	0.000	0.000	0.000
Cu	%	3.636	3.540	3.810
CuEq %	%	3.636	3.540	3.810
NSR	US\$/t	148	144	155
Costo Total	US\$/t	110	110	91
Margen	US\$/t	38.6	34.6	64.6
Utilidad Bruta	US\$ MM	5	4	8

- a. El NSR mayor en el escenario de Cu equivalente de 2.81 y 4 % fue de 109 US \$/ton y de 155 US\$/ton respectivamente, en el método de minado Cut and Fill, comparado con los otros métodos de minado evaluados.

- b. Los costos de mina y administrativos, se incrementa en un rango de 2 y 3 % respectivamente en el periodo de evaluación del plan de minado de 12 meses.
- c. Los costos de planta se mantienen constantes durante el periodo de producción de 12 meses producto de los contratos futuros de producción y venta de concentrado con el trader asociado a la administración de la planta concentradora.
- d. El margen operativo bruto fue de US \$ 2 'M en el escenario de 2.81% Cu equivalente y de margen negativo en los otros dos métodos evaluados, con las reservas calculadas.
- e. Así mismo en el escenario de 4% Cu equivalente el margen operativo fue de 8, 4 y 5 US \$'M en los métodos de minado de Cut and Fill, Sublevel Stopping y Bench and Fill respectivamente con las reservas calculadas.
- f. Finalmente, de acuerdo a la evaluación técnica económica de los métodos de minado propuestos, se seleccionó el método de minado Cut and Fill.

4.1.4. CONSIDERACIONES DE PLANIFICACIÓN

Las consideraciones de planificación en base al método de minado seleccionado Cut and Fill, se evaluó en un periodo de 12 meses con una producción de 1,500 toneladas mensuales y con leyes de Cu equivalente de 2.68 y 3.81% durante los 6 primeros meses respectivamente. Se realizó la evaluación de los ingresos y costos operacionales asociados al método de minado seleccionado para definir el margen operativo.

TABLA N° 30: : Plan de producción programado, considerando los ingresos y costos del método de minado seleccionado Cut and Fill en la Veta Juanita.

PLAN PRODUCCIÓN 2019

INGRESOS - COSTOS

COSTO PROYECTADO 2019

Costo Total Unitario	US\$ / tn	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19	2019
Ton Producidas	tn	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	18,000.00
Mina **	US\$ / tn	53.00	54.06	55.14	56.24	57.37	58.52	59.69	60.88	62.10	63.34	64.61	65.90	59.24
Regalías (3%)	US\$ / tn	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	4.65	4.65	4.65	4.65	4.65	4.65	3.96
Planta	US\$ / tn	36.28	36.28	36.28	36.28	36.28	36.28	36.28	36.28	36.28	36.28	36.28	36.28	36.28
Administración**	US\$ / tn	1.35	1.39	1.43	1.48	1.52	1.57	1.61	1.66	1.71	1.76	1.81	1.87	1.60
Costo Total Unitario	US\$ / tn	93.90	95.00	96.12	97.27	98.44	99.63	102.23	103.47	104.74	106.03	107.35	108.70	101.07
COSTO TOTAL	US\$	140,850.00	142,500.75	144,185.12	145,903.81	147,657.51	149,446.95	153,342.87	155,206.01	157,107.13	159,047.02	161,026.49	163,046.33	1,819,319.99

INGRESOS PROYECTADO 2019

Ingreso Total Unitario	US\$ / tn	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19	2019
Ton Producidas	tn	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	18,000.00
Cu Eq (*)	%	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81	3.25
NSR	US \$/tn	109.00	109.00	109.00	109.00	109.00	109.00	155.00	155.00	155.00	155.00	155.00	155.00	132.00
INGRESO TOTAL	US \$	163,500.00	163,500.00	163,500.00	163,500.00	163,500.00	163,500.00	232,500.00	232,500.00	232,500.00	232,500.00	232,500.00	232,500.00	2,376,000.00

MARGEN OPERATIVO	US \$	22,650.00	20,999.25	19,314.88	17,596.19	15,842.49	14,053.05	79,157.13	77,293.99	75,392.87	73,452.98	71,473.51	69,453.67	556,680.01
-------------------------	--------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	-------------------

TABLA N° 31: Margen operativo del plan de producción programado, considerando los ingresos y costos del método de minado seleccionado Cut and Fill en la Veta Juanita.

MARGEN OPERATIVO 2019

	Unid.	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19	2019
Ton Producidas	tn	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	18,000.00
Cu Eq (*)	%	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81	3.25
NSR	US \$/tn	109.00	109.00	109.00	109.00	109.00	109.00	155.00	155.00	155.00	155.00	155.00	155.00	132.00
INGRESO TOTAL	US \$	163,500.00	163,500.00	163,500.00	163,500.00	163,500.00	163,500.00	232,500.00	232,500.00	232,500.00	232,500.00	232,500.00	232,500.00	2,376,000.00
COSTO TOTAL		140,850.00	142,500.75	144,185.12	145,903.81	147,657.51	149,446.95	153,342.87	155,206.01	157,107.13	159,047.02	161,026.49	163,046.33	1,819,319.99
MARGEN OPERATIVO	US \$	22,650.00	20,999.25	19,314.88	17,596.19	15,842.49	14,053.05	79,157.13	77,293.99	75,392.87	73,452.98	71,473.51	69,453.67	556,680.01

* Se programa que a partir del 6to mes se iniciará con leyes 2.68 a 3.81% de Cu

** A partir del 2do mes se incrementan los costos de mina y administración en 2 y 3%.

- a. Los ingresos han sido considerados con valores de NSR de 109 y 155 US \$/ton durante un periodo de 12 meses, generando ingresos totales de US \$ 2,376,000.00.
- b. Los costos unitarios totales se consideraron en 101.07 US \$/ton promedio, generando ingresos totales anual de US \$ 1,819,319.99 durante los 12 meses.
- c. El margen operativo bruto fue de US \$ 556,680.01 en el periodo evaluado.

4.1.5. CONSIDERACIONES FINANCIERAS

En base a los cálculos obtenidos en el plan de producción se generó la evaluación financiera del método de minado seleccionado, considerando un Capex de US \$ 200,000 y una tasa de descuento de 10%, generando un valor presente neto (NPV) y una tasa interna de retorno positivo.

TABLA N° 32: Determinación del VAN y TIR del plan de producción del método de minado seleccionado Cut and Fill en la Veta Juanita.

FLUJO DE CAJA PLAN DE PRODUCCIÓN													
PROYECTADO 2019													
MES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PRODUCCIÓN (Ton)		1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00
INVERSIÓN US \$	200,000.00												
INGRESOS US \$		163,500.00	163,500.00	163,500.00	163,500.00	163,500.00	163,500.00	232,500.00	232,500.00	232,500.00	232,500.00	232,500.00	232,500.00
COSTOS US \$		140,850.00	142,500.75	144,185.12	145,903.81	147,657.51	149,446.95	153,342.87	155,206.01	157,107.13	159,047.02	161,026.49	163,046.33
FLUJO CAJA	-200,000.00	22,650.00	20,999.25	19,314.88	17,596.19	15,842.49	14,053.05	79,157.13	77,293.99	75,392.87	73,452.98	71,473.51	69,453.67

VAN	66,397.86
TIR	15%
Tasa Desc.	10%

- a. El valor presente neto (NPV) determinado en el método de minado seleccionado Cut and Fill es de US \$ 66,397.86 y una tasa interna de retorno (TIR) de 15%, considerando la viabilidad del método de minado seleccionado.
- b. A partir del presente resultado, se generará programas de optimización y reducción de costos para maximizar el Valor Presente Neto (NPV).

CONCLUSIONES

1. La evaluación técnica económica se realizó para tres métodos de minado propuesto por Nicholas: Cut and Fill, Bench and Fill y Sublevel Stopping.
2. Las reservas minables calculadas para los tres métodos de minado propuestos de Bench and Fill, Sublevel Stopping y Cut and Fill fueron de 121,737.00, 110,347.00 y 123,039.00 toneladas en la veta Juanita.
3. Los NSR de los métodos de minado propuestos Bench and Fill, Sublevel Stopping y Cut and Fill fueron de 104, 101 y 109 US \$/ton.
4. Los costos unitarios de los métodos de minado propuestos Bench and Fill, Sublevel Stopping y Cut and Fill fueron de 110, 110 y 91 US\$/ton.
5. El método de minado elegido en la evaluación técnica económica en la veta Juanita fue el de Cut and Fill, consiguiendo una utilidad bruta de US \$ 2 Millones.
6. Las leyes de mineral mejorarán cuando se intercepte a la mineralización mixta de calcopirita y bornita, mejorando las leyes medias entre 3.5 a 4.5% y posteriormente pasar a una zona de sulfuros masivos.
7. El plan de producción proyectado en el método de minado seleccionado Cut and Fill durante 12 meses, generó ingresos en escenarios de ley de Cu equivalente de 2.68 y 3.81 % de 981,000 US \$ y 1,395000 US \$.
8. Los costos generados en ambos escenarios de Cu equivalente de 2.68 y 3.81 % fueron de 870,544.15 US\$ y 948,775.85US\$ respectivamente.
9. El flujo de caja del plan de producción proyectado generó un VAN de 66,397.86 US \$ y una TIR de 15% considerando una tasa de descuento de 10% y un CAPEX de 200,000 US \$.
10. La alternativa seleccionada permitirá el incremento de la productividad en el plan de producción de la veta Juanita en la Unidad Minera Fénix, controlando el incremento de los costos operacionales en labores de profundización subterránea, cumpliendo el plan de avance de labores de desarrollo y preparación.

RECOMENDACIONES

1. Controlar las variables de recuperación y dilución del método de minado seleccionado, mediante estudios de geomecánica de mayor detalle.
2. Según el punto anterior, si se determina un mayor detalle de las propiedades geomecánicas en labores de profundización subterránea, permitirá elegir el incremento de la producción seleccionado métodos de explotación semi masivas.
3. Generar programas de optimización y reducción de costos en base al incremento de la productividad en el rendimiento de los equipos mineros.
4. En este estudio se han definido los métodos de minado alternativos que podrían ser utilizados para la explotación subterránea de la veta Juanita de la Unidad Minera Fénix. Esta definición corresponde a un nivel de ingeniería conceptual y con un enfoque geomecánico. Será importante llevar a cabo el diseño del minado y una evaluación económica comparativa de cada uno de los métodos de minado definidos en este informe, y se elija así el método o los métodos más seguros y eficientes.
5. Es importante que para el planeamiento y diseño de cada uno de los métodos de minado subterráneo alternativos aquí definidos, se tome en cuenta los diferentes parámetros geomecánicos asociados al diseño del minado.
6. Será importante para los estudios futuros desarrollar información concerniente con la caracterización del sitio del proyecto. Como parte de la caracterización se deben consolidar los siguientes modelos: modelo litológico, modelo de alteraciones, modelo de la masa rocosa y el modelo hidrogeológico. También se deberá llevar a cabo mediciones de esfuerzos in-situ.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- INGEMMET (1989).** "Análisis del Estado Tecnológico de los Métodos de Explotación Subterránea Aplicados en las Minas del Perú". Lima, Perú.
- CARRASCO S,** Metodología de la investigación científica 2da edición 2009. Lima, Perú.
- RIVERO, Victor. 2008.** Evaluación geomecánica de estrategias de socavación en minería subterránea. Universidad de Chile. Santiago de Chile : s.n., 2008. pág. 127, tesis.
- COREMBERG, Ariel. 2004.** La medición de la productividad y los factores productivos. Escuela de Post Grado, Universidad Nacional de La Plata. La Plata : s.n., 2004. pág. 140, tesis.
- EVERETT, Adam y EBERT, Ronald. 1991.** Administración de la producción y las operaciones. Cuarta. Mexico : Prentice Hall, 1991.
- GANGA, Francisco, TORO, Ivan y SANHUELA, Horacio. 2010.** La tercerización de funciones en la división el teniente de Codelco - Chile. Universidad ICESI. Chile : s.n., 2010. pág. 26, Artículo Científico.
- ARELLANO, Jose. 2016.** Productividad en la minería chilena. Santiago de Chile : s.n., octubre de 2016, CEPLAN, pág. 11.
- CAVERS, D. S. 1981** *Simple methods to analyze buckling of rock slopes. rock mech. y rock eng* 14: 87 - 104
- BUSTILLOS, M Y LOPEZ J, C. 1999.** Manual de evaluación y diseño de explotaciones mineras
- Carras Pallete, C.** Geología de Minas. Ed. Omega. Madrid, España. 2 002.
- Del Río Thomas, F.** Comercialización de Minerales. Ed. Lirio. Lima, Perú. 2 005.
- Hartman and Other.** *Mining Handbook. SME Denver Colorado USA.* 2 004
- Hustruid, W. Kuchta, M.** *Open Pit Mine Planning and Design. A.D. Brakeman. Rotterdam. Brookfield. Netherlands.* 1 995.
- Hernández Sampieri, Robert y otros.** Metodología de la Investigación. Mc Graw Hill. Colombia. 2 006.
- Herrera, Aura.** Criterios de validez de instrumentos en la investigación científica. Ed. Nuevo Perú. Lima. 1998.

ANEXOS

ANEXO 1: TRADE OFF DE LA VETA JUANITA

 Universidad Continental	HOJA DE CALCULO	Anexo 1 Rev.: 0 Fecha: 08/02/2019
--	------------------------	---

TRADE OFF DEL MÉTODO DE MINADO (Cu 2.81%)

ITEM	Unid	Bench and Fill	Sub level Stopping	Cut and Fill
Producción	tpd	1,500	1,500	1,500
Ley Corte Eq_Cu % - CutOff Marginal	%	0.923	0.923	0.923
Recursos Minerales Marginales		290,200	290,200	290,200
Zn	%	0.00	0.00	0.00
Pb	%	0.00	0.00	0.00
Ag	Oz/t	0.00	0.00	0.00
Cu	%	2.36	2.36	2.36
CuEq	%	0.21	0.21	0.21
NSR	US\$/t	96	96	96
Costo de Operación (OPEX)				
Mina	US\$/t	72	72	53
Planta	US\$/t	36.28	36.28	36.28
Administración	US\$/t	1.35	1.35	1.35
Transporte	US\$/t	0.00	0.00	0.00
TOTAL	US\$/t	110	110	91
Ley Corte Eq_Cu %	%	2.69	2.68	2.22
Tipos de Mineral		Medido,	Medido,	Medido,
Clase de Recursos		Indicado	Indicado	Indicado
Recursos	t	130,200	130,200	130,200
Zn	%	0.00	0.00	0.00
Pb	%	0.00	0.00	0.00
Ag	Oz/t	0.00	0.00	0.00
Cu	%	2.81	2.81	2.81
Cu Eq % FCV	%	2.81	2.81	2.81
NSR	US\$/t	115	115	115
FCV				
Recuperación	%	85	75	90
Dil FCV	%	10	13	5
Reservas Minables (*)		121,737	110,345	123,039
Zn	%	0.000	0.000	0.000
Pb	%	0.000	0.000	0.000
Ag	Oz/t	0.000	0.000	0.000
Cu	%	2.555	2.487	2.676
CuEq %	%	2.555	2.487	2.676
NSR	US\$/t	104	101	109
Costo Total	US\$/t	110	110	91
Margen	US\$/t	-5.5	-8.3	18.4
Utilidad Bruta	US\$ MM	-1	-1	2
Diferencias				
Margen	US\$/t	-	3	-24
Utilidad Bruta	US\$ MM	-	0	-3

* Reservas preliminares, solo para la determinación del método de minado

ANEXO 2: REPORTE DE RECURSOS



Universidad
Continental

MEMORIA DE CALCULO

MEMORIA DE TESIS

SELECCIÓN DEL MÉTODO DE MINADO EN LA VETA JUANITA - UNIDAD MINERA FENIX
Excavaciones de Piques S.A.C.,

REPORTE DE RECURSOS

DISCIPLINA: MINAS

UNIVERSIDAD CONTINENTAL

Aprobado por:

Asesor : Ing. Javier Cordova
Organizado : Franklin Choccelahua Vargas
Desarrollado : Franklin Choccelahua Vargas

REV.	ELABORADO	REVISADO	EMITIDO PARA	FECHA	CHK'D
A	FCV	J. Cordova	Revisión interna	24/09/2019	√
B	FCV	J. Cordova	Revisión interna	29/09/2019	√
0	FCV	J. Cordova	Revisión interna	05/10/2019	√

comentarios:

Documento elaborado por Miguel Angel Huaynalaya Orejón
Universidad Continental, AV. San Carlos 1980, Huancayo

MC-010-2019-JCB



1.0 ALCANCE

Determinar los recursos totales para el Estudio de la Veta Juanita - Unidad Minera Fénix.

2.0 OBJETIVOS

El presente documento contiene como resultado reporte de recursos totales brindados por Unidad Minera Fénix, el cual servirá para realizar el reporte de reservas.

3.0 BASES DE CÁLCULO

Los cálculos están basados en la información proporcionada por Unidad Minera Fénix.

Archivo de base de datos: veta Juanita

4.0 PROCEDIMIENTO

Para calcular el reporte de recursos se realizaron los siguientes pasos:

- 1.- Ingreso de la información de la data superficial / subterráneo (formato xls).
- 2.- Codificación del modelo y cálculo del porcentaje topográfico debajo de la superficie.
- 3.- Los cálculos reportaron el total de los recursos dividido en categoría geológica (Medido, Indicado e Inferido).

5.0 CONSIDERACIONES

Para el Reporte de recursos se consideraron el porcentaje topografico por debajo de la superficie.

*Obs. 1: Para este cálculo no se consideró los recursos potenciales.

*Obs. 2: Dentro de los reportes se considera a la potencia de la veta Juanita (POT).

6.0 HERRAMIENTA COMPUTACIONAL

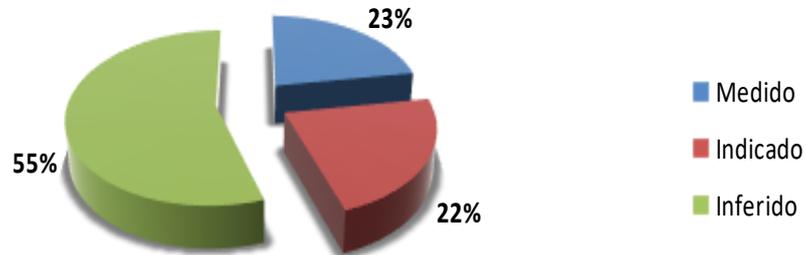
Las herramientas computacionales utilizadas son las hojas de cálculos Excel.

7.0 RESULTADOS

7.1 Reporte de Recursos Totales

Categoría Geológica	Tonelaje	Cu T (%)
Medido	65,100	2.81
Indicado	65,100	2.81
Inferido	160,000	2.00
Total	290,200	2.36

7.2 Distribución de Recursos



7.3 Reporte Recursos Medido e Indicado

Recursos	Tonelaje	Cu (%)
Med + Ind	130,200	2.81

8.0 CONCLUSIONES

- Los recursos geológicos totales (medido, indicado e inferido) obtenidos para el proyecto son: 15'650,700 tn.
- Los recursos medido e indicado representan el 77% de recursos total, (290,200.00 tn).
- Los recursos medido e indicado tienen leyes de: Cu 2.81%.
- Los resultados obtenidos servirán para compararlo con los resultados de la estimación de reservas de la Unidad Minera Fénix realizado.

9.0 ANEXOS

- 9.1 Anexo I. Hoja de Reporte de Recursos.

ANEXO 3: SELECCIÓN DEL MÉTODO DE MINADO

SELECCIÓN DE MÉTODO DE MINADO (NICHOLAS)

TABLA 2

GEOMETRÍA DEL YACIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE LEYES

			BORRAR
1. FORMA:			
Equidimensional o masivo:	M	Todas las dimensiones son similares en cualquier dirección.	<input type="checkbox"/>
Tabular:	T	Dos de las dimensiones son mucho mayores que la tercera.	<input type="checkbox"/>
Irregular:	I	Las dimensiones varían a distancia muy pequeñas.	<input checked="" type="checkbox"/>
2. POTENCIA DEL MINERAL:			
Muy Estrecho	ME	(< 3 m)	<input checked="" type="checkbox"/>
Estrecho	E	(3 – 10 m)	<input type="checkbox"/>
Intermedio	I	(10 – 30 m)	<input type="checkbox"/>
Potente	P	(30 -100 m)	<input type="checkbox"/>
Muy potente	MP	(> 100 m)	<input type="checkbox"/>
3. INCLINACIÓN:			
Echado/Tumbado	T	(< 20°)	<input type="checkbox"/>
Intermedio	IT	(20 – 55°)	<input type="checkbox"/>
Inclinado	IN	(> 55°)	<input checked="" type="checkbox"/>
4. DISTRIBUCIÓN DE LEYES			
Uniforme:	U	La ley media del yacimiento se mantiene prácticamente constantemente en cualquier punto de este.	<input type="checkbox"/>
Gradual o diseminado:	D	Las leyes tiene una distribución zonal, identificándose cambios graduales de unos puntos a otros.	<input checked="" type="checkbox"/>
Errático:	E	No existe una relación espacial entre las leyes, ya que éstas cambian radicalmente de unos puntos a otros en distancias muy pequeñas.	<input type="checkbox"/>
5. PROFUNDIDAD DESDE LA SUPERFICIE			
Superficial	S	(0 – 100m)	<input type="checkbox"/>
Intermedio	I	(100 – 600m)	<input checked="" type="checkbox"/>
Profundo	P	(> 600m)	<input type="checkbox"/>

TABLA 3

CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS

			ZONA MINERAL	CAJA TECHO	CAJA PISO
1.- RMR					
Muy Débil	MD	0 - 20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Débil	D	20 - 40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Moderado	M	40 - 60	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fuerte	F	60 – 80	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muy Fuerte	MF	80 – 100	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.- ESFUERZO DE SUBDUCCION DE LA ROCA (RSS) - ESFUERZO UNIAXIAL/ESFUERZO PRINCIPAL					
Muy Pobre	MP	(< 5)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pobre	P	(5 - 10)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Moderado	M	(10 - 15)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fuerte	F	(> 15)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ANEXO 4: BENCH MARKING DEL MÉTODO DE MINADO



MEMORIA DE CALCULO

MEMORIA DE TESIS

SELECCIÓN DEL MÉTODO DE MINADO EN LA VETA JUANITA - UNIDAD MINERA FENIX
Excavaciones de Piques S.A.C.,

BENCHMARKING DEL MÉTODO DE MINADO

DISCIPLINA: MINAS

UNIVERSIDAD CONTINENTAL

Aprobado por:

Asesor : Ing. Javier Cordova
Organizado : Franklin Choccelahua Vargas
Desarrollado : Franklin Choccelahua Vargas

REV.	ELABORADO	REVISADO	EMITIDO PARA	FECHA	CHK'D
A	FCV	J. Cordova	Revisión interna	24/09/2019	√
B	FCV	J. Cordova	Revisión interna	29/09/2019	√
0	FCV	J. Cordova	Revisión interna	08/10/2019	√
comentarios:					
Documento elaborado por Franklin Choccelahua Vargas Universidad Continental, AV. San Carlos 1980, Huancayo					



ALCANCE

El documento compila información con los indicadores claves en operaciones similares a la veta Juanita de la Unidad Minera Fénix.

OBJETIVOS

Determinar el costo operativo de minado y parámetros de diseño como dilución y recuperación para la veta Juanita de la Unidad Minera Fénix.

BASES DE CÁLCULO

Los cálculos están basados en la información recopilada de operaciones y proyectos similares:

BENCHMARKING

Consiste en comparar aquellos indicadores claves como producción(tpd), dilución recuperación, etc. que pertenezcan a operaciones de minado similares los cuales evidencien las mejores prácticas.

CFS Cut & Fill Stoping

BFS Bench and Fill Stoping (con relleno)

SSL Sublevel Stoping Longitudinal(con relleno)

4.1 Parametros de Diseño

Metodo	Mina	TPD	Elemento	Cut-Off	Dilución	Recuperación
Cut & Fill Stoping CFS	Catalina Huanca	1,322	Zn, Cu, Pb	3.69%	13%	90%
	Mina Chipmo	468.33	Ag, Au	0.48 oz/t	12.24%	95%
	Castrovirreyna	491.67	Pb, Ag, Au, Zn,	1.13%	16.72%	92%
	Morococha	481	Pb, Ag, Au, Zn,	3.62%	10%	79%
	Fénix	50	Cu, Ag	2.10%	5%	90%
Bench and Fill Stoping (con relleno) BFS	Pallancata	1815	Ag, Au	1.67%	18%	82%
	Raura	2,770	Zn, Pb, Cu, Ag	44.30 \$/t	10%	85%
Sub-level Stoping Longitudinal(con relleno) SSL	Cerro lindo	18,000	Pb, Zn, Cu	1.32%	15%	80%
	Morococha	481	Pb, Ag, Au, Zn,	3.62%	8%	79%
	Raura	2,770	Zn,Pb,Cu,Ag	44.30 \$/t	13%	75%

4.2 Costos

Metodo	Mina	TPD	Costo Mina	Costo Planta
Cut & Fill Stopping Stopping CFS	Catalina Huanca	2,150	35.0	11.0
	Mina Chipmo	468.3	33.07	-
	Minera Castrovirreyna	491.67	35.62	3.70
	Mina Morococha	481	37.25	3.50
	Fénix	1,000	49.65	36.28
Bench and Fill Stopping (con relleno) BFS	Pallancata	1,815	34.70	9.97
	Raura	2,770	36.50	5.40
Sub-level Stopping Longitudinal(con relleno) SSL	Cerro lindo	18,000	14.40	7.00
	Morococha	18,000	19.71	3.50
	Raura	2,770	36.50	5.40

5.0 HERRAMIENTA COMPUTACIONAL

Las herramientas computacionales utilizadas son las hojas de cálculos Excel.

6.0 RESULTADOS

Método	TPD	Cut - Off	Costo Mina	Dilución	Recuperación
CF	1,500	0.40%	53.0	5%	90%
BF	1,500	2.50%	72.0	10%	85%
SSL	1,500	7.90%	71.6	13%	75%

7.0 CONCLUSIONES

A. El costo de minado aproximado del metodo de minado cut and fill stoping es de 53 \$/ton, sacando costo de dilucion , recuperacion etc. B. El costo de minado aproximado del metodo de minado bench and fill stoping es de 72 \$/ton, sacando costo de dilucion, recuperacion, etc. C. El costo de minado aproximado del metodo de minado sublevel stoping longitudinal es de 71.6 \$/ton, sacando costo de dilucion, recuperacion, etc.

8.0 RECOMENDACIONES

A. para la siguiente etapa se debe afinar costo para cada uno con datos reales.

ANEXO 5: CUT OFF DEL MÉTODO DE MINADO



Universidad
Continental

MEMORIA DE CALCULO

MEMORIA DE TESIS

SELECCIÓN DEL MÉTODO DE MINADO EN LA VETA JUANITA - UNIDAD MINERA FENIX
Excavaciones de Piques S.A.C.

CÁLCULO DEL CUT OFF

DISCIPLINA: MINAS

UNIVERSIDAD CONTINENTAL

Aprobado por:

Asesor : Ing. Javier Cordova
Organizado : Franklin Choccelahua Vargas
Desarrollado : Franklin Choccelahua Vargas

REV.	ELABORADO	REVISADO	EMITIDO PARA	FECHA	CHK'D
A	FCV	J. Cordova	Revisión interna	24/09/2019	√
B	FCV	J. Cordova	Revisión interna	29/09/2019	√
0	FCV	J. Cordova	Revisión interna	08/10/2019	√

comentarios:

Documento elaborado por Franklin Choccelahua Vargas
Universidad Continental, AV. San Carlos 1980, Huancayo

 Universidad Continental	HOJA DE CALCULO	Anexo: F Rev: 0 Fecha: 8/10/2019
--	------------------------	--

1.0 ALCANCE

Determinar la ley de corte para el método de minado recomendado para la Veta Juanita - Unidad Minera Fénix

2.0 OBJETIVOS

Determinar el Cut-Off por cada método de minado propuesto el cual permita una explotación de 50 tpd para el método Cut & Fill, 50 tpd para Sub level Stopping y 50 tpd para Bench & Fill.

B&F: Bench and Fill Stopping

SLS Sublevel Stopping Longitudinal (con relleno)

C&F: Cut & Fill Stopping

3.0 BASES DE CÁLCULO

Los cálculos están basados en la siguiente información:

ANEXO C	Reporte de Recursos
ANEXO D	Cálculo del Dimensionamiento de Producción
ANEXO F	Benchmarking Método de Explotación
Precios de Metales	Investigado por FCV
Parámetros de Cálculo	Proporcionado por Unidad Minera Fénix

4.0 DESCRIPCIÓN

Para realizar el cálculo del Cut-Off se realizaron los siguientes pasos:

- 1.- Cuantificar el pago por cada elemento, luego se obtiene el pago total del concentrado.
- 2.- Calculo de las deducciones, maquila y penalidades .
- 3.- Calculo del valor por tonelada de mineral NSR
- 4.- Calculo de la Ley Equivalente de Zinc

5.0 PROCEDIMIENTO

Precios de Metales

Zn	US\$/t	2,210	US\$/lb	1.00
Pb	US\$/t	1,937	US\$/lb	0.88
Ag	US\$/Oz	14.20		

Costo Operativo

Descripción	Unid.	C&F	SLS	B&S
Planta	US\$/t	36.3	36.3	36.3
Administración	US\$/t	1.4	1.4	1.4
Transporte	US\$/t	0.0	0.0	0.0
Costo Mina	US\$/t	53	72	72
Costo Total	US\$/t	91	109	110

 Universidad Continental	HOJA DE CALCULO	Anexo: F Rev: 0 Fecha: 8/10/2019
--	------------------------	--

1.0 ALCANCE

Determinar la ley de corte para el método de minado recomendado para la Veta Juanita - Unidad Minera Fénix

2.0 OBJETIVOS

Determinar el Cut-Off por cada método de minado propuesto el cual permita una explotación de 50 tpd para el metodo Cut & Fill, 50 tpd para Sub level Stopping y 50 tpd para Bench & Fill.

B&F: Bench and Fill Stopping

SLS Sublevel Stopping Longitudinal (con relleno)

C&F: Cut & Fill Stopping

3.0 BASES DE CÁLCULO

Los cálculos están basados en la siguiente información:

ANEXO C	Reporte de Recursos
ANEXO D	Cálculo del Dimensionamiento de Producción
ANEXO F	Benchmarking Método de Explotación
Precios de Metales	Investigado por FCV
Parámetros de Cálculo	Proporcionado por Unidad Minera Fénix

4.0 DESCRIPCIÓN

Para realizar el cálculo del Cut-Off se realizaron los siguientes pasos:

- 1.- Cuantificar el pago por cada elemento, luego se obtiene el pago total del concentrado.
- 2.- Calculo de las deducciones, maquila y penalidades .
- 3.- Calculo del valor por tonelada de mineral NSR
- 4.- Calculo de la Ley Equivalente de Cobre

5.0 PROCEDIMIENTO

Precios de Metales

Zn	US\$/t	2,210	US\$/lb	1.00
Pb	US\$/t	1,937	US\$/lb	0.88
Ag	US\$/Oz	14.20		

Costo Operativo

Descripción	Unid.	C&F	SLS	B&S
Planta	US\$/t	36.3	36.3	36.3
Administración	US\$/t	1.4	1.4	1.4
Transporte	US\$/t	0.0	0.0	0.0
Costo Mina	US\$/t	53	72	72
Costo Total	US\$/t	91	109	110

6.0 HERRAMIENTA COMPUTACIONAL

Las herramientas computacionales utilizadas son las hojas de cálculos Excel.

7.0 RESULTADOS

Realizando el Cálculo de los factores del NSR y la ley equivalente se tienen las siguientes fórmulas (Ver anexo 9.1 donde se muestra el procedimiento de cálculo)

7.1.- NET SMELTER RETURN (NSR)

$$NSR = (Ley\ Cu * fe) + (Ley\ Pb * fe) + (Ley\ Ag * fe) + \dots$$

7.2.- LEY EQUIVALENTE

$$Cu\ Eq = Ley\ Cu + Ley\ Pb * \frac{(Precio\ Pb * Recuperación\ Pb)}{(Precio\ Cu * Recuperación\ Cu)} + Ley\ Ag * \frac{(Precio\ Ag * Recuperación\ Ag)}{(Precio\ Zn * Recuperación\ Zn)} + \dots$$

$$Cu\ Eq = (Ley\ Cu * 1.000) + (Ley\ Pb * 1.132) + (Ley\ Ag * 0.790) + (Ley\ Cu * 0.088)$$

7.3.- RESUMEN

Método de Minado	Cut - Off CuEq %	NSR US\$/t
Bench and Fill Stopping	2.69	115
Sublevel Stopping Longitudinal	2.68	115
Cut & Fill Stopping	2.22	115

8.0 CONCLUSIONES

Tomando en consideración los costos de minado escalados a un ritmo de producción de 1500 tpd para el método Cut & Fill, 1500tpd para Sub level Stopping y 1500 tpd para Bench & Fill se obtuvo los Cut-Off equivalentes en cobre por método de minado obteniendo que el menor cut-off es para el Cut and fill (2.22% CuEq).

9.0 ANEXOS

9.1 Anexo I. Hoja de Cálculo detallada: **PARÁMETROS DE CÁLCULO DEL CUT-OFF Y EL NSR.**

9.2 Anexo II. Hoja de Cálculo detallada: **CÁLCULO DEL CUT-OFF INICIAL Y EL NSR.**

9.3 Anexo III. Hoja de Cálculo detallada: **CÁLCULO DEL CUT-OFF Y EL NSR - BENCH AND FILL**

9.4 Anexo IV. Hoja de Cálculo detallada: **CÁLCULO DEL CUT-OFF Y EL NSR - SUB LEVEL STOPING**

9.5 Anexo V. Hoja de Cálculo detallada: **CÁLCULO DEL CUT-OFF Y EL NSR - CUT & FILL**

 Universidad Continental	HOJA DE CALCULO	Anexo: F Rev: 0 Fecha: 8/10/2019
--	------------------------	--

ANEXO I: PARÁMETROS DE CÁLCULO DEL CUT-OFF Y EL NSR

PARÁMETROS DE CÁLCULO

I. TIEMPOS DE TRABAJO

Onz, Tn, %

OPERACIÓN

Días trabajados	d/año	360
	d/mes	30
Guardias por día	guardia/d	2
Duración de guardia	h/guardia	12
Tiempo de operación bruto	h/año	8,640

PRODUCCIÓN CUT AND FILL STOPING

Diaría	ton	1,500
Mes	ton	45,000
Año	ton	540,000

PRODUCCIÓN SUB LEVEL STOPING LONGITUDINAL (CON RELLENO)

Diaría	ton	1,500
Mes	ton	45,000
Año	ton	540,000

PRODUCCIÓN BENCH AND FILL STOPING

Diaría	ton	1,500
Mes	ton	45,000
Año	ton	540,000

II. PARÁMETROS DE DISEÑO

DILUCIÓN

Cut and Fill	%	5
Sub Level Stoping Longitudinal (con relleno)	%	13
Bench and Fill Stoping	%	10

RECUPERACIÓN

Cut and Fill	%	90
Sub Level Stoping Longitudinal (con relleno)	%	75
Bench and Fill Stoping	%	90

III. PARÁMETROS ECONÓMICOS - FINANCIEROS

Planta	US\$/t	36.28
Administración	US\$/t	1.35
Transporte	US\$/t	0.00
Sub Total	US\$/t	38

Costo mina por metodo

Cut and Fill	US\$/t	53
Sub Level Stoping Longitudinal (con relleno)	US\$/t	72
Bench and Fill Stoping	US\$/t	72
Costo Total Por Método		
Cut and Fill	US\$/t	91
Sub Level Stoping Longitudinal (con relleno)	US\$/t	109
Bench and Fill Stoping	US\$/t	110

PRECIO DE METALES

Precios

Zn	US\$/t	2,210
Pb	US\$/t	1,937
Ag	US\$/Oz	14.20
Cu	US\$/t	6,000
Humedad concentrado	%	0

- CONCENTRADO DE PLOMO

Recuperación	Pb	%	86.89
	Ag	%	8.35
Ley en el concentrado Plomo	Pb	%	62.30
	Ag	Onz/t	73.74

DEDUCCIONES

Ley neta Pb	%	59.19
Deducción 1	%	95
Deducción 2	%	-3
Ley neta de Ag	%	68.58
Deducción 1	%	93
Deducción 2	%	-1.5
Refineria		
Ag	US\$/Oz	-1.7

Maquila sin escalador	US\$/t	
CIP,CIF/FOB	US\$/t	288
Precio base	US\$	1,937
Escalador	US\$/t	2.0
Maquila con escalador	US\$/t	
CIP,CIF/FOB	US\$/t	290

IV. PARÁMETROS DE CONCENTRADO

- CONCENTRADO DE ZINC

Recuperación	Zn	%	89.00
	Ag	%	8.37
Ley en el concentrado Zinc	Zn	%	54
	Ag	Onz/t	2.71

DEDUCCIONES

Ley neta Zn		%	46.17
Deducción 1		%	85
Deducción 2		%	-8

Maquila sin escalador		US\$/t	
CIP,CIF/FOB		US\$/t	270
Precio base		US\$	2,210
Escalador		US\$/t	10.1
Maquila con escalador			
CIP,CIF/FOB		US\$/t	280

- CONCENTRADO DE COBRE

Recuperación	Cu	%	90.00
	Mo	%	
	Ag	oz	0.00
Ley en el concentrado Cobre	Cu	%	28
	Mo	%	
	Ag	Onz/t	0.00
	As	ppm	

DEDUCCIONES

Ley neta Cu		%	27.44
Deducción 1		%	96.5
Deducción 2		%	1

Ley neta Mo		%	0.00
Deducción 1		%	

Ley neta Ag		Onz/t	0.00
Deducción 1		%	93

REFINERIA

Cu		US\$/t	243
Mo		US\$/t	0
Costo de tratamiento		US\$/t	36.28

Maquila con escalador CIP,CIF/FOB	US\$/t	279
- TRANSPORTE CONCENTRADO		
Concentrado de Plomo		
Maritimo	US\$/tmh	44.5
Transporte Pb Con	US\$/tms	44.5
Concentrado de Zn		
Marítimo	US\$/tmh	43.05
Tren	US\$/tmh	0
Transporte Zn Con	US\$/tms	43.05
Merma	%	0.3
Concentrado de Cobre		
Marítimo	US\$/tmh	80
Tren	US\$/tmh	0
Transporte Cu Con	US\$/tms	80
PERDIDAS Y PENALIDADES		
Merma	%	0.2
Penalidades	As	
0.2 < As <= 0.5	US\$/tm	2.5
0.5 < As <= 1.0	US\$/tm	7.5
1.0 < As	US\$/tm	11.0

ANEXO II: CÁLCULO DEL CUT-OFF INICIAL Y EL NSR

C&F

1.- RECURSOS

1.1.- VETA JUANITA - UNIDAD MINERA FENIX

Ley de Modelo	Elemento	t	130,200
	Zn	%	0
	Pb	%	0
	Ag	Onz/t	0
	Cu	%	2.81

2.- PRODUCCIÓN DE CONCENTRADOS

2.1.- CONCENTRADO DE PLOMO

Ley Pagable	Elemento	tmh	0
	Pb	%	59.19
	Ag	Onz/t	68.58

2.2.- CONCENTRADO DE ZINC

Ley Pagable	Elemento	tmh	0
	Zn	%	46.17
	Ag	Onz/t	2.71

2.3.- CONCENTRADO DE COBRE

Ley Pagable	Elemento	tmh	11,578
	Cu	%	27.44
	Pb	%	0.00
	Au	gr/t	0.00
	Ag	Onz/t	0.00

3.- VALOR DE CONCENTRADOS

3.1.- CONCENTRADO PLOMO

	tmns	0
Pagos por elemento	US\$/t conc	2,004
Pb	US\$/t conc	1,146
Ag	US\$/t conc	857
Deducciones	US\$/t conc	288
Maquila	US\$/t conc	288
Penalidades	US\$/t conc	0.00
Otros	US\$/t conc	-
Transporte	US\$/t conc	45
	US\$/t conc	45
Valor total del concentrado	US\$/t conc	1,671
Venta Conc Plomo	US\$	0

3.2.- CONCENTRADO ZINC	tmns	0
Pagos por elemento	US\$/t conc	1,059
Zn	US\$/t conc	1,020
Ag	US\$/t conc	38
Deducciones	US\$/t conc	270
Maquila	US\$/t conc	270
Penalidades	US\$/t conc	0.00
Otros	US\$/t conc	-
Transporte	US\$/t conc	43
	US\$/t conc	43
Valor total del concentrado	US\$/t conc	746
Venta Conc Zinc	US\$	0
3.3.- CONCENTRADO COBRE	tmns	11,555
Pagos por elemento	US\$/t conc	1,647
Cu	US\$/t conc	1,647
Mo	US\$/t conc	
Ag	US\$/t conc	0
Deducciones	US\$/t conc	279
Maquila	US\$/t conc	279
Penalidades	US\$/t conc	0.00
Otros	US\$/t conc	-
Transporte	US\$/t conc	80
	US\$/t conc	80
Valor total del concentrado	US\$/t conc	1,288
Venta Conc Cobre	US\$	14,910,434
4.- NET SMELTER RETURN (NSR)		
Valor total del concentrado	US\$/t conc	1,288
Ventas Total	US\$	14,910,434
Net Smelter Return (NSR)	US\$/t	115

5.- CALCULO DEL VALOR PUNTO

5.1.- INGRESO POR TIPO DE CONCENTRADO

Conc-Plomo	Ingresos	Aporte	Ingreso Total US\$
Plomo	1,146	57%	0
Plata	857	43%	0
Sub Total	2,004	1,671	0

Conc-Zinc	Ingresos	Aporte	Ingreso Total US\$
Zinc	1,020	96%	0
Plata	38	4%	0
Sub Total	1,059	746	0

Conc-Cobre	Ingresos	Aporte	Ingreso Total US\$
Cobre	1,647	100%	14,910,434
Plata	0	0%	0
Sub Total	1,647	1,288	14,910,434

5.2.- INGRESO POR ELEMENTO

Elemento	Ingreso Total US\$
Zinc	0
Plomo	0
Plata	0
Cobre	14,910,434
Total	14,910,434

5.2.- CÁLCULO VALOR PUNTO

Elemento	US\$/t	Ley Cabeza	Punto Mineral
Zinc	0.00	0.00 %	0.000 1 Zn_%
Plomo	0.00	0.00 %	0.000 1 Pb_%
Plata	0.00	0.00 Oz/t	0.000 1_Ag_Oz
Cobre	114.52	2.81 %	40.754 1 Cu_%
Total	114.52		40.75

6.- CÁLCULO DE LA LEY EQUIVALENTE

Elemento	Factor Ley Eq	Ley Eq Zn
Zinc	0	0 %
Plomo	0.000	0.00 %
Plata	0.000	0.00 Oz/t
Cobre	1.000	2.81 %
Total		2.81
	Ley equivalente	2.81

7.- RESULTADOS

7.1.- NET SMELTER RETURN (NSR)

115

1.-
$$NSR = (Ley\ Cu * fe) + (Ley\ Pb * fe) + (Ley\ Ag * fe)$$

7.2.- LEY EQUIVALENTE

2.81

1.-
$$Cu\ Eq = Ley\ Cu + Ley\ Pb * \frac{(Precio\ Pb * Recuperación\ Pb)}{(Precio\ Cu * Recuperación\ Cu)} + Ley\ Ag * \frac{(Precio\ Ag * Recuperación\ Ag)}{(Precio\ Cu * Recuperación\ Cu)} + \dots$$

2.-
$$Cu\ Eq = (Ley\ Cu * 1) + (Ley\ Pb * fe) + (Ley\ Ag * fe)$$

CUT-OFF INICIAL

CuEq	%	2.22
Cu	%	0.923

$$Cut\ Off\ Cu = (Costo\ Total\ Mét.\ Minado * Ley\ Equiv.) / NSR$$

OBS:

El cálculo del Cut-Off Inicial solo considera los costo de planta , administrativos y transporte sin considerar aún los costo operativo de Mina

 Universidad Continental	HOJA DE CALCULO	Anexo: F Rev: 0 Fecha: 8/10/2019
--	------------------------	--

ANEXO II: CÁLCULO DEL CUT-OFF INICIAL Y EL NSR

SLS

1.- RECURSOS

1.1.- VETA JUANITA - UNIDAD MINERA FENIX

Ley de Modelo	Elemento	t	130,200
	Zn	%	0
	Pb	%	0
	Ag	Onz/t	0
	Cu	%	2.81

2.- PRODUCCIÓN DE CONCENTRADOS

2.1.- CONCENTRADO DE PLOMO

Ley Pagable	Elemento	tmh	0
	Pb	%	59.19
	Ag	Onz/t	68.58

2.2.- CONCENTRADO DE ZINC

Ley Pagable	Elemento	tmh	0
	Zn	%	46.17
	Ag	Onz/t	2.71

2.3.- CONCENTRADO DE COBRE

Ley Pagable	Elemento	tmh	11,578
	Cu	%	27.44
	Pb	%	0.00
	Au	gr/t	0.00
	Ag	Onz/t	0.00

3.- VALOR DE CONCENTRADOS

3.1.- CONCENTRADO PLOMO

		tmns	0
Pagos por elemento		US\$/t conc	2,004
	Pb	US\$/t conc	1,146
	Ag	US\$/t conc	857
Deducciones		US\$/t conc	288
	Maquila	US\$/t conc	288
	Penalidades	US\$/t conc	0.00
	Otros	US\$/t conc	-
Transporte		US\$/t conc	45
		US\$/t conc	45
Valor total del concentrado		US\$/t conc	1,671
Venta Conc Plomo		US\$	0

3.2.- CONCENTRADO ZINC	tmns	0
Pagos por elemento	US\$/t conc	1,059
Zn	US\$/t conc	1,020
Ag	US\$/t conc	38
Deducciones	US\$/t conc	270
Maquila	US\$/t conc	270
Penalidades	US\$/t conc	0.00
Otros	US\$/t conc	-
Transporte	US\$/t conc	43
	US\$/t conc	43
Valor total del concentrado	US\$/t conc	746
Venta Conc Zinc	US\$	0
3.3.- CONCENTRADO COBRE	tmns	11,555
Pagos por elemento	US\$/t conc	1,647
Cu	US\$/t conc	1,647
Mo	US\$/t conc	
Ag	US\$/t conc	0
Deducciones	US\$/t conc	279
Maquila	US\$/t conc	279
Penalidades	US\$/t conc	0.00
Otros	US\$/t conc	-
Transporte	US\$/t conc	80
	US\$/t conc	80
Valor total del concentrado	US\$/t conc	1,288
Venta Conc Cobre	US\$	14,910,434
.- NET SMELTER RETURN (NSR)		
Valor total del concentrado	US\$/t conc	1,288
Ventas Total	US\$	14,910,434
Net Smelter Return (NSR)	US\$/t	115

5.- CALCULO DEL VALOR PUNTO

5.1.- INGRESO POR TIPO DE CONCENTRADO

Conc-Plomo	Ingresos	Aporte	Ingreso Total US\$
Plomo	1,146	57%	0
Plata	857	43%	0
Sub Total	2,004	1,671	0

Conc-Zinc	Ingresos	Aporte	Ingreso Total US\$
Zinc	1,020	96%	0
Plata	38	4%	0
Sub Total	1,059	746	0

Conc-Cobre	Ingresos	Aporte	Ingreso Total US\$
Cobre	1,647	100%	14,910,434
Plata	0	0%	0
Sub Total	1,647	1,288	14,910,434

5.2.- INGRESO POR ELEMENTO

Elemento	Ingreso Total US\$
Zinc	0
Plomo	0
Plata	0
Cobre	14,910,434
Total	14,910,434

5.2.- CÁLCULO VALOR PUNTO

Elemento	US\$/t	Ley Cabeza	Punto Mineral
Zinc	0.00	0.00 %	0.000 1 Zn_%
Plomo	0.00	0.00 %	0.000 1 Pb_%
Plata	0.00	0.00 Oz/t	0.000 1_Ag_Oz
Cobre	114.52	2.81 %	40.754 1 Cu_%
Total	114.52		40.75

6.- CÁLCULO DE LA LEY EQUIVALENTE

Elemento	Factor Ley Eq	Ley Eq Zn
Zinc	0	0 %
Plomo	0.000	0.00 %
Plata	0.000	0.00 Oz/t
Cobre	1.000	2.81 %
Total		2.81
		Ley equivalente 2.81

7.- RESULTADOS

7.1.- NET SMELTER RETURN (NSR)

115

1.-
$$NSR = (Ley\ Cu * fe) + (Ley\ Pb * fe) + (Ley\ Ag * fe)$$

7.2.- LEY EQUIVALENTE

2.81

1.-
$$Cu\ Eq = Ley\ Cu + Ley\ Pb * \frac{(Precio\ Pb * Recuperación\ Pb)}{(Precio\ Cu * Recuperación\ Cu)} + Ley\ Ag * \frac{(Precio\ Ag * Recuperación\ Ag)}{(Precio\ Cu * Recuperación\ Cu)} + \dots$$

2.-
$$Cu\ Eq = (Ley\ Zn * fe) + (Ley\ Pb * fe) + (Ley\ Ag * fe)$$

CUT-OFF INICIAL

CuEq	%	2.68
Cu	%	0.923

OBS:

El cálculo del Cut-Off Inicial solo considera los costo de planta , administrativos y transporte sin considerar aún los costo operativo de Mina

 Universidad Continental	HOJA DE CALCULO	Anexo: F Rev: 0 Fecha: 8/10/2019
--	------------------------	--

ANEXO II: CÁLCULO DEL CUT-OFF INICIAL Y EL NSR

B&F

1.- RECURSOS

1.1.- VETA JUANITA - UNIDAD MINERA FENIX

Ley de Modelo	Elemento	t	130,200
	Zn	%	0
	Pb	%	0
	Ag	Onz/t	0
	Cu	%	2.81

2.- PRODUCCIÓN DE CONCENTRADOS

2.1.- CONCENTRADO DE PLOMO

Ley Pagable	Elemento	tmh	0
	Pb	%	59.19
	Ag	Onz/t	68.58

2.2.- CONCENTRADO DE ZINC

Ley Pagable	Elemento	tmh	0
	Zn	%	46.17
	Ag	Onz/t	2.71

2.3.- CONCENTRADO DE COBRE

Ley Pagable	Elemento	tmh	11,578
	Cu	%	27.44
	Pb	%	0.00
	Au	gr/t	0.00
	Ag	Onz/t	0.00

3.- VALOR DE CONCENTRADOS

3.1.- CONCENTRADO PLOMO

		tmns	0
Pagos por elemento		US\$/t conc	2,004
	Pb	US\$/t conc	1,146
	Ag	US\$/t conc	857
Deducciones		US\$/t conc	288
	Maquila	US\$/t conc	288
	Penalidades	US\$/t conc	0.00
	Otros	US\$/t conc	-
Transporte		US\$/t conc	45
		US\$/t conc	45
Valor total del concentrado		US\$/t conc	1,671
Venta Conc Plomo		US\$	0

3.2.- CONCENTRADO ZINC	tmns	0
Pagos por elemento	US\$/t conc	1,059
Zn	US\$/t conc	1,020
Ag	US\$/t conc	38
Deducciones	US\$/t conc	270
Maquila	US\$/t conc	270
Penalidades	US\$/t conc	0.00
Otros	US\$/t conc	-
Transporte	US\$/t conc	43
	US\$/t conc	43
Valor total del concentrado	US\$/t conc	746
Venta Conc Zinc	US\$	0
3.3.- CONCENTRADO COBRE	tmns	11,555
Pagos por elemento	US\$/t conc	1,647
Cu	US\$/t conc	1,647
Mo	US\$/t conc	
Ag	US\$/t conc	0
Deducciones	US\$/t conc	279
Maquila	US\$/t conc	279
Penalidades	US\$/t conc	0.00
Otros	US\$/t conc	-
Transporte	US\$/t conc	80
	US\$/t conc	80
Valor total del concentrado	US\$/t conc	1,288
Venta Conc Cobre	US\$	14,910,434
.- NET SMELTER RETURN (NSR)		
Valor total del concentrado	US\$/t conc	1,288
Ventas Total	US\$	14,910,434
Net Smelter Return (NSR)	US\$/t	115

5.- CALCULO DEL VALOR PUNTO

5.1.- INGRESO POR TIPO DE CONCENTRADO

Conc-Plomo	Ingresos	Aporte	Ingreso Total US\$
Plomo	1,146	57%	0
Plata	857	43%	0
Sub Total	2,004	1,671	0

Conc-Zinc	Ingresos	Aporte	Ingreso Total US\$
Zinc	1,020	96%	0
Plata	38	4%	0
Sub Total	1,059	746	0

Conc-Cobre	Ingresos	Aporte	Ingreso Total US\$
Cobre	1,647	100%	14,910,434
Plata	0	0%	0
Sub Total	1,647	1,288	14,910,434

5.2.- INGRESO POR ELEMENTO

Elemento	Ingreso Total US\$
Zinc	0
Plomo	0
Plata	0
Cobre	14,910,434
Total	14,910,434

5.2.- CÁLCULO VALOR PUNTO

Elemento	US\$/t	Ley Cabeza	Punto Mineral
Zinc	0.00	0.00 %	0.000 1 Zn_%
Plomo	0.00	0.00 %	0.000 1 Pb_%
Plata	0.00	0.00 Oz/t	0.000 1_Ag_Oz
Cobre	114.52	2.81 %	40.754 1 Cu_%
Total	114.52		40.75

6.- CÁLCULO DE LA LEY EQUIVALENTE

Elemento	Factor Ley Eq	Ley Eq Zn
Zinc	0	0 %
Plomo	0.000	0.00 %
Plata	0.000	0.00 Oz/t
Cobre	1.000	2.81 %
Total		2.81
		Ley equivalente 2.81

7.- RESULTADOS

7.1.- NET SMELTER RETURN (NSR)

115

$$1.- \quad NSR = (Ley \ Cu * fe) + (Ley \ Pb * fe) + (Ley \ Ag * fe) + \dots$$

7.2.- LEY EQUIVALENTE

2.810

$$1.- \quad Cu \ Eq = Ley \ Cu + Ley \ Pb * \frac{(Precio \ Pb * Recuperación \ Pb)}{(Precio \ Cu * Recuperación \ Cu)} + Ley \ Ag * \frac{(Precio \ Ag * Recuperación \ Ag)}{(Precio \ Cu * Recuperación \ Cu)} + \dots$$

$$2.- \quad Cu \ Eq = (Ley \ Zn * fe) + (Ley \ Pb * fe) + (Ley \ Ag * fe)$$

CUT-OFF INICIAL

CuEq	%	2.69
Cu	%	0.923

OBS:

El cálculo del Cut-Off Inicial solo considera los costo de planta , administrativos y transporte sin considerar aún los costo operativo de Mina

ANEXO 6: TRADE OFF MÉTODO DE MINADO



MEMORIA DE CALCULO

MEMORIA DE TESIS

SELECCIÓN DEL MÉTODO DE MINADO EN LA VETA JUANITA - UNIDAD MINERA FENIX
Excavaciones de Piques S.A.C.

TRADE OFF DEL MÉTODO DE MINADO

DISCIPLINA: MINAS

UNIVERSIDAD CONTINENTAL

Aprobado por:

Asesor : Ing. Javier Cordova
Organizado : Franklin Choccelahua Vargas
Desarrollado : Franklin Choccelahua Vargas

REV.	ELABORADO	REVISADO	EMITIDO PARA	FECHA	CHK'D
A	FCV	J. Cordova	Revisión interna	24/09/2019	√
B	FCV	J. Cordova	Revisión interna	29/09/2019	√
0	FCV	J. Cordova	Revisión interna	08/10/2019	√

comentarios:

Documento elaborado por Franklin Choccelahua Vargas
Universidad Continental, AV. San Carlos 1980, Huancayo

 Universidad Continental	HOJA DE CALCULO	Anexo: F Rev: 0 Fecha: 8/10/2019
--	------------------------	--

1.0 ALCANCE

Determinar el método de minado mas apropiado para el Estudio de Tesis: "Selección del método de Minado en la veta Juanita - Unidad minera Fénix".

2.0 OBJETIVOS

Determinar el métodos de minado con mayor utilidad bruta el cual permita una explotación de 1,500 toneladas por mes.

Métodos de Minado Pre-Seleccionados

B&F: Bench and Fill Stoping

SLS Sublevel Stoping Longitudinal (con relleno)

C&F: Cut & Fill Stoping

3.0 BASES DE CÁLCULO

Los cálculos están basados en la siguiente información:

ANEXO C	Reporte de Recursos
ANEXO D	Cálculo del Dimensionamiento de Producción
ANEXO E	Benchmarking Método de Explotación
ANEXO F	Cálculo del Cut Off
Precios de los Metales	Proporcionado por Unidad Minera Fénix
Parámetros de Cálculo	Proporcionado por Unidad Minera Fénix

4.0 DESCRIPCIÓN

Para determinar el método de minado que se adecue al yacimiento se realizaron los siguientes pasos:

1.- Determinar el cut off y reporte de recursos por método de minado.

2.- Calculo de costo operativo

3.- Calculo del NSR por método de minado

4.- Determinar Margen bruto por método de minado

5.0 PROCEDIMIENTO

Costo Operativo

Descripción	Unid.	C&F	SLS	B&S
Planta	US\$/t	36.28	36.28	36.28
Administración	US\$/t	1.35	1.35	1.35
Transporte	US\$/t	0.0	0.0	0.0
Costo Mina	US\$/t	53	72	72
Costo Total	US\$/t	91	110	110

6.0 HERRAMIENTA COMPUTACIONAL

Las herramientas computacionales utilizadas son las hojas de cálculos Excel.

7.0 RESULTADOS

Realizando el Cálculo de los factores del NSR y la ley equivalente se tienen las siguientes fórmulas (Ver anexo 9.1 donde se muestra el procedimiento de cálculo)

7.1.- NET SMELTER RETURN (NSR)

$$NSR = (Ley\ Cu * fe) + (Ley\ Pb * 13.336) + (Ley\ Ag * 9.304) + \dots$$

7.2.- LEY EQUIVALENTE

$$Cu\ Eq = Ley\ Cu + Ley\ Pb * \frac{(Precio\ Pb * Recuperación\ Pb)}{(Precio\ Cu * Recuperación\ Cu)} + Ley\ Ag * \frac{(Precio\ Ag * Recuperación\ Ag)}{(Precio\ Cu * Recuperación\ Cu)} + \dots$$

$$Cu\ Eq = (Ley\ Cu * 1.000) + (Ley\ Pb * fe) + (Ley\ Ag * fe) + \dots$$

7.3.- RESUMEN

Método de Minado	Cut - Off CuEq %	NSR US\$/t
Bench and Fill Stopping	2.69	115
Sublevel Stopping Longitudinal	2.68	115
Cut & Fill Stopping	2.22	115

8.0 CONCLUSIONES

Tomando en consideración los costos de minado escalados a un ritmo de producción de 3000 tpd para el método Cut & Fill, 3000tpd para Sub level Stopping y 3000tpd para Bench & Fill se obtuvieron los Cut-Off equivalentes en zinc por método de minado obteniendo que el menor cut-off es para el Bench and Fill Stopping (3.68% ZnEq).

9.0 ANEXOS

9.1 Anexo I. Hoja de Cálculo detallada: **SELECCIÓN DE MÉTODO DE MINADO**

SELECCIÓN DEL MÉTODO DE MINADO (Cu 2.81%)

ITEM	Unid	Bench and Fill	Sub level Stopping	Cut and Fill
Producción	tpd	1,500	1,500	1,500
Ley Corte Eq_Cu % - CutOff Marginal	%	0.923	0.923	0.923
Recursos Minerales Marginales	t	290,200	290,200	290,200
Zn	%	0.00	0.00	0.00
Pb	%	0.00	0.00	0.00
Ag	Oz/t	0.00	0.00	0.00
Cu	%	2.36	2.36	2.36
CuEq	%	0.21	0.21	0.21
NSR	US\$/t	96	96	96
Costo de Operación (OPEX)				
Mina	US\$/t	72	72	53
Planta	US\$/t	36.28	36.28	36.28
Administración	US\$/t	1.35	1.35	1.35
Transporte	US\$/t	0.00	0.00	0.00
TOTAL	US\$/t	110	110	91
Ley Corte Eq_Cu %	%	2.69	2.68	2.22
Tipos de Mineral		Medido,	Medido,	Medido,
Clase de Recursos		Indicado	Indicado	Indicado
Recursos	t	130,200	130,200	130,200
Zn	%	0.00	0.00	0.00
Pb	%	0.00	0.00	0.00
Ag	Oz/t	0.00	0.00	0.00
Cu	%	2.81	2.81	2.81
Cu Eq % FCV	%	2.81	2.81	2.81
NSR	US\$/t	115	115	115
FCV				
Recuperación	%	85	75	90
Dil: FCV	%	10	13	5
Reservas Minables (*)	t	121,737	110,345	123,039
Zn	%	0.000	0.000	0.000
Pb	%	0.000	0.000	0.000
Ag	Oz/t	0.000	0.000	0.000
Cu	%	2.555	2.487	2.676
CuEq %	%	2.555	2.487	2.676
NSR	US\$/t	104	101	109
Costo Total	US\$/t	110	110	91
Margen	US\$/t	-5.5	-8.3	18.4
Utilidad Bruta	US\$ MM	-1	-1	2

 Universidad Continental	HOJA DE CALCULO	Anexo G
		Rev.: 0
		Fecha: 08/02/2019

SELECCIÓN DEL MÉTODO DE MINADO (Cu 4%)

ITEM	Unid	Bench and Fill	Sub level Stoping	Cut and Fill
Producción	tpd	1,500	1,500	1,500
Ley Corte Eq_Cu % - CutOff Marginal	%	0.923	0.923	0.923
<u>Recursos Minerales Marginales</u>	t	290,200	290,200	290,200
Zn	%	0.00	0.00	0.00
Pb	%	0.00	0.00	0.00
Ag	Oz/t	0.00	0.00	0.00
Cu	%	2.36	2.36	2.36
CuEq	%	0.21	0.21	0.21
NSR	US\$/t	96	96	96
<u>Costo de Operación (OPEX)</u>				
Mina	US\$/t	72	72	53
Planta	US\$/t	36.28	36.28	36.28
Administración	US\$/t	1.35	1.35	1.35
Transporte	US\$/t	0.00	0.00	0.00
TOTAL	US\$/t	110	110	91
Ley Corte Eq_Cu %	%	2.69	2.68	2.22
Tipos de Mineral		Medido,	Medido,	Medido,
Clase de Recursos		Indicado	Indicado	Indicado
<u>Recursos</u>	t	130,200	130,200	130,200
Zn	%	0.00	0.00	0.00
Pb	%	0.00	0.00	0.00
Ag	Oz/t	0.00	0.00	0.00
Cu	%	4.00	4.00	4.00
Cu Eq % FCV	%	4.00	4.00	4.00
NSR	US\$/t	163	163	163
FCV				
Recuperación	%	85	75	90
Dil FCV	%	10	13	5
<u>Reservas Minables (*)</u>	t	121,737	110,345	123,039
Zn	%	0.000	0.000	0.000
Pb	%	0.000	0.000	0.000
Ag	Oz/t	0.000	0.000	0.000
Cu	%	3.636	3.540	3.810
CuEq %	%	3.636	3.540	3.810
NSR	US\$/t	148	144	155
Costo Total	US\$/t	110	110	91
Margen	US\$/t	38.6	34.6	64.6
Utilidad Bruta	US\$ MM	5	4	8