



**Universidad  
Continental**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de  
Ingeniería de Minas

**Aplicación del método de explotación  
por subniveles en la Unidad Minera  
Chungar-Compañía Minera Volcan**

**Franco Felix Silvestre Gallardo**

Huancayo, 2018

Tesis para optar el Título Profesional de  
Ingeniero de Minas



Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

**Asesor**

**Ing. Benjamín Manuel Ramos Aranda**

## **AGRADECIMIENTOS**

«A Dios por acompañarme durante todos estos años, por guiar mis pasos e iluminar mi camino, por brindarme la oportunidad de existir y elegir esta amada profesión gracias Dios»

«Gracias al amor, comprensión y apoyo que recibí de Ustedes puedo hacer realidad mis sueños, gracias por haber estado conmigo durante todos estos años; todo lo que recibí de Ustedes es invaluable e incompensable les quedo inmensamente agradecido muchas gracias VIEJO, gracias MAMI»

“A los Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad Continental por las enseñanzas impartidas durante mi época de estudiante universitario”

“Al ingeniero Rodrigo Tovar García por apoyarme técnica y moralmente a concluir este trabajo de investigación, siendo un ejemplo a seguir”

## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres Félix y María por cimentar un futuro mejor para sus hijos con educación y perseverancia, a mis hermanos Carmen, Paul, Massiel, Yessica y Kevin por su incesante apoyo y a mi amado hijo quien me dio una alegría y motivo para seguir superándome.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>iii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xi</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>xii</b>

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y Formulación del Problema.....	14
1.2. Formulación del problema.....	16
Problema general .....	16
Problemas específicos.....	16
1.3. Objetivos de la investigación.....	17
Objetivo Principal.....	17
Objetivos Específicos .....	17
1.4. Justificación e Importancia .....	17
Justificación .....	17
Importancia .....	18
1.5. Hipótesis y descripción de variables.....	18
Hipótesis general .....	18
Hipótesis Específicas.....	19
Variables de la investigación.....	19

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema.....	21
2.2. Bases Teóricas .....	23
2.2.1 Fundamentos teóricos .....	23
2.3. Definición de Términos Básicos.....	24
2.4. Generalidades de la Unidad Minera Chungar.....	27

2.4.1.	Empresa Administradora Chungar.....	27
2.4.2-	Ubicación y Geografía.....	28
2.4.3.	Geología Mina Animon .....	29
2.5.	Geomecánica.....	51
2.5.1.	Investigaciones Básicas Mina Animon.....	52
2.5.2.	Aspectos litológicos.....	52
2.5.3.	Distribución de discontinuidades.....	53
2.5.4.	Aspectos estructurales.....	54
2.5.5.	Clasificación de la masa rocosa.....	58
2.5.6.	Zonificación geomecánica de la masa rocosa.....	59
2.5.7.	Direcciones preferenciales de avance de las excavaciones.....	60
2.5.8.	Aberturas máximas de las excavaciones y sostenimiento.....	61
2.6.	Métodos de Explotación Subterránea .....	63
2.6.1.	Corte y relleno.....	63
	Características del método .....	63
	Ventajas.....	64
	Desventajas .....	64
2.6.2.	Cámaras y pilares .....	65
	Campo de aplicación del método .....	65
	Ventajas.....	66
	Desventajas .....	66
2.6.3.	Método por subniveles .....	67
	Principios .....	68
	Desarrollos .....	68
	Ventajas.....	69
	Desventajas .....	69

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

3.1.	Método y alcance de la investigación.....	71
3.1.1.	Tipo de estudio:.....	71
3.1.2.	Nivel de investigación: Descriptivo.....	72
3.2.	Diseño de la investigación .....	72

3.3.	Población y muestra.....	73
3.3.1.	Población: .....	73
3.3.2.	Muestra: .....	73
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	73
3.4.1.	Técnicas utilizadas en la recolección de datos.....	73

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

4.1.	Diagnostico Situacional Actual en la Mina Animon .....	74
4.1.1.	Tajeos Mina Animon. ....	74
4.1.2.	Método gráfico de Estabilidad .....	75
4.2.	Explotación Minera .....	79
4.2.1.	Accesos Mina.....	79
4.2.2.	Parámetro de diseño mina .....	80
4.2.3.	Zonas de producción sub niveles. ....	82
4.2.4.	Preparación para zona de tajeo.....	88
4.3.	El Método de Explotación por Subniveles en Mina Animon. ....	89
4.3.1.	Consideraciones Generales .....	89
4.3.2.	Principios en la Utilización del Método.....	93
4.3.3.	Ciclo de minado .....	94
4.3.5.	Aplicabilidad del método de minado por subniveles .....	113
4.3.6.	Conclusiones y recomendaciones geomecánicas la veta Karina y Ramal 3 .....	114
4.3.7.	Comparación de Costos de Corte y Relleno y Subniveles.....	115
4.3.8.	Ventajas y desventajas del método de explotación Subniveles .....	118
4.3.9.	Costos de Aplicación Actuales .....	119
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>121</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>122</b>
	<b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>123</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>124</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro de Variables .....	19
Tabla 2: Inventario de Recursos minerales de la Mina Animon .....	42
Tabla 3: Inventario de recursos minerales por tipo de estructuras .....	42
Tabla 4: Factores aplicados en Mina Animon .....	48
Tabla 5: Inventario de reservas probado y probable en el 2017 .....	49
Tabla 6: Inventario de reservas por estructuras .....	49
Tabla 7: Inventario de reservas probado + probable en cuerpos .....	49
Tabla 8: Principales sistemas de discontinuidades- Área de Planeamiento Geomecanica Animon. ....	53
Tabla 9: Criterio para la clasificación de la masa rocosa .....	59
Tabla 10: Sostenimiento para labores permanentes .....	62
Tabla 11: Sostenimiento para labores temporales .....	63
Tabla 12: Dimensiones máximas de tajeos- longitud – Planeamiento Animon .....	75
Tabla 13: Dimensiones del tajo .....	78
Tabla 14: Parámetros de diseño.....	80
Tabla 15: Factores tecnológicos Planeamiento Animon .....	93
Tabla 16: Equipos mina.....	112
Tabla 17: Equipos por contrata mina.....	112
Tabla 18: Costos variables- Planeamiento Animon .....	115
Tabla 19: Costos fijos- Planeamiento Animon.....	116
Tabla 20: Cuadro comparativo método usados en Mina Animon .....	117
Tabla 21: Costos Variables MINA CHUNGAR área de Planeamiento a largo plazo 2017.....	119
Tabla 22: Costos Fijos MINA CHUNGAR área de Planeamiento a largo plazo 2017.....	119
Tabla 23: Análisis de los Costos presentados en la Mina Animon al 2017.....	120

## INDICE DE GRAFICOS

Figura 1: Plano de ubicación y operaciones de la unidad minería Animon Área de Planeamiento.....	29
Figura 2: Plano estructural regional Minera Chungar- Área de Planeamiento Animon. ....	31
Figura 3: Plano geológico distrital -Área de Planeamiento Animon.....	33
Figura 4: Columna Estratigráfica- Área de Planeamiento Animon.....	36
Figura 5: Distribución espacial de las principales estructuras mineralizadas- Área de planeamiento Animon .....	38
Figura 6: Estándar internacional CODIGO JORC .....	47
Figura 7: Factores modificadores .....	50
Figura 8: Mineral explotable por estructuras.....	51
Figura 9: Mineral económicamente explotable .....	51
Figura 10: Grafico estructural discontinuidades Área de Planeamiento Geomecánica Animon.....	54
Figura 11: Criterio para la clasificación de la masa rocosa.....	58
Figura 12: Método de explotación por corte y relleno .....	65
Figura 13: Método de explotación de cámaras y pilares .....	67
Figura 14: Método de explotación por subniveles .....	70
Figura 15: Gráfico de estabilidad .....	76
Figura 16: Radio hidráulico.....	77
Figura 17: Componentes principales Mina Animon Planeamiento Animon.....	80
Figura 18: Infraestructura veta Karina perfil longitudinal- Planeamiento Animon .....	83
Figura 19: Infraestructura veta ramal piso 3 perfil longitudinal- Planeamiento Animon. ..	85
Figura 20: infraestructura veta Carmen perfil longitudinal- Planeamiento Animon.....	87
Figura 21: Esquemas del método de minado por subniveles .....	92
Figura 22: Diseño de Chimenea- Planeamiento Animon .....	99
Figura 23: Diseño de malla de Perforación .....	104
Figura 24: Ciclo de minado subniveles Planeamiento Animon. ....	110

## RESUMEN

El presente estudio enfoca la aplicación del método de explotación por subniveles en minería subterránea mediante tecnologías modernas que hoy en día resulta una herramienta valiosa para afrontar los constantes cambios en el precio de los metales y los elevados costos de explotación. Es por ello que se desarrolla el estudio en las vetas Karina y Ramal 3 “Por subniveles” en la mina Animon con la finalidad de ser analizado y estudiado el método de minado y la implicancia de la aplicación de dicho método en los resultados de operación.

Para la aplicación del método de minado se considera las condiciones favorables del yacimiento, tales como información geológica, forma y dimensiones del cuerpo mineralizado, diseño de ingeniería y las características geomecánicas del macizo rocoso.

Así mismo; el método de explotación elegido presenta grandes ventajas en términos de costos de explotación, alta productividad, mayor seguridad del personal, alta utilización de equipos a comparación de los métodos tradicionales por conocimiento en Minería Nacional y Mundial.

La capacitación permanente del personal respecto a las operaciones unitarias de perforación, voladura y limpieza son fundamentales para alcanzar óptimos rendimientos.

La línea maestra que guía este proceso es acrecentar la competitividad en los dinámicos y exigentes mercados del Zn, Pb, Ag y Cu y convertir a la mina Animon más eficiente y competitiva en las unidades mineras de la empresa VOLCAN y en la Industria Minera.

## **ABSTRACT**

The present study focuses on the applications of the method of exploitation by sub-levels in underground mining using modern technologies that today is valuable tool to face the constant changes in the price of metals and the high costs of exploitation, that is why Karina and Tamal 3 “sub levels” study is developed in the Animon mine in order to be analyzed and studied. The mining method and the implication of the application of said method in the operation results.

For the application of the mining method is considered the favorable conditions of the deposit such as geological information, shape and dimensions of the mineralized body, engineering design and the geomechanic characteristics of the rock mass.

Likewise, the method of exploitation chosen has great advantages in terms of exploitation, costs, high productivity, greater security of personal high utilization of equipment compared to traditional methods by knowledge in national and global mining.

The permanent training of the staff regarding the units operations of drilling, blasting and cleaning are fundamental to achieve optimal performance.

The master line that guides this process is to increase competitiveness in the dynamic and demanding Zn, Pb, Ag and Cu markets and to turn the Animon mine more efficient and competitive in the mining units of the Volcan company and the mining industry.

## INTRODUCCIÓN

En el capítulo I: Planteamiento de estudio, se desarrolla el plan y la formulación del problema a investigar, los objetivos que se quieren alcanzar, la delimitación espacial y caracterización de la mina Animon, la justificación e importancia del estudio y las hipótesis.

En toda operación minera la parte de la producción mineral en el procesamiento de la planta van influenciar fuertemente. La correcta planificación de las etapas de minado garantizar que los objetivos se cumplan a lo largo de toda la vida de la mina. Entonces un buen planeamiento en las etapas de minado enfocado en los métodos de minado masivo mediante el parámetro de la operación como: desarrollo y preparación de labores a largo plazo.

En el capítulo II: Marco teórico, se analizan los antecedentes de la investigación en artículos científicos, tesis y las bases teóricas que fundamenten el estudio y la definición de términos para que sea un estudio alcanzable buscando lograr lo implantado en la tesis.

En el capítulo III: Metodología, se desarrolla el método, tipo, nivel de investigación, el tipo de diseño que se aplica, la recolección de la muestra, las técnicas e instrumentos de la recolección de datos.

El tipo de investigación es aplicada, el nivel de la investigación que se desarrolla es de tipo explicativo, porque se busca conocer la relación que existe entre el método de explotación por subniveles y productividad de la mina Animon.

Las técnicas utilizadas en la recolección de datos fue la observación directa, revisión de informes y estudios anteriores, estudios in situ y análisis de los reportes de productividad de la mina.

En el capítulo IV: Resultados y discusión, se desarrolla los resultados obtenidos durante el estudio, y se concluye con una discusión imparcial. Se presentará el análisis de la relación que existe entre el método por subniveles y la aplicación en la mina Animon desarrollado desde febrero a diciembre del 2017.

**EL AUTOR.**

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

#### 1.1. Planteamiento y Formulación del Problema

El Perú es un país minero, por el enorme potencial de recursos naturales que tiene. La explotación de los recursos se da incluso desde la época de la colonia. En los últimos años la minería ha tenido un auge importante. Se han generado multimillonarias inversiones, se han desarrollado operaciones de gran escala produciendo un impacto importante a la economía peruana, según el informe del Instituto Peruano de Economía, “Efecto de la Minería sobre el Empleo, el Producto y Recaudación en el Perú” (Lima, 2015): “La minería representa alrededor del 11% del PBI, aporta más del 50% de las divisas, contribuye con el 20% de la recaudación tributaria y comprende la mayor parte de la inversión extranjera”.

También hay que considerar los conflictos socio ambientales -75% tienen una motivación ambiental según la información de la Defensoría del Pueblo- que se han venido desarrollando en el país. A consecuencia de esta crisis se han paralizado varios proyectos mineros, frenando las inversiones a raíz de las protestas de las comunidades con su consecuente perjuicio a la economía peruana.

Una de las problemáticas que existe actualmente en el sector minero es que los yacimientos mineros próximos a la superficie, fáciles de explotar y ricos son cada vez más escasos. Por lo que necesariamente se tiene que hacer incidencia en la explotación de yacimientos pobres con la implementación de nuevas técnicas y métodos que generen una explotación a gran escala de forma segura y tecnificada. Con ello garantizaríamos responder la creciente demanda de estos recursos y los efectos positivos en la economía del país.

Los métodos y técnicas de explotación minera corresponden a tendencias implementadas, sobre todo, en el extranjero. Durante la última década, Alemania es el país que viene impulsando con mayor énfasis el desarrollo de nuevos métodos y técnicas de explotación minera.

El estudio analizará la viabilidad técnica de la implementación del método de explotación minera denominado: “Hundimiento por Sub Niveles”. Este método alcanzó popularidad gracias a la experiencia de su implementación en Suecia, ya que les permitió alcanzar condiciones económicas de explotación excepcionales. La importancia del uso de este método radica en generar un mayor incremento en las utilidades económicas para la empresa.

El método implica que el material estéril superpuesto se derrumba y rellena el vacío que va dejando la extracción del cuerpo mineralizado. Este proceso se debe propagar hasta la superficie, creando así una cavidad o cráter. Además, no generaría gastos en el tratamiento de los agentes contaminantes conocido como relaves, ya que una de las características fundamentales de este método es que utilizará los relaves como materia prima para el relleno de los subniveles explotados. Con lo que se tendría un trabajo técnico más óptimo en aras del cuidado del medio ambiente.

Para analizar la viabilidad técnica del método se hará incidencia en el análisis de las características geográficas de la zona, las características físicas del mineral, el análisis de las condiciones de las rocas mineralizadas entre otros estudios que permitirán determinar la viabilidad de la implementación del mencionado método a un nivel técnico.

Frente a las nuevas tendencias del mercado y los recursos naturales que posee nuestro país existe la necesidad de implementar nuevos métodos de explotación, teniendo en consideración las políticas de la empresa, las condiciones geográficas del yacimiento, los equipos técnicos, la fuerza laboral de la organización, los objetivos y metas entre otros factores para el desarrollo de los métodos mencionados.

## **1.2. Formulación del problema**

### **Problema general**

- ¿Demostrar técnicamente la aplicación del método de explotación por subniveles en la mina Animon, periodo 2017?

### **Problemas específicos**

- ¿Demostrar las condiciones geológicas y geomecánicas existentes para la aplicación del método de explotación por subniveles en la mina Animon, periodo 2017?

- ¿Demostrar ventajas y desventajas sobre la aplicación del método de explotación por subniveles en la mina Animon - periodo 2017?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **Objetivo Principal**

- Analizar la aplicación técnica del método de explotación por subniveles en la Mina Animon, periodo 2017.

#### **Objetivos Específicos**

- Analizar las condiciones geológicas y geomecánicas existentes para la aplicación del método de explotación por subniveles en la Mina Animon, periodo 2017.
- Identificar ventajas y desventajas sobre la aplicación del método de explotación por sub niveles en la mina Animon periodo 2017.

### **1.4. Justificación e Importancia**

#### **Justificación**

El presente estudio, sobre la aplicación del método por subniveles”, representa una alternativa de explotación para la alta dirección de la empresa.

El método tiene como mayor fortaleza la generación de una mayor rentabilidad, al elevarse los niveles de productividad a consecuencia de la optimización de los recursos como: equipos, mano de obra, bajos costos de operación (\$/TM), además de propender condiciones de mayor seguridad para el personal.

En cuanto a la productividad debe referirse que ésta tendrá como indicadores de cumplimiento el aumento en la cota diaria de la producción diaria, mensual y anual. Lo cual, generaría ingresos económicos que aumentarían la rentabilidad de la empresa.

Además, constituye una posibilidad positiva para que la empresa afronte, de la mejor manera, las constantes fluctuaciones del precio de los metales. Debe remarcarse

que, existiendo la viabilidad para su implementación, se estaría en condiciones de disminuir los altos costos que acarrea la explotación en la minería subterránea.

### **Importancia**

A parte de los beneficios económicos que representaría la implementación de este método de explotación minera, la empresa estaría en condiciones de afrontar en mejores condiciones las normas medio ambientales vigentes en el país.

Con el método en mención el tratamiento del relave, sería distinto al que usualmente se realiza. Éste quedaría como relleno de los niveles explotados, por lo que no se expondría a la superficie, favoreciendo al cuidado del medio ambiente y facilitando las labores de protección ambiental por parte de la empresa minera.

Importancia de gran magnitud, ya que a partir de ello -existiendo las condiciones geográficas favorables y otros factores- las empresas mineras tomarían como referencia esta implementación y tras las evaluaciones que ameriten el caso, lo plasmarían en sus unidades de trabajo con los beneficios manifestados.

Como se ha delineado, el estudio propende a presentar alternativas técnicas científicas de explotación de minerales. Con ello se estaría garantizando la producción minera y su impacto a favor de la economía peruana, evitando el freno de las inversiones como se ha venido dando a partir de la generación de conflictos en tan importante sector.

## **1.5. Hipótesis y descripción de variables**

### **Hipótesis general**

La aplicación del método de explotación por subniveles permitirá mayor volumen de tonelaje en la producción y rentabilidad en costos cumpliendo con el

programa de operaciones Mina Animon (vetas, cuerpos verticales que son veta Karina y zona Ramal 3), siendo las proyectadas, aplicando el método por subniveles.

### **Hipótesis Específicas.**

- Desarrollando las condiciones geológicas y geomecánicas existentes para la aplicación del método de explotación por subniveles en la mina Animon, periodo 2017.
- Identificar ventajas y desventajas sobre la aplicación del método de explotación por subniveles en la mina Animon período 2017.

### **VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.**

Esta referido al empleo de los métodos de explotación a través de sus modelos tales como: La forma del yacimiento, magnitud, su extensión superficial, potencia, buzamiento, la naturaleza del relleno del yacimiento (dureza-resistencia), encampane y profundidad del yacimiento para la aplicación del método de explotación.

**Variable independiente:** Método de explotación por subniveles.

**Variable dependiente:** Productividad.

**Tabla 1: Cuadro de Variables**

<b>A. VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>INDICADORES</b>
<b><i>METODO DE EXPLOTACIÓN POR SUBNIVELES</i></b>	a) Producción mensual. b) Recuperación del block (%). c) Dilución (%). d) Valor del Block y del mineral. e) Costo de explotación (\$/m3). f) Rendimiento de Perforación. g) Rendimiento de Voladura h) Rendimiento de limpieza. i) Rendimiento del Personal.

<b>B. VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>INDICADORES</b>
<b><i>PRODUCTIVIDAD</i></b>	a) Rendimiento de explotación (TM/hombre-gdia). b) Costos de explotación (US\$/m <sup>3</sup> ). c) Cumplimiento de la Producción (%).

Fuente Propia

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes del problema**

El artículo científico (MEDRANO, 2015, Pag 27) que tiene como título “Impacto de la minería en la economía peruana” tuvo como objetivo La comparación del 2014, la producción minera del año 2015 sufrió altibajos. Por un lado, algunos metales mostraron un crecimiento significativo en función al año anterior destacando el hierro con una variación de +7.66%, la plata en +2.74%, el plomo en +4.5% y el cobre tan solo en 0.26%. Por otra parte, otros metales presentaron una baja en su producción, como el oro que decreció en un 7.6%; el zinc, en 2.4% y el estaño en 2.4% en comparación al 2014. Llegando a la conclusión La minería informal abarca un porcentaje significativo de la producción minera. De lograr la formalización de todos sus participantes, o la gran mayoría, beneficiaría al incremento del PBI y fomentaría un ambiente más favorable para la actividad minera, desterrando problemas sociales originados por políticas ineficientes y el descontento.

## Tesis 1

(Tovar García, 2005), realizó la investigación de “cambio de método de explotación en el stope 120 de la compañía minera Atacocha s.a.” en la universidad nacional del centro del Perú, en el año 2005. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. El método sub level stoping es un método de explotación masivo apto para la minería actual en el Perú.
2. los equipos a utilizar en la minera Atacocha cuentan con la tecnología adecuada y necesaria para el cambio de método de explotación de manera idónea teniendo un muy buen diseño y adaptabilidad hacia lo solicitado.
3. El yacimiento de minera Atacocha presenta la morfología adecuada para la mecanización y explotación a volumen considerable teniendo buenos resultados hacia los beneficios dispuestos por la empresa en estudio.

## Tesis 2

(Enrique Mena, 2012) Realizó la investigación de “Planeamiento de minado subterráneo en vetas angostas” en la Pontificia Universidad Católica del Perú, En el año 2012. La investigación llegó a las siguientes conclusiones: En esta etapa se realizarán labores horizontales y verticales (cortadas, estocadas, chimeneas) cuyos objetivos son: llegar a las proyecciones de las vetas para su posterior desarrollo, así mismo de ejecutar cámaras diamantinas de donde se realizarán taladros diamantinos que confirmarán o descartarán la presencia de vetas en las proyecciones dadas las labores de exploración.

## 2.2. Bases Teóricas

### 2.2.1 Fundamentos teóricos

Ponce sostiene que, “La industria minera tiene la imperiosa necesidad de incrementar su eficiencia y minimizar los costos de operación o a mejorar su eficiencia y minimizar los costos de operación o a mejorar sus sistemas tradicionales”.

Gago plantea que, “los frecuentes cambios en materia económica y tecnológica implican modificaciones y/o revisión del método de explotación actual proponiendo minimizar costos operativos y optimizar la productividad y seguridad”.

Armenteros sostiene que, “La innovación tecnológica de un proceso consiste en la introducción de nuevos procesos de producción o la modificación de los existentes mediante la incorporación de nuevas tecnologías. Su objeto fundamental es la reducción de costos, pues además de tener una repercusión específica en las características de los productos, constituye una respuesta de la empresa a la creciente presión competitiva en los mercados.

Mendoza sostiene que, “La productividad es la relación que existe entre la producción, los medios y factores empleados en el proceso productivo. Lo más importante de un proyecto minero no solo es lograr las metas de producción e inversión, sino también conseguirlos a un bajo costo, tiempo y recursos óptimos de modo que se obtengan los mayores beneficios”.

Cedrón afirma que, “El principal objetivo de la explotación minera mecanizada es aumentar la productividad al mismo tiempo que se reducen los costos”.

Baertl expone que, “es impresionante lo ocurrido en los últimos 50 años, hemos cambiado al caballo y a la mula por el helicóptero. El pellejo del carnero y las casas de los pastores por las carpas y los sleeping bags, la regla de cálculo y las tablas logarítmicas por las computadoras, los capachos y las carretillas por los scooptrams, el combo y la barreta por los jumbos hidráulicos; así podríamos enumerar cambios que hoy día se desarrollan con un alto grado de técnica haciendo posible detectar yacimientos vía satélite, prospeccionar por vía aérea y explorar con técnicas sofisticadas, llegando incluso a poner en actividad regiones con valores algunas veces muy bajos pero con buen rendimiento económico por el alto volumen que se puede extraer debido a la técnica empleada y a la gran eficiencia de los equipos y maquinarias”.

### 2.3. Definición de Términos Básicos

- a. **Producción:** en términos mineros consiste en el aporte de mineral programado mensual que se debe abastecer de mina para ser tratado en planta.
- b. **Recuperación:** cantidad de mineral recuperado por unidad de volumen o cantidad de mineral extraído expresamente en porcentaje.

Existe la siguiente relación:

$$KT = \frac{P \text{ tot} \times (1 - D)}{P \text{ res}} \times 100$$

Dónde:

KT : Recuperación de reservas (%).

P tot. : Total de mineral extraído(TM).

P res. : Reservas de mineral (TM).

D : Dilución (%).

- c. **Dilución:** Es la disminución de la ley del mineral de un yacimiento por mezcla con las rocas de caja.

Existe la siguiente relación:

$$D = \frac{(a - p)}{a} \times 100$$

Dónde:

D : Dilución (m).

a : Ancho de minado (m).

p : potencia de la veta, cuerpo, etc.

- d. **Valor de mineral:** es valor por tonelada in situ, según las leyes de los ensayos.
- e. **Costo de explotación:** es valor de una actividad o proceso (\$ o S. /) por unidad de volumen o tonelada.
- f. **Rendimiento:** Es la proporción entre el producto o el resultado obtenido y los medios utilizados.
- g. **Seguridad:** En minería en el control de pérdidas accidentales.
- h. **Índice de Frecuencia (IF):** Nro. de accidentes fatales e incapacitantes por cada millón de horas-hombre trabajadas.

$$IF = \frac{\text{Nro. de accidentes} \times 1\,000\,000}{\text{Horas} - \text{Hombres trabajadas}}$$

**Índice de Severidad (IS):** Nro. de días perdidos o cargados por cada millón de horas-hombre trabajadas.

$$IS = \frac{\text{Nro de días perdidos o cargados} \times 1\,000\,000}{\text{Horas} - \text{Hombre trabajadas}}$$

**Índice de Accidentabilidad (IA):** Medición que combina el índice de frecuencia de lesiones con tiempo perdido (IF) y el índice de severidad de lesiones (IS), sirve como un medio de clasificar a las empresas mineras.

$$IF = \frac{IF \times IS}{1\,000}$$

**Productividad:** La productividad en minería es sinónimo de mecanización, reemplazando la labor manual con máquinas sofisticadas. Así mismo este término es un indicador de gestión (TM/hombre-gdia) que mide la producción en TM y los recursos utilizados (hombre-gdia), también esta productividad debe estar enmarcada en valores (US\$). Tenemos 2 tipos de productividad:

1. Productividad Física (Producción/Recursos)
2. Productividad Real (Valor de Producción/ Valor de Recursos)
  - i. **PETS:** son las abreviaturas de: Procedimiento escrito de trabajo seguro; esta se elabora para una determinada actividad e indica los pasos a seguir en un determinado trabajo con la finalidad de hacerlo eficientemente.
  - j. **Estándar:** norma o patrón a seguir en un determinado trabajo.
  - k. **Beneficio/Costo (B/C):** es el cociente que mide la gestión de una operación minera, basada en las ganancias o utilidades que se obtienen entre los costos que participan.
  - l. **Disponibilidad Mecánica:** es el porcentaje de tiempo real que el equipo puede operar durante el tiempo programado (desde el punto mecánico).

$$DM = \frac{HP (Mtto. Prevet. + Correct. Prog + Correct. No prog)}{HP}$$

**Factor de Utilización:** llamada también utilización efectiva, es el porcentaje de utilización real durante las horas programadas.

$$FU = \frac{HRT}{(HP - (Mtto. Prevet. + Correct. Prog. + Correct. No Prog.)}$$

## 2.4. Generalidades de la Unidad Minera Chungar

### 2.4.1. Empresa Administradora Chungar

La Empresa Administradora Chungar es filial y accionista de Volcan Compañía Minera S.A.A., comprada por esta en el año 2000, junto con la unidad minera “Animon”. Es así que Chungar tiene como finalidad la exploración y explotación de minerales metálicos, principalmente zinc, ofreciendo adicionalmente los servicios de generación eléctrica. En la actualidad, la empresa tiene su sede principal en la ciudad de Lima,

Con respecto a sus unidades mineras, por ejemplo, la Mina Animon, en el año 2014, consolidó su producción a 4,000 toneladas por día. Destaca la renovación de la flota de equipos, la habilitación de un nuevo taller para el mantenimiento en interior mina y las mejoras del sistema de bombeo para el drenaje de aguas de interior mina. Asimismo, se repotenció y amplió la red de fibra óptica facilitando una mejor comunicación dentro de la mina subterránea.

El programa de exploraciones de la mina Animon se orienta a la delineación de recursos inferidos para determinar el potencial del mineral en las principales estructuras. En total se perforaron 44,689 metros de perforación

diamantinas con mallas de 60 x 60 metros. En la mina Animon se perforaron 28,673 metros, mientras que en la mina Islay se perforaron 16,016 metros.

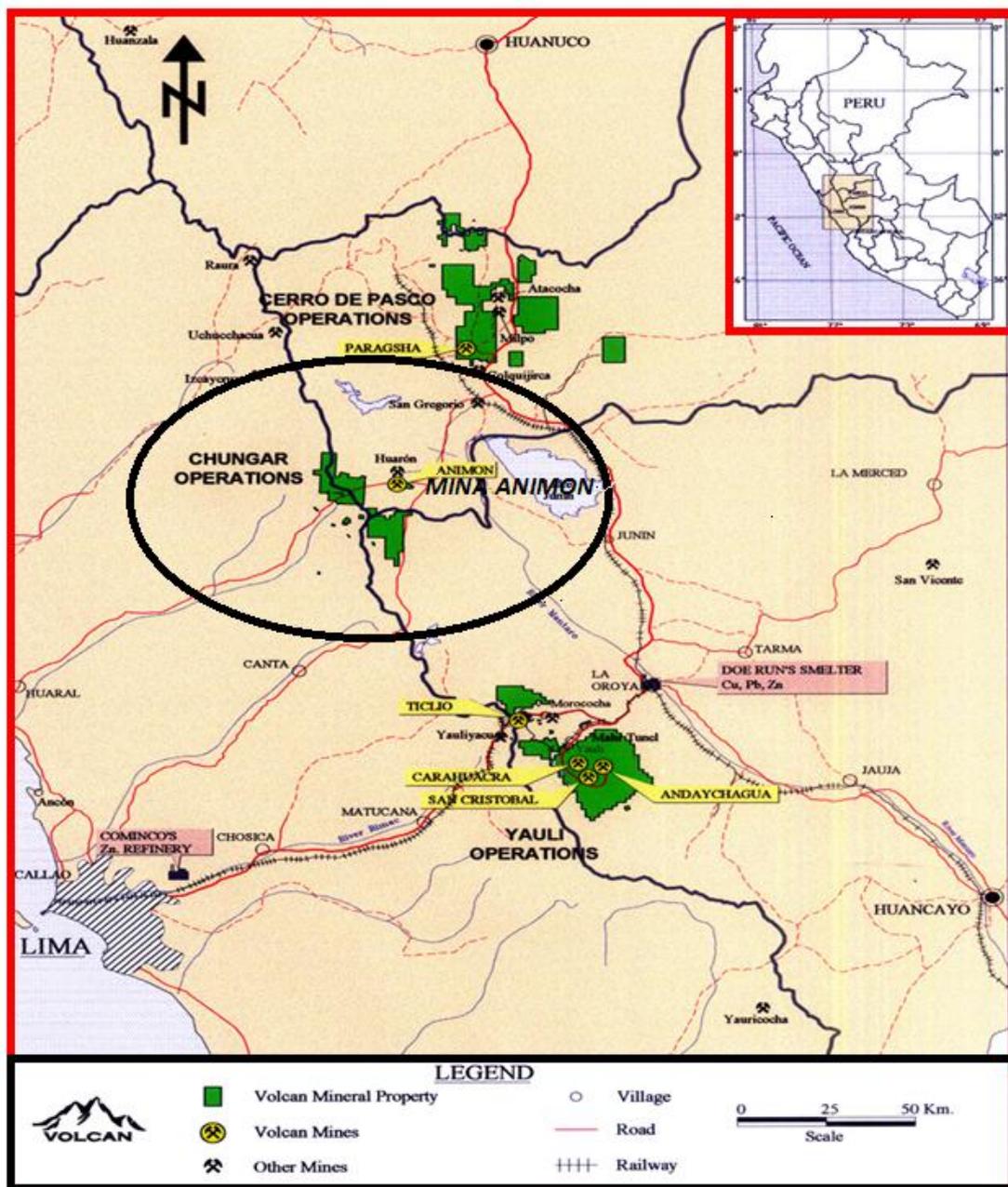
## **2.4.2- Ubicación y Geografía**

### **A. Ubicación**

La mina de Animon, se ubica en la región alta entre los límites de Lima y Pasco, a 225 Km vía Huaral desde la ciudad de Lima a una altura promedio de 4600 msnm; pertenece al Distrito al distrito de Huayllay, Provincia y Departamento de Pasco.

Las propiedades que pertenecen a Chungar se sitúan al sur de la mina Huarón a las que adicionalmente se han incluido petitorios al oeste de la mina Animon recientemente. El distrito minero de Animon – Huarón ha sido trabajado por minerales de Zn – Pb – Cu – Ag y tiene su registro de descubrimiento en 1913. El principal acceso a la unidad Animon es por la carretera central Lima – Oroya – Cruce Villa de Pasco – Huallay y Animon, haciendo un total de 328 km. Las rutas alternas que existen son dos: Lima – Canta – Animon (219 km.) y Lima – Huaral – Animon (225km.), a continuación, se muestra el plano de ubicación de la unidad Animon

Figura 1: Plano de ubicación y operaciones de la unidad minería Animon Área de Planeamiento.



Fuente: Mina Animon Área de Planeamiento.

### 2.4.3. Geología Mina Animon

#### 2.4.3.1. Geología Regional

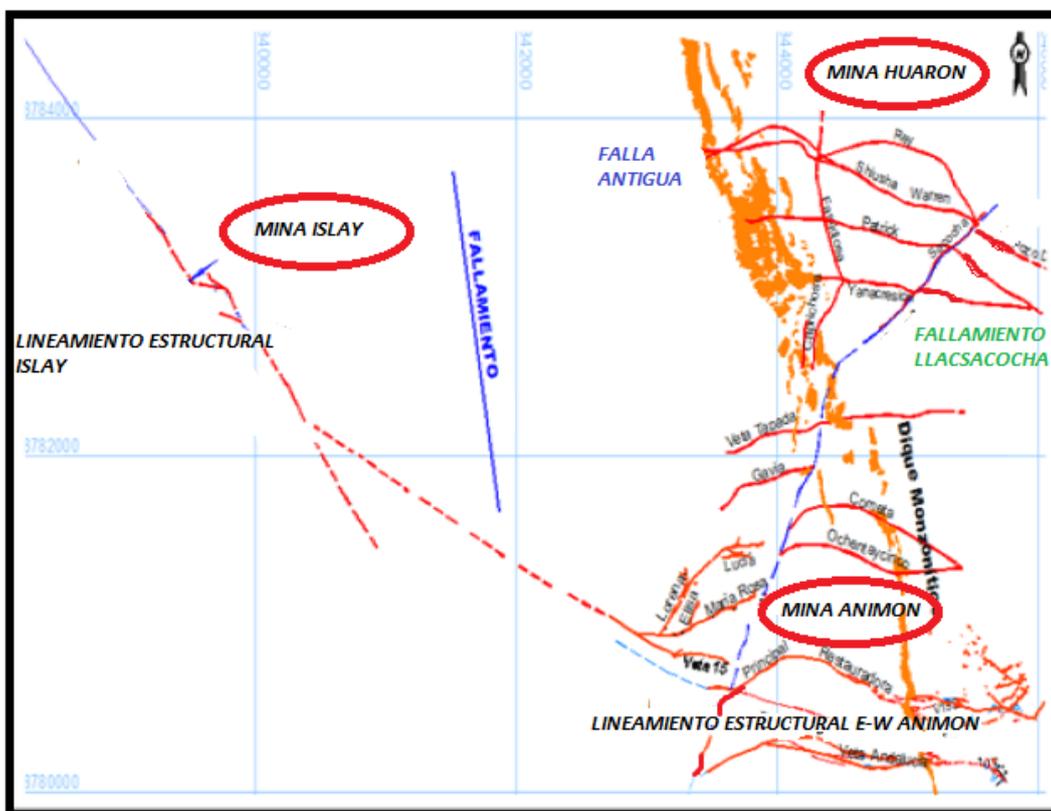
Los primeros trabajos en el área, fueron realizados en 1936 y en 1960 con la construcción del pique Montenegro se inicia los desarrollos importantes hasta 1970 donde se inicia la explotación con

parámetros convencionales hasta 1998. Desde el año 2000 y con la adquisición de los derechos de Volcán empieza una etapa de desarrollo paulatino en el sector oeste del pique Esperanza pero aun dentro de los parámetros convencionales y a partir del 2004 que Chungar al incrementar la exploración en el sector oeste (Veta María Rosa, Lorena y Ramal 85) se ha ido convirtiendo a una explotación mecanizada (Trackless), últimamente se está tomando todo el largo de la mina aproximadamente 5 km de exploración y operación entre los piques esperanza y Jacob Timmers.

Geológicamente Animon forma un yacimiento dentro de una realidad estructural donde geo cronológicamente citamos tres lineamientos; el lineamiento estructural E-W de Animon, el dique de intrusivo NW-SE y la falla Llacsacocha NE-SW. Este conjunto estructural que data de la orogenia andina habría ocurrido en el Terciario (mioceno) y habría desarrollado la mineralización desde dos focos sub paralelos, el foco más conspicuo de Huarón y el foco menor ubicado en el lineamiento EW de Animon.

En general el depósito hidrotermal de Animon-Huarón ha generado mayormente estructuras de orden filoniano distribuidos en un área irregular de cinco kilómetros en el sentido N-S y siete Km en el sentido E-W. La mineralización polimetálica desarrollada es un arreglo clásico de Pb-Zn-Cu-Ag. Se muestra el plano estructural regional:

Figura 2: Plano estructural regional Minera Chungar- Área de Planeamiento Animon.



Fuente: Minera Chungar- Área de Planeamiento Animon.

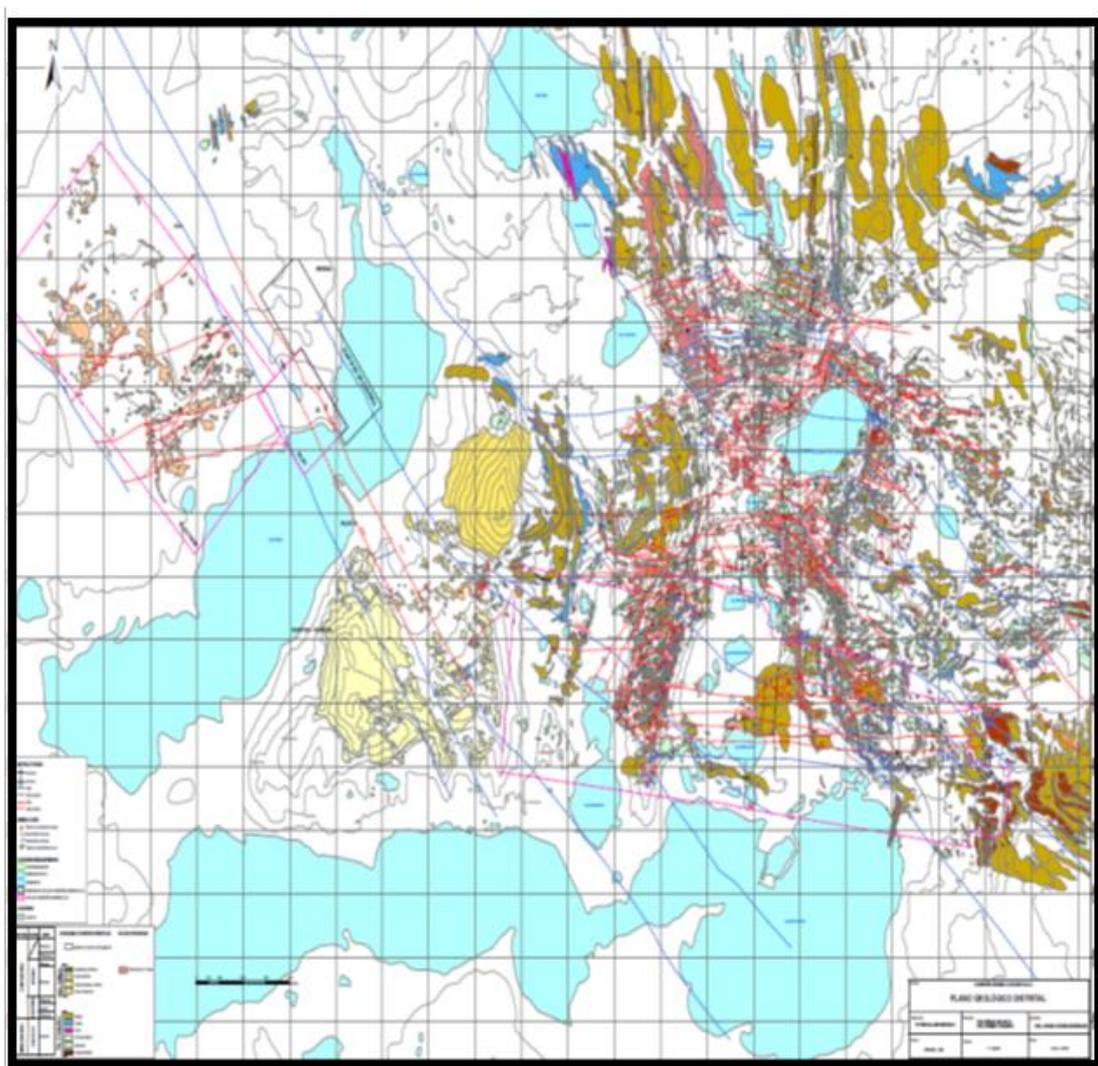
#### 2.4.3.2. Geología Distrital:

Las unidades litoestratigráficas que afloran en la región minera de Animon – Huarón están constituidos por sedimentos de ambiente lacustre de tipo “molásico” conocidos como “Capas Rojas”, rocas volcánicas andesíticas y dacitas con plutones hipabisales, pertenecientes al Grupo Casapalca que se encuentra ampliamente distribuida a lo largo de la cordillera occidental, está constituido por areniscas y margas de coloración rojiza o verde en estratos delgados con algunos lechos de conglomerados y esporádicas horizontales lenticulares de calizas grises, se estima un grosor de 2,385 metros (Cretáceos superior terciario inferior). En

forma discordante a las “Capas Rojas” y otras unidades litológicas del cretáceo se tiene una secuencia de rocas volcánicas con grosores variables constituidos por una serie de derrames lávicos y piroclásticos mayormente andesíticos, dacíticos y riolíticos pertenecientes al grupo Calipuy.

Regionalmente ocurre una peneplanización y depósitos de rocas volcánicas ácidas tipo “Ignimbritas” tobas y aglomerados de composición riolítica que posteriormente han dado lugar a figuras conocidas como “Bosque de Rocas” datan del plioceno.

**Figura 3: Plano geológico distrital -Área de Planeamiento Animon.**



Fuente: Área de Planeamiento Animon.

### **2.4.3.3. Geología Local:**

La mina Animon está emplazada dentro de rocas sedimentarias pertenecientes a la Formación Casapalca “Capas Rojas” distinguen dos formaciones: Inferior y Superior

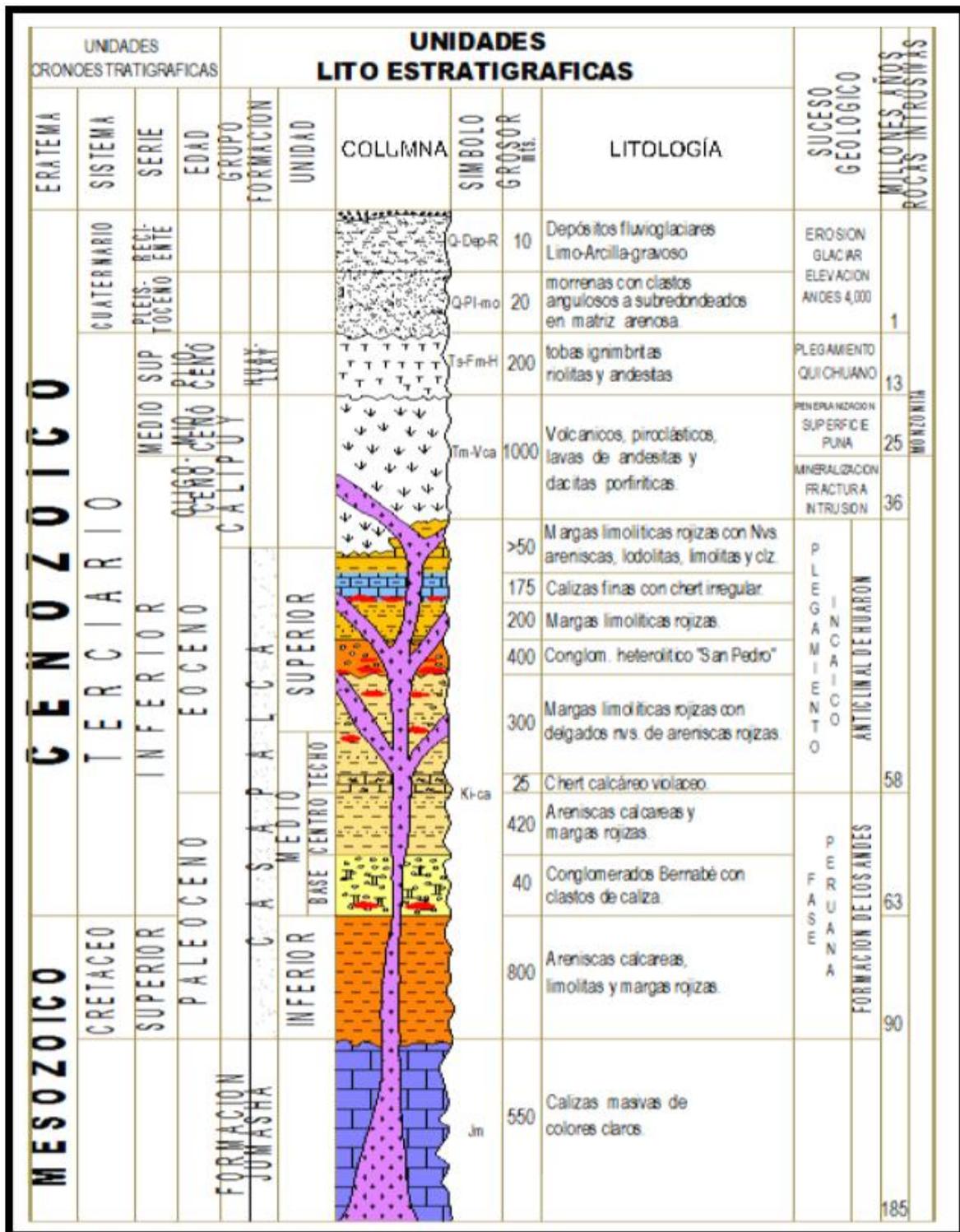
- Formación Inferior: Estada formado por tres unidades, son las siguientes:

- Unidad Inferior: Formado por margas y areniscas, se ubica en la parte central y profunda del anticlinal con una potencia de 800 metros.
- Unidad Media: Aflora en el Flanco Este del anticlinal es continua por varios kilómetros, se distingue tres horizontes con potencia 485 metros, se divide en los siguientes horizontes:
  - o Horizonte Base: Conformado por el Conglomerado Bernabé, potencia 40m
  - o Horizonte Central: Conformado por Areniscas y margas rojas, potencia 420m
  - o Horizonte Techo: Conformado por el Chert Calcáreo, potencia 25 m
- Unidad Superior: Aflora en el Flanco Este del anticlinal es continua por varios kilómetros, se distingue tres horizontes con potencia 485 metros, se divide en los siguientes horizontes: En la base tiene 5 niveles de conglomerados que alcanza un grosor de 80 m, sigue una secuencia de Areniscas moradas y niveles Calcáreos, tiene un grosor total de 300 metros.
- Formación Superior: Tiene un grosor de 800 metros, es la única masa rocosa presente en ambos flancos del anticlinal.

#### **2.4.3.4. Estratigrafía:**

La formación Casapalca en el área mineralizada forma estructuralmente un anticlinal simétrico con suave plunge hacia el norte. Las Rocas que conforman Casapalca se dividen en tres sectores: a la base una secuencia de margas rojizas de naturaleza masiva de estratificación gruesa, en el centro una segunda secuencia de margas abigarradas intercaladas con areniscas, y en la parte superior una tercera secuencia de calizas margozas y lutitas evidentemente de naturaleza continental que culminan la secuencia. Se muestra a continuación la columna estratigráfica:

Figura 4: Columna Estratigráfica- Área de Planeamiento Animon.



Fuente: Área de Planeamiento Animon.

#### 2.4.3.5. Geología Económica:

La mineralización polimetálica más importante de Animon se encuentra alojada en un sistema de fracturas tensionales desarrolladas en el sector Este donde se ubica la veta Principal, y en segundo lugar la veta Andalucía además de otras menores que localmente forman arreglos sigmoideos mayormente con la primera. El otro ámbito de mineralización importante en Animon se ubica en el sector oeste donde destacan dos vetas de similar orientación control y envergadura, la veta María Rosa y la veta Ramal 85, entre las cuales se desarrollaron otras de evidente generación tensional como son veta Lorena, veta Elva, veta Milagros.

La veta más importante de Mina Animon es veta Principal, de rumbo E-W y buzamiento de 65 a 75 grados al norte, con casi 2km de largo, 600 m reconocidos de profundización actual y potencia que va desde 0.50 m hasta 12 metros de ancho, presenta clavos subsecuentes de excelente relleno mineral que también varía en su longitud presentando en la parte central y profunda el sector más desarrollado de mineral masivo de esfalerita y en el sector, este dominio de mineralización en carbonatos con valores interesantes de Pb-Ag.

La segunda veta más importante de Mina Animon es veta Janeth, de rumbo E-W y buzamiento de 65 grados al sur, con casi 900m de largo, y 400 m de profundización actual y potencia que va desde 0.50 m hasta 7 metros de ancho, presenta relleno mineral de



## **2.4.3.6. Recursos Minerales**

### **2.4.3.6.1. Metodología de Estimación de Recursos:**

El objetivo de la estimación de recursos es buscar la mejor estimación de ley y tonelaje de las estructuras mineralizadas y, en el proceso, determinar los errores probables de la estimación con cierto nivel de confianza. La estimación dependerá de la calidad, cantidad y distribución espacial de las muestras, así como también del grado de continuidad de la mineralización.

La estimación de recursos se inicia con la recopilación de los datos provenientes del muestreo de las perforaciones diamantinas de exploración y/o del muestreo de los canales en las galerías de explotación. Con esta información se inicia la interpretación geológica a partir de vistas en sección y en planta. Durante este proceso se consideran factores importantes como la alteración, litología y los controles estructurales que nos ayudarán a la identificación de dominios importantes para realizar una estimación adecuada. Los resultados finales de la interpretación geológica son el sólido de la estructura mineralizada a ser estimada y el sólido de las unidades litológicas presentes en el yacimiento. Luego de construir los sólidos de las estructuras mineralizadas se realiza el análisis exploratorio de los datos.

El análisis exploratorio de los datos se inicia con el análisis estadístico de los datos de muestreo a través de gráficos de cajas, histogramas, curvas de probabilidad, dispersión, contacto, etc. Este análisis se realiza con la información de muestreo original, la información acotada y la información compositada. Este proceso nos permite caracterizar estadísticamente la información, lo cual nos ayudará a documentar y entender la relación entre las variables, revelar y caracterizar la continuidad espacial de las mismas, identificar y definir dominios de estimación y, finalmente, identificar y caracterizar las muestras con valores extremos. Luego de concluido el análisis estadístico se procede a realizar un análisis geoestadístico. El análisis geoestadístico se soporta en los gráficos de variogramas los cuales nos indican el alcance hasta donde las muestras guardan correlación entre ellas y por ende nos permiten encontrar la dirección preferencial de la mineralización. Este análisis se realiza en cada combinación entre las variables a estimar y los dominios de estimación establecidos. Luego de finalizar el análisis exploratorio de los datos se procede a elaborar el plan de estimación.

El plan de estimación establece la estrategia a seguir para la interpolación de las variables en el modelo de bloques. En él se establece cuáles serán los métodos de estimación, los rangos de búsqueda y limitaciones en la

cantidad de compósitos a utilizar. La selección del método de estimación dependerá del soporte y la cantidad de información disponible las cuales son medibles a través de indicadores como el efecto pepita\* y el coeficiente de variación.

Con el plan de estimación se procede a realizar la estimación de las leyes en los bloques a partir de la información de los compósitos. Estas estimaciones son validadas visualmente y a través de la revisión del sesgo local y global con el uso de gráficos de histograma, dispersión y swath plot\* nos indicará si es necesario realizar ajustes en los rangos de búsqueda y en el número de compósitos utilizados.

Luego de realizada la estimación, la clasificación de recursos se realiza utilizando el criterio de la malla de perforación.

#### **2.4.3.6.2. Inventario de recursos Mina Animon:**

Los recursos minerales estimados en la Mina Animon al 31 de diciembre de 2016 ascienden a 3 337,528 t de mineral medido con leyes de 9.92% de Zn, 2.91% de Pb, 0.28% de Cu y 3.60 oz/t de Ag, 4 793,082 t de mineral indicado con leyes de 8.46% de Zn, 2.65% de Pb, 0.25% de Cu y 3.20 oz/t de Ag y 12 743,595 t de mineral inferido con leyes de 6.88% de Zn, 2.12% de Pb, 0.18% de Cu y 2.57 oz/t de Ag.

**Tabla 2: Inventario de Recursos minerales de la Mina Animon**

CATEGORÍA	TM Recursos	A.V (m)	% Zn	% Pb	% Cu	Oz Ag
MEDIDO	3,337,528	3.18	9.92	2.91	0.28	3.60
INDICADO	4,793,082	3.17	8.46	2.65	0.25	3.20
INFERIDO	12,734,595	2.79	6.88	2.12	0.18	2.57
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>20,865,205</b>	<b>2.94</b>	<b>7.73</b>	<b>2.37</b>	<b>0.22</b>	<b>2.88</b>

Fuente: Mina Animon- Área de planeamiento Animon

### 2.4.3.6.3. Inventario de recursos por tipo de estructuras Mina

#### Animon:

Los recursos minerales, medidos e indicados, estimados en la Mina Animon provienen de dos tipos de estructuras: Vetas y cuerpos. De dichos tipos de estructuras, las vetas representan un 96% con 7 804,746 t, los cuerpos un 4% con 325,864 t como se detalla en la

**Tabla 3: Inventario de recursos minerales por tipo de estructuras**

TIPO DE ESTRUCTURA	TONELAJE (t)	DISTRIBUCIÓN (%)
VETA	7,804,746	96%
CUERPO	325,864	4%
<b>TOTAL</b>	<b>8,130,610</b>	<b>100%</b>

Fuente: Área de Planeamiento Animon.

El detalle de los recursos medidos e indicados que son vetas y cuerpos es mostrado detalladamente en la tabla siguiente.

**VETAS MEDIDO**

<b>ESTRUCTURA</b>	<b>TM Recursos</b>	<b>AV</b>	<b>% Zn</b>	<b>% Pb</b>	<b>% Cu</b>	<b>Oz Ag</b>
V. JANETH	464,784	3.16	7.80	3.26	0.30	3.96
V. SPLIT JANETH	37,490	3.40	10.95	2.80	0.18	4.28
V. PRINCIPAL	14,838	1.63	22.13	0.31	0.22	2.39
V. PRINCIPAL NW	114,707	2.77	14.26	2.45	0.29	2.75
V. CARMEN	209,201	2.52	12.43	1.45	0.23	3.34
V. MARIA ROSA	113,553	3.37	8.61	6.52	0.50	4.68
V. MARIA ROSA OESTE	39,651	1.90	10.12	6.33	0.53	6.80
V. SPLIT MARIA ROSA	87,577	3.87	10.47	7.07	0.52	5.22
V. RAMAL 85	164,857	5.46	5.73	1.99	0.17	3.54
V. OFELIA	172,534	4.89	4.74	0.76	0.13	3.87
V. RAMAL PISO PRINCIPAL	60,849	2.90	10.42	0.66	0.10	2.22
V. GISELA	31,329	1.92	18.86	3.94	0.61	4.11
V. JANETH PISO	-	-	-	-	-	-
V. ELVA	61,403	1.62	10.77	3.29	0.26	2.05
V. ELVA ESTE	11,017	2.02	26.14	0.95	0.11	6.94
V. ELVA PISO	55,866	2.68	10.47	3.83	0.20	3.52
V. ELVA TECHO	26,600	2.21	15.32	1.51	0.15	3.03
V. QUIMACOCHA	-	-	-	-	-	-
V. ANDALUCIA	-	-	-	-	-	-
V.SPLIT PRINCIPAL 225	114,595	2.56	8.71	1.27	0.11	1.94
V. SPLIT PRINCIPAL 225 PISO	18,764	1.95	8.35	1.07	0.07	1.73
V. ANDALUCIA 120	116,149	1.63	12.61	6.10	0.70	4.81
V. ANDALUCIA 120 TECHO	-	-	-	-	-	-
V. SPLIT ANDALUCIA 120 TECHO	-	-	-	-	-	-
V. LORENA	107,353	3.94	7.16	1.77	0.16	3.21
V. RAMAL PISO LORENA	111,471	4.71	8.40	2.08	0.28	4.04
V. RAMAL PISO 1 LORENA	12,896	2.73	7.50	6.38	0.40	5.16
V. SPLIT NW 01 CARMEN	209,702	2.45	8.06	3.86	0.36	2.95
V. KARINA I	166,129	1.85	20.24	1.19	0.21	2.95
V. RAMAL TECHO KARINA I	17,623	1.46	20.37	0.68	0.13	2.54
V. SPLIT KARINA I	-	-	-	-	-	-
V. SPLIT NE CARMEN	43,874	2.28	14.34	0.53	0.09	2.60
V. ARACELI	-	-	-	-	-	-
V. RAMAL PISO 3 PRINCIPAL	236,185	2.59	10.09	3.53	0.32	3.62
V. RAMAL TECHO 5 PRINCIPAL	12,395	2.44	9.38	3.47	0.49	2.82
V. RAMAL TECHO PRINCIPAL	-	-	-	-	-	-
V. RAMAL TECHO LORENA	70,665	2.58	5.85	3.69	0.27	4.62
V. LOURDES	-	-	-	-	-	-
V. RAMAL TECHO GISELA	24,421	2.82	7.04	3.76	0.40	3.72
V. 15	68,808	4.27	6.20	4.24	0.34	2.21
V. MARTHITA	-	-	-	-	-	-
V. CAROLA	-	-	-	-	-	-
V. CLAUDIA	-	-	-	-	-	-
V. KARINA II	11,067	2.56	11.01	2.67	0.36	2.67
V. PRINCIPAL OESTE	39,552	1.65	13.95	0.60	0.13	2.70
V. PAOLA	19,172	3.62	10.58	3.43	0.28	2.18
V. RAMAL OFELIA PISO	52,240	2.20	13.98	2.33	0.24	2.82
V. TERESA	16,656	2.04	11.63	1.61	0.12	3.70
V. MILAGROS	15,898	2.06	13.97	0.90	0.13	2.45
V. MARIELA	-	-	-	-	-	-
V. RAMAL PISO CARMEN	9,864	1.24	17.45	0.45	0.15	3.01
V. ELISA	-	-	-	-	-	-
V. KATTY	-	-	-	-	-	-
V. RAMAL TECHO 15	-	-	-	-	-	-
V. RAMAL TECHO CARMEN	-	-	-	-	-	-
V. RAMAL TECHO 03 ELVA	9,730	1.18	15.50	0.95	0.14	2.03
V. NOR ESTE	-	-	-	-	-	-
V. AUREA	-	-	-	-	-	-
V. MAGALY	-	-	-	-	-	-
V. RAMAL PISO MARIA ROSA	3,325	1.28	13.33	0.55	0.07	3.68
V. KRISTEL	-	-	-	-	-	-
V. RAMAL TECHO OESTE PRINCIPAL	-	-	-	-	-	-
V. SAN PEDRO	-	-	-	-	-	-
V. TRINIDAD	-	-	-	-	-	-
V. JENNY	29,206	2.28	8.89	5.87	0.63	1.83
V. MABEL	-	-	-	-	-	-
V. GAVIA	-	-	-	-	-	-
V. MELISA	-	-	-	-	-	-
V. JESICA	-	-	-	-	-	-
V. GABY	-	-	-	-	-	-
V. FILOMENA	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>3,203,997</b>	<b>3.01</b>	<b>10.13</b>	<b>2.91</b>	<b>0.29</b>	<b>3.51</b>

## VETAS INDICADO

ESTRUCTURA	TM Recursos	AV	% Zn	% Pb	% Cu	Oz Ag
V. JANETH	252,111	3.69	6.81	2.85	0.29	3.77
V. SPLIT JANETH	53,131	2.75	9.10	3.17	0.16	3.63
V. PRINCIPAL	42,141	1.88	12.40	0.20	0.34	2.08
V. PRINCIPAL NW	402,710	3.09	10.03	1.86	0.31	2.79
V. CARMEN	165,684	2.38	11.61	1.78	0.25	3.56
V. MARIA ROSA	104,031	2.61	7.81	6.13	0.41	4.35
V. MARIA ROSA OESTE	46,870	1.55	9.40	4.57	0.41	5.71
V. SPLIT MARIA ROSA	36,150	2.23	10.44	6.74	0.59	5.48
V. RAMAL 85	171,683	4.60	4.83	1.94	0.15	3.37
V. OFELIA	237,697	4.90	3.66	0.75	0.11	3.40
V. RAMAL PISO PRINCIPAL	71,795	2.64	9.30	0.72	0.11	1.96
V. GISELA	374,191	2.33	9.46	3.21	0.29	2.72
V. JANETH PISO	14,887	1.80	8.53	2.37	0.48	4.21
V. ELVA	85,633	1.54	12.69	2.56	0.24	2.04
V. ELVA ESTE	18,269	2.25	24.99	0.70	0.14	5.42
V. ELVA PISO	63,484	2.92	11.01	3.35	0.21	3.32
V. ELVA TECHO	21,649	2.00	12.52	1.72	0.15	3.03
V. QUIMACocha	225,602	9.51	2.87	1.48	0.06	4.31
V. ANDALUCIA	-	-	-	-	-	-
V. SPLIT PRINCIPAL 225	120,759	2.33	7.53	1.10	0.11	1.94
V. SPLIT PRINCIPAL 225 PISO	6,747	1.28	11.18	0.89	0.05	1.34
V. ANDALUCIA 120	300,354	1.34	9.12	4.39	0.48	3.16
V. ANDALUCIA 120 TECHO	20,283	1.17	12.53	5.88	0.56	1.82
V. SPLIT ANDALUCIA 120 TECHO	9,997	0.69	17.08	13.10	0.62	3.05
V. LORENA	103,557	3.52	7.24	1.90	0.16	2.92
V. RAMAL PISO LORENA	137,352	4.36	5.37	1.70	0.22	4.10
V. RAMAL PISO 1 LORENA	19,142	2.73	8.03	5.13	0.41	4.44
V. SPLIT NW 01 CARMEN	89,236	1.54	8.16	3.95	0.31	3.11
V. KARINA I	173,013	1.68	12.70	1.15	0.20	2.27
V. RAMAL TECHO KARINA I	23,951	1.30	21.31	0.57	0.12	2.37
V. SPLIT KARINA I	8,119	0.82	15.50	2.48	0.32	1.76
V. SPLIT NE CARMEN	34,920	2.16	13.77	1.52	0.25	2.43
V. ARACELI	-	-	-	-	-	-
V. RAMAL PISO 3 PRINCIPAL	380,060	2.70	9.14	3.10	0.28	3.37
V. RAMAL TECHO 5 PRINCIPAL	17,195	2.15	10.03	3.65	0.52	2.84
V. RAMAL TECHO PRINCIPAL	-	-	-	-	-	-
V. RAMAL TECHO LORENA	85,735	2.79	5.59	3.90	0.25	4.79
V. LOURDES	10,419	2.33	6.08	0.27	0.03	0.80
V. RAMAL TECHO GISELA	66,549	2.34	6.20	2.73	0.27	2.45
V. 15	103,463	3.68	4.90	3.55	0.24	1.70
V. MARTHITA	32,057	1.19	9.62	5.12	0.38	4.21
V. CAROLA	71,118	3.48	6.44	3.33	0.22	2.06
V. CLAUDIA	-	-	-	-	-	-
V. KARINA II	21,646	2.34	10.96	2.94	0.35	2.66
V. PRINCIPAL OESTE	54,671	1.47	12.27	0.88	0.15	2.13
V. PAOLA	26,447	4.02	7.11	2.43	0.22	1.64
V. RAMAL OFELIA PISO	85,277	1.58	13.40	1.85	0.20	2.47
V. TERESA	27,958	1.95	10.23	1.86	0.10	3.37
V. MILAGROS	26,424	2.54	12.27	0.99	0.16	2.26
V. MARIELA	-	-	-	-	-	-
V. RAMAL PISO CARMEN	10,890	1.13	14.66	0.52	0.13	2.49
V. ELISA	-	-	-	-	-	-
V. KATTY	-	-	-	-	-	-
V. RAMAL TECHO 15	-	-	-	-	-	-
V. RAMAL TECHO CARMEN	2,039	0.81	14.47	0.46	0.07	1.95
V. RAMAL TECHO 03 ELVA	8,149	1.34	14.67	1.06	0.08	2.24
V. NOR ESTE	5,790	0.62	17.05	9.15	1.19	6.26
V. AUREA	-	-	-	-	-	-
V. MAGALY	-	-	-	-	-	-
V. RAMAL PISO MARIA ROSA	2,475	0.79	15.24	0.52	0.09	2.80
V. KRISTEL	2,359	2.43	10.61	4.06	0.21	2.99
V. RAMAL TECHO OESTE PRINCIPAL	-	-	-	-	-	-
V. SAN PEDRO	-	-	-	-	-	-
V. TRINIDAD	-	-	-	-	-	-
V. JENNY	32,455	2.53	9.33	5.88	0.58	2.04
V. MABEL	-	-	-	-	-	-
V. GAVIA	-	-	-	-	-	-
V. MELISA	31,994	1.97	7.78	3.33	0.19	1.98
V. JESICA	11,971	1.92	6.98	3.76	0.32	6.79
V. GABY	44,570	1.17	8.92	4.80	0.42	1.95
V. FILOMENA	3,890	2.36	7.21	5.32	0.65	3.07
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>4,600,750</b>	<b>3.04</b>	<b>8.61</b>	<b>2.63</b>	<b>0.26</b>	<b>3.13</b>



**VETAS INFERIDOS**

<b>ESTRUCTURA</b>	<b>TM Recursos</b>	<b>AV</b>	<b>% Zn</b>	<b>% Pb</b>	<b>% Cu</b>	<b>Oz Ag</b>
V. JANETH	506,571	2.72	3.99	2.24	0.20	3.15
V. SPLIT JANETH	224,304	1.96	6.61	1.54	0.18	3.95
V. PRINCIPAL	59,755	2.24	6.60	0.18	0.19	1.39
V. PRINCIPAL NW	886,501	2.92	6.88	1.75	0.23	2.42
V. CARMEN	236,410	1.89	9.30	1.31	0.23	3.60
V. MARIA ROSA	169,285	2.08	6.81	5.52	0.30	3.72
V. MARIA ROSA OESTE	64,329	1.43	10.41	4.41	0.37	5.42
V. SPLIT MARIA ROSA	42,932	1.91	9.34	6.32	0.49	5.75
V. RAMAL 85	253,559	4.00	6.23	2.26	0.14	3.51
V. OFELIA	587,119	6.19	3.02	0.66	0.08	2.97
V. RAMAL PISO PRINCIPAL	63,219	1.96	8.13	0.80	0.14	2.00
V. GISELA	192,749	1.91	7.47	2.62	0.17	2.03
V. JANETH PISO	239,635	2.24	4.92	1.02	0.21	2.14
V. ELVA	109,477	1.51	10.36	1.97	0.21	2.04
V. ELVA ESTE	49,984	2.12	18.49	0.59	0.10	2.24
V. ELVA PISO	91,211	2.54	9.40	1.96	0.15	3.34
V. ELVA TECHO	32,697	1.53	15.40	3.21	0.14	3.42
V. QUIMACOCHA	783,716	3.79	2.01	1.01	0.02	1.52
V. ANDALUCIA	537,352	1.69	8.13	4.81	0.25	1.49
V.SPLIT PRINCIPAL 225	630,787	2.81	7.73	1.07	0.09	1.80
V. SPLIT PRINCIPAL 225 PISO	57,115	0.95	11.72	1.52	0.09	1.58
V. ANDALUCIA 120	492,325	1.28	8.36	3.02	0.34	2.62
V. ANDALUCIA 120 TECHO	157,860	1.64	12.32	4.52	0.43	1.88
V. SPLIT ANDALUCIA 120 TECHO	105,491	2.05	15.69	3.73	0.34	2.55
V. LORENA	116,505	2.41	8.18	2.39	0.24	3.79
V. RAMAL PISO LORENA	128,319	3.21	5.58	2.13	0.22	4.05
V. RAMAL PISO 1 LORENA	17,284	2.69	7.50	4.56	0.34	3.44
V. SPLIT NW 01 CARMEN	151,859	1.82	6.07	2.07	0.18	2.85
V. KARINA I	250,573	1.68	11.40	1.60	0.21	2.98
V. RAMAL TECHO KARINA I	55,787	1.16	22.63	0.48	0.11	2.22
V. SPLIT KARINA I	19,351	0.79	11.16	4.57	0.26	3.30
V. SPLIT NE CARMEN	66,389	1.96	13.80	0.77	0.16	2.11
V. ARACELI	363,454	2.20	5.20	2.40	0.16	2.82
V. RAMAL PISO 3 PRINCIPAL	907,286	2.20	9.01	2.92	0.28	3.16
V. RAMAL TECHO 5 PRINCIPAL	51,025	2.51	8.46	2.63	0.42	2.03
V. RAMAL TECHO PRINCIPAL	400,947	1.33	5.22	1.63	0.20	2.58
V. RAMAL TECHO LORENA	180,046	2.38	5.37	3.44	0.21	3.28
V. LOURDES	158,846	3.34	9.83	0.56	0.07	1.20
V. RAMAL TECHO GISELA	276,340	2.15	5.91	2.59	0.15	2.37
V. 15	157,476	3.23	4.70	3.05	0.19	1.93
V. MARTHITA	60,806	1.22	9.61	4.62	0.36	3.89
V. CAROLA	324,702	2.78	3.99	2.23	0.15	1.66
V. CLAUDIA	20,989	3.52	7.38	3.64	0.15	3.44
V. KARINA II	141,112	2.01	7.29	2.72	0.31	2.23
V. PRINCIPAL OESTE	180,926	1.99	6.89	0.57	0.10	1.61
V. PAOLA	22,081	3.24	10.74	2.46	0.33	1.76
V. RAMAL OFELIA PISO	147,844	0.96	18.43	1.43	0.24	2.52
V. TERESA	37,032	1.93	7.64	2.28	0.09	3.26
V. MILAGROS	34,567	2.47	11.12	1.06	0.16	1.88
V. MARIELA	25,964	1.29	8.18	0.62	0.05	1.00
V. RAMAL PISO CARMEN	41,798	0.80	22.23	0.65	0.33	4.09
V. ELISA	23,488	2.80	12.46	2.83	0.38	2.77
V. KATTY	17,121	1.71	5.68	2.63	0.27	4.54
V. RAMAL TECHO 15	17,326	2.52	4.08	3.33	0.16	2.97
V. RAMAL TECHO CARMEN	194,614	1.66	8.97	0.89	0.08	2.96
V. RAMAL TECHO 03 ELVA	7,619	0.63	16.72	0.27	0.12	2.23
V. NOR ESTE	6,884	1.01	6.94	7.80	0.48	13.10
V. AUREA	12,280	1.17	6.02	1.74	0.25	2.33
V. MAGALY	281,364	4.81	2.35	1.48	0.09	2.82
V. RAMAL PISO MARIA ROSA	3,108	1.74	7.15	1.20	0.10	5.68
V. KRISTEL	4,142	2.26	10.16	3.53	0.20	2.92
V. RAMAL TECHO OESTE PRINCIPAL	2,280	1.16	9.64	0.28	0.08	1.83
V. SAN PEDRO	1,850	1.00	6.42	6.13	0.26	4.20
V. TRINIDAD	561	0.69	13.50	3.19	0.59	4.45
V. JENNY	99,887	1.95	8.41	3.14	0.35	1.65
V. MABEL	165,967	2.59	7.00	0.76	0.06	1.69
V. GAVIA	139,508	3.68	4.11	1.18	0.11	0.92
V. MELISA	38,352	1.59	6.88	2.87	0.18	1.94
V. JESICA	17,505	1.23	7.39	5.21	0.35	5.80
V. GABY	97,394	0.98	11.06	3.44	0.25	1.85
V. FILOMENA	3,572	1.55	6.45	2.74	0.33	19.19
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>12,048,513</b>	<b>2.58</b>	<b>7.08</b>	<b>2.13</b>	<b>0.19</b>	<b>2.54</b>



- Inaccessibilidad (Mining).

Los factores aplicados en la mina Animon son resumidos en la siguiente.

**Tabla 4: Factores aplicados en Mina Animon**

Factores modificadores	Valor	Detalle
Método de minado	OCF, SLS	OCF = Corte y relleno ascendente - Breasting SLS = Tajeo por subniveles - AVOCA
Dilución	42.00%	Promedio - ELOS + Dilución geométrica.
Recuperación	97.00%	Promedio - No considera los puentes, pilares e inaccesibles.
Precios	Zn: 2200 US\$/t, Pb: 2000 US\$/t, Cu: 6500 US\$/t, Ag: 18 US\$/oz	Precios de largo plazo.
Términos comerciales	Variables de acuerdo al tipo de concentrado	Pagables, maquilas y deducciones por la venta de concentrados.
Recuperación metalúrgica	Con Zn: 94.79% Zn, 11.90% Ag - Con Pb: 90.80% Pb, 42.43% Ag - Con Cu: 40.71% Cu, 67.11% Ag.	Recuperación obtenida de cada elemento metálico en cada tipo de concentrado.
Factores NSR	Zn: 12.93 US\$/t/1%, Pb: 13.38 US\$/t/1%, Cu: 16.62 US\$/t/1%, Ag: 12.00 US\$/t/1oz	Valores de beneficio por unidad de ley de cada metal producido.
NSR Revenue	Variables de acuerdo a las leyes diluidas	Valor de beneficio por una tonelada de mineral.
NSR Cut off	OCF 55.94 US\$/t y SLS 50.96 US\$/t	Costos totales de la operación.

Fuente: Área de Planeamiento Animon.

#### 2.4.3.7. Inventario de Reservas

Las reservas minerales estimadas en la Mina Animon al 31 de diciembre de 2016 ascienden a 3 663,318 t de mineral probado con leyes de 6.13% de Zn, 1.74% de Pb, 0.17% de Cu y 2.21 oz/t de Ag, 5 985,034 t de mineral probable con leyes de 5.00% de Zn, 1.55% de Pb, 0.15% de Cu y 1.93oz/t de Ag. Esto hace un total de 9 648,352 t de reservas con leyes de 5.43% de Zn, 1.63% de Pb, 0.16% de Cu y 2.04oz/t de Ag. Dichos valores son resumidos

**Tabla 5: Inventario de reservas probado y probable en el 2017**

CATEGORÍA	TMD (t)	A.V(m)	A.M(m)	ZN (%)	PB (%)	CU (%)	AG (oz/t)	DIL (%)	V.P.T (US\$/t)
PROBADO	3,663,318	3.22	4.02	6.13	1.74	0.17	2.21	40%	121.11
PROBABLE	5,985,034	3.36	4.25	5.00	1.55	0.15	1.93	43%	138.75
<b>TOTAL</b>	<b>9,648,352</b>	<b>3.31</b>	<b>4.16</b>	<b>5.43</b>	<b>1.63</b>	<b>0.16</b>	<b>2.04</b>	<b>42%</b>	<b>132.05</b>

Fuente: Área de Planeamiento Animon.

### 2.4.3.7.1. Inventario de Reservas por tipo de Estructura

Las reservas minerales estimadas en la Mina Animon provienen de dos tipos de estructuras: Vetas y cuerpos. De dichos tipos de estructuras, las vetas representan un 96% con 9 295,770 t y los cuerpos un 4% con 352,582 t, como se detalla.

**Tabla 6: Inventario de reservas por estructuras**

TIPO DE ESTRUCTURA	TONELAJE (t)	DISTRIBUCIÓN (%)
VETA	9,295,770	96%
CUERPO	352,582	4%
<b>TOTAL</b>	<b>9,648,352</b>	<b>100%</b>

Fuente: Área de Planeamiento Animon.

**Tabla 7: Inventario de reservas probado + probable en cuerpos**

RESERVA DE MINERAL PROBADO - CUERPOS										
ESTRUCTURA	TMD (t)	A.V(m)	A.M(m)	ZN (%)	PB (%)	CU (%)	AG (oz/t)	DIL (%)	V.P.T (US\$/t)	APORTE (%)
Cuerpo Karina	35,481	4.77	5.24	4.15	2.80	0.14	5.00	26%	152.03	25.29%
Cuerpo Karina IV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuerpo Ramal Karina	37,022	2.60	3.75	2.94	2.43	0.07	2.65	44%	98.09	26.39%
Cuerpo San Pedro	16,695	11.04	11.06	4.49	1.87	0.06	2.68	10%	105.84	11.90%
Cuerpo Techo 1 Karina	51,096	9.18	9.24	3.53	2.04	0.13	6.02	11%	139.87	36.42%
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>140,293</b>	<b>6.55</b>	<b>7.00</b>	<b>3.65</b>	<b>2.32</b>	<b>0.11</b>	<b>4.47</b>	<b>23%</b>	<b>127.87</b>	<b>100%</b>
RESERVA DE MINERAL PROBABLE - CUERPOS										
ESTRUCTURA	TMD (t)	A.V(m)	A.M(m)	ZN (%)	PB (%)	CU (%)	AG (oz/t)	DIL (%)	V.P.T (US\$/t)	APORTE (%)
Cuerpo Karina	50,877	3.47	4.00	3.81	2.38	0.13	4.63	28%	139.88	23.97%
Cuerpo Karina IV	13,498	3.85	4.41	5.03	2.62	0.07	1.96	22%	124.81	6.36%
Cuerpo Ramal Karina	57,262	2.86	3.84	3.01	2.61	0.06	2.27	39%	105.60	26.97%
Cuerpo San Pedro	49,105	10.58	10.64	3.77	1.58	0.06	2.31	17%	102.22	23.13%
Cuerpo Techo 1 Karina	41,546	6.51	6.83	3.14	1.98	0.12	5.06	22%	138.73	19.57%
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>212,288</b>	<b>5.57</b>	<b>6.07</b>	<b>3.53</b>	<b>2.20</b>	<b>0.09</b>	<b>3.37</b>	<b>27%</b>	<b>120.74</b>	<b>100%</b>

Fuente: Área de Planeamiento Animon.

### 2.4.3.7.2. Proceso de estimación

El proceso de estimación del mineral económico explotable se realiza utilizando la aplicación MSO (Mineable Shape Optimizer) del software CAE Datamine. Los factores modificadores como el precio de los metales, la recuperación minera, los términos comerciales y la recuperación metalúrgica son modelados previamente a través de secuencias de comandos. Los factores modificadores como la dilución, el cut off y los diseños por método de minado son ingresados, modelados y calculados en la aplicación MSO a través de un proceso de maximización.

**Figura 7: Factores modificadores**

MACRO	MSO
- Precio de los metales.	- NSR Cut Off.
- Factor de recuperación minera.	- Altura de tajo.
- Términos comerciales.	- Longitud de tajo.
- Factor de recuperación metalúrgica.	- Ancho mínimo de minado.
	- Ángulos mínimos de buzamiento.
	- Ángulos máximos de buzamiento.
	- Ángulos máximos de azimuth.
	- Factores de dilución (diseno + rotura).

Fuente el MEM

### 2.4.3.7.3. Inventario del mineral Económico Explotable

El mineral económico explotable en la Mina Animon al 31 de diciembre de 2016 asciende a 3 613,794 t de mineral medido con leyes de 6.18% de Zn, 1.73% de Pb, 0.17% de Cu y 2.20oz/t de Ag, 5 589,567 t de mineral indicado con leyes de 5.25% de Zn, 1.63% de Pb, 0.16% de Cu y 2.01 oz/t

de Ag, y 9 370,357 t de mineral inferido con leyes de 4.98% de Zn, 1.50% de Pb, 0.14% de Cu y 1.77oz/t de Ag. Esto hace un total de 18 573,719 t de mineral económico explotable con leyes de 5.30% de Zn, 1.58% de Pb, 0.15% de Cu y 1.93oz/t de Ag. Dichos valores son resumidos.

**Figura 8: Mineral explotable por estructuras**

<b>MINERAL ECONOMICAMENTE EXPLOTABLE</b>		
<b>TIPO DE ESTRUCTURA</b>	<b>TMD (t)</b>	<b>DISTRIB(%)</b>
VETAS	17,869,560	96%
CUERPOS	704,159	4%
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>18,573,719</b>	<b>100%</b>

Fuente: Área de Planeamiento Animon.

**Figura 9: Mineral económicamente explotable**

<b>MINERAL ECONOMICAMENTE EXPLOTABLE</b>									
<b>CATEGORIA</b>	<b>TMD</b>	<b>A.V(m)</b>	<b>A.M(m)</b>	<b>Zn(%)</b>	<b>Pb(%)</b>	<b>Cu(%)</b>	<b>Ag(oz/t)</b>	<b>Dil(%)</b>	<b>V.P.T (US\$/t)</b>
MEE Medido	3,613,794	3.13	4.22	6.18	1.73	0.17	2.20	41%	126.89
MEE Indicado	5,589,567	3.24	4.32	5.25	1.63	0.16	2.01	42%	123.22
<b>Total Medido + Indicado</b>	<b>9,203,362</b>	<b>3.20</b>	<b>4.28</b>	<b>5.62</b>	<b>1.67</b>	<b>0.16</b>	<b>2.08</b>	<b>42%</b>	<b>124.66</b>
MEE Inferido	9,370,357	2.69	3.96	4.98	1.50	0.14	1.77	58%	119.11
<b>Total general</b>	<b>18,573,719</b>	<b>2.94</b>	<b>4.12</b>	<b>5.30</b>	<b>1.58</b>	<b>0.15</b>	<b>1.93</b>	<b>50%</b>	<b>121.86</b>

Fuente: Área de Planeamiento Animon.

## 2.5. Geomecánica

Compañía Minera Chungar realizó el estudio geomecánico orientado a conocer las condiciones geomecánicas del ámbito de la concesión donde se encuentra la unidad Animon para determinar el método de explotación y el sistema de sostenimiento de la mina, con el fin de buscar los mejores estándares del minado subterráneo que sean seguro y eficiente.

La zona de estudio es emplazada en una secuencia alternada de rocas sedimentarias, principalmente de limo arcillas calcáreas, estas presentan gran heterogeneidad en cuanto a sus propiedades geológico ingenieriles.

#### **2.5.1. Investigaciones Básicas Mina Animon.**

El registro de la información geomecánica se efectuó a partir del mapeo geomecánico de la masa rocosa expuesta en las excavaciones de las labores mineras subterráneas y muestro sistemático de la masa rocosa que fueron ensayas en laboratorios especializados en Lima. Además de la información geológica de la mina Chungar.

#### **2.5.2. Aspectos litológicos.**

Las unidades litoestratigraficas que afloran en la región, están constituidos por rocas sedimentarias conocidos como “Capas Rojas” y plutones intrusivos denominados hipabisales. En la zona está presente las capas rojas pertenecientes al grupo Casapalca que se encuentra ampliamente distribuidas a lo largo de la cordillera occidental desde la divisoria continental hacia el Este, que está constituido por margas, areniscas y arcillitas de color rojizo o verde grisáceo en estratos delgados con algunos estratos de conglomerados y esporádicos horizontes de caliza y areniscas grises.

El Grupo Casapalca presentan dos ciclos de sedimentación: el más antiguo con potencia de 1,400 a 1500 m de grosor y el más joven de 800 a 900 m. La gradación de los clastos y su orientación indican que los materiales han venido del Este, probablemente de la zona actual ocupada por la Cordillera Oriental de los Andes.

### 2.5.3. Distribución de discontinuidades.

El yacimiento de Chungar está constituido por una diversidad de estructuras geológicas, las cuales varían desde estructuras de dimensiones medianas como, por ejemplo, el anticlinal de Huarón, hasta elementos pequeños como un plano de estratificación en un fragmento de roca. Las estructuras principales están compuestas por un conjunto otras estructuras pequeñas, las cuales han sido formadas por los procesos de sedimentación, intrusión magmática, deriva continental, así como por el ascenso y descenso del nivel de la superficie terrestre hasta el emplazamiento actual.

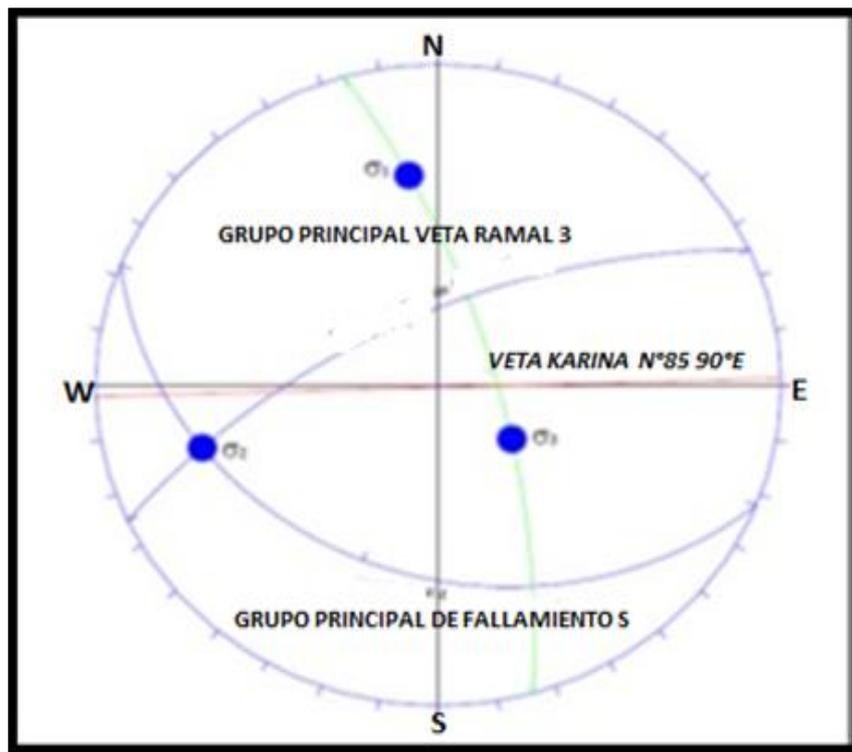
De la interpretación de todos los datos estructurales de las discontinuidades registradas durante el mapeo geomecánico de las distintas vetas, se muestra un resumen de estos resultados en la siguiente.

**Tabla 8: Principales sistemas de discontinuidades- Área de Planeamiento Geomecánica Animon.**

	Descripción	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Sistema 4
Veta Ramal	Rumbo / buzamiento	S85°E/63° NE	N6°W/52° NE	S89°E/64° SW	
Piso 3 Principal	Dirección de buzamiento / Buzamiento	365°/63°	84°/52°	181°/64°	
Veta Karina I	Rumbo / buzamiento	S21°E/77° SW	S2°E/41° SW	N46°E/49° SE	N2°W/60° SE
	Dirección de buzamiento / Buzamiento	249°/77°	268°/41°	136°/49°	178°/60°

Fuente: Área de Planeamiento Geomecánica Animon.

Figura 10: Grafico estructural discontinuidades Área de Planeamiento Geomecánica Animon.



Fuente: Área de Planeamiento Geomecánica Animon.

#### 2.5.4. Aspectos estructurales.

Para un mejor detalle mencionaremos las distintas estructuras geológicas, su ocurrencia en superficie y el grado de riesgo que demanda cada estructura:

##### a) *Pliegues:*

Las estructuras plegadas que formaron el anticlinal de Huarón, se debió a la compresión dentro de la corteza terrestre generada por el movimiento lateral de los continentes. Los estratos en la zona de compresión se pliegan en forma de estructuras corrugadas. Los plegamientos son provocados por esfuerzos muy fuertes.

Debido a la intensidad muy alta, las formaciones de roca se someten a esfuerzos superiores al límite elástico y se rompen. Este proceso ha generado en fallas geológicas transversales al plegamiento que han servido de vías para mineralización de Chungar. El plegamiento es una de las causas de las discontinuidades en las rocas. Un material plástico como la marga limo-arcillosa puede ajustarse por sí mismo a las distorsiones que se originan durante el plegamiento, se expande en las crestas de los pliegues y se adelgazará como resultado de la compresión en los flancos. Las rocas duras como los conglomerados, la marga roja y las areniscas tienen un comportamiento diferente, debido a que son cuerpos rígidos se fracturan, dando lugar a una gran cantidad de discontinuidades.

***b) Intrusiones de Roca:***

El relajamiento de las fuerzas tectónicas compresivas pre-intrusivas y la acción del rebote elástico concentrado a lo largo de la zona axial longitudinal y de la zona axial transversal (parte convexa del anticlinal flexionado) originaron zonas de tensión o de debilidad a lo largo de los cuales se produjeron rupturas en el anticlinal. Estas fracturas sirvieron posteriormente de canales de circulación y de precipitación de los fluidos ígneos de composición monzonita cuarcífera. Los diques axiales longitudinales muestran una duplicación en los afloramientos debido a la acción de fallas normales de edad post intrusiva y pre-mineral, las cuales se originaron durante el movimiento de ascensión de la parte central del anticlinal de doble hundimiento.

El ancho del dique longitudinal en superficie y en la parte central alcanza hasta 350 metros, en profundidad tienden a adelgazarse y a buzarse  $85^{\circ}$ - $88^{\circ}$  al oeste.

El dique transversal ha desplazado muy pocos metros a los horizontes litológicos y no han producido metamorfismo de contacto significativo en la roca encajonante.

***c) Fallas Geológicas:***

Cuando las rocas se pliegan por compresión o cuando se estiran por tensión pueden soportar una cierta cantidad de distorsión, pero finalmente se rompen. Las grietas producto de esta rotura en las rocas son las fallas geológicas. Las fallas están en estrecho vínculo con las fracturas principales que con frecuencia son paralelas. En una falla ha tenido que haber rompimiento y desplazamiento, mientras que en una fractura o diaclasa no ha habido movimiento a través del plano de discontinuidad.

Todas las fallas causan desplazamiento de las capas y generan material brechado con vacíos, que se les puede detectar con facilidad en el terreno.

Por lo general, sólo las fallas menores son suaves con un plano de falla pulido y con estriaciones; la zona donde se ha producido el movimiento principal es a menudo una masa de roca triturada que recibe el nombre de brecha de falla; dicha zona puede tener hasta muchos metros de ancho. Esta brecha de falla, fragmentada y triturada en la zona de falla, se meteoriza o altera con facilidad y contiene comúnmente muchos poros o espacios, los cuales se

rellenan con agua durante la temporada de lluvias o con agua subterránea si la zona es profunda o con aguas termales.

Las principales fallas observadas y mapeadas son de rumbo E-W, casi la mayoría de estas fallas han sido rellenados por soluciones mineralizantes, que conocemos como vetas y son las que se está explotando actualmente, son de distintas dimensiones en longitud y ancho. La mineralización ha permitido reforzar estas zonas de debilidad generando inclusive estructuras más competentes que la roca encajonante.

Las fallas geológicas principales se realizaron mediante dos familias pre-mineral: La familia o sistema transversal en dirección E-W y la familia o sistema longitudinal en la dirección N-S.

***d) Diaclasas:***

Las diaclasas son discontinuidades o planos de debilidad en las rocas duras; también se pueden encontrar en rocas suaves muy comprimidas como en las arcillas, margas y lutitas. Estos planos generan, comúnmente modelos geométricos regulares, de tal manera que cuando la roca se rompe en el frente, los fragmentos producen formas distintas que pueden ser: rectangulares, prismas con sección triangular, romboédricas y piramidales. La diferencia entre una diaclasa y una falla es que en la primera no ha habido movimiento a lo largo del plano de debilidad.

Cuando las rocas se someten a esfuerzos se generan modelos o sistemas de fracturas y, finalmente, ocurre algún movimiento a lo largo de las mismas dando origen a una falla. El proceso es similar a lo que sucede cuando los

metales se someten a esfuerzos superiores al límite elástico. Las diaclasas aparecen generalmente en grupos denominados sistemas o familias. Se pueden producir en las zonas adyacentes a la línea de charnela (línea donde se produce el cambio direccional) de los pliegues cuando los estratos son quebradizos.

La persistencia del diaclasamiento principal guarda paralelismo con las fallas geológicas de Rumbo E-W; se cuenta con tres sistemas principales y hasta dos aleatorias.

#### 2.5.5. Clasificación de la masa rocosa.

La clasificación geomecánica de la masa rocosa se realizó utilizando el criterio de Bieniawski de 1989 (RMR – Rock Mass Rating o Valorización del Masa Rocosa).

El criterio de Bieniawski (1989) modificado para esta evaluación a fin de clasificar a la masa rocosa, se presenta en la siguiente.

**Figura 11: Criterio para la clasificación de la masa rocosa**

TIPO DE ROCA	RANGO RMR	RANGO Q	CALIDAD SEGÚN RMR
II	> 60	> 5.92	Buena
III A	51 - 60	2.18 - 5.92	Regular A
III B	41 - 50	0.72 - 1.95	Regular B
IV A	31 - 40	0.24 - 0.64	Mala A
IV B	21 - 30	0.08 - 0.21	Mala B
V	< 21	< 0.08	Muy Mala

Fuente: Área de Planeamiento Geomecánica Animon.

La calidad de la masa rocosa en mina Animon es variable ya que se observa calidad desde Muy Mala – V hasta Regular B – III B.

### 2.5.6. Zonificación geomecánica de la masa rocosa

Para la zonificación geomecánica de la masa rocosa se han considerado los aspectos litológicos, geoestructurales y de calidad de la masa rocosa. A partir de la masa rocosa descrita, se ha determinado la zonificación respectiva tomando en consideración cada estructura mineralizada, en la Tabla 11 se presenta un resumen de la zonificación de la veta ramal piso 3 principal y Karina I.

**Tabla 9: Criterio para la clasificación de la masa rocosa**

	Descripción	Litología	RMR Promedio	Tipo de Roca
Veta Ramal Piso 3 Principal	Caja Piso Alejada	Marga Roja	35 - 45	IV A / III B (Mala A - Regular B)
	Caja Piso	Marga Gris	30 - 35	IV A (Mala A)
	Mineral	Veta	30	IV B (Mala B)
	Caja Techo	Marga Gris	30 - 35	IV A (Mala A)
	Caja Techo Alejada	Marga Roja	35 - 45	IV A / III B (Mala A - Regular B)
Karina I	Caja Piso	Marga Gris	25 - 35	IV B / IV A (Mala A - B)
	Mineral	Veta	35 - 40	IV A (Mala A)
	Caja Techo	Marga Gris	25 - 35	IV B / IV A (Mala B - A)
	Caja Techo Alejada	Marga Gris	25 - 35	IV B / IV A (Mala B - A)

Fuente: Área de Planeamiento Animon.

#### 2.5.6.1. Condición de agua subterránea.

La presencia del agua dentro de la masa rocosa, influye adversamente en las condiciones de estabilidad de las labores subterráneas. Su principal efecto es la presión que ejerce en las discontinuidades, disminuyendo la resistencia al corte y por tanto disminuyendo el factor de seguridad o grado de estabilidad, por ello es importante tomarlo en cuenta.

Según el estudio realizado y a medida que estamos profundizando se tiene presencia de aguas termales en la veta principal y veta Ramal Piso 3 Principal con aportes constates de

caudales al extremo Este. También se presenta filtraciones de los niveles superiores y aguas fósiles que se drenan a medida que profundizamos. Como consecuencia de todas estas filtraciones y afloramientos de agua, en las rampas de profundización se puede observar presencia de agua que continuamente está siendo bombeada.

La presencia de agua, son factores influyentes negativos en la calidad de la masa rocosa, más aún cuando se trata de terrenos de mala calidad principalmente en los tramos de roca marga gris que están en contacto de vetas o fallas geológicas. En ese sentido, el realizar trabajos de drenaje antes de realizar el laboreo, es una tarea que debe ser llevada cuidadosamente con el fin de minimizar la presencia de agua en sectores donde la masa rocosa es de mala calidad.

#### **2.5.7. Direcciones preferenciales de avance de las excavaciones.**

El principio básico geomecánico nos indica que la condición más favorable para la estabilidad es cuando se avanzan las excavaciones en forma perpendicular a las estructuras principales; de manera contraria, las condiciones más desfavorables para la estabilidad ocurren, cuando se avanzan las excavaciones en forma paralela a las estructuras principales.

Según la condición estructural de la masa rocosa de la Mina Animon y el arreglo estructural de las distintas vetas mineralizadas que son relleno de fallas geológicas, las direcciones preferenciales del avance normalmente están alineados en forma paralela a algunas de las principales discontinuidades,

adoptando una dirección que significa condiciones desfavorables para la estabilidad de las labores, por lo que hay que tomar medidas de control en el tema del sostenimiento y tiempo de auto soporte.

#### **2.5.8. Aberturas máximas de las excavaciones y sostenimiento.**

Las excavaciones han sido divididas en tres categorías: excavaciones permanentes, excavaciones temporales y tajeos.

##### ***a) Excavaciones permanentes:***

Dentro de este grupo de excavaciones se han considerado, por ejemplo: rampas, talleres de mantenimiento, estaciones de bombeo, comedores, polvorines, etc.

En lo posible estas excavaciones deben ser orientadas de forma perpendicular según las direcciones preferenciales de avance mencionadas anteriormente. En este tipo de excavaciones debe instalarse un sostenimiento también permanente, que sea capaz de soportar cargas adicionales, debidas a los cambios de las condiciones de esfuerzos a lo largo de la vida de la mina.

Las excavaciones permanentes deben ubicarse preferentemente en la caja piso alejado, por un tema de estabilidad y calidad de roca.

Las distintas variables adversas que afectan a la roca nos llevaron a evaluar cuál sería el sostenimiento apropiado para mina Animon, se consideró muchos parámetros para un adecuado diseño de sostenimiento, definiendo que la solución está en la propia roca, optamos por los elementos que trabajan dinámicamente dentro del macizo rocoso; estos fueron el Shotcrete y los pernos de compresión, con mucha ventajas técnico-económico favorables para nuestro

requerimiento; el Shotcrete se utiliza como elemento preventivo de soporte para el control de la relajación inicial del macizo, mientras que el perno como elemento definitivo de soporte, cuyas propiedades importantes son:

- Confinar al macizo rocoso a una presión constante de 300 bares, formando un arco de auto-soporte con la propia roca.
- Mantener en constante equilibrio la excavación, sin generar mayores relajaciones que pueden generar en derrumbes o caída de rocas.
- Permitir explotar el yacimiento a sección completa (independiente de los anchos de las vetas), con una mayor productividad y seguridad.
- Ampliar la malla de anclaje, mientras que con un perno de fricción la malla era de 1.2x1.2m, con el perno de compresión se amplió a una malla de 1.5x1.5m.
- Estandarizar la longitud de los pernos, Hydrabolt de 7 pies para secciones indicadas.

Considerando la clasificación de la masa rocosa del yacimiento, podemos establecer el tipo de sostenimiento para diferentes aberturas.

**Tabla 10: Sostenimiento para labores permanentes**

DOMINIO	RMR	SOSTENIMIENTO
DE - II	> 60	Pernos de Compresión 7" sistemáticos a 2.0 x 2.0 m (si se requiere instalar malla electrosoldada)
DE - IIIA	51 - 60	Shotcrete 2" + pernos de compresión 7" sistemáticos a 2.0 x 2.0 m o malla electrosoldada + pernos de compresión a 2.0 x 1.50 m
DE - IIIB	41 - 50	shotcrete 2" + pernos de compresión 7" sistemáticos a 1.70 x 1.70 m
DE - IVA	31 - 40	shotcrete 2" + pernos de compresión 7" sistemáticos a 1.50 x 1.50 m
DE - IVB	21 - 30	shotcrete 2" + Malla Electrosoldada+ pernos de compresión 7" sistemáticos a 1.30 x 1.30 m + shotcrete. 2"
DE - V	< 21	shotcrete 2" + Malla Electrosoldada+ pernos de compresión 7" sistemáticos a 1.30 x 1.30 m + shotcrete. 2" o Cimbras de 6"x6"x20"

Fuente: Área de Planeamiento Geomecánica Animon.

## b) Excavaciones temporales

Para el caso de estas labores asociadas al minado como acceso y tajeos en roca estéril o en mineral, en la siguiente tabla se presentan los estimados para el sostenimiento

**Tabla 11: Sostenimiento para labores temporales**

DOMINIO	RMR	SOSTENIMIENTO
DE - II	>60	Pernos de Compresión 7" sistemáticos a 2.0 x 2.0 m
DE - IIIA	51 - 60	Shotcrete 1.5" + pernos de compresión 7" sistemáticos a 2.0 x 2.0 m o malla electrosoldada + pernos de compresión a 2.0 x 1.50 m
DE - IIIB	41 - 50	shotcrete 2" + pernos de compresión 7" sistemáticos a 1.70 x 1.70 m
DE - IVA	31 - 40	shotcrete 2" + pernos de compresión 7" sistemáticos a 1.50 x 1.50 m (Adicionar drenes con pernos de fricción)
DE - IVB	21 - 30	shotcrete 2" + Malla Electrosoldada+ pernos de compresión 7" sistemáticos a 1.30 x 1.30 m + shotcrete. 1"
DE - V	<21	shotcrete 2" + Malla Electrosoldada+pernos de compresión 7" sistemáticos a 1.30x1.30m+ sht 2"(De Requerir Cimbras 1.5 x 1.5)

Fuente: Área de Planeamiento Geomecánica Animon.

## 2.6. Métodos de Explotación Subterránea

### 2.6.1. Corte y relleno

Es un método ascendente (realce). El mineral es arrancado por franjas horizontales y/o verticales empezando por la parte inferior de un tajo y avanzando verticalmente. Cuando se ha extraído la franja completa, se rellena el volumen correspondiente con material estéril (relleno), que sirve de piso de trabajo a los obreros y al mismo tiempo permite sostener las paredes, y en algunos casos especiales el techo.

#### Características del método

La explotación de corte y relleno puede utilizarse en yacimientos que presenten las siguientes características:

- Fuerte buzamiento, superior a los 50° de inclinación.

- Características físico-mecánicas del mineral y roca de caja relativamente mala (roca incompetente).
- Potencia moderada.
- Límites regulares del yacimiento.

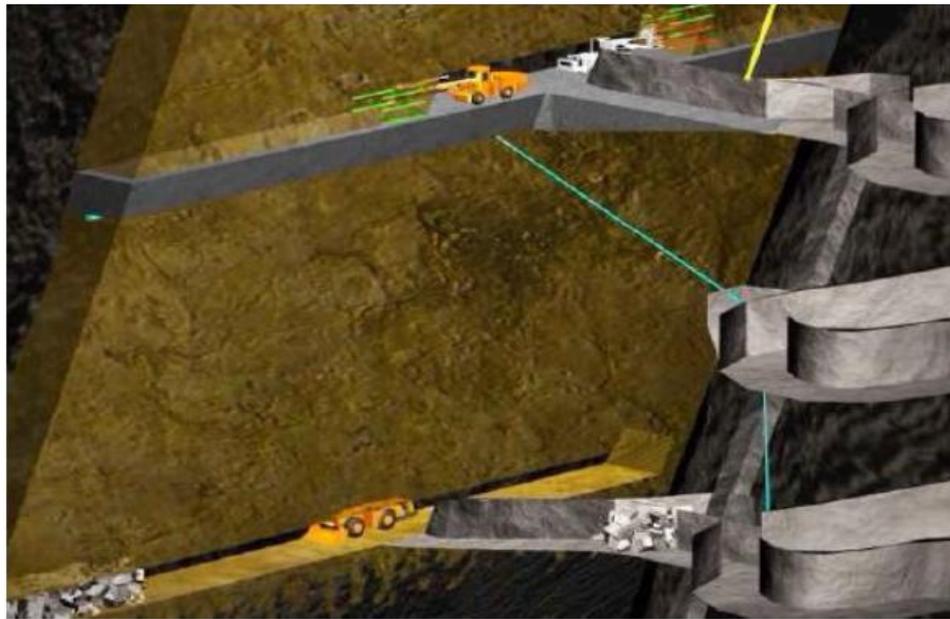
### **Ventajas**

- La recuperación es cercana al 100%.
- Es altamente selectivo, lo que significa que se pueden trabajar secciones de alta ley y dejar aquellas zonas de baja ley sin explotar.
- Es un método seguro.
- Puede alcanzar un alto grado de mecanización.
- Se adecua a yacimientos con propiedades físico-mecánicas incompetentes.

### **Desventajas**

- Costo de explotación elevado.
- Bajo rendimiento por la paralización de la producción como consecuencia del relleno.
- Consumo elevado de materiales de fortificación.

**Figura 12: Método de explotación por corte y relleno**



Fuente: MEM.

### **2.6.2. Cámaras y pilares**

El método de explotación Room and Pillar o también cámaras y pilares, consiste como su nombre lo indica, en la explotación de caserones separados por pilares de sostenimiento del techo. La recuperación de los pilares puede ser parcial o total, en este último caso, la recuperación va acompañada del hundimiento controlado del techo que puede realizarse junto con la explotación o al final de la vida del yacimiento, lógicamente el hundimiento del techo en este caso es totalmente controlado.

#### **Campo de aplicación del método**

Este método de explotación es aplicado ampliamente y en los últimos años se ha desarrollado bastante, debido a su bajo costo de explotación y a la vez que permite hasta cierto punto una explotación moderadamente selectiva. Los yacimientos que mejor se presentan para una explotación por Room and

Pillar, son aquellos que presentan un ángulo de manto bajo, aunque también es aplicable en yacimientos de manto entre  $30^\circ$  y  $40^\circ$ , es decir, en yacimientos de manto crítico, donde el mineral no puede escurrir por gravedad.

### **Ventajas**

- El método hasta cierto punto es selectivo, es decir zonas más pobres pueden no explotarse sin afectar mayormente la aplicabilidad del método.
- En yacimientos importantes puede llegarse a una mecanización bien completa lo que reduce ampliamente los costos de explotación.
- En yacimientos que afloran a la superficie puede hacerse todo el desarrollo y preparación por mineral, o en caso contrario los desarrollos por estéril pueden ser muy insignificantes.
- Permite la explotación sin problemas, de cuerpos mineralizados ubicados paralelamente y separados por zonas de estériles.
- La recuperación del yacimiento aun no siendo del 100 % puede llegarse a recuperaciones satisfactorias del orden del 80 a 90 %.

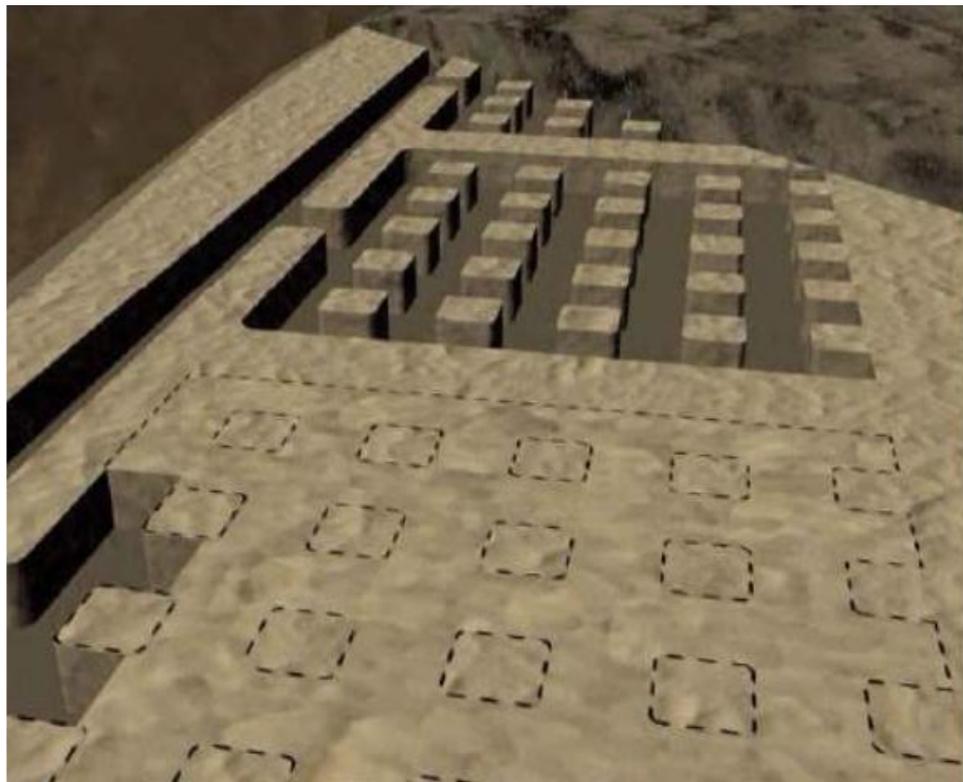
### **Desventajas**

- Si el yacimiento presenta una mineralización muy irregular, tanto en corrida como en potencia podría llegar a afectar la explotación, limitando mucho la planificación del método, como así mismo la perforación y provocar problemas de carguío sobre todo para posibles mecanizaciones.
- Problema de manto del yacimiento, cuando el manto está muy cerca del manto crítico ( $45^\circ$ ), se producen problemas para el movimiento del mineral en los caserones y aún este problema es más grave, si se trata de mantos

angostos. En el caso de mantos potentes hay problemas en la mecanización de la perforación lo que se traduce en dificultades de movilidad al usar el equipo pesado de perforación.

- Dilución de la ley: es un problema que es muy importante y que en casos de techos débiles puede ser causa que llegue a limitar la aplicación del método.

**Figura 13: Método de explotación de cámaras y pilares**



Fuente MEM

### **2.6.3. Método por subniveles**

**Sublevel Stopping** Este método se aplica preferentemente en yacimientos de forma tabular verticales o subverticales de gran espesor, por lo general superior a 10 m. Es deseable que los bordes o contactos del cuerpo mineralizados sean regulares. También es posible aplicarlo en yacimientos masivos o mantos de gran potencia, subdividiendo el macizo mineralizado en

caserones separados por pilares, que posteriormente se pueden recuperar. Tanto la roca mineralizada como la roca circundante deben presentar buenas condiciones de estabilidad; vale decir, deben ser suficientemente competentes o autosoportante.

### **Principios**

El sublevel stoping es un método en el cual se excava el mineral por tajadas verticales dejando el caserón vacío, por lo general de grandes dimensiones, particularmente en el sentido vertical. El mineral arrancado se recolecta en embudos o zanjas emplazadas en la base del caserón, desde donde se extrae según diferentes modalidades. La expresión “sublevel” hace referencia a las galerías o subniveles a partir de los cuales se realiza la operación de arranque del mineral.

### **Desarrollos**

Un nivel base o nivel de producción, consiste en una galería de transporte y estocadas de carguío que permiten habilitar los puntos de extracción. Embudos o zanjas recolectoras de mineral. Cuando se trata de una zanja continua a lo largo de la base del caserón – modalidad preferida en la actualidad – se requiere el desarrollo previo de una galería a partir de la cual se excava la zanja. Galerías o subniveles de perforación, dispuestos en altura según diversas configuraciones conforme a la geometría del cuerpo mineralizado.

Una chimenea o una rampa de acceso a los subniveles de perforación, emplazada en el límite posterior del caserón. Una chimenea a partir de la cual

se excava el corte inicial o cámara de compensación (slot) que sirve de cara libre para las primeras tronaduras de producción.

**Arranque** En la versión convencional se perforan tiros radiales (abanicos) a partir de los subniveles dispuestos para esos fines. Se trata de tiros largos (hasta unos 30 m) de 2 a 3 pulgadas de diámetro, perforados de preferencia con jumbos radiales electro-hidráulicos y barras de extensión.

### **Ventajas**

- Muy favorable para mecanización • Altamente eficiente o Hasta 110 ton / hombre turno • Tasa de producción moderada a alta (25.000 ton / mes) • Método seguro y fácil de ventilar • Recuperación sobre 90% • Dilución baja: < 20% • Perforación puede adelantarse • En operaciones grandes, tronaduras semanales son frecuentes turnos entrenados y eficientes • Mineral está disponible de inmediato al iniciarse la tronadura de producción

### **Desventajas**

- Intensivo en capital bastantes desarrollos antes de iniciar la producción • No selectivo • Ineficiente a bajas inclinaciones • Tronadura secundaria puede generar gases que vuelven al caserón

**Figura 14: Método de explotación por subniveles**



Fuente MEM

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método y alcance de la investigación**

##### **3.1.1. Tipo de estudio:**

El trabajo es de tipo de investigación aplicada ya que utiliza los conocimientos de trabajos ya realizados y comprobados, sistema de mejora de productividad y mayor eficiencia. Con esto trato de dar a conocer la relación que existe entre un buen sistema técnico económico de producción en las operaciones mineras subterráneas.

**De acuerdo a la Metodología para demostrar la hipótesis:** Es de nivel explicativo, ya que trata de exponer la relación e influencia que existe entre el sistema técnico económico de producción y método de explotación por subniveles.

### 3.1.2. Nivel de investigación: Descriptivo.

- **Método:** El Método Científico, que consiste en formular cuestiones o problemas sobre la realidad, con base en la observación de la realidad y la teoría ya existentes, en anticipar soluciones a estos problemas y en contrastarlas o verificar con la misma realidad estas soluciones a los problemas, mediante la observación de los hechos que ofrezca, la clasificación de ellos y su análisis.
- **Alcance de la investigación:** La presente como estudio de caso tiene como su alcance el hecho de estudiar una realidad determinada: la aplicación del método por subniveles en la mina Animon.

## 3.2. Diseño de la investigación

**Tipo de diseño:** El diseño de investigación es descriptivo porque se dedica a recolectar, ordenar, analizar y presentar un conjunto de datos, con el fin de describir apropiadamente las características de un estudio y las actividades del sistema de mejoramiento técnico económico en la productividad de las operaciones subterráneas.

- El diseño de investigación consistió en realizar acopio de data y trabajos anteriores en la aplicación del método por subniveles

### **3.3. Población y muestra**

#### **3.3.1. Población:**

El estudio se realizó en las labores mineras de las zonas de la veta Karina y Veta Ramal 3 en la mina Animon.

#### **3.3.2. Muestra:**

Como muestra de estudio, se consideró las zonas de la veta Karina y ramal 3 en la mina Animon.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.4.1. Técnicas utilizadas en la recolección de datos**

Las técnicas de recolección utilizadas son: la observación directa, la recopilación de datos en fichas o formatos de data pasada y actual de la Mina Animon.

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos han sido: formatos de evaluación para la aplicación del método por subniveles.

Y el instrumento para el procesamiento de datos se utilizará el programa Excel para la realización de cuadros.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1. Diagnostico Situacional Actual en la Mina Animon**

##### **4.1.1. Tajeos Mina Animon.**

En mina Animon, el minado que se realiza es corte y relleno ascendente (Breasting) y por subniveles con taladros largos con uso de relleno detrítico denominado Bench and Fill. Teniendo presente que las vetas son angostas, se han realizado los análisis para anchos de tajeos de 3.5m y alturas de bancos 8.50m. Los anchos de los tajeos vienen a ser el mismo ancho de los subniveles, consecuentemente la estabilidad del techo estará condicionada por la estabilidad de los subniveles. La estabilidad de los tajeos estará condicionada a la abertura expuesta de las cajas, es decir a la altura y longitud del tajo abierto, teniendo presente la calidad de la masa rocosa predominante de tipo IV A.

**Tabla 12: Dimensiones máximas de tajeos- longitud – Planeamiento Animon**

SUBLEVEL STOPING (T.L)	UND	PARÁMETROS
Altura de Banco	m	8.5
Longitud Máxima Abertura (LMA)	m	15
Buzamiento de Estructura	°	≥ 70°
Altura de Subnivel Superior	m	4
Altura de Subnivel Inferior	m	4
Ancho del Subnivel	m	3.5
Longitud de Disparo	m	5
Pilares Costillas	m	2.0 - 2.5
Radio Hidraulico		3.9
Puente de Seguridad	m	5

Fuente: Planeamiento Animon

Los resultados resumidos presentados en la Tabla N° 14 sustentan o avalan las dimensiones actuales de minado por Bench and Fill en mina Animon.

#### **A. Relleno.**

Para el caso de subniveles con taladros largos se recomienda y utiliza solo el relleno detrítico con pilares costillas.

#### **4.1.2 Método gráfico de Estabilidad**

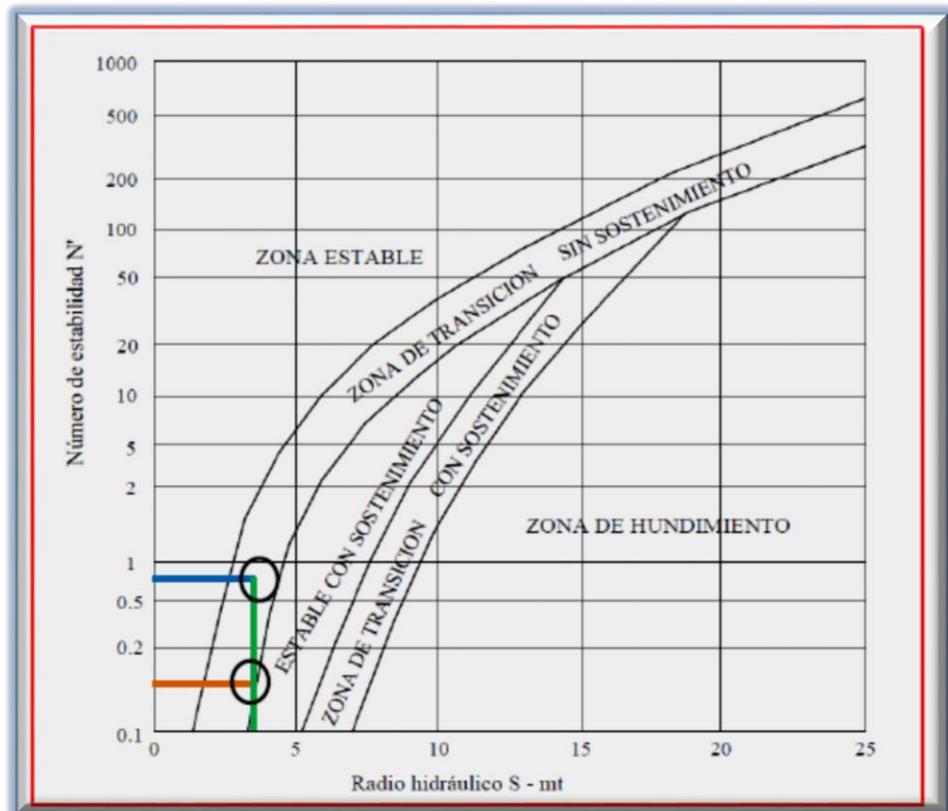
Utiliza la información sobre la estructura y resistencia de la masa rocosa, los esfuerzos alrededor de la excavación, y el tamaño, forma y orientación de la excavación, es utilizada para determinar si el tajeo será estable sin o con sostenimiento, o inestable aún con sostenimiento.

Factores que intervienen en el gráfico de estabilidad:

$N'$  = Número de estabilidad modificado

$S$  = Factor de forma o radio hidráulico

Figura 15: Gráfico de estabilidad



Fuente MEM.

### A. Número de estabilidad modificado (N'):

$$N' = Q' \times A \times B \times C$$

Donde:

Q' = Es el Índice de Calidad Tunelera Q modificado.

A = Es el factor de esfuerzo en la roca.

B = Es el factor de ajuste por orientación de las juntas.

C = Es el factor de ajuste gravitacional.

### B. Radio Hidráulico (RH):

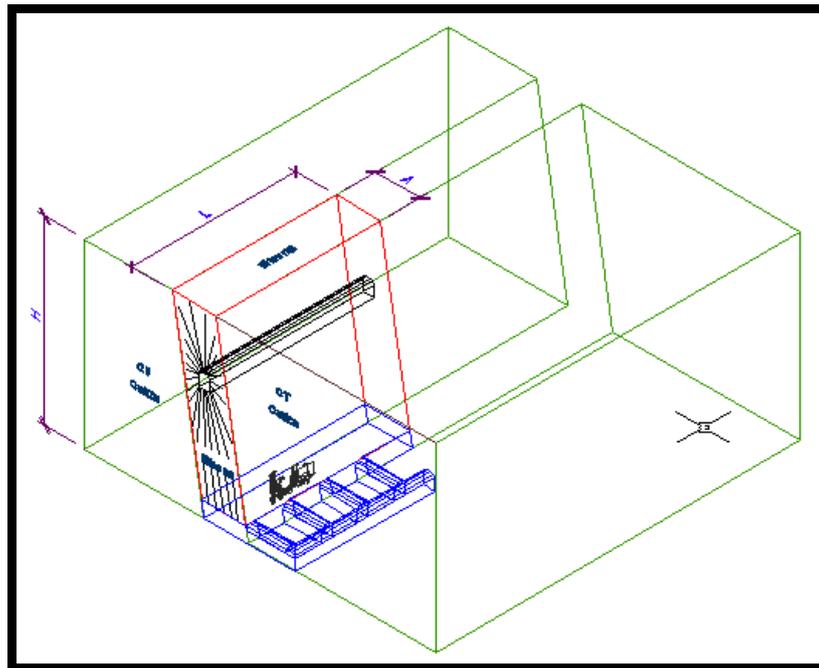
$$RH = \frac{\text{Area de la cara de excavacion}}{\text{Perimetro}}$$

$$RH \text{ Techo} = \frac{A \times L}{2 (A + L)}$$

**Ejemplo:**

$$4.75 = \frac{12m \times L}{2 (12m + L)} \quad L = 45 m$$

**Figura 16: Radio hidráulico**



Fuente Tesis - Análisis técnico económico para explotar por taladros largos el tajeo 775 en la Unidad de Uchucchacua.

### **C. Gráfico de Estabilidad:**

Los resultados de los análisis realizados para el caso de las zonas Karina y Carmen, nos han indicado las siguientes dimensiones de los tajos.

Tabla 13: Dimensiones del tajo

Para alturas entre sub niveles (piso a techo) de:	Longitud total del tajeo:
15m	50m
<b>17m</b>	<b>45m</b>
20m	35m
30m	30m
40m	25m
47m	20m

Fuente Propia

Esta información es útil para el planeamiento y diseño del minado, pues permite seleccionar la altura entre los subniveles y la longitud del tajeo en función de los equipos disponibles, necesidad de producción, eficiencias, etc.

En cuanto a la estabilidad del techo, esta será lograda con sostenimiento utilizando split sets esporádicos o sistemáticos, con malla de refuerzo de ser necesario, en función de los requerimientos del terreno. Será importante identificar las cuñas rocosas en los techos para su desatado o sostenimiento.

Los tajeos abiertos después de la limpieza del mineral serán rellenados con relleno hidráulico, para lo cual se deberán dejar pilares, a fin de que estos funcionen como barrera. Al respecto, se han realizado nuevos análisis, simulando dejar sin relleno a los tajeos de un sub nivel de 15m de altura, los cuales estaría sostenidos solo con los pilares, con el objeto de estos tajeos sean rellenados todos juntos al final, de tal manera de obtener mayor velocidad de minado. Para los análisis se han ubicado los pilares en

los angostamientos del cuerpo mineralizado. *Los resultados indicaron que con pilares de 6 m de ancho se obtendrían condiciones relativamente estables de las cajas.* Estas condiciones deberán ser motivo de observación en el pilotaje que se realizará antes de la puesta en práctica del método de minado.

*En el caso de que los pilares fueran utilizados solo como barrera del relleno, el ancho mínimo recomendable sería de 5 m.*

## **4.2. Explotación Minera**

### **4.2.1. Accesos Mina.**

Para el desarrollo de la operación diaria de la mina Animon, se tomó como base la ubicación de los componentes principales de la mina:

- Rampa Mirko
- Rampa Terry
- Pique Esperanza
- Pique Montenegro
- Pique Jacob Timmer

**Figura 17: Componentes principales Mina Animon Planeamiento Animon**



Fuente: Planeamiento Animon

#### 4.2.2. Parámetro de diseño mina

Los parámetros de diseño establecido para el planeamiento a largo plazo de la mina Animon, se muestra en la tabla siguiente:

**Tabla 14: Parámetros de diseño**

PARAMETROS DE DISEÑO	UNIDAD	PARAMETRO
<b>REQUERIMIENTO PRODUCCION</b>		
Día	t/d	4,200
Mes	t/mes	126,000
Año	t/año	1,533,000
<b>UNIDAD BASICA DE EXPLOTACION</b>		<b>OCF</b>
Longitud de Tajeo (Promedio)	m	100
Altura del Tajo	m	28
Ancho de Minado (Promedio)	m	3.50
Densidad del desmonte	t/m <sup>3</sup>	2.45
Densidad de Mineral	t/m <sup>3</sup>	3.46
Altura de Corte	m	4.0
Numero de Corte por Tajo (Acceso 90m)	und	7.0

Numero de Corte por Tajo (Acceso 58m)	und	6.0
<b>UNIDAD BASICA DE EXPLOTACION</b>		<b>BENCH AND FILL</b>
Longitud de Tajeo (Promedio)	m	150
Altura de Banco	m	8.5
Ancho de Minado (Promedio)	m	4.00
Densidad del desmonte	t/m <sup>3</sup>	2.45
Densidad de Mineral	t/m <sup>3</sup>	3.46
<b>INFRAESTRUCTURA</b>		
Rampa de Accesibilidad y Extracción	m <sup>2</sup>	4.5x4.5
Cámaras Carguío	m <sup>2</sup>	4.0x4.0
<b>DESARROLLO</b>		
Rampa Operativa	m <sup>2</sup>	4.0x4.5
Cruceros	m <sup>2</sup>	4.0x4.5
Cámaras Bombeo	m <sup>2</sup>	4.0x4.5
Chimeneas Ventilación – Servicios	φ	2.4
<b>PREPARACION</b>		
Accesos (Rp-Basculante)	m <sup>2</sup>	4.0x4.0
<b>EXPLOTACION</b>		
Sub niveles	m <sup>2</sup>	3.5x4.0
<b>RENDIMIENTOS DE AVANCE</b>		
Rampa de Accesibilidad y Extracción	m/mes	60
Rampa de Operación +/- 13%	m/mes	60
Labores de Acceso	m/mes	60
Sub Niveles	m/mes	60
Chimenea-Ventilación-Desmonte (RB)	m/mes	120
<b>SISTEMA LABORAL</b>		
Sistema de trabajo	d x d	14 x 7
Turnos por día	turno	2
Total de Guardias (A-B-C)	turno	3
Días por año	d	365
Horas por turno (Ley Laboral)	h/turno	10.5
Tiempos muertos y otros	%	0.65
Horas efectivas de trabajo (Personal)	h/turno	6.83
<b>DISTANCIAS PROMEDIOS</b>		
Distancia de Acarreo LHD	m	150
Distancia de Acarreo para Relleno Detrítico	m	350
Distancia de transporte de Mineral interior Mina - Pique	m	1,800
Distancia de transporte Pique Esperanza - Tolva (Planta)	m	2,580
Distancia de transporte Pique Timmers - Tolva (Planta)	m	890
<b>VELOCIDADES</b>		
Equipo LHD vacío	km/h	12

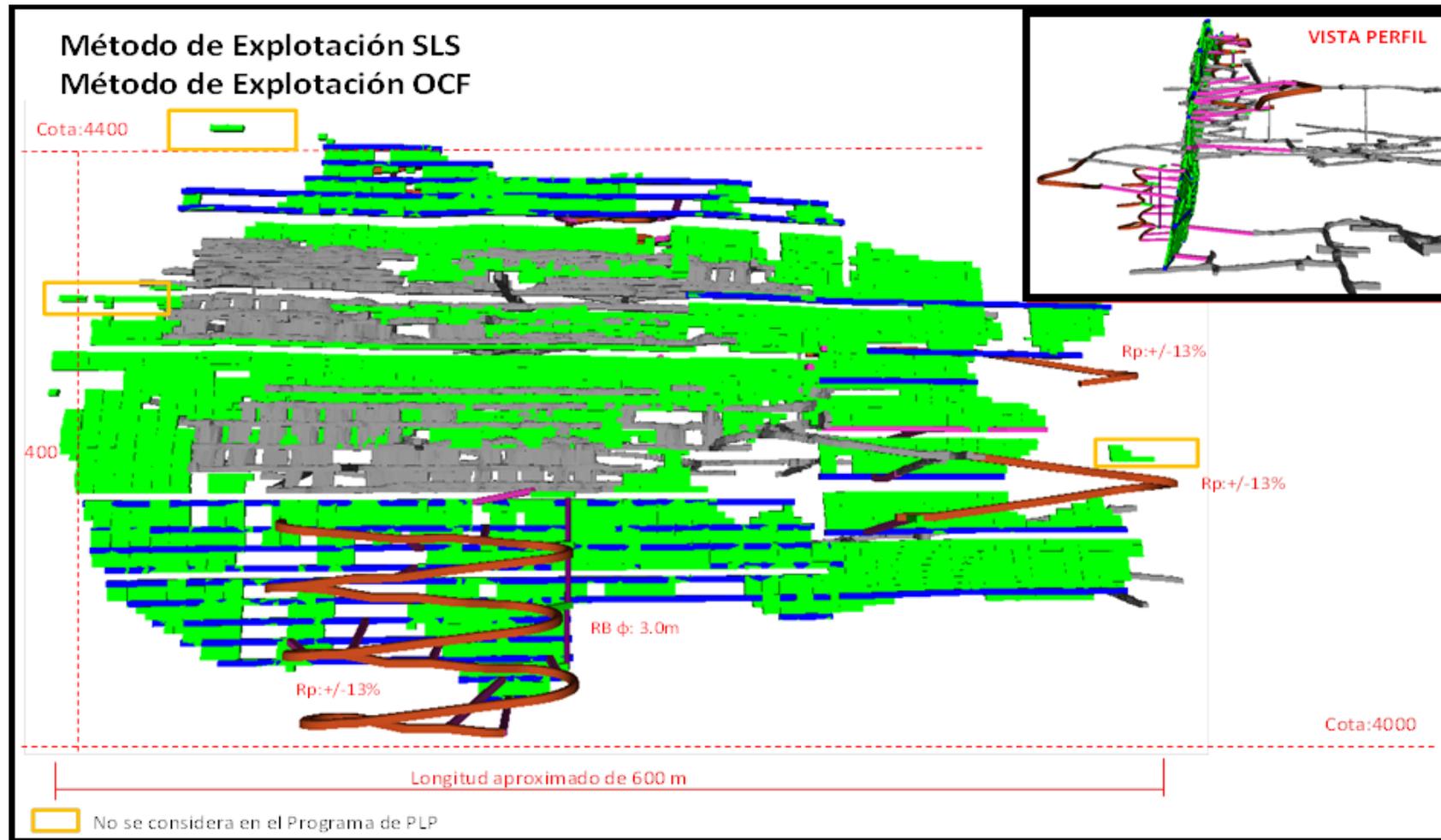
Equipo LHD cargado	km/h	10
Camiones vacío interior mina	km/h	20
Camiones cargado interior mina	km/h	15
Mixer Vacío	km/h	12
Mixer Cargado	km/h	10

Fuente Propia

#### **4.2.3. Zonas de producción sub niveles.**

Veta Karina, se proyecta continúa con la profundización de la rampa operativa de -13% sección 4.0m x 4.5m hasta la cota 4000, y una rampa positiva 13% sección de 4.0m x 4.5m hasta la cota 4400 y chimeneas de servicios y ventilación de 2.4 m de diámetro que se construirán con equipos Raise Borer, se tiene proyectado explotar por el método de SLS y OCF.

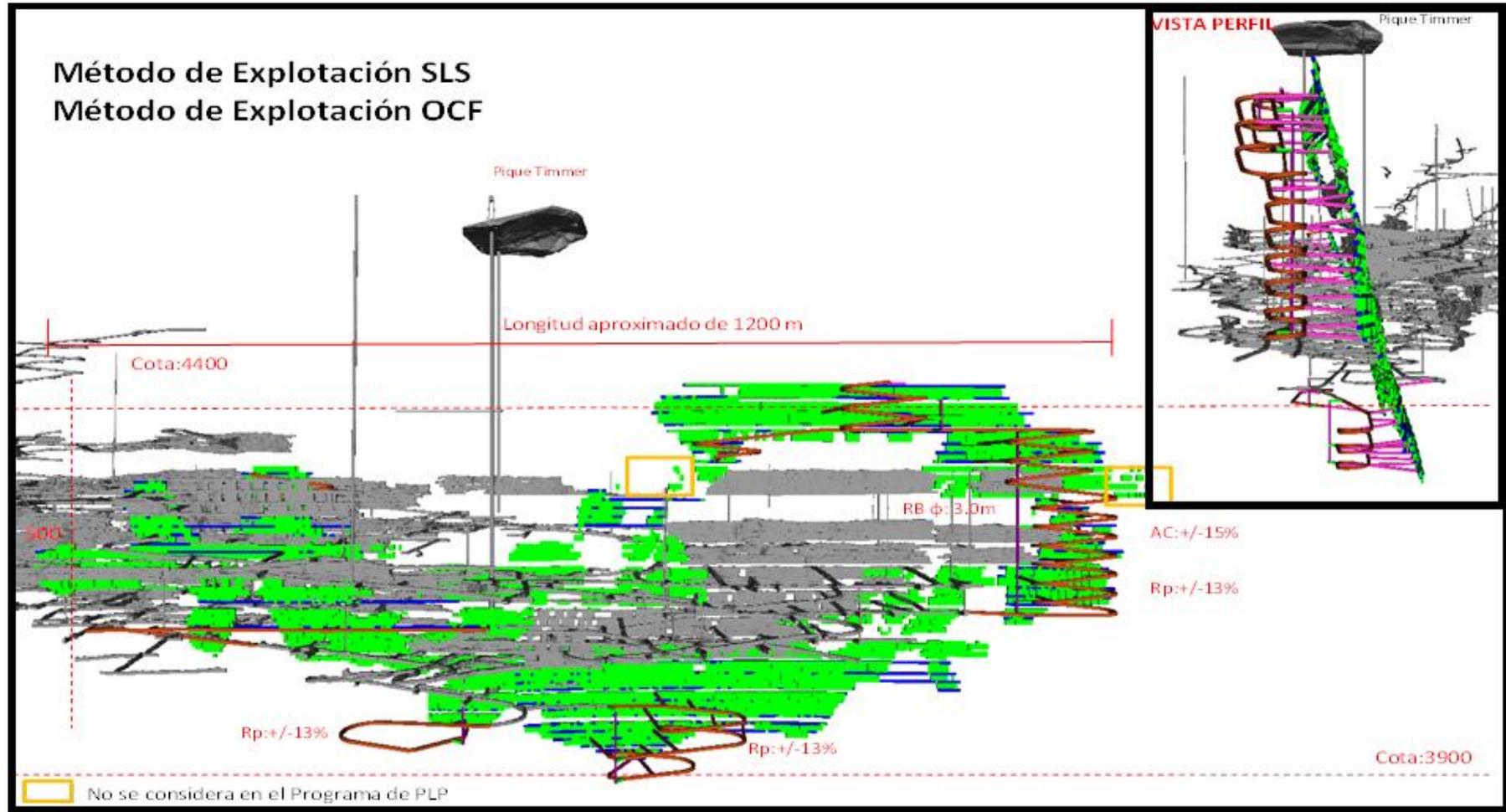
Figura 18: Infraestructura Veta Karina perfil longitudinal- Planeamiento Animon



Fuente: Planeamiento Animon

La proyección de la Veta Ramal Piso 3 Principal es hacia el lado Este de la mina, tiene una longitud de 1,200m y una altura de 500m, la profundización de la rampa operativa es de -13% sección de 4.0m x 4.5m, hasta la Cota 3900, y rampa positiva 13% hasta la cota 4400, contemplando la ejecución de cámaras de drenaje, bombeo, carguío y chimeneas de servicios y ventilación, con un diámetro de 2.4 metros. Proyectándose explotar por el método del SLS (Bench and Fill) y OCF.

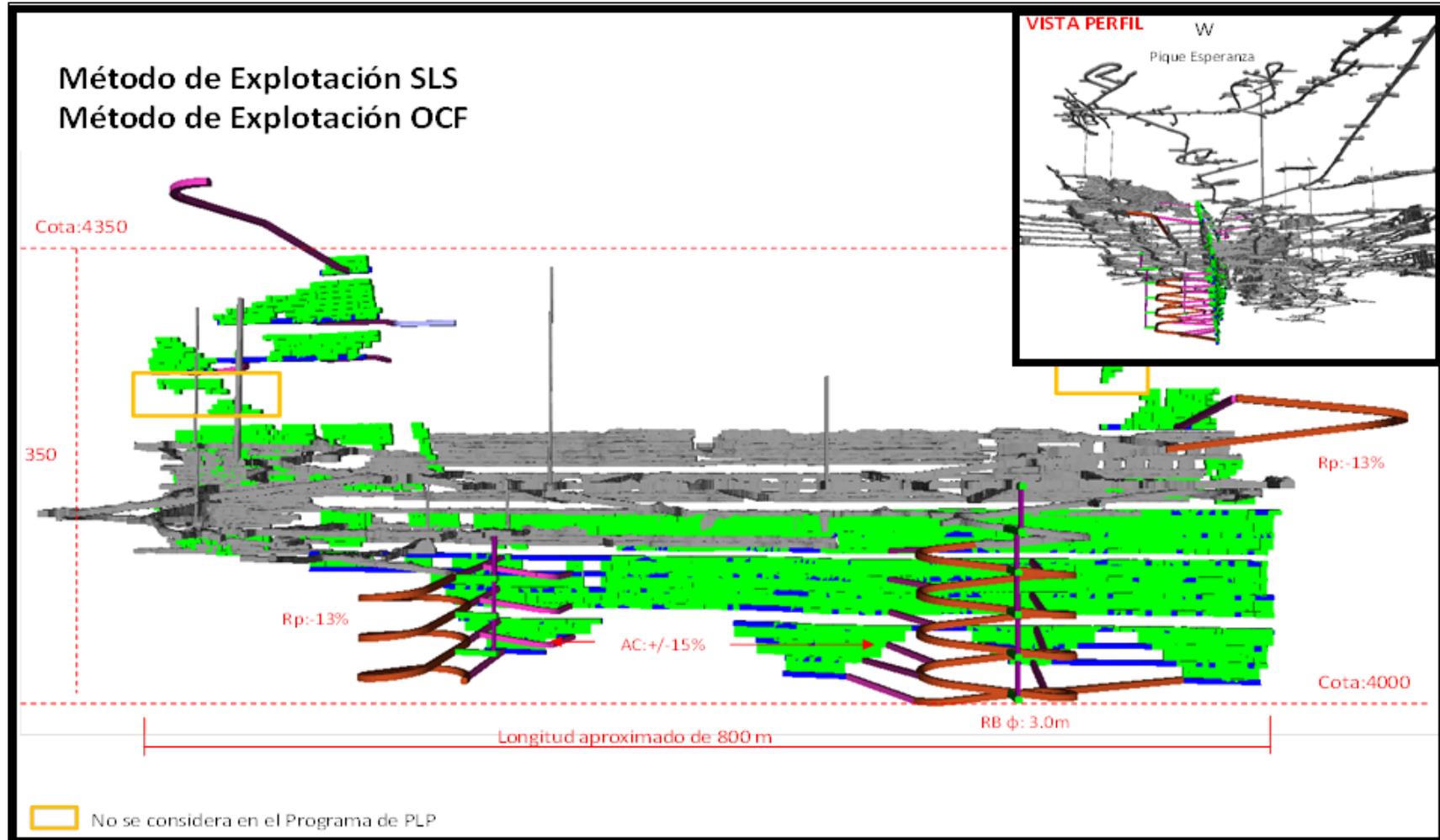
Figura 19: Infraestructura Veta Ramal piso 3 perfil longitudinal- Planeamiento Animon.



Fuente: Planeamiento Animon

Veta Carmen, tiene una longitud de 800 metros, diseñándose 2 rampas operativas para obtener mayores rendimientos con los equipos LHD, por las distancias de acarreo, con sección 4.0 x 4.5m, gradiente de +/- 13%, hasta la cota 4000, con chimeneas de servicios y ventilación, que se construirán con equipo Raise Borer, con un diámetro de 2.4 metros, proyectándose explotar por dos métodos SLS y OCF.

Figura 20: Infraestructura Veta Carmen perfil longitudinal- Planeamiento Animon



Fuente: Planeamiento Animon

#### **4.2.4. Preparación para zona de tajeo**

- Las labores de preparación están conformadas por los accesos a la estructura con una sección de 4.0m x x4.0m, para el OCF y una sección de 4.0xm x 4.5m para el Bench and Fill Stopping.
- Las labores de preparación establecidas para el método de Bench and Fill, se encuentran distribuidos a 75 metros hacia el Subnivel en mineral y funcionan como límites de cada tajeo, asimismo para bancos de 8.5m en altura la longitud de estos accesos es de 90m.

#### **A. Explotación para zona de tajeo**

- Las labores de explotación (subniveles) son excavaciones que se ejecutan dentro de la estructura mineralizada de las vetas que se explotan por OCF o Bench and Fill.
- Se inician en los niveles inferiores y su avance (Secuenciamiento) es en forma ascendente hacia los niveles superiores.
- Las labores de preparación están conformadas por los subniveles de perforación y extracción diseñadas para reconocer longitudinalmente las estructuras, siguiendo el contacto mineralizado, acción que ayudara a delimitar los futuros tajos, de tal forma que durante la perforación de producción se pueda controlar los contactos mineralizados.
- La sección estándar de los subniveles es de 3.5m x 4.0m, el ancho de los subniveles puede variar en los casos en que la veta tenga mayor potencia.

- Los subniveles sirven para explotar sistemáticamente el mineral existente en cada banco mediante taladros verticales paralelos al buzamiento de la veta y voladuras parciales de 4.5 a 6.0m de longitud hasta unos 20m de largo, luego restituir la estabilidad de los espacios abiertos con relleno detrítico.

### **4.3. El Método de Explotación por Subniveles en Mina Animon.**

#### **4.3.1. Consideraciones Generales**

Asimismo, se tiene el método de explotación por subniveles con Taladros Largos (Sub Level Stopping), en su variante “Bench and Fill”, para bancos de trabajo de 8.5 metros.

El diseño de la Mina contempla una Rampa principal de profundización de 4.5 x 4.5 m., con -13% de gradiente, y para definir los bancos de 8.5 m., se desprenden subniveles niveles intermedios definidos por un crucero y By Pass de 4.5 x 4.5m del cual se realizan accesos de 4.0 x 4.5 m con una gradiente de +1%, -15% y +15% de gradiente, formando de esta manera 2 bancos y tres subniveles.

Estos accesos se encuentran distribuidos a 75 metros hacia el Subnivel en mineral y funcionan como límites de cada tajo, asimismo para bancos de 8.5m en altura la longitud de estos accesos es de 90m.

Desde los By Pass se ejecutan chimeneas Raise Borer con un diámetro de 2.1m., para Ventilación y 1.8m., para echaderos y servicios.

Después del disparo, la evacuación de los gases es por las chimeneas que conectan de nivel a nivel llegando a los circuitos principales definidos por el área de ventilación y los cuales llegan hasta superficie, manteniendo con aire fresco los caminos de tránsito de personal.

La limpieza y extracción de mineral se realiza utilizando scoops diesel de 6.0 yardas cúbicas de capacidad con telemando, y en los puntos de carguío despachan a volquetes de 25 m<sup>3</sup>, que transportan al mineral en interior mina hacia el Pique Esperanza o J. Timmers.

Una vez realizada la etapa de limpieza de mineral se utiliza el relleno detrítico proveniente principalmente de los desarrollos y preparaciones para continuar con el ciclo de minado.

Considerando previo a la siguiente voladura (3 filas = 5.0m adicional de abertura) una capa o manto para cubrir el relleno (de acuerdo a la altura del banco forma un ángulo de reposo de 43°), este paso es necesario para no contaminar el mineral con el relleno, el minado es en forma ascendente.

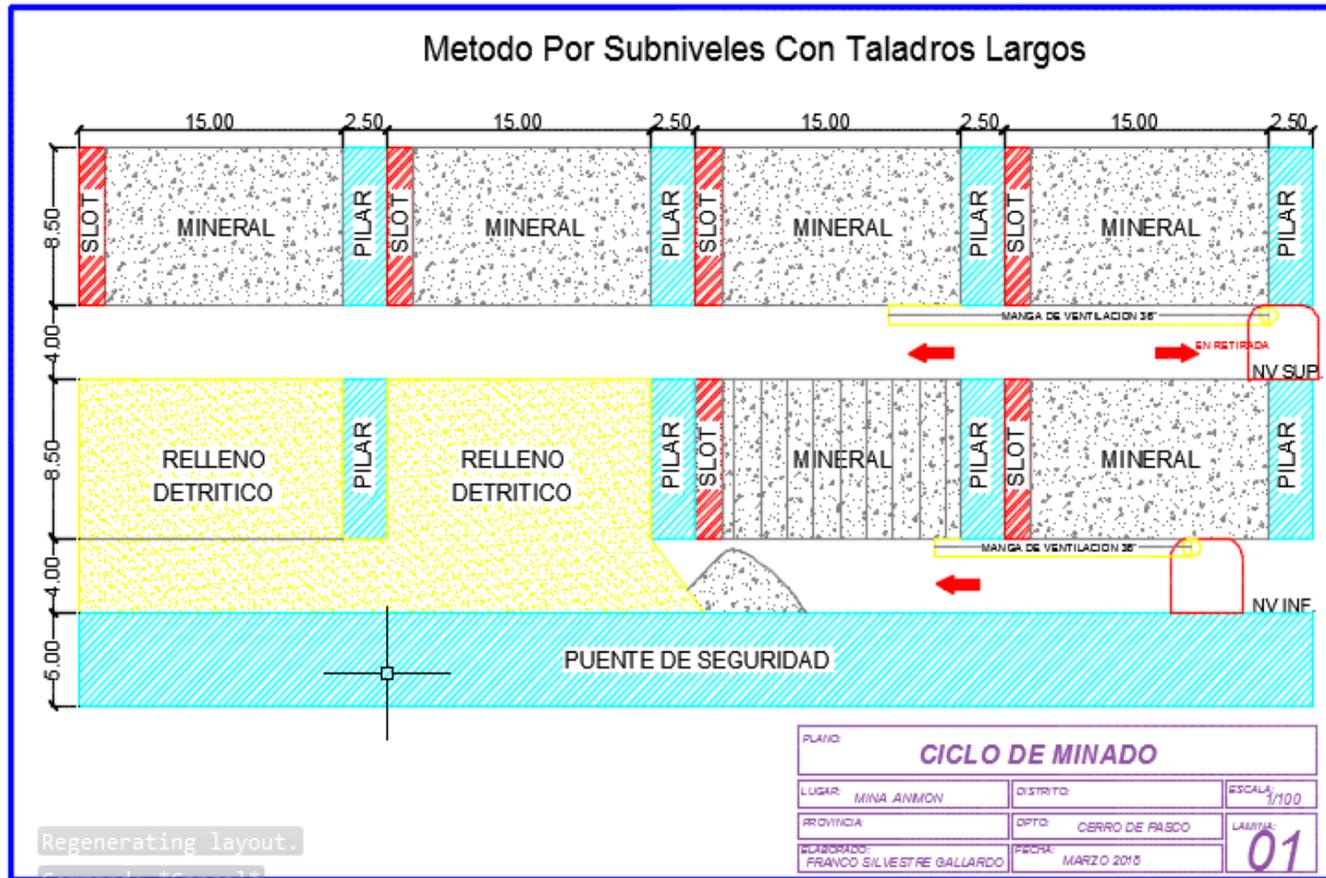
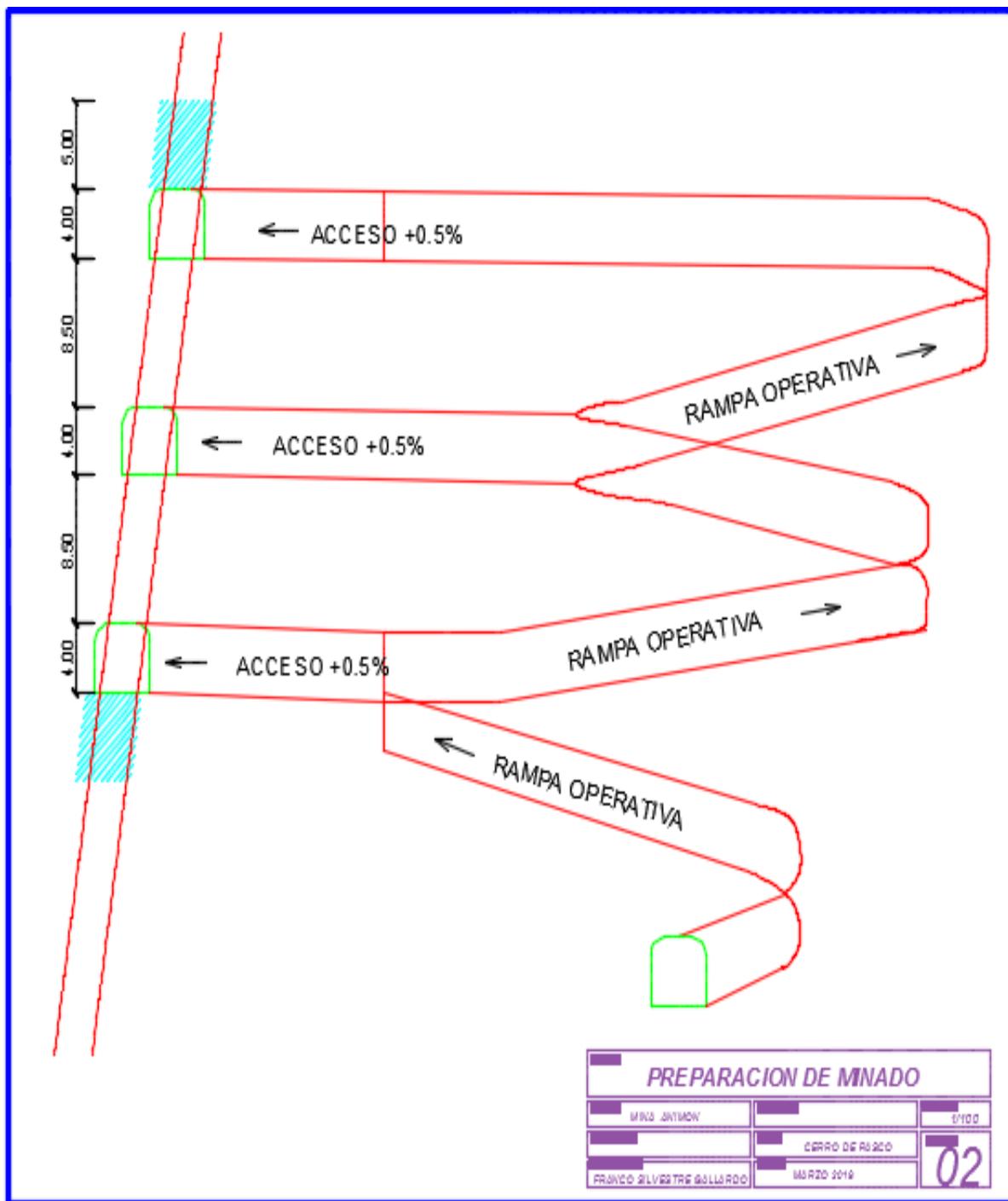


Figura 21: Esquemas del método de minado por subniveles



Fuente Propia

### 4.3.2. Principios en la Utilización del Método

#### Factores tecnológicos

Los factores tecnológicos asociados a las unidades básicas de explotación se muestran en la tabla:

**Tabla 15: Factores tecnológicos Planeamiento Animon**

FACTORES TECNOLOGICOS	UNIDAD	VALOR
Petróleo	US\$/Gl	4.2
Energía Eléctrica	US\$/Kw-hr	0.055
Reservas	t	18,314,655
Toneladas por día	t/d	4,200
<b>CARACTERISTICAS DE MATERIALES</b>		
Peso específico de mineral	t/m3	3.46
Peso específico de Estéril	t/m3	2.45
Espojamiento	%	35%
<b>PERFORACION DE (PRODUCCION) SLS</b>		
Burden	m	1.5
Espaciamiento	m	1.5
Diámetro de taladros Producción	mm	64
Diámetro de taladros Alivio	mm	127
Densidad	t/m3	3.33
Ratio de perforación	t/m	1
Factor de Potencia (SLS)	kg/t	0.35
Factor de Potencia (OCF)	kg/t	0.27
<b>RENDIMIENTOS EQUIPOS PRODUCCION</b>		
Jumbo Frontonero	m/hr	72
Jumbo Long Hole	m/hr	15
Scoptram (4.1 Yd3)	t/hr	45
Scoptram (6.3 Yd3)	t/hr	80
Camión 25m3	t/hr	28
Dumper 20t	t/hr	121
Pique Timmers	t/hr	224
Pique Esperanza	t/hr	134
Mixer	m3/gdia	10
Alpha Meico	m3/gdia	20
Empernador	unid/gdia	65
Aliva	m3/gdia	4
<b>COSTO HORARIO DE EQUIPOS PRODUCCION</b>		
Desatador	US\$/hr	58
Dumper	US\$/hr	52
Empernador	US\$/hr	110
Jumbo 01 brazo	US\$/hr	72
Jumbo 02 brazos	US\$/hr	183
Scoop 4 Yd3	US\$/hr	55
Scoop 6 Yd3	US\$/hr	55
Tractor	US\$/hr	60
Utilitario	US\$/hr	33
Motoniveladora	US\$/hr	21

Fuente: Planeamiento Animon

### 4.3.3. Ciclo de minado

#### 4.3.3.1. Perforación

El tema de perforación, para el método de minado Bench and Fill Stopping, se trabajará con taladros largos, se detallará a continuación cada tipo de perforación:

- Chimenea Slot: Para la perforación de las chimeneas Slot (Cara Libre) se ejecuta con un equipo de perforación electrohidráulico Raptor, utilizando columnas compuestas por 11 barras de 4 pies, con rosca T38, el diámetro de broca utilizado es de 64 mm y alivios rimados a 5", como sección del slot se tiene 2.00m x 2.00m de 13.24 metros de longitud y 32 taladros incluido 06 taladros de alivio.
- Taladros Largos: Debido a las características geomecánica de la roca y geometría de la estructura mineralizada en mina Animon, se ha estandarizado de la siguiente manera: se perfora de forma negativa y paralelamente; el rendimiento promedio de perforación es de 15 m/h.

#### A. Equipo de perforación mina Animon

- La perforación se realiza con el equipo de perforación Long Hole Raptor JMC 9.
- Las secciones son entregadas por el Dpto. de Planeamiento e Ingeniería, donde ya se encuentra el diseño de los taladros de perforación con sus respectivas longitudes e inclinación según la

información geológica y modelamiento establecido.

- Así mismo se realiza el muestreo de lamas de perforación según orden de geología para un mejor control de la dilución (puede ser por barras o por taladros).

#### **A. Principales Componentes.**

- **Carrier:** RDC4, de 4 llantas, autopropulsado

Largo: 4.30 mts.

Ancho: 1.90 mts.

Altura: 2.15 mts.

Peso: 3,850 Kgs.

(\* **Perforadora:** De 15 KW de Potencia de Impacto.

- **Viga Long Hole:** Modelo LH – 1305 utiliza barras MF de 5 o 4 pies de longitud.

Incluye mordaza Hidráulica.

- **Panel de Mandos:** MR-12 Cable eléctrico Control Remoto.
- **Power Pack:** 55Kw, con bomba Rexroth A10V071.
- **Brazo:** Viga con corredera lateral.
- **Tablero:** Estrella triángulo, 440 volts, 60 Hz.
- **Bomba de Agua:** Grundfos CR-60.

(\* El modelo y marca que el cliente prefiera (El equipo se puede suministrar sin perforadora)

- **Aplicación.**

- Método de explotación por subniveles
- Perforación de Chimeneas.

**Capacidad de Perforación.**

- Full 360.
- Taladros paralelos, 1.70 mts. de corredera
- Perforación hasta 40mts. de 2 a 3.5'' de diámetro.

**Ventajas.**

- Optimo anclaje de la columna de perforación, debido a 2 gatos hidráulicos, uno para el techo y otro para el piso.
- Velocidad de perforación doble a triple del equivalente neumático.
- Ahorro del 50% en el consumo de energía.
- Ambiente de trabajo más limpio.
- Excelente control de perforación debido al panel de Cable Control Remoto.
- Perforación hasta 40mts. de 2 a 3.5 "de diámetro.

**B. Parámetros de Perforación.**

- |                             |                                      |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| a. Equipo marca             | : Raptor                             |
| b. Nombre                   | : Jumbo electro hidráulico Long Hole |
| c. Modelo                   | : JMC 9                              |
| d. Perforadora              | : COP 1238 (martillo)                |
| e. Nro. De personas         | : 2                                  |
| f. Velocidad de Penetración | : 1.0 m/min                          |

g. Rendimiento por día	: 80 m/gdia
h. Rendimiento por día	: 160 m/día
i. Días por mes	: 25
j. Metros perforados por mes	: 4,000 m
k. Toneladas por metro perforado	: 4.5
l. Producción por mes(perforación)	: 18,000 TM
m. Disponibilidad Mecánica	: 88 %
n. Columna de Perforación	: T38
o. Barras para extensión (T38)	: 4 pies
p. Diámetro de Perforación	: 64 mm
q. Longitud de taladro	: 10m -16m
r. Burden	: 1.5 m – 1.6m
s. Espaciamiento	: 1.5 m – 1.6m
t. Desviación aprox	: 3.2 %
u. Vida Útil broca de botones T38 (64mm)	: 3000 pies
v. Vida Útil broca Shank Adapter T38	: 6800 pies
w. Vida Útil de barra de 4 pies T38	: 8800 pies
x. Costo de acero por metro perforado	: 1.10 \$/m
y. Costo de acero por equipo	: 4.00 \$/m
z. Otros (aceite, combustible, grasa, etc.)	: 0.20 \$/m
Mano de obra y otros.	: 1.20 \$/m
<b>Costo total</b>	<b>: 6.50 \$/m</b>



### **C. Perforación de filas.**

Se hace uso del equipo Raptor, el cual realiza la perforación a 360°, este equipo para su posicionamiento de acuerdo a las filas marcadas en los hastiales de la labor (paredes derecha - izquierda) hace uso de los láseres con nivel, así mismo para medir el ángulo respectivo utiliza el clinómetro. Es importante el uso de los láseres para el alineamiento del equipo en las filas, ya que la perforación será buena o mala de acuerdo a ello y se minimizará las desviaciones por posicionamiento de equipo

### **D. Perforación de Chimeneas**

Para este tipo de trabajos se diseñó 2 de mallas de perforación en función a la longitud de la chimenea, el diseño y ejecución de la chimenea es muy importante ya que a partir de esta labor se procede a realizar las voladuras de slots y de filas, este se debe realizar con la mayor precisión



la fragmentación del mineral, es por ello al inicio del carguío según el procedimiento se indica claramente la distribución de los faneles en los taladros a volar según el diseño de voladura y evitar los problemas de confusión por parte de los cargadores.

- El carguío de los taladros descendentes es por gravedad de acuerdo al diseño establecido. En caso se tratase de taladros ascendentes es necesario el uso de un cargador de exagel de 65%.

### **E. Parámetros y resultados de Voladura de Producción**

A continuación, se muestra un promedio de los resultados que se obtuvieron en las voladuras masivas de la veta Carmen y Ramal 3.

#### **Parámetros:**

P.E. (mineral)	:	3.4 Ton/m <sup>3</sup>
Área de Minado	:	89 m <sup>2</sup>
Altura de Banco	:	12 m
Metros cúbicos	:	1428 m <sup>3</sup>
Metros perforados	:	1040.00 m
Toneladas	:	4855.20 TM
Densidad del explosivo (examon-p)	:	850 Kg. /m <sup>3</sup>
Nro. Total de taladros	:	65
Nro. Total de taladros a cargar	:	48
Nro. De taladros de rotura	:	32

Nro. De taladros de contorno	:	16
Nro. De taladros de precorte (s/c)	:	17
Metros a cargar taladros rotura	:	480 m
Metros a cargar taladros contorno	:	240 m
Metros a cargar de precorte	:	255 m
Metros a cargar totales	:	975 m
Kg. de examon-p	:	1200 Kg.
Kg. de Booster BN 2 x 16" (32Ud)	:	36.35 Kg.
Kg. de semexsa 60 11/8x7" (672 Ud)	:	77.95 Kg.
Cordón detonante 3P	:	370.00 m
Nro. de faneles	:	48

**Resultados:**

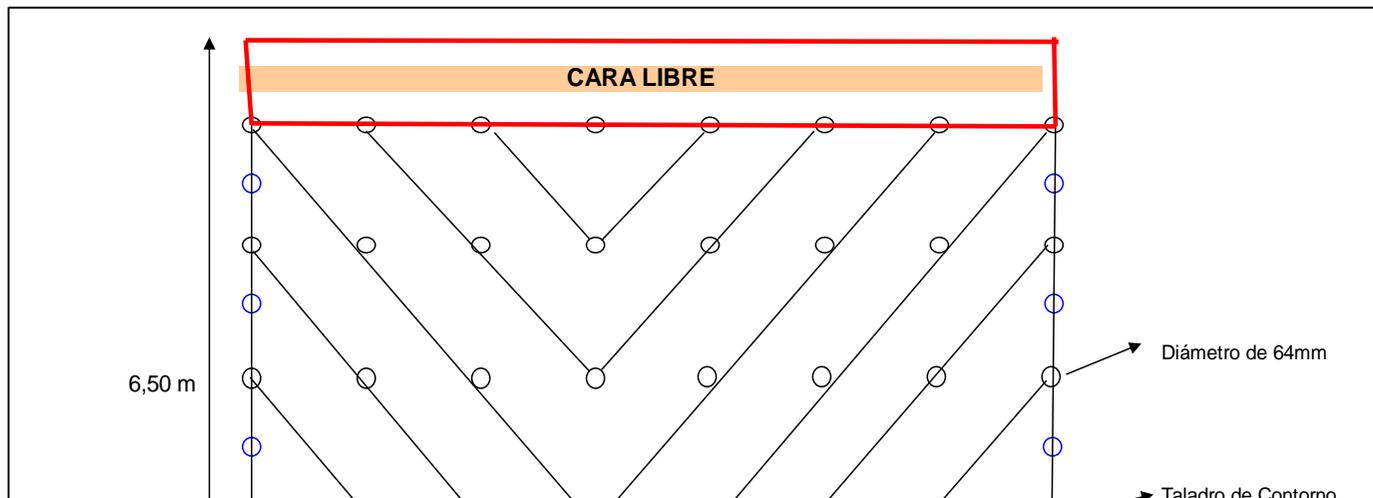
Densidad de Carga lineal (rotura)	:	2.58 Kg. /m
Densidad de Carga lineal (contorno)	:	0.33 Kg. /m
Factor de Carga	:	0.92 Kg. /m <sup>3</sup>
Factor de Potencia	:	0.27 Kg. /TM
Rendimiento de Voladura	:	4.70 TM/mp
Toneladas por taladro	:	74 .40 TM/tal
Voladura Secundaria	:	8 %
Voladura controlada	:	Buena

**DISTRIBUCION DE CARGA POR TALADRO**





**Figura 23: Diseño de malla de Perforación**



MALLA DE PERFORACIÓN		
MINA ANIMON		FFSG
	CERRO DE PASCO	
FRANCO SILVESTRE GALLARDO	mar-18	<b>3</b>

Fuente Propia

#### 4.3.3.3. Carguío y Acarreo

La limpieza del mineral roto producto de la voladura es trasladado mediante un cargador de bajo perfil (Scooptram) marca Caterpillar modelo R1600G con capacidad de 6 yd<sup>3</sup>, hacia las cámaras de acumulación de mineral los cuales son cargados y movilizados mediante dumper (10-15 TM) o volquetes (25-30 TN) hacia el Pique Timmer del Nv-150 o Pique Esperanza del Nv-250/ Nv-310 y finalmente son extraídos a superficie mediante el sistema de izaje.

- El rendimiento promedio es de 60 Ton/h en una distancia de 110m del tajeo a la zona de descarga o carguío a los camiones de bajo perfil, teniendo como resultado un promedio de 480 TM/gdia = 960 TM/día.
- El operador realiza las maniobras de equipo con un telemando (control remoto), el cual emite las órdenes respectivas para que el equipo realice las maniobras de carga, esta zona debe estar bien iluminada para que se pueda visualizar las maniobras del scoop sin ninguna dificultad.
- Costo de limpieza aproximado de 3.40 \$/m<sup>3</sup>, el cual representa uno de los más altos costos de las actividades unitarias, por ello es importante que el equipo alcance altos rendimientos (>60 Ton/hr).

#### 4.3.3.4. Transporte

El mineral a transportar proviene del pique Esperanza (20%) y Pique Timmers (80%), el transporte se realiza en volquetes de 25-

30 toneladas de capacidad los cuales recorren 2,58 Kilómetros desde Pique Esperanza y 0,89 Kilómetros desde Pique Timmers, hasta la tolva de gruesos ubicada en la parte alta de la Planta habiendo pasado primero por la balanza (marca TOLEDO de 100 TM de capacidad) para su control. Esta balanza se encuentra en la parte baja de la planta cerca de los depósitos de concentrados.

#### **4.3.3.5. Ventilación**

La ventilación tipo mecánica, para lo cual se cuenta con 06 extractores principales a través de chimeneas RB con ventiladores de 150,00 CFM & 200,000 CFM. El ingreso de aire es través de la Rampa MIRKO Rampa Terry, Pique Esperanza, Pique Montenegro, Pique Jacob Timmers.

#### **4.3.3.6. Sostenimiento**

El sostenimiento como parte importante del minado es indispensable en todas sus variantes; para llevar a cabo el sostenimiento se hacen evaluaciones geomecánicas del tipo de roca y se procede al mismo. El cumplimiento del planeamiento es muy importante y contar con los recursos necesarios hace que esta actividad sea la adecuada para cada tipo de roca.

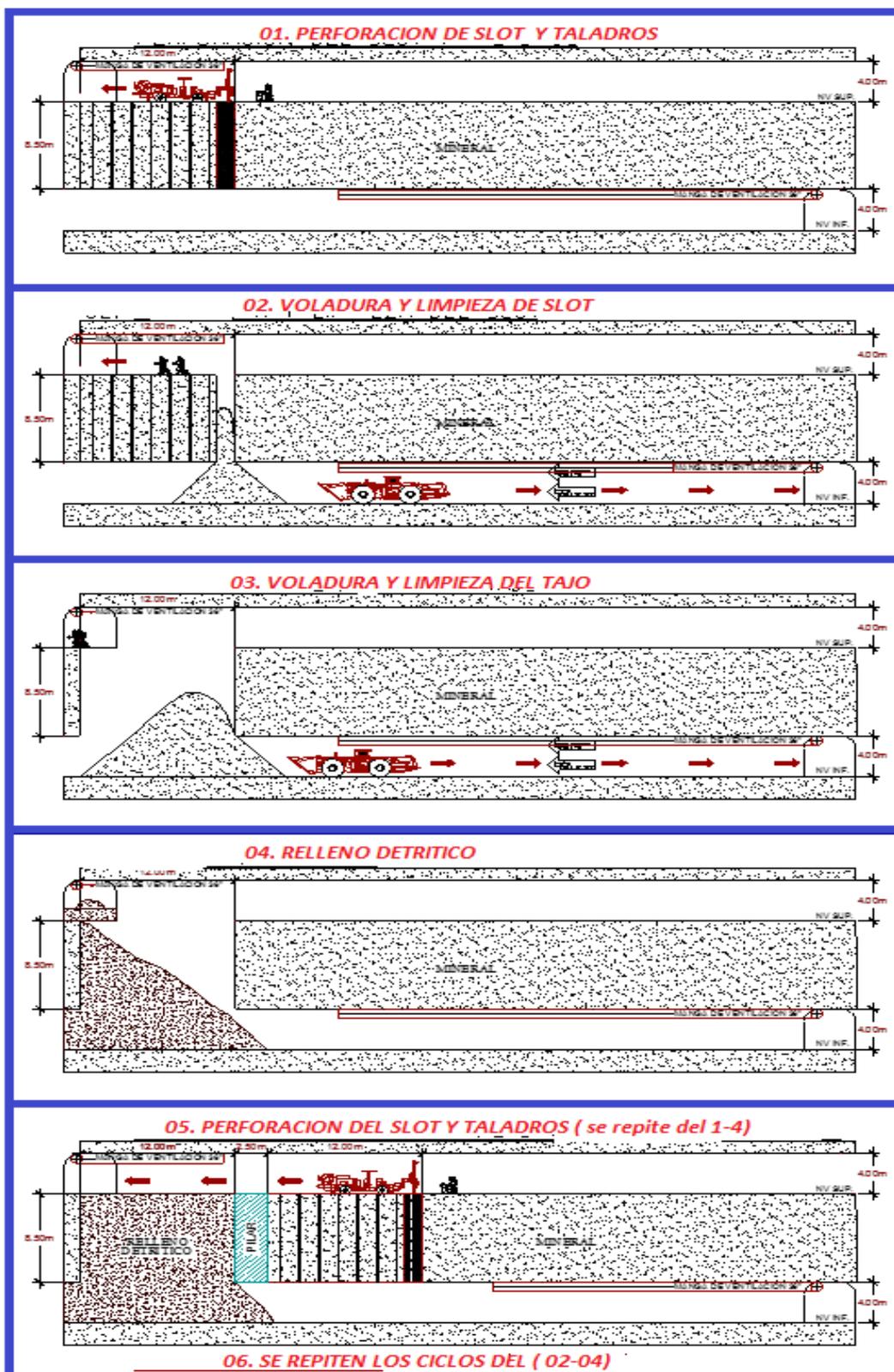
#### **4.3.3.7. Relleno**

El relleno de mina es con material detrítico (desmonte), más relleno hidráulico, introducida a las aberturas dejadas por los tajos

de explotación, mediante un relleno gravitacional del detrítico y mediante bombeo hidráulico.

El relleno del tipo detrítico provendrá de las labores de desarrollo y preparación hechas en roca estéril el cual será acumulado en las cámaras de desmonte cercanas a los tajeos, y transportado hacia el tajo mediante los scoops de 6yd3, el relleno detrítico tendrá la función de cubrir el espacio vacío generado por efecto de la extracción del mineral para darle estabilidad a las cajas. El relleno hidráulico da una mayor resistencia debido a los finos que rellenan los vacíos dejados por el relleno detrítico, obteniendo una mayor compactación, favoreciendo al tránsito de equipos pesados, obteniendo una mejor estabilidad del entorno

Figura 24: Ciclo de minado subniveles Planeamiento Animon.



Fuente: Planeamiento Animon.

## **Servicios Mina.**

El aire comprimido es utilizado principalmente para el lanzado de shotcrete vía húmeda con un caudal constante para lograr una adhesión del concreto hacia la roca en las diferentes labores y en un menor porcentaje para los equipos neumáticos: pistones (Chutes neumáticos), bombas neumáticas, perforadoras y pickhammer.

Para generar aire comprimido para la unidad Animon se cuenta con 03 compresoras con las siguientes especificaciones:

Casa compresora Esperanza Nv-610 de tipo Sullair Modelo TS32 N°8 de 400 HP de potencia y cuya presión promedio es de 93 psi. Dicho aire comprimido inicia con tuberías metálicas de 8" Ø, hasta el crucero 610.

Casa compresora Esperanza Nv-175 Rp-NW (Interior Mina) de tipo Sullair Modelo TS32 N°12 de 400 HP de potencia y cuya presión promedio es de 93 psi y caudal de 2,200 CFM. Dicho aire comprimido inicia con tuberías metálicas de 6" Ø. En la siguiente tabla se muestran las especificaciones técnicas.

### **A. Equipos mina**

Actualmente la flota de equipos está centrada en operaciones mina para ejecutar las actividades unitarias de perforación para frentes y tajos, limpieza o carguío de mineral, acarreo, transporte, mantenimiento de vías, sostenimiento, servicios de personal, etc.

La mina Animon cuenta con una flota de 79 equipos, que suman los equipos de Volcán S.A.A y Terceros. Como se puede apreciar en la siguiente tabla.

**Tabla 16: Equipos mina**

EQUIPOS ANIMON	PROPIO
Dumper	5
Jumbo	7
Empernador	4
Scoop Diesel	12
Desatador	4
Utilitario	3
Lanzado de Concreto	2
Mixers	5
Flota Liviana	4
<b>TOTAL</b>	<b>46</b>

Fuente Propia

**Tabla 17: Equipos por contrata mina**

EQUIPOS TERCEROS	TERCEROS	TOTAL
Robocon	Lanzado de Concreto	4
	Mixers	6
Semiglo	Jumbo	2
	Empernador	3
	Scoop Diesel	1
	Desatador	1
	Volquete	3
Resemin	Empernador	1
	Simba	1
Miro Vidal	Jumbo	3
	Empernador	3
	Scoop Diésel	5
<b>TOTAL</b>		<b>33</b>

Fuente Propia

Fuente Propia

#### **4.3.5. Aplicabilidad del método de minado por subniveles**

Para que un método de minado sea técnica y económicamente factible, debe aparejarse a las condiciones naturales del yacimiento.

Las principales condiciones naturales de un yacimiento son: la geología, la morfología (forma, orientación y profundidad), las reservas (distribución de leyes y tamaño), las condiciones geomecánicas de la masa rocosa del mineral y de las cajas, y las condiciones de presencia del agua subterránea.

*En el caso de la veta Karina y Ramal 3, se concluye que el nuevo método de minado, subniveles con taladros largos, se apareja muy bien a las condiciones geomecánicas del yacimiento, por lo que desde este punto de vista es aplicable este método de minado. Sin embargo, hay otras condiciones naturales, como por ejemplos la irregularidad en los contornos de la mineralización (morfología – forma) y la distribución de las leyes de las reservas mineralizadas, que posiblemente no se aparejen bien al nuevo método de minado.*

La irregularidad de los contornos de la mineralización puede tener una influencia desfavorable para el minado con el nuevo método, debido a que se puede perder mineral o se puede causar mayor dilución. *Ayudaría a sobrellevar estos problemas potenciales, la definición adecuada de los contornos del mineral, recomendándose al respecto efectuar sondajes de comprobación.*

Por la información que se ha tenido disponible, la distribución de las leyes del mineral en *la veta Karina y Ramal 3* es uniforme, por lo que es favorable la selectividad en la explotación, puesto que el nuevo método de minado es masivo. En este sentido, hay muy poco para modificar.

Desde el punto de vista de la experiencia que pueda ganar el personal de Animon en este método de minado, para poder aplicarla a otros cuerpos mineralizados del yacimiento, sería recomendable aplicarla en la veta Carmen y algunas zonas más a la cual se constituirían en una explotación masiva.

#### **4.3.6. Conclusiones y recomendaciones geomecánicas la veta Karina y Ramal 3**

- Los diferentes análisis efectuados, indican que desde el punto de vista geomecánico es factible la aplicación del método de minado subniveles con taladros largos **la veta Karina y Ramal 3**.
- Los aspectos sobre el dimensionamiento de los tajeos son presentados líneas más arriba, para ser utilizados en el planeamiento y diseño del minado.
- Para el control de la estabilidad de los techos del tajeo, el sostenimiento recomendado es en base a split sets y malla de ser necesario, según los requerimientos del terreno. Será importante identificar las cuñas rocosas en los techos para su desatado o sostenimiento.
- En el caso de que los subniveles adoptados sean de 15 m de altura, el ancho mínimo recomendable de los pilares a dejarse para servir de contención al relleno es de 5 m. En el caso de servir estos pilares para sostenimiento regional de las cajas, estas deberán tener un ancho mínimo de 5 m. Estos pilares deben ser ubicados en los lugares en donde se

presentan angostamientos del cuerpo mineralizado.

- Si bien es cierto que geomecánicamente es factible la aplicación del nuevo método de minado, sin embargo, hay algunas condiciones naturales del yacimiento, como la irregularidad de los contornos de la mineralización y la distribución no uniforme de las leyes del mineral en algunas zonas, que posiblemente no se aparejen muy bien al mismo.
- Se puede manejar el problema de la irregularidad de los contornos del cuerpo mineralizado, realizando sondajes de comprobación, pero es poco manejable el asunto de la distribución de leyes. Sin embargo, a manera de ganar experiencia en el nuevo método de minado, para ser aplicado a otros cuerpos mineralizados de Animon, sería recomendable realizar sondajes según el avance en futuras zonas a trabajar.

#### 4.3.7. Comparación de Costos de Corte y Relleno y Subniveles

**Tabla 18: Costos variables- Planeamiento Animon**

		<b>Costo Variable \$/TMS</b>	
		ANIMON	
TMS		749,809	
Método		Breasting	Taladros Largos
TMS		596,386	153,423
Costo de Minado		26.60	22.92
Costo de Tratamiento		3.89	3.22
Costo de Energía		1.72	1.42
Costo de Transporte Cc		1.86	1.86
<b>CUT-OFF ECONOMICO \$/TMS</b>		<b>34.06</b>	<b>29.41</b>

Fuente: Planeamiento Animon.

**Tabla 19: Costos fijos- Planeamiento Animon**

		<b>Costo Fijo \$/TMS</b>	
		<b>ANIMON</b>	
TMS		749,809	
Zonas		<b>Breasting</b>	<b>Taladros Largos</b>
TMS		596,386	153,423
Costo de Minado		20.28	17.62
Costo de Tratamiento		1.22	1.01
Costo de Energía		2.80	2.32
Costo de Transporte Cc		0.00	0.00
		<b>24.31</b>	<b>20.94</b>
<b>CUT-OFF TOTAL \$/TMS</b>		<b>58.37</b>	<b>50.36</b>

Fuente: Planeamiento Animon

**4.3.7.1. Costos de Explotación.**

Con respecto al índice de productividad TM/hombre-gdia, el método Sub niveles en la **veta Karina y Ramal 3** alcanzó un valor promedio de 28 TM/hombre-gdia, debido a la mejor utilización de los recursos (equipos, personal y materiales) se muestra los resultados de costos de explotación obtenidos de **la veta Karina y Ramal 3** con el método Subniveles con cortes de 08m y 12m de banco, los cuales son comparados con el corte y relleno ascendente.

De donde deducimos que el método Subniveles es de menor costo a comparación de CRAB (se reduce en 8.01 \$/m3), es por ello que en año 2017 se reduce del método de minado en algunas zonas puntuales.

Tabla 20: Cuadro comparativo método usados en Mina Animon

CUADRO COMPARATIVO DE LOS METODOS USADOS - MINA ANIMON							
METODO POR SUBNIVELES Y CORTE RELLENO EN BREASTING							
OBJETIVOS		CORTE Y RELLENO ASCENDENTE EN BREASTING			SUBNIVELES		
OBLIGATORIOS		INFORMACION		PASA / NO	INFORMACION		PASA / NO
Cumplir con las fechas programadas (Producción Anual, Mensual).		Dentro de programa actual		PASA	Dentro de programa actual		PASA
Seguridad del personal, equipos y materiales.		" 0 " daños a los recursos de trabajo		PASA	" 0 " daños a los recursos de trabajo		PASA
Conservar la estabilidad de las excavaciones (calidad de mineral y roca encajonante).		Según DS 024-2016-EM		PASA	Según DS 024-2016-EM		PASA
Que sea rentable (C/B > 1.5 )							
DESEADOS	PESO	INFORMACION	PUNTAJE	PUNTAJE PONDERADO	INFORMACION	PUNTAJE	PUNTAJE PONDERADO
Recuperación máxima de mineral.	10	90%	10	100	85%	8	80
Dilución mínima de mineral.	10	5%	10	100	15%	7	70
Costo de explotación mínimo / (\$/m <sup>3</sup> ).	10	20.28 \$/m <sup>3</sup>	8	80	17.62 \$/m <sup>3</sup>	10	100
Productividad (TM/ hombre - gdia).	10	21.00 TM/homb-gdia	8	80	28.00 TM/homb-gdia	10	100
Proporcionar condiciones seguras para el personal de operación (IF, IA y IS).	10	El menor riesgo para los hombres.	10	100	El menor riesgo para los hombres	10	100
Confianza en el éxito tomando en cuenta el relleno y la estabilidad de las estructuras.	10	Regular estabilidad	10	100	Buena estabilidad	10	100
Buenas condiciones de ventilación.	8	Ningún problema.	8	64	Ningún problema	8	64
Máxima flexibilidad de la producción.	8	Ciclo de minado dependiente.	4	32	Ciclo de minado independiente.	8	64
Asegurar la sencillez de la operación	5	Algunas complicaciones	8	40	Operación sencilla y repetida.	10	50
Un mínimo de desarrollo en el relleno.	5	Instalación de 2000 pies de red de tubería de 4 " de diámetro.	5	25	No se requiere de instalación de tubería.	10	50
Requisito mínimo de personal.	4	Algunos requerimientos de personal extra.	5	20	Se requiere mínimo de personal.	8	32
Mínima extensión de desarrollos.	4	Mayor desarrollo.	5	20	Mínimo de desarrollo.	8	32
Mínimas necesidades de equipo.	4	Mínimo	10	40	Se requiere de equipos de perforación y limpieza.	5	20
Utilización máxima de equipos disponibles.	4	Se realiza constante movimiento de equipos.	7	28	Concentración de equipos en zonas de mayor producción.	10	40
Con la menor cantidad de agua ocasional.	3	El agua drenará, afectando las labores aledañas y accesos.	4	12	No hay presencia de relleno	10	30
Con los mejores accesos.	2	El relleno proporciona malos caminos de acceso al afectarse con el agua.	5	10	Buenos caminos de acceso.	10	20
<b>TOTAL</b>				<b>851</b>			<b>952</b>

Fuente Propia

#### **4.3.8. Ventajas y desventajas del método de explotación Subniveles**

##### **A. Ventajas**

Este método de explotación se caracteriza por poseer las siguientes características:

- Es económico.
- Productividad elevada y poca mano de obra
- Gran rendimiento de equipos.
- El costo por tonelada rota es bajo.
- El trabajo es continuo sin interrupción para rellenar.
- Ningún consumo de madera, ya que no es necesario fortificar.
- Buena ventilación.
- Gran seguridad durante el trabajo.
- La concentración de la producción es en pocos frentes o stopes.
- La relación de la producción a la preparación es alta.

##### **B. Desventajas**

Entre algunas de las desventajas podemos nombrar las siguientes:

- Gastos elevados de preparación.
- No es selectivo (vetas de gran potencia), control de leyes es difícil
- Grandes aberturas subterráneas permanentes abiertas.
- Necesidad de contar con información geológica y micro técnica a partir de testigos de sondeo o laboreo minero.

#### 4.3.9. Costos de Aplicación Actuales

Actualmente, en la aplicación de los métodos corte y relleno y subniveles, en la Mina Chungar, se obtienen los siguientes costos variables y fijos de producción al 2017

**Tabla 21: Costos Variables MINA CHUNGAR área de Planeamiento a largo plazo 2017.**

	Costo Variable \$/TMS				
	ANIMON		Islay		
TMS	749,809		235,061		
Método	Breasting	Taladros Largos	Breasting	Taladros Largos	Cámaras & Pilares.
TMS	596,386	153,423	40,123	148,926	46,011
Costo de Minado	26.60	22.92	18.54	19.11	18.54
Costo de Tratamiento	3.89	3.22	3.12	3.24	2.88
Costo de Energía	1.72	1.42	1.38	1.43	1.27
Costo de Transporte Cc	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86
<b>CUT-OFF ECONOMICO \$/TMS</b>	<b>34.06</b>	<b>29.41</b>	<b>24.90</b>	<b>25.63</b>	<b>24.55</b>

Fuente Propia

**Tabla 22: Costos Fijos MINA CHUNGAR área de Planeamiento a largo plazo 2017.**

	Costo Fijo \$/TMS				
	ANIMON		Islay		
TMS	749,809		235,061		
Zonas	Breasting	Taladros Largos	Breasting	Taladros Largos	Cámaras & Pilares.
TMS	596,386	153,423	40,123	148,926	46,011
Costo de Minado	20.28	17.62	17.20	17.45	16.65
Costo de Tratamiento	1.22	1.01	0.98	1.02	0.91
Costo de Energía	2.80	2.32	2.25	2.33	2.08
Costo de Transporte Cc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	<b>24.31</b>	<b>20.94</b>	<b>20.43</b>	<b>20.80</b>	<b>19.63</b>
<b>CUT-OFF TOTAL \$/TMS</b>	<b>58.37</b>	<b>50.36</b>	<b>45.32</b>	<b>46.43</b>	<b>44.17</b>

Fuente Propia

Respecto de los Costos de Laboreo en el método de explotación, se obtienen los siguientes datos de los costos directos e indirectos al 2017.

Tabla 23: Análisis de los Costos presentados en la Mina Animon al 2017.

RESUMEN DE TARIFAS - Laboreo Mina 2017									
CIFRAS EXPRESADAS EN DOLARES US \$									
ITEM	DESCRIPCION	UND	COSTO DIRECTO	G. G.	UTIL.	CALCULO dic-17	PU ANTERIOR	DIFER	%
				26.0%	6%				
<b>EX</b>	<b>EXPLOTACION</b>								
<b>EXM</b>	<b>Mecanizado</b>								
EXM001/2012	Explotación Breasting 3.0 x 3.0 C1 SP 3.11 m.	M3	21.87	5.69	1.31	28.87	30.27	-1.40	-4.6%
EXM002/2012	Explotación Breasting 4.0 x 4.0 C1 SP 3.11 m.	M3	16.17	4.21	0.97	21.35	22.31	-0.96	-4.3%
EXM004/2012	Explotación Breasting Pot. Mayores a 5.0 m C1 SP 3.11 m.	M3	13.46	3.50	0.81	17.76	18.67	-0.91	-4.9%
EXM005/2012	Explotación Breasting 3.0 x 3.0 C3 Sp 3.11 m.	M3	15.54	4.04	0.93	20.52	20.47	0.04	0.2%
EXM006/2012	Explotación Breasting 4.0 x 4.0 C3 SP 3.11 m.	M3	11.15	2.90	0.67	14.72	14.71	0.01	0.1%
EXM007/2012	Explotación Breasting Pot. Mayores a 5.0 m C3 SP 3.11 m.	M3	8.44	2.19	0.51	11.14	11.16	-0.03	-0.2%
EXM008/2012	Explotación Breasting 3.0 x 3.0 C1 SP 2.10 m	M3	28.38	7.38	1.70	37.47	38.94	-1.48	-3.8%
EXM009/2012	Explotación Breasting 4.0 x 4.0 C1 SP 2.10m	M3	20.08	5.22	1.20	26.50	27.51	-1.00	-3.7%
EXM010/2012	Explotación Breasting Pot. Mayores a 5.0 m C1 SP 2.10m	M3	16.14	4.20	0.97	21.30	22.24	-0.94	-4.2%
EXM012/2012	Explotación Breasting 3.0 x 3.0 C1 SP 1.80 m	M3	31.53	8.20	1.89	41.62	43.14	-1.52	-3.5%
EXM013/2012	Explotación Breasting 4.0 x 4.0 C1 SP 1.80m	M3	22.08	5.74	1.32	29.15	30.17	-1.03	-3.4%
EXM014/2012	Explotación Breasting Pot. Mayores a 5.0 m C1 SP 1.80m	M3	17.29	4.49	1.04	22.82	23.77	-0.95	-4.0%
EXM015/2012	Explotación Breasting Pot. Mayores a 5.0 m C3 SP 1.80m	M3	12.60	3.28	0.76	16.67	16.62	0.05	0.3%
	Explotación Breasting Pot. Mayores a 5.0 m C3 SP 2.10m	M3	11.47	2.98	0.69	15.18	15.14	0.04	0.3%

Fuente: Mina Animon

## CONCLUSIONES

1. La extensión que presenta en la Mina Animon, en relación al contenido del yacimiento minero, presenta un espacio apropiado para la aplicación del método de explotación minera por subniveles, por contener una extensa área de apropiada para la explotación, como es que se exige para el método que se planteó utilizar.
2. Actualmente en la mina Animon, se viene utilizando el método de explotación paralelamente a los métodos de explotación, corte y relleno, por subniveles para distintas vetas, siendo que, por lo revisado y analizado, el método corte y relleno es uno de los métodos de explotación más caros y aunque, el método de sub niveles es ligeramente más módico, convendría uniformizar los métodos mediante el uso del subniveles que tiene un costo promedio, más módico que el corte y relleno, utilizado actualmente.
3. De la capacidad de producción actualmente obtenida, según los datos revisados para nuestro estudio, el método de subniveles, provee una mayor capacidad de producción, pues en merito a las condiciones técnicas que posee la mina en cuestión, y por las características del método de explotación a sugerencia en nuestra investigación, se pueden ampliar la capacidad de la mina, según el plan de producción de la Mina Animon.

## **RECOMENDACIONES**

1. Para que la optimización del método de subniveles sea beneficiosa, es necesario entender con certeza sus preceptos y la dinámica de sus operaciones; así como es necesario contar con la información optima, respecto de las capacidades técnicas y económicas para que su aplicación sea aún más beneficiosa.
2. Debido a la escasez de experiencias de su aplicación en el Perú, el método, como antecedente de viabilidad en nuestro país, no cuenta con la suficiente data, sobre todo en los aspectos técnicos y tan igual de importante, en los aspectos económicos.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

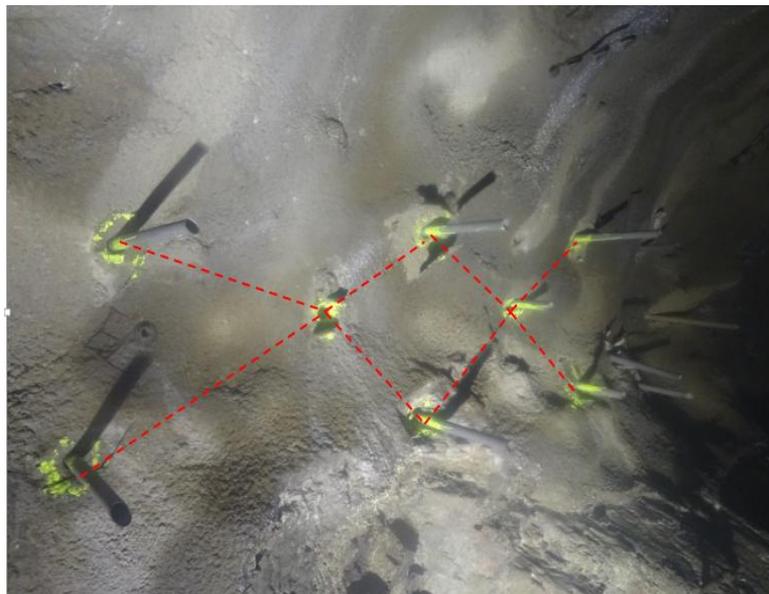
- 01.- Arroyo Aguilar, A. (Marzo de 2011). *Explotación de Minas. Métodos para la extracción de Minerales*. Obtenido de Instituto de Ingenieros de minas del Perú:
02. - Bateman, A. (1951). *The Formation of Mineral Deposits*. New York: Wiley, Ed.
03. - Bates, R., & Jackson, J. (1984). *Dictionary of Geological Terms (Rocks, Minerals and Gemstones)*. Michigan: Jackson & Bates Ed. .
- 04.- Bernaola Alonso, J, Castillo Gómez, J. & Herrera Herbert, G. (2013). *Perforación y Voladura de rocas en minería*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- 05.- *Diccionario de la Real Academia de Ciencias Exactas*. (2016). Obtenido de <https://vctrac.es>: [https://vctrac.es/index.php?title=mineral\\_esencial](https://vctrac.es/index.php?title=mineral_esencial)
06. - Hartman, H. (1987). *Introductory Mining Engineering*. Universidad de Michigan: Wiley Ed.
- 07.- Maldonado Zorrilla, L. (septiembre de 2008). *Aplicaciones Geomecánicas en la Mina Chungar*. Obtenido de EACH: <https://es.scribd.com/presentation/.../Aplicaciones-Geomecanicas-en-Mina-Chungar>
- 08.- PNUMA. (2013). *Minerales de construcción*. Panamá: Unep Edt. Obtenido de
09. - UCLM. (2014). *Diccionario de terminología Minera y Geológica*. Obtenido de <https://previa.uclm.es/users/higueras/yymm/ym14.html#T14Metodol>
- 10.- UNMSM. (2010). *APUNTES DEL CURSO DE MINAS*. Obtenido de [file:///C:/Users/Admin/Downloads/Apunte\\_MI57E\\_26\\_32.pdf](file:///C:/Users/Admin/Downloads/Apunte_MI57E_26_32.pdf)
- 11.- VCTRAC. (2016). *Diccionario de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Obtenido de [https://vctrac.es/index.php?title=mineral\\_accesorio](https://vctrac.es/index.php?title=mineral_accesorio)

## **ANEXOS**

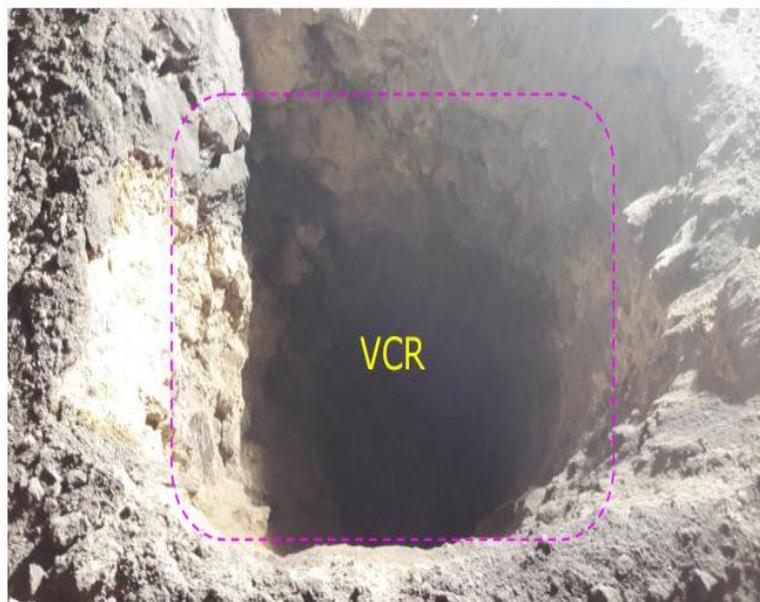
## MATRIZ DE CONSISTENCIA

### “APLICACIÓN DEL METODO DE EXPLOTACIÓN POR SUBNIVELES EN LA UNIDAD MINERA CHUNGAR – COMPAÑÍA MINERA VOLCAN”

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿Demostrar técnicamente la aplicación del método de explotación por subniveles en la mina Animon, periodo 2017?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECIFICO</b> - ¿Demostrar las condiciones geológicas y geomecánicas existentes para la aplicación del método de explotación por subniveles en la mina Animon, periodo 2017? - ¿Demostrar ventajas y desventajas sobre la aplicación del método de explotación por subniveles en la mina Animon periodo 2017?</p>	<p><b>Objetivo General:</b> -Analizar la aplicación técnica del método de explotación por subniveles en la Mina Animon, periodo 2017.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> Analizar las condiciones geológicas y geomecánicas existentes para la aplicación del método de explotación por subniveles en la Mina Animon, periodo 2017.</p> <p>Identificar ventajas y desventajas sobre la aplicación del método de explotación por subniveles en la mina Animon periodo 2017.</p>	<p><b>Antecedentes:</b> Desde la mediana minería subterránea de acuerdo al comportamiento de su yacimiento y a los anchos de las estructuras mineralizadas está en el proceso de reducir costos mediante la migración de la explotación de métodos de minado convencionales a métodos de minado mecanizados tales con la aplicación de taladros largos con el método POR SUBNIVELES en el caso de que las estructuras sean de ancho mayor a 3 metros o la aplicación del método de minado de bench a fill cuando las estructuras sean menores a 3 metros.</p> <p><b>Bases Teóricas:</b> La creciente demanda de metales de todo tipo, con lleva, así como el hecho de que todos los yacimientos próximos a la superficie, fáciles de explotar y ricos son cada vez más raros, conducen necesariamente a la explotación de yacimientos más pobres. La explotación de tales yacimientos no es sólo un problema técnico minero, sino también económico", continúa refiriendo que, "la posibilidad de explotación de un yacimiento no es un concepto determinado, varía con las fluctuaciones de los precios de los metales y está influida por el desarrollo de la técnica minera. Especialmente en el extranjero, pero también entre nosotros, en Alemania, se ha desarrollado toda una serie de nuevos métodos de explotación minera durante las últimas décadas.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b> La aplicación del método de explotación por subniveles permitirá mayor volumen de tonelaje en la producción y rentabilidad en costos cumpliendo con el programa de operaciones Mina Animon (vetas, cuerpos verticales que son veta Karina y zona Ramal 3), siendo las proyectadas, aplicando el método por subniveles.</p> <p><b>Hipótesis Específicas:</b> Desarrollando las condiciones geológicas y geomecánicas existentes para la aplicación del método d explotación por subniveles en la mina Animon, periodo 2017.</p> <p>Identificar ventajas y desventajas sobre la aplicación del método de explotación por subniveles en la mina Animon periodo 2017.</p>	<p><b>Variable independiente (x):</b> Método de explotación por subniveles.</p> <p><b>Variable dependiente (y):</b> Productividad</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b> El trabajo es de tipo de investigación aplicada ya que utiliza los conocimientos de trabajos ya realizados y comprobados, sistema de mejora de productividad y mayor eficiencia. Con esto trato de dar a conocer la relación que existe entre un buen sistema técnico económico de producción en las operaciones mineras subterráneas.</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b> Es de nivel explicativo, ya que trata de exponer la relación e influencia que existe entre el sistema técnico económico de producción y método de explotación por subniveles.</p> <p><b>Método de investigación:</b> La investigación se desarrollará utilizando el método científico como método general y el método descriptivo como método específico.</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> El diseño de investigación es descriptivo porque se dedica a recolectar, ordenar, analizar y presentar un conjunto de datos, con el fin de describir apropiadamente las características de un estudio y las actividades del sistema de mejoramiento técnico económico en la productividad de las operaciones subterráneas.</p> <p>El diseño de investigación consistió en realizar acopio de data y trabajos anteriores en la aplicación del método por subniveles.</p>



**FIG. N°1 ENTUBADO DE TALADROS**



**FIG. N°2 GRAFICO DE VOLADURA CONTROLADA**

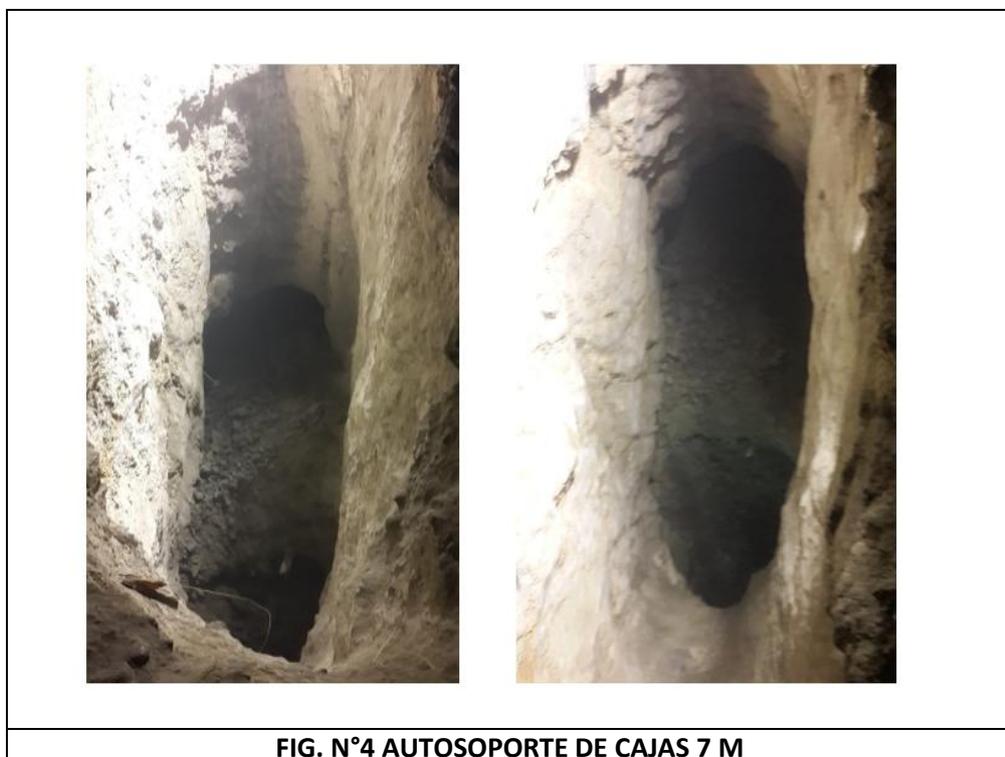
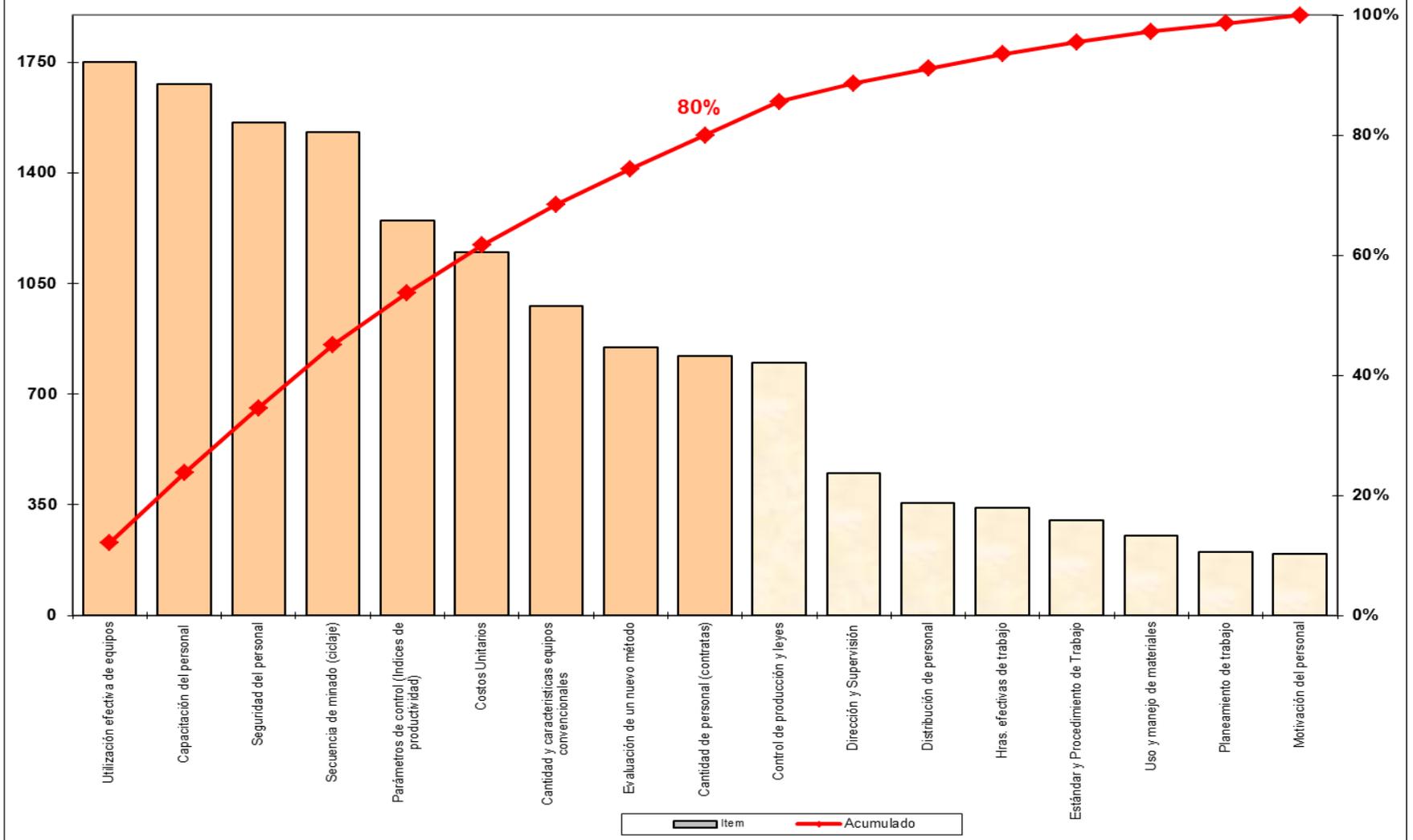


DIAGRAMA DE PARETO - MINA ANIMON VETA RAMAL 3 - VETA KARINA



DISEÑO TAJOS CON MSO – MINA ANIMON – VISTA LONGITUDINAL

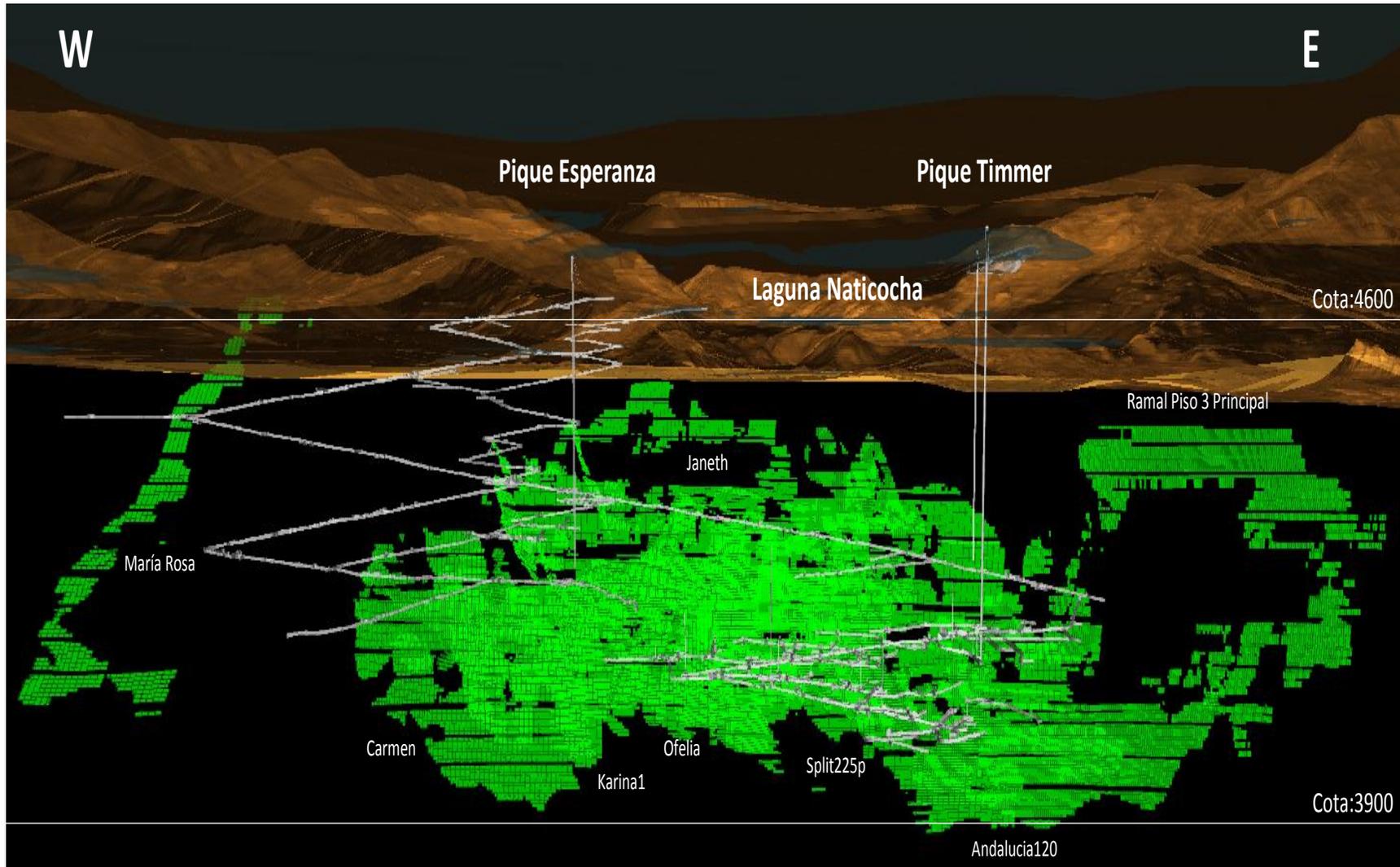
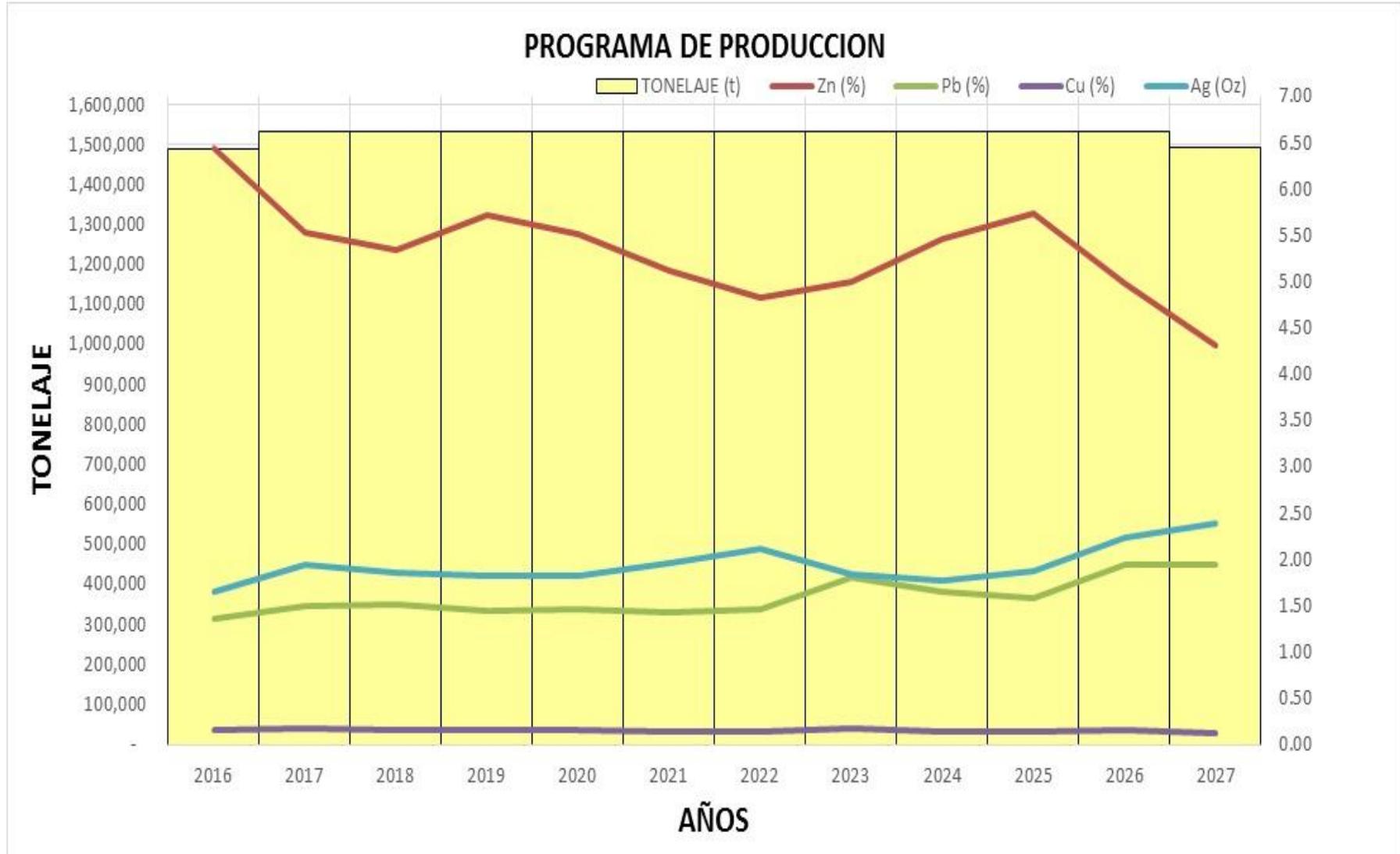


GRÁFICO PROGRAMA DE PRODUCCION PLP – BASE





### DISPOSICIÓN ESPACIAL DE LA MINA ANIMON

