

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y**  
**METALURGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS**



**“CAMBIO DEL METODO DE MINADO EN LA VETA**  
**DANIELA, MINERA AURIFERA RETAMAS S.A.”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**  
**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERIO DE MINAS**  
**PRESENTADO POR:**  
**EDGARD PAVEL ATENCIA DAGA**

Lima, 2011

**DEDICATORIA**

*A Félix y Miriam, mis queridos padres  
Que me enseñaron que el fracaso es no intentarlo.*

*A mis hermanos y hermanas.*

*A Elizabeth, mi amada esposa.*

## AGRADECIMIENTO

*A Dios por levantarme en los momentos difíciles.*

*Al Ingeniero Francisco Grimaldo por asesorarme en el  
desarrollo de la tesis.*

*Al Ing. Luis Villegas Landa, por sus enseñanzas.*

*A los profesionales que laboran en la Empresa M.A.R.S.A. en  
especial al Ingeniero Wilmer Carhuaricra por su  
colaboración.*

## RESUMEN

La presente Investigación titulada “CAMBIO DEL METODO DE MINADO EN LA VETA DANIELA DE LA MINERA AURIFERA RETAMAS S.A.” Está orientada a la aplicación de un método más productivo y que disminuya la exposición del personal a condiciones inseguras.

Bajo este contexto se fundamenta las condiciones estructurales, geológicas y parámetros geomecánicos como base para la aplicación del método de “Corte y Relleno en Breasting Semi Mecanizado”. Con la construcción de una rampa y Cruceros batidos que acompañan al tajo.

Tomando en cuenta la recuperación en las reservas geológicas, preparación, dilución y valor de mineral, se compara económicamente con el método actual “Corte y Relleno en Breasting Convencional”, utilizando los criterios económicos, valor actual neto y la tasa Interna de retorno (VAN, TIR).

## INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABLAS	ix
INTRODUCCION	1

## CAPITULO I: ANTECEDENTES

<b>1.1</b>	<b>UBICACIÓN Y ACCESO</b>	<b>3</b>
<b>1.2</b>	<b>RELIEVE Y CLIMA</b>	<b>4</b>
1.2.1	Relieve	4
1.2.2	Clima	5
<b>1.3</b>	<b>GEOLOGÍA GENERAL</b>	<b>5</b>
<b>1.4</b>	<b>RESERVAS GEOLÓGICAS</b>	<b>6</b>
<b>1.5</b>	<b>GEOLOGÍA ESTRUCTURAL</b>	<b>7</b>
1.5.1	Plegamiento	7
1.5.2	Fracturamiento	7
1.5.3	Sistemas de vetas	8
<b>1.6</b>	<b>GEOLOGÍA ECONÓMICA</b>	<b>9</b>
1.6.1	Mineralogía	10
<b>1.7</b>	<b>GEOLOGÍA DE LA VETA DANIELA</b>	<b>10</b>

**CAPITULO II: METODO DE EXPLOTACION ACTUAL “CORTE Y RELLENO  
ASCENDENTE EN BREASTING CONVENCIONAL (CRAB)”**

<b>2.1</b>	PREPARACIÓN DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN CRAB CONVENCIONAL	12
<b>2.2</b>	DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN CRAB CONVENCIONAL	15
<b>2.3</b>	PRODUCTIVIDAD DEL MÉTODO DE MINADO “CORTE Y RELLENO ASCENDENTE EN BREASTING CONVENCIONAL” (TAJO-762, TAJO-763)	20

**CAPITULO III: EVALUACION GEOMECÁNICA DE LA VETA DANIELA**

<b>3.1</b>	MODELO GEOMECÁNICO	21
3.1.1	Litología	21
3.1.2	Fallas Mayores	22
3.1.3	Discontinuidades Menores	22
3.1.4	Caracterización del Macizo Rocosó	23
3.1.5	Esfuerzos	25
3.1.6	Unidades Geomecánicas	26
<b>3.2</b>	ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO	28
3.2.1	Características geométricas de explotación	28
<b>3.3</b>	TIEMPO DE AUTO SOPORTE	29
<b>3.4</b>	TIPO DE SOSTENIMIENTO	30

**CAPITULO IV: PROPUESTA EN EL CAMBIO DE MÉTODO DE  
MINADO A “CORTE Y RELLENO ASCENDENTE EN  
BREASTING SEMI MECANIZADO (CRABSM)”**

<b>4.1</b>	ANÁLISIS Y ACCIONES DEMOSTRATIVAS PARA EL CAMBIO DE MÉTODO DE EXPLOTACIÓN	32
------------	---	----

<b>4.2</b>	<b>PREPARACIÓN DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN (CRABSM)</b>	<b>33</b>
<b>4.3</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN (CRABSM)</b>	<b>36</b>
<b>4.4</b>	<b>PRODUCTIVIDAD DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN (CRABSM)</b>	<b>41</b>
<b>4.5</b>	<b>COMPARACIÓN DE RENDIMIENTOS Y LINEAMIENTOS DE LOS MÉTODOS DESCRITOS (CONVENCIONAL VS SEMI MECANIZADO)</b>	<b>42</b>

## **CAPITULO V: EVALUACIÓN ECONÓMICA**

<b>5.1</b>	<b>RESERVAS MINÁBLES</b>	<b>45</b>
5.1.1	Dilución Porcentual en la Ley del Mineral	45
5.1.2	Recuperación	46
5.1.3	Reservas Minábiles y Valor del Mineral	46
<b>5.2</b>	<b>CALCULO DEL COSTO DE PRODUCCIÓN, DE CADA ALTERNATIVA (USD/TM)</b>	<b>49</b>
5.2.1	Costo de Operación actual (CRAB)	49
5.2.2	Costo de Operación Propuesta (CRABSM)	51
5.2.3	Cálculo y Comparación de costos de Producción (USD/TM)	51
<b>5.3</b>	<b>ANALISIS COSTO, VOLUMEN Y UTILIDAD</b>	<b>53</b>
5.3.1	Evaluación Económica, Según los Criterios del "VAN", "TIR"	55

<b>CONCLUSIONES</b>	<b>59</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>61</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Ubicación y acceso a la Unidad Minera Aurífera Retamas S.A.
- Figura 2: Plano sección geología regional
- Figura 3. Diseño de chimeneas, by pass
- Figura 4. Diseño de las ventanas de extracción
- Figura 5. Disposición de Chimenea lateral abastecimiento de material
- Figura 6. Disposición de Chimenea intermedia chute mineral-camino-canal
- Figura 7. Vista en planta de Chimenea intermedia
- Figura 8. Esquema by pass y secuenciamiento del minado por etapas
- Figura 9. Características Litológicas del Sector del proyecto
- Figura 10. Sistemas de discontinuidades menores (diaclasas)
- Figura 11. Condición de esfuerzo insitu
- Figura 12. Unidades Geomecánicas veta Daniela Nv 2620 al 2670
- Figura 13. Clasificación por RMR vs Tiempo de exposición del Macizo sin sostenimiento
- Figura 14. Diagrama Para Diseño Empírico De Soporte Usando Sistema “Q” y Sistema “RMR”
- Figura. 15. preparación con rampa en la veta Daniela
- Figura 16. Vista En Planta De La Preparación Propuesta En La Veta Daniela
- Figura 17.vista Isométrica de la Rampa y Brazos Batidos
- Figura 18. Secuencia de minado en la explotación CRAB Semi mecanizado
- Figura 19. Ubicación y corte del tajo piloto Daniela, Nv 2620
- Figura 20. Productividad de los metodos
- Figura 21. Plano geología regional
- Figura 22. Proyecto de Explotación Semi Mecanizado, Veta Daniela
- Figura 23. Brazos batidos, Veta Daniela
- Figura 24. Plano de perfil Longitudinal de la Veta Daniela



## LISTA DE TABLAS

- Tabla 1. Reservas geológicas.
- Tabla 2. Producción esperada con la preparación CRAB.
- Tabla 3. Parámetros y lineamientos del método actual
- Tabla 4. Rendimientos alcanzados con el método actual.
- Tabla 5. Calidad del Macizo Rocosos Según RMR de BIENIAWSKI 89
- Tabla 6. Resistencia a la Compresión Uniaxial (RCU) por cada tipo de roca
- Tabla 7. Diseño Empírico De Soporte Usando Sistema “Q” Y Sistema “RMR”
- Tabla 8. Producción esperada con la preparación CRAB Semi Mecanizado
- Tabla 9. Balance De Ventilación Tajo Piloto Veta Daniela
- Tabla 10. Parámetros y lineamientos del método propuesto.
- Tabla 11. Rendimientos alcanzados con el método propuesto.
- Tabla 12. Comparación de rendimientos con el método propuesto
- Tabla 13. Cálculo de la dilución porcentual en la ley del mineral.
- Tabla 14. Reservas Geológicas Nivel 2620 de la veta Daniela – Enero 2011.
- Tabla 15. Reservas Minables y valor de mineral en la veta Daniela
- Tabla 16. Resumen de Reservas Minables y Valor de Mineral
- Tabla 17. Estructura de Costos de explotación CRAB Convencional
- Tabla 18. Estructura de Costos de la Preparación CRAB Convencional
- Tabla 19. Estructura de Costos de la Explotación CRAB Semi Mecanizado
- Tabla 20. Estructura de Costos de la Preparación CRAB Semi Mecanizado
- Tabla 21. Costo de producción (USD/TM) por cada alternativa de explotación
- Tabla 22. Márgenes de Utilidad Según alternativa
- Tabla 23. Evaluación Económica Utilizando los criterios del TIR y VAN

## INTRODUCCION

El presente trabajo fue elaborado en la Minera Aurífera Retamas S.A. donde se analiza el método de minado actual en los niveles 2620 y 2670 “Corte y Relleno en Breasting Convencional” en la veta Daniela y los inconvenientes que esto conlleva: Exposición del personal en los tajeos, alto Costo de operación y baja productividad (Capítulo III).Entonces se propone la alternativa de mecanizar la limpieza en la explotación de la veta Daniela utilizando un scoop eléctrico de 1.5 yd<sup>3</sup>, construyendo una rampa, chimeneas y brazos de extracción que acompañan al tajo.

Justificado técnicamente con un estudio geomecánico de la veta Daniela (Capítulo IV).Se demuestra que la explotación de los tajos pilotos (Tajo - 863, Tajo- 864) en “Corte y relleno en Breasting Semi - Mecanizado” mejora los rendimientos, aumenta la producción, disminuye el costo operativo, permite trabajar tajos en simultáneos con menos exposición del personal, Mejorando así la productividad en la explotación de vetas angostas.

Posteriormente se realiza la evaluación económica en términos de la dilución en la ley, recuperación de las reservas geológicas, valor del mineral y costo de producción para finalmente calcular la rentabilidad en el cambio de método de minado utilizando los parámetros económicos, “Valor Presente Neto” y la “Tasa Interna de Retorno”. (Capítulo VI)

## **CAPITULO I: ANTECEDENTES**

### **1.1 UBICACIÓN Y ACCESO**

#### **1.1.1 Ubicación**

La Mina El Gigante se halla situada en el anexo de Llacuabamba, distrito de Parcoy, provincia de Pataz y departamento de La Libertad; emplazada en las vertientes del flanco Oriental de la Cuenca hidrográfica del Marañón, en el sector Norte de la Cordillera Oriental. Sus coordenadas geográficas son:

Latitud Sur: 08°02'

Longitud Oeste: 77°20'

#### **1.1.2 Acceso**

Se puede realizar por carretera de la siguiente forma:

Lima - Trujillo	562 Km. Asfaltado
Trujillo - Chirán	34 Km. Asfaltado

Chirán - Chagual 307 Km. Trocha carrozable

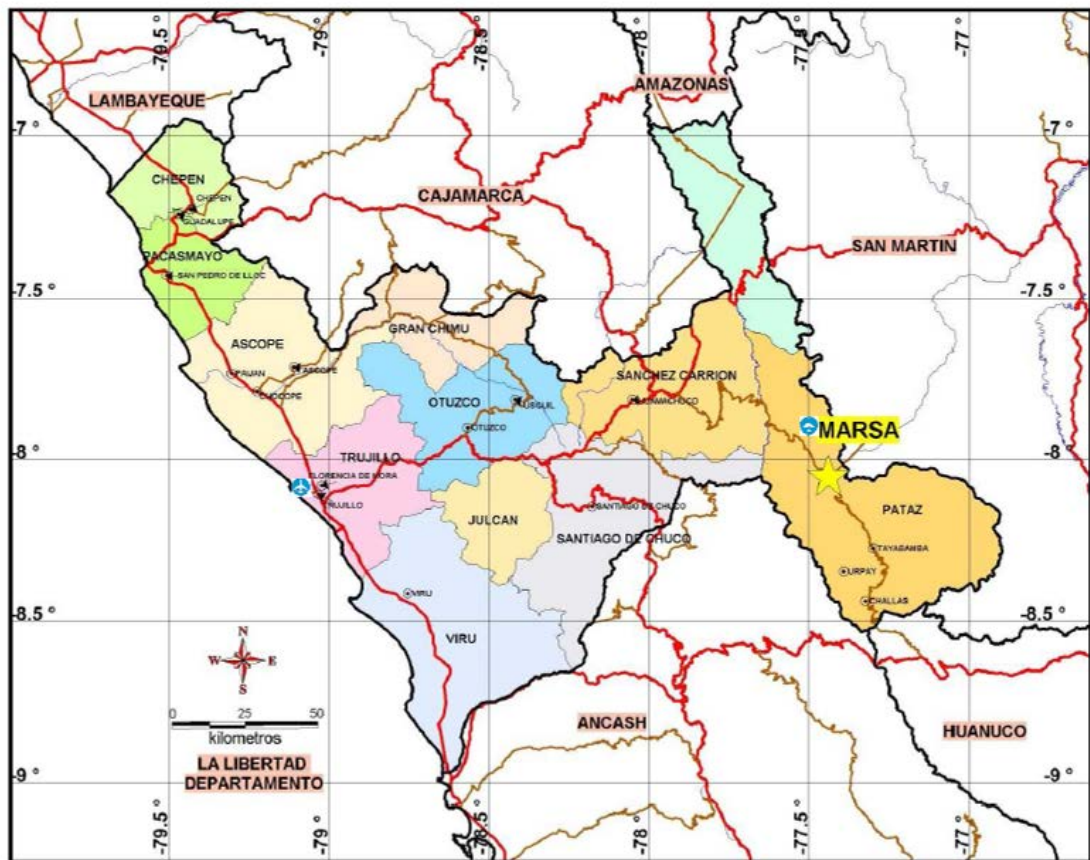
Chagual - Mina Gigante 70 Km. Trocha carrozable

Por vía aérea:

Lima – Pías Aprox. 1:10' Vuelo Charter

Trujillo - Pías Aprox. 0:45' Vuelo Comercial.

FIGURA 1. UBICACIÓN Y ACCESO A LA UNIDAD MINERA AURÍFERA RETAMAS S.A.



FUENTE: INFORME ANUAL DE CUBICACIÓN.

## 1.2 RELIEVE Y CLIMA

### 1.2.1 Relieve

Minera Aurífera Retamas S.A. se encuentra dentro de un importante distrito aurífero filoneano en una abrupta zona conformada por fuertes pendientes,

El relieve es accidentado y abrupto, marcado por las quebradas como Porvenir Molinetes, Pomachay, Mushmush, San Vicente, Hiunchus, etc.

Los principales agentes modeladores a los eventos tectónicos son la erosión glacial y fluvial que han formado valles de fuerte pendiente (20 – 35%), así como circos glaciares, creando un drenaje dendrítico en la zona. La mina tiene elevaciones hasta de 4260 m.s.n.m. (cerro Yurirca).

### **1.2.2 Clima**

Es predominantemente típico de la sierra, con dos épocas muy marcadas, una lluviosa de Enero a mediados de Abril y el resto del año con disminución de las lluvias, la temperatura varía entre 1°C - 18°C encontrándose las temperaturas más bajas en los meses de Junio a Agosto.

### **1.3 GEOLOGÍA GENERAL**

La zona aurífera de Parcoy, Gigante y Buldibuyo (considerado como distrito minero), está ligada a una faja de rocas intrusivas conocida como “Batolito de Pataz” (Paleozoico – Carbonífero), que intruyen a los esquistos, filitas, pizarras y rocas metavolcánicas del Complejo del Marañón.

El Batolito de Pataz se extiende aproximadamente 50 Km. entre Vijus al Norte y al Sur de Buldibuyo, con un ancho promedio de 2.5 Km., limitado por el E - NE con el Complejo del Marañón (Precambriano) y volcánicos Lavasén, y por el WSW con las rocas sedimentarias Paleozoicas del grupo Mitu. Al NW del batolito, afloran pequeños intrusivos de pórfido diorita-andesita, que intruyen a las rocas Paleozoicas, de posible edad cretáceo superior.

En el distrito minero, las zonas de fallamientos y fracturamientos pre-existentes dentro del intrusivo, han servido de canales de circulación de las soluciones mineralizantes hidrotermales, depositándose en las trampas estructurales, dando lugar a la formación de vetas; posteriormente, estas vetas han sido falladas y plegadas en más de dos eventos tectónicos; razón por la cual, se presentan muy irregulares en su comportamiento estructural y continuidad.

El relleno mineralógico de las estructuras mineralizadas está constituido por cuarzo lechoso, pirita, arsenopirita, marmatita - esfalerita, galena, chalcopirita, pirrotita y escasamente oro en estado nativo y libre.

#### **1.4 RESERVAS GEOLÓGICAS**

En la siguiente tabla 1, podemos observar las reservas de mineral de toda la mina:

TABLA 1. RESERVAS GEOLÓGICAS.

CUADRO GENERAL DE RESERVAS GEOLOGICAS DE TODA LA MINA				
AÑO	TONELAJE (TMS)	POTENCIA (M.)	LEY DE VETA AU GR./TMS	PRECIO US\$/ONZ
2006	600,000.0	0.80	12.70	550
2007	450,000.0	0.77	14.80	650
2008	950,000.0	0.87	12.00	870
2009	1,400,000.0	0.90	11.70	900
2010	1,550,140.0	1.14	12.33	1,100

FUENTE: DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA.

## 1.5 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Distritalmente los rasgos más saltantes que se observan son: fallamientos, fracturamientos y plegamientos en rocas intrusivas, metamórficas y sedimentarias.

### 1.5.1 Plegamiento

De extensión regional, con ejes orientados de NW a SE; se presentan en las formaciones sedimentarias y metamórficas. La dirección probable de los esfuerzos de compresión que originaron estos plegamientos ha sido de NE a SW y viceversa. Las estructuras mineralizadas reconocidas como Natasha, Gigante Uno, Esperanza, Cachaco, Yanaracra Sur, etc., se presentan plegadas localmente, dificultando su exploración y explotación.

### 1.5.2 Fracturamiento

Las rocas intrusivas del batolito de Pataz y el Complejo del Marañón se hallan fuertemente fracturadas, debido a los múltiples eventos tectónicos; estos fracturamientos siguieron un patrón estructural derivadas de la



dirección de los esfuerzos tectónicos; se presentan formando sistemas de fracturamiento locales, ya sea paralela al sistema de fallas longitudinales, diagonales o paralela a los esfuerzos de compresión que a la vez originan microfallas. Las vetas comúnmente se presentan fracturadas y/o craqueladas.

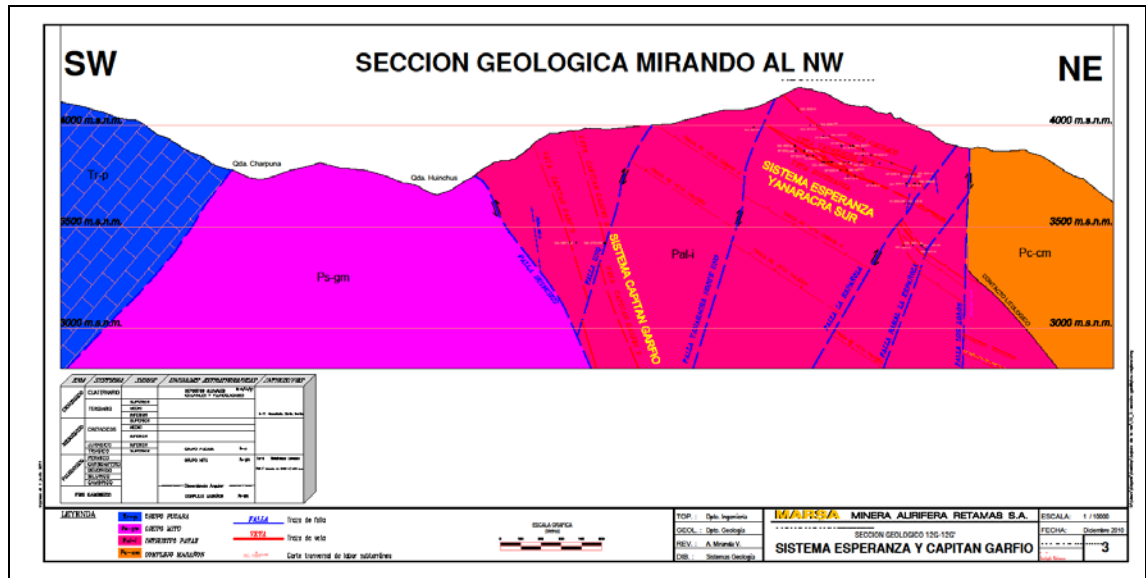
### **1.5.3 Sistema De Vetos**

Existen 2 sistemas de vetas emplazadas en el Intrusivo de Pataz, agrupadas dentro del sistema NW - SE (Esperanza, Yanaracra Sur, Gigante, Cabana, Daniela, Garfio?, etc.) y sistemas N - S y NNE – SSW (Yanaracra 1, Yanaracra 2, Cachaco-Las Torres, Valeria), estas vienen a conformar estructuras tensionales de las primeras.

Las vetas del Sistema NW-SE tienen rumbo N 20° - 50°W, con buzamiento de 10° a 40° NE; la veta Garfio entre 55° y 70° NE. Las variaciones del rumbo y buzamiento son consecuencia de los esfuerzos tensionales y compresionales que causaron plegamientos y fallamientos.

Ver Figura 2

FIGURA 2: PLANO SECCIÓN GEOLOGÍA REGIONAL.



FUENTE: DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA

## 1.6 GEOLOGIA ECONOMICA

La mineralización se emplazó en rocas: microdioritas - dioritas, granodioritas granitos, cuyos rasgos litológicos y tectónicos se derivan de los procesos de la metalogena de la Cordillera Central. Las soluciones mineralizantes circularon a través de fracturas preexistentes dentro del Batolito de Pataz, depositándose en las aberturas a manera de vetas. La reacción con las rocas encajonantes provocaron alteraciones hidrotermales causadas por los cambios físicos y químicos que imperaron en el ambiente deposicional.

### 1.6.1 Mineralogía

El yacimiento minero “El Gigante”, está constituido por una variedad de minerales agrupados en “mena” y “ganga”, que se presentan dentro las estructuras mineralizadas en forma de lentes, parches, venas e hilos.

- **Mineral de mena.**- El principal mineral de mena es la pirita aurífera, que se presenta acompañada de arsenopirita, galena, marmatita- esfalerita, en proporciones menores; también consideramos el cuarzo sacaroide como mineral de mena por hospedar oro libre.
- **Minerales de ganga.**- Acompañando al mineral de mena se presentan otros minerales en proporciones variables, ya sean metálicos o no metálicos, constituyendo éstos los minerales de ganga e impurezas, porque no son económicamente beneficiables. Estos minerales son: cuarzo lechoso (primer estadio), calcita, caolín, chalcopirita, etc.

### 1.7 GEOLOGIA DE LA VETA DANIELA

Estructura mineralizada lentiforme de primer orden, limitado por las vetas Valeria y Cabana 3, inicialmente reconocido con sondajes largos, posteriormente explorado horizontalmente por más de 325 m e intersectado en buzamiento con labores convencionales en los niveles 2670 y 2770. Su rumbo promedio es de N 27° W y buzamiento de 45° a 85° NE. Presenta sinuosidades tanto en rumbo como en buzamiento con

estrangulamientos locales tipo rosario. Acompaña a la estructura una falla longitudinal (reactivación ¿?) al techo y/o piso de la veta.

Mineralógicamente está compuesta por cuarzo blanco lechoso y gris, fracturado en mayor proporción, bandas de pirita masiva de tipo afanítico con presencia de marmatita, en menor proporción arsenopirita, galena. La concentración de los sulfuros es variable en rumbo, buzamiento y por presencia de fallas que dislocan la veta. Las alteraciones de la roca encajonante son:

Silicificación, sericitización, cloritización, caolinización. Su potencia varía de 0.15 m. a 1.80 m. Estructuralmente la veta está dislocada por sistemas de fallas transversales y sub paralelas de corto desplazamiento, siendo las de mayor desplazamiento la falla sinuosa de rumbo N 17° a 29° W con buzamiento de 84° a 88° NE. La veta se encuentra en actual exploración en los niveles 2670, 2770.

**CAPITULO II: METODO DE EXPLOTACION ACTUAL EN LA VETA  
DANIELA “CORTE Y RELLENO ASCENDENTE EN BREASTING  
CONVENCIONAL (CRAB)”**

**2.1 PREPARACIÓN DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN CRAB  
CONVENCIONAL**

La dimensión de los blocks son de 80 m de longitud por 50m de altura entre niveles teniendo dos tajos de 40 m para cada ala, las cuales serán delimitadas por una galería principal de sección 8'x9', dos chimeneas servicios laterales de sección 8'x5' y una chimenea intermedia de camino de sección 8'x5' .La explotación se realiza desde el nivel base sin dejar puentes. Ver figura. 3 y 4.

Se ejecuta un by pass en estéril de sección 8'x9' al piso de la veta dejando un pilar mínimo de 14 m, respecto a las galerías según recomendación Geomecánica, y a partir de este se construye ventanas de extracción de 35m de longitud perpendiculares a la veta y espaciadas cada 40 m dirigidas a un hastial de las chimeneas. Ver figura 3.

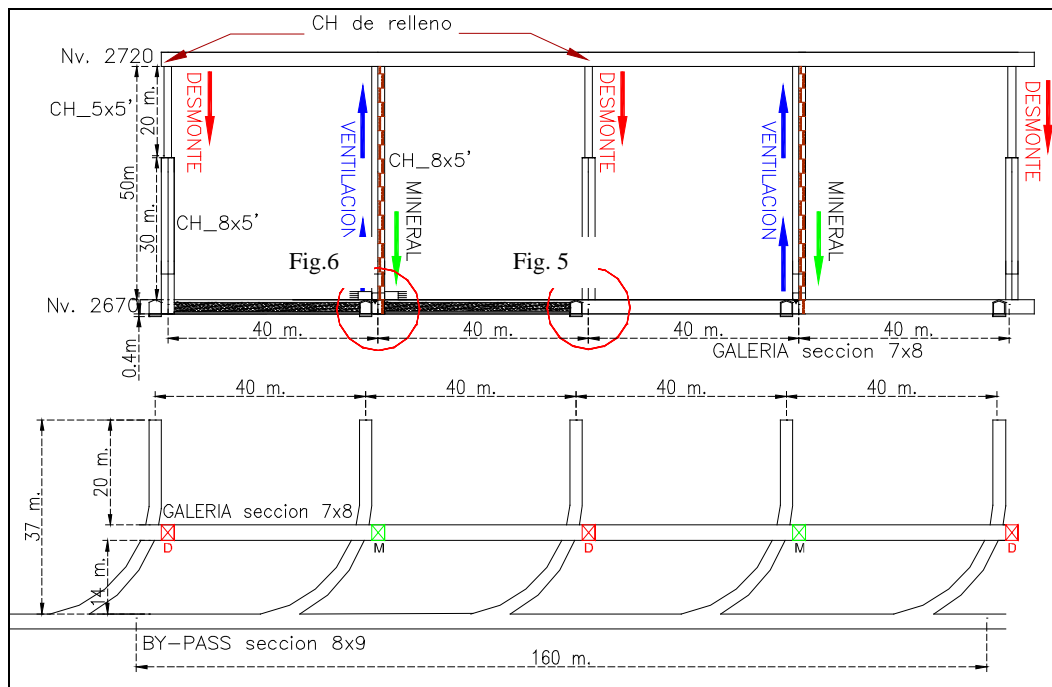
El sostenimiento de los by pass y ventanas de extracción se realizó con shotcrete, perno y malla (según recomendación Geomecánica). Y las intersecciones de las galerías y ventanas de extracción un sostenimiento con cimbras.

Las chimeneas que correspondan a “intermedias” fueron habilitadas para chute de mineral, camino y canal de izaje de madera, teniendo finalmente una sección de 10'x5'. Así mismo las instalaciones de los servicios de agua y aire con tuberías de 1” y 2” respectivamente. Estas chimeneas sirven como ductos de ventilación y acceso de personal. Ver figuras 5,6 y 7.

En las chimeneas que correspondan a “laterales” se acondicionaron parrillas en el nivel superior y ranflas de madera en cada corte para el abastecimiento del relleno detrítico mediante carros U35, en la actualidad no funciona de esa manera debido a la falta de desmonte cercano, se instaló tuberías de HDEP de 4” de diámetro para el relleno hidráulico. Ver figura. 6.

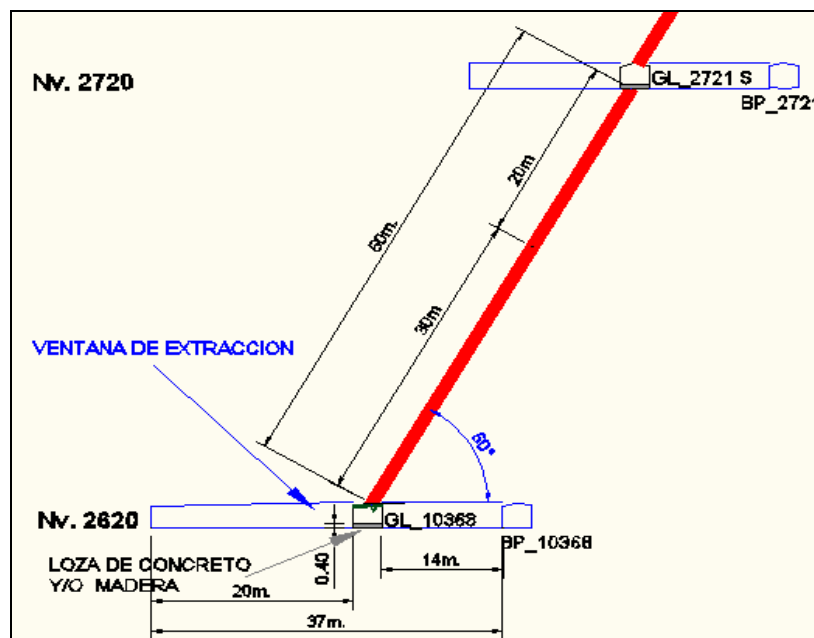
Se construyó losas de concreto en el piso de la galería, según recomendación geomecánica, esto con la finalidad de tener un techo seguro al culminar la explotación cercana al nivel superior, y obtener el piso del primer corte de la explotación. El uso de losas en este método permite la explotación de los blocks mineralizados sin dejar puentes.

FIGURA 3. DISEÑO DE CHIMENEAS, BY PASS.



FUENTE: SUPERINTENDENCIA DE PLANEAMIENTO

FIGURA 4. DISEÑO DE LAS VENTANAS DE EXTRACCIÓN.



FUENTE: SUPERINTENDENCIA DE PLANEAMIENTO

Para el presente estudio se analizará la preparación del método “Corte y relleno ascendente en breasting Convencional” un bloque 80x50 m que comprende dos tajos de 40 m. en cada ala, la producción esperada en la explotación convencional se muestra en la Tabla 2.

TABLA 2.PRODUCCION ESPERADA CON LA PREPARACIÓN CRAB.

<b><i>Produccion esperada con la Preparacion CRAB</i></b>		
<b><i>Descripcion</i></b>	<b><i>Unidad</i></b>	<b><i>CRAB</i></b>
<i>Numero de Tajos</i>	<i>Unidad</i>	2
<i>Altura del Bloque</i>	<i>m</i>	50
<i>Largo del tajo</i>	<i>m</i>	40
<i>Ancho de Minado</i>	<i>m</i>	2.26
<i>Densidad del Mineral</i>	<i>Tm/m3</i>	3.1
<i>Recuperacion</i>	<i>%</i>	90%
<b><i>Tonelaje 2 Tajos</i></b>	<b><i>TM</i></b>	<b><i>25,166</i></b>

FUENTE: ANALISIS Y CALCULOS REALIZADO POR EL AUTOR

De la tabla 2, el valor del ancho de Minado es el promedio en el monitorio realizado en los tajos 762,763. Ver tabla 4.

## **2.2 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN CRAB CONVENCIONAL**

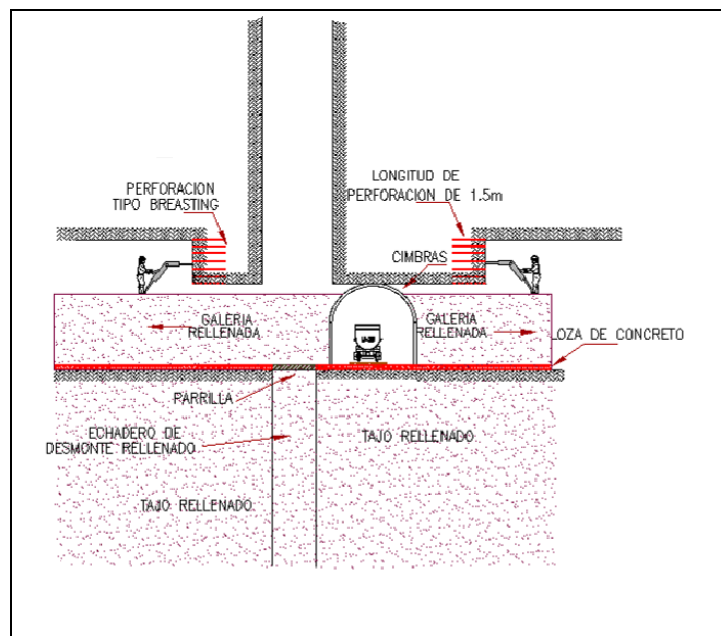
Para la explotación de la veta Daniela con el método Corte y Relleno Ascendente en Breasting se usa máquinas perforadoras neumáticas tipo Jacklegs, con barrenos de 6' y broca cónicas de 36" y 38". Se rellena las galerías encima de las losas de concreto con material hidráulico hasta dejar una luz de 0.50 m que servirá como cara libre en la voladura. Ver figura 5.



El acceso a la labor se realiza por la chimenea intermedia triple compartimiento (tolva-camino-canal de izaje) que también sirve para servicios (agua, aire y ventilación). ver figura 6 y 7.

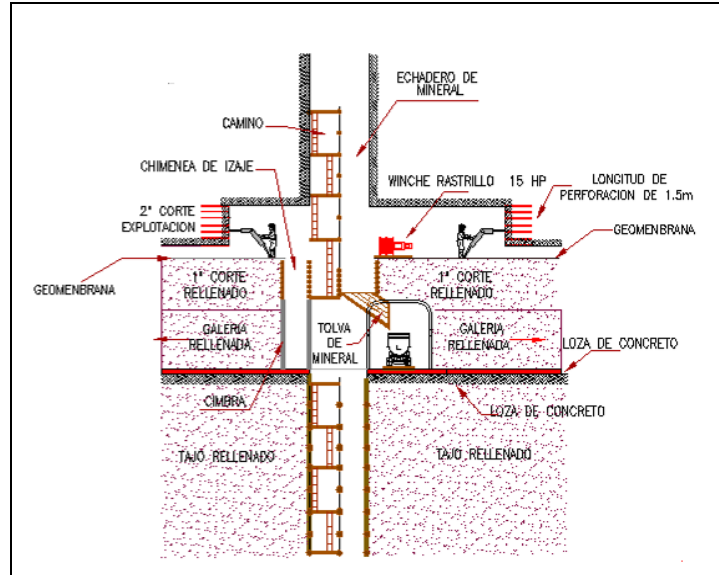
La perforación es en breasting con bancos de 2 m de altura por 6 pies de longitud a partir de la chimenea central. Ver figura 6.

FIGURA 5. DISPOSICIÓN DE CHIMENEA LATERAL ABASTECIMIENTO DE MATERIAL



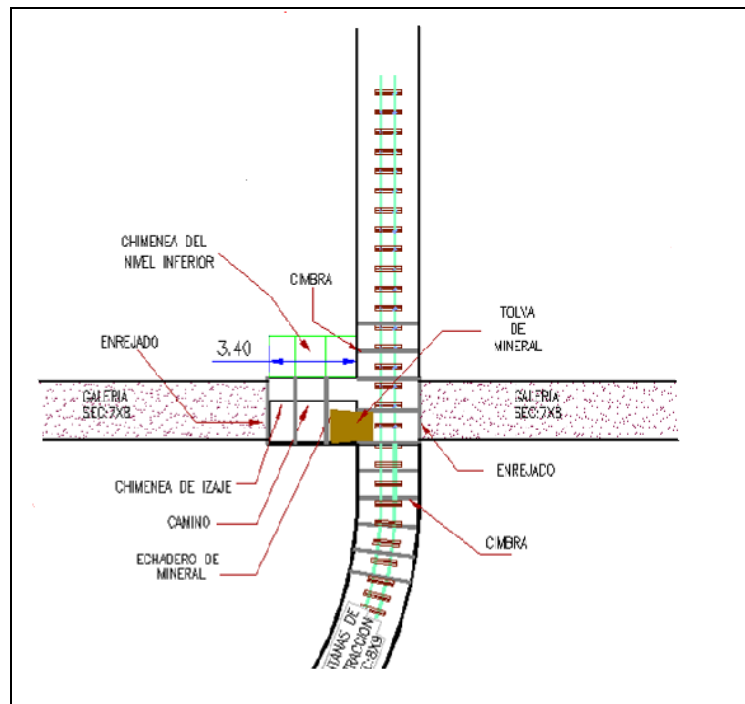
FUENTE: SUPERINTENDENCIA DE PLANEAMIENTO

FIGURA 6. DISPOSICIÓN DE CHIMENEA INTERMEDIA CHUTE MINERAL-CAMINO-CANAL IZAJE.



FUENTE: SUPERINTENDENCIA DE PLANEAMIENTO

FIGURA 7. VISTA EN PLANTA DE CHIMENEA INTERMEDIA



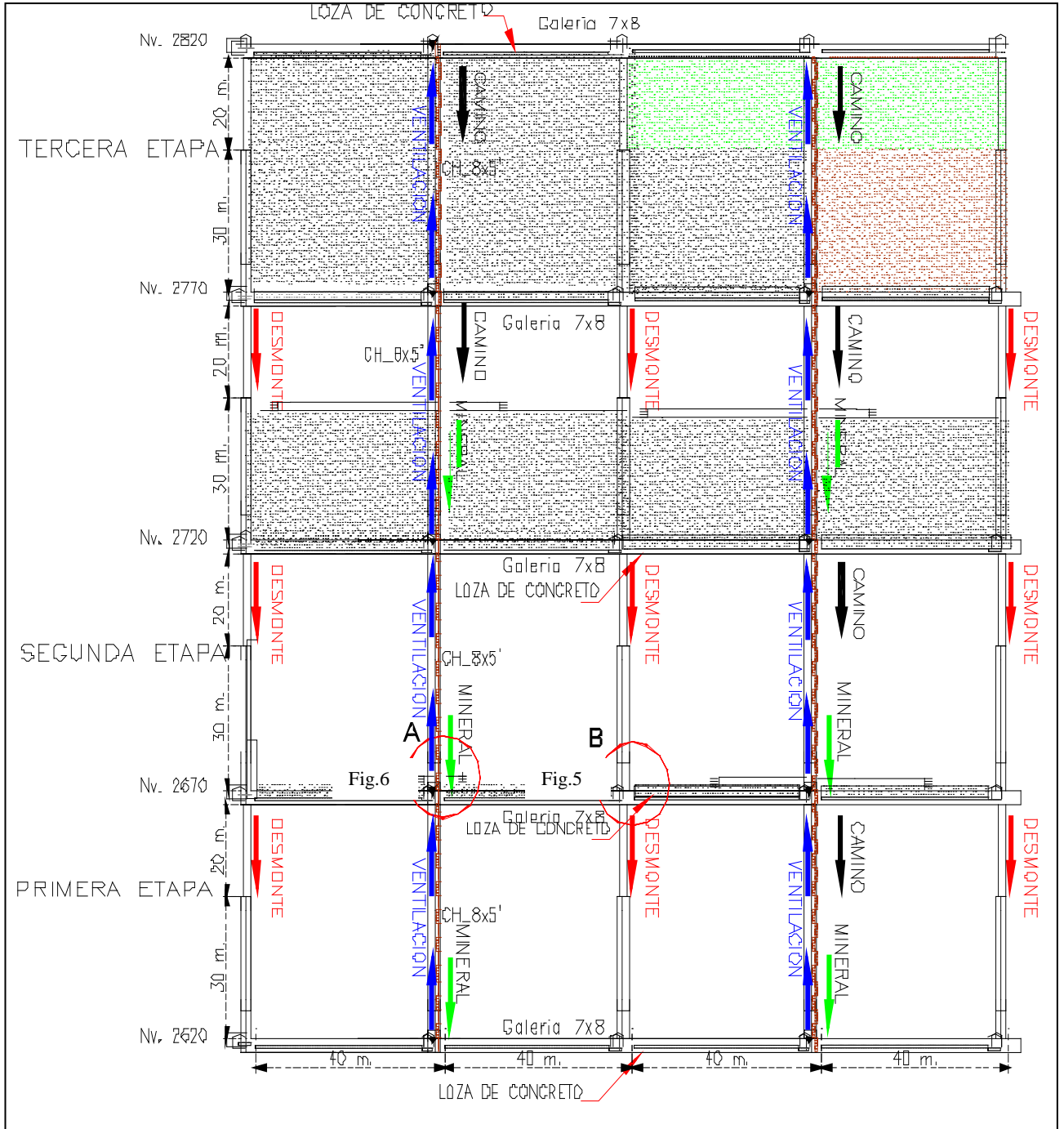
FUENTE: SUPERINTENDENCIA DE PLANEAMIENTO

Se realiza el sostenimiento con entibado de madera según recomendación Geomecánica, Se completa el avance del corte hasta las chimeneas laterales.

La etapa de limpieza del mineral roto/guardia se realiza con rastras de 36" accionados por winches eléctricos de 15HP, ubicado en la chimenea central de tajo con la finalidad de lograr que el winche trabaje instalado en una tornameza hacia ambas alas del tajeo (N y S) con una longitud de 40m de ala.

Terminado un corte completo, se acondiciona el chute-camino-canal de izaje con entibado de madera y anillos metálicos para el chute y la instalación correspondiente del winche. Ver figura 7.

FIGURA 8. ESQUEMA BY PASS Y SECUENCIAMIENTO DEL MINADO POR ETAPAS.



FUENTE: SUPERINTENDENCIA DE PLANEAMIENTO

## 2.3 PRODUCTIVIDAD DEL MÉTODO DE MINADO (CRAB) (TAJO-762, TAJO-763)

En base a los datos tomados en los tajos T- 762 y T-763, nivel 2620, se confecciono las siguientes tablas de parámetros y rendimientos.

TABLA 3. PARÁMETROS DEL METODO ACTUAL

<b>Parametros y Lineamientos CRAB Convencional</b>		
<b>Rendimiento en perforacion &amp; Voladura</b>	<b>Unidad</b>	<b>CRAB</b>
Long. Perforación	pies	6
Nro de Cartuchos/tal	Unidad	6
Nro. Tal. Perfor/ disparo	tal	19
Nro. Tal. Carg/ disparo	tal	19
Eficiencia	%	85%
Factor de Potencia	Kg/ ton	0.62
Rendimiento	ton/tal	1.1
<b>Rendimiento de Equipo de Limpieza ( Winche)</b>		
Potencia Winche	Hp	15
Distancia Promedio de Acarreo	m	40
Velocidad Promedio	m/min	25
Capacidad de Cuchara(rastra de 36")	m <sup>3</sup>	0.25
Capacidad de Limpieza [ ]	m <sup>3</sup> /hr	2.20

TABLA 4. RENDIMIENTOS ALCANZADOS CON EL MÉTODO ACTUAL.

<b>Rendimiento CRAB Convencional</b>								
Descripción	Unidad	jun-11		jul-11		ago-11		Promedio
		T-762	T-763	T-762	T-763	T-762	T-763	
Potencia de Veta	m	1.40	1.60	1.52	1.42	1.00	1.70	1.44
Ancho de minado	m	1.8	2.47	2.43	2.43	2.1	2.3	2.26
TM/mes	TM	256	643	323	660	435	345	444
Total Tareas	Tar	109	158	109	126	112	119	122
Dilución	%	22%	35%	37%	42%	52%	26%	36%
Productividad	(TM/h-gdia)	2.35	4.07	2.96	5.23	3.88	2.90	3.57
Detalle de Tareas								Promedio
P/V/L	Tar	78	104	73	92	73	92	85.33
Sostenimiento Madera	Tar	31	49	36	34	35	27	35.33
Servicios	Tar		5			4		4.50
<b>Total</b>		<b>109</b>	<b>158</b>	<b>109</b>	<b>126</b>	<b>112</b>	<b>119</b>	<b>122</b>

FUENTE: CALCULO Y ANÁLISIS DE DATOS TOMADOS POR EL AUTOR

[ ] El detalle del rendimiento del Winche se ve en el Apéndice A

## **CAPITULO III: EVALUACION GEOMECANICA DE LA VETA DANIELA**

### **3.1 MODELO GEOMECÁNICO**

La construcción del modelo geomecánico entre los Niveles 2620 al 2670 de Veta Daniela consideró, la integración de la información geológica y geomecánica disponible a la fecha del estudio, los principales elementos que conforman el modelo geomecánico, se describen a continuación:

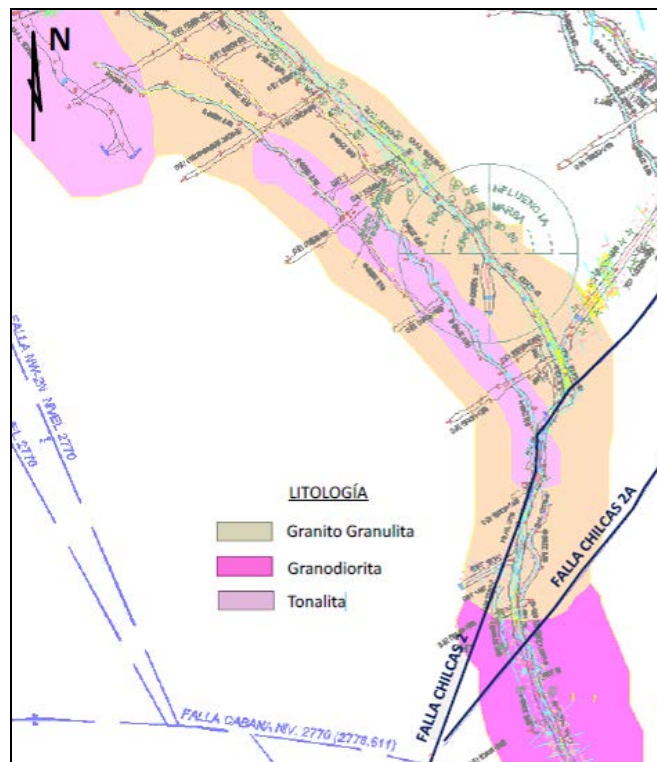
#### **3.1.1 Litología**

En base a los planos geológicos que se encuentran desarrollados para los Niveles 2620, 2670 y los distintos sub niveles, se elaboró una zonificación del sector de estudio en base a las distintas litologías, en la Figura 9 se presentan un plano con los distintos tipos de litologías.

### 3.1.2 Fallas Mayores

Como se observa en la Figura 9, el rasgo estructural principal presente en el área de estudio corresponde a la falla del Chilcas 2 (N20°E, 73°NW) y Falla Chilcas 2A que atraviesan la veta, originando un cambio brusco en el buzamiento de la veta y empeorando la calidad del macizo rocoso en todo este sector.

FIGURA 9. CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS DEL SECTOR DEL PROYECTO.



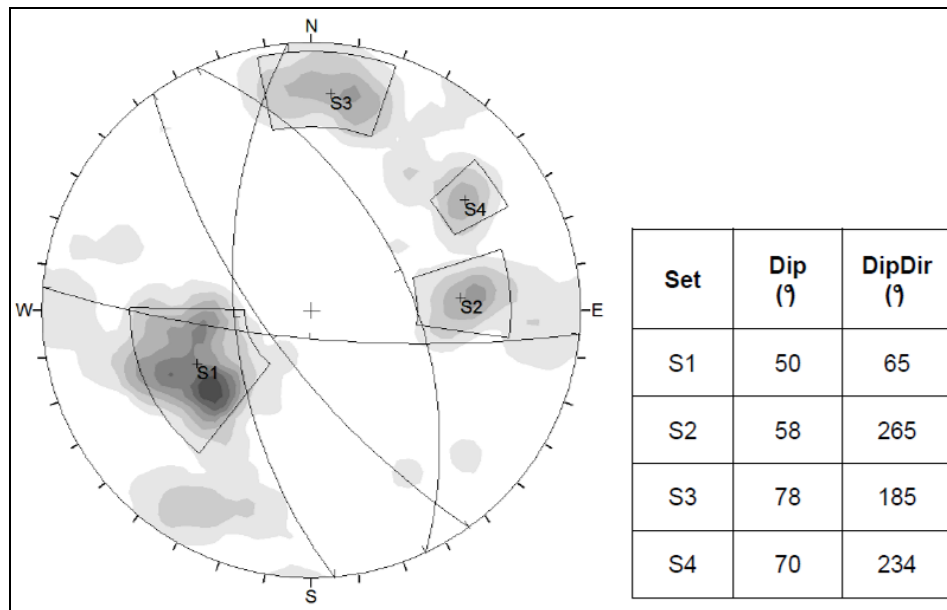
FUENTE: DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA.

### 3.1.3 Discontinuidades Menores

Para la identificación de las principales familias de discontinuidades menores, se realizó una campaña de mapeo geomecánico en las labores

que se encuentran desarrolladas dentro del proyecto. Para identificar las principales familias de discontinuidades, se realizó un tratamiento estadístico de los datos, a partir de los cuales se identificaron 4 sistemas de discontinuidades presentes. En la Figura 10 se muestra la representación de estos sistemas en la red estereográfica.

FIGURA 10. SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES MENORES (DIACLASAS)



FUENTE: INFORME GEOMECÁNICO MARSA 2011

### 3.1.4 Caracterización del Macizo Rocoso.

Existen diversas metodologías que permiten estimar la calidad del macizo rocoso. Para el proyecto, se realizaron mapeos geomecánicos mediante la metodología de RMR de Bieniawski 89, estos mapeos fueron realizados en labores que ya han sido desarrolladas ( XC 10240-S, XC 10255-SE, GAL 10210-N, GAL 10210-S, BP 10109-E, GAL-10090-N, BP 10217-S, BP 10217-N, EST 14-S (BP 10217-S), EST 6 (BP 10217-N), EST 8



(BP 10217-N),RP 10260-SE,RP 10260-SE ).en la tabla 5 se muestra la calidad del macizo rocoso según RMR de Bienawski 89.

TABLA 5. CALIDAD DEL MACIZO ROCOSO SEGÚN RMR DE BIENIAWSKI 89

N° Celda	labor	Nivel	CLASIFICACION GEOMECANICA RMR BIENIAWSKI 89									
			Resis.	RQD	Esp.	Per.	Aber.	Rug.	Rel.	Agua Sub.	RMR (In situ)	
1	XC 10240-S	2620	12	8	8	4	4	3	4	3	10	56
2	XC 10240-S	2620	12	8	8	4	4	3	4	3	10	56
3	XC 10255-SE	2620	12	8	8	4	4	3	4	5	10	58
4	XC 10255-SE	2620	12	8	8	2	1	3	1	5	10	50
5	GAL 10210-N	2620	7	8	8	4	4	3	1	5	7	47
6	GAL 10210-N	2620	7	8	8	2	1	3	1	3	4	37
7	GAL 10210-S	2620	12	8	8	2	4	3	4	5	4	50
8	GAL 10210-S	2620	12	8	8	2	4	3	4	5	4	50
9	XC 10255-SE	2620	7	8	8	4	1	3	1	5	10	47
10	XC 10255-SE	2620	7	8	8	4	1	3	1	5	7	44
11	BP 10109-E	2620	7	8	8	2	1	3	1	5	10	45
12	BP 10109-E	2620	7	8	8	4	4	3	1	5	10	50
13	GAL-10090-N	2620	7	8	8	4	4	3	1	3	4	42
14	GAL-10090-N	2620	7	8	8	2	1	3	1	3	4	37
15	BP 10217-S	2620	7	8	8	4	4	3	1	5	7	47
16	BP 10217-N	2620	4	8	8	2	1	3	1	3	7	37
17	BP 10217-S	2620	12	13	8	4	4	3	1	5	10	60
18	BP 10217-S	2620	12	13	8	4	4	3	1	5	10	60
19	BP 10217-S	2620	7	8	8	4	4	3	1	5	10	50
20	EST 14-S(BP 10217-S)	2620	7	8	8	2	1	3	1	3	10	43
21	BP 10217-N	2620	7	8	8	2	1	3	1	5	10	45
22	EST 6 (BP 10217-N)	2620	7	8	8	2	1	3	1	3	10	43
23	EST 6 (BP 10217-N)	2620	7	8	8	4	1	3	1	5	10	47
24	EST 8 (BP 10217-N)	2620	7	8	8	4	1	3	1	3	10	45
25	GAL-10090-N	2620	7	8	8	2	1	3	1	3	7	40
26	GAL-10090-N	2620	7	8	8	2	1	3	1	3	10	43
27	GAL-10090-N	2620	4	8	5	2	1	3	1	3	10	37
28	RP 10260-SE	2620	7	8	8	2	4	3	4	5	10	51
29	RP 10260-SE	2620	12	8	8	2	4	3	1	5	10	53
30	BP 10126-S	2620	12	8	8	4	4	3	1	5	7	52
31	BP 10126-S	2620	12	13	8	4	4	3	2	5	10	61
32	EST 10210	2620	12	8	8	4	4	3	1	5	10	55
33	EST 10210	2620	7	8	8	2	4	3	1	3	7	43
34	XC 10411-W	2620	7	8	8	4	4	3	1	3	7	45
35	XC 10411-W	2620	7	8	5	2	5	5	4	5	10	51
36	XC 10390-W	2620	7	8	5	4	4	3	4	5	10	50
37	XC 10390-W	2620	7	8	5	4	4	3	1	5	10	47
38	EST 14-S(BP 10217-S)	2620	4	3	5	6	5	3	1	5	10	42
39	EST 14-S(BP 10217-S)	2620	7	3	5	6	1	3	1	3	10	39
40	EST 1S	2670	4	3	5	6	5	3	1	5	10	42
41	EST 2S	2670	4	3	5	6	5	3	1	5	10	42
42	EST 2S	2670	4	3	5	6	5	3	1	5	10	42
43	GAL-10090-N	2620	4	8	8	2	1	3	1	3	10	40
44	GAL-10090-N	2620	4	8	8	2	1	3	1	3	7	37
45	BP 10217-N	2620	7	8	8	4	4	3	1	3	10	48
46	BP 10217-N	2620	7	8	8	2	1	3	1	3	10	43
47	GAL 10210-S	2620	7	13	8	2	4	3	1	5	7	50
48	GAL 10090-N	2620	7	8	5	2	1	1	1	3	10	38
49	XC-10390-W	2620	12	8	8	2	1	3	4	5	10	53
50	XC-10390-W	2620	12	8	8	2	1	3	1	5	7	47
51	GAL 10210-S	2620	7	8	8	4	4	3	4	3	4	45
52	GAL 10210-S	2620	4	3	8	4	1	3	1	3	4	31
53	GAL 10210-S	2620	4	3	8	4	1	3	1	3	4	31
54	EST 8-S	2670	4	8	5	4	1	3	1	3	10	39
55	EST 8-S	2670	4	8	8	4	4	3	1	3	7	42
56	EST 8-S	2670	4	8	8	4	4	3	1	3	7	42
57	GAL 10210-S	2620	4	8	8	4	4	1	1	3	10	43
58	GAL 10210-S	2620	4	8	8	6	1	1	1	3	10	42
59	GAL 10210-S	2620	7	8	8	4	4	1	1	3	10	46
60	EST 6 S	2670	7	8	8	4	4	1	1	3	7	43
61	EST 6 S	2670	7	8	8	4	4	3	1	3	7	45
62	EST 6 S	2670	7	8	8	4	4	3	1	3	10	48
63	EST 2S	2670	7	8	8	4	4	1	1	3	7	43
64	EST 2AS	2670	7	8	8	4	4	1	1	3	10	46
65	EST 2AS	2670	7	8	8	4	4	3	2	3	10	49
66	GAL 10090-N	2620	4	8	5	4	4	1	1	1	10	38
67	GAL 10090-N	2620	4	8	5	4	4	1	1	1	10	38
68	XC 10240-S	2620	12	8	8	2	1	3	4	5	10	53
69	XC 10240-S	2620	12	8	8	2	1	3	4	5	10	53
70	BP 10217 N	2620	7	8	8	4	4	1	1	3	10	46
71	BP 10217 N	2620	7	8	8	4	4	1	1	3	10	46
72	EST 2AN	2620	4	8	5	4	4	1	1	1	10	38
73	S/N2658 S	2620	12	8	8	2	1	3	4	5	10	53
74	S/N2658 S	2620	12	8	8	2	1	3	4	5	10	53
75	S/N2658 S	2620	12	8	8	2	1	3	4	5	10	53

FUENTE: INFORME GEOMECÁNICO MARSA 2011

Para determinar la Resistencia a la Compresión Uniaxial (RCU) de la roca de caja, se realizó 36 ensayos in-situ de impacto con martillo Schmidt, este trabajo se realizó siguiendo las normas de la ISRM. En la Tabla 6 se presenta los resultados obtenidos.

TABLA 6, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL (RCU) POR CADA TIPO DE ROCA

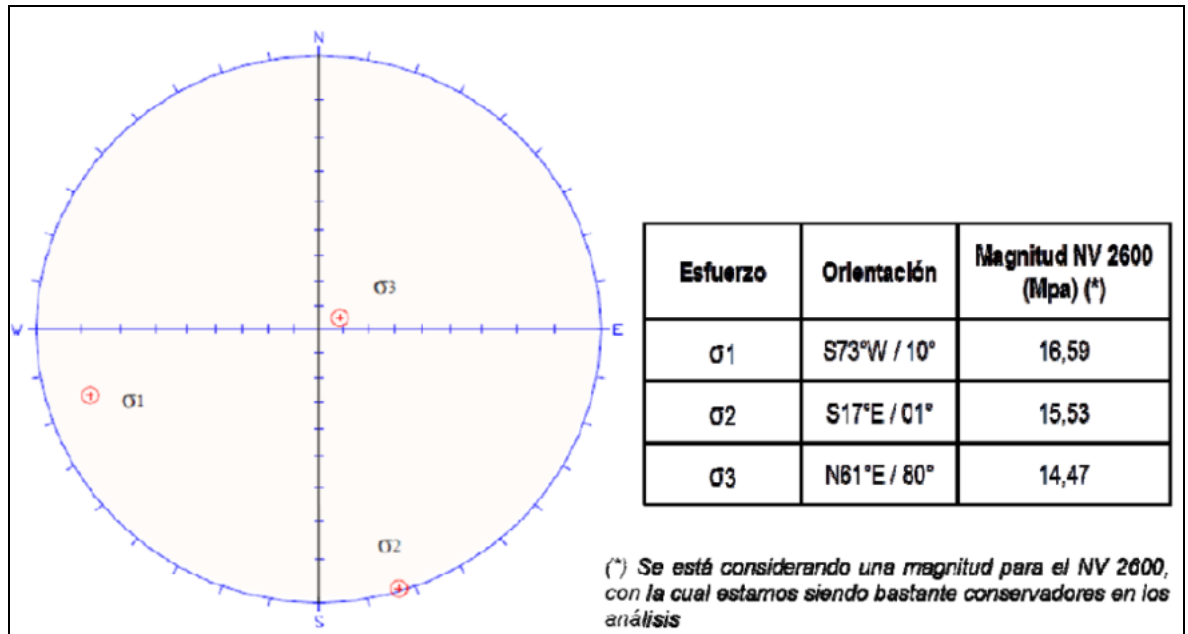
Rebote Corregido	RCU (Mpa)	Tipo de Roca
104	91	Tonalita
80	67	Granodiorita
86	70	Granito-Granulita
123	123	Dique

FUENTE: INFORME GEOMECÁNICO MARSA 2011

### 3.1.5 Esfuerzos

Para el desarrollo del presente estudio se ha considerado la magnitud y dirección de esfuerzos in situ, el cual fue desarrollado por la empresa Geomecánica Latina S.A. Los que realizaron evaluaciones de fallas conjugadas que fueron correlacionadas con mediciones realizadas en mineras que se encuentran dentro del Batolito de Pataz (Ver Figura 11).

FIGURA 11. CONDICIÓN DE ESFUERZO INSITU



FUENTE: INFORME GEOMECÁNICO MARSA 2011

### 3.1.6 Unidades Geomecánicas

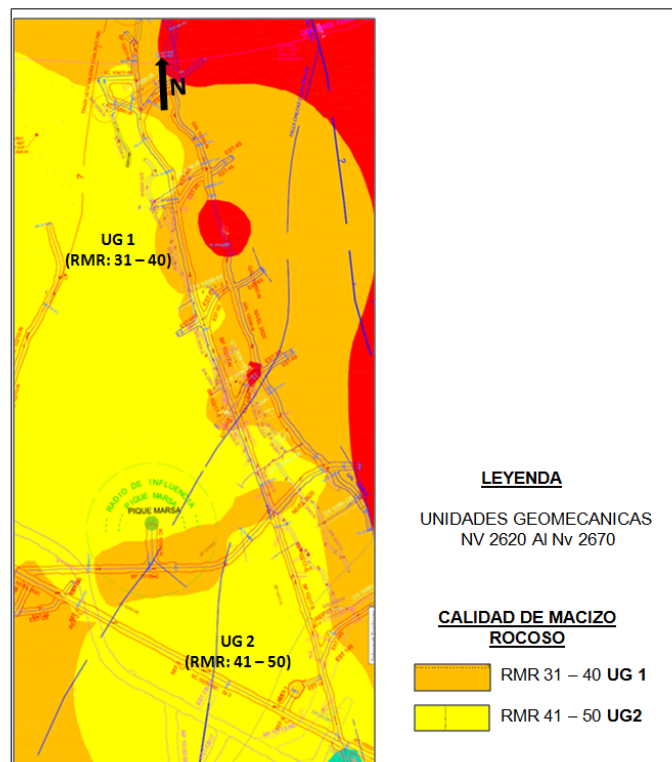
De acuerdo a la información geomecánica analizada, se definieron dos unidades principales dentro de la zona del proyecto, estas unidades presentan características geomecánicas similares, a continuación se hace la descripción de cada unidad definida:

- **Unidad Geomecánica 1 (UG1).** Representa aproximadamente el 80% del proyecto, la litología que predomina en el sector es Granito-Granulita con un grado de fracturamiento de RQD: 25% - 50%, la resistencia a la compresión uniaxial estimada es de 70 MPa, esta unidad se encuentra asociado al sistema de Fallas Chilcas 2 y Chilcas 2A. De acuerdo a los Antecedentes descritos, la calidad del macizo

rocoso presente en esta Unidad es de “Mala A”, con un rango de RMR In situ entre 31- 40 (según RMR de Bieniawski 89) (Ver figura 12).

- **Unidad Geomecánica 2 (UG2).** Representa aproximadamente el 20% del proyecto, la litología que predomina en el sector es Granito-Granulita con un grado de fracturamiento de RQD: 50% - 75%, la resistencia a la compresión uniaxial estimada es de 70 MPa, de acuerdo a los antecedentes descritos, la calidad del macizo rocoso presente en esta unidad, es de “Regular B” con un rango de RMR In situ entre 41 - 50 (según RMR de Bieniawski 89).ver figura 12.

FIGURA 12. UNIDADES GEOMECÁNICAS VETA DANIELA NV 2620 AL 2670



FUENTE: INFORME GEOMECÁNICO MARSA 2011

### 3.2 ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO.

Dada la geometría de la veta y el método de explotación propuesto, para determinar los parámetros de diseño se consideró como herramienta la metodologías empíricas de Grimstad and Barton (1994), en el que se relaciona la calidad del macizo rocoso expresado por el valor de Q de Barton y la luz de la excavación (S) ajustada por un factor de seguridad según el tipo de excavación (ESR, Excavation Support Ratio), se determinó el tamaño de abertura así como los requerimientos de sostenimiento.

#### 3.2.1 Características geométricas de explotación.

A continuación se presenta las características principales de la zona de explotación:

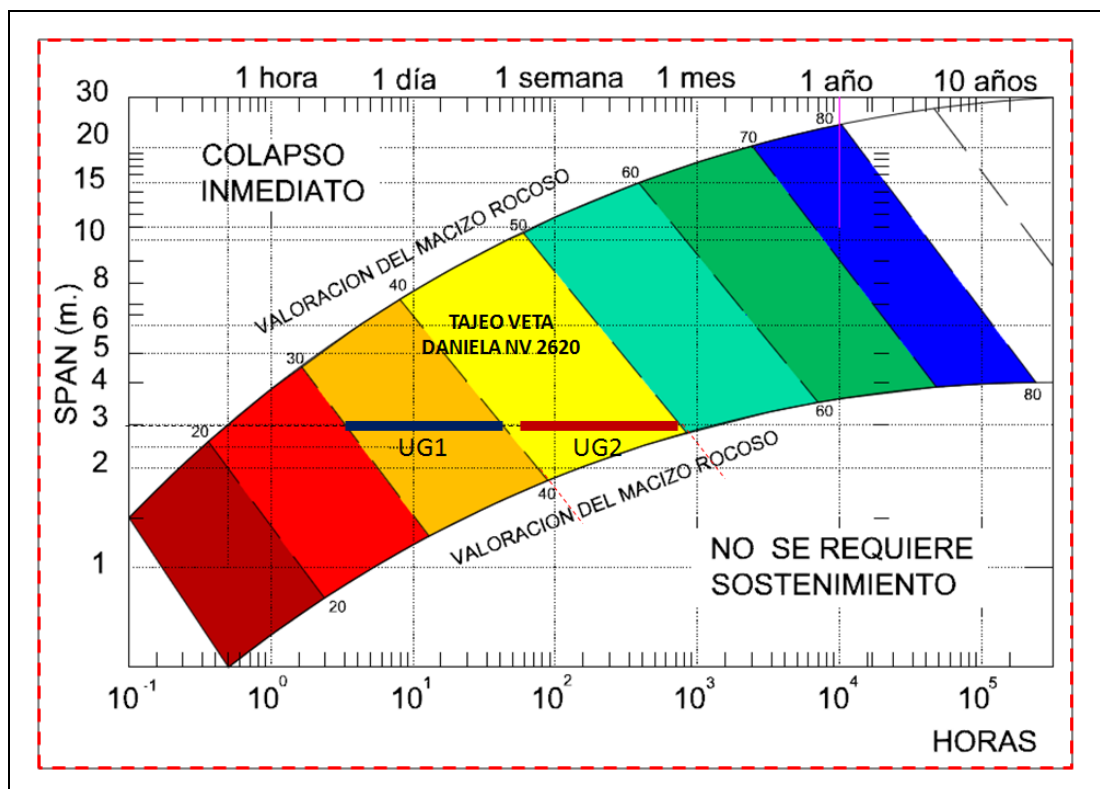
- **Potencia de la veta (a):** de acuerdo al modelo en 3D de la veta entregado por Geología se determinó la potencia media de la veta igual a 1.59 m.
- **Ancho de Minado (W):** de acuerdo a criterios operacionales se consideró 3 m como ancho mínimo de explotación, de acuerdo a lo descrito la dilución primaria y/o inherente al método es de 30%.
- **Inclinación (manteo= $\alpha$ ) de la veta:** a partir de un muestreo estadístico se determinó el manteo de la veta es de 80°.

- **Altura de Tajo:** Desde un punto de vista operacional se consideró una altura de 3 m.

### 3.3 TIEMPO DE AUTOSOPORTE

A partir de la curva empírica de Bieniawski, en el que relaciona la abertura máxima (Span) y la calidad de macizo rocoso, se determinó el tiempo de exposición del macizo rocoso sin sostenimiento (Ver Figura 13).

FIGURA 13. CLASIFICACIÓN POR RMR V/S TIEMPO DE EXPOSICIÓN DEL MACIZO SIN SOSTENIMIENTO



FUENTE: INFORME GEOMECÁNICO MARSA 2011

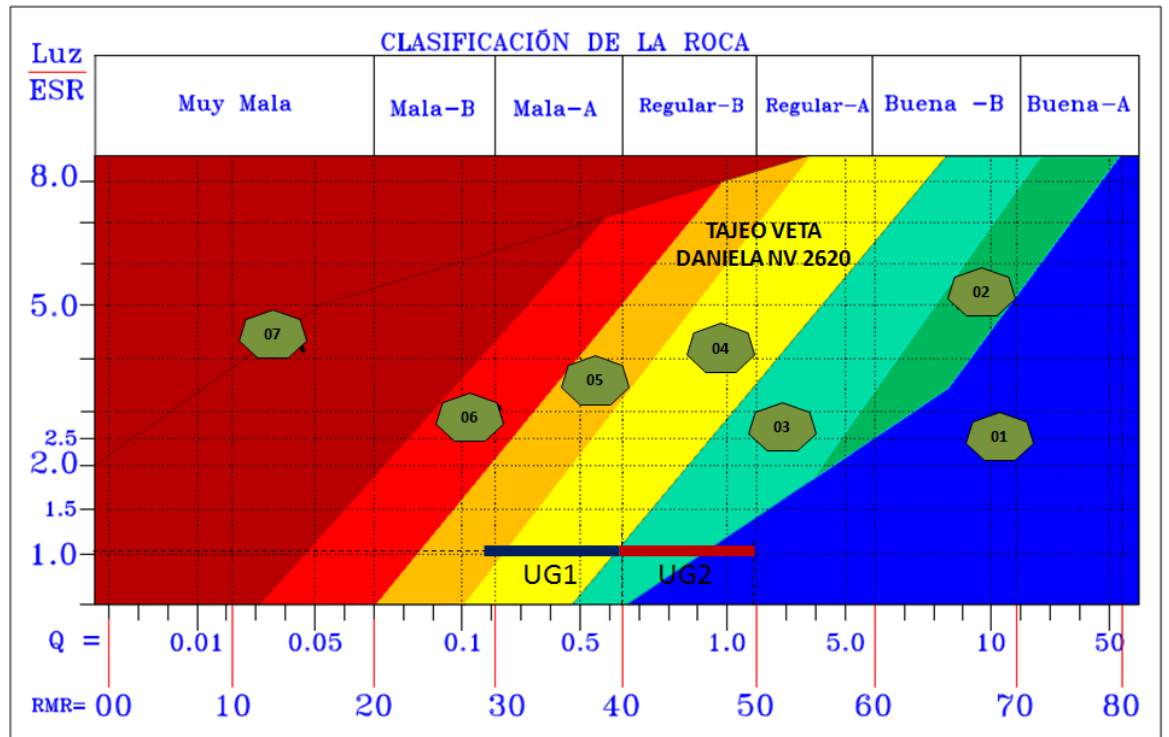
A partir del grafico anterior se observa que los tajos que se desarrollen en la UG 1 el tiempo de autosoporte (sin sostenimiento) varía entre 1 día a 1 semana y los desarrollen en la UG 2 el tiempo de autosoporte (sin sostenimiento) varía entre 1 semana a 1 mes.

### **3.4 TIPO DE SOSTENIMIENTO**

En base al plan de minado establecido, se tiene contemplado realizar corte con una longitud total de 60m por cada ala, por lo que se requiere que los tajos se mantengan abiertos durante un tiempo aproximado de un mes.

Se determinó los tipos de sostenimiento a emplearse para cada UG, utilizando el diagrama empírico de soporte, implementado en MARSA (Ver figura 14).

FIGURA 14 DIAGRAMA PARA DISEÑO EMPÍRICO DE SOPORTE USANDO SISTEMA “Q” Y SISTEMA “RMR”



FUENTE: INFORME GEOMECÁNICO MARSA 2011

De la figura 14, utilizando el diagrama empírico de soporte se concluye el sostenimiento por cada RMR (Ver tabla 7).

TABLA 7. DISEÑO EMPÍRICO DE SOPORTE USANDO SISTEMA “Q” Y SISTEMA “RMR”

RMR	Q	S	ESR	S/ESR	TIPO DE SOSTENIMIENTO
31 40	0.2 0.6	3	3	1	Perno sistemático de 6' mas malla electrosoldada de 4"x4"
41 50	0.7 1.9	3	3	1	Perno sistemático de 6'

FUENTE: INFORME GEOMECÁNICO MARSA 2011



**CAPITULO IV: PROPUESTA EN EL CAMBIO DE METODO DE MINADO  
A “CORTE Y RELLENO ASCENDENTE EN  
BREASTING SEMI MECANIZADO (CRABSM)”**

**4.1 ANÁLISIS Y ACCIONES DEMOSTRATIVAS DEL CAMBIO DE  
MÉTODO DE MINADO.**

La solución planteada a la baja productividad observada en el capítulo II, es mecanizar la limpieza y el relleno incrementando así las eficiencias y rendimientos.

Para implementar el método propuesto se planteó avanzar una rampa que acompaña cuatro tajos, se construirá cruceros en dirección a los niveles de explotación (brazos batidos), estos brazos tienen como función el acceso del equipo de limpieza (scoop eléctrico 1.5 yd<sup>3</sup>) y ventilación al tajo. Se batirá los brazos con desquinces a medida que ascienda la explotación, permitiendo utilizar el desmonte de la preparación como relleno detrítico acompañado con relleno hidráulico en una relación de 9/1 respectivamente. El sostenimiento será con perno de 6' y malla electro

soldada de 4"x4" (según recomendación geomecánica).ahorrando así el consumo de madera que actualmente es el 25% del costo directo.

#### **4.2 PREPARACIÓN DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN (CRABSM).**

La preparación se inicia con el avance de dos galerías base y superior de 8'x9', La dimensión de los blocks es de 120 m de longitud por 50m de altura entre niveles teniendo dos tajos de 60 m para cada ala (Ver figura 15).

Por el block de 120 m pasan tres chimeneas, dos chimeneas que se acondicionan como camino y sirve para la ventilación y una chimenea central de servicios, todas con una sección de 8'x5' (Ver figura 19).

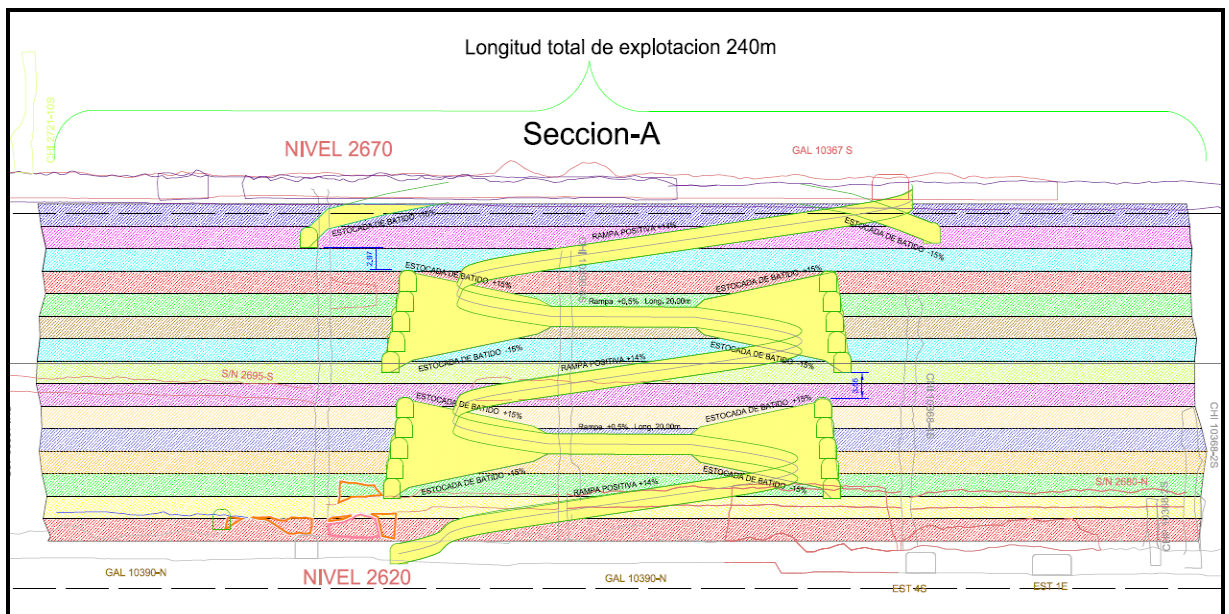
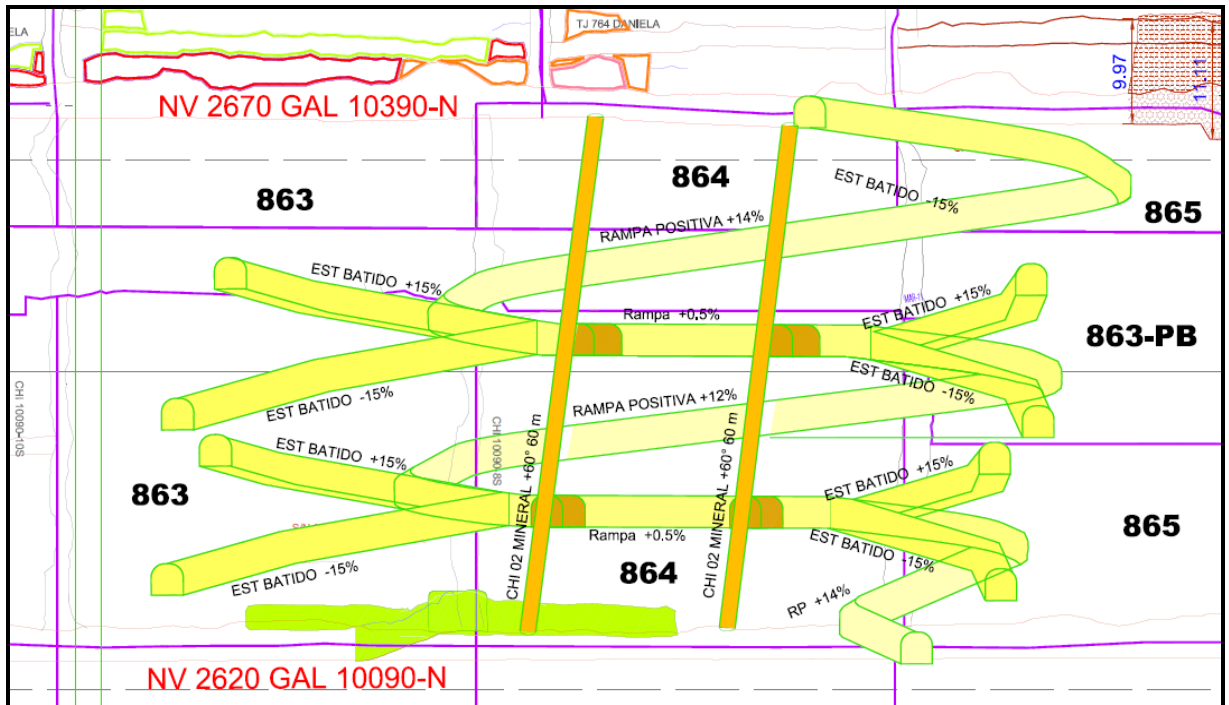
Se ejecuta una rampa en estéril de sección 3x3m al piso de la veta con una gradiente promedio de 14%, dejando un pilar mínimo de 20 m, respecto a las galerías según recomendación Geomecánica, y a partir de los extremos de la rampa (según diseño) se direcciona dos cruceros de 35m perpendiculares hacia la veta (Ver figura 16).

Se ejecuta dos chimeneas de extracción (5'x5') acompañando los extremos de la rampa, que también apoya en el circuito de ventilación (Ver figura 15).

También se ejecutara estocadas en la caja techo del tajo que acompañara a los cruceros batidos para acumulación de mineral.

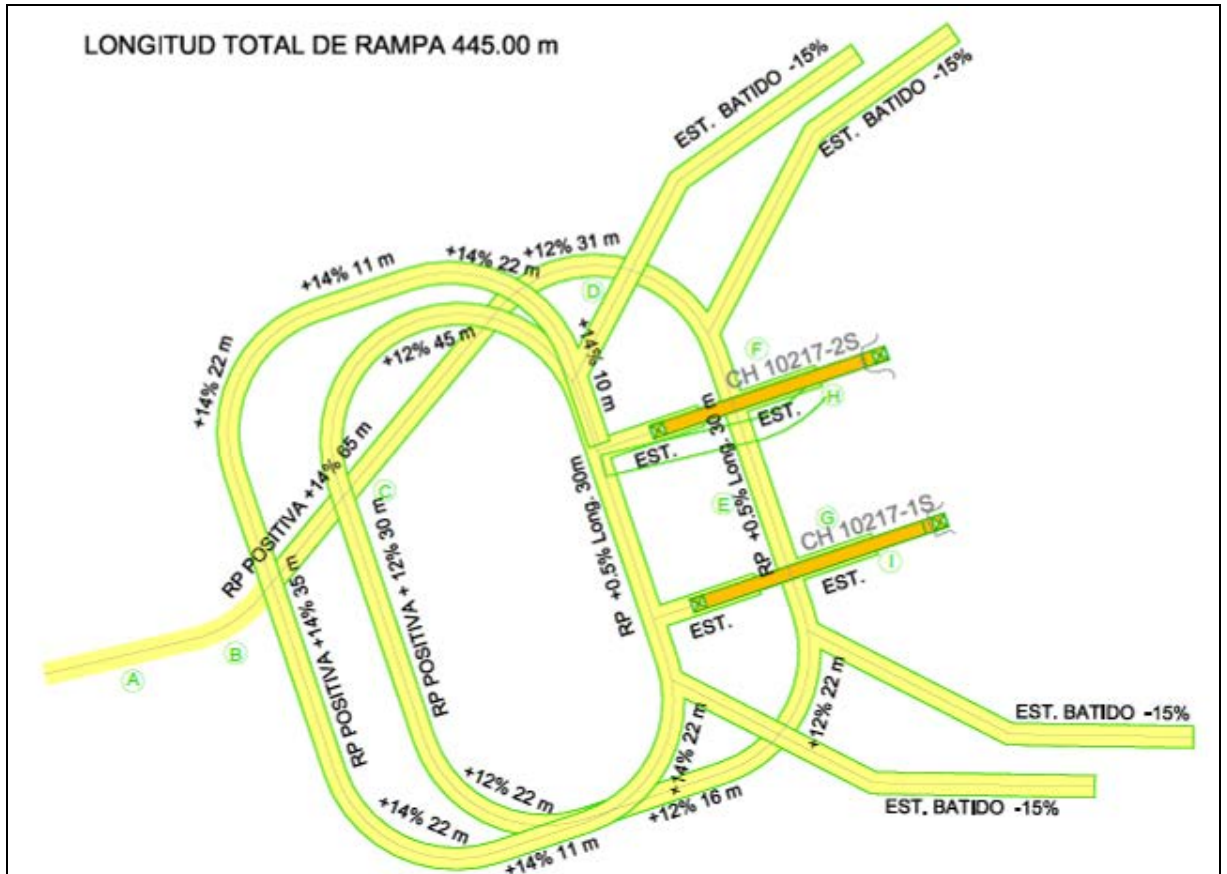
A medida que se va explotando con los cortes ascendentes se desquinchará los brazos (cruceos), para seguir utilizándolo como rampa de extracción y acceso al tajo (Ver figura 19).

FIGURA 15. PREPARACION COM RAMPA EN LA VETA DANIELA



FUENTE: SUPERINTENDENCIA DE PLANEAMIENTO

FIGURA 16. VISTA EN PLANTA DE LA PREPARACIÓN PROPUESTA EN LA VETA DANIELA



RAMPA 10260-E (POSITIVA)						
Tramo	Labor	Longitud	Gradiente	Radio Giro	Seccion	Objetivo
A	RP 10260-E	17.00	14 %	-	3x3m	Rampa de Acceso
B	RP 10260-E	6.50	14 %	14	3x3m	Rampa de Acceso
C	RP 10260-E	41.00	14 %	-	3x3m	Rampa de Acceso
D	RP 10260-E	31.00	12 %	14	3x3m	Rampa de Acceso
E	RP 10260-E	30.00	0.5 %	-	3x3m	Rampa de Acceso
F	EST 10290-E	60.00	14 %	-	3x3m	Est de Acceso Ore Pass
G	EST 10271-E	60.00	14 %	-	3x3m	Est de Acceso Ore Pass
H	CHI 01 MIN	60.00	14 %	-	5'x5'	Ore Pass Mineral
I	CHI 02 MIN	60.00	14 %	-	5'x5'	Ore Pass Mineral

FUENTE: SUPERINTENDENCIA DE PLANEAMIENTO

El sostenimiento de la rampa y de las ventanas de extracción se realizara con perno y malla (según recomendación Geomecánica

Para el presente estudio se analizara y evaluará la preparación de cuatro tajos de 50m de altura y 60m de largo cada uno, esta preparación comprende tres chimeneas de servicio de 8'x5' y dos chimeneas de extracción un de 5'x5' y una rampa de 3x3m. La producción esperada se muestra en la Tabla 8.

TABLA 8. PRODUCCIÓN ESPERADA CON LA PREPARACIÓN CRAB SEMI  
MECANIZADO

<b><i>Produccion esperada con la Preparacion CRABSM</i></b>		
<b><i>Descripcion</i></b>	<b><i>Unidad</i></b>	<b><i>CRAB</i></b>
<i>Numero de Tajos</i>	<i>Unidad</i>	4
<i>Altura del Bloque</i>	<i>m</i>	50
<i>Largo del tajo</i>	<i>m</i>	60
<i>Ancho de Minado</i>	<i>m</i>	2.60
<i>Densidad del Mineral</i>	<i>Tm/m3</i>	3.1
<i>Recuperacion</i>	<i>%</i>	90%
<b><i>Tonelaje 4 tajos</i></b>	<b><i>TM</i></b>	<b><i>87,048</i></b>

FUENTE: ANÁLISIS Y CALCULOS REALIZADOS POR EL AUTOR

De la tabla 8, el valor del ancho de Minado es el promedio en el monitorio realizado en los tajos 863 y 864. Ver Tabla 11.

#### **4.3 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN (CRABSM) (TAJO-863, TAJO-864).**

La explotación del tajo se efectúa por alas S y N de 60m cada una, La perforación se realiza con un total de 16 taladros por frente

aproximadamente, la altura de la labor es de 2.5 m, los taladros tienen un diámetro de 36mm y 8 pies de profundidad, teniendo una longitud de avance de 2 m, las brocas para este tipo de roca tienen una vida útil de 400 pies, con una velocidad de penetración de 2 pies/min.

El 90% relleno es con material detrítico que proviene de las labores de preparación y el 10% es con material hidráulico que proviene de una planta ubicada próximo a la planta concentradora y llega al tajo con una tubería de 4" de diámetro, el relleno debe alcanzar una luz de 0.5 m que servirá como cara libre en la voladura y piso para la perforación del otro corte (Ver figura 18).

Los taladros son cargados con dinamita y guías ensambladas obteniendo una factor de potencia de 0.36 kg/ tmh, el amarre es con un solo grupo iniciando la secuencia con la cara libre.

El sostenimiento será con pernos sistemáticos de 6' (ocasionalmente intermediarios) y malla 4x4 según recomendación geomecánica, ahorrando así el consumo de madera que actualmente es el 25% del costo directo.

El acceso a la labor se realizará por la rampa de preparación, que también servirá para servicios (agua, aire y ventilación).ver figura 18.

La limpieza de mineral es con un scoop eléctrico de 1.5 yd<sup>3</sup>, con un rendimiento de 20 ton/hr en una distancia de 150 m. (Ver Apéndice A).

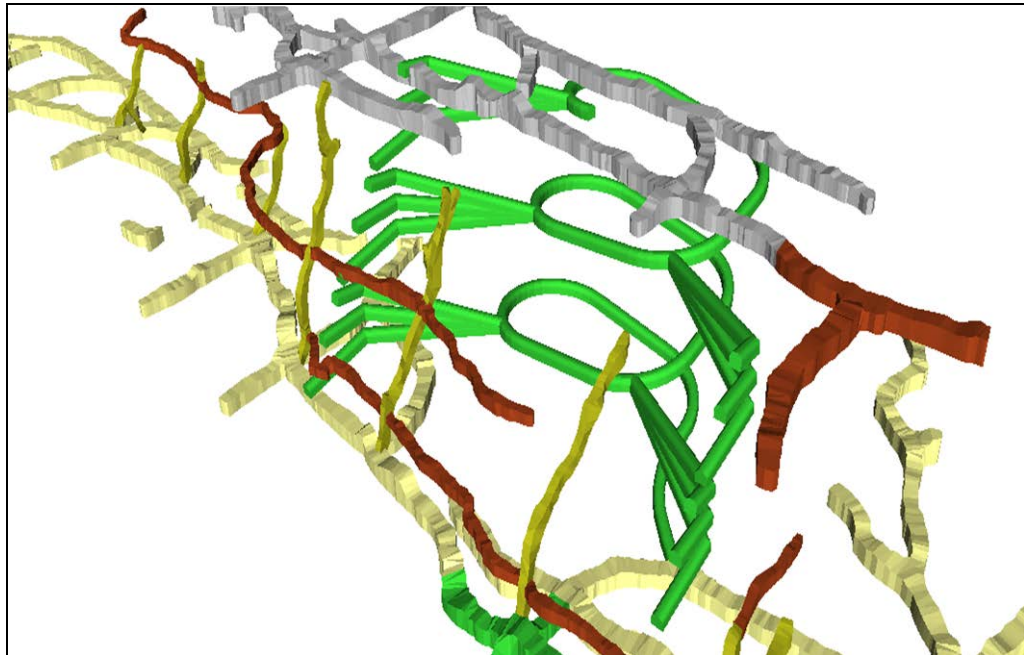
La ventilación es a través de mangas en ingreso de aire limpio es por la rampa de preparación con salida en las chimeneas de servicios, teniendo un superávit en el caudal de 6011 CFM (Ver tabla 9).

TABLA 9. BALANCE DE VENTILACION TAJO PILOTO VETA DANIELA

<b>BALANCE DE VENTILACION TAJO 863-864 DANIELA</b>					
1- EQUIPOS :	CANTIDAD	HP	TOTAL HP	CFM / HP* fs	CFM
Scoop Electrico 1.5 yd3	1	0	0	79	0
2 - PERSONAL:	tros	CANT.	AIRE REQUERIDO		
	Maestros	2	141.26	pies3/min/persona (2900 m.s.n.m.)	282.52
	Ayudantes	2	141.26	pies3/min/persona (2900 m.s.n.m.)	282.52
	Servicios	2	141.26	pies3/min/persona (2900 m.s.n.m.)	282.52
	Operador	1	141.26	pies3/min/persona (2900 m.s.n.m.)	141.26
TOTAL		7			989
BALANCE GENERAL DE AIRE:					
LABOR					CFM
Ingresos:	R.B 10 - Manga a la labor				7,000
Salidas:	Nv. 2950 - RB 12				12,000
necesidades 1+2	Equipos y personal				989
<b>SUPERAVIT</b>					<b>6,011</b>

FUENTE: AREA DE VENTILACION

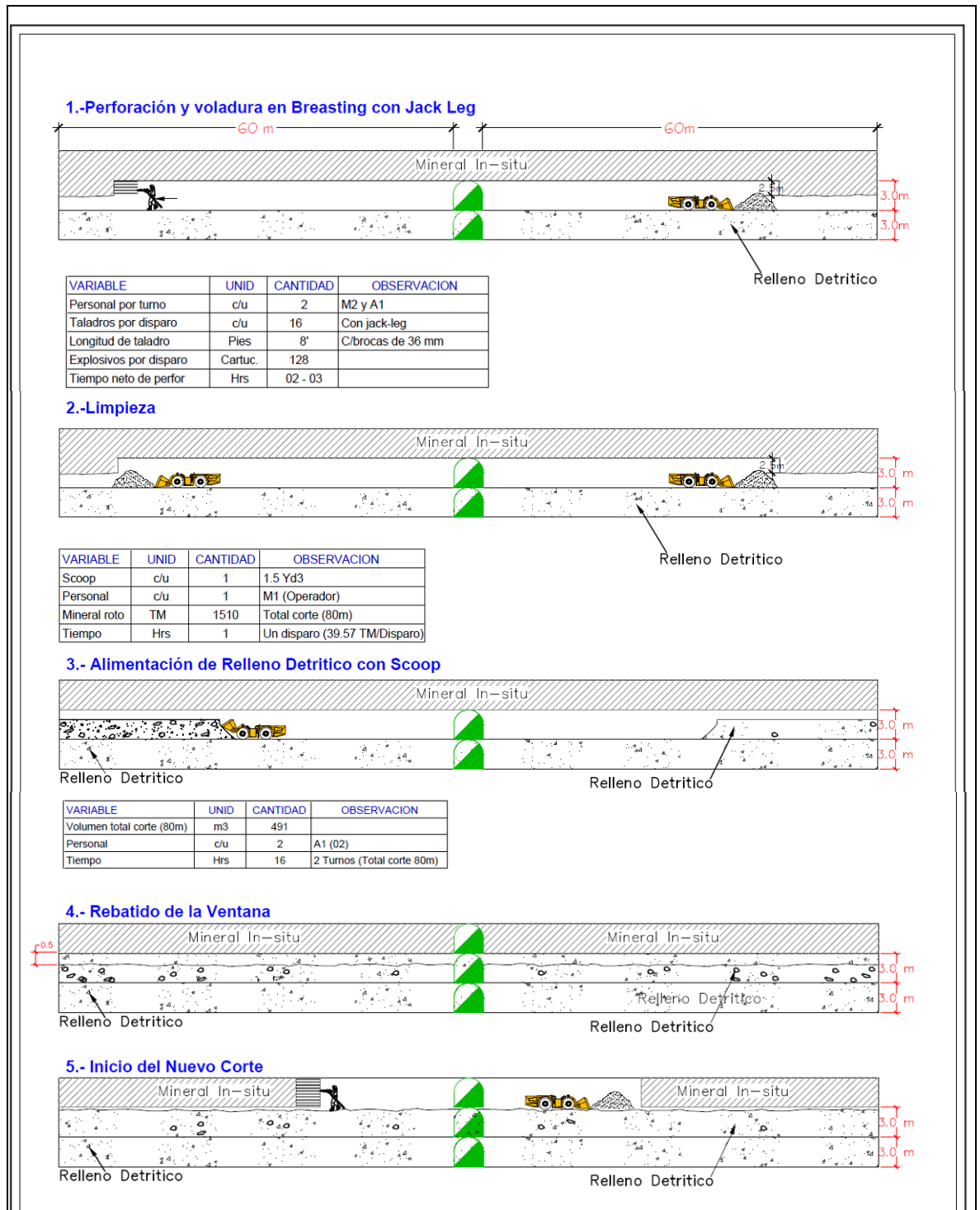
FIGURA 17. VISTA ISOMÉTRICA DE LA RAMPA Y BRAZOS BATIDOS



FUENTE: SUPERINTENDENCIA DE PLANEAMIENTO



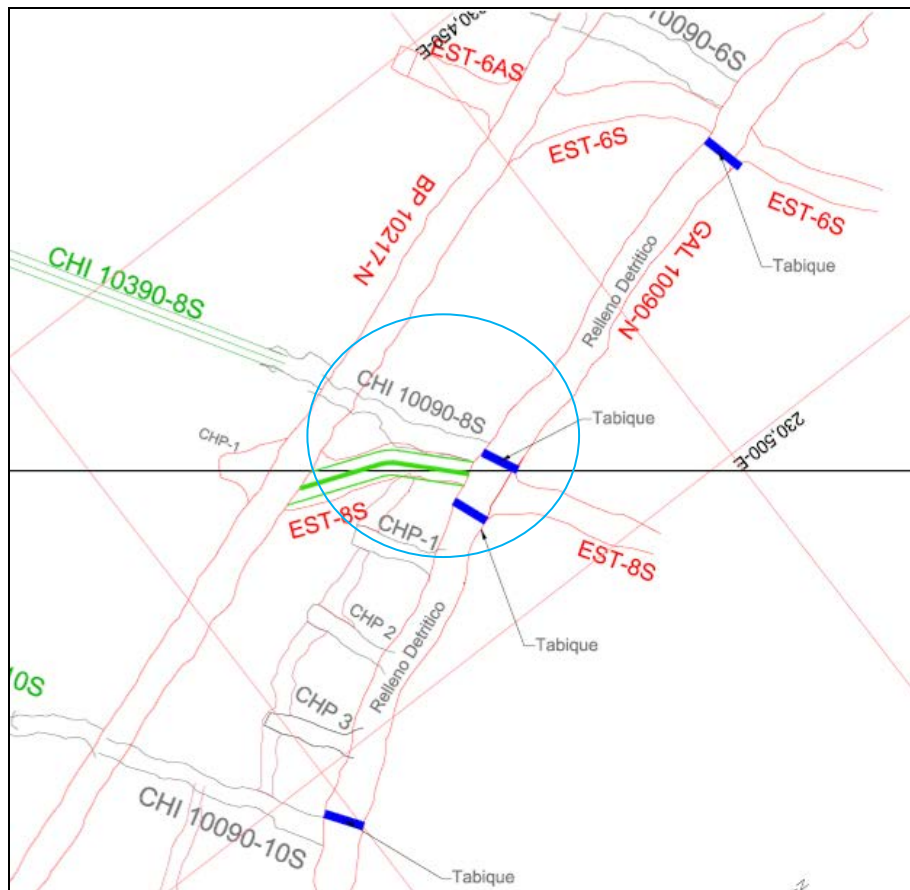
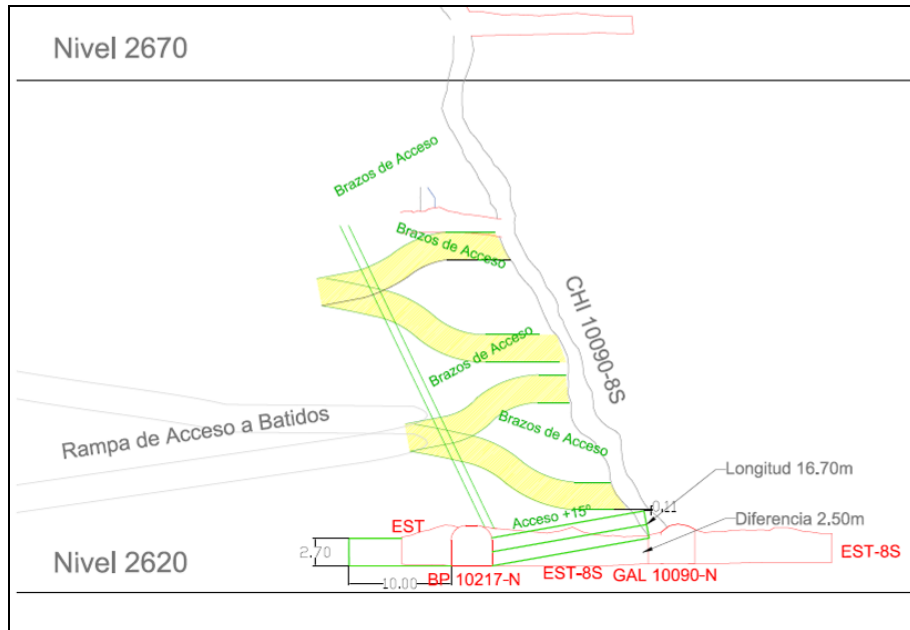
FIGURA 18. SECUENCIA DE MINADO EN LA EXPLOTACIÓN CRAB SEMI MECANIZADO.



FUENTE: DIBUJO Y DISEÑO DEL AUTOR



FIGURA 19. UBICACIÓN Y CORTE DEL TAJO PILOTO DANIELA, NV 2620



FUENTE: SUPERINTENDENCIA DE PLANEAMIENTO

#### 4.4 PRODUCTIVIDAD DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN (CRABSM) (TAJO-863, TAJO-864).

Con los datos tomados en campo, se obtiene las siguientes tablas de parámetros y rendimientos.

TABLA 10. PARÁMETROS Y LINEAMIENTOS DEL MÉTODO PROPUESTO.

<b>Parametros y Lineamientos CRAB Semi Mecanizado</b>		
<b>Rendimiento en perforacion &amp; Voladura</b>	<b>Unidad</b>	<b>CRABSM</b>
Long. Perforación	pies	8
Nro de Cartuchos/tal	Unidad	8
Nro. Tal. Perfor/ disparo	tal	16
Nro. Tal. Carg/ disparo	tal	16
Eficiencia	%	85%
Factor de Potencia	Kg/ ton	0.36
Rendimiento	ton/tal	2.5
<b>Rendimiento de Equipo de Limpieza ( Scoop)</b>		
Capacidad Cuchara	yd3	1.5
Distancia Promedio de Acarreo	m	100
Velocidad Promedio	Km/hr	6
Capacidad de Limpieza [ ]	tmh/hr	24

TABLA 11. RENDIMIENTOS ALCANZADOS CON EL MÉTODO PROPUESTO.

<b>Rendimiento CRAB Semi Mecanizado</b>						
Descripción	Unidad	ago-11		05-09-2011 a 15-09-2011		Promedio
		T-863	T-864	T-863	T-864	
Potencia de Veta	m	2.50		1.60	2.10	2.07
Ancho de minado	m	2.65		2.5	2.65	2.60
TM /mes	TM	278		385	639	434
Total Tareas	Tar	26		40	61	42
Dilución	%	6%		36%	21%	21%
<b>Productividad</b>	<b>(TM/h-gdia)</b>	<b>10.69</b>		<b>9.63</b>	<b>10.48</b>	<b>10.26</b>
<b>Detalle de Tareas</b>						<b>Promedio</b>
P/V/S	Tar	11		30	50	30.33
Limpieza	Tar	10		8	8	8.67
Servicios /RH	Tar	5		2	3	3.33
<b>Total</b>		<b>26</b>		<b>40</b>	<b>61</b>	<b>42</b>

FUENTE: ANÁLISIS Y CALCULOS REALIZADOS POR EL AUTOR

[ ] El detalle del rendimiento del Scoop Eléctrico se ve en el Apéndice A

#### 4.5 COMPARACIÓN DE RENDIMIENTOS DE LOS MÉTODOS DESCRITOS (CONVENCIONAL VS SEMI MECANIZADO).

En base del cálculo de la productividad por cada método, se obtiene el siguiente cuadro comparativo.

TABLA 12. COMPARACION DE RENDIMIENTOS CON EL METODO PROPUESTO

<b>Comparacion de rendimientos &amp; Lineamientos del Metodo Propuesto</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>CRAB-C</b>	<b>CRAB-SM</b>
<i>Longitud tajo</i>	<i>m</i>	<i>80</i>	<i>120</i>
<i>Avance por disparo real</i>	<i>m</i>	<i>1.53</i>	<i>2.05</i>
<i>Acho de estructura</i>	<i>m</i>	<i>1.59</i>	<i>1.59</i>
<i>Ancho de minado</i>	<i>m</i>	<i>2.26</i>	<i>2.60</i>
<i>Densidad de Mineral</i>	<i>TM/m3</i>	<i>3.10</i>	<i>3.10</i>
<i>Altura de tajeo</i>	<i>m</i>	<i>2.00</i>	<i>2.50</i>
<i>Tonelaje por disparo</i>	<i>TM</i>	<i>21</i>	<i>41</i>
<i>Tonelaje corte N y S</i>	<i>TM</i>	<i>1,118</i>	<i>2,418</i>
<i>Area a rellenar/corte</i>	<i>m3</i>	<i>355</i>	<i>768</i>
<i>rendimiento en la limpieza</i>	<i>m3/H</i>	<i>2.20</i>	<i>7.74</i>
<i>Tiempo rotura/sost/limp/corte</i>	<i>días</i>	<i>21</i>	<i>11</i>
<i>Tiempo relleno/corte</i>	<i>días</i>	<i>2.00</i>	<i>2.00</i>
<i>Tiempo Ac. Camino/corte</i>	<i>días</i>	<i>2.00</i>	<i>1.00</i>
<i>Total días P/V/S/L/R/CH/corte</i>	<i>días</i>	<i>25</i>	<i>14</i>
<b>Producción por mes</b>	<b>TM/mes</b>	<b>887</b>	<b>1,855</b>
<b>Eficiencia</b>	<b>TM/h-gdia</b>	<b>3.57</b>	<b>10.26</b>

FUENTE: ANÁLISIS Y CALCULOS REALIZADOS POR EL AUTOR

Tenemos las siguientes comparaciones en la operación de cada método:

#### **CRAB Convencional**

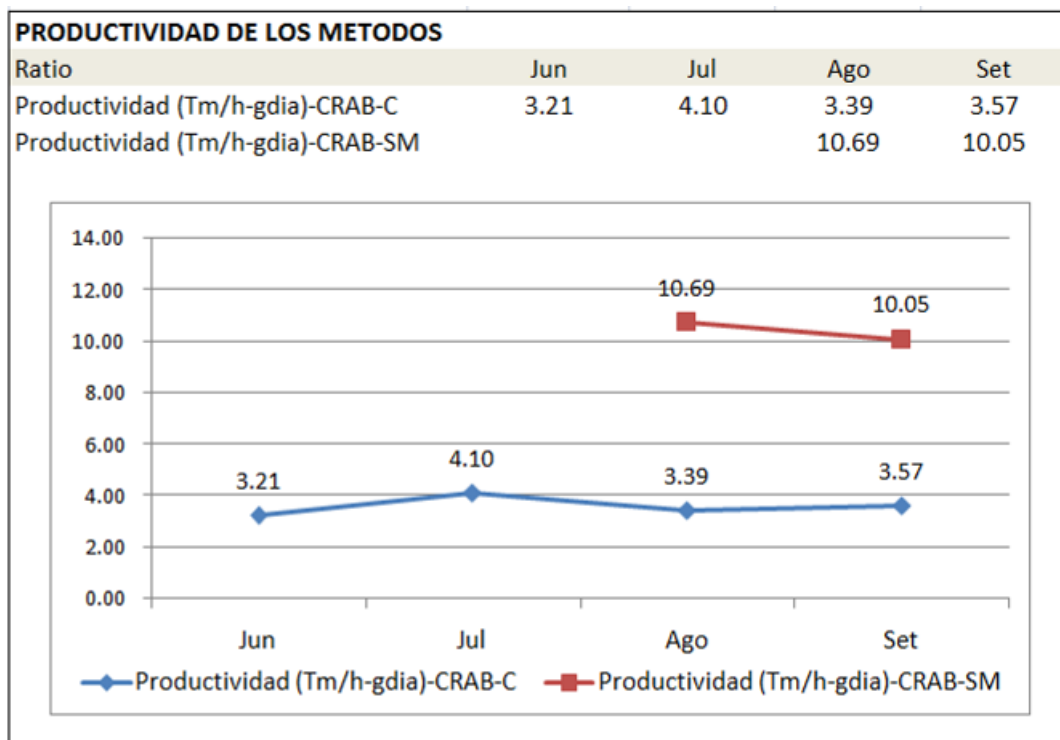
- Sostenimiento con cuadros de madera.
- Mayor exposición del personal en manipuleo de materiales.
- Disparo por día.
- Limpieza con rastrillo.

- Acceso por chimeneas.
- Mayor mano de obra.
- Rendimiento de 3.57 Tm/h-gdia

### CRAB Semi mecanizado

- Sostenimiento con perno y malla.
- Menor exposición del personal en manipuleo de materiales
- Disparo por guardia.
- Limpieza con scoop de 1.5 yd<sup>3</sup>.
- Acceso por Rampa (adicional), mejora ventilación al tajeo.
- Mayor rendimiento respecto al convencional 10.26 TM/h-gdia
- Incremento de la producción en un 109%

FIGURA 20. PRODUCTIVIDAD DE LOS METODOS



FUENTE: ANÁLISIS Y CALCULOS REALIZADOS POR EL AUTOR

## **CAPITULO V: EVALUACION ECONOMICA**

Con la finalidad de evaluar la rentabilidad de este proyecto, se compara económicamente la explotación del tajo piloto Semi-Mecanizado con la actual Explotación Convencional. Tomando en cuenta el diseño, recuperación y la dilución en la ley, que nos sirven para calcular las reservas minables y valor de mineral (Ver tabla 16).

Posteriormente se calcula el costo de producción de cada método, que es la suma del costo de explotación, costo de preparación y los costos fijos. Para luego obtener el margen de utilidad (USD/TM).

Finalmente se evalúa económicamente considerando el valor del dinero en el tiempo, estableciendo flujos de caja a lo largo de la vida de cada proyecto y la aplicación de los criterios económicos Valor Actual Neto "VAN" y la Tasa Interna de Retorno "TIR" (Ver tabla 23).

## 5.1 RESERVAS MINÁBLES

Para estimar las reservas minables en cada caso de explotación, se calculara la dilución en la ley en base a los anchos de minado calculado en la comparación de rendimientos (Ver Tabla 12), tomando como variables la recuperación y las pérdidas operativas en cada caso de explotación.

### 5.1.1 Dilución Porcentual En La Ley Del Mineral y Ancho De Minado.

Los valores del ancho de minado y potencia de veta se toman de un control de campo durante la explotación del tajo convencional (Tajo 763, Tajo 762) y el tajo Piloto Semi-Mecanizado (Tajo 863- Tajo 864).

El resumen del cálculo de la dilución porcentual en la ley del para cada método de explotación se muestra en la tabla 13.

TABLA 13, CALCULO DE LA DILUCIÓN PORCENTUAL EN LA LEY DEL MINERAL.

Estimacion de la dilucion y ancho de minado			
Descripción	Unidad	CRAB-CONVENCIONAL	CRAB-SEMI MECANIZADO
Potencia de Veta	m	1.59	1.59
Ancho de minado	m	2.26	2.60
Buzamiento de la estructura	°	80°	80°
<b>Dilucion ( +/- 5% )</b>	%	29%	39%

FUENTE: DATOS DE CAMPO TOMADOS POR EL AUTOR.

### **5.1.2 Recuperación**

El valor de la recuperación del método actual “Corte y Relleno en Breasting Convencional”, según las estadísticas de tajos explotados en el presente año en M.A.R.S.A. es de 90%. Y por la variabilidad en la potencia de la veta Daniela y datos tomados en la explotación de este método en otras unidades mineras, consideramos en el presente estudio una recuperación de 90%.

### **5.1.3 Reservas Minables y Valor del Mineral**

Para estimar las reservas minables en cada uno de los bloques de la veta Daniela (Apéndice B), se emplea los valores de la dilución (Tabla 13), las reservas geológicas, leyes de mineral y el valor del mineral considerando el precio del oro a 1500 US\$/Onz-Au (según el banco central de reserva) como se muestra en la Tabla 14.

TABLA 14. RESERVAS GEOLÓGICAS NIVEL 2620 DE LA VETA DANIELA – ENERO

2011.

RESERVAS GEOLOGICAS VETA DANIELA NV 2620 ENERO 2011					
NIVEL	TAJO	TONELAJE(TMS)	POTENCIA DE VETA	LEY DE VET AU GR./TMS	VALOR DE MINERAL US\$ / TMS
2620	859	701.00	0.75	8.05	402.50
2620	859	1,755.00	1.57	7.62	381.00
2620	860	1,403.00	1.18	14.69	734.50
2620	861	1,288.00	1.33	47.13	2,366.50
2620	861	1,662.00	1.40	24.36	1,218.00
2620	862	3,511.00	2.18	43.16	2,158.00
2620	862	2,029.00	1.81	41.66	2,083.00
2620	863	3,097.00	1.89	31.37	1,568.50
2620	863	1,643.00	1.43	26.91	1,345.50
2620	864	3,855.00	2.20	11.34	567.00
2620	864	1,803.00	1.59	26.67	1,333.50
2620	865	4,403.00	2.07	12.77	638.50
2620	865	1,728.00	1.26	8.87	443.50
2620	866	1,333.00	1.53	4.75	237.50
2620	866	1,341.00	1.37	10.07	503.50
2620	868	719.00	1.57	8.87	443.50
2620	869	2,462.00	1.43	5.28	264.00
2620	863-PB	24,237.00	1.43	16.82	841.00
2620	867-PB	782.00	1.69	6.90	345.00
2620	868-A	794.00	0.99	10.08	504.00
		60,546.00	1.59	18.86	942.98

FUENTE: ANÁLISIS Y CALCULOS REALIZADOS POR EL AUTOR

En la tabla 14, se muestra el resumen de la información de las reservas geológicas, tonelaje (TMS), potencia de veta (m), leyes de mineral (Au Gr / TMS) y el valor de mineral (USD/TM) en cada bloque de explotación.

Teniendo el ancho de veta y el ancho de minado por cada método (Ver Tabla 13) y el tonelaje a potencia de cada bloque (Ver Tabla 14), calculamos las reservas geológicas diluidas por el ancho de minado o reservas minables y el valor de mineral diluido.



TABLA 15. RESERVAS MINÁBLES Y VALOR DE MINERAL EN LA VETA DANIELA.

RESERVAS MINABLES Y VALOR DE MINERAL SEGÚN EL TIPO DE EXPLOTACION									
TAJO	CRAB CONVENCIONAL				CRAB SEMI MECANIZADO				
	POTENCIA M.	RESERVAS (TMS)	LEY DILUIDA AU GR./TMS	VALOR DE MINERAL US\$/TMS	POTENCIA M.	RESERVAS (TMS)	LEY DILUIDA AU GR./TMS	VALOR DE MINERAL US\$/TMS	
859	2.26	2,101.141	2.69	134	2.60	2,417.241	2.33	117	
859	2.26	2,521.488	5.30	265	2.60	2,900.826	4.61	231	
860	2.26	2,680.287	7.69	384	2.60	3,083.516	6.68	334	
861	2.26	2,195.234	27.65	1,383	2.60	2,525.490	24.04	1202	
861	2.26	2,675.299	15.13	757	2.60	3,077.778	13.15	658	
862	2.26	3,633.178	41.71	2,085	2.60	4,179.762	36.25	1813	
862	2.26	2,537.654	33.31	1,665	2.60	2,919.424	28.95	1448	
863	2.26	3,713.114	26.16	1,308	2.60	4,271.724	22.74	1137	
863	2.26	2,596.629	17.03	851	2.60	2,987.273	14.80	740	
864	2.26	3,965.544	11.02	551	2.60	4,562.130	9.58	479	
864	2.26	2,569.218	18.72	936	2.60	2,955.738	16.27	813	
865	2.26	4,814.117	11.68	584	2.60	5,538.365	10.15	508	
865	2.26	3,096.971	4.95	247	2.60	3,562.887	4.30	215	
866	2.26	1,963.872	3.22	161	2.60	2,259.322	2.80	140	
866	2.26	2,220.264	6.08	304	2.60	2,554.286	5.29	264	
868	2.26	1,033.020	6.17	309	2.60	1,188.430	5.37	268	
869	2.26	3,890.993	3.34	167	2.60	4,476.364	2.90	145	
863-PB	2.26	38,304.629	10.64	532	2.60	44,067.273	9.25	463	
866-A	2.26	4,958.002	2.27	114	2.60	5,703.896	1.98	99	
867-A	2.26	7,974.702	3.76	188	2.60	9,174.436	3.27	163	
867-PB	2.26	1,045.751	5.16	258	2.60	1,203.077	4.49	224	
868-A	2.26	1,816.235	4.41	220	2.60	2,089.474	3.83	192	
		<b>102,307.34</b>	<b>11.56</b>	<b>578</b>			<b>117,698.71</b>	<b>10.05</b>	<b>503</b>
RECUPERACION			<b>90%</b>				<b>90%</b>		

FUENTE: ANÁLISIS Y CALCULOS REALIZADOS POR EL AUTOR

TABLA 16. RESUMEN DE RESERVAS MINÁBLES Y VALOR DE MINERAL

RESUMEN RESERVAS MINABLES Y VALOR DE MINERAL			
Descripción	Unidad	CRAB-CONVENCIONAL	CRAB-SEMI MECANIZADO
Recuperacion	%	90%	90%
Tonelaje	TMS	102,307	117,699
Potencia de Minado	m	2.26	2.60
Ley de Veta	GR./TMS	11.56	10.05
Valor de Mineral	\$ /TMS	578	503
<b>Tonelaje Recuperado</b>	TMS	<b>92,077</b>	<b>105,929</b>

FUENTE: LIBRO DE RESERVAS 2011 UNIDAD MINERA RETAMAS S.A.

En la tabla 15, se muestra los resultados del cálculo de las reservas minables (TMS), la recuperación de reservas geológicas (%) y el valor del mineral asociado a cada bloque para cada método de explotación.

En la tabla 16, se muestra el resumen de los resultados de las reservas minables considerando la dilución (TM).

## **5.2 CALCULO DEL COSTO DE PRODUCCIÓN, DE CADA ALTERNATIVA (USD/TM).**

El costo de producción es la suma del costo de operación mina y los costos indirectos.

El costo de operación mina considera la preparación, explotación y todos los costos directos que influyen en la explotación hasta la puesta del mineral en la tolva de gruesos de la planta concentradora.

Los costos indirectos consideran los sondajes diamantinos, exploraciones, gastos generales, gastos administrativos mina y lima.

### **5.2.1 Costo De Operación Actual (CRAB)**

En el costo actual de operación mina con el método de “Corte y Relleno ascendente en Breasting Convencional” expresado en (USD/TM), se analizará el costo de explotación y el costo de preparación del tajeo.

El cálculo del costo de explotación actual se muestra en la tabla 17, en el cual se considera los costos unitarios de mano de obra, explosivos, aceros de perforación, equipo de perforación, limpieza, relleno,

sostenimiento, extracción de locomotora y otros costos aplicados a este método.

TABLA 17. ESTRUCTURA DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN CRAB CONVENCIONAL.

ESTRUCTURA DE COSTOS - EXPLOTACION CRAB CONVENCIONAL								
Long. Perforación:	6	pies						
Nro de Cartuchos/tal	6	unidades						
Nro. Tal. Perfor:	19	tal						
Nro. Tal. Carg:	19	tal						
Eficiencia:	85	%						
Avance por Disparo:	1.5	mts						
Rendimiento de Rastrillo	2.20	m3/h						
Tmh/Diparo:	21.45	ton						
Dias/Mes:	30	días						
Disparos /Mes	41	disp						
<b>Produccion/Mensual:</b>	<b>887</b>	<b>TMH</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD DISPARO	CANTIDAD MES	COSTO UNITARIO	VIDA ÚTIL	COSTO (US\$/MES)	COSTO (US\$/TMS)	
<b>1.0 MANO DE OBRA</b>						<b>9,113.37</b>	<b>10.27</b>	
Perforista Lider Convencional	Tarea	2.00	60.00	40.75		2,445.00		
Ayudante Perforista Convencional	Tarea	2.00	60.00	34.04		2,042.20		
Servicios Madera	Tarea	1.00	30.00	34.04		1,021.10		
Servicios Relleno	Tarea	1.00	70.00	34.04		2,382.57		
Winchero Limpieza	Tarea	1.00	30.00	40.75		1,222.50		
<b>2.0 EXPLOSIVOS</b>						<b>1,617.63</b>	<b>1.82</b>	
Dinamita Semexa 65% 1x7	Kg.	13.22	546.62	1.87		1,022.18		
Mecha rapida	mts.	10.51	434.70	0.27		117.37		
Carmex	Pza.	21.50	889.17	0.52		462.37		
Cinta aislante	mts.	2.00	82.72	0.19		15.72		
<b>3.0 ACEROS DE PERFORACION</b>						<b>688.71</b>	<b>0.78</b>	
Broca de botones	p.p.	116.99	4838.69	14.60	400.00	176.61		
Barra Cónica	p.p.	116.99	4838.69	63.50	600.00	512.09		
<b>4.0 EQUIPO DE PERFORACIÓN</b>						<b>260.12</b>	<b>0.29</b>	
Perforadora Jackleg	p.p.	116.99	4838.69	3,800.00	90,000.00	204.30		
Aceite de Perforación	Gal.	0.17	6.91	5.85	700.00	40.44		
Manguera de jebe de 1"	mts.	30.00	1240.81	2.05	250.00	10.17		
Manguera de jebe de 1/2"	mts.	30.00	1240.81	1.05	250.00	5.21		
<b>5.0 LIMPIEZA</b>						<b>976.30</b>	<b>1.10</b>	
Winche 15 Hp	Hrs.	3.25	134.41	7000.00	1,080.00	871.16		
Consumo Energia Winche 15 Hp	Kw-hr	36.32	1502.01	0.07		105.14		
<b>6.0 RELLENO</b>						<b>1,287.09</b>	<b>1.45</b>	
Instalaciones Servicios	mts.	400.00	400.00	1.00		400.00		
Relleno Hidraulico (100%)	m3	7.15	295.70	3.00		887.09		
Scooptrams	Hrs.	0.00	0.00	60.00		0.00		
Locomotora	Hrs.	0.00	0.00	1.50		0.00		
<b>7.0 SOSTENIMIENTO</b>						<b>6,404.81</b>	<b>7.22</b>	
Maderas en general						6,404.81		
<b>8.0 EXTRACCION LOCOMOTORA</b>						<b>2,661.28</b>	<b>3.00</b>	
Mineral	tmh.	21.45	887.09	3.00		2,661.28		
Desmante	tmh.	0.00	0.00	8.00		0.00		
<b>9.0 MAQUINARIAS Y OTROS</b>						<b>1,360.32</b>	<b>1.53</b>	
Compresora	Hrs.	8.00	330.88	1.50		496.32		
Ventilacion	Hrs.	1.80	108.00	8.00		864.00		
<b>10.0 HERRAMIENTAS Y OTROS</b>						<b>71.16</b>	<b>0.08</b>	
<b>11.0 IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD</b>						<b>561.49</b>	<b>0.63</b>	
Obrero de Operación	Tarea	250		2.25		561.49		
Obrero de Servicios	Tarea			1.73		0.00		
<b>COSTO DIRECTO (US\$/TMH)</b>							<b>28.18</b>	

FUENTE: ANÁLISIS Y CALCULOS REALIZADOS POR EL AUTOR

TABLA 18. ESTRUCTURA DE COSTOS DE LA PREPARACIÓN CRAB CONVENCIONAL.

ESTRUCTURA DE COSTOS - PREPARACION CRAB					
CONVENCIONAL					
Tonelaje estimado para el calculo de preparacion			25,166		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO	COSTO (US\$/TMS)
<b>1.0 PREPARACION</b>				<b>133,711.68</b>	<b>5.31</b>
Gal 2.4 x 2.7 m	m	80	505.9	40,468.09	
Crucero 2.4 x 2.7 m ( By Pass)	m	80	477.7	38,215.53	
Estocada de 1.2 x 1.8 m	m	68	341.2	23,203.71	
1 Chimeneas 2.4 x 1.5 m ( Servicios)	m	50	250.8	12,539.27	
1 Chimeneas 1.5 x 1.5 m	m	50	239.7	11,985.07	
50 Anillos Metalicos	unid	50	50.0	2,500.00	
Instalacion de riel	m	228	20.0	4,560.00	
2 tolvas	unid	2	120.0	240.00	
<b>2.0 SOSTENIMIENTO</b>				<b>58,015.36</b>	<b>2.31</b>
Shocrete By Pass.	m2	499	36.0	17,971.20	
Cimbras en interseccion Gal-Estocada	unid	28	500.0	14,000.00	
Loza de Concreto (20 cm - 210 kg/cm2)	m2	192	106.5	20,444.16	
Perno posimix Malla Galeria y brazos	m2	280	20.0	5,600.00	
<b>COSTO DIRECTO (US\$/TMH)</b>					<b>7.62</b>

FUENTE: ANÁLISIS Y CALCULOS REALIZADOS POR EL AUTOR

De la figura 18, los precios unitarios son basados en las valorizaciones de terceros en M.A.R.S.A. (Ver Apéndice C)

### 5.2.2 Costo De Operación Propuesto (CRABSM)

Bajo los mismos parámetros establecidos en el costo de operación convencional se obtiene el cálculo del costo de explotación (tabla 19) y costo de preparación (tabla 20) con el método “Corte y Relleno Ascendente en Breasting Semi Mecanizado”.

TABLA 19. ESTRUCTURA DE COSTOS DE LA EXPLOTACIÓN CRAB SEMI MECANIZADO

ESTRUCTURA DE COSTOS - EXPLOTACION CRAB							
SEMI MECANIZADO							
Long. Perforación:	8	pies			Alto de Labor	2.5	mts
Nro de Cartuchos/tal	8	unidades			Ancho de Labor	2.6	mts
Nro. Tal. Perfor:	16	tal			Densidad Mineral	3.1	ton/m3
Nro. Tal. Carg:	16	tal					
Eficiencia:	85	%			Rendimientos	13.74	ton / H-g
Avance por Disparo:	2.0	mts				2.50	ton / tal
Rendimiento del Scoop	24.00	ton/ h				0.36	Kg / tmh
Tmh/Diparo:	41.22	ton					
Días/Mes:	30	dias					
Disparos /Mes	45	disp					
<b>Produccion/Mensual:</b>	<b>1855</b>	<b>TMH</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD DISPARO	CANTIDAD MES	COSTO UNITARIO	VIDA ÚTIL	COSTO (US\$/MES)	COSTO (US\$/TMS)
<b>1.0 MANO DE OBRA</b>						<b>4,997.75</b>	<b>2.69</b>
Perforista Lider Convencional	Tarea	2.00	60.00	40.75		2,445.00	
Ayudante Perforista Convencional	Tarea	2.00	60.00	34.04		2,042.20	
Servicios Rh	Tarea	0.50	15.00	34.04		510.55	
Winchero Limpieza	Tarea	0.00	0.00	40.75		0.00	
<b>2.0 EXPLOSIVOS</b>						<b>1,838.52</b>	<b>0.99</b>
Dinamita Semexa 65% 1x7	Kg.	14.74	663.43	1.87		1,240.61	
Mecha rapida	mts.	12.20	549.00	0.27		148.23	
Carmex	Pza.	18.49	831.88	0.52		432.58	
Cinta aislante	mts.	2.00	90.00	0.19		17.10	
<b>3.0 ACEROS DE PERFORACION</b>						<b>844.76</b>	<b>0.46</b>
Broca de botones	p.p.	131.89	5935.05	14.60	400.00	216.63	
Barra Cónica	p.p.	131.89	5935.05	63.50	600.00	628.13	
<b>4.0 EQUIPO DE PERFORACIÓN</b>						<b>316.93</b>	<b>0.17</b>
Perforadora Jackleg	p.p.	131.89	5935.05	3,800.00	90,000.00	250.59	
Aceite de Perforación	Gal.	0.19	8.48	5.85	700.00	49.60	
Manguera de jebe de 1"	mts.	30.00	1350.00	2.05	250.00	11.07	
Manguera de jebe de 1/2"	mts.	30.00	1350.00	1.05	250.00	5.67	
<b>5.0 LIMPIEZA</b>						<b>4,636.76</b>	<b>2.50</b>
Scoop de 2.1 yd3	Hrs.	1.72	77.28	60.00		4,636.76	
<b>6.0 RELLENO</b>						<b>4,636.76</b>	<b>2.50</b>
Instalaciones Servicios	mts.	0.00	0.00	1.00		0.00	
Relleno Hidraulico	m3	0.00	0.00	3.00		0.00	
Scoop de 2.1 yd3	Hrs.	1.72	77.28	60.00		4,636.76	
Locomotora	Hrs.	0.00	0.00	1.50		0.00	
<b>7.0 SOSTENIMIENTO</b>						<b>13,442.65</b>	<b>7.25</b>
Pemos sistematico	unid	5.00	225.00	10.00		2,250.00	
Shocrete	m2	12.44	559.63	20.00		11,192.65	
<b>8.0 EXTRACCION LOCOMOTORA</b>						<b>5,564.11</b>	<b>3.00</b>
Mineral	tmh.	41.22	1854.70	3.00		5,564.11	
Desmonte	tmh.	0.00	0.00	8.00		0.00	
<b>9.0 MAQUINARIAS Y OTROS</b>						<b>1,404.00</b>	<b>0.76</b>
Compresora	Hrs.	8.00	360.00	1.50		540.00	
Ventilacion	Hrs.	1.80	108.00	8.00		864.00	
<b>10.0 HERRAMIENTAS Y OTROS</b>						<b>77.42</b>	<b>0.04</b>
<b>11.0 IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD</b>						<b>303.21</b>	<b>0.16</b>
Obrero de Operación	Tarea	135		2.25		303.21	
Obrero de Servicios	Tarea			1.73		0.00	
<b>COSTO DIRECTO (US\$/TMH)</b>							<b>20.52</b>

FUENTE: ANÁLISIS Y CALCULOS REALIZADOS POR EL AUTOR

TABLA 20. ESTRUCTURA DE COSTOS DE LA PREPARACIÓN CRAB SEMI MECANIZADO.

ESTRUCTURA DE COSTOS - PREPARACION CRAB					
SEMI MECANIZADO					
Tonelaje estimado para el calculo de preparacion			87,048		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO	COSTO (US\$/TMS)
<b>1.0 PREPARACION</b>				<b>739,675.59</b>	<b>8.50</b>
Gal 2.4 x 2.7 m	m	240	505.9	121,404.26	
Crucero 2.4 x 2.7 m ( By Pass)	m	240	477.7	114,646.60	
Estocada de 1.2 x 1.8 m	m	68	341.2	23,203.71	
2 Chimeneas 2.4 x 1.5 m ( Servicios)	m	100	250.8	25,078.55	
1 Chimeneas 1.5 x 1.5 m	m	50	239.7	11,985.07	
Rampa en Espiral 3 x 3 m	m	445	616.6	274,379.78	
Camaras de Acumulamiento 3 x 3	m	40	616.6	24,663.35	
6 Estocadas 2.4 x 2.7 m ( brazos)	unid	228	477.7	108,914.27	
Desquinches 6 brazos	m3	600	8.0	4,800.00	
2 Chimeneas Echaderos 1.5 X 1.5 m	m	120	253.0	30,360.00	
2 tolvas	unid	2	120.0	240.00	
<b>2.0 SOSTENIMIENTO</b>				<b>66,517.54</b>	<b>0.76</b>
Loza de Concreto (20 cm - 210 kg/cm2)	m2	163	106.5	17,377.54	
Perno posimix Malla Galeria y brazos	m2	1638	30.00	49,140.00	
<b>COSTO DIRECTO (US\$/TMH)</b>					<b>9.26</b>

FUENTE: ANÁLISIS Y CALCULOS REALIZADOS POR EL AUTOR

De la figura 20, los precios unitarios son basados en la cotización de terceros para los avances lineales. Se considera los costos unitarios de avance, sostenimiento y precio de compra de materiales salidos de almacén.

### 5.2.3 Cálculo y Comparación de Costos de Producción (USD/TM).

Al costo de operación mina obtenido en las tablas, se le suma los costos generales para obtener el costo de producción (USD/TM) por cada alternativa. El resultado de esta operación se muestra en la tabla 21.

TABLA 21. COSTO DE PRODUCCIÓN (USD/TM) POR CADA ALTERNATIVA DE  
EXPLORACIÓN

COSTO DE PRODUCCION \$/TMS				
TIPO	PROCESOS	UNIDAD	CRBA CONVENCIONAL	CRBA SEMI MECANIZADO
OPERACIÓN MINA	Preparación - Operación	US\$/TMS	<b>7.62</b>	<b>9.26</b>
	Explotación	US\$/TMS	<b>28.18</b>	<b>20.52</b>
	Transporte	US\$/TMS	4.22	4.22
	Servicios Auxiliares Mina	US\$/TMS	9.00	9.00
	Supervisión	US\$/TMS	18.19	18.19
INDIRECTOS	Sondajes Diamantinos	US\$/TMS	5.70	5.70
	Exploracion - Desarrollo	US\$/TMS	13.75	13.75
	Gastos Generales Mina	US\$/TMS	5.31	5.31
	Planta Beneficio	US\$/TMS	16.03	16.03
	Gastos Adm. Mina	US\$/TMS	33.38	33.38
	Gastos Adm. Lima	US\$/TMS	28.00	28.00
Costo Unitario ( US\$/TMS)			<b>169</b>	<b>163</b>

FUENTE: ANÁLISIS Y CALCULOS REALIZADOS POR EL AUTOR

### 5.3 ANALISIS COSTO,VOLUMEN Y UTILIDAD

La toma de decisión requiere una comprensión de la relación existente entre los costos e ingresos brutos, y por lo tanto entre los costos y las utilidades.

Las tendencias de los costos y precios de los metales a lo largo del proyecto no pueden pronosticarse con absoluta certeza, en el presente análisis asumimos que siguen una trayectoria regular como base para el planeamiento de utilidades.

Los costos, volumen y utilidades sin considerar el valor del dinero en el tiempo se muestra en la Ecuación 1.

$$\text{Margen de Utilidad (USD)} = (\text{V.M.} - \text{C.P.}) \times \text{T.M.}$$

.....Ecuación 1.

Dónde:

V.M. = Valor del Mineral USD/TMS

C.P. = Costo de Producción USD/TMS

T.M. =Tonelaje Minable (TMS)

Los resultados de los márgenes de utilidad se muestran en la tabla 22.

TABLA 22. MÁRGENES DE UTILIDAD SEGÚN ALTERNATIVA

<b>Margen de Utilidad , según Alternativa</b>				
Alternativa de Explotacion	Costo Produccion US\$/TMS	Valor de Mineral US\$/TMS	Tonelaje Minable (TMS)	Margen Utilidad USD
CRAB CONVENCIONAL	169	578	92,077	37,642,838
CRAB SEMI MECANIZADO	163	503	105,929	35,934,052

FUENTE: ANÁLISIS Y CALCULOS REALIZADOS POR EL AUTOR

De la Tabla 22, se muestra las utilidades alcanzadas suponiendo que los precios de los metales permanecerán constantes durante el período del proyecto. La primera impresión es que el método “CRAB CONVENCIONAL” genera mayor rentabilidad, ahora bien tomamos en cuenta el valor del dinero en el tiempo.

### 5.3.1 Evaluación Económica, Según los Criterios del “VAN”, “TIR”.

El VAN y TIR son dos herramientas procedentes de las matemáticas financieras, que nos permite evaluar la rentabilidad del cambio en el método de explotación. Ver tabla 23.

#### Valor Actual Neto (VAN)

El VAN es un método de valoración de inversiones en la que partimos de la rentabilidad mínima que queremos obtener (i). Con esta rentabilidad mínima calcularemos el valor actualizado de los flujos de caja (diferencia



entre cobros y pagos) de la operación. La representación Matemática del VAN es:

$$VAN = -A + \sum_{s=1}^n \frac{Q_s}{(1+i)^s} \dots\dots\dots \text{Ecuación 2.}$$

Dónde:

A = desembolso inicial

Qs = Flujo de caja del momento s

n = n° de años que dura la inversión

i = rentabilidad mínima que le exigimos a la inversión

Cuando el VAN =0, significa que el proyecto no pierde ni gana en la INVERSION.

Cuando el VAN >0, significa que el proyecto gana por la INVERSION, Obviamente que el proyecto será más atractivo cuando el valor del VAN se aleja considerablemente de cero.

Cuando el VAN < 0, significa que el proyecto pierde por la INVERSION.

### Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es una tasa de descuento que hace al VAN igual a cero, matemáticamente se puede expresar de la siguiente forma:

$$0 = -A + \frac{Q_1}{(1+r)^1} + \frac{Q_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+r)^n} \dots\dots\dots \text{Ecuación 3.}$$

Dónde:

A = desembolso inicial

$Q_s$  = Flujo de caja del momento  $s$   
 $n$  =  $n^0$  de años que dura la inversión  
 $r$  = TIR

TABLA 23, EVALUACIÓN ECONÓMICA UTILIZANDO LOS CRITERIOS DEL TIR Y VAN.

EVALUACION ECONOMICA , SEGÚN LOS CRITERIOS DEL "VAN", "TIR".										
Información Base para la Evaluación Económica										
<b>Metodo Actual - CRAB</b>			<b>Convencional</b>			<b>Tasas</b>				
Reservas Minables	:	92,077	TMS	Recuperacion de Planta	:	92%				
Produccion mensual CRBA	:	887	TMS / MES	Fundicion y Refinacion	:	97%				
Vida del Proyecto	:	9	años	Tasa de corte anual	:	12%	anual			
Inversion ( Costo de Prod.)	:	15,596,655	USD	Precio Au por Onza	:	1500	\$/onz			
Utilidad ( Ingresos por Venta)	:	53,239,493	USD	Impuesto a la Renta	:	30%				
Inversion Anual	:	1,803,152	USD / Año							
Utilidad Anual	:	6,155,096	USD / Año							
<b>Metodo Propuesto - CRABSM</b>			<b>Semi Mecanizado</b>							
Reservas Minables	:	105,929	TMS							
Produccion mensual CRBA	:	1,855	TMS / MES							
Vida del Proyecto	:	5	años							
Inversion ( Costo de Prod. )	:	17,305,441	USD							
Utilidad ( Ingresos por Venta)	:	53,239,493	USD							
Inversion Anual	:	3,636,001	USD / Año							
Utilidad Anual	:	11,186,011	USD / Año							
Flujo de Caja										
EVALUACIÓN SIN CAMBIO DE METODO (CRAB convencional)										
Situación Base	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Inversiones	-1,803,152	-1,803,152	-1,803,152	-1,803,152	-1,803,152	-1,803,152	-1,803,152	-1,803,152	-1,171,436	
Utilidad		6,155,096	6,155,096	6,155,096	6,155,096	6,155,096	6,155,096	6,155,096	6,155,096	3,998,721
Utilidad neta	-1,803,152	4,351,944	4,351,944	4,351,944	4,351,944	4,351,944	4,351,944	4,351,944	4,983,660	3,998,721
Perdidas por Recuperacion Planta		-348,156	-348,156	-348,156	-348,156	-348,156	-348,156	-348,156	-398,693	-319,898
Perdidas por Fundicion y Refinacion		-120,114	-120,114	-120,114	-120,114	-120,114	-120,114	-120,114	-137,549	-110,365
Impuesto a la Renta		-1,165,102	-1,165,102	-1,165,102	-1,165,102	-1,165,102	-1,165,102	-1,165,102	-1,334,226	-1,070,538
<b>Flujo</b>	<b>-1,803,152</b>	<b>2,718,572</b>	<b>2,718,572</b>	<b>2,718,572</b>	<b>2,718,572</b>	<b>2,718,572</b>	<b>2,718,572</b>	<b>2,718,572</b>	<b>3,113,193</b>	<b>2,497,921</b>
EVALUACIÓN CON CAMBIO DE METODO (CRAB Semi Mecanizado)										
Situación Base	0	1	2	3	4	5				
Inversiones	-3,636,001	-3,636,001	-3,636,001	-3,636,001	-2,761,437					
Utilidad		11,186,011	11,186,011	11,186,011	11,186,011	8,495,448				
Utilidad neta	-3,636,001	7,550,010	7,550,010	7,550,010	8,424,575	8,495,448				
Perdidas por Recuperacion Planta		-604,001	-604,001	-604,001	-673,966	-679,636				
Perdidas por Fundicion y Refinacion		-208,380	-208,380	-208,380	-232,518	-234,474				
Impuesto a la Renta		-2,021,289	-2,021,289	-2,021,289	-2,255,427	-2,274,401				
<b>Flujo</b>	<b>-3,636,001</b>	<b>4,716,340</b>	<b>4,716,340</b>	<b>4,716,340</b>	<b>5,262,663</b>	<b>5,306,937</b>				
Evaluación Económica , Según criterio "VAN", "TIR"										
Flujo Diferencial (US\$)										
periodo en años	0	1	2	3	4	5				
Sin Cambio	-1,803,152	2,718,572	2,718,572	2,718,572	2,718,572	2,718,572				
Con Cambio	-3,636,001	4,716,340	4,716,340	4,716,340	5,262,663	5,306,937				
<b>Saldo Diferencial</b>	<b>-1,832,849</b>	<b>1,997,768</b>	<b>1,997,768</b>	<b>1,997,768</b>	<b>2,544,091</b>	<b>2,588,364</b>				
<b>VAN</b>	<b>12.00%</b>	<b>6,050,975</b>								
<b>TIR</b>		<b>109%</b>								

FUENTE: ANÁLISIS Y CALCULOS REALIZADOS POR EL AUTOR

De la tabla 23, se ordenó la información de la evaluación económica, Posteriormente se estructuro el flujo de caja sin el cambio de método y con el cambio de método de minado, y así poder analizar el flujo diferencial donde se calcula la rentabilidad.

Del análisis económico tenemos que el valor actual neto (VAN) obtenido al cambiar el método "Corte y Relleno Ascendente Convencional" por el "Corte y Relleno Ascendente Semi Mecanizado" es de 6050975 USD y la tasa interna de retorno (TIR) es de 109%, Esto garantiza que la inversión inicial se recupera y se obtendrá el retorno financiero, esto debido al incremento de la producción anual y reducción en el tiempo del minado.

## CONCLUSIONES

- En función a la clasificación Geomecánica, el método propuesto “CRAB Semi Mecanizado”, es técnicamente aplicable para la explotación de la veta Daniela del nivel 2620 al 2670.
- El rendimiento aumentó de 3.57 THG a 10.26 THG con la implementación del Método “CRAB Semi Mecanizado”
- El incremento de producción es del 109 %.
- Menor exposición del personal en zonas de Tajeos, 45 tareas-mes menos.
- De la evaluación económica de los métodos para la explotación de la Veta Daniela usando los criterios del “VAN” y la “TIR”, cuyos resultados se muestran en las tablas N° 30 y 31, se concluye que el “Corte y relleno ascendente en Breasting – Semi Mecanizado” es la mejor alternativa para la explotación de la veta Daniela en la Minera Aurífera Retamas. Teniendo una diferencia positiva en el valor actual neto de 6050975 USD.

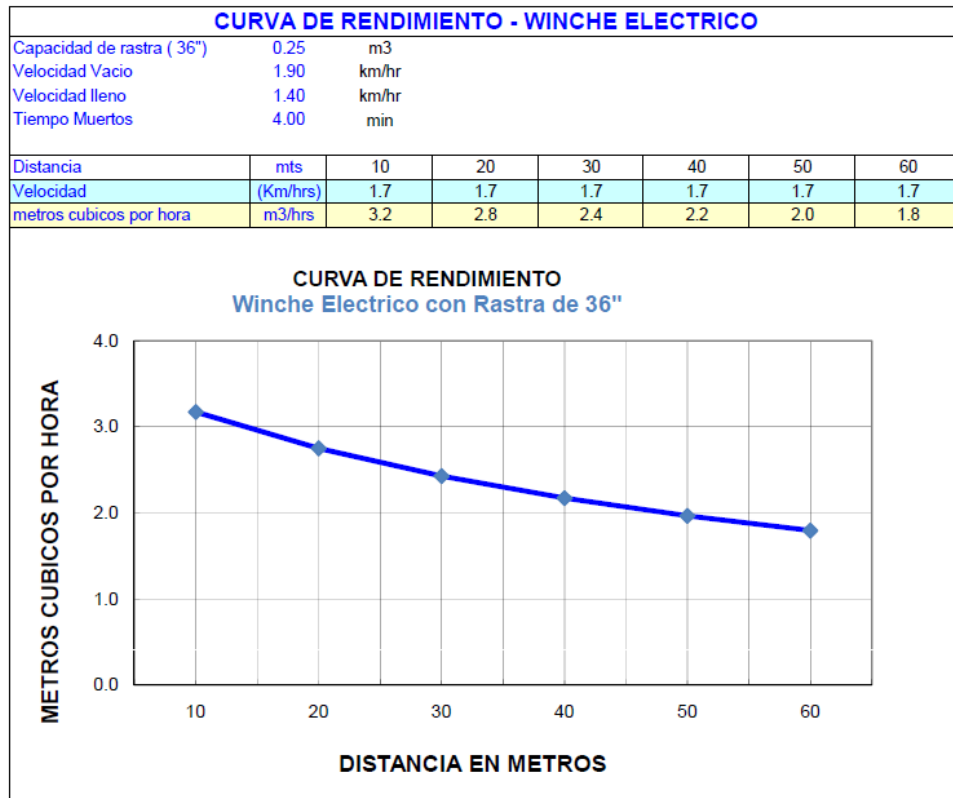
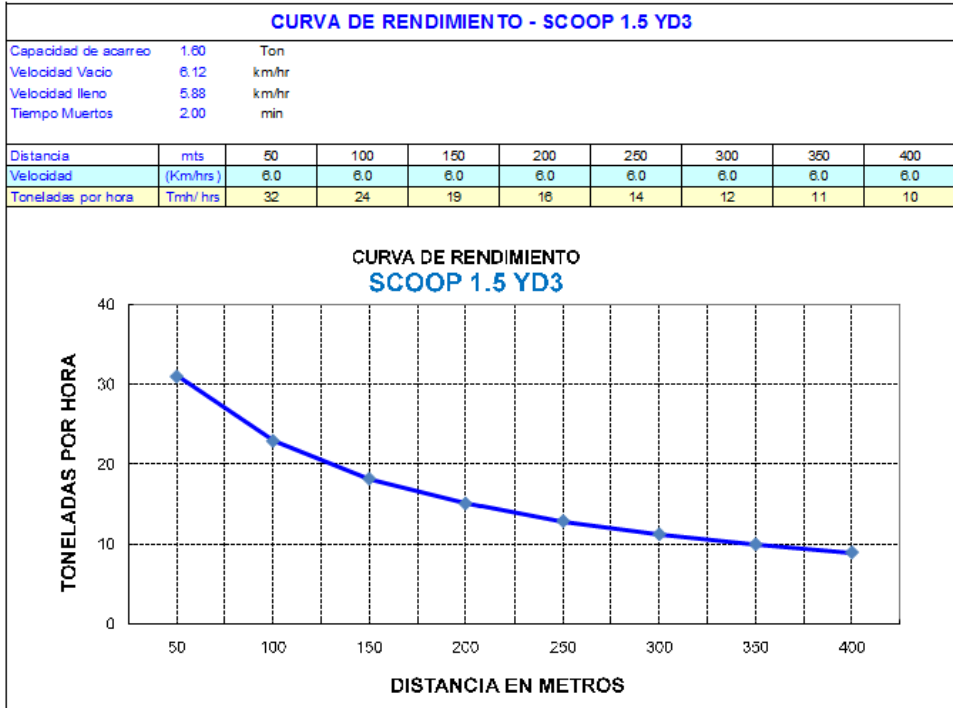
## BIBLIOGRAFIA

- **Ames Lara V., "Teoría de Voladura de Rocas" – 2000**
- **B. Stoces., "Elección y Critica de los métodos de explotación en Minería"-1963**
- **Carlos Yupanqui Marín, "Evaluación Privada de Proyectos" – 2009**
- **E.Hoek y E.T. Brown, "Excavaciones subterráneas en roca" – 1980**
- **Exsa. S.A., Manual Práctico de Voladura 2008**
- **Empresa Minera Aurífera Retamas S.A, Plan Estratégico 2011**
- **Empresa Minera Aurífera Retamas S.A, Reporte Anual de Producción 2010**
- **Empresa Minera Aurífera Retamas S.A, Estándares y Pets 2011**
- **José Alvarado A., "Exposición, modelo o relación COSTO - VOLUMEN – UTILIDAD" – 1994**
- **Persson, H. Lee, "Explosives and Blasting Procedures Manual" Department of the Interior, Bureau of Mines USA. – 1982**
- **López Jimeno C., Manual de Perforación y Voladura de Rocas 2002**
- **Luis Enrique Falcón D., "Calculo financiero" – 2007**
- **Wilmer Carhuaricra P., Informe Geomecánico Marsa 2011**

# **ANEXOS**

## **A: RENDIMIENTOS**

### CURVAS DE RENDIMIENTOS DE EQUIPOS





## **B: PLANOS**

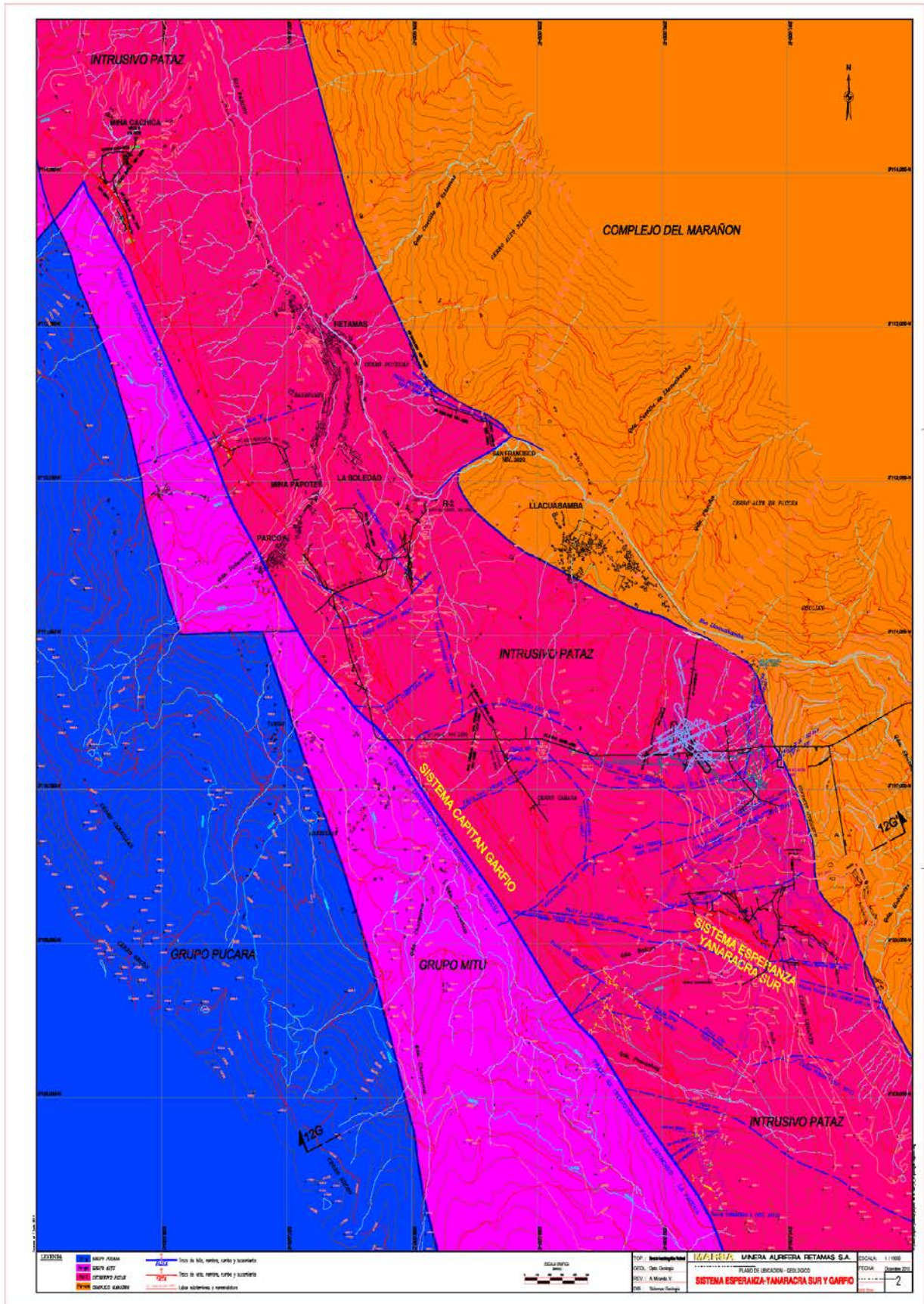


Figura 21. Plano geología regional



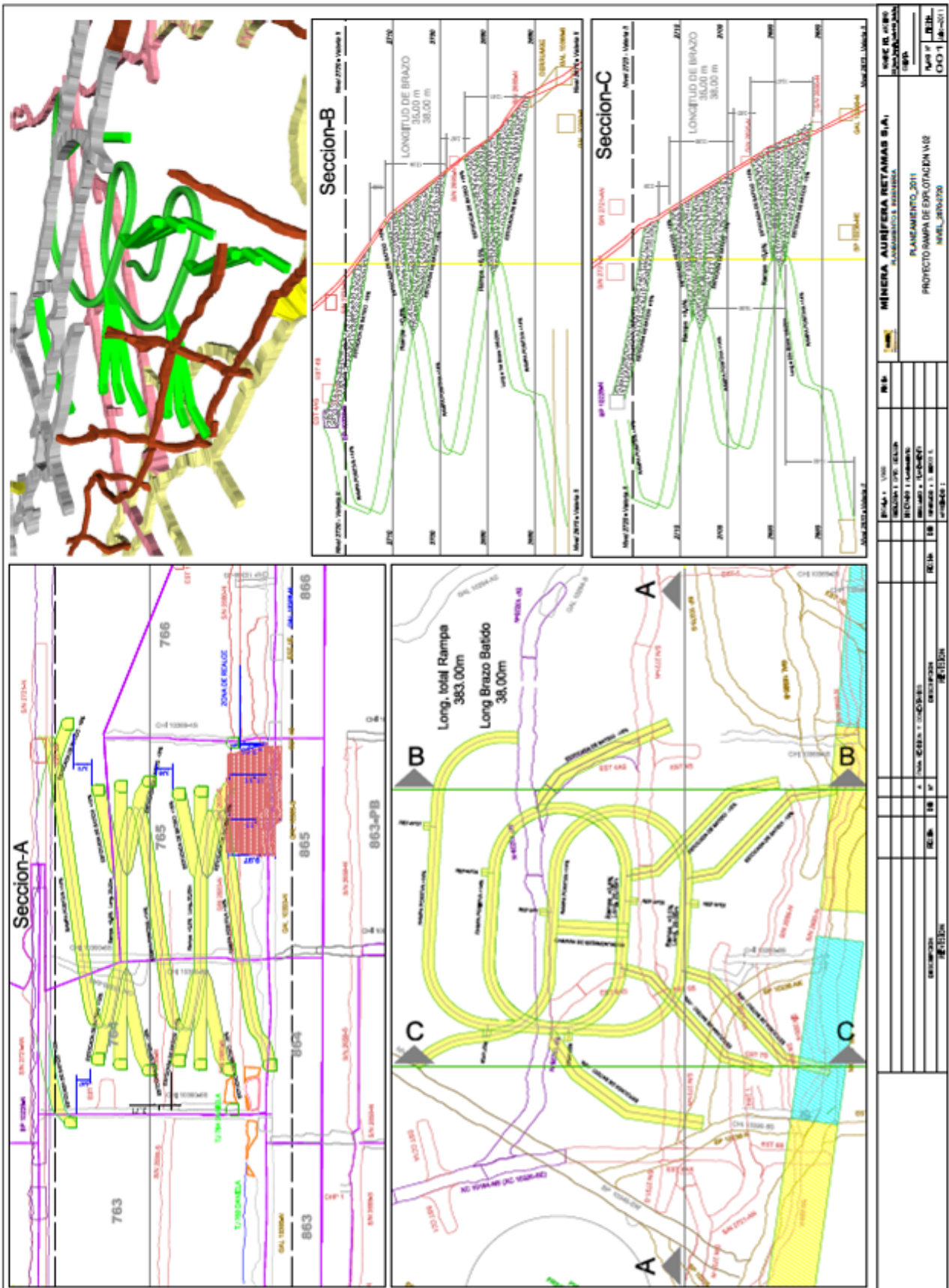


Figura 22. Proyecto de Explotación Semi Mecanizado, Veta Daniela

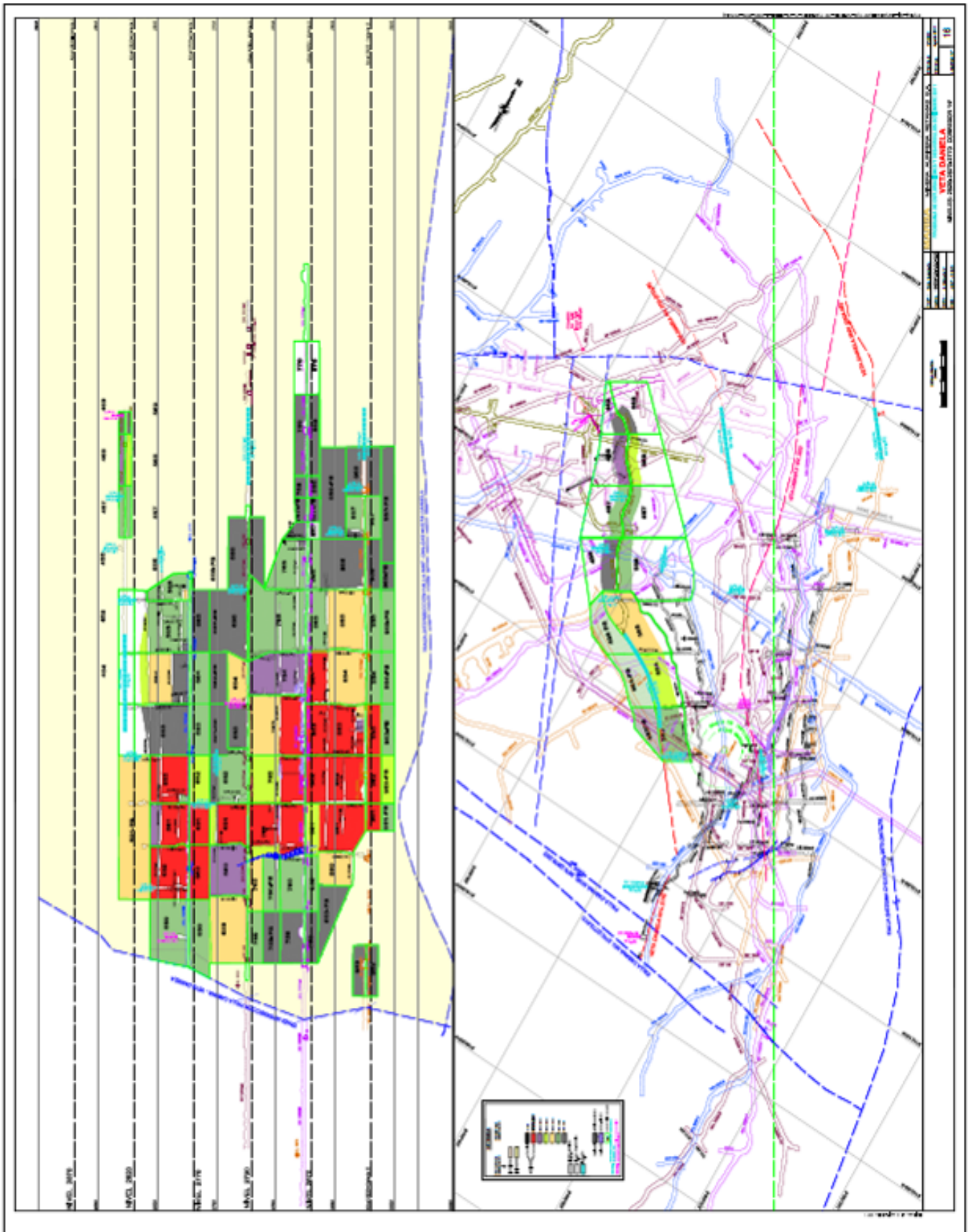


Figura 24. Plano de perfil Longitudinal de la Veta Daniela

## **C: COSTOS UNITARIOS**

## COSTOS UNITARIOS DE AVANCE LINEAL MARSA 2011

COSTO UNITARIO DIRECTO - II TRIM 2011							
AVANCE LINEAL							
Descripción del Recurso	Cto Unitario (US\$/m)						
	CRUCERO 2.4 x 2.7	GALERIA 2.4 x 2.7	BY PASS 2.4 x 2.7	ESTOCADA 1.2 x 1.8	RAMPA 3 x 3	CHIM. 1.5 x 1.5	CHIM. 2.4 x 1.5
<u>Servicio Terceros</u>							
Labor Avanc. Mineros - Lineal	303.17	294.04	303.17	238.52	496.62	163.36	197.67
Labores de Enmaderado	39.65	35.45	39.65	29.55	18.35	13.56	9.34
Servicios de Mina	4.27	33.13	4.27	0.29	0.41	2.42	0.57
	347.09	362.61	347.09	268.36	515.39	179.35	207.58
<u>Materiales</u>							
Explosivos,Acces. Voladura	44.59	52.21	44.59	22.13	63.37	27.02	25.79
Anillos,Arandelas,Pernos	48.08	26.39	48.08	5.50	15.42	1.19	0.24
Maderas en General	14.13	25.19	14.13	6.50	9.59	27.62	12.23
Alambres, Mallas etc.	23.81	39.46	23.81	38.75	7.35	0.00	0.74
Otros Materiales	0.00	0.00	0.00	0.00	5.47	4.52	4.21
	130.60	143.24	130.60	72.88	101.20	60.35	43.21
Costo Unitario (US\$/m)	477.69	505.85	477.69	341.23	616.58	239.70	250.79