

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA**



**MODIFICACIÓN EN EL PLANEAMIENTO DE  
MINADO DE LA FASE 01 PARA LOGRAR  
ALIMENTACIÓN REQUERIDA POR PLANTA EN  
MINA ANTAPACCA Y**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO DE MINAS**

**PRESENTADO POR:  
ANDRES MICHAEL ARÓSTEGUI CASTRO**

**ASESOR:  
ING. AUGUSTO TEVES ROJAS**

**LIMA – PERU  
2013**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo es dedicado a mi familia por su comprensión y cariño. A mi alma mater la Universidad Nacional de Ingeniería.

## **RESUMEN**

El objetivo del siguiente informe de suficiencia es describir los trabajos realizados en el Planeamiento a Corto Plazo de una mina a Tajo Abierto, hacer un planteamiento y análisis de mejora con la modificación en el minado de la fase 01 del Tajo Sur, esto para poder lograr la alimentación requerida de 60 mil toneladas secas diarias a la chancadora primaria, se analizará la ganancia que significo esto al no detener el chancado de mineral que va hacia la planta. También se hará una descripción de los controles que se aplican en el planeamiento a corto plazo y las mejoras que se pueden realizar en el acarreo del material a la chancadora.

Se realizara el cálculo del costo ganado que significó el cambio del minado con la fase propuesta también de la reducción de costo en acarreo que significo realizar la construcción de una rampa estratégica para el minado de la sub fase.

## **ABSTRACT**

The aim of the following report of sufficiency is to describe the works realized in the short-term Planning of a mine to Opened Tagus, make an approach and analysis of improvement with the modification in the mined one of the phase 01 of the Tagus South, this to be able to achieve the constant supply of an average of 60,000dry tons daily to the primary crusher, the profit will be analyzed that I mean this on not having stoppedthe ground one of mineral that goes towards the plant. Also there will be done a description of the controls that are applied in the short-term planning and the improvements that can be realized in the transportation of the material to the crusher.

There realized the calculation of the gained cost that I mean the change of the mined one with the phase proposed also of the reduction of cost in transportation that I mean

## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	08
<b>CAPITULO I: ASPECTOS GENERALIDADES.</b>	
1.1 Ubicación Geográfica	10
1.2 Breve Historia	11
<b>CAPITULO II: INFORMACIÓN GEOLOGICA DEL YACIMIENTO.</b>	
2.1 Tipo de Yacimiento	13
<b>CAPITULO III: EXPLOTACIÓN MINERA.</b>	
3.1 Método de Explotación	14
3.2 Operaciones Unitarias.	15
3.2.1 Perforación	15
3.2.1.1 Diseño de mallas	16
3.2.1 Voladura	18
3.2.2 Carguío y acarreo	19
<b>CAPITULO IV: DESCRIPCION DEL CAMBIO DE FASE EN LA PRODUCCION.</b>	
4.1 descripción de la fase de minado original	22
4.2 descripción de la Sub fase propuesta para el minado	26
4.3 Cálculo de pérdidas por parada de planta	29
<b>CAPITULO V: PLANEAMIENTO MINERO.</b>	

5.1 Planeamiento de Minado a Largo Plazo.	31
5.2 Planeamiento de Minado a Mediano Plazo.	32
5.3 Planeamiento de Minado a Corto Plazo.	32
5.3.1 Parámetros de diseño minero.	32
5.3.1.1 Diseño de taludes.	32
5.3.1.2 Diseño de rampas.	34
5.3.1.3 Diseño del ancho mínimo de expansión.	35
5.3.2 Simulación de equipos de Acarreo para las fases.	36
<b>CONCLUSIONES</b>	38
<b>RECOMENDACIONES</b>	40
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	42

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Parámetros de diseño de malla	17
Tabla 4.1 Toneladas minadas por la fase01	22
Tabla 4.2 Toneladas minadas por la fase01	23
Tabla 4.3 Secuencia de extracción del carguío en este segundo escenario.	25
Tabla 4.4 Toneladas minadas con la fase modificada.	27
Tabla 4.5 Calculo de las pérdidas diarias por no producir cobre fino.	29

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Mapa general.	10
Figura 2.1 Plano geológico.	13
Figura 3.1 Malla de voladura.	18
Figura 4.1 Gráfica de tonelajes del primer escenario.	22
Figura 4.2 Sección de la fase de minado modificada.	24
Figura 4.3 Gráfica de tonelajes del segundo escenario.	26
Figura 4.4 Sección de la fase de minado modificada.	28
Figura 5.1 Parámetros de Talud	32
Figura 5.2 Dimensión de las rampas.	33
Figura 5.3 Dimensión el ancho de minado.	34
Figura 5.4 Gráfica de rutas simuladas.	35

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el negocio minero requiere de instrumentos que permitan mejorar las rentabilidades del negocio, debido a esto la planificación estratégica ha mostrado a las compañías mineras y en general a ser una poderosa herramienta que entrega altos retornos en el largo plazo. Para entender de mejor manera en que consiste esta herramientas de administración, se explicara el termino planeación, que es básicamente abarcar las definiciones de las metas de una organización, el establecimiento de una estrategia en general para lograr esas metas y el desarrollo de una jerarquía amplia de los planes para integrar y coordinar las actividades. Por lo tanto se relaciona con los fines así también con los medios.

Una forma simple de clasificar los planes es por su envergadura que puede ser estratégico versus operacionales y son asociados a un marco temporal ya sea de corto, mediano y largo plazo. Para diferenciar de mejor manera los planes estratégicos de los operacionales es por que difieren en tiempos y en alcances. Donde los planes operacionales tienden a cubrir periodos más cortos, tales como planes mensuales, semanales y diarios de una organización, pero a su vez los planes estratégicos tiende a proyectarse en periodos más largos usualmente cinco años o más, además estos cumplen un área más amplia y que posee menos detalle, en cambio los planes operacionales tiene un alcance más estrecho y limitado.

La planificación se puede concebir como un desarrollo racional, mediante el cual los recursos humanos, físicos y financieros son orientados hacia la materialización de un objetivo previamente definido. Dicho de otro modo, es investigar (para generar opciones), elegir (una de ellas) u preparar las tareas pertinentes para materializar aquello que se desea realizar. Este desarrollo se traduce en un proceso constituido por un conjunto de tareas tales como planificar, organizar, dirigir y controlar, que son encausados hacia un óptimo rendimiento, conforme a una filosofía ligada a la satisfacción de los diferentes actores involucrados.

Tal como se señaló anteriormente la planificación minera es el proceso de planificación que permite identificar y pronosticar el que hacer, de modo de alcanzar los objetivos de la empresa, junto con los presupuestos, los planes de ventas, los programas de inversión, las estimaciones de recursos y otros.

# CAPITULO I

## ASPECTOS GENERALES

### 1.1 Ubicación Geográfica.

ANTAPACCAY está ubicada en la provincia de Espinar, región Cusco, a 10 km. de la mina en proceso de cierre, TINTAYA. Es una operación de cobre que tendrá una vida mayor a 20 años. Reinició su producción en noviembre de 2012.

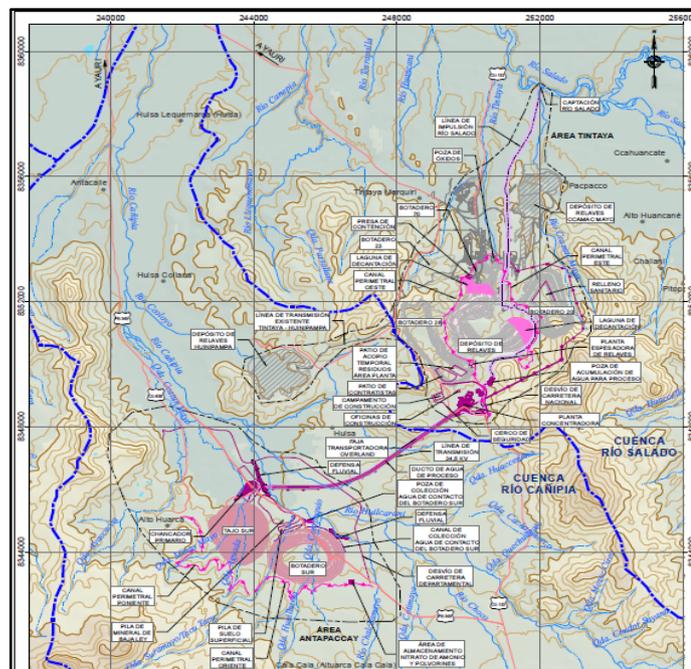


Figura 1.1 Mapa general.

## **1.2 Breve Historia.**

En 1917, la empresa Andes Exploration of Mine realizó las primeras perforaciones en la zona donde opera nuestra empresa, y confirmó la existencia de mineral.

En 1980, se constituyó la Empresa Estatal Minera Asociada TINTAYA S.A., la cual cambió su estatus legal y se convirtió en Empresa Especial TINTAYA S.A. Las operaciones se iniciaron en 1985.

En 1994, el gobierno dispuso la privatización de las empresas públicas. El consorcio norteamericano Magna Copper Co. /Global Magma Ltd. se adjudicó la buena pro en una subasta internacional. La nueva Junta General de Accionistas decidió modificar totalmente el estatuto y la denominación social de la empresa Magma TINTAYA S.A., subsidiaria de Magma Copper Co.

En 1996, Magma Copper Company, hasta entonces propietaria del yacimiento de TINTAYA, fue comprada por Broken Hill Proprietary Inc. (BHP), compañía australiana especializada en el área de la industria y extracción de recursos naturales.

En 2001, BHP Ltda. Se fusionó con la compañía inglesa Billiton Plc. Tras esta operación, la empresa peruana asumió el nombre de BHP Billiton TINTAYA S.A.

En 2006, Xstrata, importante grupo minero global y diversificado con presencia en las bolsas de valores de Londres y Suiza, con sede en Zug, Suiza, adquirió TINTAYA, y dio vida a la actual empresa Xstrata TINTAYA S.A.

Teniendo en cuenta que las operaciones de TINTAYA culminan en el año 2012, Xstrata Copper decide ampliar la operación y utilizar los recursos de la reserva ANTAPACCAY. De esta forma, asegura la continuidad de la minería en Espinar hasta el año 2034. En noviembre inicia operaciones ANTAPACCAY y se inicia el cierre progresivo de la mina TINTAYA. En mayo se aprueba la fusión GLENCORE-XSTRATA.

## CAPITULO II

### INFORMACIÓN GEOLOGICA DEL YACIMIENTO

#### 2.1 Tipo de Yacimiento.

El Proyecto Antapaccay corresponde a un depósito tipo pórfido-skarn- stock work sedimentario de Cu (Ag-Au-Mo) dentro de la Franja Eocena-Oligocena de Yauri-Andahuaylas. Las reservas probadas y probables del proyecto Antapaccay alcanzan los 495Mt con una ley de cobre 0.62% considerando una ley de corte de 0.2% de Cu.

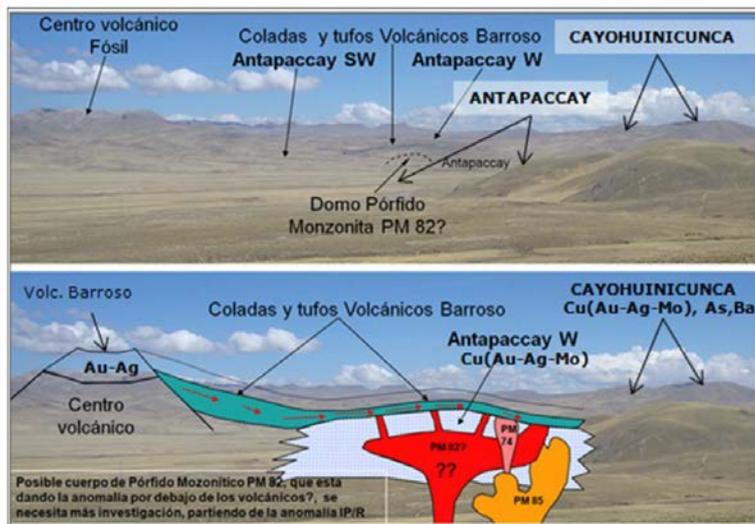


Figura 2.1 Plano geológico.

## **CAPITULO III**

### **EXPLOTACIÓN MINERA**

#### **3.1 Método de Explotación.**

La elección del método de explotación de un yacimiento mineral se basa principalmente en una decisión económica (costos, beneficio, inversiones, flujos de caja, etc.). Esta decisión está relacionada con múltiples factores propios del yacimiento tales como:

- ✓ Ubicación.
- ✓ Forma.
- ✓ Tamaño.
- ✓ Topografía superficial.
- ✓ Profundidad del cuerpo mineral.
- ✓ Tipo de mineral.
- ✓ Complejidad y calidad de la mineralización.
- ✓ Distribución de la calidad de la mineralización (selectividad).
- ✓ Características del macizo rocoso.
- ✓ Calidad de la información de reservas.

- ✓ Inversiones asociadas.

Esta información provendrá de una campaña de exploración debidamente desarrollada. Además, la elección dependerá de las políticas, necesidades y recursos que disponga la empresa interesada en realizar dicha explotación.

Es por ello que cada yacimiento es potencialmente sensible a ser explotado por cualquier método minero, de los cuales serán descartados los que no representen un buen negocio para la empresa interesada.

## **3.2 Operaciones Unitarias.**

### **3.2.1 Perforación**

El objetivo del proceso de perforación es “construir un espacio físico definido dentro de la roca que será removida, para luego en estos taladros colocar el explosivo que más tarde será detonado”.

La voladura es el primer cliente de la perforación, ya que si los taladros no cumplen las especificaciones del cliente, se aumenta la probabilidad de fracaso en la calidad de la voladura, lo que desencadenaría un grave problema en cuanto a operación, costos y producción. Si el procedimiento de perforación no respetó la ubicación específica de cada taladros, es decir la malla, no se perforó según el diseño se generan algunos taladros con mayor o menor espaciamiento, los que después de efectuada la voladura podría traducirse en cambios no deseados en la granulometría esperada. Por ejemplo, sobre tamaño del material a ser cargado (requiriéndose

voladura secundaria), bajo tamaño del material (generando aumento de finos que podría disminuir el rendimiento en la molienda SAG).

Otro efecto negativo en el carguío que generaría el no respetar la longitud de los taladros es por ejemplo los taladros más largos podrían generar sobre excavación y taladros más cortos pisos irregulares que pueden dañar mecanismos de los equipos de carguío.

### **3.2.1.1 Diseño de mallas.**

El diseño de mallas es un proceso que se realiza en gabinete para esto se utiliza el software minero Minesight el diseño se realiza teniendo en cuenta los siguientes parámetros de perforación:

- ✓ Burden: Es la distancia perpendicular entre dos hileras adyacentes de taladro.  
Se mide en ángulo recto con la inclinación del taladro.
- ✓ Espaciamiento: Es la distancia entre dos taladros, uno junto a otro en la misma hilera de taladros.

Los taladros a diseñar se dividen en:

- ✓ Taladros de control:
  - Taladros de pre-corte: Los taladros de pre-corte se diseñan en la línea del toe del banco a realizar y se hacen con un espaciamiento de 3.5 metros.
  - Taladros amortiguados: Son los taladros modificados de la última fila de producción, las líneas de los taladros amortiguados tienen menor Burden, espaciamiento y concentración de carga explosiva que los Taladros de

producción, de manera que durante el proceso de detonación amortiguan la acción de la onda de compresión provenientes de los taladros de producción.

✓ Taladros de producción:

- Taladros de producción: Los taladros de voladura de producción fragmentan la roca por interacción de las ondas entre sí, con predominio de fracturamiento radial.

Tabla 3.1 Parámetros de diseño de malla de perforación.

Burden		Espaciamiento	Altura de Banco (m)	Sobre perforación (m)	RQD	Banco	Roca
8.0	x	8.5	15.0	1.5	65-70	3990	Caliza
8.0	x	8.5	15.0	1.5	65-70	3975	Caliza
8.0	x	8.5	15.0	1.5	65-70	3960	Caliza
9.5	x	9.5	15.0	1.5	0.0	4005	Morrena
8.5	x	9.0	15.0	1.5	30-35	3945	Monzonita

✓ En cuanto a los equipos que manejamos se encuentran:

- 03 Perforadora Eléctrica P&H 100XPC de 12 ¼” de diámetro para mallas de producción.
- 01 perforadora Bucyrus de 12 ¼”
- 02 perforadoras de pre corte ROC L8

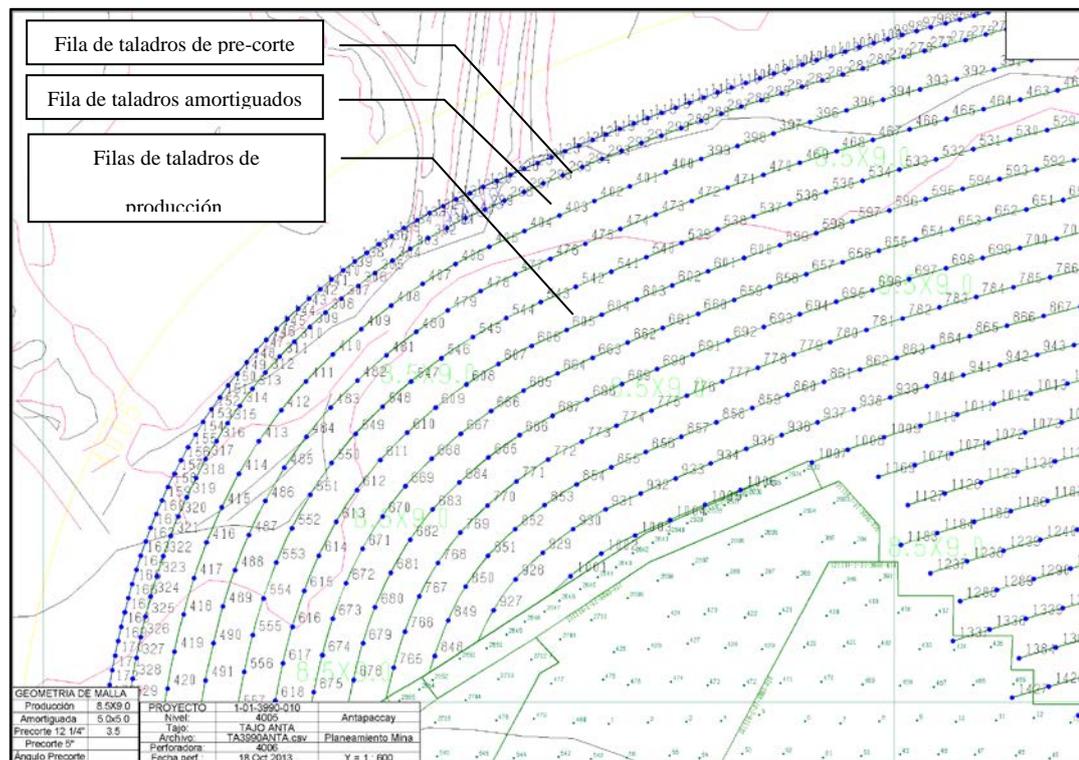


Figura 3.1 Malla de voladura.

### 3.2.1 Voladura

El objetivo del proceso es “fragmentar y remover el material requerido por el programa de producción a una granulometría adecuada para su posterior manejo (carguío, transporte, chancado y manejo de botaderos)”.

Los resultados de las voladuras anteriores revisten una de las principales fuentes de información para la materialización de la voladura actual, ya que guardan datos acerca de la respuesta del material a los explosivos y al diseño, junto con los resultados de las otras operaciones afectadas por estos mismos resultados.

El carguío es el primer cliente de la voladura, es el que se las tendrá que arreglar para manipular el material volado y si este material no cumple con las características

apropiadas (granulometría, geometría de la ola de escombros, estado del piso, etc...), la operación del carguío se verá severamente afectada (incremento de costos y daños en equipos), así mismo el transporte será afectado al bajar sus rendimientos (ciclo de carguío mayor) y podrá sufrir daños al ser cargado con material de mayor tamaño que lo ideal.

### **3.2.2 Carguío y Acarreo**

En estos procesos productivos se encuentra el mayor costo, debido a que es el proceso con mayor cantidad de equipos involucrados (flota), alto grado de mecanización, menor rendimiento productivo por equipo y constituye un proceso de operación prácticamente continuo y lento. El objetivo es retirar el material volado del frente y transportarlo adecuadamente a su lugar de destino.

En cuanto a la flota tanto de carguío como de acarreo se tiene:

**Carguío:** Cuatro tipos de equipos de carguío fueron considerados según la estrategia de reemplazo de equipos traspasados desde Tintaya.

- ✓ 02 Palas Eléctricas P&H 2800 (42yd<sup>3</sup>) serán utilizados durante los primeros años de operación de Antapaccay.
- ✓ 01 Pala Eléctrica de Bucyrus B495HR (73 yd<sup>3</sup>).
- ✓ 01 Pala Hidráulica RH340.
- ✓ 01 Cargador Frontal de Cat. 994 (23yd<sup>3</sup>).
- ✓ 01 Cargador LT 2350 (53 Yd<sup>3</sup>).

**Acarreo:** Se ha considerado utilizar 04 tipos de camiones para el inicio de la producción para que en los próximos solo se tendrá dos tipos de flota 17 Camiones KOM 830E de 220 TN. y los CAT 797F de 360 TN. Los demás se irán dando de baja teniendo en cuenta las recomendaciones de mantenimiento mina.

- ✓ 17 Camiones KOM 830E de 220 TN.
- ✓ 02 Camiones CAT 797F de 360 TN.
- ✓ 11 Camiones CAT 793D de 180 TN
- ✓ 09 Camiones KOM 930E de 190 TN).

## **CAPITULO IV**

### **DESCRIPCION DEL CAMBIO DE FASE EN LA PRODUCCION**

Actualmente el tajo cuenta con 05 fases de minado las cuales se irán desarrollando a lo largo de la vida de la mina, para el presente trabajo analizaremos la fase 01 la cual se está trabajando actualmente. En la descripción de la producción de las fases de minado primeramente se realizara el de la 01, el minado de toda esta fase consta de una aproximado de 27.5 millones de toneladas a minar, pero por la necesidad de llegar al mineral lo más pronto posible se realiza una sub fase que realiza el minado en una zona donde se tiene la seguridad de encontrar mineral, para dejar el minado de material estéril para después, se realizan algunos movimientos en los equipos de carguío para poder cumplir con este objetivo.

Para el planeamiento de la producción y comparación entre la extracción de la fase original con la fase propuesta, en la nueva propuesta se realiza un ingreso directamente al cuerpo de mineral dejando para meses posteriores el minado del material estéril pero sin dejarlo de minar, para este primer diseño se utilizan cuatro equipos de carguío que se muestran en la tabla 4.1, las características de estos ya

fueron descritas anteriormente. El minado total de esta fase es de 27,506 K ton. Se puede observar que en los dos casos el minado es el mismo la mejora está en la distribución de equipos y el adelanto de ingresos a los diferentes niveles. Con respecto a la mejora se analiza que si seguíamos minado con la fase actual no llegábamos a la meta de alimentación a la planta que era de 60 k ton en promedio (dejábamos de enviar por 15 días mineral a la planta) por el tiempo que dura la fase. Con la fase propuesta y es la que se realizó se obtuvo mejores resultados en el envío de mineral y un ahorro de costos en el acarreo ya que en la nueva sub fase se realizó la construcción de una rampa que permitió la reducción del ciclo de acarreo del frente de minado hacia la chancadora.

#### 4.1 Descripción de la fase de minado original.

Caso de minado con la fase original.

Tabla 4.1 Toneladas minadas con la fase 01.

Meses	B495HR - 01 (21-60)	P&H 2800 (20-50)	P&H 2800 (20-51)	RH340 (21-70)
Febrero (KTn)	2,339	1,707	1,672	-
Marzo (KTn)	2,573	1,869	1,851	-
Abril (KTn)	2,061	1,791	-	-
Mayo (KTn)	830	1,861	-	533
Junio (KTn)	-	1,716	-	1,139
Julio (KTn)	-	1,829	-	1,082
Agosto (KTn)	-	1,706	-	947

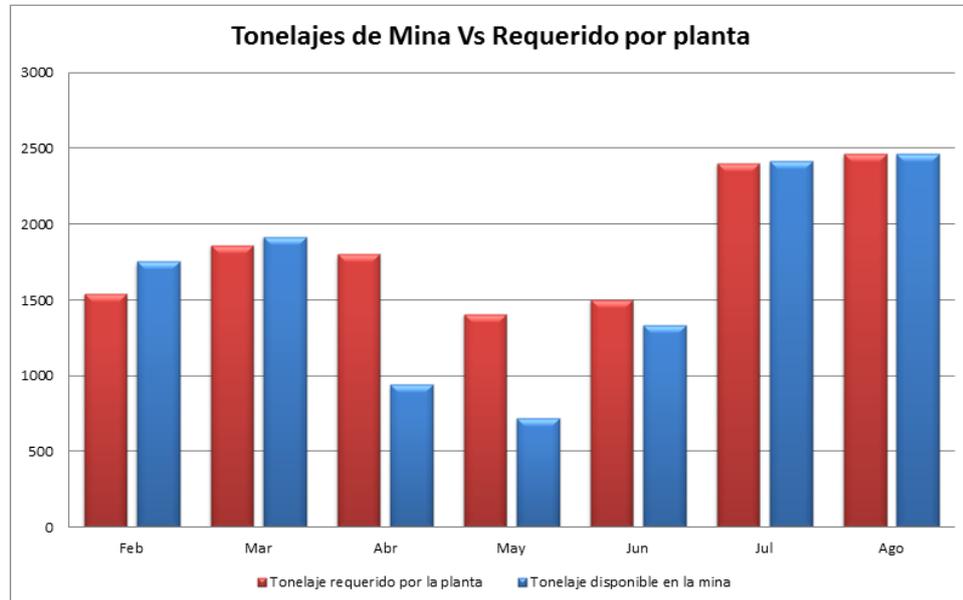


Figura 4.1 Gráfica de tonelajes del primer escenario.

El minado de la fase actual consta de 10 bancos inicia en el minado del banco 4020 y culmina en el banco 3885 los parámetros de estos bancos se describen en la figura 4.1, para el cálculo de los tonelajes se utilizó en software minero MINESIGHT. Obteniendo los tonelajes que se muestran en la tabla 4.1

Tabla 4.2 Toneladas minadas por la fase01

3885	1,180,836.50
3900	1,802,843.54
3915	2,679,912.62
3930	2,443,145.16
3945	2,664,288.91
3960	3,234,039.29
3975	3,819,233.52
3990	4,706,546.86
4005	3,638,009.49
4020	1,337,144.10
	27,506,000.00

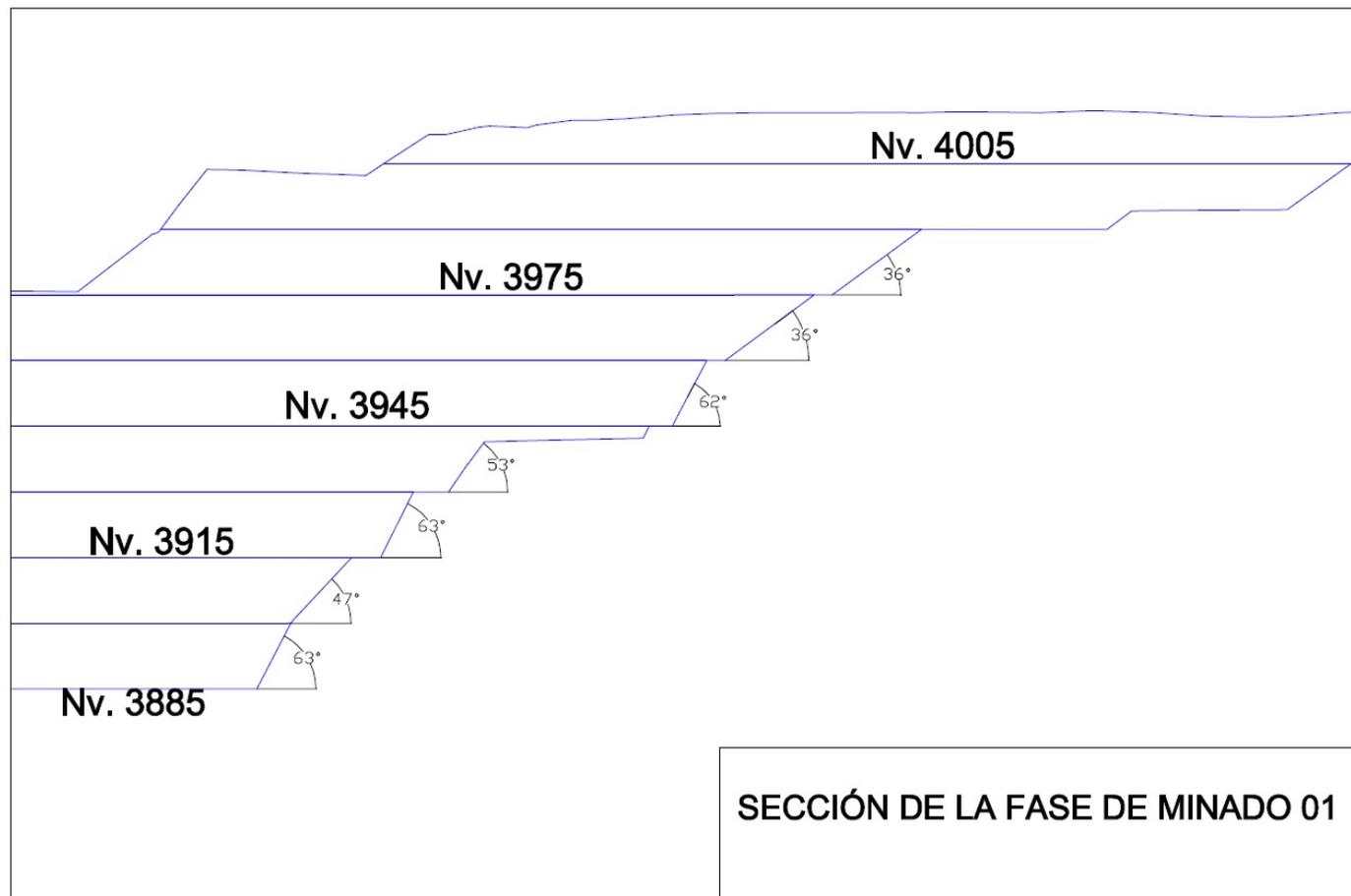


Figura 4.2 Sección de la fase de minado 01.

## 4.2 Descripción de la sub fase de minado propuesta.

a) Caso de minado con la fase modificada.

Para este caso de minado de la fase tenemos como prioridad el minado de la zona oeste del tajo porque es en este donde se encuentra la concentración de mineral según el modelo que entrega geología, para esto se realiza una serie de ingresos en rampa aproximadamente tres bancos para luego realizar un giro con una de las palas P&H2800 para poder realizar el ingreso por el banco 3960 y así poder realizar el minado por la parte inferior.

Tabla 4.3 Secuencia de extracción del carguío en este segundo escenario.

Meses	B495HR - 01 (21-60)	P&H 2800 (20-50)	P&H 2800 (20-51)	RH340 (21-70)
Febrero (KTn)	2,339	1,707	1,672	-
Marzo (KTn)	2,573	1,769	1,851	-
Abril (KTn)	2,061	1,791	545	-
Mayo (KTn)	-	1,811	-	1,177
Junio (KTn)	-	1,606	-	1,129
Julio (KTn)	-	1,809	-	1,082
Agosto (KTn)	-	1,836	-	589
Setiembre (KTn)		159		

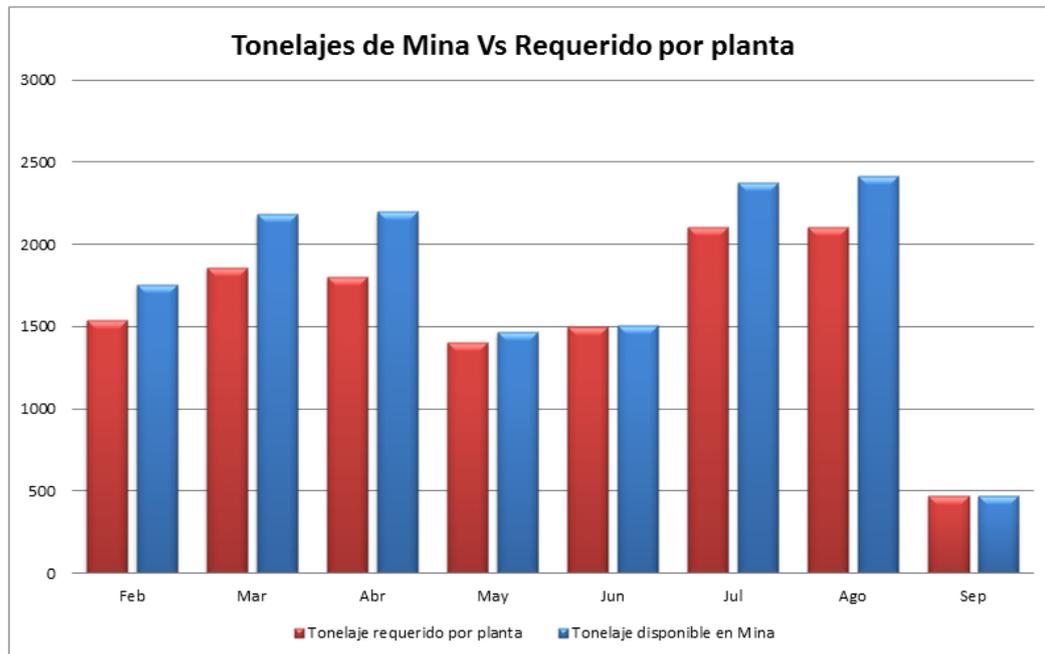


Figura 4.3 Gráfica de tonelajes del segundo escenario.

El minado de la fase modificada también consta de 10 bancos que son los mismos de la fase 01, lo que en realidad varía es la prioridad que se le da al minado de la zona oeste del tajo, esto no afecta la producción diaria ya que se compensa con la ayuda de un cargador frontal que ingresó a la operación, la figura 4.2 muestra el minado primero de la sub fase de color azul y posteriormente el minado de la fase completa de color rojo, los ángulos de minado son los mismos que los de la fase 01 los tonelajes obtenidos se muestran en la tabla 4.2

Tabla 4.4 Toneladas minadas con la fase modificada.

3885	1,228,062.08	
3900	1,874,945.23	
3915	2,787,091.21	
3930	1,630,077.14	928,358.6
3945	1,761,031.37	1,014,295
3960	2,137,471.04	1,239,417
3975	2,737,721.43	
3990	4,974,885.13	
4005	3,802,024.27	
4020	1,390,621.22	
27,506,000.00		

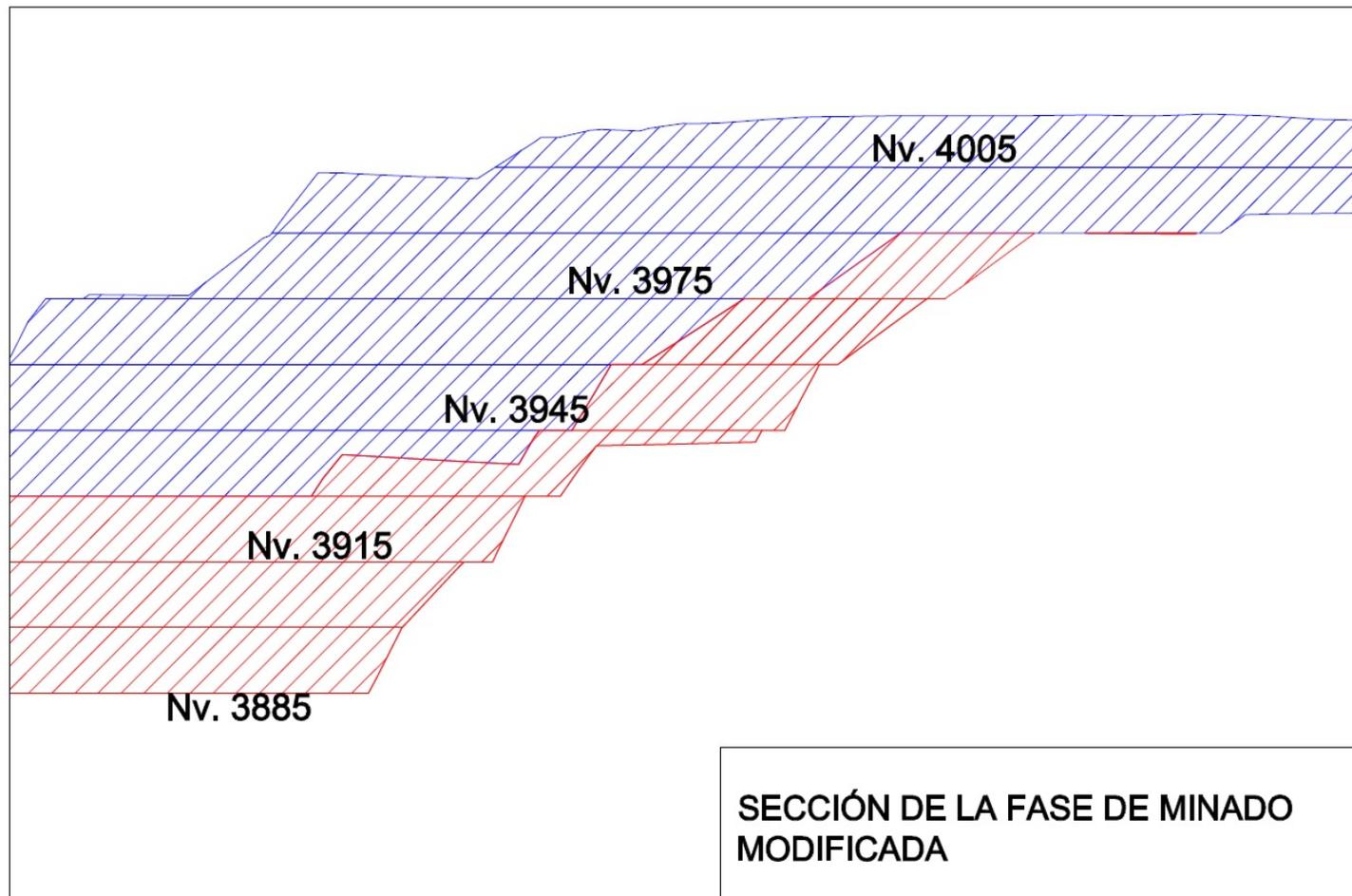


Figura 4.4 Sección de la fase de minado modificada.

### 4.3 Cálculo de pérdidas por parada de planta

Para el cálculo de pérdidas por la supuesta parada de planta se realizó el cálculo de las ganancias que se hubieran tenido por el producto (cobre fino) y los subproductos que se dejó de producir en planta, no se está considerando la pérdida por parada de planta los cuales significarían más costos y algunos daños en los equipos.

Tabla 4.5 Calculo de las pérdidas diarias por no producir cobre fino.

El concentrado producido es de	Productos y sub productos	Leyes	Unidades	Contenido Metalico	Unidades	Precios	Unidades	Precio total
792 Toneladas.	Cu	34	%	269	Toneladas	7,148	US\$/Ton	1,924,813
	Au	7	gr/tn	55	Onzas	1,300	US\$ / oz	72,072
	Ag	86	gr/tn	681	Onzas	18	US\$ / oz	12,260
Total de perdida diaria								2,009,146

Este cálculo es solo por un día que para la planta, con una alimentación promedio de 60,000 toneladas diarias (dos guardías) con una ley de cabeza de 0.55% y una recuperación de 82%.

## **CAPITULO V**

### **PLANEAMIENTO MINERO**

EL planeamiento se puede concebir como un desarrollo racional, mediante el cual los recursos humanos, físicos y financieros son orientados hacia la materialización de un objetivo previamente definido. Dicho de otro modo, es investigar, elegir y preparar las tareas pertinentes para materializar aquello que se desea realizar.

Este desarrollo se traduce en un proceso constituido por un conjunto de tareas tales como planificar, organizar, dirigir y controlar, que son encausados hacia un óptimo rendimiento, conforme a una filosofía ligada a la satisfacción de los diferentes actores involucrados.

#### **5.1 Planeamiento de Minado a Largo Plazo.**

Es básicamente una planificación conceptual donde se establece la estrategia global de la empresa, para un horizonte superior a 5 años hasta el fin de la mina. Otra de sus características es la alta flexibilidad que presenta para toma de decisiones, vale decir que es posible introducir cambios estructurales en la concepción del negocio.

Desde el punto de vista estrictamente económico el concepto de largo plazo tiene implícito el cambio, es decir, en el caso extremo nada es fijo y permanente.

## **5.2 Planeamiento de Minado a Mediano Plazo.**

Se entiende comúnmente aquella actividad de planificación cuyo horizonte abarca de uno a cinco años dependiendo del tamaño de la operación y/o las políticas de la empresa. Esta actividad se inserta en la planificación de largo plazo, en el contexto de lograr cumplir con la estrategia allí delineada, siendo la base de la estimación y evaluación económica de la empresa, puesto que las decisiones que se adopten para este horizonte tendrán una flexibilidad a los cambios limitada.

## **5.3 Planeamiento de Minado a Corto Plazo.**

Es aquella actividad de planificación cuyo horizonte es de un año a menos (diario, semanal y mensual), por lo que su detalle y concepción está fuertemente condicionado por la realizada contingente de la faena, y corresponde a un detalle de todas las actividades que se desarrollan, frecuentemente la revisión de estos planes es mensual. Evidentemente el marco de referencia de esta planificación lo constituye el mediano plazo.

### **5.3.1 Parámetros de diseño minero.**

#### **5.3.1.1 Diseño de taludes.**

Con el objeto de asegurar la extracción del material por bancos sin tener ningún evento de derrumbe e inestabilidad y tratar de recuperar todo el mineral posible se realiza un

estudio del macizo rocoso, con esto se calculan los ángulos de diseño de taludes, los cuales se describen a continuación.

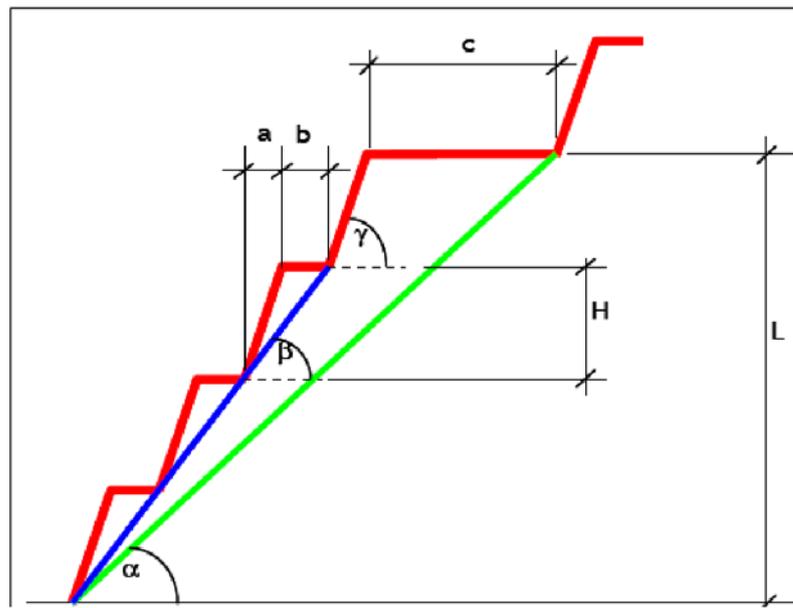


Figura 5.1 Parámetros de Talud

Los siguientes parámetros de diseño se han definido:

- ✓ Ángulo de Talud Global ( $\alpha$ ): corresponde al ángulo entre el pie de ambos extremos del paquete de bancos interrampa.
- ✓ Ángulo de Talud Interrampa (IRA,  $\beta$ ): corresponde al ángulo entre la pata de ambos extremos del paquete de bancos interrampa.
- ✓ Ángulo de Cara de Banco (BFA,  $\gamma$ ): Este es el ángulo de cara de banco basado en el esperado breakback o condiciones óptimas de excavación.
- ✓ Altura de Banco ( $H$ ): 15 m para banco simple y 30m para banco doble.
- ✓ Altura Talud Interrampa ( $L$ ): Corresponde a la altura máxima entre las cuales debe pasar una rampa o bien dejar una berma de contención del mismo ancho

que la rampa a objeto de asegurar la estabilidad de ese paquete de bancos. Se ha considerado como máximo 180mts.

- ✓ Quebradura (a): Corresponde a la distancia horizontal entre la pata del banco y la cresta.
- ✓ Ancho de Berma (b): Dependerá del ángulo de talud interrampa, la altura de banco y el ángulo de cara de banco.

### 5.3.1.2 Diseño de Rampas

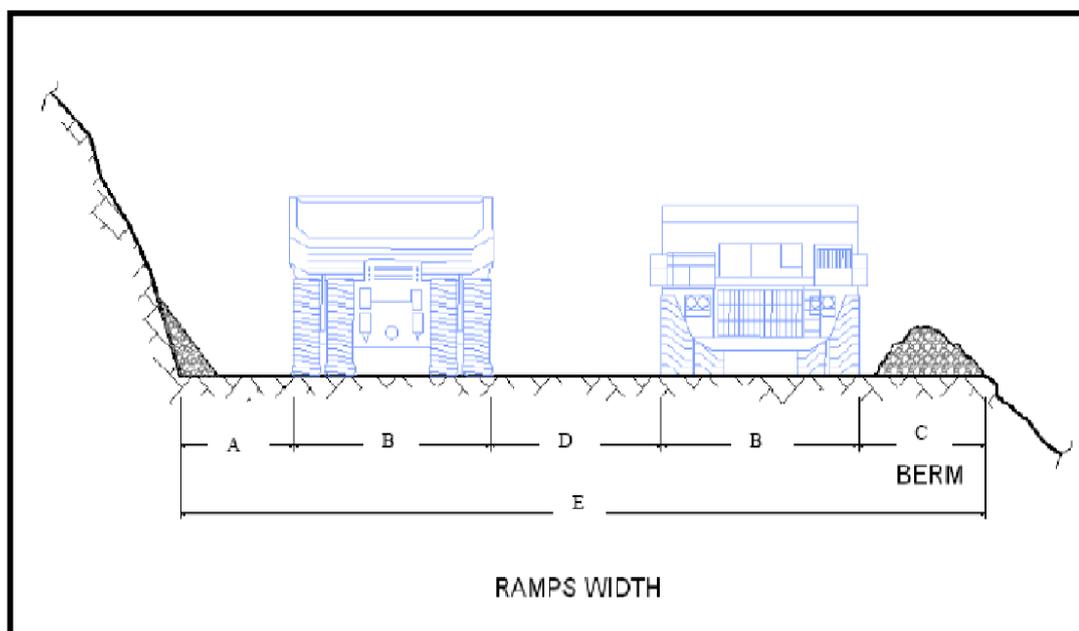


Figura 5.2 Dimensión de las rampas.

Dónde:

- A: Distancia de seguridad = 3.60 metros
- B: Ancho de camión = 9.70 metros
- C: Ancho de la berma = 7.00 metros
- D: Distancia entre camiones = 5.00 metros

- E: Ancho de la rampa =  $A + 2*B + D + C = 35$  metros

La distancia de seguridad (A) incluye la construcción de cunetas de 1.80 metros de ancho, en razón que el terreno de las rampas o vías son competentes. La berma o muro de seguridad se construirá sobre un ancho de berma (C) de 7.00 metros y con una altura no menor a 3.0 metros, que es el resultado de las  $\frac{3}{4}$  partes de la altura de la llanta más grande que corresponde al Camión CAT 797F, cuya altura de la llanta es de 4.00 metros.

### 5.3.1.3 Diseño del ancho mínimo de expansión.

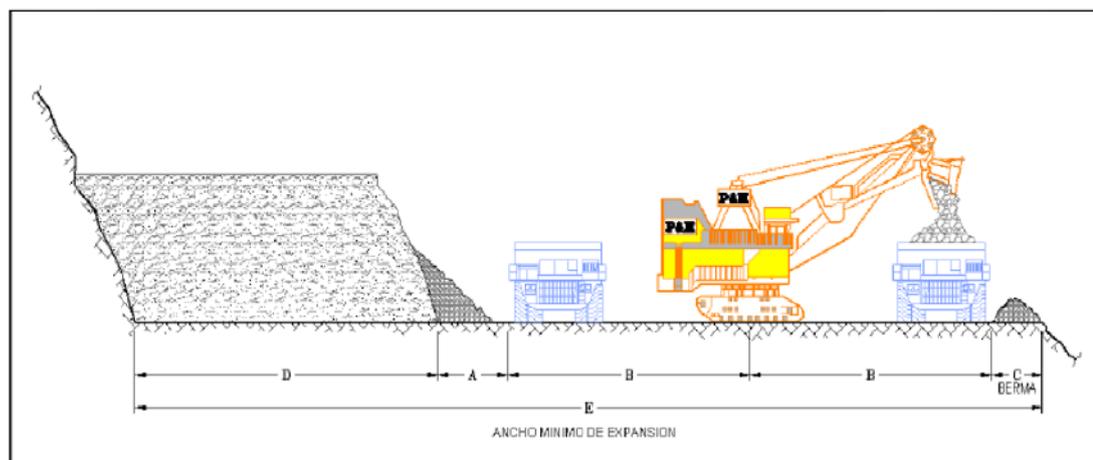


Figura 5.3 Dimensión el ancho de minado.

Dónde:

A: Distancia de Seguridad = 5 metros

B: Índice de carguío = 30 metros

C: Ancho de la berma = 5 metros

D: Ancho del material residuo

E: Ancho mínimo de expansión =  $A + 2*B + C = 70$  metros

Para el diseño de una fase o para optimizar la misma se tienen en cuenta todos estos parámetros. Esto es básico para poder realizar un buen diseño de tajo.

### 5.3.2 Simulación de equipos de Acarreo para las fases.

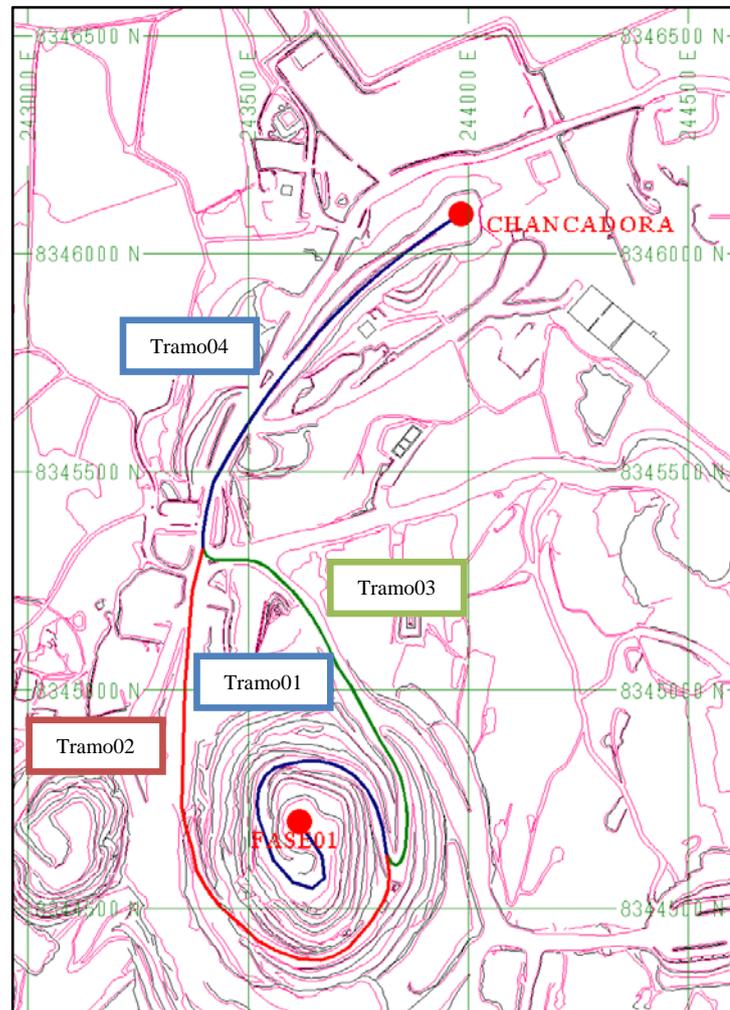


Figura 5.4 Grafica de rutas simuladas.

Para realizar la simulación de la flota de acarreo en el minado de esta fase se realiza el trazo de las rutas en el software Minesight como se muestra la en la Figura 5.4 las

rutas azules son comunes para los dos tipos de fases pero, la ruta verde corresponde al tramo que se varió realizando el cambio de fase y realizando una rampa que no estaba comprendida en los planes en la zona norte del tajo y el trazo rojo corresponde a la rampa que se hubiera utilizado si no se modificaba la fase. Con los datos obtenidos de las coordenadas de cada nodo de la rampa se realizó el cálculo de pendiente y longitud de cada tramo esto para poder mediante cálculos hallar la velocidad por cada tramo y así poder calcular los tiempos que hacen los camiones en cada ruta.

Realizando los cálculos tenemos que para el primer tramo de color azul (tramo-01) se tiene una longitud de 922.0 metros, para el tramo de color verde (tramo-03) se tiene una longitud de 980.0 metros, para el tramo de color rojo (tramo-02) se tiene una longitud de 1427.0 metros y para el ultimo tramos azul (tramo-04) se tiene una longitud de 998.0 metros. En total toda la ruta hubiera sido de 3.3 Kilómetros pero con la modificación en el minado se tubo una ruta de 2.8 Kilómetros haciendo así un ahorro en el más caro de los procesos, con esta mejora en el acarreo del material los aproximados 14 millones de toneladas que fueron enviadas a planta recorrieron una menor distancia.

## CONCLUSIONES

1. En todo momento de la planificación debe de considerarse como objetivo principal la seguridad de las personas, los equipos y el cuidado al ambiente.
2. El plan debe considerar alternativas de minado para diferentes casos de escenarios por si se malogra algún equipo o no se obtengan las leyes esperadas, que permitan cumplir con los objetivos del planeamiento de la mina en el corto y mediano plazo.
3. Todo planeamiento debe ser 100% operativo, esto es además seguridad para la operación en sí, y además permite que los equipos rindan a su máxima capacidad. Para las palas significa tener frentes de minado amplios de modo que los camiones puedan ser cargados por ambos lados, para los camiones significa vías con un ancho efectivo de 30 metros netos, de modo que puedan circular con seguridad y a la velocidad regulada. Asimismo un plan operativo considera el menor movimiento posible de los equipos de carguío que debido a sus grandes dimensiones toma mucho tiempo trasladarlos y se pueden dañar durante estos.

4. El planeamiento de mina exige que sea simple para la operación, fácil de entender por todos y cumpla con los objetivos de todas las áreas involucrados.
5. En el planeamiento de minado se debe de considerar también las operaciones secundarias de la mina como el identificar áreas adecuadas donde realizar el mantenimiento de los equipos, considerar diseños de prolongaciones de líneas de alta tensión para ir reubicando las subestaciones, ubicación de las pozas intermedias, tanto para las bombas móviles como las pozas estacionarias. También el cumplimiento del plan debe tener siempre la información de campo actualizada, es decir, los bloques de mineral o desmonte bien identificados y llevar un continuo control de la elevación del piso de las palas.
6. Un buen trabajo en las operaciones empieza con una buena planificación de minado en el corto plazo, esto significa una constante evaluación e identificación de los procesos en los cuales se puede lograr una reducción en el costo diario de minado.

## **RECOMENDACIONES**

1. Para no tener problemas con la falta de mineral se debe de cumplir los tiempos de minado, por ejemplo en la mina que se menciona en este informe había desde un inicio un retraso de aproximadamente 05 meses en el desbroce, los cuales se extendieron por la baja disponibilidad de los equipos de carguío.
2. Para el área de exploraciones se recomienda no hacer la malla de perforación diamantina demasiado grande ya que la ubicación de los cuerpos de mineral no es muy precisa. En este proyecto las dimensiones mínimas de la malla era de 50 metros (este dato se consultó a los encargados del área de exploraciones).
3. Para el diseño de las fases se debe de tener en cuenta la alimentación de la planta se debe de garantizar su envío mínimo de 15 días, esto para no tener que parar la planta lo cual sería catastrófico para la empresa.

4. Para el diseño del plan minero anual se debe tener en cuenta el modelo actualizado con los blastholes (taladros de perforación) ya que este refleja la geología actualizada.
5. Para taludes cuyo tiempo de vida nos es mayor de un mes se recomienda no perforar ni disparar taladros de control (pre-corte y amortiguado) con esto logramos también un ahorro en costos de perforación y voladura, esto nos permite también un mayor avance en la perforación ya que es esta fase se tiene hasta 03 equipos de carguío y solo dos perforadoras.
6. Realizar una conciliación semanal con el área de geología (modelamiento) para hacer seguimiento al modelo esta reunión debe realizarse antes de realizar el plan semanal identificando las zonas en donde se ha presentado mayores cambios. Esto para no engañarnos a la hora de realizar el planeamiento de envío de mineral a la chancadora.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. William A. Hustrulid, Mark Kuchta. Open Pit Mine Planning and Design, Two Volume Set, Second Edition, Volume 1.
2. Jose Delgado Vega, Planificación minera superficial y subterránea. Universidad de Antofagasta, asistencia técnica.
3. López Jimeno Carlos, Manual de Arranque y transporte en minería a cielo abierto-Edición 1990, instituto Geo Minero de España.
4. CIA. Minera Tintaya “Manual de procedimientos Mina” - edición 2012.

## **CURRICULUM VITAE**

---

### **INFORMACIÓN PERSONAL**

Nombre: ANDRES MICHAEL ARÓSTEGUI CASTRO.  
Lote. 03, Lima-Callao.  
Teléfono: 992419340 / 017763306.  
Correo electrónico: andres68k@hotmail.com  
Fecha de nacimiento: 19 de abril de 1986.  
Edad: 27 años.

### **PRESENTACIÓN**

---

Bachiller en Minas de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA. Con Capacidad de investigación, mente abierta a nuevos conocimientos, habilidad en el uso del criterio minero en el campo de acción de la Ingeniería Minera, para el uso de software aplicado a Minería, para el trabajo en equipo y bajo presión. Alto desempeño en la organización, coordinación y trato con personal. Capacidad de liderazgo, responsabilidad, seriedad y actitud proactiva.

### **ESTUDIOS ACADÉMICOS**

---

- Estudios Superiores:  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA.  
Escuela: Ing. De Minas.
  
- DIPLOMADO INTERNACIONAL EN PLANIFICACION MINERA - BS GRUPO Y LA UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA - ASISTENCIA TÉCNICA S.A. (Abril 2012 – Abril 2013). Temario:
  
- Estudios de Ingles:  
PRÍVATEACHER (Nivel Intermedio) – (Noviembre 2011-Diciembre 2012).  
Instituto Cultural Peruano Norteamericano (ICPNA-Lima). □  
Nivel Intermedio (14 meses 2009-2010).
  
- Estudios de Secundaria:  
Colegio Politécnico Nacional de Varones del Callao.

### **EXPERIENCIA LABORAL**

---

- Asistente de Ingeniero de Planeamiento a Corto Plazo.  
GLENCORE –ANTAPACCAY (Agosto 2012- Actualmente).  
PLANEAMIENTO CORTO PLAZO: Planificaciones diarias, semanales y mensuales, conciliaciones de fin de mes. Cálculo de flota optima, diseños de tajo en MINE SIGHT (botaderos, stocks, límites, banqueos, rampas, bahías), realización de reportes a las gerencias semanales y mensuales; Diseño de Voladura: diseño de mallas (MINE SIGHT), reportes de conciliación. Simulación de disparo (2D-

BENCH) y data para la voladura, Diseño de rutas en MINESIGHT y simulación (TALPAC), Manejo de planos Mina y data para topógrafos en WGS84.

- Profesional en entrenamiento, COMPAÑÍA MINERA VOLCAN – Cerro SAC, (Enero 2012–Julio 2012). PLANEAMIENTO MINA SUBTERRÁNEA, diseño de proyectos control de operaciones unitarias, manejo de DATAMINE, realización de secciones de los proyectos y labores; Planeamiento semanal y mensual de Mina Subterránea, cálculo de flota óptima de equipos de carguío, acarreo y perforación. TAJO RAÚL ROJAS: perforación, voladura, diseños de malla, simulación en JK BENCH, cálculo de rendimiento de flota y producción equipos. Recorrido por áreas de seguridad, geología y Asuntos ambientales.
- Becario en XSTRATA COPPER-TINTAYA. (Enero 2011 – Diciembre 2011). PLANEAMIENTO LARGO PLAZO, diseño de rutas en MINESIGHT por fases de minado y simulación (TALPAC). PLANEAMIENTO CORTO PLAZO, realización de reportes a las gerencias; Diseño de Voladura: mallas, simulación(JK-BENCH) y data para la voladura, Diseño de rutas en MINESIGHT y simulación (TALPAC-Nivel Intermedio), Manejo de planos Mina y data para topógrafos, manejo de planos proyecto ANTAPACCAY, apoyo en manejo de tierras, marcado de mallas en campo, levantamiento topográficos. ADMINISTRACIÓN DISPATCH, pruebas de selección de camiones gigantes de mina, generación de reportes, gráficos de velocidades por pendientes, rendimientos y producción de los equipos de Mina.
- Prácticas Profesionales en CONSORCIO ZANJA - MINA LA ZANJA. (Agosto- Noviembre del 2010). PLANEAMIENTO MINA: Realización de reportes diarios y semanales de las operaciones de carguío, acarreo y equipos secundarios para el cliente (MINERA LA ZANJA), Control de equipos que realizan el movimiento de tierras, asistente del jefe de guardia tanto para el reparto de guardia, charlas de seguridad y control de los equipos de carguío, acarreo y secundarios. Control y analista de la fragmentación usando software de simulación SPLIT DESKTOP, realización de reportes para la gerencia, encargado de la actualización de la topografía Mina en MINESIGHT.
- Practicas Pre-Profesionales en C.I.A. MINERA BUENAVENTURA - U.E.A. ORCOPAMPA- Planeamiento (Enero-Marzo 2010). Actividades: Reconocimiento y Control de la Ventilación, medición de gases de los equipos de Mina, cálculo de rendimientos de equipos Mina.