

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

**FACULTAD DE INGENIERIA
GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA**



**OPTIMIZACION DE OPERACIONES MINERAS
ESTUDIO DE TIEMPOS EN LA ACTIVIDAD
MINERA**

INFORME DE INGENIERIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

PRESENTADO POR:

LUIS GUILLERMO QUIROZ BAZAN

PROMOCION: 1993-II

LIMA - PERU

1997

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

OPTIMIZACION DE
OPERACIONES MINERAS
ESTUDIO DE TIEMPOS EN
LA ACTIVIDAD MINERA

Luis Guillermo
Quiroz Bazán
UNI - F.I.G.M.M
Minas

Dedicatoria :

A Mauro y Ana María , mis padres

PRESENTACIÓN

OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES MINERAS

El tema se lo ha dividido en dos capítulos de carácter formal y uno formado por anexos varios.

El primer capítulo comprende la Geología General de la Unidad Minera Raura. En el segundo capítulo se desarrolla el tema que da nombre a éste Informe, en el cual se involucran los temas : Introducción, Objetivos y Metas, Estrategias, Recomendaciones y Conclusiones.

El tercer capítulo presenta un conjunto de anexos referidos a :

- Modelos de Valorización de Mineral
- Costos de Operación y Producción Minera
- Definición de Términos en Ratios de Operación Minera
- Metodología para el Estudio de Tiempos en Operaciones Mineras
- Introducción a un Sistema de Información Mina
- Desarrollo de un Proyecto de Explotación Minero
- En la elaboración de un proyecto formal de Ingeniería se requiere de la participación del Departamento de Minas y de Geología fijando el calendario o cronología de la operación en todas sus etapas
- Se ha obtenido modelos en la presentación de Informes de Ingeniería para la Explotación, estableciendo prioridades de ejecución.

Finalmente planear es concebir una estructura racional de análisis que contenga los elementos informativos y de juicio suficientes y necesarios para fijar prioridades, elegir alternativas, establecer objetivos y metas en el tiempo y en el espacio, ordenar las acciones que permitan alcanzarlas con base en la asignación correcta de recursos, la coordinación de esfuerzos y la imputación precisa de responsabilidades, y controlar y evaluar sistemáticamente los procedimientos, avances y resultados para poder introducir con oportunidad los cambios necesarios.

ÍNDICE

Item	DESCRIPCIÓN	Pág.
1	<i>Geología General de Raura</i>	1
	• Generalidades	1
	• Litología	1
	• Geología Estructural	3
	• Geología Económica	4
	• Notas Geológicas de las Principales Bolsonadas - Vetas	5 - 13
2	<i>Estudio de Tiempos en el Incremento de la Productividad</i>	14
	• Introducción	14
	• Objetivos y Metas	15
	• Estrategias	16
	• Disponibilidad y Utilización de Equipo	18
	• Recomendaciones y Sugerencias	19-21
3	<i>Anexos</i>	22
	• Valores Mínimos Explotables	22
	• Valores Unitarios en el Mineral de Cabeza	22-27
	• Costos de Operación y Producción	28-29
	• Definición de Términos	30-35
	• Metodología en el Estudio de Tiempos	36
	• Introducción al Sistema de Información Mina	37-39
	• Proyecto de Explotación Esperanza 580	40-50
4	<i>Bibliografía</i>	51

I.- GEOLOGÍA GENERAL DE RAURA

1 GENERALIDADES

El distrito Minero de Raura está ubicado en la cumbre de la Cordillera Occidental, entre los Departamentos de Huánuco (Distrito de San Miguel, Provincia de Dos de Mayo) y Lima (Distrito y Provincia de Oyón). Las coordenadas geográficas de ubicación son:

Latitud : 10° 26'30" S

Longitud : 76° 44'30" W

Coordenadas U.T.M. : 8'845,500 N

: 309,700 E

La altura varía de 4,300 a 4,800 m.s.n.m con glaciares que alcanzan los 5,700 m.s.n.m.

La topografía es abrupta con valles y circos glaciares, con abundantes lagunas y material morrénico.

El clima es frío y casi no existe vegetación.

2 LITOLOGÍA

2.1 Rocas Sedimentarias

Las rocas sedimentarias que afloran en los alrededores de la Mina Raura pertenecen a la secuencia estratigráfica del Cretáceo.

Las más antiguas se exponen al Suroeste y Oeste, pertenecen al Cretáceo Inferior (Grupo Goyllarizquizga) y están representadas por las formaciones Chimú y Carhuáz. En contacto por sobreescurrecimiento se presentan la franja calcárea de las formaciones Parihuanca, Chulec, Pariatambo, Jumasha y Celendín Inferior con potencia total de 1,200 m. La formación Jumasha es la de mayor espesor con 800 m y la de mayor importancia, alberga los yacimientos minerales.

2.1.1 Formación Chimú

De edad Neoconiano a Valanginiano inferior. Son cuarcitas blancas y gris blanquecinas de grano fino a medio, presentándose en capas delgadas intercaladas con lutitas grises o negras y lechos de carbón , regionalmente son importantes por ser parte de la Cuenca carbonífera de Oyón.

2.1.2 Formación Carhuaz

De edad Valanginiano superior a Aptiano. Es una fase continental compuesta de areniscas, lutitas y cuarcitas que sobreyacen la formación Chimú. Están en contacto con las calizas Jumasha por sobrescurrimiento.

2.1.3 Formación Jumasha

En los alrededores de la mina afloran calizas de edad Cretáceo medio a superior ,representadas por la formación Jumasha. Están debajo de las rocas anteriormente descritas en contacto por sobreescurrecimiento ,que tienen el rumbo regional del plegamiento andino N 30° W. Son calizas en capas medianas a gruesas de color gris que cambian a un gris claro por intemperismo ,su edad es Albiano Superior a Turoniano.

Por efecto de intrusiones ,de preferencia granodioríticas ,las calizas Jumasha presentan diferentes grados de alteración que va desde la caliza fresca a una granatización (SKARN), pasando por marmolización , silicificación , epidotización.

Es importante la zona de SKARN por haber permitido la formación de los principales cuerpos mineralizados.

2.2 Rocas Ígneas

La actividad ígnea se ha definido en el área y en base a las últimas reinterpretaciones que integra los estudios de la Geología de superficie efectuada por el Departamento de Exploraciones de la Compañía , con

los estudios micropetrográficos de muestras representativas del Distrito.(H.Candiotti 1,982).

Se considera tres fases de actividad ígnea en un lapso geológico comprendido entre 8 a 11 millones de años.

La primera fase ,está representada por una fase volcánica explosiva de andecitas , dacitas ,riodacíticas y tobas riodacíticas del tipo explosivo. En contacto con las calizas Jumasha tiene fragmentos asimilados de esta última ,en el área de Gretty-Brunilda existen reemplazamientos importantes de minerales económicos de Plomo-Zinc que han dado lugar a la formación de cuerpos mineralizados de importancia.

Una segunda fase lo constituye la intrusión de granodiorita que viene a ser la roca intrusiva más antigua del área con una edad radiométrica de 11 millones de años. Se expone entre la Laguna Putusay Alta Cerro Colorado y la Laguna Niñococha en el Sur , y sobre la Laguna Tinquicocha al norte del distrito. Fue mapeada como "diorita cuarcífera Cerro Colorado" (J.Fernández C. 1,964)

En sus contactos con la caliza ha producido un anillo de alteración llegando a formar SKARN como fase preliminar para la formación de cuerpos mineralizados, en superficie el área se encuentra limonitizada con tonalidades ocre-amarillentas por efecto del intemperismo y procesos de oxidación-lixiviación.

Finalmente ,la ultima fase lo representa la intrusión del pórfido-monzonítico de una edad radiométrica de 7 millones de años que originó también la formación de columnas de brecha y diques asociados al sistema de fallamiento este-oeste.

3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Teniendo como patrón estructural los Andes Centrales del Perú ,el anticlinal Santa Ana y el sinclinal Caballococha son los plegamientos más importantes del área con rumbo N 20º-30º W. El sobrescurrimiento al suroeste pone en contacto areniscas y cuarcitas del grupo Gollayrizquizga con las calizas Jumasha.

Debido a fuerzas compresionales E-W se han producido varios sistemas de fracturamiento N 65°-80° W (Vetas Gianinna, Abundancia, Roxana, Torres de Cristal, Flor de Loto). Fallamiento local en bloques es un patrón estructural importante en Catuva.

Últimas etapas de actividad tectónica por acción de estas mismas fuerzas, originan fallas regionales que atraviesan el Distrito Minero de Raura, representando una reactivación del Sistema NE, desplazando a los sistemas NW y Norte.

4. GEOLOGÍA ECONÓMICA

El período de mineralización en el Distrito Minero de Raura, se produjo probablemente entre los 8 a 10 millones de años con formación de minerales de Cobre, Zinc, Plomo y Plata. La mineralización se presenta principalmente como relleno de fracturas pre-existentes (vetas), reemplazamientos metasomáticos de contacto (bolsonadas en skarn) y depósitos tipo Stock Work.

4.1 Mineralización en Vetos

Dos sistemas de fracturamiento son los que contienen toda la mineralización en vetas en Raura. El sistema más importante tienen rumbo N 60° W a E-W.

El otro sistema tiene rumbo N 65°-80° E. Existe un zoneamiento marcado en la mineralización de Raura, al norte las vetas tienen minerales de Cobre y Plata, al sur se mineralizaron los valores de Plomo y Zinc.

4.2 Mineralización en Cuerpos

En la zona de contacto metasomático entre las calizas Jumasha (mármol) y los intrusivos granodioríticos, se presentan cuerpos o bolsonadas con minerales de Zinc, Plomo y Plata. Existen posibilidades muy favorables de la presencia de otros cuerpos mineralizados en todas las zonas de contacto no conocidas aún en Raura. El cuerpo mineralizado principal está formado por las

bolsonadas Betsheva-Aracelli de forma elongada en dirección N 30° W.

Hacia el norte continúan las bolsonadas Catuva -Niño Perdido y en dirección sur, Primavera y Cobriza completan una franja de mineralización económica de aproximadamente 900 m ,pequeños cuerpos satélites en las proximidades y con mineralización similar como las Bolsonadas Ofelia y Balilla, responden a este concepto. Los minerales principales son Esfalerita (Marmatita) ,Galena ,Chalcopirita y diseminación de Pirita dentro del skarn ,hasta el contacto se observa fuerte piritización que alcanza a formar cuerpos de pirita . La mineralización dentro de los cuerpos se presentan en forma masiva ,en brechas ,en parches y diseminada ,predominando al norte minerales como Galena y Esfalerita. (la Plata está relacionada principalmente con Galena) ,al sur existe un aumento significativo de Cobre (Chalcopirita) relacionado con un considerable aumento de Pirita sacaroide de grano grueso en una franja de contacto entre Skarn y el intrusivo.

4.3 Mineralización Tipo Stock Work.

Áreas que encierran mineralización como relleno de fracturas menores irregulares , con diseminación y reemplazamientos masivos; han producido cuerpos de importancia relacionados a estructuras mayores. Se exponen con mayor actividad en la Sección Hada asociadas a la veta Sofía, zonas de mármol entre bolsonadas de la sección Catuva y también el área de afloramientos mineralizados del proyecto Gayco.

5. NOTAS GEOLÓGICAS DE LAS PRINCIPALES BOLSONADAS VETAS

5.1 SECCIÓN CATUVA

5.1.1 BOLSONADA BETSHEVA-ARACELII

Actualmente es la bolsonada de mayor importancia económica en Raura. La consideramos como una sola bolsonada porque en los niveles inferiores,

principalmente en el 590 y 540 ,es un solo cuerpo con algunos lentes irregulares de mármol y brecha hacia el Norte.

La mineralización se presenta dentro del Skarn (Exoskarn) de granates ,calcita, actinolita, tremolita, epidotita y clorita. El contacto entre la granodiorita y caliza ha favorecido la formación de silicatos que ha permitido el emplazamiento de mineral típico de un depósito de contacto. Desarrollos anteriores han demostrado que sobre el nivel 760, en las partes central y norte las bolsonadas han sido erosionadas por glaciares y el sur está cubierto por morrenas.

En los niveles 690 y 630 existen áreas centrales de mármol estéril , irregularmente fracturado.

La mineralización está relleno las fracturas tipo Stock Work. En profundidad (Nv 590) son muy pequeñas las áreas de mármol y la mineralización principal es a base de Esfalerita, Marmatita , en menor proporción Galena y Pirita. En los niveles altos, principalmente 690 y 630 existe una concentración mayor de cobre al sur de la bolsonada.

5.1.2 BOLSONADA LA NIÑA , NIÑO PERDIDO Y CATUVA

Ubicada al norte de la zona matasomática de contacto. Al extremo la mineralización económica se ubica dentro de la franja de skarn y en el mármol el cuerpo la Niña está controlada por la veta Aurora , que es la prolongación Oeste de la veta Giannina ; la mineralización económica mayormente está emplazada en mármol , siendo el principal mineral la galena. Hacia el Sur el cuerpo Niño Perdido y Catuva se ubican dentro del skarn donde es abundante la presencia de pirita y dentro de ella galena y esfalerita. Estos cuerpos se estrangulan por debajo del

nivel 630, continuando en profundidad la presencia de pirita. Aún no está bien definido la continuidad en profundidad de cuerpos mineralizados

La mineralización esta representada por Galena , Esfalerita , Pirita y Calcopirita.

Algunos diques volcánicos de pórfidos cuarzo monzonítico atraviesan la bolsonada . Catuva y están relacionadas con la mineralización.

En la bolsonada Niño Perdido se presenta un fuerte fracturamiento que ha facilitado la filtración de agua , existiendo zonas de fuerte oxidación y lixiviación de minerales.

En términos generales, las bolsonadas Catuva y Niño Perdido pertenecen a un solo cuerpo mineralizado.

5.1.3 BOLSONADA BALILLA

Igual que en bolsonadas anteriores, la mineralización se presenta en Skarn de diópsida-epídota moderadamente granatizado en la zona de contacto con el intrusivo granodiorítico en la parte superior , en profundidad se emplaza en mármol. Sobre los niveles 700 y 740 se separa en dos cuerpos pequeños con una zona intermedia de mármol de unos 40 m, incluyendo zonas arcillosas.

Los minerales principales son: Esfalerita y Galena , la ley de Plata es ligeramente más alta que en las otras bolsonadas.

5.1.4 BOLSONADA OFELIA

Es una franja pequeña que se encuentra a unos 200 m. Al Sur-Este de Aracelli. Parece ser un cuerpo satélite de las principales zonas de contacto metasomático, que está controlado por un fracturamiento E - W , relacionado con la anomalía NE detectada con estudios geofísicos. La

mineralización es de calcopirita en la estructura del techo y galena, esfalerita en la estructura del piso.

5.2 SECCIÓN HADA

Se ubica al Sur y Sureste del yacimiento , se caracteriza por ser la zona de mayor contenido en valores de Plomo.

5.2.1 BOLSONADA BRUNILDA

Se encuentra en la parte Sur de Raura y está relacionada a fracturamientos y vetas de dirección E-W con inclinación al Sur.

Al Norte se controla por una falla de igual rumbo y buzamiento. La roca encajonante es una riodacita subvolcánica brechada. Fracturamiento alrededor de las principales estructuras del tipo Stock Work. Ha permitido el relleno y emplazamiento del mineral dentro de las porosidades existentes. Los minerales ganga son Pirita , rodocrosita y Cuarzo , la mejor mineralización se presenta entre los niveles 500 y 790. Sobre el nivel 570 se separa un ramal con buzamiento al Norte y presenta mineralización económica ,se le ha llamado ramal sur Brunilda.

5.2.2 STOCK WORK SOFIA

Se ubica dentro de la veta Sofía que forma un sigmoide que genera una zona de Mármol Dolomita . El fracturamiento y brechamiento paralelo e irregular a dicha veta rellena con mineralización de Pb ,Zn,Ag intercepta hasta 4 horizontes de reemplazamiento con potencias de 2-3 m . normales a Sofía , en una longitud que va de 25 a 30 m.

En conjunto es un Cuerpo de 500 m² cuya explotación principal se realizó en los niveles superiores (660 ,630 y 590) . En este último año se explora con perforación

diamantina por debajo del nivel 590. Actualmente se ejecuta un cruce de exploración en el nivel 490.

Los minerales mena están representados por Galena, Esfalerita, Freibergita. Los minerales ganga son Calcita, Rodocrosita, Pirita y Cuarzo. Esta zona mineralizada está controlada por la falla Matapaloma.

5.2.3 VETAS HADA

Es un sistema de vetas paralelas de rumbo promedio E-W con buzamiento 80° al Sur. El fracturamiento principal crea una estructura en echelón y la mineralización se presenta rellenando fracturas. En total son seis estructuras con "clavos" mineralizados de 50 a 200 m. de longitud. El tipo de roca encajonante de naturaleza dolomítica, es un control importante en la ubicación del mineral económico. Sobre los niveles 710 y 740 se observa el contacto entre Calizas y la Riodacita subvolcánica superior. El fracturamiento de esta última ha sido mayor en la zona inmediata al contacto con la caliza formándose mineralización tipo bolsonada o Stock Work. En profundidad la Caliza se altera a Skarn en la zona de contacto con mineralización económica, luego se silicifica con persistencia de estructuras que decrecen en potencia. Los minerales principales son Galena, Esfalerita, Freibergita, en poca proporción Chalcopirita. Además Rodocrosita, Fluorita, Pirita y Calcita.

5.2.4 VETAS LEAD HILL SUR Y NORTE

Pertencen al sistema N 70° - 85°W, son estructuras paralelas en aproximadamente 200 m. La mineralización a base de Galena y Esfalerita tiene un promedio 2 a 3 Onz/Ag. En los niveles superiores (770 y 800) al extremo Este de la veta, las leyes de Plata son altas (Sobre 10

Onz/Ag) con alto contenido en Plomo en una potencia de 0.4 m.

Cuando las vetas atraviesan el volcánico riodácitico la mineralización mejora en potencia y valores , la estructura se presentan en echelón y se estrangulan el Este como se observa en el Nv. 700 y en el Nv 740 se unen en una sola estructura.

Desarrollos en los Nvs. 670 y 630 demuestran una reducción de la longitud del clavo mineralizado.

5.2.5 VETA GRETTY

Con este nombre se conoce a un grupo de estructuras que afloran al SE de Brunilda y son continuación de ésta. Tienen las mismas características mineralógicas de todo el sistema de las vetas Hada , siendo los minerales principales : Galena , Esfalerita , Rodocrosita , Calcita y menor proporción de Cuarzo. En el extremo SE se juntan en 1 ó 2 estructuras de poca potencia u hacia el Oeste forman un cuerpo mineralizado de 8 a 10 m. de ancho. Luego se separan en dos estructuras definidas de rumbo N 60° W y N 85° W con potencias de 4 a 6 m. cada una , separadas por un "caballo" estéril de 6 m.

Fracturamiento paralelo al rumbo de la estructura principal ha permitido el relleno en forma de vetillas de 0.10 a 0.50 m . con mineralización de Galena y Esfalerita , teniendo como roca encajonante la Riodacita sub-volcánica foliada , alterada a arcillas alrededor de las vetas , con una fuerte diseminación de Galena y Esfalerita formando un pequeño cuerpo mineralizado.

En profundidad la roca cambia a Caliza desconociéndose aún su comportamiento.

5.3 SECCIÓN ESPERANZA

5.3.1 VETA RESTAURADORA

Se encuentra al Oeste de la Laguna Santa Ana y se le ha desarrollado en los niveles 630 , 680 , 720 y 760 , teniendo su mejor concentración mineralógica en el Nv. 630.

Se presenta en la zona de contacto entre la brecha Santa Ana y la caliza epidotizada y granatizada , predominando la primera como roca encajonante. La veta tiene rumbo N 70° W y buzamiento de 75° Sur.

Los minerales principales son : Esfalerita , Galena , Freibergita , Cuarzo y Pirita.

5.3.2 VETA TORRE DE CRISTAL

Se encuentra al NW de la laguna Santa Ana con dirección N 70° W desarrollada en los niveles 630 y 900. Esta veta presenta un sigmoide con la veta Nancy , la que ramifica en profundidad debajo del Nivel 680 con buzamiento de 65° S . Los minerales principales son : Freibergita , Esfalerita , Galena , Cuarzo y Pirita.

La roca encajonante es caliza epidotizada y marmolizada. Al Oeste la estructura se estrangula al desarrollarse dentro de un intrusivo granodiorítico. En 1,995 se exploró en el contacto con el intrusivo , siendo los resultados poco halagadores ; sin embargo debemos explorar en profundidad.

5.3.3 VETA ESPERANZA

Una de las principales vetas que nombra a la sección , forma 2 clavos mineralizados importantes. El desarrollo en el Nivel 630 ha expuesto una estructura de rumbo Nor - Oeste, la que ha sufrido varias etapas de reactivación tectónica , notándose un mineral brechado por este efecto en los niveles superiores al 630 donde se ha producido un fracturamiento secundario dando lugar a " Splits" con diseminaciones de tipo Stock Work . Los ramales de la

veta Esperanza en la proximidad de ella han tenido desplazamientos en rumbo y se presentan fuertemente estrangulados (zona de arrastre) ; se ha comprobado que al alejarse de la falla principal (5 - 10 m.) las estructuras son más potentes y con mineral económico . Los minerales principales son : Esfalerita , Freibergita y en menor proporción Galena, Cuarzo , Calcita y Pirita . La mejor mineralización se presenta en los niveles altos (Sobre el nivel 630) , en profundidad los valores económicos son menores pero en los niveles 490 y 640 para su mejor correlación hacia el nivel 380 donde al parecer no se desarrolló la estructura principal.

La roca encajonante es mayormente Mármol - Caliza con segmentos limitados de Monzonita Cuarcifera al Oeste.

5.3.4 VETA FLOR DE LOTO

Presenta un rumbo promedio N 65° E y buzamiento de 80° S . Sobre el Nivel 630 existen ramificaciones secundarias (Split) que forman un lazo sigmoide de 150 m. de longitud , presentándose fracturas de tensión y cizalla con mineralización en forma de rosario (entre los niveles 630 y 740).

La alteración de la roca encajonante (caliza) es un control importante en la mineralización . Cuando está epidotizada , granatizada o marmolizada , la veta es más potente con buen contenido metálico ; pero cuando presenta horizonte de hornfels , se adelgaza y tiene menos contenido metálico. Los minerales principales son : Freibergita, Esfalerita rubia , Galena , Cuarzo , Pirita , Rodocrosita , Yeso y Fluorita. Al Oeste la veta Flor de Loto coincide en rumbo con algunas estructuras de Gayco la misma que falta explorar.

El dique granodiorítico ubicado en la parte central limita al principal "clavo" mineralizado . Falta por reconocer 1,000 m. al Este , exploración que podría realizarse a partir de los afloramientos de Tinquicocha Estudios de coeficientes metálicos y distribución indican dos etapas de mineralización , la primera de tipo mesotermal medio representada por Cobre Gris argentífero y Esfalerita . La segunda de mesotermal superior a epitermal representada por Galena.

5.3.5 VETA ABUNDANCIA

Son dos estructuras dispuestas en echelón asociadas a dos brechas mineralizadas llamadas brecha Abundancia N° 1 y brecha Abundancia N° 2.

La brecha N° 1 es una fractura de cizalla de rumbo Noreste y buzamiento al Sur , al Oeste es interceptada por la brecha N° 2 con rumbo similar . La veta Abundancia tiene alto contenido de Plata asociada a Plomo principalmente. Los minerales principales en estas vetas son : Freibergita , Galena , Esfalerita , Pirita y Cuarzo.

ESTUDIO DE TIEMPOS EN EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

I.-INTRODUCCION

El estudio de tiempos tiene como finalidad proporcionar al Supervisor (Ingeniero de Minas) una herramienta que le permita programar, ajustar o corregir algunas deficiencias en las operaciones mineras, para cumplir y alcanzar el objetivo de sus responsabilidades. Tales como la Producción Estimada, Rendimiento de los Equipos, Control de Costos y principalmente elevar su productividad.

El término "optimización" generalmente quiere decir "obtener el máximo de utilidades con el mínimo de costo operativo". Un error común es establecer esta meta sin examinar ni implantar todos los sistemas necesarios para obtener este objetivo. Todos probablemente entienden el objetivo, pero tienen ideas diferentes de cómo lograrlo. La optimización del Planeamiento empezará con la implantación de estrategias al personal de como lograrlo.

Para la optimización del trabajo subterráneo, es sumamente importante analizar la operación mina, determinando ratios de utilización efectiva de los equipos involucrados en la operación, antes de formular e implantar soluciones o cambios operativos. Por ejemplo cada proceso tiene su "tiempo muerto" en el período programado para su operación, sin cumplir su función primordial. Una vez conocido el porcentaje del tiempo muerto, será posible conceptualizar e implantar las medidas correctivas.

La primera etapa será de compilación de datos específicos, para desarrollar factores útiles para el planeamiento. Se pueden diseñar formatos de estudio de tiempos, que naturalmente se revisarán y

modificarán como sea necesario. El diseño debe ser compatible con un programa de Gestión de Base de Datos , para su análisis posterior.

II.-OBJETIVOS Y METAS

En el planeamiento mensual de operaciones se definen los objetivos para el mes , los que son discutidos y coordinados en una "Reunión".

Los objetivos son muchos y variados , dependiendo éstos del tamaño de la sección y de las dimensiones de la misma organización.

Los objetivos principales son los siguientes

- Determinar la producción de mineral estimada para el mes en TMS.
- Determinar el número de personas necesarias para cada labor considerada
- Calcular las eficiencias esperadas en TMS / hombre-gda . Para las labores de desarrollo en metros de avance. En total la eficiencia de la sección.
- Determinar una relación de los equipos necesarios : Jumbos y/o perforadoras , Scoops , camiones , winches , locomotoras , etc. Calculándose la disponibilidad que se espera alcanzar.
- Calcular el volumen de relleno que se necesitará , tanto de relleno detrítico convencional como de relleno hidráulico el cual concordará con el plan presentado por el Jefe de Relleno hidráulico.
- Calcular el consumo estimado de materiales : barrenos , explosivos, madera , cemento , etc. a fin de tenerlos disponibles.
- Estimar las leyes del mineral y dilución esperada , las que serán sustentados por el Geólogo .
- Estimar los costos unitarios de operación, los que serán calculados por el supervisor de sección de acuerdo con un presupuesto de gastos.
- Comparar las metas logradas con las metas programadas ; explicándose el porcentaje de cumplimiento de estas.
- Reducir los tiempos improductivos , aumentar la producción e incrementar la productividad en la unidad minera.

Además de los anteriores se espera lograr otros objetivos tales como:

- Obtener información para planear y programar trabajos.
- Reducir los costos de las operaciones unitarias
- Determinar el número de equipos necesarios para las operaciones unitarias
- Determinar el número de trabajadores para ejecutar el programa de producción y avances.
- Determinar el rendimiento de equipos (Jumbos electro-hidráulicos , scooptrams , etc)
- Realizar un análisis de reingeniería de procesos.

III.-ESTRATEGIAS

En principio , se puede proponer que la frecuencia de las reuniones de planeamiento sea semanal . En la primera parte de dicha reunión se analizarán los informes sobre el cumplimiento del plan de la semana anterior, la razón para esto es definir a la brevedad posible las correcciones del planeamiento y/o ejecución del trabajo , definitivamente la razón no es buscar la culpa a nadie ,sino de analizar qué le faltó o qué no consideró el plan anterior para conseguir llegue a la realidad. Siempre habrán diferencias , pero la meta es determinarlas y minimizarlas.

Si es verdad que esta propuesta de reuniones semanales encontrará cierta resistencia inicial ; ésta disminuirá con el tiempo ,cuando la gente tenga más control y efectividad en su trabajo.

A esta reunión deben asistir :

- El Superintendente de Minas
- Los Jefes de Sección (Sección en discusión)
- Los Geólogos de Sección
- El Superintendente de Mantenimiento

- El Jefe de Programa de Seguridad
- El Jefe del Dpto. Ingeniería
- El Jefe de Relleno Hidráulico
- Otros Jefes de Sección cuando su presencia es necesaria.

La información necesaria para la discusión es la siguiente :

- a.- El supervisor de sección llevará su Plan de Minado
- b.- El Jefe de Mantenimiento Mecánico llevará el Programa de mantenimiento preventivo y la disponibilidad estimada de los equipos.
- c.- El Geólogo llevará las leyes estimadas , el valor del mineral , el Cut-off
- d.- El Jefe del Programa de Seguridad debe llevar el "Inventario de Condiciones Inseguras " encontradas en las inspecciones para establecer prioridades correctivas.
- e.- El Jefe de Relleno Hidráulico llevará el Plan mensual de relleno.
- f.- El Jefe de Ingeniería llevará los proyectos en ejecución y que están comprendidos e implican a la sección.

El Planeamiento del corto plazo siempre será muy dinámico y por ello siempre necesitará un ingeniero dedicado. Normalmente este ingeniero necesitará la información de avances de mina actualizados al día, y por esto la topografía está designada como una parte de planeamiento. (Los topógrafos son "los ojos " de planeamiento).

Luego una vez que se tenga la información necesaria , se implantará con más detalle el planeamiento del mediano y largo plazo , para lo cual necesitamos otro ingeniero.

El planeamiento será complementado con un ingeniero geólogo encargado del análisis de reservas .

Los planos y dibujos tienen que mantenerse actualizados , y por eso se asigna un dibujante / calculista.

Para Proyectos de Inversión , se pueden contratar especialistas en la medida que sean necesarios. Si la demanda lo justifica , puede ser una parte permanente del departamento de Planeamiento.

También Planeamiento necesitará recursos de Hardware y Software y entrenamiento en su uso , cada ingeniero dispone de su computadora.

La tabla siguiente sugiere los parámetros y ratios de control del uso efectivo de tiempo , luego de analizar el estudio de tiempo del equipo , se recomienda por flota. Así mismo se sugiere que un resumen de este tipo sea hecho para cada flota importante - scoops,boomers , y los camiones Volvos. Cada flota mencionada puede causar un cuello de botella en el proceso de producción. Los resúmenes abajo indicados serían los resúmenes de los estudios de tiempo pormenorizados.

DISPONIBILIDAD Y UTILIZACION DE EQUIPO

CUADRO 1 Demuestra la eficiencia del uso de tiempo total

CONTABILIDAD DE TODO TIEMPO

	Disponibilidad Mecánica	Disponibilidad Física	Uso de Disponibilidad	Utilización Efectiva
Definición o fin	Tiempo perdido por razones mecánicas	Disp.operacional , incluye standby	Establece uso efectivo del equipo	Relaciona horas trabajadas a horas total
ECUACION	(1)	(2)	(3)	(4) = (2) x (3)
T=hras trab.				
R=hras rep	$\frac{T \times 100}{T+R}$	$\frac{(T + S) \times 100}{Tt}$	$\frac{T \times 100}{T + S}$	$\frac{T \times 100}{Tt}$
S=hras standby				
Tt=hras total				

CUADRO 2 Demuestra la eficiencia del uso de tiempo programado

CONTABILIDAD DE TIEMPO TRABAJABLE (PROGRAMABLE)

	Disponibilidad Mecánica	Disponibilidad Física	Uso de Disponibilidad	Utilización Efectiva
Definición o fin	Tiempo perdido por razones mecánicas	Disp.operacional , incluye standby	Establece uso efectivo del equipo	Relaciona horas trabajadas a horas total
ECUACION	(1p)	(2p)	(3p)	(4p) = (2p) x (3p)
Tp=hras prog.				
Rp=hras rep	$\frac{Tp \times 100}{Tp+Rp}$	$\frac{(Tp + Sp) \times 100}{Tp}$	$\frac{Tp \times 100}{Tp + Sp}$	$\frac{Tp \times 100}{Tp}$
Sp=hras standby				
Ttp=hras total				

NOTAS:

El tiempo programado no debe exceder a 7 horas / guardia (14.0 horas / día) durante operaciones con dos guardias por día , hasta que exista evidencia real de lo contrario. La ventaja de este modo de operar es de aumentar el porcentaje de tiempo trabajado versus el tiempo programado.

Cabe mencionar que cada proceso industrial (incluyendo el minero) tiene holguras de una u otra forma. Un objetivo de la optimización es también posicionar tales holguras en los lugares donde son más tolerables y económicas.

Por ejemplo, si la holgura más grande ocurriera en la Planta Concentradora , por falta de mineral ; esta holgura es lo más caro y menos aceptable para RAURA. El objetivo ,entonces , es determinar como aumentar la capacidad de la mina a la de la Planta Concentradora por medio de optimización y/o inversión.

IV.-RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

- Examinar las prácticas actuales y tratar de determinar sus relaciones matemáticas (si existen) ,necesario para el desarrollo de modelos numéricos y sistemas formalizados de planeamiento.
- Establecer un procedimiento para construir una base de datos para los fines y requerimiento del planeamiento.
- Recopilar los datos (y la información) necesarios y construir bases de datos.
- Analizar y evaluar las bases de datos para determinar y calificar los factores y relaciones útiles para el planeamiento.
- Implantar Sistemas de Operación Mina y/o Planeamiento de producción con dichos factores y relaciones.

- Medir y analizar los resultados y hacer las modificaciones para mejorar el sistema de planeamiento.
- En estadísticas de Equipos; incluir información respecto del remanipuleo de material dentro de la mina : mineral y desmonte especialmente.
- Iniciar un plan corrido de 3 meses , el cual será actualizado y emitido cada mes.
- Efectuar un Informe Formal de Planeamiento, en dicho informe se incluirá detalles y comentarios de la Producción y su cumplimiento con el presupuesto operativo , la evaluación de lo programado y realizado en el mes y el acumulado anual, indicando las diferencias porcentuales del cumplimiento en lo que respecta al valor de mineral (us\$ / tms) y volumen de producción (tms) , También se puede dar sugerencias para estudios y proyectos posteriores.
- Implementar equipos especiales para planificar proyectos de inversión (Por ejemplo , avances en exploraciones).

Designar un miembro del equipo como coordinador o Gerente del Proyecto con la responsabilidad de poner en marcha dicho proyecto. Este equipo tendrá reuniones formales para informar sobre el avance del trabajo. Se preparará una agenda previa a la reunión y se redactará un Informe del Avance del Trabajo en forma detallada y precisa en el que se indicará:

- a. - Avances del trabajo
- b. - Tareas críticas del trabajo
- c. - Acciones sugeridas
- d. - Reajuste y Seguimiento.

Se mantendría un archivo especial para el proyecto.

- Detectar problemas en el planeamiento mediante la evaluación del mismo. (Por ejemplo , el retraso en exploración , desarrollo y preparación). Dichos problemas serán priorizados y las alternativas de solución serán ejecutados como proyectos.

- Dar mayor impulso a las exploraciones (reconocimiento). La calidad de planeamiento está relacionado directamente con la calidad y cantidad de la información disponible.

- Establecer como objetivo del reconocimiento, la recopilación de información de alta calidad para los fines de planeamiento aparte de la información de leyes y dimensiones del(os) cuerpo(s), dicha información incluirá calidad de la roca. Por eso se recomienda que se considere el uso de las perforadoras diamantinas como una herramienta para obtener esta información . Planeamiento usaría esta información para hacer lo siguiente (entre otros) :

Diseñar con anticipación las excavaciones en términos de dimensiones y orientación.

Determinar si se necesita estudios o proyectos especiales (por ejemplo , un estudio de estabilidad) previa de la explotación.

Clasificar ,con buena certeza, las reservas de cada nivel en cada zona como sigue:

Reservas preparadas

Reservas por preparar (en plazos determinados: 3 , 6 y 12 meses).

V.- ANEXOS

V.I.- VALORES MÍNIMOS EXPLOTABLES (Cut-Off)

El cut-off es el valor equivalente a la suma de los costos de minado ,concentración ,gastos indirectos de operación y compensación por tiempo de servicios ,más la proporción de gastos no asignados y financieros de la Compañía aplicados al campamento. A este nivel ,el valor del mineral recuperable cubre el flujo de caja total.

El rango marginal se refiere al valor de mineral recuperable que genera un ingreso igual a todos los gastos reales de operación fijos y variables, minado, concentración y energía eléctrica sin incluir gastos de administración de la mina ni generales.

Los valores mínimos explotables considerados para el presente informe ,son como sigue:

	<u>CATUVA</u>		<u>HADA</u>	<u>ESPERANZA</u>	
	<u>Subterránea</u>	<u>Tajo Abierto</u>	<u>Vetas</u>	<u>Bolsonadas</u>	<u>Vetas</u>
Mineral Económico	47.47	34.5	59.29	47.47	59.29
U.S. \$/TM					
Mineral Marginal	38.04	31.00	49.86	38.04	49.86
U.S. \$/TM					

V.II.- VALORES UNITARIOS EN EL MINERAL DE CABEZA

Los valores unitarios de cada metal y asignados a cada sección de explotación ,se valoran en dólares americanos por tonelada métrica seca incluyendo los gastos de ventas , y se los determina con el modelo siguiente:

MODELO DE VALORIZACION DE MINERAL

- 1 INTRODUCCION
- 2 INFORMACION NECESARIA PARA VALORIZAR
- 3 FORMULAS GENERICAS DE VALORIZACION DE MINERAL
- 4 EJEMPLO

1 INTRODUCCION

El propósito de este artículo es ilustrar la metodología de Valorización de Mineral, para el caso de minería polimetálica.

El cálculo del Valor de Mineral (us\$/tm) es una operación permanentemente utilizada para el control de calidad, evaluación económica de producción y de reservas. Por tanto se deben emplear simplificaciones del modelo.

Conozco dos tipos de simplificaciones: 1) Valores Unitarios (us\$) de cada elemento económico del mineral y 2) las leyes equivalentes referidas al elemento más importante. Ambos provienen del mismo Modelo de Valorización asumido y por tanto se llegan a los mismos resultados. El más usual es el de Valores Unitarios.

2 INFORMACION NECESARIA PARA VALORIZAR

2.1 BALANCE METALURGICO DEL MINERAL

Leyes de Cabeza	Lz (i)
Radio de concentración	Rc (j)
Leyes de concentrado	Lc(i,j)
Recuperaciones	R (i,j)

Donde :

i = Elemento (Cu, Pb, Zn o Ag)

j = Tipo de Concentrado (Cu, Pb o Zn)

2.2 OTRAS CARACTERISTICAS DE CONCENTRADOS (POR LOTES)

Contenidos de elementos penalizables

Porcentaje de Humedad

2.3 CONDICIONES DE VENTA DE CONCENTRADOS

Cotizaciones de Elementos pagables

CZ(i)

Descuentos fijos por tonelada de concentrado

- *Penalidades (us\$/tms) P(j)*
Sumatoria de penalidades originadas por el exceso de contenido de elementos penalizables (Bi, As, Sb, otros)
- *Maquila (us\$/tms) M(j)*
Costo de fundición y refinación estipulado en contrato
- *Otros Descuentos (us\$/tms) O(j)*

Valores Unitarios de elementos i [VU(i)] en us\$ por punto de ley de cabeza

$$\mathbf{VU(i) = \sum VN(i,j) \times R(i,j) / Lc(i,j)} \quad \text{para } j = 1 \text{ a } m \text{ concentrados}$$

Valores Unitarios para el caso de Raura

$$\mathbf{VU (Cobre) = VN(cu,Ccu) \times R(cu,Ccu) / Lc(cu,Ccu)} \quad \text{us$ / 1\% de Cu}$$

$$\mathbf{VU (Plomo) = VN(pb,Cpb) \times R(pb,Cpb) / Lc(pb,Cpb)} \quad \text{us$ / 1\% de Pb}$$

$$\mathbf{VU (Zinc) = VN(zn,Czn) \times R(zn,Czn) / Lc(zn,Czn)} \quad \text{us$ / 1\% de Zn}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{VU (Plata) = VN(ag,Ccu) \times R(ag,Ccu) / Lc(ag,Ccu)+} \\ \mathbf{VN(ag,Cpb) \times R(ag,Cpb) / Lc(ag,Cpb)+} \\ \mathbf{VN(ag,Czn) \times R(ag,Czn) / Lc(ag,Czn)} \quad \text{us$ / 1 oz Ag} \end{aligned}$$

Valor de mineral (VM) en us\$/tm

$$\mathbf{VM = \sum Lz(i) \times VU(i)}$$

4 EJEMPLO

COMPAÑIA MINERA RAURA S.A.		ESTIMADO DE VALORES PARA SEGUNDO TRIMESTRE DE 1997					
PRESUPUESTO 1997		Cuadro N.					
PRODUCTOS		Catuva	Sofia	Tajo	Cobriza	Esperanza	TOTAL 97
TRATAMIENTO	Tms	496.000	16.000	62.000	36.000	45.000	655.000
TOTAL RAURA	% Cu	0,61	0,28	0,44	0,47	0,89	0,60
	% Pb	1,19	2,90	1,44	1,84	3,38	1,44
	% Zn	8,06	5,00	6,66	7,67	4,23	7,57
	Oz Ag	3,33	4,00	2,24	2,33	10,62	3,69
Conc. Cu	Tms	6.284	74	551	442	1.223	8.637
	% Cu	22,00	19,00	18,00	19,20	25,00	22,00
	Oz Ag	63,07	123,26	47,81	54,63	180,53	78,45
	R Cu	45,44	31,45	36,37	50,18	76,30	48,00
	R Ag	23,99	14,28	18,97	28,80	46,20	28,00
Conc. Pb	Tms	7.031	638	1.216	784	2.122	11.781
	% Pb	58,72	65,80	59,73	59,73	62,76	60,00
	Oz Ag	105,61	56,77	54,20	33,63	102,12	92,44
	R Pb	70,05	90,49	81,34	70,66	87,60	75,00
	R Ag	44,94	56,60	47,45	31,42	45,32	45,00
Conc. Zn	Tms	67.077	1.235	6.899	4.607	2.671	82.566
	% Zn	55,01	55,01	54,41	55,42	55,42	55,00
	Oz Ag	4,03	1,51	2,28	1,83	6,74	3,81
	R Zn	92,28	84,93	90,91	92,47	77,75	91,50
	R Ag	16,35	2,91	11,31	10,08	3,77	13,00
Recup. total Ag							86,00
		Catuva	Sofia	Tajo	Cobriza	Esperanza	Prom.
Valores	\$/tm	62,76	49,74	49,44	57,11	83,77	62,22
	\$/und	6,15	4,71	4,18	6,19	12,84	6,80
	\$/und	3,54	4,23	3,68	2,94	4,44	3,72
	\$/und	5,81	5,34	5,67	5,84	4,96	5,75
	\$/und	2,39	2,37	2,03	1,72	3,42	2,50
Gotizaciones	c\$/lb Cu						109,58
	\$/Tm Pb						687,62
	\$/Tm Zn						1239,00
	\$/oz Ag						5,20

CONDICIONES DE VENTA DE CONCENTRADOS								
Contratos vigentes a Marzo 1997								
Penalizaciones por contaminantes								
		Bi	H2O	As	Sb	Pb+Zn	Hg	Total
Contenido Conc. Cu		0,29	8,6	2,48	0,57	15,7	0	
% Mínimo		0,1	10	0,3	0,15	6	50	
Penalidades	\$/tm/ley	200	3	15	15	2,5	0,2	
Penalidad	\$/tm	38	0	32,7	6,3	24,25	0	101,25
Contenido Conc. Pb								
Contenido Conc. Pb		0,79	8	0,34	0,25			
% Mínimo		0,5		0,3	0,3			
Penalidades	\$/tm/ley	40		20	20			
Penalidad	\$/tm	11,6		0,8	0			12,4
Contenido Conc. Zn								
Contenido Conc. Zn			8					
Descuentos Fijos								
		Penalidades	Maquila	Penal+Maq	Flete R/L	Depósito	Flete Mar	Otros
Conc. Cu	\$/tm	101,25	155,00	256,25	18,67			2,06
Conc. Pb	\$/tm	12,40	185,00	197,40	18,67	2,93	52,48	3,17
Conc. Zn	\$/tm	0,00	196,74	196,74	18,67	2,93	51,36	0,99
Deducciones de Cotizaciones								
		Ag	Cu	Pb	Zn			
Conc. Cu	Ded%	0,01						
	Min	0,3	11					
Conc. Pb	Ded%	0,06		0				
	Min	0,3						
Conc. Zn	Ded%	0			0			
	Min	0			0			
Deducciones de leyes								
		Ag gr	Cu	Pb	Zn			
Conc. Cu	Ded%	0,05	1,1					
	Min	30						
Conc. Pb	Ded%	0,05		0,05				
	Min	75		3				
Conc. Zn	Ded%				0,15			
	Min	3,6			8			
Deducciones por ajuste de Precios us\$/tms								
		Precio Base		Factor \$/tm	Fórmula			
Conc. Cu	> a	100	c\$/lb	0,10	Deduc. Cu (us\$/tm) = Difer x factor			
	< a	100		-				
Conc. Pb	> a	32	c\$/lb	5,00				
	< a	32		-				
Conc. Zn	> a	1000	us\$/tm	3,40				
	< a	1000	us\$/tm	2,34				

V.III.- COSTOS DE OPERACION Y PRODUCCION

El detalle del estimado de costos de las áreas de producción , se expone en el siguiente cuadro :

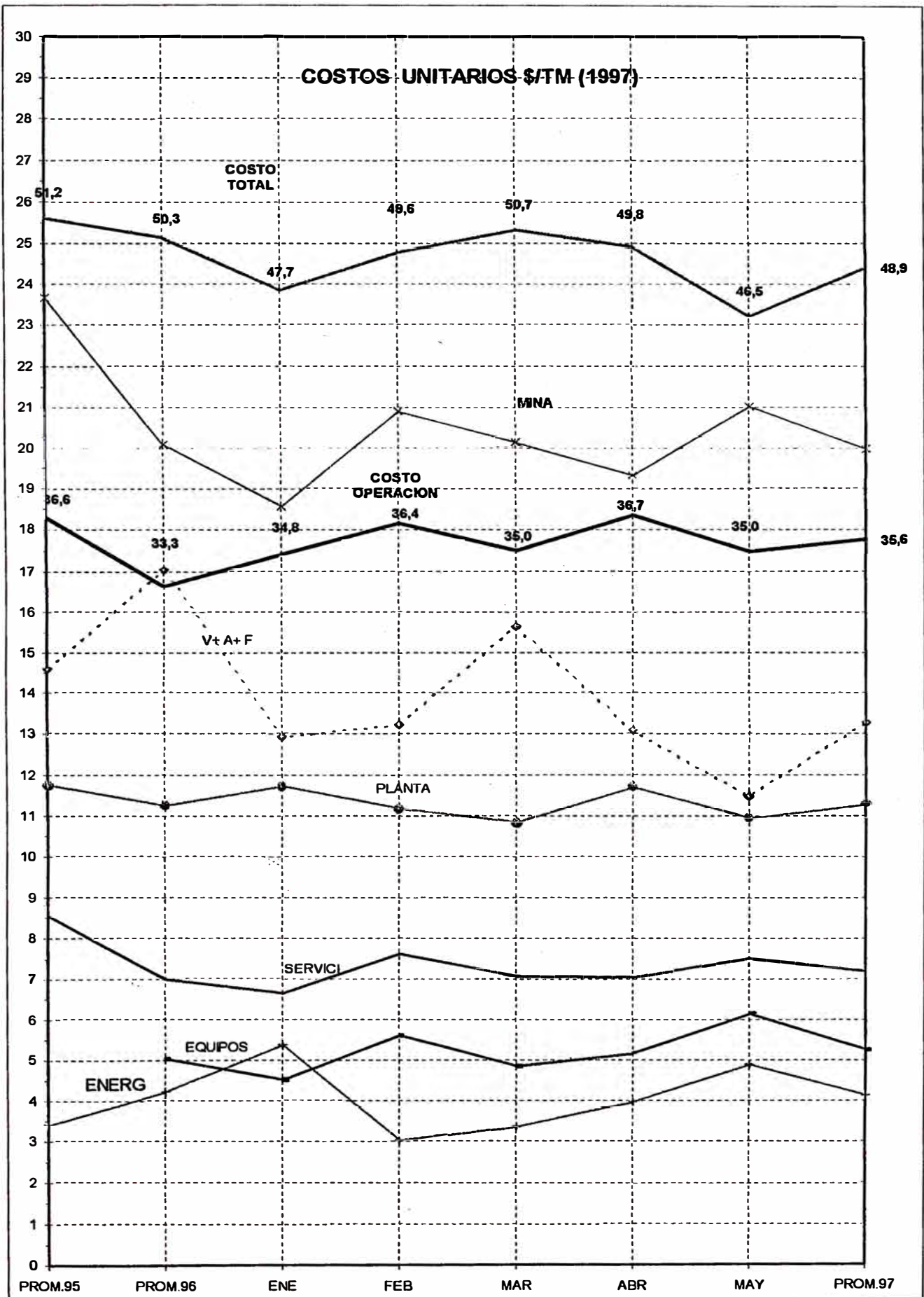
	TOTAL 1995	TOTAL 1996	ENE 97	FEB 97	MAR 97	ABR 97	MAY 97	TOTAL 1997	DIF \$/T 97-96
PRINCIPALES COSTOS: OPERACION MINA SUBTERRANEA US\$/Tm									
Mater. Mantto. y Rep. específ	1,52	0,28	1,34	0,52	0,26	0,43	0,25	0,56	0,28
Materiales pesados	0,86	0,35	0,76	0,45	0,41	0,22	0,15	0,39	0,04
Explosiv, barrenos y otros	1,38	0,69	0,83	0,77	0,85	0,72	0,68	0,77	0,08
Otros materiales		0,18	0,12	0,23	0,27	0,19	0,19	0,20	0,02
Sueldos	0,86	0,99	0,66	0,88	0,83	0,95	0,84	0,83	-0,16
Salarios	3,38	1,04	0,75	0,76	0,70	0,70	0,78	0,74	-0,30
Transp. Minerales	1,00	1,19	1,19	1,17	1,06	1,08	1,10	1,12	-0,07
Maquinaria y equipo	1,71	0,26	0,14	0,13	0,04	0,07	0,06	0,09	-0,17
Formación Juvenil	0,05	0,13	0,05	0,07	0,07	0,07	0,14	0,08	-0,05
Contratistas Mineros	3,60	5,52	1,94	4,70	5,18	3,73	4,20	3,94	-1,57
PRINCIPALES COSTOS DE PLANTA \$/Tm									
Mater. Mantto. y Rep. específ	0,46	0,44	0,67	0,23	0,27	0,92	0,17	0,39	-0,04
Materiales pesados	0,57	0,44	0,67	0,59	0,58	0,55	0,43	0,48	0,03
Reactivos	1,88	1,50	2,04	2,07	2,24	2,11	1,52	1,70	0,20
MATERIALES DE MANTENIMIENTO Y REPUESTOS \$/Tm									
Energía	0,08	0,24	0,14	0,06	0,01	0,09	0,18	0,10	-0,14
Equipos		0,86	0,65	1,64	0,94	1,36	1,15	1,14	0,28
		1,10	0,80	1,70	0,95	1,45	1,33	1,24	0,14

PRINCIPALES COSTOS UNITARIOS 1997

COSTOS UNITARIOS		TOTAL 1995	TOTAL 1996	ENE 97	FEB	MAR	ABR	MAY	TOTAL 1997	DIF \$/T 97-96	PRESUP. 1997*	DIF \$/T 97-97*
Exploraciones	us\$/tm		1,90	4,53	4,27	4,08	5,71	3,01	4,32	2,42	4,76	-0,44
Operación mina	us\$/tm		10,17	8,96	10,68	10,79	9,65	9,85	9,97	-0,20	9,08	0,89
- Preparación mina	us\$/tm		1,23	2,57	2,40	2,63	2,29	1,95	2,37	1,14	1,67	0,70
Planta	us\$/tm	6,78	6,11	6,53	6,39	6,22	6,69	5,30	6,22	0,11	5,54	0,68
Planta+Eq	us\$/tm	6,78	6,52	6,87	6,88	6,59	7,10	5,74	6,63	0,11	5,99	0,64
Planta+Enm+Eq	us\$/tm	8,33	8,46	9,07	8,12	8,00	8,89	7,94	8,40	-0,05	7,81	0,59
Energía x G. Térmica	us\$/kwh		0,14	0,12	0,11	0,14	0,11	0,11	0,12	-0,02		
Energía x G. Hidrica	us\$/kwh		0,04	0,08	0,02	0,03	0,04	0,08	0,05	0,00		
Energía total	us\$/kwh	0,058	0,081	0,099	0,052	0,063	0,077	0,095	0,077	0,00		
Energía total	us\$/tm	3,42	4,25	5,37	3,03	3,35	3,97	4,91	4,14	-0,11	4,01	0,13
Serv. Gnrls.	us\$/tm	7,90	5,76	4,92	6,36	5,74	5,55	5,79	5,66	-0,10	6,07	-0,41
Serv. Gnrls. + Eq	us\$/tm	7,90	6,19	5,29	6,84	6,20	6,10	6,35	6,14	-0,05	6,53	-0,38
Serv. Gnrls + Enm+Eq	us\$/tm	8,55	7,00	6,63	7,63	7,05	7,04	7,63	7,18	0,18	7,29	-0,11
Equipos	us\$/tm		5,05	4,52	5,63	4,86	5,17	6,13	5,26	0,20	5,55	-0,29
- Aire comprimido	\$/tm		0,32	0,29	0,13	0,16	0,35	0,26	0,24	-0,08	0,32	-0,08
- Eq. Transp. y M.T.	\$/tm		2,57	2,09	3,07	2,33	2,59	2,74	2,55	-0,02	2,83	-0,27
- Equipo Mina	\$/tm		2,00	1,99	2,27	2,15	1,96	2,86	2,25	0,25	2,24	0,00
- Eq. transporte liviano	\$/tm		0,16	0,15	0,16	0,21	0,27	0,27	0,22	0,05	0,16	0,08
Gastos Administrativos	us\$/tm	3,45	3,50	3,14	3,99	4,83	3,30	3,07	3,66	0,16	3,54	0,12
G. Ventas	us\$/tm	9,00	10,83	7,47	7,89	8,64	8,15	7,93	8,02	-2,81	8,66	-0,64
G. Financieros	us\$/tm	2,15	2,70	2,30	1,35	2,17	1,64	0,46	1,59	-1,11	0,99	0,60

EVALUACION ECONOMICA DE OPERACIONES 1997

	TOTAL 95	TOTAL 96	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	TOTAL 97	DIF. \$/T 97-96	PRESUP 1997*	DIF. \$/T 97-97*	
TOTAL RAURA	tms	544.024	622.960	53.631	49.208	55.310	56.101	55.210	269.460			
Exploraciones		1,20	1,90	4,53	4,27	4,08	5,71	3,01	4,32	2,42	4,76	-0,44
Mina+equipos+energ+sugg		23,68	20,10	18,59	20,91	20,13	19,33	21,03	19,99	-0,11	19,52	0,47
Planta+equip+energ+sugg		11,75	11,26	11,72	11,18	10,82	11,71	10,96	11,27	0,02	10,73	0,54
Costo de Operación	us\$/tm	36,63	33,26	34,83	36,36	35,04	36,75	34,99	35,58	2,33	35,01	0,57
Gastos Adm+Ventas+Fin		14,60	17,03	12,91	13,23	15,65	13,09	11,46	13,27	-3,76	13,19	0,08
Costo produc. total	Kus\$	27.869	31.324	2.560	2.440	2.803	2.796	2.565	13.164			
Costo produc. total	us\$/tm	51,23	50,28	47,74	49,59	50,68	49,84	46,45	48,85	-1,43	48,20	0,65
Valor de producc.	us\$/tm	45,16	57,70	51,42	56,13	59,53	63,65	62,34	58,73	1,03	53,31	5,42
Ganancia/Pérdida	us\$/tm	-6,07	7,42	3,68	6,55	8,85	13,81	15,89	9,87	2,45	5,11	4,76



V.IV .- DEFINICION DE TERMINOS

Es frecuente encontrar una variedad de criterios para los cálculos de la disponibilidad y rendimiento de equipos , por lo que muchos usuarios han tratado de uniformizar estos criterios estableciendo sus normas propias (standard) en cuanto a :

I- Definición de términos

II- La toma de datos

- Cuales son los requeridos
- Grado de exactitud compatible con los objetivos

III- Personas responsables de los reportes y cálculos

I.- DEFINICION DE TERMINOS

1.- DISPONIBILIDAD MECANICA

Es el porcentaje de disponibilidad del equipo descontando el tiempo tomado para mantenimiento preventivo y reparaciones no programadas , durante un tiempo determinado (un mes).

Este índice muestra el grado de eficiencia del mantenimiento mecánico y eléctrico de los equipos y está representado por la relación :

$$DM = \frac{HDO \times 100}{HP} = \frac{[HP - (MP+RME+dm)] \times 100}{HP}$$

DM = Disponibilidad Mecánica en %

HDO = Horas disponibles para operaciones

HP = Horas programadas

MP = Horas de mantenimiento preventivo programado

RME = Horas de reparaciones mecánicas y eléctricas no programada

dm = Horas por demoras en el mantenimiento

2. DISPONIBILIDAD FISICA

Es el porcentaje de disponibilidad física con respecto a las horas programadas , descontando el tiempo perdido , reparaciones no programadas y demoras de todo tipo.

La relación es la siguiente :

$$DF = \frac{HT \times 100}{HP} = \frac{[HP - (MP+RME+dm+do+od)] \times 100}{HP}$$

DF = Disponibilidad Física en %

HT = Horas trabajadas

do = Horas por demoras en operaciones

od = Horas demora ocasionado por otros departamentos

3.- UTILIZACION EFECTIVA

Es la relación en % entre las horas trabajadas con respecto a las horas disponibles para operaciones.

$$UE = \frac{HT \times 100}{HDO} = \frac{[HP - (MP+RME+dm+do+od)] \times 100}{HP - (MP+RME+dm)}$$

4.- RENDIMIENTO

Es la eficiencia real del equipo durante un tiempo determinado (un mes,un año), cuyos factores son :

a).- Calidad y estado mecánico del equipo (marca , horas de trabajo acumulados , equipo reparado etc.)

b).- Calidad y experiencia del operador.

c).- Lugar de trabajo de los equipos : Estado de las vías y su mantenimiento, distancias a recorrer , mantenimiento de carros.

Para los equipos de perforación : Calidad del terreno ,calidad de los barrenos y brocas , tipo de explosivos , grado de fragmentación etc.

RENDIMIENTO DE SCOOP (En distancia promedio)

- (Ton. Mineral + Ton. Desmonte) / hr.Trabajada - Promedio mensual

RENDIMIENTO DE JUMBOS (Por máquina perforadora)

- Pies perforados por turno de 8 horas - Promedio mensual
- Pies perforados / (Ton. Mineral Roto + Ton. Desmonte Roto)

RENDIMIENTO DE LOCOMOTORAS

- Tonelaje por kilómetro
- Toneladas por guardia (Según dispositivos de carga y descarga)

II.- TOMA DE DATOS

(A) Horas Programadas (HP)

Es el número de horas programado por las secciones de operaciones y mantenimiento para la realización de sus trabajos.

Este número es igual a:

$$HP = (\text{Días calendarios} - \text{Domingos y Feriados}) \times (\text{Número de guardias de trabajo por día}) \times (8 \text{ hrs} / \text{gda.} - \text{demoras fijas, menos horas no programadas})$$

Las demoras fijas (df) no son de responsabilidad del departamento de operaciones ,del de mantenimiento ni de otros departamentos.

$$df = (s + r + tm)$$

(s) = Tiempo empleado en la inspección del equipo por el operador y llenado de combustible

(r) = Tiempo empleado en refrigerio

(tm)= Tiempo de traslado del personal desde superficie a su lugar de trabajo en subsuelo y viciversa , así como el movimiento empleado antes y después del refrigerio. Este tiempo será determinado por el Departamento de Planeamiento.

(B) Mantenimiento Preventivo (MP)

Es el número de horas programadas para

1.- Mantenimiento Mecánico

2.- Mantenimiento Eléctrico

(C) Reparaciones Mecánicas y Eléctricas (RME)

Es el número de horas que toma :

- Reparaciones mecánicas
- Soldando
- Fallas de arranque
- Servicio de rutina
- Cambio de cable eléctrico
- Cambio de llantas
- Reparación eléctrica
- Falta de switch
- Falta de luces
- Reparación aislamiento cable eléctrico
- Falta de cable eléctrico
- Traslado del equipo al taller.

(D) Demoras en Mantenimiento (dm)

Es el número de horas que se pierde por :

- Esperando mecánico
- Esperando soldador

(E) Demoras en Operaciones (do)

Es el número de horas que se pierde por:

- Entrenamiento de operadores
- Traslado de equipo en operaciones
- Parada o traslado por disparo
- Falta de operador
- Accidente
- Cambio o extracción de cable

- Error de operación
- Falta de puntos de perforación
- Rotura de cable eléctrico por disparo
- Limpiando taladro de perforación
- Cambio de brocas y barras
- Barra atracada en el taladro
- Falta de agua en el equipo
- Tolva atascada
- Area en relleno
- Derrumbe

(F) Otras Demoras (od)

Es el tiempo perdido por demoras ocasionales por otros departamentos

(G) Horas no Programables

- 1.- Huelga
- 2.- Over Haul (Reparaciones Mayores)
- 3.- Condiciones climáticas
- 4.- Equipo en "Stand By"

III.- PERSONAS RESPONSABLES DE LOS REPORTES Y CALCULOS

1.- REPORTE DE OPERACION

Los reportes deben ser llenados por los operadores con firmas aprobatorias del capataz de sección.

2.- REPORTE DE MANTENIMIENTO

Este reporte debe ser relleno por el mecánico y/o electricista que hizo el mantenimiento con firma del Jefe de Mantenimiento

3.- CALCULOS DE DISPONIBILIDAD

Los cálculos deberán ser hechos por el Departamento de Planeamiento en base a los reportes de las Secciones de Operaciones y Mantenimiento , los que deben coincidir en el número de horas que tomaron en cada caso.

V.V. OTRAS DEFINICIONES

° **Tiempo Productivo** : Tiempo mínimo irreductible que se necesita teóricamente para obtener una unidad de producción , es decir el tiempo necesario para llevar a cabo una operación sin que existan pérdidas de tiempo por ningún motivo. Dicho de otro modo , el tiempo productivo es el que se invierte exclusivamente en efectuar una labor para obtener un producto terminado.

° **Tolerancias** : Tiempo dado para medir demoras en el trabajo relacionadas con el desgaste físico , necesidades fisiológicas del trabajador , las condiciones en que se realizan las operaciones y otras demoras personales que están relacionadas con el trabajo , así como la interrupción del trabajo por causas ajenas al operador o fuera de su control.

° **Tiempo Improductivo inevitable** : Tiempo empleado para efectuar actividades complementarias y necesarias para la ejecución de la actividad productiva. Se incluye en esta clase de tiempo los desplazamientos , chequeo y desatado de labores , instalación de máquinas y accesorios ,etc.

° **Tiempo Improductivo evitable** : Tiempo que se pierde por fallas mecánicas eléctricas de los equipos y aquel donde el trabajador no realiza ninguna actividad productiva.

V.VI.- METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS EN OPERACIONES MINERAS

Elementos Básicos para el estudio de tiempos

Con el propósito de obtener una mejor y confiable toma de datos ,se procedió a descomponer la actividad total (Jornada de trabajo) en elementos básicos para el cronometraje.

Asimismo ,para una mejor y fácil identificación de los elementos básicos para la toma de tiempos , se ha construido tablas cuyos detalles pueden verse en el Apéndice I.

Toma de Datos

Para la uniformización de criterios y procedimientos se estableció lo siguiente:

- Unidad de medida : El minuto ,utilizándose el segundo o la centésima de minuto.
- Instrumento de medida : Se utiliza un cronómetro con exactitud al segundo.
- Formatos : De acuerdo a los objetivos del presente estudio se ha diseñado una hoja de trabajo , la cual se muestra en los Apéndices.

Determinación del número de observaciones

Se tienen los siguientes criterios :

- Considerar una muestra de 10 observaciones para cualquier estudio.
- El número de observaciones depende de la duración del ciclo
- Para encontrar el número de observaciones se debe considerar la variabilidad de los tiempos registrados , la exactitud establecida y la probabilidad de que el resultado se encuentre dentro de la exactitud deseada.

V.VI INTRODUCCION AL SISTEMA DE INFORMACION MINA

1.- Menú de Opciones

COMPANÍA MINERA RAURA S.A.

FECHA : DD/MM/AA

HORA : TT:TT:TT

SISTEMA DE OPERACIÓN MINA

USER : *****

Tablas	Datos Operación	Programas	Reporte de Operación	Otros
Secciones	Materiales Mina	Ingreso Programa del Mes	Operación Mina	Back-ups
Niveles	Explosivos	Ingreso Programa Semanal	Extracc.Min.-Resumen Día	Reindexado
Labores	Materiales	Reporte Labores Programadas	Extracc.Min.-Evolución Diaria	Usuarios
Equipos Mina	Aceros Perforación	Mes	Operación en Labores de Explot.	Cierre de Mes
Materiales Mina	Tarjetas de Equipos	Semana	Operación en Labores de Avance	
Supervisores	Scooptrams		Evaluación Semanal de Producción	
Contratas	Perforadoras		Equipos Mina	
Tipos Disparos	Camiones Bajo Perfil		Operación y Ratios	
Estaciones Cargulo	Avance por Labores		Distribución de Equipos	
Actividad Scoop	Relleno Hidráulico		Estadísticas Paradas	
Fallas Equipos	Extracción por Locomotora		Volumen Roto	
	Transporte Mineral por Volquete		Materiales	
			Explosivos	
			Acumulado por Labores y Contratas Especificas	
			Acumulado por Contratas	
			Aceros de Perforación	
			Uso de Brocas	
			Reporte Consumo de Materiales Mina	
			Servicio Mina	
			Operación de Relleno	
			Reporte de Raise Borer	

2.- Ingreso de Datos

3.- Reportes y Cálculos

3.1.- Operación Mina

- Extracción de Mineral (TMS) - Resumen Día
- Extracción de Mineral (TMS) - Evolución Diaria
- Operación en Labores de Explotación
- Operaciones en Labores de Avance
- Evaluación Semanal de Producción

3.2.- Equipos Mina

- Reporte de Operación y Ratios de Equipos Mina
- Reporte de Distribución de Equipos
- Estadística de Causas de Paradas
- Volumen Roto por Disparo

3.3.- Materiales

- Explosivos
- Reporte de Aceros de Perforación
- Utilización de Brocas
- Reporte de Consumo de Materiales Mina

3.4 Servicios Mina

- Reporte de Operación de Relleno
- Reporte de Operación de Raise Borer

CALCULOS

1.- Rotura y Extracción de Mineral y Desmonte por Labor y Guardia

CASOS	EQUIPO	MINERAL		DESMONTE	
		ROTO	EXTRAIDO	ROTO	EXTRAIDO
Tajos Corte y Relleno	Scoop	= Extraído	F - 1	F - 3	F - 1
Tajos Corte y Acumulación	Scoop	Dato m3	F - 1	F - 3	F - 1
Tajos Taladros Largos	Scoop	Dato m3	F - 1	F - 3	F - 1
Tajos Corte y Acumulación	Locomotora	Dato m3	F - 2	-	F - 5
Tajo Abierto	Camión	Dato m3	F - 1	Dato m3	F - 5
Avances Lineales y Volum.	Scoop	= Extraído	F - 1	F - 3	F - 1
Avances Lineales y Volum.	Locomotora	= Extraído	F - 2	F - 4	F - 4

$$F - 1 : \text{TMS de material extraído de labor (i)} = \frac{\delta [\# \text{Cucharas (i,j)} \times (\text{Fe}) \times \text{PEC (j)}] \times (1-H)}{\delta [\# \text{Cucharas (i)} \times \text{Fe}]}$$

$$F - 2 : \text{TMS de material extraído de labor (i)} = \frac{\delta [\# \text{Cucharas (i,j)} \times (\text{Fc}) \times \text{PEC (j)}] \times (1-H)}{\delta [\# \text{Cucharas (i)} \times \text{Fc}]}$$

$$F - 3 : \text{TMS de material roto de labor (i)} = \delta [\# \text{Cucharas (i)} \times \text{Fe}]$$

$$F - 4 : \text{TMS de material roto de labor (i)} = \delta [\# \text{Carros (i)} \times \text{Fe}]$$

$$F - 5 : \text{TMS de material extraído de labor (i)} = \delta [\# \text{Camiones (i)} \times \text{Fv}]$$

Los resultados de las fórmulas corresponden a toneladas de material extraído / roto en una guardia o turno.

Para la mayoría de los reportes se emplea las cantidades por día (02 guardias).

Donde :

= Identificación de la labor

j = Identificación de la Estación de Carguío

PEC(j)= Peso en TMH de balanza y por viajes

Para los viajes de la estación de carguío (j)

Fe = Peso por cuchara de scoop en TMS

Fc = Peso por carro minero en TMS

Fv = Peso por camión en TMS

El material roto corresponde a la guardia anterior , coincidente con el vale de disparo

Cálculo del Volumen de Rotura o Extracción (m3) por Guardia

$$\text{m3 Mineral Labor (i)} = \text{TMS Mineral} / 3.5$$

$$\text{m3 Desmonte Labor (i)} = \text{TMS Desmonte} / 2.7$$

Para labores que tienen este dato como ingreso , no hacer esta fórmula

Cálculo de Avace de Labores (m) por disparo o guardia

$$\text{Avance de labor (i) en metros} = \text{m3 Material Labor (i)} / (\text{Ancho} \times \text{Alto})$$

En caso de labores volumétricas no existe avance en metros , estas son : Tajeos , Cámaras DDH y diversas.

2.- Mineral Transportado a Planta

$$\text{TMH Total} = [\text{PEC (j)}] \text{ Pesado en balanza con destino igual a Planta}$$

$$\text{TMS Total} = \text{TMS} \times \%H$$

3.- Mineral Transportado a Cancha

$$\text{TMH Total} = [\#Camiones \times Fv] \text{ Para todos los viajes con}$$

$$\text{TMS Total} = \text{TMS} \times \%H \text{ destino igual a "Canchas"}$$

V.VIII.- PROYECTO DE EXPLOTACION

ESPERANZA 580

Introducción

Se han evaluado tres alternativas de explotación en Esperanza 580 , realizando los análisis de costos marginales de las tres alternativas y valor actual neto de beneficio económico ; la primera alternativa se le ha denominado Derribo por Sub-niveles con taladros largos en gradines descendentes , en la segunda alternativa se aplicará un shirinkage con perforación de taladros largos y la tercera alternativa es la de Shirinkage convencional

Así mismo se ha evaluado cuatro alternativas de extracción y transporte de mineral a Planta

Se adjunta diseños de la explotación con taladros largos

Conclusiones

1. Optar pilotaje del Long Hole para ver su dilución real en la práctica , se concluyó que de haber demasiada dilución se pasaría al shirinkage.
2. Se ha calculado que en zonas potentes (> 1.70 m) la alternativa de taladros largos es la más económica.
3. Se ha demostrado que si las potencias son inferiores a 1.70 m, el método más económico es el Shirinkage convencional , con los siguientes resultados :

	ALTERNATIVAS	
	1-2	3
Prod./mes (prom.) tms	5,225	4,350
Núm. Meses	12	12
Costo de P-V-L (\$/ton)	4.66	9.54
Costo Prep. (\$/ton)	7.60	5.79
Costo Total (\$/ton)	12.26	15.33
VAN (Benef Econ) miles \$	664.82	776.99

4. De acuerdo a la conclusión "1" , el cronograma de labores y producción se presenta en las páginas siguientes.

5. Se está preparando un análisis de isopotencias que ayudará al diseño de detalle de la perforación y rotura.

6. Para la extracción - transporte de mineral a Planta , se concluye lo siguiente :

- La alternativa más económica es la de transporte directo con volquetes del Nv. 580 a Planta
- La siguiente alternativa es la de transporte con Camión Bajo Perfil a Tolva en superficie para cargar los carros mineros y usar la vía férrea del túnel Gayco a tolva de gruesos.

1.- **Descripción** : La zona ha explotarse encuentra entre el Nv. 630 y Nv. 580 de la Veta Esperanza . La mineralización se presenta en estructuras tipo vetas Rosario con rumbo longitudinal E - W y con buzamiento promedio de 65° a 70° al S. La potencia promedio es de 0.98m.

La roca encajonante es una brecha policlástica algo competente. La dureza del mineral ,en la escala de Morh, está entre 5.5 y 6.

2.- **Reservas** :

Probadas

BLOCK	TMS	Potencia	% Cu	% Pb	% Zn	Onz. Ag	Valor
16	3650	0.76	0.7	2.13	2.77	7.84	59.08
17	6320	1.13	1.05	3.48	5.47	9.93	88.62
18	6730	0.98	0.85	2.43	5.47	11.37	87.32
21	5070	1.25	0.71	1.71	4.84	12.14	82.80
22	3500	0.72	0.66	1.8	3.02	7.47	56.98
23	4630	0.86	0.88	3.29	4.46	10.5	83.38
106	5380	0.98	0.85	2.43	5.47	11.37	87.32
Total	35280	0.98	0.84	2.53	4.72	10.36	80.45

Fuente : Inventario de Reservas 1,997

Resumen de Reservas Probadas + Marginales diluidas a diferentes anchos de minado

Potencia	TMS	Fact.dil	% Cu	% Pb	% Zn	Onz. Ag	Valor
1.0	52,250	---	0.84	2.53	4.72	10.36	80.45
1.1	57,475	11 %	0.75	2.25	4.20	9.22	71.67
1.2	62,700	18 %	0.69	2.07	3.87	8.50	65.70

3.- Método de Explotación :

Descripción de Alternativa N°1

Nombre del Método : Derrumbe por sub-niveles con taladros largos

Preparaciones : 3 Sub-niveles de 2 x 2.5 m ,los que se usarán para la perforación, éstos están separados 9 m

By - Pass de extracción en el Nv. Inferior

Draw Points o ventanas de extracción en el Nv. Inferior

Chimeneas cara libre (1.5 x 1.5)

Perforación :

Es vertical con un Long Hole Wagon Drill , con 8m por taladro , inicialmente se aplicará malla cuadrada de 1 x 1 con un rendimiento por taladro de 19 ton , y rendimiento en la perforación de 5 tal / gda. La perforación debe ser concluida en su totalidad a lo largo de los sub-niveles para iniciar con el derrumbe del mineral.

Voladura :

La secuencia de la voladura , será del Snv. Superior al Inferior , avanzando en retroceso , dejando espacio suficiente para el carguío de los demás taladros.

Descripción de Alternativa N° 2

Nombre : Shirinkage con Taladros Largos

La variación está en la secuencia de la voladura , la que será ascendente ,y por etapas , en la primera se jalará el exceso de mineral , hasta que se tenga espacio para el carguio de los taladros superiores.

En ambos métodos el costo de P-V-L es de us \$ 4.66 / ton.

Descripción de Alternativa N° 3

Nombre : Shirinkage dinámico convencional

El costo de P-V-L es de us\$ 9.54 / ton

Alternativa N° 1 y 2

Cronograma de Avances :

Labor	Sección	Longitud	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Snv. N°2 W	2 x 2.5	180	30	30	60	60	-
Snv. N°2 E	2 x 2.5	60	30	30	-	-	-
R(+) 120NW	3 x 3	36	-	-	-	-	-
Snv N°3W	2 x 2.5	180	30	30	60	60	-
Snv N°3E	2 x 2.5	60	30	30	-	-	-
By Pass 954E	3 x 3.5	160	35	45	70	-	-
By Pass 954W	3 x 3.5	60	35	25	-	-	-
Gal. 955E	3 x 3	130	35	35	30	-	-
Gal. 955W	3 x 3	600	35	35	30	100	100
Draw Point	3 x 3	180	60	40	40	40	
<i>Sub-Total</i>			285	300	290	260	100
Ch. 1	1.8 x 1.5		50				
Ch. 2	1.8 x 1.5			50			
Ch. 3	1.8 x 1.5				50		
Ch. 4	1.8 x 1.5					30	
<i>Sub-Total Chs.</i>		150	50	50	50	30	30
Total		1166	335	350	340	290	130

Los avances con Jumbo serán en la Galería E / W Nv. 580 , By Pass E / W y Ventanas

Los avances con Jackleg serán en los Snvs. y Chimeneas

Cronograma de Producción (TMS)

Labor	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic	Ene	Feb	Mar	Reserva s
Snvs. y Gal.	3300	3300	3100	3800	2000				7.550
Tajeo 1						7.000			
Tajeo 2							7.000		
Tajeo 3								7.000	
Tajeo 4									
(*)									
Sub - Total	3.300	3.300	3.100	3.800	2.000	7.000	7.000	7.000	55.150
% Cu	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	0.58	0.56	0.80	0.69
% Pb	3.06	3.06	3.06	3.06	3.06	1.40	1.61	2.75	2.07
% Zn	4.74	4.74	4.74	4.74	4.74	3.97	2.37	4.14	3.87
Onz. Ag	9.12	9.12	9.12	9.12	9.12	9.95	6.28	8.34	8.50

Alternativa N° 3

Cronograma de Avances :

Labor	Sección	Longitud	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
By Pass 954E	3 x 3.5	160	50	50	50	-	-
By Pass 954W	3 x 3.5	60	50	10	-	-	-
Gal. 955E	3 x 3	130	50	80		-	-
Gal. 955W	3 x 3	600	50	60	70	150	150
Draw Point	3 x 3	180	50	50	80		
Sub-Total			250	250	200	150	150
Ch. 1	1.8 x 1.5		50				
Ch. 2	1.8 x 1.5			50			
Ch. 3	1.8 x 1.5				50		
Ch. 4	1.8 x 1.5					30	
Sub-Total Chs.		150	50	50	50	30	30
Total		1166	300	300	250	180	180

Los avances con Jumbo serán en la Galería E / W Nv. 580 , By Pass E / W y Ventanas

Los avances con Jackleg serán en Chimeneas

Cronograma de Producción (TMS)

Labor	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic	Ene	Feb	Mar	Reservas
Snvs. y Gal.	1.400	1.600	3100	3800	2000				1.400
Tajeo 1						4.800			
Tajeo 2							4.800		
Tajeo 3								4.800	
Tajeo 4									
(*)									
Sub - Total	1.400	1.600	4.800	4.800	4.800	4.800	4.800	4.800	56.075
% Cu	1.05	0.63	0.61	0.87	0.76	0.75	0.75	0.75	0.75
% Pb	3.06	1.52	1.75	3.03	2.16	2.25	2.25	2.25	2.25
% Zn	4.74	4.31	2.57	4.49	4.87	4.20	4.20	4.20	4.20
Onz. Ag	9.12	10.80	6.82	9.05	10.12	9.22	9.22	9.22	9.22

EXTRACCION Y TRANSPORTE

Independientemente de los métodos de explotación se tienen analizados tres alternativas de extracción , ver el siguiente cuadro :

ALTERNATIVAS DE EXTRACCION en us\$ / ton

	Bajo Perfil Pala - Volquete	Volquete Desquinche rampa	Bajo Perfil - Tv Superf. Locomotora Construcc. Tolva	Bajo Perfil - Tv Superf Volquete Construcc.Tolva
Inversión				
Costo Unit. Inv.	---	0.33	0.50	0.20
Extracción B / P	0.66	--	0.66	0.66
Pala	0.30	--	--	--
Volquete	0.53	0.78	--	0.53
Locomotora	--	--	0.16	--
Costo Unit. Transporte	1.49	0.78	0.84	1.19
Costo Total (Transp.+Inv)	1.49	1.11	1.34	1.39

La inversión se ha calculado para 100.000 tons. de mineral

Recomendación

La alternativa de Transporte directo del Nv. 580 a la Planta es la más ventajosa económicamente , respecto de las otras , por lo tanto el desquinche de la rampa de ingreso es necesaria

4.- Servicios

- Aire Comprimido :

Balance :

Requerimiento del LHWD : 350 CFM con una presión de 8 bares

Requerimiento de 04 máquinas jackleg : 395 CFM con una presión de 6 bares

Total Requerido : 745 CFM a una presión de 7 bares

Total Disponible : 1200 CFM a una presión de 7 bares

- Agua :

Consumo de 1 m³ / hr para la LHWD (aproximado)

- Ventilación :

Requerimiento : 01 Camión Bajo Perfil + 01 Scoop (410 hp): 1200 m³ / min

10 hombres por guardia : 60 m³ / min

Total : 1260 m³ / min = 44,500 CFM

5.- Recursos

Nuevos

01 Ventilador de 44,500 CFM

01 Máquina Cargadora de AN / FO

ANALISIS MARGINAL FINANCIERO (miles de us\$)

Alternativa 1 - 2

	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene '98	Feb '98	Mar '98	Abr '98	May '98	Jun '98	Jul '98	Acumulado
Inversiones													
- Preparaciones	88.7	81.9	80.0	60.3	24.1								
- Perforación	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8							
Costos Prod.	138.6	138.6	130.2	159.6	84.0	307.0	307.0	307.0	307.0	307.0	307.0	228.1	
Ingresos	173.4	173.4	162.9	199.7	105.1	459.9	459.9	459.9	459.9	459.9	459.9	341.6	
Ingresos Netos	-75.6	-68.9	-69.1	-42.0	-24.8	131.0	152.9	152.9	152.9	152.9	152.9	113.5	729
V.A.N.(10%)	664.82												
Reservas													
Preparaciones	3,300	3,300	3,100	3,800	2,000								15,500
Extracción						7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	5,200	47,200
V.M.	52.56	52.56	52.56	52.56	52.56	65.7	65.7	65.7	65.7	65.7	65.7	65.7	

Alternativa 3

	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene '98	Feb '98	Mar '98	Abr '98	May '98	Jun '98	Jul '98	Acumulado
Inversiones													
- Preparaciones	78.5	78.5	66.1	33.5	33.5								
- Rotura		39.2	117.6	117.6	117.6	66.0							
Costos Prod.	58.8	69.4	208.2	208.2	208.2	208.2	216.9	216.9	216.9	216.9	216.9	216.9	
Ingresos	73.6	114.7	344.0	344.0	344.0	344.0	358.4	358.4	358.4	358.4	358.4	358.4	
Ingresos Netos	-63.7	-72.5	-47.9	-15.4	-15.4	69.8	141.5	141.5	141.5	141.5	141.5	141.5	853
V.A.N.(10%)	776.99												
Reservas													
Preparaciones	1,400												1,400
Extracción		1,600	4,800	4,800	4,800	4,800	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	56,075
V.M.	52.56	71.67	71.67	71.67	71.67	71.67	71.67	71.67	71.67	71.67	71.67	71.67	

Rotura 4800 14400 14400 14400 8,075 56,075

4,350

DESCRIPCION DE LABORES

	SECCION	LONGITUD
3 Snvs. de explotación	2 x 2,5	654
Draw Point	3 x 3	180
Rampa (+) Acceso Snv. 3	3 x 3	36
Gal. By - Pass	3 x 3	218
Gal. Nv. 580	3 x 3	218
Chs.	1,5 x 1,5	180
Rampa (-) Acceso a Nv.580	4 x 3	304

ANALISIS DE COSTO MARGINAL EN PREPARACIONES

	ALTERNATIVAS		
	(1)	(2)	(3)
Snvs. de explotación	123,240	123,240	---
Draw Point	61,096	61,096	61,096
Rampa (+) Acceso Snv. 3	12,219	12,219	---
Gal. By - Pass	73,994	73,994	73,994
Gal. Nv. 580	73,994	73,994	73,994
Chs.	31,500	31,500	31,500
Sub - Total	376,042	376,042	240,583
Costo us\$ / ton	6.00	6.00	4.19
Rampa (-) Acceso a Nv.580	160,512	160,512	160,512
Costo us\$ / ton	1.61	1.61	1.61
Costo total us\$ / ton	7.60	7.60	5.79

ANALISIS - EVALUACION DE METODOS DE EXPLOTACION

COSTO - BENEFICIO (us\$ / tm)

	ALTERNATIVAS		
	(1)	(2)	(3)
P - V - L	4.66	4.66	9.54
Preparaciones	7.60	7.60	5.79
Sub - Total	12.26	12.26	15.33
Otros Costos	42.00	42.00	42.00
Costo Total	54.26	54.26	57.33
Valor de Mineral (us\$ / ton)	65.7	65.7	71.67
Beneficio Económico (us\$ / ton)	11.44	11.44	14.34
Recuperación	92%	92%	92%
Dilución	18%	18%	11%
Ancho de Minado	1.2	1.2	1.1

Ventajas	Menor cantidad Personal	Menor cantidad Personal	---
	Disparos de alto volumen	Disparos de alto volumen	---
	---	---	Menor dilución
	---	---	Mayor Benef. Económ.

CIA. MINERA RAURA S.A.

METODO DE EXPLOTACION

		ALTERNATIVAS		
1 Nombre :		(1)	(2)	(3)
2 Dureza de roca (D/SD/S)		SD	SD	SD
3 Tipo de material		Mineral	Mineral	Mineral
4 Dimensiones del corte				
Longitud	m	30	40	40
Ancho explotación	m	1.2	1.2	1.2
Altura efectiva derribo	m	41	41	2.4
Volumen	m3	1,083	1,906	112
Tonelaje	tms	3,791	6,671	392
5 Chimenea Cara Libre				
Sección	m2	1,5 x 1,5	1,5 x 1,5	1,5 x 1,5
Longitud	m	41	41	1.6
6 Perforación y Voladura				
Factor Perforación	m / m3	1.48	1.48	3.11
Factor Potencia	kg / tms	0.47	0.47	0.51
Inclinación Perforación		75	75	75
Longitud Nominal Taladro	m	8	8	2.4
Diámetro	mm	51	51	38
Malla		1 x 1	1 x 1	0,8 x 0,8
Nº Taladros / Gda	núm.	5	5	35
Nº Taladros / Disparo	núm.	201	353	145
% AN / FO		85%	85%	85%
% Dinamita		15%	15%	15%
Rendimiento Perforadora	m / hr	5	5	10.5
Rendimiento voladura	tms / tal	18.9	18.9	2.7
Rendimiento Carguío Taladros	m / gda.	240	240	84
7 Limpieza				
Rendimiento Scoop 3,5 yds3.	tms / hr	40	40	40
8 Distribución de personal				
Perforación	núm.	1	1	2
Voladura	núm.	4	4	0
Rendimiento perforación	tms / tar	95	95	95
Rendimiento voladura	tms / tar	142	142	--
Rendimiento Perf.+Vol	tms / tar	57	57	24
9 Cálculo Producción				
Guardias / corte (Perforación)		40.2	70.6	4.1
Producción / mes (Rotura LHDW)	tms	4,919	4,919	4,916
Producción / mes (Extracción ST-3,5)	tms	10,150	10,150	10,150
Producción / mes (Extracción - Programa)	tms	5,000	5,000	1,639

10 Costo

BIBLIOGRAFÍA

- 1. Estudio de Tiempos para el Incremento de la Productividad,- por Juan Mendoza Flores y Andrés Miranda Lozano Centromín Perú S.A.**
- 2. Inventario de Reservas de Compañía Minera Raura S.A para 1,997**
- 3. Información de Circulación Interna**
- 4. El Proceso Administrativo por José Antonio Fernández Arena**