MINA BONANZA.

Jorge Kund-Sang León Wong 1, Hugo Eguez Alava 2.

1 Ingeniero de Minas, 1999.
2 Director de Tópico de Graduación, Ingeniero Geólogo, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1985, Postgrado EE.UU., Universidad Estatal de West Virginia, 1987, Profesor de ESPOL desde 1987.

RESUMEN

El problema que se plantea dentro del contexto de la mina Bonanza tiene que ver con la puesta en funcionamiento de un nuevo sistema de procesamiento del material que sale de la mina, en vista de que la capacidad de molienda se ve ampliamente superada y en muchos de los casos se tiene que alquilar otros molinos en la población de Bella Rica, lo que aumenta los costos de producción.

El programa de expansión es el resultado de los diferentes aspectos mencionados anteriormente por el interés de la empresa de desarrollar una minería agresiva, abaratando costos, para ello se ha tratado de llevar adelante un diseño de investigación definido donde se trata de analizar y demostrar que el problema a resolver es factible y que estaría limitado solamente por restricciones en la inversión y la búsqueda del equipo deseado.

INTRODUCCION

La escasa actividad minera metálica que existe en el Ecuador gira alrededor de la minería de oro, siendo una de las principales razones para su sustento, el precio exorbitante que alcanzo en el ano de 1980 y que fue de 850 dólares por onza troy, motivando el interés mundial hacia la búsqueda del preciado metal, con el transcurrir de los anos el precio fue bajando gradualmente hasta los 290 dólares, valor alrededor del cual fluctúa en la actualidad y que genera preocupación en muchas de las personas que obtenían este mineral, debido a la reducción de sus ingresos.

La alta cotización que alcanzo el oro hizo que en nuestro país se desarrolle una búsqueda frenética de zonas potenciales con altos tenores de mineral, encontrándose lugares como Bella Rica, Nambija y La Fortuna, además de lugares conocidos como Zaruma y Portovelo en donde se viene trabajando desde los tiempos de la colonia Española.

Las actividades que se llevan a cabo en estos sitios comprenden trabajos que en muchos de los casos fueron perfeccionados y desarrollados hace mucho tiempo atrás por los indígenas del lugar. Este tipo de practica con el pasar de los anos fue acrecentándose y es utilizada por gente que esta inmersa en actividades de pequeña, mediana y gran minería.

Las actividades que se desarrollan en la mina Bonanza están bajo las leyes que amparan a la Cooperativa Minera de Producción Aurífera Bella Rica, que pertenece al distrito minero de la provincia del Azuay, y que se enmarcan en actividades de la mediana minería, en esta se procesan cerca de 40 Tm de material por día, con producciones promedio mensual de 1300 Tm, cuenta con maquinaria minera par los procesos que se llevan en los túneles, se pone en practica aun la forma de recuperación de oro de los mineros informales al utilizar canalones debido al acuerdo que se mantiene con la compania ORENAS S. A., se usa la mesa concentradora y se obtiene el oro con una vieja practica minera como es la amalgamación en platon, todo esto mencionado será expuesto a continuación.

Todo lo anteriormente expuesto (Ver Tabla #1) corresponde a una utilidad bruta que equivale a 14.52 gramos de oro puro por tonelada de material procesado, con leyes de mena de 16.41 gr./Tm, un gasto en molino de 2.03 gr./Tm, un gasto en mina de 7.92 gr./Tm y un balance positivo entre perdida y ganancia (PI) de 2.73 gr./Tm. Estos datos indicaban que si las leyes descendían a menos de 11 gr./Tm las operaciones no serian ya rentables y en vista que se tiene el convenio con ORENAS S. A., la única salida para reducir los gastos era cambiando el sistema de acarreo, trituración y molienda del material.

CONTENIDO

CAPITULO I
REDUCCION DE MATERIAL

La reducción del tamaño de la roca es un factor importante hoy en día, puesto que el avance de la ciencia y de la tecnología hace factible que mientras más pequeña sea la pulverización de la roca se tendrán mejores resultados en los procesos, obteniendo eficiencia y beneficios económicos.

Al grado de reducción de tamaño que se logra por medio de cualquier maquina se le describe por la relación de reducción, la cual puede definirse en sentido amplio como el tamaño de la alimentación dividido para el tamaño del producto.

1.1.- TRITURACION

Las trituradoras utilizadas en nuestro caso son dos quebradoras de quijada tipo Blake que cuentan con un motor de 7.5 HP cada uno, que puede procesar roca dura y abrasiva con un promedio de 2 Tm por hora en condiciones de trabajo exigentes, la boca de entrada de material es de 8" x 4" y su salida es de 8" x 1", su relación de trituración es de 3.3 a 1.

1.2.- MOLIENDA

Los molinos que se utilizan son los llamados molinos chilenos o trapicheros de cuatro ruedas cada uno, los cuales son accionados por un motor de 25 HP a 1750 R.P.M. y a 60 Hz, que tienen una capacidad instalada de 30 Tm por día cuando es veta y 24 Tm por día cuando es material de caja.

Los dos molinos necesitan cerca de 1000 m3 de agua por día para su funcionamiento ya que la pulpa que sale es de 3% a 4% de sólidos en peso, dentro de ellos se queda un 65% a un 70% del oro que contiene el material ya que en las compuertas de los molinos hay una malla ASTM #70 que deja pasar a los granos de roca más pequeños hacia los canalones.

En vista de que buena cantidad de oro que contiene el material se queda dentro del molino y no tiene como salir, prácticamente hay que detener y lavar los molinos para recuperar el oro que se queda en el interior.

CAPITULO II
CONCENTRACION GRAVIMETRICA

La concentración gravimetrica es un método importante para la obtención de materiales de valor que se basa en que las partículas se mantengan ligeramente apartadas, de manera que puedan moverse unas con relación a las otras, para que así puedan separarse idealmente en capas de minerales densos y ligeros.

La concentración gravimetrica aprovecha la alta gravedad especifica del oro que es de 19.3 gr./cm3 y que se llega a efectuar en la mayoría de los casos en agua, por lo que este recurso natural debe tener una buena administración y regulación ya que es muy importante para la actividad minera.

2.1.- CANALONES

Los canalones son dispositivos que se encuentran inclinadas con respecto al terreno alrededor de 30 grados, tienen 5.4 m de largo y 54.5 cm de ancho y sus medidas pueden variar con respecto a otros. A lo largo del canalón se colocan trozos de franelas y encima de estos pedazos de fieltro o de colchas con dimensiones de 1.25 m de largo y 85 cm de ancho llamadas bayetas que recolectan todo el material pesado, incluido el oro que se asienta en el fondo, estando colocadas en el canalón por una longitud de 3.8 m, y que después se las lava hasta que haya pasado dos toneladas de material chancado por el molino, mientras que la arena que no pudo retener las bayetas se dirigen hacia las piscinas de sedimentación, para su posterior envío a la planta de cianuración.

2.2.- MESA CONCENTRADORA

La mesa concentradora es rectangular y tiene una pendiente de caída de 15 grados que va desde la orilla de alimentación hasta la orilla de descarga. La superficie de la mesa es de caucho y tiene un arreglo apropiado de acanaladuras en cuyos extremos se quedaran los minerales mas pesados y el oro.

Debido a la acción de sacudimiento diferencial, cuya carrera es de 1 cm por segundo, esta proporciona el movimiento de los minerales hacia el lugar de descarga en donde se recogen con dos baldes el concentrado, mientras el material fino va hacia unas tinas que al llenarse a su vez es trasladado y pasado por un canalón secundario, en donde las bayetas que se ponen se encargan de recuperar lo ultimo de oro que haya, y después el material que no ha sido recuperado se lo ensaquilla y se lo lleva después a la planta de cianuración con el nombre de relaves.

CAPITULO III
DISPOSICION DE LAS COLAS

En el diagrama de flujo del proceso metalúrgico para la obtención de oro de la mina Bonanza tenemos dos tipos de colas que son: primero la que sale directamente de los molinos hacia las piscinas de sedimentación que se denomina arena y segundo el material fino y medio que sale de la mesa concentradora, que no fue recogida en las bayetas del ultimo canalón al cual se les hace pasar y que se llaman relaves.

3.1.- PISCINAS DE SEDIMENTACION

Las piscinas de sedimentación sirven para que la arena que sale de los molinos y que se encuentra en estado de suspensión, se pueda asentar y se acumule para su posterior envío a la planta de cianuración.

3.2.- AGUA DE LAS COLAS

El agua es un bien muy preciado que se encuentra en abundancia cuando corresponde a la estación de invierno y que escasea en la estación de verano, a esto se suma la gran cantidad de agua que necesitan los molinos, para la concentración gravimetrica del material y para el envío de las colas hacia la planta de cianuración, razón por la cual necesitamos reutilizar el agua para no llegar a parar la producción.

En las piscinas de recolección de agua se haya dos bombas de 5 HP a 3450 R.P.M. con 60 Hz, con una carga máxima de 65 m y con salida de 3 pulgadas, que absorben el agua de ahí hacia dos tanques que están 10 metros mas arriba de ellos.

CAPITULO IV
METALURGIA EXTRACTIVA

Una de las fases mas criticas de toda actividad minera metálica o no metálica es la de definir el método a utilizar para obtener el mineral deseado, tratando de que económicamente sea más rentable su explotación.

La mina Bonanza al surgir de la empresa ORENAS S. A., que se encarga de lixiviar el oro por un proceso de cianuración CIP, esta imposibilitada de procesar las arenas que resulten de la molienda por algún método físico o por procesos de concentración por flotación, solamente puede sacar el oro grueso que es retenido en las bayetas de los canalones y su posterior tratamiento con mercurio, llamado amalgamación.

La amalgamación es una vieja practica minera que se basa en dos procesos fisico-quimico que son: 1) La mojabilidad selectiva del oro y 2) La difusión progresiva del mercurio en el interior de la fase sólida.

En el proceso de amalgamación se obtiene las bolas de amalgama para su posterior quemado ya sea por tres métodos que son:

1) La amalgama se quema en la retorta,
2) La amalgama se quema directamente al soplete
3) La amalgama es atacada con ácido nítrico

Mediante estos métodos se obtiene el oro, el cual será posteriormente fundido para tener una mejor ley de oro de 24 kilates y que se puede observar por el color que tenga la barra.

En la comercialización del oro se utiliza una formula que determina la cantidad de oro y plata que contiene la barra aunque solamente se paga el contenido de oro puro que tiene y que se expresa por el peso seco y el peso húmedo que tenga la barra, dada en la siguiente ecuación.

$$\% \, Au = (2.193182 - 23.028409 * (Ws - Wh)/Ws) * 100$$

En donde: % Au = Pureza de la barra
Ws = Peso de la barra en el aire
Wh = Peso de la barra sumergida en el agua

CAPITULO V
ANALISIS DE DIAGRAMAS DE PROCESO

El diagrama de flujo actual de la mina Bonanza (Ver Gráfico #1) tiene una capacidad instalada de 48 Tm/día, se observa el flujo que sigue el material que sale del interior de la mina y los pasos que se siguen a fin de poder recuperar la mayor cantidad de oro posible.

En vista de que se piensa cambiar la forma de acarreo, trituración y aumento en la capacidad de molienda, el análisis comparativo abarcara esos puntos ya que el proceso final de obtención del oro, que es la amalgamación, no variara (Ver Gráfico #2).

Del diagrama de flujo actual se observa que en la fase de trituración se emplea a 6 personas por cada turno rotativo de 6 horas, que se encargan de palear, triturar y ensaquillar alrededor de 350 bultos, promedio máximo que se puede procesar en condiciones de alta producción que da aproximadamente 9.9 Tm por turno, procesado en 5 ½ horas, mientras los últimos 30 minutos de la guardia sirven para enviar los bultos por el winche.

El empleo de saquillos para transportar el material triturado por el winche, hasta los molinos, significa ensaquillar aproximadamente 1400 Tm por mes, que a un promedio de 35 sacos por tonelada, implica el uso de 50000 saquillos, de los cuales se vuelven a emplear un 60%. Es decir que mensualmente para este trabajo se pierden unos 20000 saquillos.

En la fase de molienda se ocupa a 6 personas mas, que se encargan de carretillar los bultos, apilarlos, meter el material al molino, lavar las bayetas y lavar los molinos. Se sabe que los molinos chilenos procesan 24 Tm al día por cada uno de ellos y se trituran 39.6 Tm por día, que no excede la capacidad instalada pero si el valor real de molienda, cuyo tope máximo fue de 37.1 Tm por día en el mes de noviembre y que se debió a paras por distintos motivos ya sea al arreglo de los molinos, arreglo de las trituradoras, falta de agua, lavado de los molinos y en algunos casos falta de material de la mina (Ver Tabla #2). Esto significa que laboran 30 personas en total.

En el nuevo sistema de procesamiento mineral se toma las mismas referencias de producción, mientras que los precios de los equipos, que se compraran, son de segunda mano en vista de que son ofertadas por companias que cerraron las minas y que ya no laboran en el país. Así tenemos que una tolva de gruesos de 50 Tm vale 4500 dólares y una tolva de finos de 100 Tm vale 5500 dólares, una trituradora primaria de 15"x10" con su alimentador valen 7000 dólares, trituradora secundaria de 8"x4" vale 3000 dólares, una banda transportadora de 6 metros vale 1500 dólares, una banda transportadora de 36 metros vale 9000 dólares y una tolva de medios de 25 Tm vale 3000 dólares, con esta maquinaria nos permite reducir el personal a 3 hombres en el molino y 1 hombre en la trituradora siendo el total de 12 hombres.

Si se considera que los saquillos valen en el mercado la cantidad de USD$ 0.1 cada uno, que los trabajadores incluyendo la comida se gasta USD$ 200 cada uno y que el consumo de energía eléctrica equivale a 90000 KW/H, siendo su costo de USD$ 0.1 por cada kilovatio hora para el sistema viejo y que en el sistema nuevo el aumento en el consumo de energía sea tan solamente del 10%, que en las construcciones se gasta solamente USD$ 7000 y que el interés en dólares es del 18% anual (Ver Tabla #3).

CAPITULO VI
ANALISIS DE COSTOS

El análisis económico de proyectos de inversión tiene por objeto el estudio de la evolución de los resultados de la empresa y de la rentabilidad de los capitales empleados.

La evaluación económica constituye una herramienta muy importante para la toma de decisiones, aunque no exclusiva, pues esta se debe tomar a partir de un amplio análisis que cubra los aspectos técnicos, económicos, financieros, de riesgo e intangibles.

Para realizar una correcta evaluación de los flujos de fondos de un proyecto es preciso tener en cuenta el valor cronológico del dinero. El origen de este concepto estriba en que el dinero tiene un coste de utilización significativo. Por un lado, dicho coste se puede presentar en forma de intereses que es necesario desembolsar, si nos ha sido prestado, o bien como el coste de oportunidad equivalente a los intereses que se obtendrían de otras aplicaciones.

En términos matemáticos sencillos, si se considera hoy una cantidad monetaria "P", y un interés en tanto por uno "i", al final de "n" anos el dinero disponible "F" será:

F = P * (1 + i)n

En caso de que se trate una serie uniforme "A" la ecuación para encontrar un "F" será:

F = A * (((1 + i)n –1) / i)

CONCLUSIONES

1) Se reduce el personal que trabaja tanto en las trituradoras como en los molinos.
2) Se elimina el uso de 20000 saquillos mensuales y que significa un gasto de USD$ 2000 al mes.
3) El cambio de esquema de procesamiento del material trae un beneficio adicional que significa operar la planta en forma más continua y rápida.
4) Se estima procesar cerca de 1800 a 2000 Tm de material por mes.
5) Calculando el flujo de caja para dos anos con un interés para operaciones en dólares del 18% anual tenemos que para el sistema viejo el valor futuro será de USD$ 745547.39 y para el nuevo sistema el valor futuro será de USD$ 711779.61 lo que indica que el sistema nuevo nos dará un ahorro de USD$ 33767.78.
6) Al analizar la diferencia cuantitativa entre los valores obtenidos para dos anos para las toneladas de molienda se obtiene que en el sistema viejo se va a gastar USD$ 23.90 por tonelada molida en cada mes y en el nuevo sistema será de USD$ 14.83 por tonelada molida en cada mes.
7) Se observa que hay un ahorro mensual de USD$ 9.07 a favor del nuevo sistema de procesamiento.
8) Se hace viable el cambio de sistema.

REFERENCIAS

1) DESARROLLO DE LA MEDIANA MINERIA EN EL ECUADOR. MINA BONANZA
2) METODOS TRADICIONALES DE OBTENCION DE ORO MEDIANTE AMALGAMACION
3) TRATAMIENTO METALURGICO DEL ORO
4) INTRODUCCION AL PROCESAMIENTO DE MINERALES
5) CONSULTORIA EN TRATAMIENTO DE MINERALES. ZONA A: SECTOR MINERO DE BELLA RICA
6) INFORME GEOLOGICO MINERO MINA JORGE 2
7) THE EXTRACTIVE METALLURGY OF GOLD
8) ESTUDIOS DE VIALIDAD EN PROYECTOS MINEROS
9) INGENIERIA ECONOMICA