



***“VISITA A LA CENTRAL DE COOPERATIVAS
MINERAS SAN ANTONIO DE POTO, Y AL
YACIMIENTO PAMPA BLANCA – DISTRITO
DE ANANEA, DEPARTAMENTO DE PUNO”***

**Informe de
Retroalimentación**

Flavio Castillo Mejía
newface@uni.edu.pe

UNI UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
INGENIERIA

Universidad De Emprendedores

INDICE

- I) Introducción.**
- II) Reunión con los representantes de las organizaciones del distrito de Ananea (Retroalimentación).**
 - II.1) Producción
 - II.2) Contaminación
 - II.3) Capacitación
 - II.4) Seguridad
- III) Visita a la Central de Cooperativas Mineras San Antonio de poto (CECOMSAP).**
 - III.1) Visita a la Cooperativa Municipal
 - III.2) Visita a la Cooperativa Dorado
 - III.3) Cooperativa San Antonio – Estrella de Oro – San Juan de Dios – Señor de Ananea
 - III.4) Visita a la Cooperativa Halcón de Oro
 - III.5) Visita a la Cooperativa Santiago
- IV) Visita al yacimiento Pampa Blanca**
 - IV.1) Método de minado a cielo abierto, con uso de fajas
 - IV.2) Recomendaciones
- V) Visita a la Planta Buenafortuna.**
 - V.1) Descripción del proceso
 - V.2) Recomendaciones
 - V.3) Conclusiones

I) INTRODUCCIÓN

El distrito de Ananea de la provincia de San Antonio de Poto, del departamento de Puno, es una zona netamente minera, donde se ha venido practicando minería desde épocas de la colonia; en ella se ubican yacimientos conocidos como La Rinconada, Cerro Lunar y las morrenas de Pampa Blanca, Vizcachani y Chaquiminas.

El presente informe tiene como objetivo describir el trabajo en campo realizado por el Grupo de Investigación New Face de la Universidad Nacional de Ingeniería, el cual visita por segunda oportunidad al distrito de Ananea y reafirma su compromiso de seguir asesorando a los mineros de las diferentes zonas en explotación.

El informe se divide en tres etapas:

La primera se refiere a la retroalimentación a los mineros artesanales de los estudios anteriormente realizados, la segunda se refiere a los análisis hechos de la presente visita a las operaciones de las cooperativas que conforman CECOMSAP, y la tercera se refiere al informe de la visita realizada al yacimiento de Pampa Blanca y la Planta Buenafortuna.

En este sentido el presente informe recoge múltiples recomendaciones relacionadas con las operaciones de los ciclos de explotación y beneficio del oro, en línea con la buena práctica minera, cuyos destinatarios finales (mineros de Ananea) podrán utilizar como herramienta de mano, e ir paulatinamente adecuándose a los procedimientos y estándares acá mencionados; así mismo sirve como información secundaria para los nuevos proyectos y estudios a realizarse en las diferentes zonas mineralizadas, pues estamos convencidos que para lograr la competitividad y eficacia de las operaciones mineras, esta deberá pasar por varios procesos de retroalimentación.

II) REUNIÓN CON LOS REPRESENTANTES DE LAS ORGANIZACIONES DEL DISTRITO DE ANANEA (RETROALIMENTACIÓN)



El día jueves 30 de junio se realizó la reunión de los asesores de NEW FACE con:

Representantes de las cooperativas de CECOMSAP

Representantes de la Comunidad Campesina de Ananea

Representantes de los mineros de Chaquiminas

En donde se tocaron temas relativos a: producción, contaminación, capacitación, seguridad y organización; mostrando los resultados de la primera visita realizada en noviembre del 2004.

II.1) PRODUCCIÓN: Un aspecto que preocupa a los mineros tanto de las cooperativas de CECOMSAP, como los de Chaquiminas, es mejorar la producción y recuperación del oro, para ello el equipo de asesores de New Face comentó acerca de las características del tipo de yacimiento (fluvio-aluvial) recomendando:

Mapas, Secciones y Muestreos.

Se deben preparar perfiles, planos topográficos y curvas de nivel a escala adecuada (1:500) así como secciones que cubran el área de explotación, los cuales son esenciales para preparar el planeamiento de minado señalándose las zonas para: Echadero de desmonte, abastecimiento de agua, drenaje y localización de la planta la que debe ubicarse de tal manera que la distancia de transporte sea mínima, así como otras facilidades como talleres, oficina, campamentos, planeamiento, Etc.

Se debe incorporar la cultura del muestreo entre otras cosas para identificar las zonas más ricas; la obtención de una muestra representativa es una tarea muy difícil de lograr por la frecuente heterogeneidad de la morrena, ya que el depósito contiene una mezcla de fragmentos de diversos tamaños, arena, bloques y material arcilloso.

El problema se agudiza por el tamaño de los bloques (pedrones) que varían en algunos casos hasta 0.20 m. de diámetro.

En este caso, una buena aproximación se obtiene estimando en porcentaje el contenido de los fragmentos y utilizando factores de corrección en los cálculos finales de las muestras.

En general, los valores de metales preciosos en morrenas están repartidos irregularmente, por lo que para realizar un buen muestreo, es necesario obtener numerosas muestras de modo

que se pueda compensar los valores altos y bajos a fin de conseguir un valor promedio representativo.

Las herramientas para el muestreo de reconocimiento son sencillas: Bateas, canalones rudimentarios y zarandas. Con el fin de alcanzar los objetivos de la evaluación en forma rápida inicialmente, se toman muestras en sectores que aparentemente son los más favorables.

Planeamiento de Minado y Método de Explotación

Actualmente las organizaciones de mineros artesanales, como los mineros individuales explotan el yacimiento mediante el método a cielo abierto, dependiendo del grado de compactibilidad de la morrena de Viscachani (CECOMSAP) se utilizan explosivos. En zonas poco consolidadas de la morrena Viscachani y en general en la zona de Chaquiminas, el arranque, carguío y limpieza del mineral se realiza en forma directa mediante el empleo del cargador frontal de 375HP con una capacidad de 3Yd³ estos equipos son alquilados por S/.120.00 nuevos soles por hora, y para el acarreo se utilizan volquetes de 350HP con capacidades de 12 a 15m³ cuyo alquiler es de S/.60.00 nuevos soles por hora, los cuales trasladan el material aurífero hasta las miniplantas de concentración gravimétrica.

En un estudio realizado anteriormente por New Face se pudo identificar tiempos muertos para el cargador frontal, del orden de 36 minutos por hora o 72 soles por hora, ocasionando pérdidas económicas considerables para cada cooperativa, recomendando que es necesario tener presente que tratándose de distancias cortas, para obtener la máxima producción, cada cargador frontal deberá trabajar con dos camiones cuya capacidad se calcula en base a que puedan llenarse con 4 a 5

cucharadas del cargador frontal, pudiendo disminuir en un 10% a 20% los costos de operación; sin embargo es necesario que se amplié la capacidad de la planta para poder recepcionar mayor cantidad de mineral de cabeza.

También se recomendó iniciar los estudios necesarios para incluir en el transporte del mineral, a la faja transportadora como un medio económico para transportar mineral en las zonas de Pampa Blanca, Vizcachani y Chaquiminas; más adelante explicaremos a detalle esta opción.

La siguiente etapa consiste en preparar la alternativa de minado mas económica, la que a su vez se basa en la información disponible, tales como: planos, secciones, disponibilidad de agua, acceso, costo de combustible, mano de obra, energía y muchos otros factores los cuales deben reflejar las características y condiciones del depósito.

Estabilidad de Taludes

Resaltamos la importancia de la estabilidad de taludes, tanto como seguridad para la operación e ingresos económicos.

El análisis de taludes en las gravas auríferas puede efectuarse mediante la aplicación de principios de mecánica de suelos.

El diseño de taludes estables implica la evaluación de los esfuerzos a que está sometido un talud el que depende de su peso, aumentando éste al saturarse el terreno con agua en la época de lluvias, así como la capacidad de la grava para soportar dichos esfuerzos, los cuales disminuyen en la época de lluvias pues el agua actúa como un lubricante produciéndose una reducción del momento resistente y un aumento del momento actuante, desestabilizándose el talud pudiendo colapsar destruyendo el equipo y poniendo en riesgo la vida de los operadores. El hecho de que un talud empinado haya permanecido estable por algunos años no es garantía de que en

cualquier momento, bajo las condiciones descritas, pueda colapsar (Fig Nro 1).

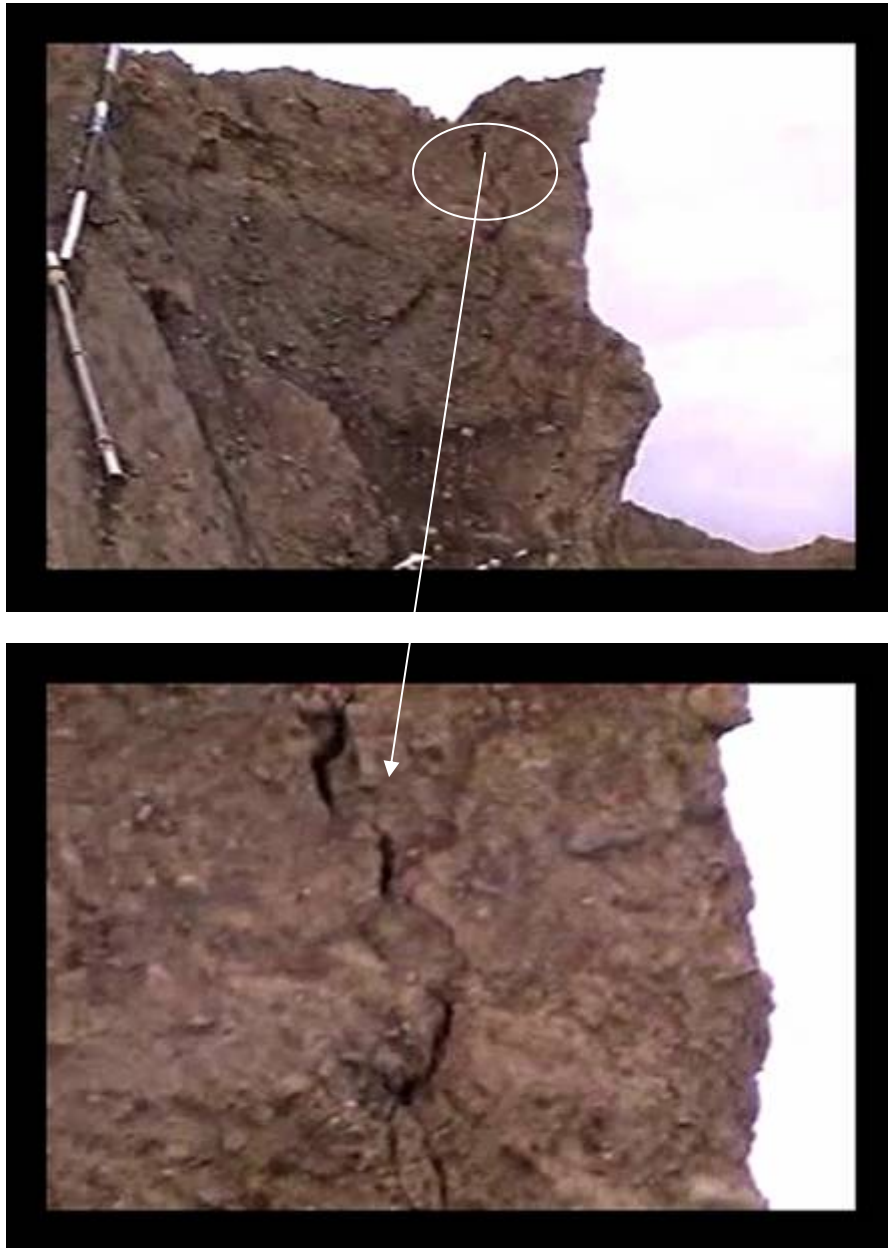


Fig Nro 1 - Talud de trabajo de la Cooperativa Dorado -

Al respecto, recomendamos trabajar con bancos de no más de 8 mts de altura dejando bermas de 2.5 mts de ancho, donde el talud general es de 60° y el talud entre bancos de 80° - 82° .

La secuencia de minado debe empezar removiendo la sobrecarga superior hasta dejar limpia la grava ; luego se planificará la explotación, en forma tal que se explote el primer banco hasta hacer campo suficiente, momento en el que se

podría trabajar un segundo banco, si es que resulta conveniente hacer un blending (mezclado) para mantener la ley de cabeza constante.

Evaluación del actual Proceso

La etapa siguiente que se asesoró, fue revisar el diseño de la planta de tratamiento con el objeto de maximizar la recuperación metalúrgica.

Las morrenas de Ananea esencialmente involucran remoción de la sobrecarga para evitar que la capa superior de tierra y arcilla se mezcle con la grava, aumentando la densidad del agua por encima de 1.0, (lo cual reducirá la recuperación, pues con una densidad de agua de 1.1. se pierde un 10% en la recuperación) está incoherente el movimiento de gravas, bombeo de agua y recuperación de los valores.

La excavación es efectuada por medio de cargadores frontales y/o retroexcavadoras, que tienen la ventaja de excavar hasta 6-10 mts por debajo del terreno donde se desplaza ésta máquina; de esta forma se puede explotar un volumen adicional y muy significativo.

Habiendo extraído el material, el siguiente paso es reducir su volumen es decir eliminar el material grueso y luego recuperar el mineral valioso contenido en las arenas clasificadas.

La recuperación se inicia con la primera clasificación, para ello utilizan instalaciones denominadas chutes; en los cuales el mineral proveniente del yacimiento transportado por camiones es depositado en la parte superior del chute para luego ser lavado con agua a presión haciendo que el mineral descienda por la rampa hasta una parrilla estacionaria donde se realiza la separación del material mas grueso (canto rodado) del resto del material morrénico.

En esta primera fase de clasificación se han podido apreciar las siguientes observaciones:

- Existen diversos tipos de diseño de tolvas o chutes para cada cooperativa, cada una de distinto material, para lo cual se recomienda uniformizar el diseño de tolvas, teniendo en cuenta ciertos parámetros de diseño, de acuerdo al tipo de morrena del yacimiento; lo cual originaría ordenar las operaciones, mejorar el tiempo de vida de las tolvas, evitar gastos de reparaciones, obtener mejores eficiencia de recepción del material.
- La parrilla estacionaria (Figura Nro 2a) que recibe el material que desciende por la tolva, en donde se realiza la primera clasificación tiene que ser rediseñado debido a que la forma en que opera, no permite darle el tiempo suficiente para el lavado de la grava, provocando pérdidas de mineral al desmonte; para lo cual se recomienda cambiar la orientación de la parrilla como se indica en la Figura Nro 2b.

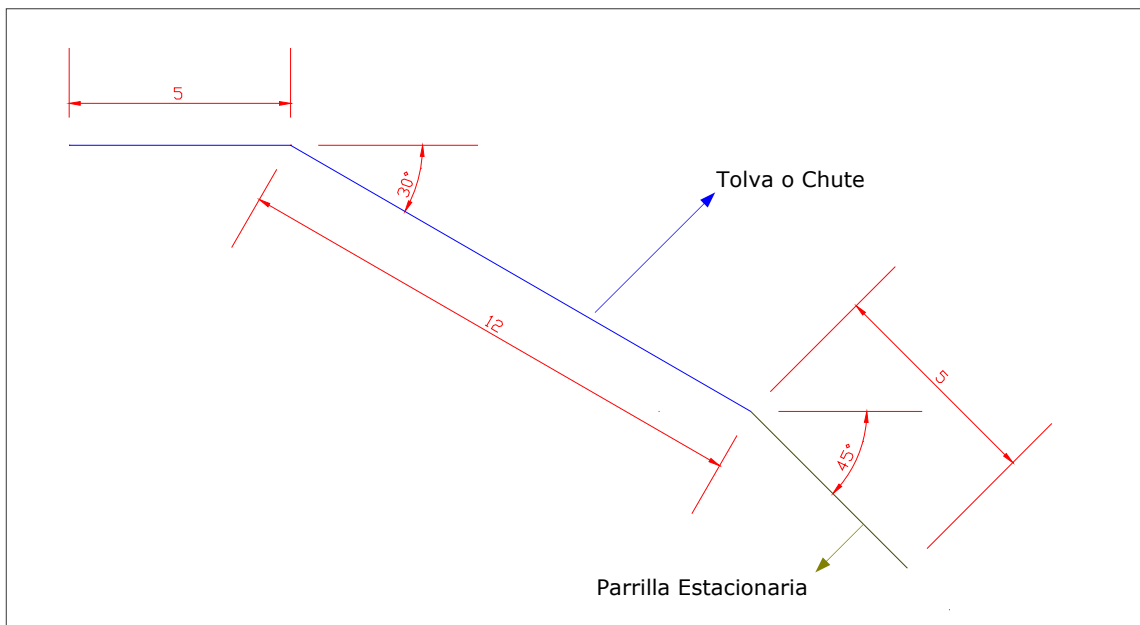


Fig Nro 2a – Diseño actual de tolvas

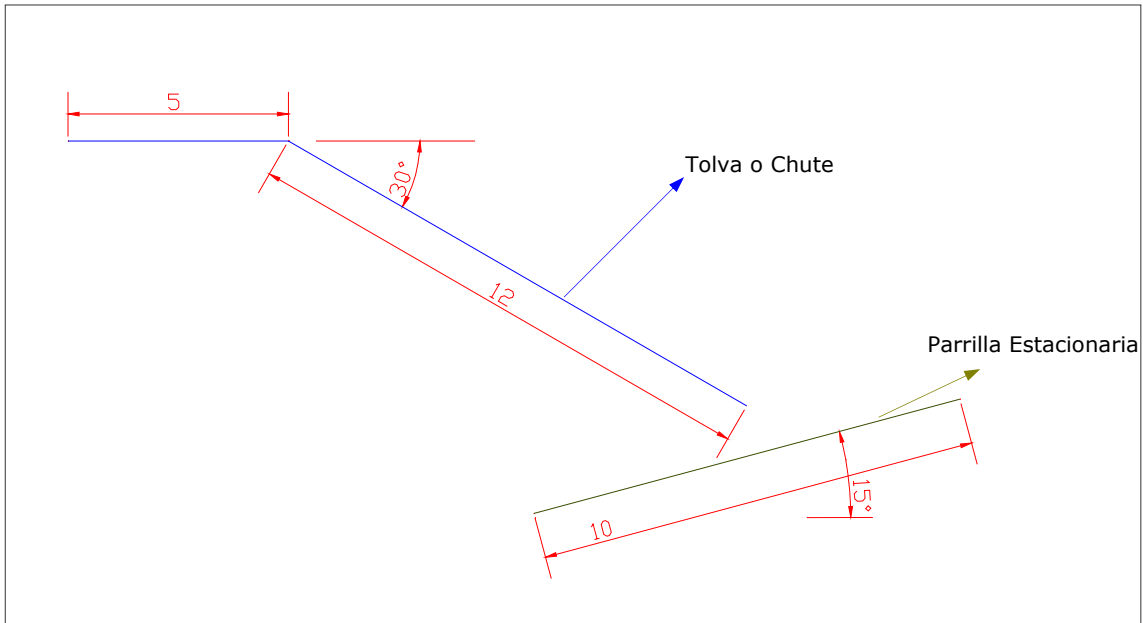


Fig. Nro 2b – Diseño de tolvas recomendado



Fig. Nro 3 – Vista de una tolva y su parrilla estacionaria

Posteriormente la pulpa con las arenas auríferas es dirigida hacia sluices, es decir canaletas de 1.0 m de ancho, y hasta 30.0 mts de largo en cuyo fondo se coloca una alfombra especialmente diseñada para atrapar las partículas de oro. La alimentación al sluice es muy ineficiente en forma tal que el flujo turbulento, la presencia de arcilla y la excesiva velocidad del agua impiden una buena recuperación del oro, presentándose el fenómeno del movimiento browniano; de preferencia, el flujo deberá ser laminar, el agua limpia y clara y la velocidad del flujo controlada a fin de que esté por debajo de la velocidad crítica y pueda recuperarse el oro fino en la alfombra que de preferencia se utilizará el modelo atrapamugre y el de ranuras, siendo la velocidad crítica aquella por encima de la cual las partículas de oro ya no se depositan en la alfombra, para lo cual recomendamos ubicar sluices de descanso mucho más anchas que las primeras aproximadamente en la mitad del sluice original, para frenar la velocidad del flujo de agua.

Recomendamos uniformizar el uso de trommels en todas las cooperativas para lavar el oro adherido a la grava gruesa, separar la fracción gruesa (mayor que 1/8") y tratar la fracción fina en jigs o concentradores centrífugos, para finalmente, utilizar un sluice con rifles del tipo Húngaro; de esta forma se podría asegurar un 15% a 20% de mayor recuperación con lo que la inversión en estos equipos adicionales se pagaría sola en menos de un año.

Los "rifles" en general permiten la concentración de las partículas de oro y pueden ser diseñados como "rifles húngaros", más pequeños, e incluir una alfombra en el fondo de la canaleta. En la canaleta, la grava se desliza a lo largo del sluis y rueda sobre el filo de los rifles. Esta acción sobre los rifles es esencialmente la de clasificar por tamaño y peso, lo

cual ayuda a concentrar el oro el cual está en la fracción fina. La arena detrás de los rifles se mantiene en un estado de suspensión por la turbulencia del agua y por la vibración originada por la grava gruesa.

Un requisito esencial para recuperar el oro fino es contar con bajas velocidades de flujo, que se logra en canaletas más anchas y una tenue capa de arena entre los rifles, la adición de partículas más densas va desplazando al material menos denso que finalmente es eliminado.

La recuperación de oro fino, o en escamas; requiere que el flujo del material en la canaleta, se efectúe como fina capa sobre los rifles con suficiente agua para evitar la compactación de la arena atrapada detrás de los rifles.

La cantidad de agua utilizada varía generalmente entre 50 m³ a 150 m³ según se trate de grava o material fino respectivamente, y la densidad de alimentación varía entre 0.5 % - 0.4 % de sólidos.

Se debe mantener una adecuada alimentación a fin de que la canaleta trabaje eficientemente y una buena carga o ligera sobre carga en la canaleta, es un mejor medio de transporte para el material de relave (cola) lo cual facilita el desplazamiento de partículas sin valor obteniéndose una mejor recuperación.

Cuando el oro es grueso, cualquier tipo de rifle trabaja bien, sin embargo los rifles deben ofrecer la menor resistencia posible al flujo de la pulpa y al mismo tiempo agitar la carga que circula causando vibraciones en el espacio ubicado aguas arriba de los rifles.

II.2) CONTAMINACION: El otro aspecto que resaltamos en la reunión es el tema de la contaminación y lo dividimos según el grado de impacto en:

Recursos Básicos Afectados

Agua:

Cambios:

- Descarga de Sedimentos al río
- Derrames de Mercurio
- Alteración de las cuencas

Efectos Físico-Químicos

- Alta turbidez de Agua
- Contaminación con Hg. de agua y sedimentos
- Quiebre de dinámica hidrográfica

Efectos Biológicos

- Desaparición de peces y alpacas
- Bioacumulación de Mercurio en peces y alpacas (aguas Abajo)

Efecto Socio-Económico

- Disminución de la actividad ganadera y truchífera
- Conflictos

Tierra:

Cambios:

- Incremento de centros poblados
- Extracción y lavado de grava

Efectos Físico-Químicos

- Arrojo de residuos urbanos
- Cambios en fisiografía
- Colmatación de causes
- Compactación de suelos

Efectos Biológicos

- Eutrofización
- Enfermedades transmisibles
- Reducción en flora y fauna
- Difícil revegetación

Efecto Socio-Económico

- Cambio en el nivel de vida en el área
- Enlodamiento de poblados y paisaje

Aire:

Cambios:

- Volatilización del Hg

Efectos Físico-Químicos

- Origen de metil-mercurio y compuestos inorgánicos

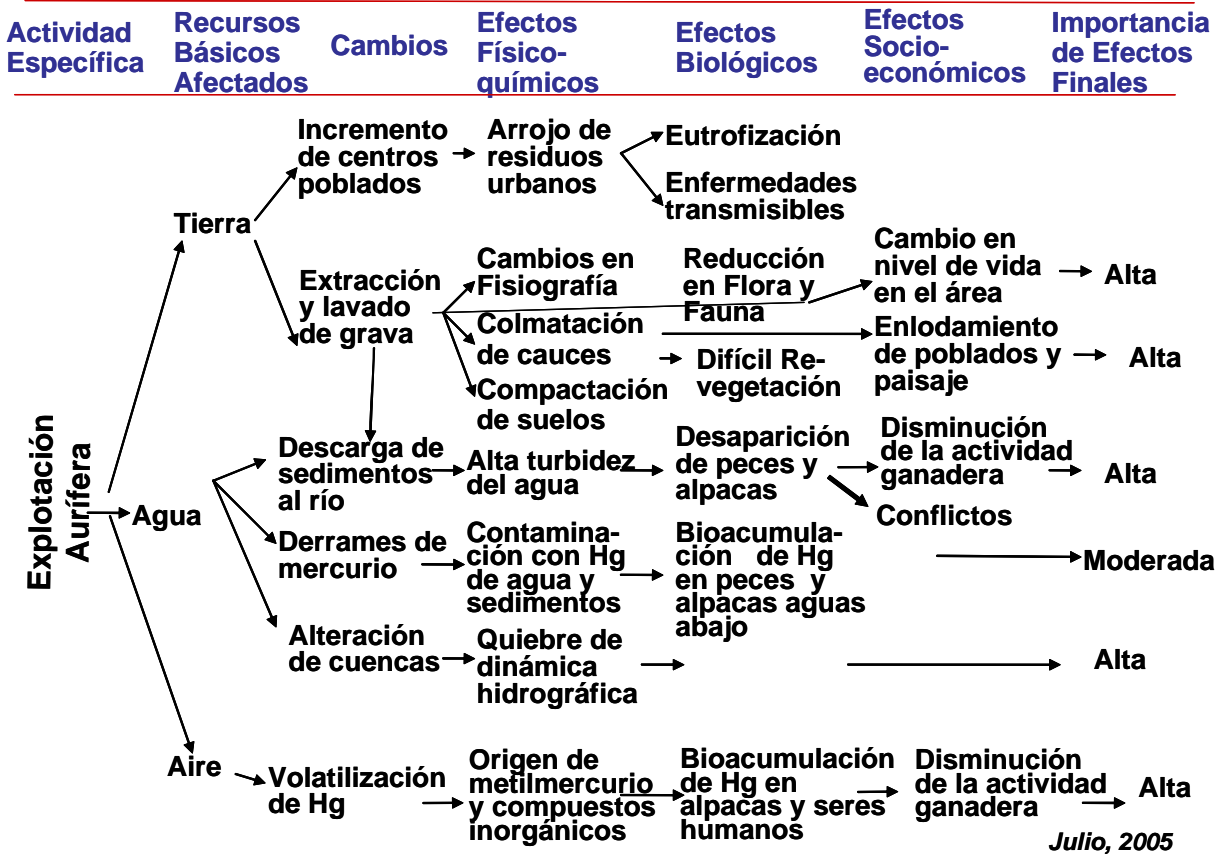
Efectos Biológicos

- Bioacumulación de mercurio en alpacas y seres humanos

Efecto Socio-Económico

- Disminución de la actividad ganadera

Diagrama de Redes: MINERÍA AURÍFERA ANANEA



En la reunión pudimos apreciar que la mayoría de mineros estaban concientes de la contaminación que estaban provocando las operaciones mineras; interesándoles en mayor grado el tema de contaminación del agua por sólidos en suspensión, puesto que origina una serie de efectos, dentro de los cuales, el que les provoca mayor preocupación, es el del potencial conflicto con las comunidades afectadas aguas abajo del río Ananea.

En dicha reunión explicamos las causas de la contaminación por sólidos en suspensión, los efectos y las alternativas para mitigar la contaminación del río.

Contaminación por Mercurio

Descripción.- El mercurio es un elemento que se encuentra en forma natural en diferentes tipos de rocas de la corteza terrestre. A temperatura ambiental (20° C), es un líquido gris plateado.

Es el único elemento metálico que permanece en forma líquida a la temperatura ambiental.

El símbolo científico moderno del mercurio es Hg. Se deriva del vocablo griego Hydrargyrum, que significa plata líquida. El mercurio tiene una alta densidad, con una gravedad específica de 13.456; además tiene un elevado valor de presión de vapor 0,16 Pa (0,0012 mm Hg) a temperatura ambiental. Por consiguiente, *el mercurio elemental se evapora prontamente a temperatura ambiente y la presión del vapor se duplica con cada aumento de 10° C.*

El mercurio se encuentra en forma orgánica e inorgánica en muchos lugares del ambiente. Hay tres formas comunes de estados de valencias del mercurio inorgánico: mercurio elemental o metálico (Hg^0), en forma iónica como mercúrico (Hg^{++}) con una carga positiva doble, y mercurioso (Hg^+) con una carga positiva sencilla.

En la naturaleza el mercurio se encuentra frecuentemente combinado con el azufre (HgS), conocido mineralógicamente como cinabrio, frecuentemente al oro en sus depósitos naturales. Esto explica por qué el mercurio se halla en los depósitos minerales de la mina y se produce allí como un subproducto del proceso de refinamiento del oro.

Contaminación Ambiental Por Mercurio

En el medio ambiente, el mercurio emitido por la minería aurífera artesanal se acumula principalmente en forma de mercurio metálico (Hg^0) en suelos y sedimentos de relaves. Sin embargo, por ser metálico se puede presentar como catión mercurioso (Hg^+) o catión mercúrico (Hg^{+2}). Estos estados de oxidación diferentes permiten disolverse en el agua y formar una variedad de complejos

inorgánicos. Los complejos orgánicos como el metilmercurio CH_3Hg^+ se presentan en menor grado y se forman principalmente debido a la actividad biológica. Estos complejos orgánicos hacen al mercurio más biodisponibles y consecuentemente plantean problemas en la cadena alimentaria. Esta forma de mercurio es de gran toxicidad para el hombre, y para los animales como, los organismos acuáticos más pequeños que absorben el metilmercurio del agua, flora o fauna acuática (debido a que la cinética de eliminación es muy lenta comparada con la del Hg^0), trasladándose a través de la cadena trófica (pescados, alpacas) hasta llegar al hombre donde ataca al sistema nervioso y el cerebro. El metilmercurio rápidamente se difunde y es vinculado a las proteínas en la biota acuática, de aquí éste va hacia la cima de la cadena alimenticia en un proceso llamado Biomagnificación. Los peces más pequeños adsorben el metilmercurio del agua que pasa por sus agallas y por la flora y fauna contaminada con la que se alimenta. Luego estos peces son comidos por otros peces más grandes, razón por la cual se encuentran concentraciones más altas en algunos peces, éstos van ha dar al más alto de la cadena alimenticia acuática. Paralelamente y debido en parte a la biomagnificación, ocurre la Bioacumulación, proceso por el cual los organismos vivos, incluyendo a los seres humanos, absorben contaminantes más rápidamente de lo que sus cuerpos pueden eliminar, por lo que el contaminante se acumula todo el tiempo.

Contaminación por vapor de mercurio

El vapor de mercurio elemental liberado en la atmósfera, durante la tostación de la amalgama Au/Hg (refogado) y vaporizado durante los distintos procesos de extracción de oro, es oxidado a Hg^{++} por el ozono, energía solar y vapor de agua. Una vez formado, el mercurio iónico Hg^{++} es arrastrado de la atmósfera por las lluvias y depositado sobre ambientes terrestres y acuáticos donde es convertido en metil mercurio en el suelo. El metil mercurio puede ser

fácilmente transportado del suelo al medio acuático. También se pierde mercurio durante todo el proceso y dicho mercurio termina en los ríos, en donde es fácilmente tomado por los animales (pescado, alpacas) y es al menos 100 veces más tóxico que el Hg metálico.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), ha adoptado un valor de Acción Retardado (VAR) de 0,05 mg/m³ de aire como el nivel máximo de exposición a que los trabajadores pueden encontrarse en un día de 8 horas sin riesgo. Este valor es compatible con los estándares de la Agencia de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) de los Estados Unidos (Young, C.A., et al, 2002). Así mismo la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA) ha establecido el Estándar de contaminación en Aguas de Consumo (DWS) para mercurio con un máximo total de 2,0 µg/l.

Efectos del mercurio sobre la salud humana

En el cuerpo de los seres vivos, el mercurio elemental (Hg⁰) se oxida rápidamente para producir iones mercúricos (Hg⁺⁺) que inhiben la función celular al desnaturalizar proteínas e inhibir enzimas. El ión mercúrico tiene una alta afinidad por algunos elementos importantes de las células. Una vez fijado a estos grupos, puede causar disfunción en la molécula. El ión mercúrico perturba los conductos iónicos, lo cual inhibe el transporte y actividad de la membrana y la captación y la liberación de los neurotransmisores cerebrales. El ión se acumula en los riñones, la médula ósea, el bazo, el hígado, los pulmones, la piel, el cabello y los eritrocitos. El ión mercúrico atraviesa la placenta y puede afectar al feto. Al pasar el tiempo puede salir excretado en la orina, la leche de pecho y las heces fecales.

La vida media que se reporta, sin embargo, es de 30 a 60 días; por ende, una vez que lo absorbe el cuerpo, éste se demora en expulsar la mitad del mercurio en 30 a 60 días.

La inhalación aguda de grandes dosis de mercurio elemental hace daño a los pulmones, a la piel, a los ojos y a las encías. Los síntomas de exposición aguda son tos, disnea, dolor en el pecho, náusea,

vómitos, diarrea, fiebre y un sabor metálico en la boca. Puede haber neumonitis intersticial, aumento en la tensión arterial y edema pulmonar en casos de exposición extrema. El mercurio elemental que entre en contacto con la piel puede causar una dermatitis. Los niños expuestos al vapor mercúrico en la casa pueden desarrollar acrodinia, también llamada "enfermedad rosada". Este raro síndrome causa severos calambres en las piernas, irritabilidad, y dedos rosados y dolorosos, resultando a veces en la exfoliación de la piel de las manos.

El Mercurio también perturba los sistemas de transporte de potasio en el cuerpo humano, disminuye el transporte activo de azúcares, aminoácidos y precursores de ácidos nucleicos en las proteínas de estructura y en las enzimáticas, provocando así la muerte celular. Las células más sensibles serían las neuronas del cerebro y cerebelo.

La exposición crónica afecta al sistema nervioso central. Entre los principales síntomas se encuentran un temblor sutil, cambios psicológicos (aumento de la excitabilidad) y gingivitis. También pueden ocurrir insomnio, pérdida del apetito, irritabilidad, dolores de cabeza y pérdida de la memoria a corto plazo. La literatura médica actual no da muestra de conexión entre la exposición crónica al mercurio y un aumento en el riesgo de cáncer. Las mujeres con exposición crónica al mercurio elemental en situaciones de empleo han reportado más fracasos reproductivos (abortos espontáneos, niños nacidos muertos, malformaciones congénitas) así como trastornos de menstruación irregular, dolorosa o hemorrágica.

Tal exposición crónica se presenta por lo general cuando el metal se usa con regularidad en el trabajo, como el caso de la minería artesanal. La importancia por su peligrosidad del metilmercurio se debe que es un veneno acumulativo (el organismo tarda cerca de 60 días en eliminar la mitad de una dosis determinada), el envenenamiento crónico es una amenaza real para quienes están expuestos a él continuamente.

Cerca del 90% de todo el metilmercurio presente en la sangre, se encuentra en los glóbulos rojos, también se concentra en el hígado, el riñón, el cerebro, el cabello y la epidermis.

La toxicidad del mercurio varía enormemente dependiendo de su estado físico y de la ruta de exposición. La absorción de mercurio elemental a través de la ingestión o del contacto dérmico es mínima (0,01%). El mercurio elemental se evapora a la temperatura ambiental y el cuerpo absorbe rápida y eficientemente el vapor, por lo que respirar gas elemental del mercurio es más peligroso.

Análisis de la contaminación por mercurio en la comunidad campesina de Ananea – Puno – Perú.

Central de Cooperativas Mineras San Antonio de Poto – CECOMSAP

La CECOMSAP está conformada por 8 Cooperativas Mineras que agrupa alrededor de 301 trabajadores mineros, quienes realizan la actividad minera en forma artesanal y semi mecanizada en una extensión de 960 Has, explotando un yacimiento del tipo aluvional (morrenas) y su método de beneficio a través de la gravimetría, amalgamación y refogado.

Refogado

Este proceso consiste en separar el mercurio del oro, a través de la volatilización del mercurio; con la ayuda de un soplete con combustible de gas propano. Este proceso es realizado en el ambiente sin tener consideración en las consecuencias que puede producir el vapor de mercurio en el ambiente; ya sea por agua, aire y suelo.

Puno		
	Conocen Retortas %	Utilizan Retortas %
Encuesta 1995	20	8
Diciembre 2000	85	25

Fig. Nro 5: Fuente: Minería Aluvial - MEM



(6) Ahorcamiento de la amalgama. (Fuente: Propia)



(7) Amalgama listo para ser refogado. (Fuente: Propia)



(8) Amalgama cubierto por papel. En pleno proceso de refogado, Volatilizando el mercurio.
(Fuente: Propia)



(9) dore (Au/Ag) refogado, sin mercurio. (Fuente: Propia)

La eficiencia de todo el proceso de recuperación en CECOMSAP es muy discutida, presumiéndose que tiene una recuperación inferior al 50%, observándose que la gran mayoría de los ingresos, se utiliza para pagar la maquinaria pesada que utilizan (cargadores, frontales retroexcavadoras, volquetes, motobombas), además de los reactivos que son usados como el mercurio (que podrían recuperar),

Algunos datos mundiales

* En el caso de la minería artesanal o la minería de dragas, en Colombia; ésta utiliza 24 litros de Mercurio al mes o 288 litros al año por draga de los cuales 115 litros (40%) se arrojan al río y 173 litros (60%) se vaporizan en el proceso de separación, el Mercurio se evapora y estos vapores generan una contaminación directa en los trabajadores; luego se deposita fundamentalmente, en las aguas, ingresando así en la cadena trófica y llegando a la población que consume el pescado.

*Fuente: Instituto para programas de desarrollo social alternativo
Informe: Contaminación en la cuenca del Río Nanay por efecto de la actividad minera.
Contaminación por Mercurio y Sus Consecuencias e Impactos en la Ecología y Población Rural.*

Según estas informaciones, y haciendo un paralelo para la CECOMSAP, podemos tomar como referencia que todo el proceso tiene una recuperación del 40% y que el 60 % del mercurio utilizado puede estar siendo emitido al aire a través del proceso de refogado; si es así, entonces podemos considerar la siguiente interpretación, para el caso en estudio.

% Recuperación	40%
Cantidad de Hg utilizado	1 gr Hg/ 2gr de Au
Porcentaje de Hg volátil	60%

COOPERATIVA	PRODUC 2005 (m ³ /dia)	LEY Au gr/m ³
Señor de Ananea	800	0.216
Santiago	850	0.221
Halcón de Oro	900	0.221
El Dorado	1500	0.250
San Antonio	900	0.231
San Juan de Dios	800	0.220
Estrella	900	0.221
Municipal	900	0.220
TOTAL	7550	

Fuente: Propia, *Incluye el % de eficiencia del proceso.*

Nota: Reiteramos, que el siguiente cálculo es tomado como una referencia inicial.

Según los resultados, se está emitiendo aproximadamente 79 Kg de mercurio o 5.9 litros de vapor de mercurio, por año al ambiente en forma de gas, y que está generando toda la cadena geoquímica ya estudiada, en tal sentido se podría sospechar de una contaminación de suelos, efluentes y aire en los alrededores de la zona, tomando en consideración las propiedades de Biomagnificación y bioacumulación

del mercurio, que podría estar originando un creciente impacto de contaminación, y que debería ser verificado a través de estudios detallados.

El particular proceso geoquímico del mercurio, daría lugar a que los suelos, agua y aire (en mayor escala) se estén contaminando con mercurio. Bajo las condiciones del ambiente, el cual produce diferentes reacciones, y que pueden transportar el metal en los diferentes medios (agua, aire y suelo); concluimos que se estaría formando una cadena de transporte, produciendo una acumulación en la cadena alimenticia.

Recomendaciones:

Ante el problema de contaminación por el uso del mercurio en las operaciones de CECOMSAP, la recomendación inmediata para mitigar la contaminación de vapor de mercurio sería el uso de las retortas, para mitigar la contaminación originada por los relaves que contienen mercurio y que estarían llegando al río, recomendamos recuperar el mercurio por métodos eficientes de gravimetría, el cual se puede reactivar y reutilizarse; para lo cual se recomienda hacer estudios e investigación para hallar la forma más eficiente y económicamente viable para los mineros de CECOMSAP.

Del mismo modo recomendamos a mediano plazo incorporar tecnologías limpias como es el caso de separación magnética para reemplazar la amalgamación y refogado, evitando de ese modo el uso del mercurio y aumentando la recuperación del oro.

II.3) CAPACITACIÓN: La necesidad más importante por parte de los mineros artesanales que se pudo apreciar durante la reunión es el de la capacitación, para lo cual el grupo de asesores New Face presenta un plan integral de capacitaciones orientado al tipo de yacimiento de la zona, al tipo de organización y cultura y al tipo de método de explotación y beneficio actual, y estará constituido por 7 talleres participativos y sistemáticos.

Taller I:

Objetivo:

Capacitar y reforzar conocimientos de los mineros artesanales de Ananea en aspectos mineros, con el fin de conocer la aplicación correcta y eficiente de los métodos de minado utilizados en los yacimientos fluvioaluvionales típicos de la morrena de Ananea.

Taller II:

Objetivo:

Capacitar y reforzar conocimientos de los mineros artesanales de Ananea en aspectos metalúrgicos, con el fin de conocer las técnicas de beneficio de minerales auríferos típicos de la morrena de Ananea.

Taller III:

Objetivo:

Capacitar y reforzar conocimientos de los mineros artesanales de Ananea en aspectos contables, económicos y financieros, comerciales y administrativos, con el fin de crear conciencia del orden y mejor manejo de las organizaciones o empresas.

Taller IV:Objetivo:

Capacitar y reforzar conocimientos de los mineros artesanales de Ananea en programas y normas de seguridad e higiene minera, con el fin de adquirir normas de seguridad e higiene orientadas a la minería artesanal típica del distrito de Ananea.

Taller V:Objetivo:

Capacitar y reforzar conocimientos de los mineros artesanales de Ananea en medio ambiente, con el fin de adquirir conciencia sobre manejo ambiental orientado a la minería artesanal típica del distrito de Ananea.

Taller VI:Objetivo:

Capacitar y reforzar conocimientos de los mineros artesanales de Ananea en prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales, con el fin de crear conciencia y habilidades sobre prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales orientadas a la minería artesanal típica del distrito de Ananea.

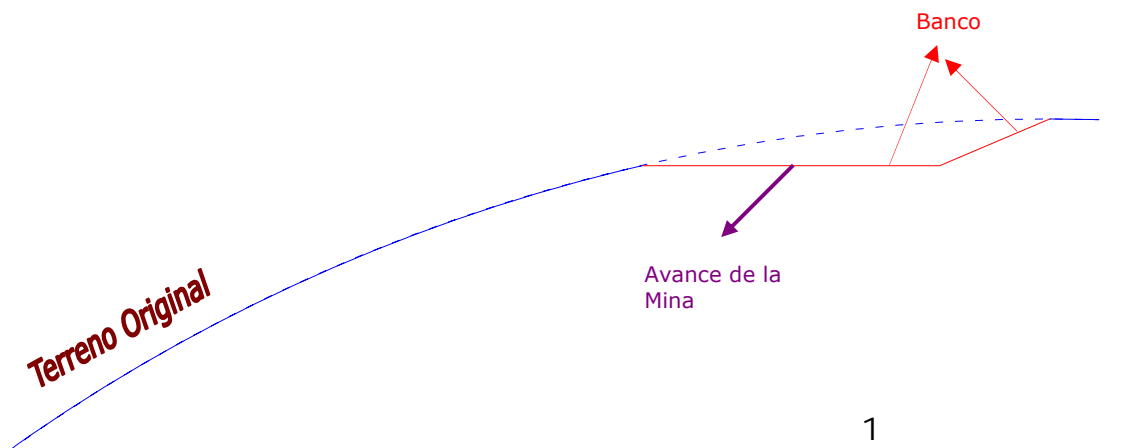
Taller VII:Objetivo:

Capacitar y reforzar conocimientos de los mineros artesanales de Ananea en la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental Semidetallado, Declaración de Impacto Ambiental y Programas de Adecuación y Manejo Ambiental, con el fin de que adquieran habilidades acerca de procedimientos administrativos y orientación de DIA, EIAs y PAMA en la minería artesanal típica del distrito de Ananea.

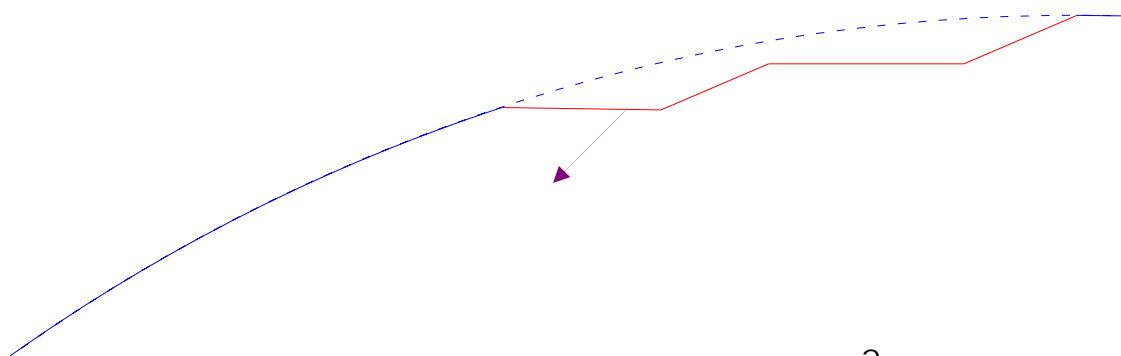
II.4) SEGURIDAD: Se inculcó a los mineros y representantes de las organizaciones lo importante de implementar la cultura de seguridad, para lo cual presentamos las siguientes recomendaciones:

La seguridad en una explotación minera comienza en la fase de diseño, y por pequeña que sea, debe ser realizado por un técnico de minas experto que, por su capacitación es el idóneo para esta fase. Para que su labor se desarrolle adecuadamente debe disponer de estudios geológicos, geotécnicos, hidrogeológicos, ambientales, etc., que previamente se hayan efectuado, sin embargo en el inicio de las operaciones de la CECOMSAP no se realizaron la fase de diseño, principalmente por el alto costo que involucran los estudios.

Con respecto a la explotación minera, recomendamos el método de explotación por banqueo descendente, abriendo primero los más altos y continuando la progresión (1-6) hacia abajo (figura Nro 10).



1



2

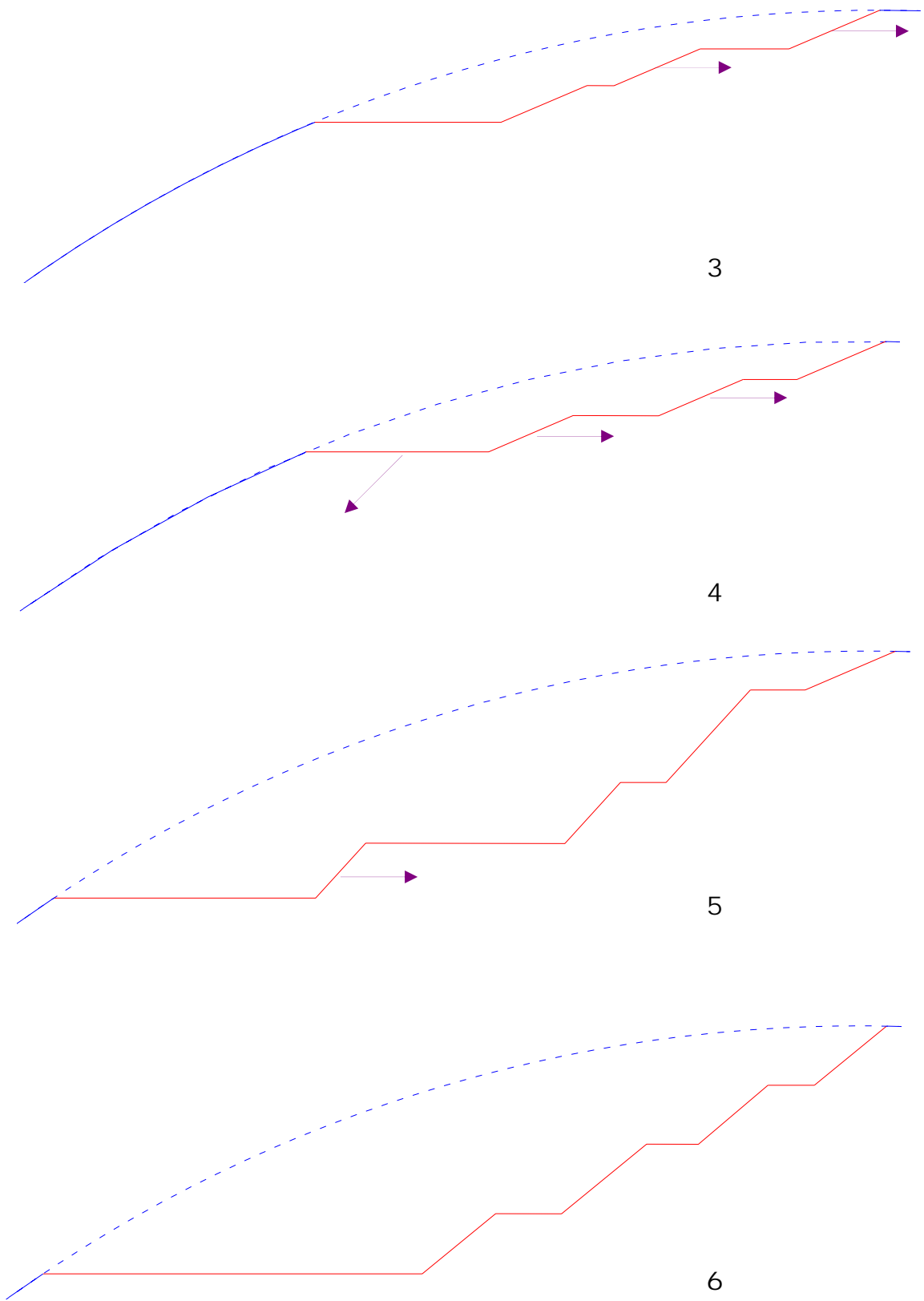


Figura Nro 10: Método de explotación por banqueo descendente

Debido a la naturaleza del material, la altura del banco debe establecerse de acuerdo con el alcance de la máquina de arranque, para el caso de la CECOMSAP (Cargador Frontal 120C) la altura de banco debe ser de 8 metros.

El ángulo del talud general, en posición final o no, depende de la naturaleza del material, para el caso de la CECOMSAP se considerará un ángulo de talud de 60°.

El ángulo de cara de banco debe ser el que la naturaleza del material aconseje, para el caso de la CECOMSAP aconsejamos un ángulo de 80°.

La pendiente de las pistas no debe sobrepasar el 8% de forma continua con un máximo ocasional de hasta el 12%.

En los cambios de rasante y en las curvas, las pistas deberán diseñarse de tal manera que la distancia a la que un conductor pueda detectar un obstáculo u otro volquete sea igual o superior a la distancia que necesita para frenar el vehículo.

La anchura de las pistas de transporte dependerá de la de los volquetes que circulan por ella, de acuerdo con la siguiente regla recomendada:

Pista de un carril: 2 veces la anchura del volquete

Pista de dos carriles: 3.5 veces la anchura del volquete

III) VISITA A LA CENTRAL DE COOPERATIVAS MINERAS SAN ANTONIO DE POTO (CECOMSAP)

III.1) Cooperativa Municipal:

La cooperativa Municipal actualmente cuenta con 28 socios los cuales trabajan en forma alternada o rotativa en las operaciones de la mina, llegando a trabajar hasta 6 personas por turno, con 3 turnos por día, trabajan 18 personas por día.

Estas 6 personas se dividen en:

2 personas monitoreando

1 capataz

1 para mantenimiento de bombeo

1 persona en mina

1 persona en las canaletas

Utilizan gasolina como combustible para la bomba de agua, que utilizan para lavar el mineral en el chute, llegando a utilizar hasta 6 galones / turno, equivalente a: $11.5 \text{ S./gal} \times 6 \text{ gal/día} = 69.00 \text{ S./ día}$.

Utilizan energía eléctrica en forma de alumbrado en mina, para las operaciones de noche, llegando a un costo de 30 S/. x día.

Para el arranque del mineral utilizan un cargador frontal Volvo 120C con un costo de alquiler de 120 S./hr.

Para el transporte de mineral utilizan un volquete volvo N10 de 15 m³ de capacidad, con un costo de alquiler de 60 soles / hr.

Ambos pagos de maquinarias lo realizan cada 15 días.

El cálculo de producción del camión:

Volvo N10, Capacidad: 15 m³. Factor de llenado = 0.80%. Eficiencia de operación = 0.85%. Ciclo de trabajo = N° de ciclos / hora = $60 \text{ (min/Hr)} / 10 \text{ (min)} = 6$

Producción / hora = $6 \times 15 \times 0.8 \times 0.85 = 61.20 \text{ m}^3 / \text{ hora}$

Producción / día = $61.20 \text{ m}^3/\text{hora} \times 15 \text{ horas} = 918.00 \text{ m}^3/\text{día} = 900 \text{ m}^3/\text{día} \text{ ó } 27,000 \text{ m}^3/\text{mes}$.

De acuerdo a los datos obtenidos anteriormente podemos presentar el siguiente análisis económico, la cual tiene como objetivo presentar un análisis aproximado de la rentabilidad de cada cooperativa y a su vez sirva para tomar las mejores decisiones para su desarrollo futuro.

COSTOS			
Alquileres	Soles / Hr	Soles / Día	Soles / Mes
Cargador Frontal	120.00	1,800.00	54,000.00
Camión	60.00	900.00	27,000.00
Suministros		Soles / Día	Soles / Mes
Gasolina (bomba)		69.00	2,070.00
Energía (alumbrado)		30.00	900.00
Costo Total (mes)		S/.	83,970.00

Observamos que el 96% de los costos generales, es por alquiler de equipos pesados, por lo que se hace necesario pensar en maximizar el rendimiento de los equipos y aumentar la producción, e incluso evaluar la posibilidad de utilizar otro método de transporte (Fajas).

INGRESOS	
Producción mensual (m3)	27,000.00
Ley Au (gr/m3)	0.20
Recuperación	50.00%
Concentrado de Au / mes	2,700.00
Pureza	0.90
Au Refinado / mes	2,430.00
Precio del Au soles (90%)	40.00
Ingreso Mensual (soles)	97,200.00

Observamos que el ingreso mensual aproximado es de 30 mil dólares, por lo que es necesario aumentar el porcentaje de recuperación y eficiencia del proceso de beneficio.

UTILIDAD	
Utilidad General Bruta (mes)	13,230.00
Socios	28
Utilidad / socio (mes)	472.50

La diferencia entre las ventas y costos es la utilidad bruta, que para el caso de la cooperativa Municipal es aproximadamente 4 mil dólares, dividida entre 28 socios, arroja una utilidad mensual para cada socio de 472.50 soles.

Si la cooperativa llegara a elevar el porcentaje de recuperación a 80 %, el análisis es el siguiente:

INGRESOS	
Producción mensual (m3)	27,000.00
Ley Au (gr/m3)	0.200
Recuperación	80.00%
Concentrado de Au / mes	4,320.00
Pureza	0.90
Au Refinado / mes	3,888.00
Precio del Au soles (90%)	40.00
Ingreso Mensual (soles)	155,520.00

Costo Total (mes)	S/.	83,970.00
--------------------------	------------	------------------

UTILIDAD	
Utilidad General (mes)	71,550.00
Socios	28
Utilidad / socio (mes)	2,555.36

La utilidad mensual bruta por socio llegaría a bordear los 2500 S/., lo cual aumentaría la calidad de vida de cada socio, e incluso se podría pensar en generar utilidad para la cooperativa, de eso modo se aseguraría inversiones futuras en beneficio de los mismos.

III.2) Cooperativa Dorado:

La cooperativa Dorado actualmente cuenta con 30 socios los cuales trabajan en forma alternada o rotativa en las operaciones de la mina, llegando a trabajar hasta 6 personas por turno, con 3 turnos por día, trabajan 18 personas por día, siendo el señor Meliton Maita el presidente de la cooperativa.

Utilizan gasolina como combustible para la bomba de agua, que utilizan para lavar el mineral en el chute, llegando a utilizar hasta 6 galones / turno, equivalente a: $11.5 \text{ S./gal} \times 6 \text{ gal/día} = 69.00 \text{ S./ día}$.

Utilizan energía eléctrica en forma de alumbrado en mina, para las operaciones de noche, llegando a un costo de 30 S/. x día.

Para el arranque del mineral utilizan un cargador frontal Volvo 120C con un costo de alquiler de 120 S./hr.

Para el transporte de mineral utilizan un volquete volvo N10 de 15 m³ de capacidad, con un costo de alquiler de 60 soles / hr.

Ambos pagos de maquinarias lo realizan cada 15 días.

Esta cooperativa tiene la particularidad de que su frente de explotación se encuentra cercana a la planta Gravimétrica (100 m), aumentando de este modo el ciclo de trabajo y la producción.

El cálculo de producción del camión:

Volvo N10, Capacidad: 15 m³. Factor de llenado = 0.80%. Eficiencia de operación = 0.85%. Ciclo de trabajo = N° de ciclos / hora = $60 \text{ (min/Hr)} / 6 \text{ (min)} = 10$

Producción / hora = $12 \times 15 \times 0.8 \times 0.85 = 102.00 \text{ m}^3 / \text{ hora}$

Producción / día = $122.40 \text{ m}^3/\text{hora} \times 15 \text{ horas} = 1530.00 \text{ m}^3/\text{día} = 1500 \text{ m}^3/\text{día} \text{ ó } 45,000 \text{ m}^3/\text{mes}$.

Presentan además taludes de 40-50 metros de 85° de pendiente con zonas que presentan fisuras y que se mantienen gracias a su resistencia última, lo cual genera chispeos en los taludes, con el peligro de que se generen accidentes.

El análisis económico es el siguiente:

COSTOS			
Alquileres	Soles / Hr	Soles / Día	Soles / Mes
Cargador Frontal	120.00	1,800.00	54,000.00
Camión	60.00	900.00	27,000.00
Suministros		Soles / Día	Soles / Mes
Gasolina (bomba)		69.00	2,070.00
Energía (alumbrado)		30.00	900.00
Costo Total			
		S/.	83970

INGRESOS	
Producción mensual (m3)	45,000.00
Ley Au (gr/m3)	0.200
Recuperación	50.00%
Concentrado de Au / mes	4,500.00
Pureza	0.90
Au Refinado / mes	4,050.00
Precio del Au soles (90%)	40.00
Ingreso Mensual (soles)	162,000.00

UTILIDAD	
Utilidad General (mes)	78,030.00
Socios	30
Utilidad / socio (mes)	2,601.00

Podemos apreciar que la utilidad en esta cooperativa se ve beneficiada con la elevada producción del mineral, ya que cuenta con una planta de beneficio muy cercana a las operaciones, por lo que se resalta lo importante de contar con planos a escala adecuada, lo cual es fundamental para el planeamiento.

Se recomienda implementar la planta con un Trommel lo cual aumentaría el porcentaje de recuperación.

III.3) Cooperativa San Antonio – Estrella de Oro – San Juan de Dios – Señor de Ananea:

El análisis de las cooperativas San Antonio, Estrella de Oro, San Juan de Dios y Señor de Ananea es similar al realizado anteriormente a la cooperativa Municipal, por lo tanto sugerimos recoger el mismo análisis, el cual servirá como fuente secundaria para tomar decisiones con respecto a las operaciones mineras de cada cooperativa.

III.4) Cooperativa Halcón de Oro:

La cooperativa Halcón de Oro actualmente cuenta con 35 socios los cuales trabajan en forma alternada o rotativa en las operaciones de la mina, además cuentan con 4 operadores y 1 cocinero, llegando a trabajar hasta 12 personas por turno, con 3 turnos por día, trabajan 36 personas por día.

Se diferencian de las otras cooperativas por tener operativo dentro de su planta de beneficio, un trommel de 1.80 m de diámetro por 7.50 m de largo, 14 paletas y 27 caños de agua de ¼' de diámetro, lo cual aumenta el porcentaje de recuperación, en comparación con las otras cooperativas.

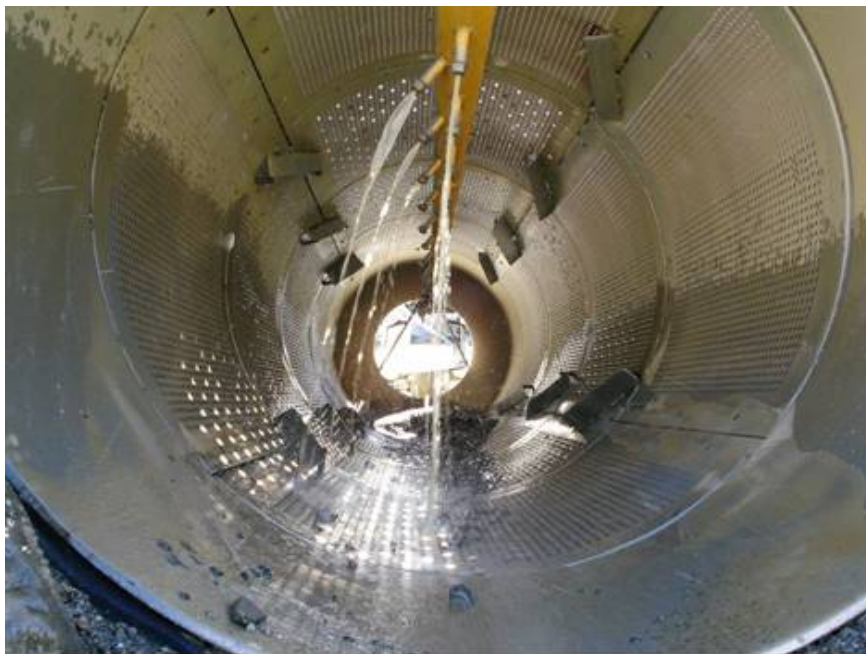


Fig Nro 11

Para la acumulación del material grueso utilizan una faja transportadora de 15 m de largo con una pendiente de 15° a 20° de pendiente con respecto a la horizontal, además cuenta con 15 pasos y 3 polines x cada paso.



Fig Nro 12

Además poseen un camión volvo para las operaciones la cual pertenece a la cooperativa, esto ahorraría significativamente los costos, sin embargo sino se generan las condiciones necesarias de mantenimiento y seguridad para la maquinaria su margen de utilidad se vería afectada.

Para el arranque del mineral utilizan un cargador frontal Volvo 120C con un costo de alquiler de 120 S./hr cuyo pago lo realizan cada 15 días.

El cálculo de producción del camión:

Volvo N10, Capacidad: 15 m³. Factor de llenado = 0.80%. Eficiencia de operación = 0.85%. Ciclo de trabajo = N° de ciclos / hora = 60 (min/Hr) / 10 (min) = 6

Producción / hora = 6 x 15 x 0.8 x 0.85 = 61.20 m³ / hora

Producción / día = 61.20 m³/hora x 15 horas = 918.00 m³/día = 900 m³/día ó 27,000 m³/mes.

El análisis económico relativo que se aproximaría a la realidad de la cooperativa es la siguiente:

COSTOS			
Alquileres	Soles / Hr	Soles / Día	Soles / Mes
Cargador Frontal	120.00	1,800.00	54,000.00
Suministros		Soles / Día	Soles / Mes
Gasolina (bomba)		69.00	2,070.00
Energía (alumbrado)		83.33	2,500.00
Otros gastos		Soles / Día	Soles / Mes
Pago Personal (5 personas)		50.00	1,500.00
Reparaciones			10,000.00
Costo Total			70,070.00

INGRESOS	
Producción mensual (m ³)	27,000.00
Ley Au (gr/m ³)	0.200
Recuperación	60.00%
Concentrado de Au / mes	3,240.00
Pureza	0.90
Au Refinado / mes	2,916.00
Precio del Au soles (90%)	40.00
Ingreso Mensual (soles)	116,640.00

UTILIDAD	
Utilidad General (mes)	46,570.00
Socios	35
Utilidad / socio (mes)	1,330.57

III.5) Cooperativa Santiago:

La cooperativa Santiago actualmente cuenta con 65 socios los cuales trabajan en forma alternada o rotativa en las operaciones de la mina, Se diferencian de las otras cooperativas por tener dentro de su planta de beneficio, un trommel de 2.50 m de diámetro por 12.00 m de largo, 14 paletas y 27 caños de agua de ¼' de diámetro, lo cual aumenta el porcentaje de recuperación, en comparación con las otras cooperativas.

La planta se construyó cuando la mina se encontraba en asociación con una empresa coreana, actualmente la mina opera sola y la planta se alquila a la cooperativa por US\$ 4000.00 mensuales, pero a junio del 2005 la planta no se encuentra operativa por lo que debido a este incidente, la mina estaría perdiendo ingresos a causa del bajo porcentaje de recuperación del oro.

Se ha podido registrar que a condiciones de: abundancia de agua, buena operatividad de las maquinas de planta y un frente de alta ley la mina llegaba a extraer hasta 100 gr/turnos o 300gr/día (total de 2 plantas de beneficio), sin embargo debido a los factores del agua, helada y un frente de baja ley Ahora llegan a extraer entre 20-30 gr/turno o 60-80 gr/día.

La mina se encuentra a una distancia de 200m con respecto a la planta.

La Cooperativa utiliza en las operaciones: 2 cargadores frontales (1 en mina (propia) y 1 en desmonte (alquilado)); además cuenta con 1 volquete (propio) 15m³ (acondicionado a 12m³).

El cálculo de producción del camión:

Volvo N10, Capacidad: 12 m³. Factor de llenado = 0.80%. Eficiencia de operación = 0.85%. Ciclo de trabajo = N° de ciclos / hora = 60 (min/Hr) / 8.5 (min) = 7

Producción / hora = 7 x 12 x 0.8 x 0.85 = 57.12 m³ / hora

Producción / día = 57.12 m³/hora x 15 horas = 856.80 m³/día = 850 m³/día ó 25,500 m³/mes.

El análisis económico relativo que se aproximaría a la realidad de la cooperativa es la siguiente:

COSTOS			
Alquileres	Soles / Hr	Soles / Día	Soles / Mes
Cargador Frontal	120.00	1,800.00	54,000.00
Suministros		Soles / Día	Soles / Mes
Gasolina (Equipos)		200.00	6,000.00
Energía (alumbrado)		83.33	2,500.00
Otros gastos		Soles / Día	Soles / Mes
Pago Personal (5 personas)		50.00	1,500.00
Reparaciones			10,000.00
Costo Total			74,000.00

INGRESOS	
Producción mensual (m3)	25,500.00
Ley Au (gr/m3)	0.200
Recuperación	50.00%
Concentrado de Au / mes	2,550.00
Pureza	0.90
Au Refinado / mes	2,295.00
Precio del Au soles (90%)	40.00
Ingreso Mensual (soles)	91,800.00

UTILIDAD	
Utilidad General (mes)	17,800.00
Socios	65
Utilidad / socio (mes)	273.85

IV) VISITA AL YACIMIENTO PAMPA BLANCA

El día sábado 2 de julio realizamos la visita al yacimiento Pampa Blanca, ubicado a 15 minutos de viaje en camioneta desde el distrito de Ananea.

En dicha visita se pudo apreciar la Draga que se utilizaba para explotar el yacimiento por la empresa AGM, y que en las condiciones actuales se necesitaría cerca de 1 millón de dólares para ponerla operativa, a ello se le añade el hecho que su construcción es de la época de los años 60, por lo tanto su diseño y composición de materiales son anticuados, ello originaría pérdidas económicas por electricidad, mantenimiento, etc.

Todas estas condiciones, hacen inviable la alternativa de explotar el yacimiento por Dragas, dado que la nueva administración que se encargará del minado y beneficio del yacimiento, estará conformada por asociaciones del distrito de Ananea, las cuales conformaron la Corporación Minera San Antonio de Poto.

Ante esta coyuntura se ha llegado a la conclusión de que la mejor alternativa (económica y financiera), para la explotación del yacimiento Pampa Blanca, es el del método a cielo abierto, cuyo diseño presentamos a continuación, y que está basado en la capacidad de la planta Buenafortuna (4000 m³/día).

IV.1) MÉTODO DE MINADO A CIELO ABIERTO, CON USO DE FAJAS.

1. Arranque

Se utilizará la retroexcavadora CAT 365BL las mismas que alimentaran a los camiones.



MODEL	365B L	
Sourcing	Japan	
Flywheel Power	287 kW	385 hp
Operating Weight*	65 360 kg	144,100 lb
Bucket Capacity	2.3-	3-
Range (heaped)	3.5 m ³	4.58 yd ³
Engine Model	3196ATAAC	
Rated Engine RPM	2000	
No. of Cylinders	6	
Bore	130 mm	5"
Stroke	150 mm	6"
Displacement	11.9 L	726 in ³
Max. Implement Hydraulic Pump Output at Rated RPM	2 × 400 L/min	2 × 105 gpm
Relief Valve Settings:		
Implement Circuits	32 000 kPa	4640 psi
Travel Circuits	35 000 kPa	5080 psi
Swing Circuits	28 000 kPa	4060 psi
Pilot Circuits	4116 kPa	600 psi
Maximum Drawbar Pull	461 kN	103,600 lb
Maximum Travel	Two Speed Travel	
Speed at Rated RPM	Lo: 2.8 km/h	1.7 mph
	Hi: 4.1 km/h	2.5 mph
Width of Standard Track Shoe	750 mm	2'6"
Overall Track Length	5.86 m	19'3"
Ground Contact Area with Std. Shoe	7.67 m ²	11,890 in ²
Track Gauge	2.75 m	9'0"
Extended	3.25 m	10'8"
Fuel Tank Refill Capacity	800 L	211 U.S. gal
Hydraulic System (includes tank)	670 L	177 U.S. gal
Hydraulic tank	310 L	82 U.S. gal

Equipo:	Retroexcavadora
Cantidad	1
Modelo	Cat 365 BL
Capacidad (m3)	3.5
Llenado de cuchara	90.00%
Eficiencia Mecánica	80.00%
Eficiencia de Operación	83.00%
Ciclo de Trabajo (seg)	45.00
Nro de Ciclos / hora	80.00
Producción / Hora	167.32
Producción / día	4015.87

2. Acarreo o transporte del material

Esta etapa se realizará mediante la combinación de volquetes y fajas transportadoras, las mismas que trasladarán el mineral hasta la planta Buenafortuna; para ello los volquetes trasladarán el material hasta una tolva de recepción ubicada lo más cercano posible al tajo (aproximadamente 100 a 300 m) y posteriormente se depositará en las fajas transportadoras de aproximadamente 2 a 2.5 Km. hasta trasladarlo a la planta de beneficio.

EQUIPO SELECCIONADO	CAMION VOLVO
Capacidad de la tolva	15 m ³
Distancia de acarreo	300 m
Ciclo de Transporte	4.5 minutos
Eficiencia de Operación	75.00%
Producción / Hora	90 m ³
Nro de Camiones	02

El número de camiones necesarios para el transporte es de 2, sin embargo es conveniente tener un camión en stand by, para evitar bajar la producción en caso uno de ellos falle.

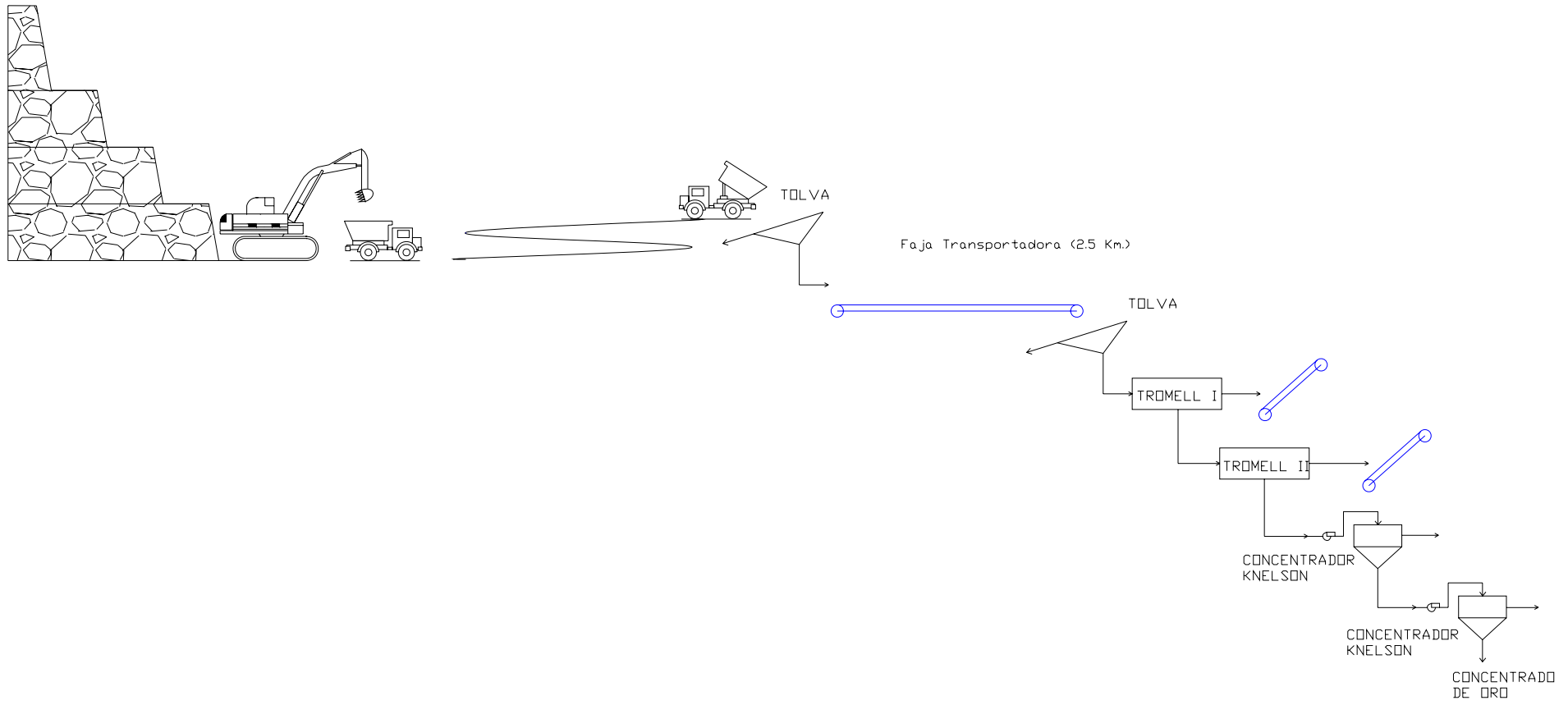
3. Botadero

Para retirar el material morrenico lavado en el tromel se necesitaran algunas unidades de apoyo, esta labor será facilitada por encontrarse el botadero (área excavada) inmediatamente próxima a la planta.

Se han considerado como suficientes los siguientes equipos:

- Un cargador frontal 988 o 966
- 2 camiones de 15 m³ de tolva
- 1 tractor de tipo CAT D8

La capacidad de producción es de **1500 m³/día**



PAMPA BLANCA Diseño de Minado y Beneficio		
Fecha:	Diseñado por:	New Face UNI
Septiembre 2005	Ricardo Ramirez	

IV.2) RECOMENDACIONES

Con respecto a la explotación minera, recomendamos el método de explotación por banqueo descendente, abriendo primero los más altos y continuando la progresión (1-6) hacia abajo (figura Nro 10).

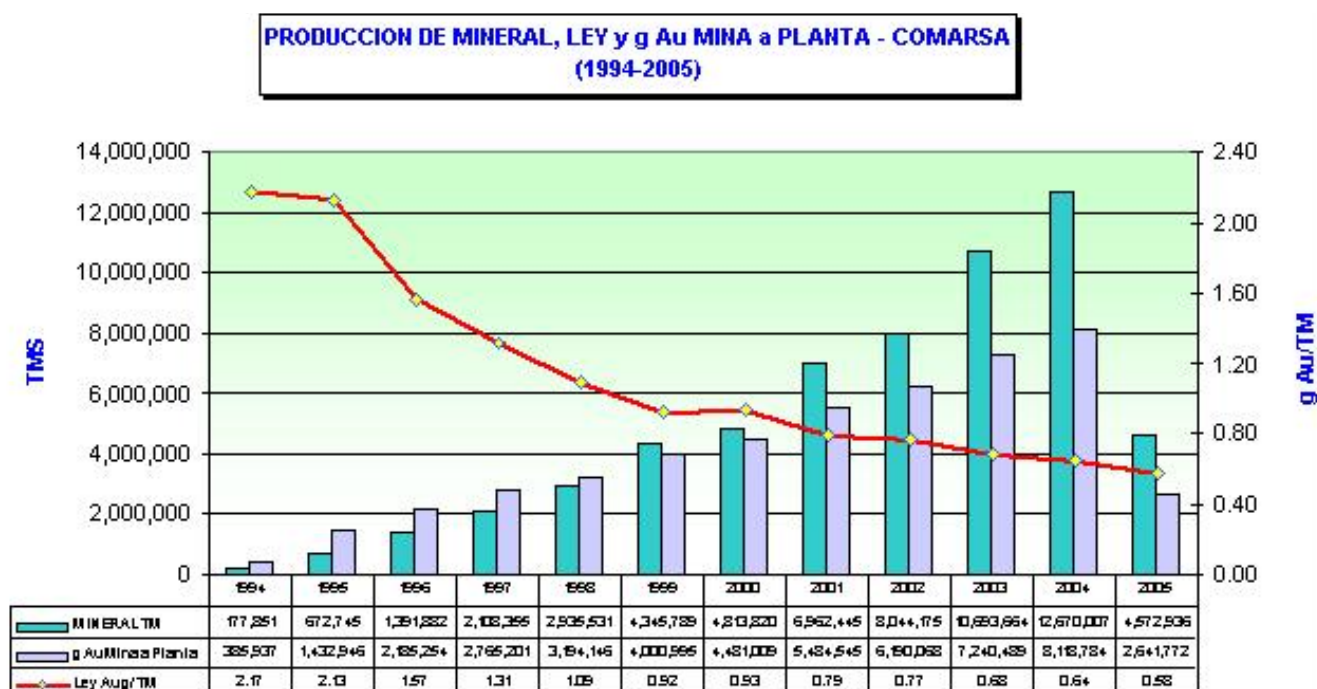
Debido a la naturaleza del material, la altura del banco para el caso de Pampa Blanca (Retroexcavadora 365B L) debe ser de 9 metros.

El ángulo del talud general, en posición final se considerará de 60°.

El ángulo de cara de banco se considerará de 80°.

La pendiente de las pistas no debe sobrepasar el 8% de forma continua con un máximo ocasional de hasta el 12%.

El plan de producción sería el similar al que se utiliza en las empresas mineras, en donde se empezará a explotar las zonas más ricas del yacimiento, con el fin de generar caja y posteriormente se explotarán las zonas de menos ley, para lo cual aumentará la producción, por consiguiente aumentará la capacidad de la planta de beneficio, como es el caso de la mina Comarca y el que presentamos como ejemplo.



V) VISITA A LA PLANTA BUENA FORTUNA

El día sábado 2 de Julio visitamos la planta Buena Fortuna, que pertenece a Minero Perú y que fue repotenciada por la empresa Andrade Gutierrez.

La planta tiene una capacidad teórica de 1'500,000.00 m³/año o aproximadamente 4,000 m³/día.

Esta planta que fue diseñada para procesar el mineral aurífero del yacimiento tipo lowe morrein, basándose en los fundamentos de concentración gravimétrica, utilizando para ello, equipos como tromells, riflerías y concentradores centrífugos.



Figura Nro. 13: Yacimiento de Pampa Blanca

Como conclusión al recorrido de las instalaciones de la Planta, se pudo observar la ausencia de equipos claves para el proceso, como son los concentradores Knelson, así como la presencia de equipos a modo de prueba, instalados en el proceso.

Diagrama de flujo de la Planta Buena Fortuna.

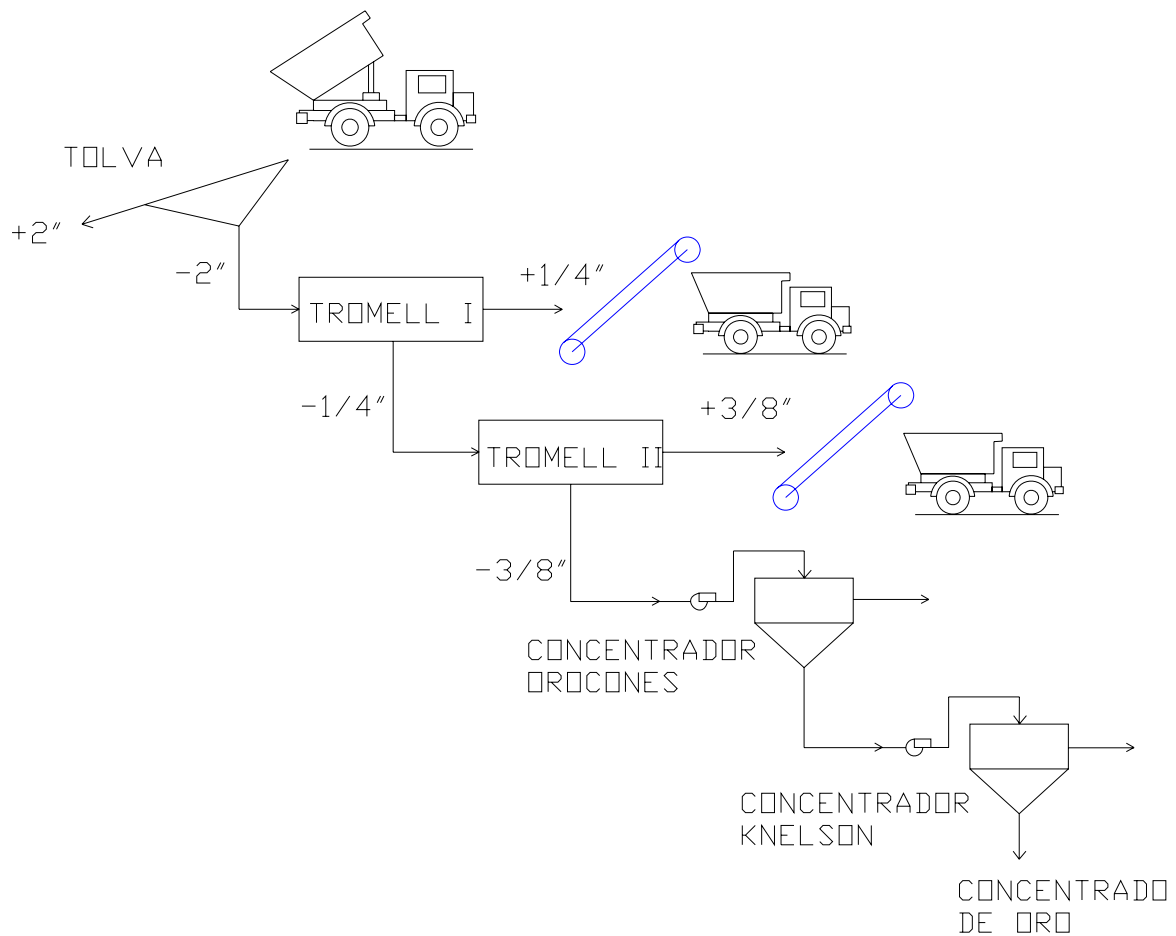


Figura Nro. 14: Flow Sheet Planta Buena Fortuna

Observación: Los concentradores Knelson no se ubicaron en las instalaciones de la planta, además de encontrar partes incompletas del circuito. Es importante mencionar que no se ilustra el destino de los medios emitidos por los concentrados, que generalmente son regresados al circuito, esto debido a las instalaciones incompletas de los concentrados.

V.1) DESCRIPCION DEL PROCESO.

Los camiones transportan el mineral de mina hasta una tolva con una zaranda estacionaria de 2" de abertura, en la cual se separa el material grueso (+2") y el material fino (-2") dirigiéndose éste hacia el primer trommel.



Figura Nro. 15: Tolva con zaranda estacionaria

El primer trommel de 1/4" (abertura de malla) cumple dos funciones, la primera es separar las partículas finas adheridas a las rocas a través de los chorros de agua y la segunda, clasificar el mineral en gruesos (+1/4") y finos (-1/4").



Figura Nro. 16: Trommel Nro 1



Figura Nro. 17: vista frontal, Trommel Nro 1.

Podemos observar el mal estado del primer trommel, debido a su exposición al ambiente húmedo (oxidación) y falta de mantenimiento, para lo cual es necesario revisar las condiciones del motor.



Figura Nro. 18a: Faja transportadora del Trommel Nro 1.



Figura Nro. 18b: Tolva de recepción para el material grueso del Trommel Nro 1.

El trommel separa el material en finos y gruesos, este material grueso es recibido por una faja transportadora que lleva el material hacia una tolva.



Figura Nro. 19: Canaletas.

Los finos (-1/4") son transportados hacia el segundo trommel a través de canaletas enrejadas, por medidas de seguridad, con una cierta pendiente que ayude al desplazamiento del material.

La falta de mantenimiento de los equipos y demás materiales ha producido el deterioro, suciedad y desamblaje de algunas partes del circuito, como se puede observar en las fotos.



Figura Nro. 20: Vista perfil Trommel Nro 2.

El segundo trommel con 3/8" (abertura de malla) cumple la función de clasificar el material en finos (-3/8") y gruesos (+3/8"), de modo que se obtenga las condiciones necesarias para la operación de concentración a través de los concentradores centrífugos, cuya condición es de trabajar con un alimento de partículas finas.

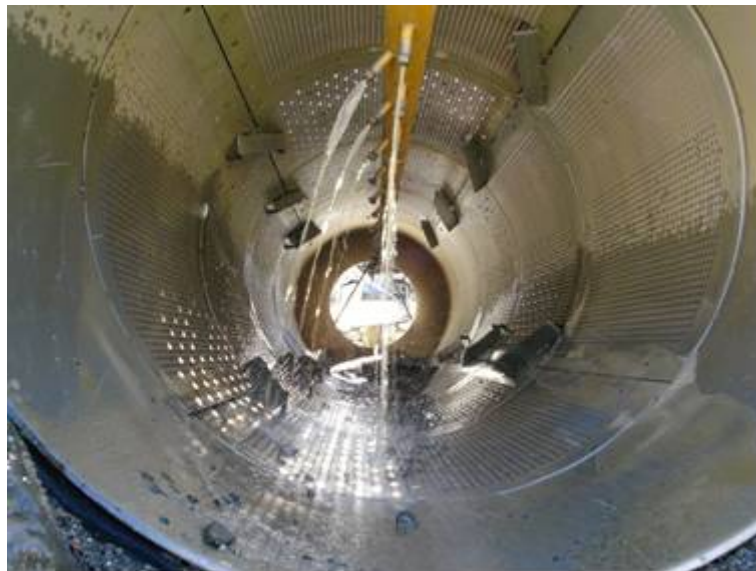


Figura Nro. 21: Vista frontal Trommel Nro 2.

En este caso, la parte interior del segundo trommel se encuentra en condiciones favorables para su operación.



Figura Nro. 22: Trommel Nro 2.

El material grueso $+3/8''$ es recibida por una faja transportadora y los finos $-3/8''$ dirigidos hacia el concentrador centrifugo.



Figura Nro. 23: Concentrador Orocones.

Concentrador tipo Orocones, de origen brasileño, no es muy usado en nuestro país, presenta condiciones particulares de operación así como una capacidad mucho menor a los concentradores Knelson; fue instalado a modo de prueba en el circuito de procesamiento. La función de este concentrador es elevar la ley de oro, en el concentrado, a través de su recuperación por fuerza centrífuga. Posterior a este proceso, el material o "pulpa" es alimentado a los concentradores Knelson para aumentar la recuperación del concentrado de oro.

No se pudo visitar la última etapa del proceso, que consiste en la obtención del dore, pero se asume su obtención, a través del proceso de la amalgamación y refogado con el diseño correcto y eficiente, debido a que el mercurio es un elemento contaminante para el medio ambiente.

V.2) RECOMENDACIONES

Las características de los depósitos minerales y sus asociaciones con los minerales determinaran los métodos de minado, requerimientos en los procesos de extracción y el rendimiento de los procesos químicos. Por ello es importante conocer las características del mineral a procesar, considerando en primera instancia la mineralogía de procesos.

Mineralogía de procesos:

- Forma mineralógica y ocurrencia del oro.
- Distribución de tamaño de grano de oro.
- Tipo de ganga y mineral huésped.
- Asociación con otras especies minerales.
- Alteración de minerales.

Los granos de oro nativo han sido reconocidos que contienen alrededor de 99.8% de oro. Pero la mayoría varía entre 85 – 95% de oro, con plata como principal impureza. El oro liberado puede ser recuperado fácilmente por concentración gravimétrica a tamaños y partículas sobre las 10 micras.

La concentración gravimétrica se fundamenta en la diferencia de peso específico entre la ganga y el mineral aurífero (15.3 a 19.3); por ello es importante que el metal precioso este liberado de los acompañantes, y su tamaño no sea inferior a 30 micrones.

Su principal campo de aplicaciones es en la recuperación de oro libre grueso de depósitos aluviales (morrenas). El tipo de equipos usados es muy variable e incluye: mesas gravimétricas, jigs, espirales, tambores rotatorios y muchos otros, con algunas variantes.

Concentradores knelson tienen un proceso incorporado de fluidificación patentado que combinado con la acción de la fuerza centrífuga permite lograr resultados excepcionales. Dentro del concentrador Knelson las partículas son sometidas a 60 veces la fuerza de la gravedad para asegurar la recuperación de partículas microscópicas que antes se pensaba eran no recuperables por medios gravimétricos. Además el uso de concentradores centrífugos requiere de un alto consumo de agua.

Los Jigs generalmente son aplicados para separaciones en tamaños de +1/4" (primer Trommel), se usan como pre-concentradores, siendo sus principales variables: la amplitud de pulsación (stroke), velocidad (rpm), caudal de agua agregada, flujo de alimentación y granulometría del mineral.

Para el muestreo de los minerales del un yacimiento morrénico, resulta ser muy complejo y con grandes porcentajes de error, debido a su difícil homogeneización, ya que presenta rocas de grandes magnitudes, así como partículas finas; considerando el peligro de segregación del oro debido a su alto peso específico.

Para obtener un correcto tamaño de muestra debemos considerar: El tamaño de partícula, la homogeneidad de partículas, el contenido mineralógico y factores diversos.

La última etapa del proceso consiste en la obtención del dore a través de los procesos de amalgamación y refogado, para ello es imprescindible el uso de retortas para recuperar el mercurio amalgamado y evitar su emisión al ambiente debido a ser un elemento sumamente contaminante y perjudicial para el medio ambiente.

Otro proceso utilizado para la obtención del dore es a través de la refinación del concentrado aurífero.

V.3) CONCLUSIONES

La planta Buena Fortuna presenta grandes expectativas y condiciones para volver a estar en funcionamiento, con un costo de inversión de aproximadamente US\$ 150,000 dólares americanos, considerando la adquisición de 3 concentradores centrífugos Knelson (36TM/hora) donde el mayor costo de mantenimiento se encuentra en las reparaciones de los motores y/o bombas, seguidos del mantenimiento de los equipos, canaletas y fajas. Llegando a alcanzar un porcentaje de eficiencia, en el proceso, de aproximadamente 60%.

Se necesita realizar un estudio detallado de las condiciones de la Planta y del presupuesto económico de su funcionamiento, para ello se recomienda realizar una nueva visita con los estudios necesarios para tal objetivo.

Es importante analizar la eficiencia del sistema de procesamiento, conocer el grado de recuperación del sistema y realizar las modificaciones necesarias para elevar la recuperación o plantearse las acciones necesarias para tal objetivo, trabajando siempre con "mejora continua".