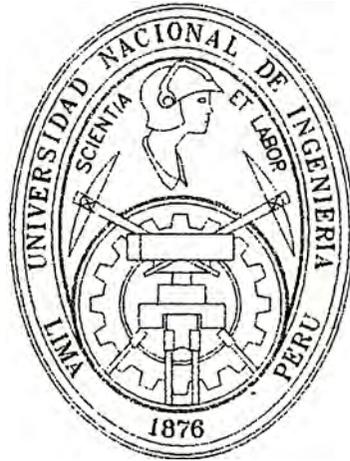


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**CONTROL DE PROCESOS EN LAS OBRAS AMPLIACIÓN MINERA
YANACOCHA ETAPA III Y COMPAÑÍA MINERA SIPAN**

TITULACION POR EXAMEN PROFESIONAL

**Para optar el Título Profesional de
INGENIERO CIVIL**

MIGUEL ANGEL PUJADA BERMUDEZ

**Lima-Perú
2000**

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico con todo mi cariño y afecto a:

Mi esposa Jenny, por brindarme su apoyo constante para la culminación de este trabajo que es una de las metas importantes de mi vida.

A mis hijos Katty y Leo quienes son para mi esposa y yo la razón de nuestra existencia.

A mis padres Urbano y Andrea por el esfuerzo que hicieron para brindarme una educación ejemplar.

A mis hermanos Omar, Madelaine, Braulio y Viviana.

A mis tíos, sobrinos y primos.

A mi asesor Ing. Oscar Casas.

Además quiero agradecer a COSAPI S.A., empresa en la que actualmente laboro y que por su trayectoria y profesionales que la conforman se ha ganado todo mi afecto y respeto.

INDICE

INTRODUCCIÓN	pag. 3
CAPITULO 1 - MEMORIA DESCRIPTIVA	pag. 7
1.1.- Construcción de la Plataforma De Lixiviación	
1.2.- Explotación Minera	
CAPITULO 2 - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	pag. 15
2.1.- Construcción de la Plataforma de Lixiviación (Heap Leach Pad)	
2.2.- Explotación Minera	
CAPITULO 3 – PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS Y PROCESOS	pag. 24
3.1.- Construcción de la Plataforma de Lixiviación (Heap Leach Pad)	
3.1.1 Remoción de suelo superficial (top soil)	
3.1.2.-Excavación de material inservible (peat)	
3.1.3.- Rellenos para reemplazo de material inservible (peat)	
3.1.4.- Nivelación del pad	
3.1.5.- Zanjas Recolectoras (underdrain)	
3.1.6.- Suelo Blando (soil liner)	
3.1.7.- Geomembranas y geotextil	
3.1.8.- Colocación de plástico	
3.1.9.- Colocación de tuberías colectoras de solución	
3.1.10.- Producción y colocación de capa protectora de drenaje (PDL)	
3.1.11.- Colocación de material en zona de unión entre pad nuevo y antiguo	
3.1.12.- Bermas de Estabilidad	
3.1.13.- Mantenimiento de Caminos	
3.1.14.- Canales de Derivación	
3.1.15.- Colocación de Revestimiento con Rocas (Rip Rap) en Canales	
3.1.16.- Seguridad	
3.2.- Explotación Minera	

- 3.2.1.- Perforación
- 3.2.2.- Voladura Primaria
- 3.2.3.- Voladura Secundaria
- 3.2.4.- Carguío
- 3.2.5.- Transporte

CAPITULO 4 – CONTROLES Y DEFINICIONES IMPORTANTES pag. 67

- 4.1.- Definiciones importantes
- 4.2.- Controles efectuados en la Construcción de la Plataforma de Lixiviación
- 4.3.- Controles efectuados en la Explotación Minera

CAPITULO 5 – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES pag. 149

- 5.1.- Conclusiones
- 5.2.- Recomendaciones

ANEXO.- pag. 152

- 1.- Ejemplo de cálculo del Equipo de Perforación.
- 2.- Ejemplo de cálculo de Equipo de Carguío y Acarreo.
- 3.- Pasos para determinar el número de camiones en un ciclo.
- 4.- Costo Horario de Posesión y Operación
- 5.- Valor Ganado y Teoría de Restricciones.

FOTOGRAFIAS pag. 163

BIBLIOGRAFÍA pag. 168

INTRODUCCIÓN

En el Perú, la Minería es una de las actividades económicas más importantes; en ésta actividad se desarrollan trabajos que tienen mucha similitud con procesos de la Ingeniería Civil.

Para conocer algunos de sus aspectos podemos decir que los métodos de minería se dividen en cuatro tipos o métodos básicos.

1.- En el primer tipo, los materiales se pueden obtener en minas de superficie, explotaciones a cielo abierto u otras excavaciones abiertas. Este grupo incluye la inmensa mayoría de las minas de todo el mundo.

2.- En el segundo tipo, están las minas subterráneas, a las que se accede a través de galerías o túneles.

3.- El tercer tipo, es la recuperación de minerales y combustibles a través de pozos de perforación.

4.- El cuarto tipo, es la minería submarina o dragado, que podría extenderse a la minería profunda de los océanos.

La minería siempre implica la extracción física de materiales de la corteza terrestre en grandes cantidades para recuperar sólo pequeños volúmenes del producto deseado. Por eso resulta casi imposible que la minería no afecte al medio ambiente, al menos en la zona de la mina. Algunos consideran que la minería es una de las causas más importantes de la degradación medioambiental provocada por los seres humanos. Sin embargo, en la actualidad existen procedimientos capaces de limitar al máximo los daños y recuperar la zona una vez completada la explotación minera.

Los depósitos de mineral pueden adoptar casi cualquier forma. Pueden aflorar a la superficie o estar a gran profundidad. En algunas de las minas de oro de la República de Sudáfrica, la extracción empieza a profundidades muy superiores a los 1,500 m y baja hasta más de 3,500 metros.

En las minas se puede recuperar material poco compacto no consolidado, como los sedimentos del lecho de un río, o minerales situados en roca maciza.

La minería de superficie es el sector más amplio de la ésta, y se utiliza para más del 60% de los materiales extraídos. Puede emplearse para cualquier material. Las minas a cielo abierto son minas de superficie que adoptan la forma de grandes fosas en terraza, cada vez más profundas y anchas.

La extracción empieza con la perforación y voladura de la roca. Ésta se carga en camiones con grandes palas eléctricas o hidráulicas, o con excavadoras de carga frontal. El tamaño de estas máquinas llega a ser tan grande que pueden retirar 50 m³ de rocas de una vez, pero suelen tener una capacidad de entre 5 y 25 m³. La capacidad de los camiones puede ir desde 35 ton. hasta 220 ton.

El material clasificado como mineral se transporta a la planta de recuperación, mientras que el clasificado como desecho se vierte en zonas asignadas para ello. A veces existe una tercera categoría de material de baja calidad que puede almacenarse por si en el futuro pudiera ser rentable su aprovechamiento.

Muchas minas empiezan como minas de superficie y, cuando llegan a un punto en que es necesario extraer demasiado material de desecho por cada tonelada de mineral obtenida, empiezan a emplear métodos de minería subterránea.

La minería aurífera ha convertido al Perú en uno de los principales productores de oro en América Latina sustentado en el acelerado crecimiento de la producción y el número de exploraciones que importantes empresas han desarrollado en la búsqueda de nuevos yacimientos.

Esta Tesis que se ha dividido en dos partes trata sobre los Procedimientos Constructivos y Control de Procesos de dos obras ejecutadas por la empresa COSAPI S.A. Ingeniería y Construcción en el departamento de Cajamarca para dos Compañías Mineras dedicadas a la explotación de oro a tajo abierto. Estos trabajos son:

1.-) La construcción (expansión) de la etapa 2 (stage 2) de la Plataforma de Lixiviación (pad) de Maqui Maqui, trabajo realizado durante los meses de Mayo a Noviembre del año 1,995 para la Compañía Minera Yanacocha S.A. y que consistió en la construcción de 260,000 m² de la Plataforma de Pila de Lixiviación (heap leach pad). Esta obra se ejecutó a unos 50 Km al norte de la ciudad de Cajamarca (aprox. 920 Km de la ciudad

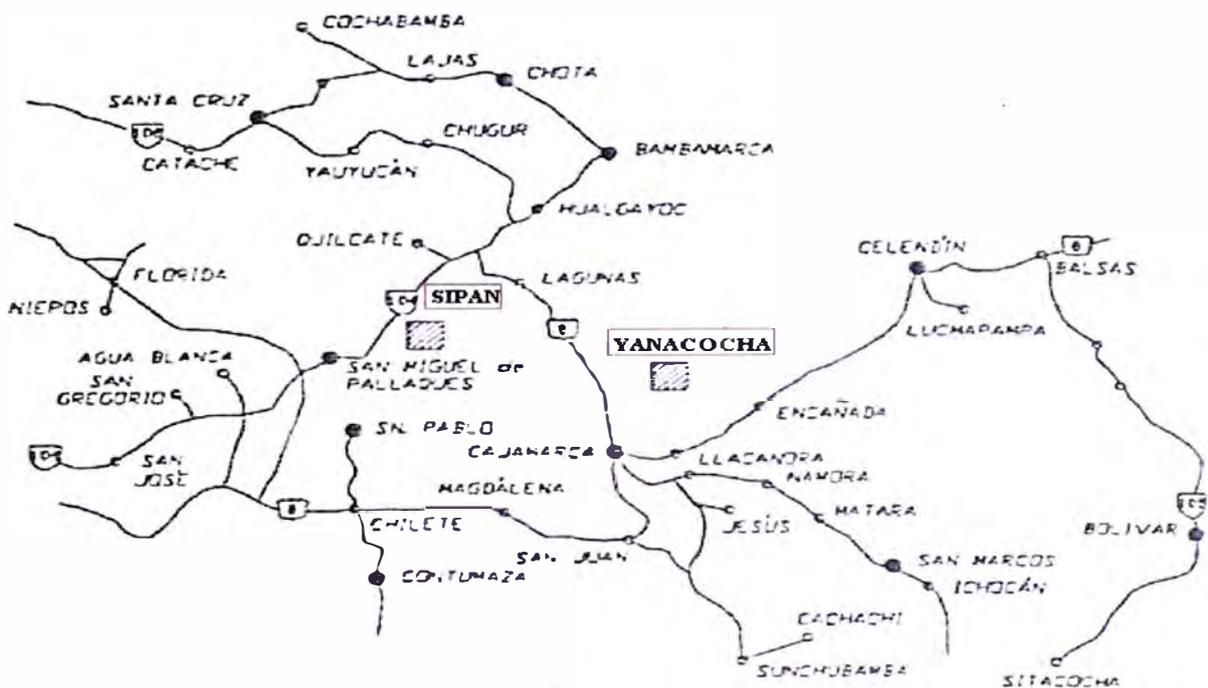
de Lima) en la zona norte del Perú en la Cordillera de los Andes y a aprox. 4,100 msnmm. Esta plataforma recibe el material mineralizado producto de la explotación. Este trabajo se realizó bajo la Supervisión de Fluor Daniel Inc. y formó parte del Proyecto: Carachugo stage 3 – Maqui Maqui stage 2 que además de las expansiones Carachugo 3 y Maqui Maqui 2 consideró las etapas Carachugo 3A, Maqui Maqui 2A, trabajos electro-mecánicos tanto en Carachugo como en Maqui Maqui y trabajos varios en distintas zonas de la mina.

2.-) La explotación de mineral aurífero para la Compañía Minera Sipán utilizando los procesos de Perforación, Voladura, Carguío y Transporte del mineral hacia la Plataforma de Lixiviación previamente construída siguiendo procedimientos similares utilizados para la Minera Yanacocha. Esta obra se ejecutó entre los años 1,998 a 2,000 a unos 90 km. al nororiente de la ciudad de Cajamarca (aprox. 960 km de la ciudad de Lima) en la zona norte del Perú en la Cordillera de los Andes y a aprox. 3,500 msnmm. La supervisión estuvo a cargo de Compañía Minera Sipán.

Ambas obras se complementan ya que en la primera parte se trata la construcción de la plataforma donde se coloca el material mineralizado, y en la segunda parte se trata el proceso de extracción del mineral hasta su colocación en la plataforma.



Mapa del Perú



Mapa indicando la ubicación de las Minas

CAPITULO 1

MEMORIA DESCRIPTIVA

Con su ritmo acelerado de crecimiento Compañía Minera Yanacocha se ha convertido en la primera empresa productora de oro del país, poniendo énfasis, al igual que Compañía Minera Sipán, en la protección del medio ambiente y la seguridad.

Para conocer el proceso de producción del oro utilizado por Minera Yanacocha y Minera Sipán a continuación se describiré sus etapas más saltantes:

a.-) Se inicia con un etapa de exploración en la que primero se elige un área de terreno y se analiza su superficie para determinar la presencia del mineral, si es negativa la presencia del mineral se puede pasar a analizar otra zona pero si es positiva se procede a realizar perforaciones diamantinas para obtener muestras. Si mediante el análisis en laboratorio de las muestras obtenidas se determina que existe el mineral en cantidades económicamente explotables se procede a la explotación, en caso contrario se lleva a cabo una restauración completa del área.

b.-) De haber sido positiva la etapa de exploración y análisis de las muestras, se pasa a la operación de minado la que se realiza a tajo abierto, para lo cual se ejecutan perforaciones prediseñadas (en cuanto a diámetro, profundidad y espaciamiento) en la zona mineralizada las que luego son rellenadas con material explosivo.

c.-) El material explosivo que se utiliza en estas minas es el ANFO (mezcla de Nitrato de Amonio y Petróleo) y el HEAVY ANFO (mezcla de anfo y emulsión): La combinación del nitrato, petróleo y la emulsión se hace mediante un sistema computarizado teniendo presente que se debe minimizar la generación de gases nitrosos que puedan contaminar el aire. La cantidad de cada componente se determina por medio de cálculos previos que tienen en cuenta el estrato o masa rocosa, el explosivo a utilizar y la geometría del disparo (malla de perforación).

d.-) El mineral fragmentado (producto de la voladura) es cargado a camiones (volquetes, camiones cantera, etc.) para lo cual se utilizan cargadores frontales o excavadoras que lo transportan a las plataformas de lixiviación (pad) donde se acumulan en forma de rumas las que tenían en este caso hasta 10 m. de altura.

e.-) El pad, es la plataforma de lixiviación, que debió haberse preparado previamente con capas de material impermeable, capas de polietileno de alta densidad (que evitan las filtraciones hacia el suelo) y tuberías colectoras de solución.

f.-) El material no mineralizado se carga y transporta a botaderos que son áreas de terreno preparadas para recibir tal material.

g.-) El proceso de obtención del oro es mediante lixiviación por goteo, para lo cual se utiliza una solución diluida de cianuro que se va regando en cada capa. La solución se filtra a través del material mineralizado y va juntándose con la partículas de oro (solución rica). Esta solución es colectada por las tuberías colectoras y llevadas a una poza de solución rica que se encuentra fuera de la zona de pad (generalmente cerca de la planta de procesamiento).

Luego mediante procesos continuos de precipitación y filtrado ingresa al laboratorio donde se obtiene la barra de oro.

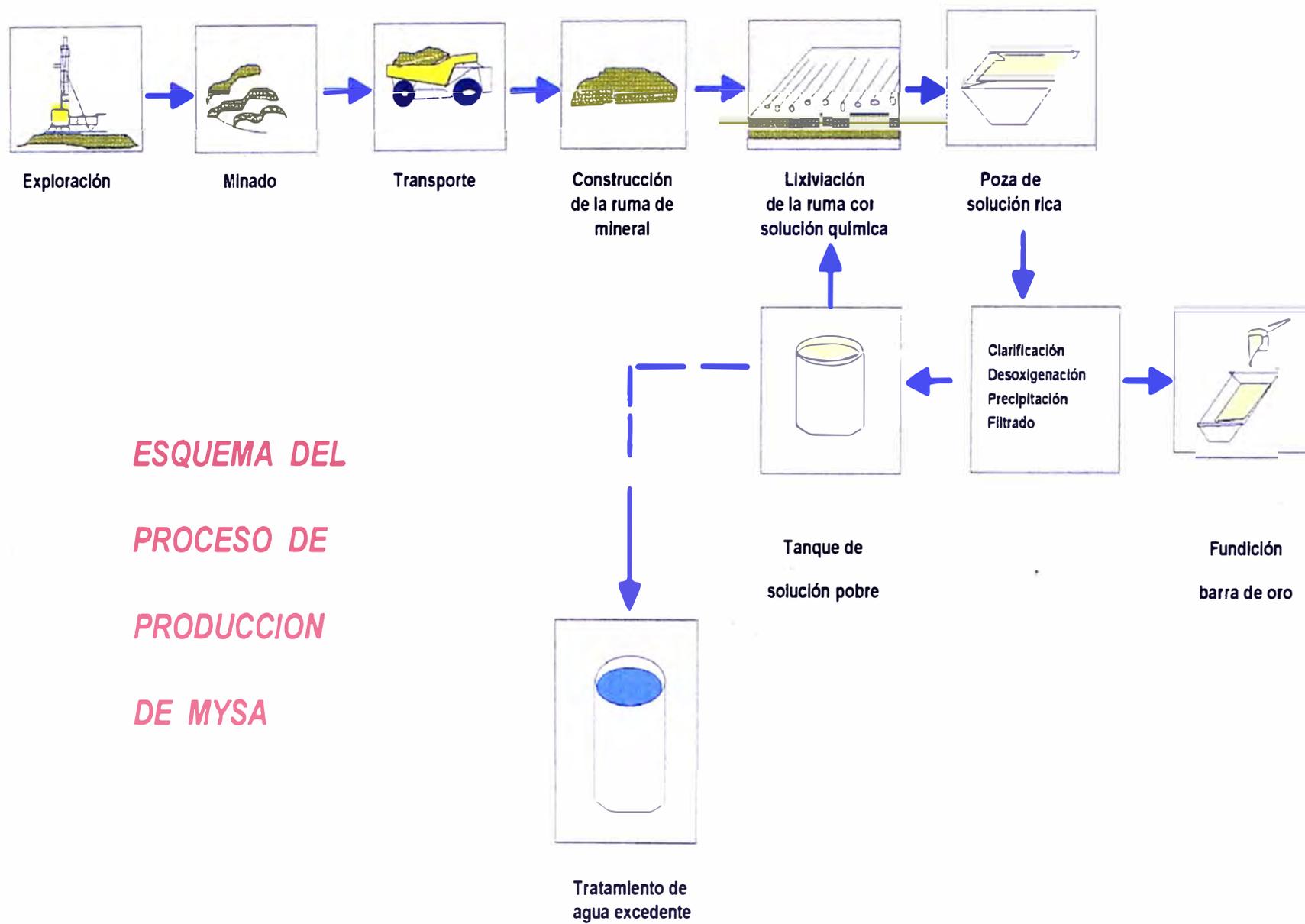
h.-) Una vez que la cancha (pad) ha llegado a su capacidad límite (generalmente se diseña estas plataformas para soportar hasta 10 capas) y el proceso de extracción ha terminado, se procede a desintoxicarla mediante el lavado con agua, realizándose continuos análisis del agua resultante para asegurar su pureza. Posteriormente la ruma será cubierta con suelo orgánico (top soil) para la siembra de pastos nativos.

Como se puede notar en estas minas no se utilizan fundiciones, altos hornos, ni chimeneas que produzcan gases tóxicos, lo que se utiliza es un sistema de circuito cerrado la cual evita la producción de relaves o de cualquier otro tipo de residuo contaminante.

Este trabajo se centra en su primera parte en el Procedimiento Constructivo y Controles utilizados en la etapa **e)** y en su segunda parte en el Control de Procesos de las etapas: **b), c), d) y f)**

Las etapas a), g) y h) no son materia de este trabajo porque no hemos tenido participación en ellos debido ya que fueron encargadas a otras empresas, además no son básicamente de la especialidad de la Ingeniería Civil.

Figura 1-1- Esquema del Proceso de Producción de Minería Yanacocha



**ESQUEMA DEL
PROCESO DE
PRODUCCION
DE MYSA**

1.1 – CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACION (HEAP LEACH PAD)

El Procedimiento Constructivo que se describe a continuación para la Construcción de la Plataforma de Pila de Lixiviación (PAD) fue utilizado en la Expansión Maqui Maqui etapa 2 y se ha seguido utilizando en posteriores expansiones en Minera Yanacocha así como en Minera Sipán con algunas variaciones en las granulometrías de los materiales.

El alcance del trabajo fue el siguiente:

Plataforma de Pila de Lixiviación (Heap Leach Pad).- El alcance del trabajo consistió en la excavación (remoción) del top soil (material agrícola superficial) y su transporte a los botaderos pre-establecidos, excavación y transporte del material inservible para fundación (peat = arcilla saturada), excavación o corte de roca saliente, nivelación o ajuste de la gradiente del terreno a una pendiente máxima de 3H:1V en cualquier zona del área de pad y compactar toda el área para recibir una capa de 300 mm. de espesor de suelo blando (soil liner) compactado.

Las zonas excavadas en muchos casos necesitaron material de relleno para cumplir con la exigencia de 3H:1V sobre todo en las que se encontró material inservible (peat).

En las zonas húmedas y por donde habían quebradas o se conocía la existencia de corriente de aguas que corrían bajo la superficie se construyeron underdrains que no son más que zanjas hechas en el terreno con la finalidad de recolectar esta agua y llevarlas fuera de la zona de pad. Estos underdrains consistieron en zanjas de 1m. de profundidad por 0.50m. de ancho, dentro de ella se colocó material de drenaje y sobre ella una tubería colectora perforada, todo esto fue cubierto por una tela de filtro geosintético. Se construyeron en las zonas indicadas por los planos antes de colocarse la capa de soil liner.

El soil liner fue un suelo de baja permeabilidad obtenido de áreas de préstamo (canteras) designadas e indicadas en los planos y de suelo resultante de la nivelación del terreno, siempre y cuando haya cumplido con las especificaciones requeridas para este tipo de material. El soil liner encontrado en la zona donde se construyó el pad se almacenó en una zona adyacente para posteriormente ser utilizado.

Colocado el soil liner se procedió a colocar sobre él una geomembrana plástica denominada liner de 80 mil de espesor (1 mm < > 40 mil).

A continuación un sistema de tuberías fue colocado sobre el liner siguiendo las pendientes y depresiones existentes de tal manera que estas trabajen en todo momento por gravedad. Hubieron dos tipos de tuberías: las perforadas que eran de 100 mm. de diámetro y cumplen la función de coleccionar la solución rica y las no perforadas que eran de 380 mm. de diámetro y que cumplen la función de llevar toda la solución colectada a la poza de solución rica. Las tuberías perforadas se conectaban a las no perforadas.

Luego toda el área incluyendo el sistema de tuberías fue cubierto con una capa de 300 mm. de espesor de un material protector de drenaje (Protective Drainage Layer).

Concluido este trabajo la plataforma está apta para recibir el material de la explotación.

Los trabajos relativos a la construcción de caminos auxiliares a las zonas de préstamo y a los botaderos de top soil, material inservible; el desarrollo y mantenimiento de áreas de préstamo, construcción de bermas de contención y perimetrales, conexión entre las líneas de tuberías existentes y nuevas , etc. fueron incluidas en el alcance del trabajo.

Se construyeron Canales de Derivación y Caminos de Acceso. Los canales bordearon la zona de trabajo teniendo como función el interceptar las rápidas y aguas de lluvias y llevar estos flujos alrededor del pad y pozas hasta conectarse con canales existentes. Al igual que el resto del trabajo este incluyó la remoción de top soil, material inservible y su colocación en los botaderos destinados; la excavación en suelo natural y en roca, colocación de relleno hasta lograr la altura de los caminos de acceso adyacentes, colocación de rip rap (revestimiento con roca de fondo y talud de canales en lugares socavables) y forro geosintético en las zonas cercanas al pad y colocación de una capa de rodadura en los caminos de acceso.

Finalmente todas las áreas de préstamo excavadas fueron rellenas con material obtenido de la excavación de la zona de plataforma.

En cuanto a la topografía, el propietario proporcionó los Bench Mark y principales puntos de control topográfico y monitoreo de los trabajos.

Los controles que se llevaron a cabo fueron los siguientes:

Control de avance mediante el Primavera Project Planner P3

Resultado operativo

Control de rendimientos de equipos

Ciclos de transporte

1.2.- EXPLOTACIÓN MINERA

Aquí describiré los procesos de Perforación, Voladura, Carguío y Transporte de material mineralizado e inerte (desmante) utilizados en la mina Sipán

Compañía Minera Sipán adjudicó a COSAPI S.A. los trabajos relacionados a la explotación de oro de los cerros MINAS y OJOS.

El alcance de este trabajo fue el siguiente:

Trabajos Preliminares.-

El trabajo comenzó con el levantamiento topográfico de toda la zona de trabajo.

Luego se hace la limpieza y “desmalezado” así como la eliminación del top soil que cubre la superficie de los cerros; seguidamente si amerita se vuelve a levantar la zona limpia del top soil.

El propietario nos entregaba los planos de dureza de la zona en donde se diferenciaba las zonas de mineral y de desmante y otro plano con los sucesivos bancos o niveles a explotar.

Con esta información se procede a hacer un diseño de voladura en donde se determinará la forma geométrica de la malla de perforación, su espaciamiento, el tipo de amarre del cordón detonante, así como el tipo y cantidad de explosivo a utilizar.

Este diseño es entregado al propietario para su aprobación y posterior ejecución.

Perforación.-

Con el diseño aprobado se procedía a trazar la malla de perforación sobre el terreno basándonos en puntos de control topográfico entregados por el propietario, con esta malla se determinaba los puntos donde se debía perforar para lo cual se utilizaron Perforadoras Rotativas Ingersoll Rand modelo DM45 con brocas de $\varnothing = 6 \frac{3}{4}$ ”, la profundidad de perforación variaba de 6 a 7m., dependiendo de la dureza del material.

A los puntos perforados se les denomina taladros.

Voladura.-

Concluida la tarea de perforación o teniendo suficientes taladros como para realizar una labor de cargado continuo, se procede a llenar los taladros con el explosivo diseñado. Para esto se utilizó un camión mezclador el cual mediante un sistema computarizado proporciona la cantidad de explosivo en las proporciones diseñadas. Este camión mediante una manguera llena directamente los taladros.

Previo al llenado se introduce al fondo de cada taladro un booster, que es un explosivo de alta potencia y alta velocidad de detonación que se utiliza para iniciar una columna de explosivo, atado a un cordón detonante el cual sobresale del taladro. Llenados los taladros los cordones que sobresalen se unen a través de un amarre con cordón detonante siguiendo la geometría del diseño aprobado, es este amarre quien da la secuencia de la explosión.

El amarre tiene un punto de iniciación en donde se utiliza una mecha de seguridad la cual se consume a razón de 1 pie/minuto, es aquí donde se enciende todo el sistema; su longitud la determinará el tiempo necesario para ponerse en un lugar seguro (puede ser unos 3 a 4 minutos). A este sistema se le denomina voladura primaria.

Cuando producto de la voladura primaria se obtienen fragmentos que sobrepasan las dimensiones máximas especificadas se les somete a estas a una voladura secundaria o plasteo para reducir las de tamaño. El diseño de esta voladura es distinto al primario.

Carguío.-

Efectuada la voladura se procede a realizar una limpieza rápida del material que esté sobre las vías de acceso, esto se realiza con un tractor o una motoniveladora.

Los geólogos de la mina realizan una inspección del material fragmentado y con la ayuda de banderines delimitan las zonas de mineral y desmonte así como las zonas de contacto mineral-desmonte; esto determina los lugares a donde se tienen que llevar los materiales (mineral al pad y desmonte a los botaderos).

Delimitadas las zonas se procede a cargar el material a los camiones. Para esto se utilizan cargadores frontales y/o excavadoras hidráulicas.

En las zonas de contacto mineral-desmonte para no contaminar el mineral los operadores de los equipos de carguío deben tener cuidado.

Una vez cargado todo el material del banco se procede a trazar otra malla de perforación, y el proceso se vuelve a repetir.

Transporte.-

El material fue cargado a camiones cantera de 40 Tn. y camiones volquete de 20 Tn. los cuales llevaron el material al pad o al botadero a través de caminos permanentes o temporales.

En las zonas de descarga se construyeron bermas al borde de los taludes con la finalidad que los camiones descarguen con más seguridad y se reduzca la posibilidad de deslizarse.

Los controles que se llevaron a cabo fueron los siguientes:

Control de la Producción

Control de la perforación

Control de la voladura

Rendimientos, entre otros.

CAPITULO 2

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

En este capítulo se resumen las especificaciones técnicas que se desarrollaron para las dos obras.

En la obra Expansión Carachugo etapa 3 y Maqui Maqui etapa 2, la parte relacionada al movimiento de tierras fue general para ambas zonas, diferenciándose solamente en algunos trabajos específicos, se indicaba que el Contratista deberá ejecutar el trabajo de acuerdo a lo indicado en los planos y que deberá tomar todas las medidas apropiadas para proteger las áreas de trabajo y sus instalaciones temporales las que serán al final removidas a cuenta de él mismo.

Asimismo en ambas partes se pone mucho énfasis a los aspectos de Seguridad (Prevención de Pérdidas) y Medio Ambiente, siendo un lema muy conocido : “PRIMERO SEGURIDAD, DESPUÉS PRODUCCIÓN”.

A continuación se hace un resumen de las especificaciones técnicas relacionadas a estos trabajos. La primera parte por referirse a varios tipos de trabajo tiene más especificaciones que en la segunda parte en la que los procesos han sido previamente detallados en la memoria descriptiva.

2.1.- CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACION (HEAP LEACH PAD)

Preparación de la zona de trabajo.-

Todas las zonas a ser utilizadas como áreas de préstamo o de apilamiento deberán primero ser limpiadas, removidas y/o descortezadas. El descortezamiento tiene como promedio en la zona de 0.5 a 1m. de profundidad. La extensión de la limpieza, remoción y desmalezado deberá estar sujeta a la aprobación del propietario, asimismo el procedimiento utilizado deberá cumplir con las normas ambientales del propietario.

La limpieza consistirá de corte de maleza para tener aproximadamente un terreno nivelado. La remoción consistirá de remover plantas, raíces y cualquier otro material orgánico. El descortezado consistirá en la remoción de top soil y material inservible.

Todo el material resultante de la limpieza, remoción y descortezado será depositado en las áreas designadas por el propietario.

Áreas de apilamiento de top soil y peat.-

El área de apilamiento de top soil deberá ser descortezado previamente. Estas áreas deberán mantener una configuración estable y una pendiente tal que no permitan la formación de pozas de agua ni erosiones.

Algunos materiales que se obtengan de las tareas de descortezado pueden no servir para ser utilizados en alguna etapa de construcción, este material inservible deberá ser almacenado en las áreas designadas en los planos previa verificación del propietario o su representante. El Contratista deberá evitar la contaminación del top soil con el material inservible. Los taludes de los botaderos deberán estar no más parados que 2H:1V.

Se colocará top soil sobre el almacenamiento de peat una vez que este botadero ya no sea utilizado para su posterior resembrado y recuperación del paisaje.

Áreas de préstamo.-

Las áreas de préstamos deberán ser utilizadas para obtener materiales como complemento requerido por las excavaciones. El contratista será el responsable de su explotación y transporte. El contratista deberá mantener las caras de las áreas de préstamos con taludes de 2H:1V en suelos y de 1.5H:1V en roca .

Todas las áreas de préstamo deberán ser protegidas de corrientes de agua.

Excavaciones en general.-

A menos que se encuentre material inservible, todos los suelos obtenidos de las excavaciones serán utilizados como material de relleno cumpliendo las condiciones de humedad necesarias para lograr una buena compactación. Las excavaciones deberán ser hechas de tal manera que en todo momento no distorba sus proximidades y pueda drenar en cualquier momento. Los taludes en los cortes no serán mayores a 3H:1V para alturas de hasta 5 m., para alturas mayores el talud será 5H:1V o más. En cualquier lugar del pad el talud no será mayor de 3H:1V cuidando que no existan transiciones pronunciadas. Todo material malo será removido de la excavación.

Excavación en roca.-

Todo afloramiento de roca encontrado será removido de ser posible sin utilizar explosivos, en caso sea necesario la utilización de voladura la roca será perforada a una

profundidad de 1m bajo la profundidad de excavación. El resultado de la voladura deberá ser un material manipulable que pueda ser utilizado como relleno.

Si el resultado de la voladura es un material inservible éste deberá transportarse a los botaderos pre-establecidos, o usado como un relleno no estructural.

Material de relleno en general.-

El relleno será colocado en la zona de pad, para construir diques, bermas y caminos de acceso, bermas de estabilidad.

Preparación de la fundación.-

Las áreas que recibirán relleno deberán ser limpiadas y desbrozadas, niveladas para drenar y pasar previamente rodillo para colocar relleno.

El Contratista modificará las condiciones existentes de terreno en las zonas de pad y pozas para acomodarse a las elevaciones y dimensiones mostradas en los planos. Se deberá mantener un drenaje positivo y eliminar los cambios bruscos de pendientes y cualquier otra condición que pueda lastimar la geomembrana (también denominado liner). En cualquier lugar de la zona de pad no se excederá de 3H:1V.

En todas las áreas que recibirán soil liner directamente o relleno, el Contratista deberá rodillar previamente la superficie con un equipo de compactación apropiado aprobado por el propietario.

Toda superficie de lecho de roca dentro del pad no cubierta con relleno será cubierta con un mínimo de 300 mm de material “soil liner”.

Relleno aleatorio.-

Todo relleno aleatorio consistirá de suelo natural no orgánico con partículas con un lado máximo de 200 mm. y un índice de plasticidad menor que 15 y será colocado en capas no mayores a 300 mm. condicionado a un contenido de humedad $\pm 3\%$ del óptimo y compactado al 95% del determinado por el Proctor Estándar.

Soil liner.-

El soil liner deberá ser obtenido de las áreas de préstamo mostradas en los planos del Proyecto u obtenidas de la preparación de la fundación pero no podrán tener partículas con más de 100 mm. en la dimensión más larga. Los que tengan mayores dimensiones deberán ser sacados previo a la colocación del liner.

Deberá cumplir con lo siguiente:

Abertura de la Malla	% que pasa en peso
100 mm	100
50 mm	95 - 100
25 mm	85 - 100
4.75 mm (N° 4)	60 - 100
0.074 mm (N° 200)	> 30
Indice de Plasticidad	> 5

El soil liner deberá ser compactado en capas de 150 mm, no será compactado a temperaturas < a 0°C, deberá ser compactado a 95% de la máxima densidad seca obtenida con el Proctor Estándar con un contenido de humedad \pm 3% del óptimo obtenido en dicho ensayo. Previo a la colocación de la segunda capa la superficie deberá ser escarificada a una profundidad de 50 mm. Si el contenido de humedad del material está fuera de las especificaciones, ésta será retrabajada y recompactada a la humedad especificada. En cualquier lugar el espesor del soil liner no será menor a 300 mm.

Las partículas mayores a 75 mm o depresiones mayores a 25 mm. deberán ser removidas o rellenadas. La superficie final deberá estar libre de protuberancias y deberá estar lista para colocar sobre él el liner.

Capa de material de protección de drenaje (PDL).-

Consiste de material chancado y zarandeado con valores de permeabilidad mayores o iguales que 1×10^{-3} cm/seg. y granulometría siguiente:

Abertura de malla	% que pasa en peso
75 mm	100
50 mm	--
37 mm	85 - 100
25 mm	--
12 mm	60 - 80
4.75 mm (N° 4)	10 - 60
0.074 mm (N° 200)	0 - 18
Indice Plástico	< 5

La capa de material de drenaje deberá ser colocada sobre el liner y las tuberías de colección de solución en una capa simple y en dirección ascendente. Este trabajo deberá ser hecho durante la parte fresca del día, de tal manera que la temperatura sobre la geomembrana no exceda los 32 °C.

Material de protección de erosión.-

Denominado rip rap, debe cumplir con la siguiente gradación expresado en % que pasa:

Abertura de malla	D₅₀ = 100 mm	D₅₀ = 150 mm	D₅₀ = 300 mm
600 mm			100
300 mm		100	30 – 55
230 mm	100		
150 mm		35 – 55	0 - 30
100 mm	35- 55		
75 mm		0 – 20	
50 mm	0 – 20		
25 mm			

Consiste en roca sólida y su colocación se hará de tal manera que provea superficies niveladas que no dañen la base ni produzca segregación.

Material para capa de rodadura.-

Consistirá de material durable que cumpla la siguiente gradación:

Abertura de malla	% que pasa en peso
75 mm	100
25 mm	85 – 100
12.5 mm	50 – 80
4.75 mm	30 – 60
0.425	5 – 40
0.074 mm	0 – 10
Indice Plástico	No plástico

Se colocará en capas simples de 150 mm de espesor compactada con dos pasadas de rodillo vibratorio.

Zanjas de anclaje.-

El material de relleno a utilizar en las zanjas de anclaje será el soil liner a menos que el propietario indique otra cosa. El material se colocará en la zanja de tal manera que no dañe la geomembrana.

El relleno se hará en capas no mayores a 250 mm y se compactará al 95% de la máxima densidad seca con un contenido de humedad $\pm 3\%$ del óptimo.

Material de drenaje (PL).-

Consistirá en grava de tal forma que su permeabilidad sea mayor o igual a 1 cm/seg y deberá cumplir además con la siguiente gradación:

Abertura de malla	% que pasa en peso
75 mm	100
25 mm	85 – 100
12.5 mm	50 – 80
4.75 mm	30 – 60
0.425	5 – 40
0.074 mm	7 – 10
Índice Plástico	No plástico

Este material se utilizará en la unión entre los pad nuevo y antiguo y en los underdrain. Su colocación se hará de tal manera que no dañe las tuberías ni el geotextil que en él se utilizan. Será compactado en capas que no excedan los 300 mm.

Requerimiento de ensayos en suelos y rocas.-

Durante la colocación de material el Contratista deberá efectuar ensayos de cada material y deberá cumplir con la siguiente frecuencia de los mismos:

Tipo de Ensayo	Soil liner	Sub-base	Relleno estructural	Material para underdrain
Granulometría	1/2,500 m ³			1/250 m ³
Límite de Atterberg	1/2,500 m ³		1/2,500 m ³	
Proctor Standard	1/1,000 m ³		1/2,500 m ³ o por material	
Densidad Nuclear	1/1,000 m ²	1/1,000 m ²	1/500 m ³	
Cono de Arena	1/10 de Dens. Nuc.		1/10 de Dens. Nuc.	
Contenido de humedad	1/4 de Dens. Nuc		1/4 de Dens. Nuc	
Permeabilidad				1/250 m ³

Geosintéticos.

Los geosintéticos (geomembrana o liner, geotextil y geonet) utilizados en este trabajo fueron proporcionados por el propietario e instalados por terceros.

Tolerancias.-

El contratista respetará las siguientes tolerancias de construcción:

Alineamiento horizontal : ± 300 mm. de lo indicado en los planos.

Sobre-excavación de zanjas y subniveles especificados : ± 100 mm.

Alto y ancho de bermas : ± 150 mm.

Puntos de control topográfico: ± 2.5 mm horizontal, ± 2.5 mm vertical.

Cota final de crestas : ± 150 mm por encima, ± 0 mm por debajo de la cota especificada.

Subniveles terminados : ± 150 mm por encima, ± 0 mm por debajo de la cota especificada

Capa de material de drenaje/protección: ± 150 mm por encima, ± 0 mm del espesor especificado.

Pendiente de talud terminado : ± 3°.

Soil liner: ± 150 mm por encima, ± 0 mm del espesor especificado.

2.2.- EXPLOTACIÓN MINERA

Para este trabajo Compañía Minera Sipán no entregó mayores especificaciones sino que describía algunas consideraciones a tener cuando se esté realizando el trabajo.

Las consideraciones que se indican a continuación aunadas a las indicadas en la memoria descriptiva y las que se indicarán en la etapa de ejecución son suficientes para cumplir el objetivo del presente trabajo

Trabajos Preliminares.-

Toda el área de trabajo deberá estar limpia de desechos, malezas y material agrícola superficial.

Se deberán construir accesos temporales que conduzcan hasta la zona de trabajo, el Contratista entregará el diseño al propietario y esperará su aprobación para proceder a su ejecución.

Perforación.-

Cuidar la verticalidad de los taladros.

La secuencia de perforación será de tal forma que los taladros no se vayan a tapar con el material producto de la perforación.

El material detritus producto de la perforación que se designe para ensayo en laboratorio deberá ser manipulado cuidadosamente.

Los taladros a perforarse hasta tener la altura indicada en los diseños.

La perforación cerca de los taludes deberá realizarse con cuidado de no provocar la inestabilidad de éstos.

Voladura.-

Se debe tener cuidado en los diseños que la generación de gases tóxicos sea mínima.

Los materiales explosivos deben ser almacenados en lugares adecuados (polvorín) de tal manera que se encuentren libres de los efectos de la humedad.

Deberán ser almacenados de tal forma que los más antiguos sean los siguientes en usar.

Los fragmentos que no cumplan con el máximo especificado (50 cm.) serán separados para ser expuestos a una voladura secundaria.

Carguío.-

El Contratista deberá utilizar equipo de carguío en tamaño y cantidad suficiente como para permitir una explotación continua.

Deberá tener cuidado de no contaminar el mineral al momento del carguío.

Deberá trabajar de forma ordenada evitando entrapamientos.

Deberá tener cuidado de dejar los taludes finales con la pendiente indicada en los planos.

Los fragmentos con lados mayor a 50 cm. no serán cargados sino que serán separados para luego ser plasteados.

Transporte.-

No se descargará directamente sobre los taludes sino que éste se hará contra las bermas construidas y luego empujadas con ayuda de tractores.

En caso algún fragmento con un lado mayor a 50 cm. llegue a la zona de pad, éste será separado y reducido su tamaño con la ayuda de combas de mano.

CAPITULO 3

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO y PROCESOS

3.1.- CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACION

En esta parte se describirá el proceso constructivo seguido para la construcción de la Plataforma de Pila de Lixiviación etapa 2 de Maqui Maqui (pad de Maqui Maqui), trabajo ejecutado para la Compañía Minera Yanacocha

3.1.1.- REMOCION DE SUELO SUPERFICIAL (TOP SOIL)

Top Soil.- Se denomina top soil a la primera capa que se encuentra en superficie (material orgánico apto para aceptar sembríos), esta capa mostró una potencia promedio de 40 cm., varía entre 15 cm. - 70 cm..

El top soil adquiere importancia por ser un material apropiado para la agricultura, por ello, el departamento de Control Ambiental de Minera Yanacocha mostró especial interés en los procesos de corte- eliminación de este material, de manera que la pérdida y/o contaminación de top soil en ambos procesos fuesen mínimas.

La finalidad de la remoción del suelo superficial es dejar el terreno limpio de todo material orgánico, de tal modo que esa área pueda recibir los rellenos y terraplenes en las dimensiones indicadas en los planos. El material extraído fue almacenado en los botaderos definidos por el departamento de Control Ambiental, quién hará uso futuro del mismo para restituir paisajismo.

Antes de iniciar el corte del top soil, previamente la topografía delimitó el área de trabajo sobre la base de los planos aprobados para ejecución.

Un Tractor D8 o similar se utilizó en el proceso de corte en los casos en que el terreno fue consistente para soportar su peso. Se empezó el corte y acumulación del material orgánico partiendo generalmente de los puntos más altos, de tal modo que la acumulación, previa al carguío, se realizara ladera abajo (aprovechando la gravedad se pudo obtener un mejor rendimiento del tractor que cortar y acumular hacia arriba).

Un Tractor D6 o similar se utilizó para el corte en zonas donde el terreno no podría soportar el peso de un tractor D8.

Como un tractor puede realizar una acción combinada de corte y empuje, se aprovechó esa facilidad para acumular el top soil en pilas para luego ser cargado a los camiones.

Cuando el carguío se realizó mediante una excavadora (tipo CAT 225 ó 330), la altura de las pilas pudo incrementarse y se ubicó la excavadora sobre la pila. Esta operación de carguío con excavadora dio un resultado muy eficiente en la operación.

También se pudo realizar el corte y carguío (operación combinada) utilizando excavadoras, esto cuando las condiciones de la zona de trabajo lo permitan.

En zonas saturadas de agua no fue posible trabajar con tractor, entonces se cortó el top soil con excavadoras tipo CAT. 330 y se cargó en simultáneo a los camiones.

Una vez acumulado el top soil, se procedió al carguío y transporte hacia los botaderos previamente establecidos e indicados en los planos.

El carguío se realizó con cargadores frontales tipo CAT 966 o similar, y en algunos casos con las excavadoras como se indicó anteriormente.

Luego se transportó en camiones de 20 Tn. de capacidad de carga a los respectivos botaderos.

En el botadero de top soil trabajó constantemente un tractor D6 extendiendo el material transportado, de esta manera se posibilitó el ingreso y salida fluido de los camiones.

Finalizado el transporte total de top soil, el material acumulado en el botadero se niveló con la utilización de un tractor D6 y una motoniveladora 140G, de tal manera que no se formen hoyadas que pudieran empozar agua de lluvias, y proporcionando pendientes suaves que posibiliten el escurrimiento superficial sobre una superficie uniforme y estéticamente aceptable.

Cuando llovió en la zona de trabajo el carguío y transporte de top soil presentó dificultades. El carguío no fue eficiente ya que el cargador no pudo movilizarse con facilidad por trabajar en un frente barroso e inestable.

Asimismo, el transporte también resultó dificultoso debido a que los accesos estaban mojados y barrocos, los camiones no pudieron desplazarse en accesos con pendientes pronunciadas por lo que el trabajo se paralizaba hasta que las condiciones mejorasen.



Figura 3.1.1-1.- Corte de terreno natural mostrando capa de top soil

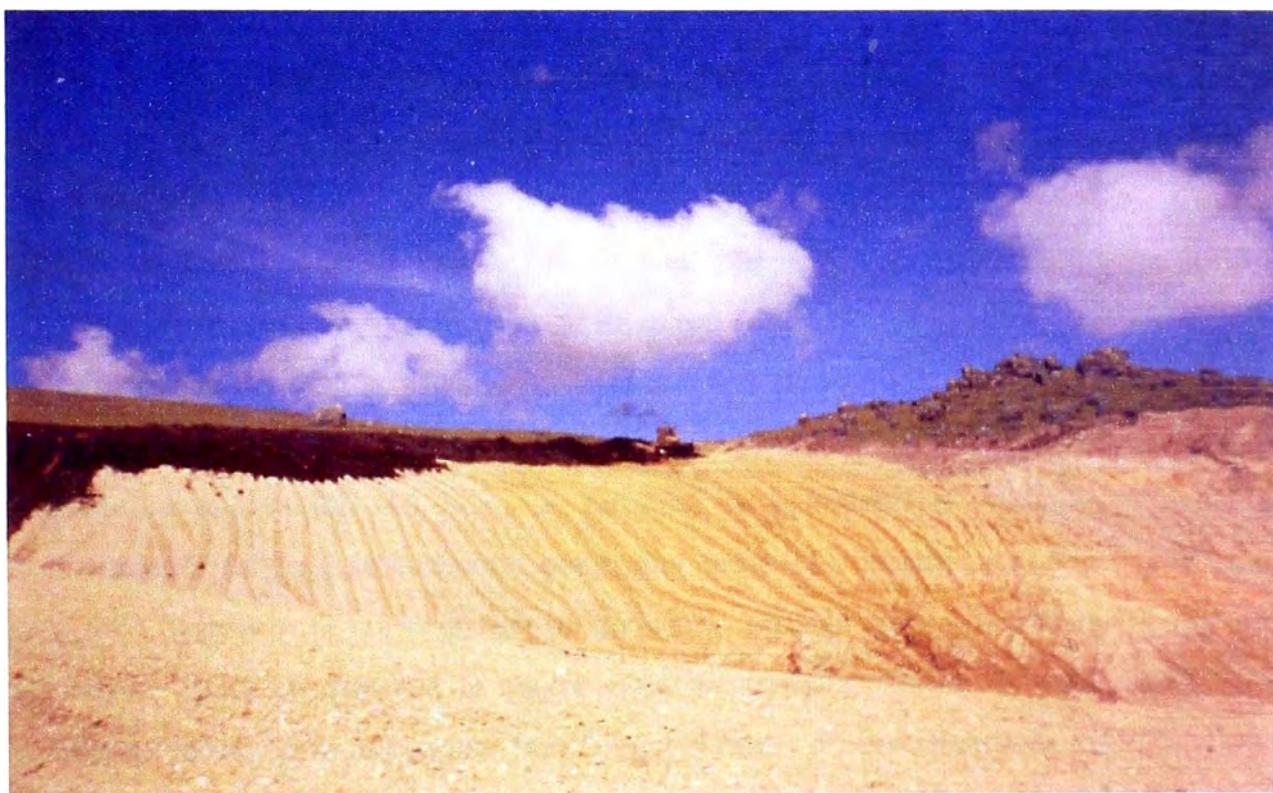


Figura 3.1.1-2.- Tractor cortando top soil en Maqui Maqui

3.1.2.- EXCAVACION DE MATERIAL INSERVIBLE (PEAT).-

Peat.- Es el material orgánico saturado ó arcilla saturada, que se encontró debajo del top soil. Este material no se presentó en toda las áreas, solamente en zonas saturadas de agua. Su potencia fue muy variable pudiendo llegar a tener varios metros.

La finalidad de la eliminación de peat fue dejar, luego de la limpieza, un suelo estable (consistente) para soportar rellenos estructurales.

Para determinar las zonas de material saturado se realizaron calicatas en los puntos con indicios de material saturado (generalmente se usó una carga-retroexcavadoras tipo JD 310 o similar).

Luego de eliminado completamente el top soil de la superficie, se procedió a extraer el material saturado.

Esta excavación se realizó exclusivamente con excavadoras tipo CAT 225, 330 o similar por su mayor alcance de brazo y capacidad de cuchara.

Las excavadoras mencionadas cortaron y cargaron directamente a los camiones para su transporte a los botaderos previamente determinados e indicados en los planos.

La excavadora se ubicaba en la zona más estable (terreno firme) y excavaba todo el peat que estuvo al alcance de su brazo.

Cuando el peat a eliminar fue profundo, se prepararon accesos a base de relleno rocoso, que permitieron que la excavadora y los camiones continúen con la eliminación del material.

Cuando el material contaminado fue de baja potencia y poca humedad, se cortó y acumuló con tractores D6 ó D8 como si fuera top soil.

La excavación del peat se ejecutó hasta eliminar completamente el material saturado y hasta encontrar un material consistente.

Durante la excavación del peat, se presentó la necesidad de evacuar el agua de escurrimiento (el peat se comporta como una esponja) y continuar con la excavación, esto hizo necesario la construcción de zanjas de drenaje aprovechando las pendientes del terreno, para así eliminar la mayor cantidad de agua posible. Cuando esto no fue posible se utilizaron motobombas de succión (\varnothing min.= 4", recomendable \varnothing = 6")

En el caso del peat, la operación combinada fue fundamental, ya que por la característica del material y las condiciones de las zonas de trabajo, solamente se pudo usar la excavadora la cual cortó y cargó en simultáneo a los camiones.

El carguío realizó con excavadoras tipo CAT 225, 330 o similar.

El transporte se realizó con camiones de 20 Tn. de capacidad de carga hacia los respectivos botaderos preestablecidos en los planos.

Cuando hubo material contaminado no saturado para eliminar, el carguío se hizo con cargadores frontales tipo CAT 966C o similar.

En el botadero de peat trabajó constantemente un D6, el cual extendía el material transportado, de esta manera se posibilitó el ingreso y salida fluido de los camiones.

Igualmente, en el botadero de peat ó adyacente a esta zona, se dispuso de una retroexcavadora pequeña tipo JD 310 para limpieza de tolvas de los camiones ya que el material saturado se adhiere a las tolvas.

La dificultad fue similar al carguío y transporte de top soil, cuando llovió la zona de carguío y transporte quedó barrosa y fue muy difícil poder continuar con el trabajo.

Figura 3.1.2-1 Excavación y carguío de peat





Figura 3.1.2-2.- Zona de peat

3.1.3.- RELLENOS PARA REEMPLAZO DE MATERIAL INSERVIBLE (PEAT)

La finalidad de este trabajo fue rellenar parte o la totalidad del volumen excavado de peat con material adecuado que cumpliera con las especificaciones técnicas de obra, para obtener un terreno estable.

Las canteras o áreas de préstamo a explotar están establecidas en los planos aprobados para construcción.

En algunos casos el material de relleno lo proporcionó la Mina de acuerdo a la necesidad del contratista. En este caso el material proporcionado fue básicamente el mineral de baja ley que se obtenía de la mina.

Al material de relleno a utilizar previamente se le realizó el ensayo de proctor standard para determinar su máxima densidad seca y contenido óptimo de humedad, las que sirvieron para controlar la compactación y el contenido de agua en cada una de las capas de relleno.

Cada vez que se utilizó un tipo diferente de material de relleno, se le realizó previamente el ensayo de proctor standard.

En la cantera de relleno (material de préstamo) generalmente trabajó en el carguío uno o dos cargadores frontales alimentados por un tractor D8 o similar, esto dependió de la cantidad de material por sacar de la cantera.

El transporte del material de relleno se realizó con camiones de 20 toneladas de capacidad de carga.

Las capas de relleno transportadas a la zona de trabajo se extendieron con un tractor D6 y se conformó con motoniveladora 140G ó similar en espesores de aprox. 40 cm., los cuales quedaron en 30 cm. de espesor, después de la compactación.

Las capas de relleno fueron extendidas y conformadas en función al resultado del proctor standard. Si el contenido de humedad para compactar fue insuficiente, se adicionó agua mediante camiones cisterna (cap. = 2,500 gls. aprox.) con regadera.

En la compactación del relleno se empleó rodillo vibratorio CA-25 pata de cabra para relleno fino y rodillo liso para relleno granular.

Después de compactado con unas 5 pasadas de rodillo, se controló la compactación con un densímetro nuclear TROXLER.

La compactación debió ser mayor al 95% de la máxima densidad seca obtenida mediante el ensayo proctor standard, el contenido óptimo de agua debió ser $\pm 3\%$ del contenido óptimo que da el proctor.

Cuando la compactación no llegaba al 95% se verificaba el motivo y se continuaba compactando.

Cuando el contenido de agua excedió lo recomendado en las especificaciones, se escarificó el material con ayuda de una motoniveladora para que oree (seque) y pierda humedad. Cuando faltó humedad, se escarificó y adicionó agua hasta que alcanzaba la humedad óptima que se requería para obtener el grado de compactación esperado.

Una vez aprobada la capa de relleno, se escarificó la superficie de esta misma capa, para asegurar buena adherencia con la siguiente capa.

El control de calidad se realizó conjuntamente con la Supervisión, de tal modo que se obtienen resultados conjuntos sin duplicar los ensayos.

Esta secuencia de compactación y control de calidad se continuó en la compactación de relleno de todas las capas hasta llegar al nivel ó cota requerido.



Figura 3.1.3-1.- Relleno compactado en zona de peat

3.1.4.- NIVELACION DEL PAD

Este trabajo se realizó para dejar la superficie del pad de tal modo que nunca se exceda la pendiente máxima 3H:1V y que se eviten en lo posible las zonas o tramos de pendiente cero. Para lograr esto se tuvieron que efectuar cortes y rellenos, de acuerdo a la topografía del terreno.

En ocasiones, cuando se tuvo pendientes muy pronunciadas, se cortó el terreno hasta darle la pendiente máxima de 3H:1V que se indicaban en las especificaciones técnicas.

Cuando el terreno a cortar se constituía de material suelto o roca suave, el corte se realizó con tractores D6 y D8 o similar, los cuales necesariamente tenían ripper, éstos se aplicaron en función a la dureza del terreno.

Cuando el terreno a cortar fue roca dura, y el tractor D8 con ripper no pudo cortar, se procedió a perforar para realizar voladuras.

La perforación, cuando se encontró roca, se realizó con un track drill neumático abastecido de aire por una compresora de 475 pcm.

Las consideraciones de diseño fueron:

Malla de perforación: 1.8 m. x 1.8 m.

Diámetro de taladro $\varnothing = 1 \frac{1}{2}$ "

Longitud de taladro : variable

El carguío de los taladros y voladura lo realizó la minera Yanacocha (ya que el Contratista no estaba autorizado para el manejo de explosivos), aplicando una voladura controlada, donde la cantidad de explosivo por taladro es variable en función a la profundidad y a la cuadrícula de malla.

Además, una vez cargados todos los taladros y amarradas las conexiones respectivas para la voladura, con la finalidad de amortiguar la explosión sin que la roca de voladura dañe la geomembrana (liner) de la zona adyacente, se cubría el área a volar con geotextil de desecho sobre la cual se esparcía material de baja granulometría (colchón de 1 mt. de espesor aproximadamente). Este colchón evitaba que el material disparado se proyecte a zonas adyacentes.

Luego del disparo, el material volado se acumuló con tractor D8, se cargó con cargador frontal y transportó en camiones a los lugares donde se requería rellenos. Allí se combinaba la roca volada con material propio, de tal modo que se consiga granulometrías adecuadas para constituir rellenos compactados.

Todas las partes altas producto de cortes o voladuras en roca (crestas) , donde se cortó para nivelar el terreno en la pendiente adecuada, ya sea empleando tractor o voladura, finalmente debió mostrar una superficie lisa y homogénea, lo cual se obtuvo mediante el refine final con motoniveladora.

Las zonas donde se necesitó elevar los niveles para alcanzar la pendiente máxima de 3H:1V, se completó con relleno estructural proveniente de las canteras de préstamo o con material rocoso producto de la voladura.

En el proceso de nivelación del pad con la utilización de relleno se siguió la misma secuencia de trabajo que un relleno estructural, es decir, relleno por capas y realizando las pruebas necesarias para su aprobación.

Durante la nivelación del pad, y previo al término de la nivelación, se ejecutaron canales subterráneos de drenaje (underdrain), los cuales tenían por objeto el drenar el agua subterránea.

Finalmente, toda la superficie del pad quedó homogénea, compactada y nivelada, mostrando pendientes que no excedían el 3H:1V.



Figura 3.1.4-1.- Compresora y track drill neumático perforando roca



Figura 3.1.4-2.- Carguío de material para relleno producto de corte de terreno para nivelación de pad

3.1.5.- ZANJAS RECOLECTORAS (UNDERDRAIN)

Underdrain.- Dren subterráneo que discurre bajo de la superficie del Pad. Tiene la finalidad de captar el agua subterránea que escurre bajo el suelo nivelado del pad que aflora naturalmente a superficie y conducirlo hacia los canales de evacuación de aguas de lluvias (canales de derivación) que se construyeron en el perímetro del pad.

Fueron zanjas de drenaje de aproximadamente 1m. de profundidad y 0.5 m. de ancho que pudieron construirse paralelamente a la nivelación del pad. Su ubicación vino indicada en los planos, pero algunas veces se determinó su construcción en campo.

Se ejecutaron iniciándolos en las zonas donde se apreció afloramientos de aguas, para luego descender progresivamente hacia los puntos más bajos y periféricos del pad.

Dependiendo del equipo disponible, se utilizaron para su construcción excavadoras tipo 225, 320, 330 o similar así como carga retroexcavadoras pequeñas (JD 310).

Luego de haberse hecho la excavación de la zanja, se colocó en el fondo una base de material granular fino (material de drenaje), de aproximadamente 10 cm. de altura, que cumplía con las especificaciones técnicas y que se obtuvo con una zaranda.

A continuación, se extendió a lo largo del underdrain y sobre la cama de material de drenaje, un filtro geotextil.

Sobre el geotextil se colocaron tuberías perforadas de HDPE (polietileno de alta densidad) de 100 mm de \varnothing , en toda la longitud de la zanja, éstas tuberías fueron las mismas que se colocaron sobre el plástico para coleccionar la solución mineralizada.

Sobre estas tuberías se colocó una capa de material de protección filtrante que en este caso fue el over (material grueso excedente de la zaranda de $\varnothing_{\text{máx.}} = 5''$).

Luego se envolvió la tubería y el material filtrante con el geotextil.

Enseguida, sobre el material envuelto, se colocó material de relleno hasta alcanzar el nivel requerido para la superficie nivelada del pad.

El material de relleno a colocar debió cumplir todos los requisitos y procedimientos de un relleno estructural, tal como se explicó anteriormente, llevándose a cabo la compactación mediante el uso de planchas compactadoras.

La colocación del geotextil y tuberías fue manual mientras que el material que sirve de filtro se colocó con la ayuda de una carga retroexcavadora tipo JD 310.



Figura 3.1.5-1.- Nivel freático en Maqui Maqui



Figura 3.1.5-2.- Colocación de geotextil en underdrain

3.1.6.- SUELO BLANDO (SOIL LINER)

El soil liner es una capa de material impermeable (arcilloso) compactado al 95% de su proctor, de 30 cm. de espesor mínimo.

Es un material que debía cumplir con las especificaciones técnicas.

La finalidad de la colocación de soil liner fue obtener una capa impermeable ubicada sobre el terreno nivelado del pad, la cual además de cumplir la función de impermeabilizar, sirva de superficie homogénea de soporte a la manta de plástico (liner), que se extenderá sobre la superficie de soil liner.

El soil liner que se compactó al 95 % del proctor, tuvo como requisito fundamental el mostrar un contenido de humedad muy cercano al óptimo que permitiera la compactación al ser extendido sobre el pad. Se explotó de las canteras o áreas de préstamo indicados en los planos aprobados para construcción.

Antes de iniciar su transporte se realizó una prueba de proctor standard en la misma cantera y otra prueba de proctor al ser transportado y colocado sobre el pad.

Antes de transportar el soil liner para ser extendido, la superficie del pad debió haber quedado completamente nivelada con las pendientes requeridas y aprobado el control de calidad establecido.

En la cantera de soil liner trabajó generalmente uno ó dos tractores D8 ó similar cortando y acumulando material.

El carguío de soil liner en cantera se realizó mediante uno o dos cargadores frontales en simultáneo.

Cuando el soil liner estuvo bastante húmedo, el carguío se realizó con una excavadora (éste equipo es bastante apropiado para realizar este trabajo).

Se transportó el soil liner con camiones de 20 Tn. de capacidad de carga.

El soil liner depositado en el pad se extendió con tractores D6, en capas de aprox. 35 cm. de potencia, de tal modo que tras la compactación, nunca se tenga espesores menores a 30 cm.

Para controlar la altura de soil liner extendido se utilizó conos o estacas señalizadas de una altura de 35 cm.

Si el soil liner extendido estaba saturado de agua, se escarificó con una rastra en direcciones perpendiculares entre sí para que se oree y pierda humedad. Esta es una operación que debió ejecutarse en la gran mayoría de casos, en forma continua, durante varios días, hasta obtener el contenido de humedad óptimo que permita la compactación.

La conformación se realizó con motoniveladoras. La compactación se ejecutó con rodillo liso (de preferencia), y si el caso lo requirió, con rodillo pata de cabra. De todos modos, la última pasada se realizó con rodillo liso.

Para realizar el control de calidad de soil liner colocado, se efectuó el cuadrículado del área del pad (50m. x 50m.) y se realizaron pruebas en cada una de las cuadrículas.

Después de compactarlo (6 pasadas de rodillo como mínimo), se controló la compactación y contenido de humedad mediante un densímetro nuclear Troxler. En cada cuadrícula se realizó 1 prueba de proctor y 3 pruebas con densímetro nuclear como mínimo.

Cuando se encontraron bolsones de material saturado debajo del soil liner en proceso de compactación (esta situación se detecta al observar las huellas de los volquetes cargados

que discurren sobre el soil liner en proceso de compactación), se debió excavar y reemplazar el material de base de esa zona.

La compactación debe estar entre el 95% y 100% del proctor standard, y el contenido de agua debe ser como máximo $\pm 3\%$ del óptimo contenido de humedad que da el proctor. Aprobado el control de calidad, la capa de soil liner queda completamente lista y apta para tender la geomembrana (liner).



Figura 3.1.6-1.- Compactación de soil liner



Figura 3.1.6-2.- Resane de superficie de soil liner

3.1.7.- GEOMEMBRANAS Y GEOTEXTIL

El trabajo con geomembranas y geotextil no estaba incluido en el alcance del trabajo; para tener conocimiento general del proceso constructivo del pad se incluye una descripción de su colocación y los equipos utilizados en este trabajo.

Geomembrana.- Material plástico (manta continua y homogénea), de alta consistencia fabricada de polietileno, se le denominaba liner.

Geonet.- Material plástico (malla perforada de alta consistencia, fabricada de polietileno).

Geotextil.- Material sintético filtrante (tela tejida, tipo colcha), fabricada de fibras entrecruzadas de polietileno y/ o vidrio.

3.1.8.- COLOCACION DE PLASTICO (liner)

La finalidad del plástico (liner) es servir de barrera impermeable que impida la filtración de las soluciones ricas precipitadas a los suelos de base, de tal modo que no se contaminen las aguas subterráneas que a posteriori formarán las aguas de escorrentía de consumo humano – agrícola - pecuario. (Las soluciones precipitadas de mineral contienen cianuro = veneno) y recopilar la solución precipitada con mineral y conducirla pendiente abajo, hacia las pozas de almacenaje previo al tratamiento.

La colocación del plástico en el pad, pozas y canales son procesos similares.

En el pad previamente el terreno debió quedar cubierto con soil liner, creando una superficie completamente lisa y estable, libre de toda piedra ó roca que pueda dañar el liner (no causarle perforaciones).

En el pad se colocó geomembrana HDPE 80 mil (2 mm.de espesor).

Para transportar, desenrollar y extender el plástico de su respectivo carrete, se utilizó un cargador frontal. Este levanta el carrete de plástico mediante fajas insertas en los extremos de un tubo metálico que se ha dispuesto dentro del carrete que enrrolla el plástico.

El cargador frontal suspende el carrete en el aire mediante su cucharón, y una cuadrilla de 6 a 8 personas se encarga de desenrollar y extender el plástico sobre la superficie a cubrir.

El plástico se tiende por franjas, una a continuación de otra, de tal modo que se posibilite el traslape lateral entre un rollo extendido y el anterior, para su posterior soldadura.

La unión (soldadura) de los bordes laterales del plástico se realiza con la máquina denominada wedge.

Los bordes laterales ó traslape deben estar completamente limpios de polvo y barro, antes de procederse a la soldadura.

Máquina de soldar WEDGE (Cuña).

Especie de carrito que tiene una cuña interna que calienta a 380° de temperatura. Esta hace contacto y calienta las dos superficies (traslape) del plástico que se va a unir (sellar) y seguidamente vienen detrás dos rodillos que unen a presión los dos extremos laterales del plástico, dejando un ducto pequeño en el intermedio de la soldadura para posteriormente realizar la prueba de control de calidad.



Figura 3.1.8-1 Máquina de soldar wedge

Soldadora Leister (pistola de aire caliente). - Es una soldadora que bota aire caliente por la punta, esta punta caliente se inserta entre los plásticos y seguidamente se

presiona con la mano y queda soldado. Este procedimiento de parche es similar al parche de dos pedazos de jebe usando un cuchillo caliente.

Luego de soldadas las uniones del plástico con la LEISTER, se limpia dichas uniones con el esmeril, para luego asegurar con la extrusora.



Figura 3.1.8-2.- Soldadora Leister

Griner o Esmeril.- Es un esmeril pequeño que limpia las superficies a soldar con la extrusora. Además de limpiar la superficie a soldar, elimina la superficie lisa del plástico volviéndolo áspero, para que se adhiera bien la soldadura que deposita la extrusora.

Las puntas ó zonas terminales del plástico (uniones) se sueldan con parches, para ello se utiliza la extrusora.

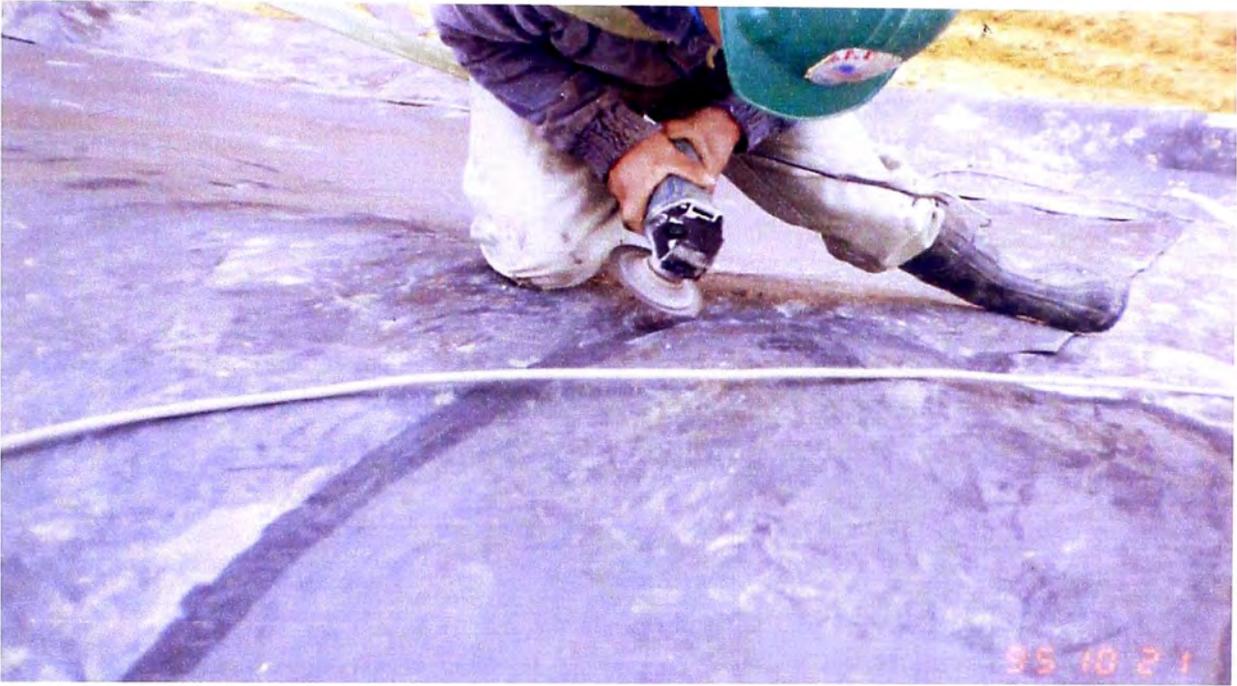


Figura 3.1.8-3.- Esmeril

Extrusora o Pistola de Soldar.- Es una máquina de soldar que por la boquilla bota aire caliente mezclado con plástico caliente, el plástico caliente que bota la extrusora es un material semisólido. El aire caliente que emite la extrusora diluye el plástico en granos (plástico en bolitas) y el taladro incorporado dentro de la extrusora impulsa el plástico granulado hacia abajo (hacia afuera).



Figura 3.1.8-4.- Pistola de soldar

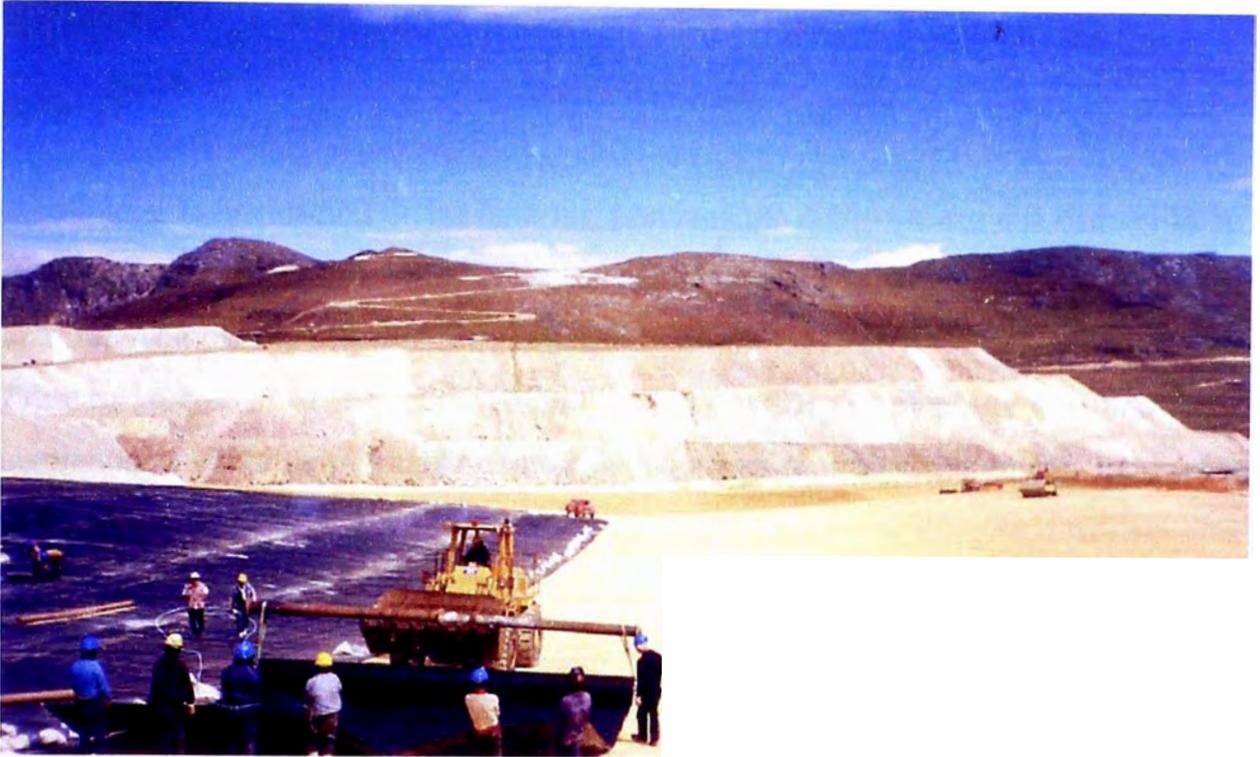


Figura 3.1.8-5.- Colocación de liner con ayuda de cargador frontal y obreros



Figura 3.1.8-6.- Colocación de liner

3.1.9.- COLOCACIÓN DE TUBERÍAS COLECTORAS DE SOLUCION

La finalidad de la colocación de tuberías es captar, conducir y evitar la pérdida por filtración de la solución mineralizada.

Para iniciar la instalación de las tuberías, previamente debió quedar colocado el liner. Previo a la instalación de las tuberías se levantó un plano a curvas de nivel que sirvió de referencia para la disposición e instalación de las tuberías.

Primero se colocó la matriz de 380mm. con la ayuda del plano de curvas a nivel, siguiendo el curso de la bajada natural de las aguas usando el punto más bajo como cauce colector.

Simultáneamente se trazó y colocó las tuberías colectoras de 100 mm. tomando en cuenta el trazado indicado en el plano. El trazado en detalle se determinó en el terreno, la pendiente debió ser siempre positiva con un mínimo de 1% conforme a las especificaciones. La pendiente se controló con nivel de mano (nivel de carpintero).

Para la instalación de las “T” de conexión entre tuberías de colección de 100 mm con la matriz de 380 mm., se hizo lo siguiente: se realizó en la zona inferior de la tapa de 250 mm. (donde se apoya la “T”), una perforación de 110 mm. para instalar la tubería de 100 mm. Las tapas de las “T” tienen unas perforaciones de 25 mm. las que se deben tapar con un parche del mismo material (se obtiene este parche a partir del recorte que se efectuó para la perforación realizada de 110 mm).

Para el montaje de las tuberías colectoras N12 de 100 mm. se usaron coplas insertadas a presión. La separación máxima entre las tuberías de 100 mm. fue de 10m. y en ciertas zonas con grandes variaciones de pendiente se dispuso de separaciones de hasta 5 m. (Este espaciamiento paralelo entre tuberías de 100 mm. debe ser definido por el cliente, pues corresponderá al tipo de mineral que será lixiviado, así como al tipo de solución que se aplicará para el proceso de precipitación).

Para la conexión de la matriz de 380 mm. a “T” de reducción múltiple (las medidas normales para estas “T” son 450 x 450 x 250 mm) se corta un círculo en la pared plástica que cubre los extremos de 450 mm.. La matriz de 380 mm. se inserta a presión en el agujero, hasta topar en el resalte interior.

Para la conexión de matriz a matriz , se utilizan acoplamientos (abrazaderas), las cuales se fijan por medio de amarras plásticas incluidas en los acoplamientos.

El montaje es del siguiente modo: el trazado de las tuberías perforadas de 100 mm. colectoras de solución determinará los puntos en que éstas se conectan a la matriz. El montaje de la matriz se hará por tanto posterior al de las tuberías colectoras. En los puntos de conexión se instalan las Tees de reducción múltiple (TRM). Cuando no hay empalme de tubería colectoras, la conexión de tramos consecutivos de la matriz se hará por medio de acoplamientos (abrazaderas), de 380 mm.

Las tuberías de 100 mm. quedan sujetas con sacos de arena para que la red instalada no se mueva hasta el extendido del PDL (colchón filtrante - amortiguador, que va encima de las tuberías de colección).

Figura 3.1.9-1.- Tuberías colectoras colocadas sobre el pad de Maqui Maqui





Figura 3.1.9.-2.- Detalle de conexión de tuberías

3.1.10.- PRODUCCION Y COLOCACION DE CAPA PROTECTORA DE DRENAJE (PDL)

La capa protectora de drenaje (PDL) es un material de drenaje que protege el plástico. Es un material procesado, en este caso mineral de baja ley (residuo) producto de la explotación de la mina.

El PDL fue procesado por una zaranda vibratoria y una chancadora: En cada caso se les graduó para obtener un material que reúna las condiciones indicadas en las especificaciones técnicas.

La Zaranda producía:

- Arena (material fino)
- Protective drainage layer (PDL)
- Over (material grueso hasta 5" = exceso)
- Piedra grande (6" a 10", utilizado como "rip rap").

La Chancadora producía:

- Arena (material fino)
- Protective Drainage Layer (PDL)

La zaranda y chancadora generalmente trabajaron con dos cargadores frontales cada una, los cuales alimentaban y a la vez eliminaban las piedras grandes que no pasan por las parrillas. El PDL producido fue cargado a los camiones por los mismos cargadores frontales y transportado al pad para su colocación.

Previo al colocado del PDL se elaboró un plano (croquis) indicando los accesos para el transporte dentro del pad, así como la secuencia a seguir. Este plano debió estar aprobado por la supervisión.

El PDL transportado se depositó primero conformando los accesos, cuales tenían como mínimo una altura de 1 m. para soportar el ingreso de los camiones con carga de PDL, esta ruta debió ser plana. Estos accesos se realizan con la finalidad de no romper el plástico por transmisión concentrada de esfuerzos (llantas y maniobras de los camiones).

El control de la altura de PDL colocado en los accesos se realiza mediante conos señalizados a la altura requerida 1 a 1.20 m.

El PDL descargado se extendió con tractores D6, conservando la altura respectiva, para colocar en el resto del área del pad, se depositó en los respectivos accesos a partir de los cuales se extendió al resto de área, donde la altura no debió ser menor a de 30 cm.

En el proceso de colocado del PDL se tuvo mucho cuidado para que las tuberías colectores de solución no se muevan ni se desconecten.

Colocado completamente el PDL en toda la superficie del pad, se realiza un riguroso control de la altura colocada de PDL y del estado del liner, para esto se realizó una serie de calicatas en toda la superficie del pad, aproximadamente a 10 m. una de otra.

Figura 3.1.10-1.- Zaranda FINLAY produciendo PDL



Figura 3.1.10-2.- Chancadora BARBER GREEN produciendo PDL.





Figura 3.1.10-3.- Construcción de acceso con PDI, para su colocación sobre el pad

3.1.11.- COLOCACION DE MATERIAL EN ZONA DE UNION ENTRE PAD NUEVO Y ANTIGUO (TIE-IN)

La capa protectora o Protective Layer (PL) fue un material granular producido por la zaranda, su función fue la de servir de colchón protector en las zonas de unión entre pad nuevo y existente, se colocó sobre el liner.

El material debió cumplir con la granulometría indicada en las especificaciones técnicas, debía estar completamente seco

El material se colocó en capas de no menos de 30 cm. sin compactar, completamente seco de tal forma que no dañe el liner.

La colocación se hizo con la ayuda de un tractor D6 o con el cargador frontal en zonas donde no pudo trabajar el tractor.

Después de colocar la capa de material fino (PL), se colocó encima otra capa de PDI de unos 10 a 15 cm.

El control de alturas se hizo cada 10 m. utilizando tubos de cartón y estacas con la altura requerida.



Figura 3.1.11-1.- Vista del tie in entre Maqui Maqui 1 y 2

3.1.12.- BERMAS DE ESTABILIDAD

La berma de estabilidad tuvo la función de mantener la estabilidad del pad en zonas donde éste tiene una pendiente negativa pronunciada.

El procedimiento constructivo varía según la altura y la pendiente de la berma.

Primero se excavó su base, la que va a servir de anclaje. Este trabajo se realizó con un tractor que puede ser un D8 o un D6 dependiendo del tamaño de la berma.

Luego se relleno la base de anclaje con material granular y se compactó en capas de 30 cm.

El material de relleno utilizado fue cargado de las áreas de préstamo indicadas en los planos. Dependiendo del tamaño del anclaje de la berma el relleno se colocó con la ayuda de una carga retroexcavadora o un tractor.

La compactación del relleno se hizo con ayuda de un rodillo y la conformación de la berma se hizo con una carga retroexcavadora JD 310D o similar si la altura de ésta lo permitió o con una excavadora tipo CAT 320 o similar si su altura así lo requería.

La capa de relleno fue luego cubierta por una capa de soil liner de 30 cm. de espesor.

Con la ayuda de peones con palas se le dió el acabado final a la berma.

La compactación de estas bermas es difícil de realizar por lo que las especificaciones aceptan porcentajes de compactación menores al 95%.



Figura 3.1.12-1.- Construcción de berma en Maqui Maqui 2

3.1.13.- MANTENIMIENTO DE CAMINOS

Se realizaba con la finalidad de mantener en buen estado los caminos utilizados por el Contratista.

El exceso de polvo en los caminos puede y fue motivo en algunas oportunidades de la paralización de los frentes de trabajo, por lo que fue necesario humedecer los caminos con el uso de camiones cisterna.

Debido a las inclemencias del clima fue recomendable que los caminos permanentes sean construidos con buen material de afirmado (material granular) y de un buen espesor, estos caminos fueron mantenidos utilizando motoniveladoras y compactado con rodillo en forma regular.

Los equipos que se destinaron a esta actividad fueron: motoniveladora 140G, rodillo de 10 Ton., cisterna de agua de 2,500 galones con regadera y además, cuando se tuvo que explotar cantera para obtener material de lastre, con tractor D8, cargador frontal y camiones.

Esta actividad debe de ser planificada para todo el tiempo que dure la ejecución de los trabajos (cuando haya transporte).

3.1.14.- CANALES DE DERIVACION

Se construyeron con la finalidad de derivar el agua de las lluvias para que no ingresen a la zona de pad.

Los puntos de control para la construcción de los canales de derivación se indicaban en los planos, pudiendo ser modificados por el Contratista previa aprobación de la Supervisión.

La Topografía se encargó de realizar un levantamiento de secciones del canal lo que nos sirvió para elaborar un perfil del canal en el cual podremos darnos cuenta de las pendientes del canal y de las zonas de corte y relleno.

Una vez trazado el canal se procedió al desbroce del suelo superficial (top soil) eliminándolo hacia su respectivo botadero.

La excavación de la caja de canal se realizó con tractor D8 o D6 dependiendo del ancho de éste, los taludes del canal se perfilaron con una excavadora CAT 320 o similar.

El relleno del canal se realizó con la ayuda de una excavadora CA 320 o similar, teniendo que compactarse en capas de unos 50 cm., el material de relleno fue granular.

Cuando el material de excavación fue apropiado para el relleno se le usó en el canal o en la plataforma de lixiviación, caso contrario fue eliminado hacia su respectivo botadero.

El canal en algunas zonas fue revestido con rip rap.

Cuando el canal fue construido sobre un material arcilloso, el canal fue revestido con un liner de 80 mil, y en caso de encontrarse roca no requirió de ningún tipo de revestimiento.

Una vez terminado el canal de derivación se procedió a tomar los puntos de control definitivos los cuales se mostrarán en los Planos Conforme a Obra.



Figura 3.1.14-1.- Excavación de caja de canal Este de Maqui Maqui



Figura 3.1.14-2 - Vista del canal oeste de Maqui Maqui con parte de suelo duro (roca) y blando (cubierto con liner)

3.1.15.- COLOCACION DE REVESTIMIENTO CON ROCAS (RIP RAP) EN CANALES

Rip Rap.- Se denomina así al revestimiento con rocas en los fondos y taludes de canales que discurren por terrenos suaves y/o socavables, como defensa para evitar el socavamiento prematuro de éstos producido por el correr de las aguas colectadas de las lluvias.

Luego de haberse excavado la caja del canal, se ubicó las zonas de posible socavación como son aquellas en las cuales el canal discurre por suelos deleznable y/o arcillosos, cambios bruscos de dirección (curvas), así como aquellos tramos en los cuales las pendientes son pronunciadas (riesgo de escorrentías a velocidad).

Los tramos en los cuales la caja ha sido excavada en roca estable, no requirieron recubrimiento.

Una vez identificadas las zonas a proteger, se transporta la roca que servirá de defensa, ésta puede ser el material de 6" a 10" que es eliminado por la parrilla de la zaranda y/u otro colectado de las inmediaciones del lugar.

El material se acumuló cerca a la zona de trabajo y se procedió a separar manualmente en tamaños similares (se busca uniformizar los tamaños). Las rocas más grandes se rompieron con comba hasta obtener la dimensión deseada.

Luego, se colocaron dentro de la caja del canal y se fueron acomodando manualmente de modo de dejar la menor cantidad de espacio entre ellas. De este modo se fue enchapando los fondos y los taludes en toda el área requerida.

Cuando el terreno debajo del enchape se notaba que era muy propenso a la socavación, se aplicó a los intersticios del enchape, una mezcla de material fino con cemento (grout), mezcla que rellena los espacios vacíos que quedan entre rocas. A este tipo de enchape se denomina: rip rap grouteado.

En zonas donde la pendiente era muy fuerte, fue necesario además, colocar diques rompe - velocidad, transversales a la caja del canal, contruidos con el mismo material que se utiliza para el rip rap.

Estos diques se construyeron cada 50 m., en promedio, dependiendo de la pendiente del canal.



Figura 3.1.15-1.- Colocación de rip rap en canal



Figura 3.1.15-2.- Rip rap colocado en canal

3.1.17.- SEGURIDAD

Desde el inicio de la obra y por exigencias del cliente se dispuso de una oficina permanente de control de Pérdidas, Salud y Ambiente a cargo de un ingeniero con basta experiencia en este campo y cuya misión fue la Seguridad integral de toda la obra (campamentos, almacenes, talleres, zonas de trabajo, etc)

Como apoyo para la oficina de seguridad se instaló un tópico a cargo de 2 enfermeros experimentados (uno por turno) con los equipos y medicamentos necesarios para atender cualquier emergencia que se presentara.

Con respecto a la seguridad personal y debido a la utilización de equipo pesado y a la frecuencia de tránsito del mismo, se contó con la debida señalización de los lugares de peligro, tránsito, accesos, caminos con velocidad controladas, zonas de puentes, zonas de trabajo y tránsito de los trabajadores, etc. Todas estas estratégicamente colocadas y pintadas con pintura fosforescente para poder visualizarlas durante la noche.

Todos los equipos pesados incluyendo las camionetas tenían que tener alarma de retroceso, también se colocaron extintores en las zonas críticas (zonas de abastecimiento de combustible, almacén, talleres, campamentos, cocinas, etc.)

La oficina de seguridad mantenía informado a todo el personal en general de las normas, reglas y procedimientos de seguridad mediante charlas diarias de 5 minutos de duración y charlas semanales de mayor duración.

Cartilla Básica de Seguridad

Queda terminantemente prohibido ingerir licor en las instalaciones del campamento

Está prohibido ingresar en estado etílico a la obra.

Está prohibido fumar en las áreas de trabajo.

Es obligatorio durante las horas de trabajo utilizar los implementos de seguridad personal (casco, guantes, zapatos de seguridad, uniforme, etc.).

Todo accidente por más pequeño que sea, debe ser comunicado en forma inmediata a la oficina de seguridad.

El personal tiene la obligación de mantener el orden y limpieza dentro de las instalaciones de la obra.

Queda terminantemente prohibido el transporte de personal en la plataforma de vehículos sin baranda.

Es prohibido el transporte de personas ajenas a la obra en los vehículos de obra.

Está prohibido llevar pasajeros en los equipos pesados.

La velocidad máxima de desplazamiento de vehículos no debe exceder los 60 km/hr y en los equipos pesados no sobrepasar los 40 km/hr.

Es obligatorio el uso del cinturón de seguridad en los vehículos de transporte.

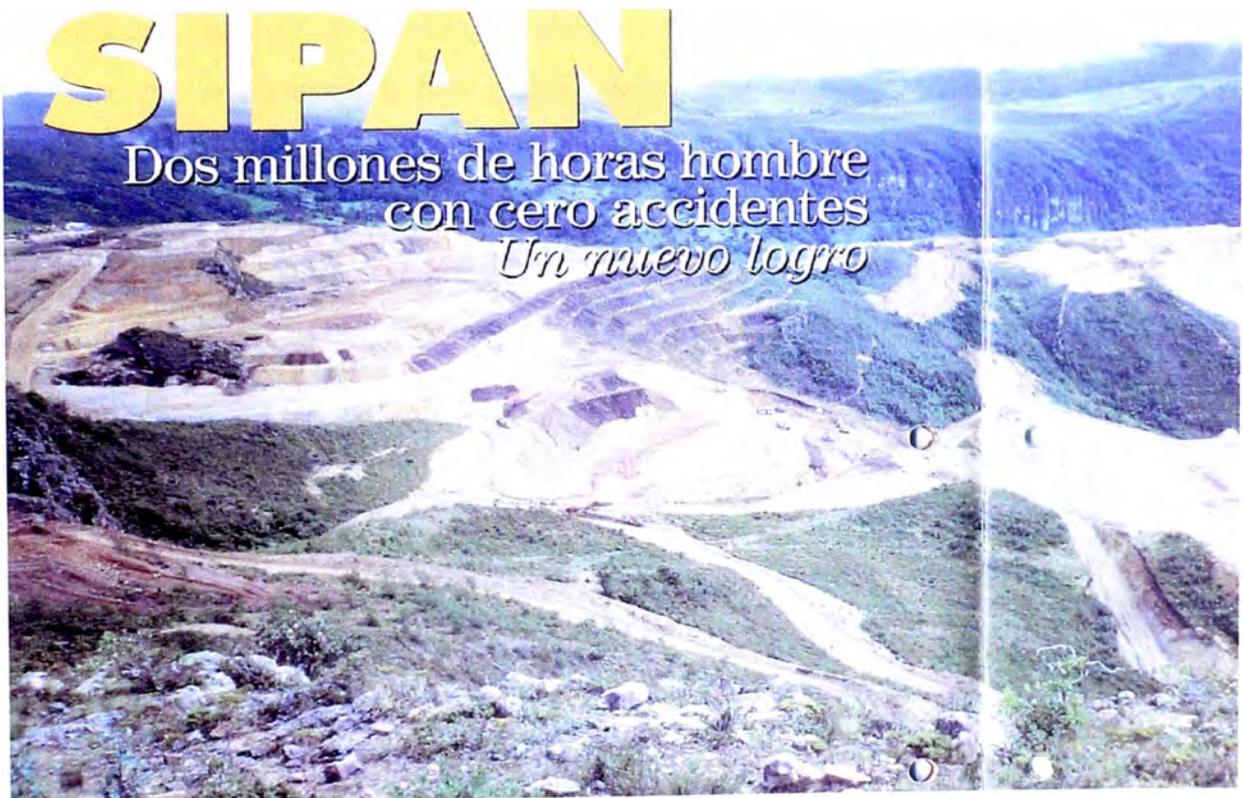
Durante los trabajos en el turno noche, el supervisor o capataz responsable deberá proporcionar iluminación adecuada para la ejecución de los trabajos.

El trabajador será responsable del cuidado de sus herramientas y equipos entregados a su cargo.

3.2.- EXPLOTACIÓN MINERA

En esta parte se hará una descripción de cómo se desarrollaron los procesos de: Perforación, Voladura, Carguío y Transporte, trabajo desarrollado para la Compañía Minera Sipán.

Figura 3.2-1.- Vista general de Sipán



3.2.1.- PERFORACIÓN

Se prepara todas las áreas para la perforación, este trabajo incluye toda la nivelación que se requiera para despejar el área que debe quedar lista para el acceso de perforadoras así como la preparación de lugares de perforación en el frente del banco adyacente a voladuras anteriores, si hubieran habido.

Se hace el levantamiento topográfico de las crestas o límites del área a perforar.

Se solicita al cliente el plano de dureza correspondiente al área a perforar.

Con el levantamiento de crestas y el plano de dureza se elabora un anteproyecto de perforación, indicando la disposición de taladros. Este anteproyecto es sometido a aprobación del cliente, quien podrá hacer las observaciones que crea conveniente.

Se resguardan todas las áreas de perforación mediante barricadas o cualquier otro dispositivo de advertencias.

El ingreso de personas al área de perforación es restringido sólo a personal autorizado.

Los topógrafos trazan la malla de acuerdo al anteproyecto aprobado recibido y hará los ajustes de campo según indicaciones del ingeniero de perforación y voladura.

En cada punto de perforación, los topógrafos colocan un rótulo de madera indicando la ubicación, el nivel, el número de taladro y profundidad de taladro.

Se hace un levantamiento topográfico de la ubicación real de los taladros, y se procede a la perforación en los lugares marcados en campo y a las profundidades indicadas por la topografía.

El ingeniero de perforación y voladura elabora el Proyecto de Voladura indicando el diseño de la columna explosiva, amarre y la ubicación de retardos, para la aprobación por parte del cliente.

Aprobado el Proyecto se procede a controlar la profundidad y filtración de agua de cada taladro mediante un cordel graduado. En caso no tenga la profundidad especificada se procede a re-perforar o a rellenar el taladro si es que su profundidad es excesiva. Será tolerable una desviación de ± 20 cm. En caso que tenga filtración de agua, se procederá a llenar ese taladro con explosivo más denso (heavy anfo).

Finalmente se procede al “carguío del taladro”.



Figura 3.2.1-1.- Vista de Perforación y carguío



Figura 3.2.1-2.- Vista de malla perforada

3.2.2.- VOLADURA PRIMARIA

El Ingeniero de Perforación y Voladura elabora un Proyecto de Voladura de acuerdo a la información proporcionada por la topografía y el Cliente indicando claramente las mallas de perforación y diseños de voladura, estos diseños toman en cuenta la

necesidad de minimizar efectos tales como la sobrerotura, dilución del mineral, los daños a las paredes finales del tajo, las rocas proyectadas y tamaños sobredimensionadas de rocas, además que dicho plan de voladura debe ser aprobado por el cliente.

Se analiza toda la logística de las operaciones de voladura, teniendo cuidado de conducir y controlar dichas operaciones, de tal manera que se logre una adecuada fragmentación así como un movimiento y levantamiento uniforme en toda el área de la voladura, con un desplazamiento mínimo de las zonas de mineral/desmante que requieren minado selectivo, sin perjuicio del cumplimiento de las normas ambientales.

Se debe revisar y preparar el área a cargar para la voladura primaria, limpiando y eliminando de la zona de disparo, todos los empaques, resto de explosivos, y cualesquiera otros desechos antes de la voladura.

Se señala y resguarda todas las áreas de voladura primaria, lo cual incluye el levantamiento y mantenimiento de barricadas, protección de zonas de voladura, señales, luces o cualesquiera otro dispositivo de advertencia o aviso.

El ingreso de personas al área de voladura es restringido sólo a personal autorizado por el Ingeniero de Perforación y Voladura.

Se ejecuta el cargado de cada uno de los taladros según el diseño y en forma ordenada, así como el llenado de los taladros controlando el tipo de explosivo y atacados (rellenados) con material inerte. Luego se realiza la conexión entre los taladros. El carguío de los taladros se hizo con un camión QUADRA de propiedad de la Compañía EXSA, el cual usa un sistema computarizado de mezcla de materiales explosivos según las proporciones de diseño.

El Supervisor de Voladura se asegura que la zona que esté dentro de las barricadas para la “voladura primaria”, quede despejada de todo el personal durante las operaciones de voladura y que se hayan tomado todas las precauciones necesarias para la protección apropiada de todas las personas de la Obra y de todos los bienes. En el caso de que una voladura primaria que ya esté preparada sea postergada, se suministran barricadas apropiadas y se procede a proteger el área cargada durante las horas del día hasta que sea detonada.

Durante la realización de las operaciones de voladura primaria, se procede a una suspensión de transmisiones radiales. Y un mensaje indicando que la voladura se está ejecutando es transmitido en todos los canales radiales.

Se realiza una verificación del área después del disparo para tomar acciones necesarias en el caso que la voladura no resultó de acuerdo a lo planeado.

Figura 3.2.2-1 y 2.- secuencia de voladura primaria en cerro Ojos



3.2.3.- VOLADURA SECUNDARIA

Luego de separarse el material sobredimensionado de todo el mineral que sea de interés del cliente (mayores de 50 cm.), se reduce de tamaño mediante una voladura secundaria, evitando que se acumule en el tajo abierto, en zonas de apilamiento o en otro lugar de la obra.

Se pone mucho cuidado al efectuar la voladura secundaria del material sobredimensionado y las irregularidades en pisos y taludes dentro del tajo abierto, para asegurar que el mineral sea fragmentado de manera separada del desmonte minimizándose de esta forma la pérdida y dilución del mineral.

Se traslada el material explosivo del Polvorín (almacén de explosivos) a la zona de voladura para la preparación de material de “plasteo”.

Se debe analizar toda la logística de las operaciones de voladura, teniendo cuidado de conducir y controlar dichas operaciones, de tal manera que se logre una adecuada fragmentación.

Se revisa y prepara el área a cargar para la voladura secundaria, limpiando y eliminando de la zona de disparo, todos los empaques, resto de explosivos y cualesquiera otros desechos antes de la voladura.

Se señala y resguarda todas las áreas de voladura, lo cual incluye el levantamiento y mantenimiento de barricadas, protección de zonas de voladura, señales, luces o cualesquiera otro dispositivo de advertencia o aviso.

El ingreso de personas al área de voladura se restringe sólo a personal autorizado por el Ingeniero de Perforación y Voladura.

Se procede a colocar el material explosivo en el material sobredimensionado a volar. Para luego realizar el amarre de plastas.

El Supervisor de Voladura desarrolla una revisión de todo el sistema determinado para la voladura secundaria.

El Supervisor de Voladura se asegura que la zona que esté dentro de las barricadas para la voladura secundaria, quede despejada de todo el personal durante las operaciones de voladura y de que se hayan tomado todas las precauciones necesarias para la protección apropiada de todas las personas, de la Obra y de todos los bienes.

Se procede a encender la mecha de seguridad para la realización de la voladura secundaria.

Durante la realización de las operaciones de voladura secundaria, se procede a una suspensión de transmisiones radiales. Y un mensaje indicando que la voladura se está ejecutando es transmitido en todos los canales radiales.

Se realiza la verificación del área después del disparo para tomar acciones necesarias en el caso que la voladura no haya resultado de acuerdo a lo planeado.



Figura 3.2.3-1.- Vista de zona de plasteo

3.2.4.- CARGUIO

Efectuada la voladura, el cliente demarca los polígonos con banderines para identificar las zonas de mineral o desmonte. Se usaron banderines rojos para identificar el mineral y blancos para el desmonte. Esto no se aplicó cuando se trató de desmonte que sea posible excavar sin necesidad de voladura previa.

Definidos los límites del área a trabajar, y su clasificación por el cliente en mineral o desmonte, se procedió a distribuir el equipo para realizar esta labor.

El cliente es quien define el destino de los materiales de las diferentes zonas.

Se realizó un trabajo de excavación selectivo, de manera de minimizar la dilución en los contactos de mineral con desmonte.

Durante el proceso de excavación y carguío pueden aparecer zonas de identificación no definida; en estos casos fue el cliente quien clasificó el material como mineral o desmonte. Hasta que ello no ocurriera, el área era declarada intangible.

El tamaño del mineral debía tener un máximo de 50 cm. en cualesquiera de dos dimensiones.

Conforme se realizaba el carguío, se seleccionaba el mineral sobredimensionado y era ubicado en un área determinada para la respectiva voladura secundaria. Dicho mineral sobredimensionado fue volado encima del banco de mineral específico.

Durante el proceso de excavación y carguío, se llevaron los pisos a las cotas especificadas por el cliente, con una tolerancia de 30 cm., lo mismo ocurrió con el perfilado de taludes los cuales se dejaron en la posición y con la pendiente indicada por el cliente.

Al cargar los camiones se llenó el material lo más uniformemente posible en la tolva.



Figura 3.2.4.1.- Excavadora Liebherr 974 cargando mineral a camión cantera CAT 771D



Figura 3.2.4-2.- Excavación con excavadora Liebherr 964, al costado se puede ver malla perforada

3.2.5.- TRANSPORTE.

De acuerdo al destino indicado por el cliente, al volumen y a la distancia de transporte, se determinó el número de camiones por punto de carguío.

El operador del camión se dirigía al destino que se le indicaba, respetando los límites de velocidad establecidos.

Cuando el camión sufría desperfectos en la carretera, el operador colocaba sus triángulos de seguridad hasta que sea auxiliado.

Llegado al punto de destino, se estacionaba en el lugar indicado por los cuadradores para proceder a la descarga.

En el pad, el mineral no era descargado directamente al talud, sino unos metros antes de la cresta para identificar alguna fracción de roca cargada accidentalmente que exceda 500 mm, de modo de fragmentarla mecánicamente con la ayuda de comba .

En alguna ocasión cuando el tamaño era excesivo la roca se devolvía al punto de carga para su posterior plasteo.

En los botaderos, el material se podía descargar directamente al talud, dependiendo de las condiciones del terreno. Generalmente durante todo el proceso de descarga se

construyeron bermas de seguridad del mismo material, con una altura mínima igual al radio de la llanta del vehículo más grande trabajando en esa zona.

En cualquier punto de descarga, el material era empujado por un tractor D6 o similar llevando el piso uniformemente y a la cota especificada por el cliente con una tolerancia de 500 mm.

Figura 3.2.5 1 y 2.- Vista de transporte de desmote y camión CAT 771D descargando



CAPITULO 4

CONTROLES Y DEFINICIONES IMPORTANTES

Para tener una idea clara de lo que es Control de Proyectos y de esta forma comprender lo que con él se pretende, a continuación se da una serie de definiciones a términos comúnmente utilizados en el Control de Proyectos.

En los actuales momentos que nos toca vivir, los márgenes de comercialización cada vez son menores, por lo que es necesario incrementar el valor agregado de los productos o servicios que compiten en el mercado para así mantener una ventaja competitiva en el sector que nos toque participar.

Lo que se busca con un adecuado Control de Proyecto es:

- Proporcionar un adecuado y efectivo control que permita evaluar en cualquier etapa del proyecto su situación y su resultado final.
- Apoyar a gestionar los proyectos, facilitando personal y herramientas necesarias que ayuden en la toma de decisiones.
- Apoyar al área de Presupuestos en la elaboración de ofertas, etc.

El Plan de Ejecución, entendido como el planeamiento inicial detallado y el Costo de Obra realizado periódicamente desde el inicio al final del proyecto, son dos temas indispensables en la gestión actual de proyectos.

El Plan de Ejecución pretende detallar por escrito como se piensa ejecutar el proyecto, para esto entre los temas que se tienen que detallar están: información contractual, plan de movilización, el plan de procura de materiales y equipos procedimientos y secuencias constructivas, personal indirecto, lista de subcontratos, organigramas, hitos del proyecto, avances previstos por periodo, utilización de mano de obra directa, etc.

El Costo de Obra busca la consolidación y análisis de resultados, además de la determinación a la fecha de los márgenes previstos al final del proyecto.

Estos dos documentos son la base para poder tener mayores y mejores controles en el proyecto, y sobretodo, son herramientas fundamentales para que el responsable del proyecto lo gestione exitosamente.

Además de estos dos documentos, el tema de Productividad busca mejorar el margen original de obra aumentando la eficiencia y eficacia en la ejecución de los proyectos, mediante el uso adecuado de equipos, materiales y mano de obra.

4.1.- DEFINICIONES IMPORTANTES.-

Proceso.- Conjunto de procedimientos sucesivos que conforman una actividad u operación determinada, identificable y mensurable; con responsables y recursos específicos.

Procedimiento.- Método o forma de ejecutar algo.

Proyecto.- Conjunto de actividades destinadas a alcanzar una meta específica; necesariamente deben tener un inicio y un fin y debe involucrar la utilización de recursos y tiempo.

Programación.- Programar un proceso constructivo, es fijar fechas de iniciación y terminación de las diferentes actividades del proceso, las mismas que se indican mediante gráficos o tablas o cualquier sistema que indique claramente estos períodos. No es una actividad aislada, es parte integral de la ejecución de una obra, sólo así se justifica su empleo.. Es la ejecución mental y anticipada de la obra, en la que se buscan cuellos de botella (restricciones) y problemas dominantes a fin de darles a priori la solución más óptima entre las muchas alternativas que pudieran existir, evaluando distintos procesos y equipos, para poder hacer la obra más eficientemente, en tiempo más corto y a menor costo.

Software Primavera Project Planner (P3).- Es un software, diseñado exclusivamente para el planeamiento, administración y control de todo tipo de proyectos, el cual ejecuta y controla proyectos de cualquier dimensión. Provee opciones para programar en días, semanas o meses utilizando las técnicas del CPM.

Método del Camino Crítico (CPM = Critical Path Method).- Para comenzar a planificar un proyecto, debe definirse el proceso constructivo a llevarse a cabo a través de una serie de actividades relacionadas entre sí, en tal forma que una actividad puede comenzar en cualquier momento o solo después que otras hayan terminado, asimismo debe definirse la duración de cada actividad; esta red de relaciones predecesoras y sucesoras, entre las actividades constituye la base del análisis del camino crítico.

El camino crítico permite identificar la cantidad de tiempo necesaria para terminar el proyecto. Es la secuencia de actividades relacionadas que posee la mayor duración acumulada, por tanto, el proyecto no puede terminar hasta que cada una de las actividades que se encuentren en el camino crítico no haya terminado, siendo obvio que aquellas actividades que no se encuentran en el camino crítico son también importantes y deben terminar, pero sus relaciones en la red y duración no afectan las fechas de terminación prevista.

Costo Presupuestado.- Costo que obtiene el área de presupuestos como resultado del análisis de las partidas correspondientes al proyecto

Responsable de Proceso.- Persona designada por el Jefe de Proyecto para hacerse cargo de uno o más procesos determinados.

Costo Meta o Costo Cero.- Es el costo total de los recursos previstos para la ejecución de un proceso a precios reales, es elaborado antes de iniciar la ejecución del proceso.

Costo Unitario.- Es el costo de todos los recursos utilizados para la ejecución del proceso, dividido entre el metrado correspondiente (US\$/und).

Desarrollo del Planeamiento Inicial o General de un Proyecto.- Incluye las actividades que a continuación se indican:

Definición de los Volúmenes del Proyecto.- Se debe revisar y analizar toda la documentación existente del proyecto: contratos y anexos, planos y especificaciones, presupuesto y planeamiento de oferta; el objetivo es lograr una conceptualización general del proyecto y establecer las premisas necesarias.

Definición del Programa General del Proyecto.- Teniendo una concepción general del proyecto, se generará el Work Breakdown Structure o WBS (Estructura de Descomposición del Trabajo). El objetivo es determinar el alcance total del proyecto y definir cual es la división adecuada del mismo considerando sus condiciones específicas.

Definición de Recursos Principales.- Tomando como información los volúmenes a ejecutar, los plazos definidos en el programa general, los recursos planteados en el

presupuesto oferta y rendimiento estándares e d fine lo. recursos principales a usar en el proyecto.

Definición de Proceso y Responsables.- Tomando como base la Estructura de descomposición del Trabajo (WBS) se definen los Proceso del Proyecto considerando que cada proceso debe ser identificable y mensurable, con re. ponsable y recursos específicos.

Plan or Procesos Metas es ecíficas.- Definidos los Procesos del Proyecto, se realizará un Plan por Procesos, la que debe considerar metas que serán hitos de entrega específicos entre los procesos que se establezcan.

Desarrollo del Planeamiento Específico por Procesos Incluye las siguientes actividades:

Identificación del metrado más relevante del proceso.- Se deberá identificar las partidas cliente que corresponden al proceso y definir el metrado que servirá para cuantificar el costo unitario del proceso (US\$/und). Para asegurar una correcta medición durante la ejecución del proceso, el metrado elegido debe ser el que establezca la ruta crítica del proceso.

Programación Detallada del Proceso.- Conocido el alcance del proceso, se debe realizar un programa detallado del mismo, tomando en cuenta el cumplimiento de los objetivos definidos en el punto anterior. Para ello cada responsable de Proce o recibirá el Plan por Procesos.

Determinación de Procedimientos Constructivos del Proceso.- Conocido el alcance del proceso, el responsable definirá las estrategias y/o procedimientos constructivos que aplicará para la ejecución del proceso. Dichas estrategias y procedimientos serán detallados por escrito.

Determinación de Procedimientos de Seguridad de Proceso.- Conocido el alcance del proceso, el responsable definirá conjuntamente con el Jefe de Seguridad la estrategias y/o procedimientos de seguridad que deberán tenerse en cuenta para la ejecución del proceso. Dichas e trategias y procedimientos serán detallados por escrito.

Definición de Recursos Principales de cada Proceso y Medición de la Productividad de Recursos.- Tomando como información los volúmenes a ejecutar en cada proceso,

los plazos definidos en el programa detallado, los recursos generales y con los rendimientos estándares u obtenidos por experiencias anteriores, cada responsable de Proceso, definirá los recursos principales y las cantidades que planea usar en la ejecución del proceso, obteniendo de esta manera su Costo Meta o Cero, los recursos deben ser agrupados en los siguientes rubros:

Equipo

Vehículos de Transporte (camiones y camionetas)

Mano de Obra

Supervisión

Sub-Contratos

Materiales

Medición de la Productividad de los Recursos.- Para cada proceso se calculará los siguientes ratios de control de productividad:

Costo Unitario Presupuesto.- Se obtiene al dividir el costo de presupuesto entre el metrado elegido para medir el avance del proceso, para lo cual se debe tener en cuenta adicionar al costo directo presupuestado, el costo presupuestado de los recursos indirectos de producción, es decir, aquellos que en presupuesto fueron considerados como indirectos pero que contribuyen directamente en el proceso.

Costo Unitario Meta.- Se obtiene de dividir el costo meta entre el metrado elegido para medir el avance del proceso.

Costo Unitario Real.- Se obtiene de dividir el costo total de los recursos realmente utilizados semana a semana entre el metrado ejecutado. Se debe cuantificar el costo unitario real de cada semana y el costo unitario real acumulado.

La comparación del costo unitario meta vs. el costo unitario real acumulado servirá al responsable del proceso para tomar acciones para la reducción de costos y/o ajustar el costo de proyección por ejecutar.

El separar todo el proyecto en procesos y controlar los costos por cada proceso permitirá:

- Encontrar la restricción y explotarla buscando la mejora global y no sólo la mejora individual.
- Formación de especialistas.

- Ser más competitivos por tener costos determinados.
- Usar la experiencia anterior para mejorar el proceso.
- Extrapolar más fácilmente la experiencia.
- Facilitar la educación y motivación de los responsables de procesos.

La hoja de productividad de recursos debe servir para la elaboración del resultado operativo de la obra.

Productividad.- Se define como la medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un producto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado. Puede ser expresada como al relación entre la cantidad producida y los recursos empleados

		Utilización de Recursos	
		Buena	Pobre
Logro de Metas	Alto	Efectivo y Eficiente	Efectivo pero Ineficiente
	Bajo	Eficiente pero Inefectivo	Ineficiente e Inefectivo

Trabajo Productivo.- Conjunto de actividades que generan valor, es decir, la ejecución de estas actividades refleja un avance directo en la obra de acuerdo a lo presupuestado.

Trabajo Contributorio.- Conjunto de actividades que deben realizarse para que se lleve a cabo una actividad productiva.

Trabajo no Contributorio.- Conjunto de actividades que son realizadas en obra y que no generan valor ni contribuyen a que este se genere.

Restricción.- Conjunto de actividades que impiden al sistema (Proyecto) aumentar su velocidad de generar utilidad o partes débiles de una organización que impiden alcance un mayor nivel e desempeño.

Fase.- Agrupación de partidas o actividades afines para su control, que se utilizan para preparar informes de Control de Proyectos. Una partida no puede pertenecer a más de una fase en un mismo proyecto. Es el nivel donde se logra integrar la información del planeamiento, los Costos y la Productividad y donde se resumen los presupuestos y los costos.

Venta Contractual.- Es el monto de venta suscrito en el contrato de obra, coincide con el monto del presupuesto oferta.

Venta Adicional.- Es el generado por los trabajos adicionales y modificaciones del proyecto, determinado por los presupuestos adicionales aprobados por el cliente.

Reajuste.- Es la actualización de la venta original aplicando la fórmula polinómica pactada, que opera con la variación de los índices CREPCO de publicación mensual.

Venta a Terceros.- Son las ventas generadas por la venta de materiales sobrantes, servicios prestados, alquiler de equipos, etc; realizados por la obra a terceros.

Valorizaciones.- Son los pagos parciales del cliente a cuenta del monto total del presupuesto base por el factor de relación o presupuesto de oferta, realizados mensualmente de acuerdo a los avances registrados en obra al cierre del mes.

Costo de Materiales.- Se divide en:

- Costo de materiales directos.- Es el valor de los bienes y/o insumos sin incluir el IGV, que se encuentra especificado en las órdenes de compra y rendiciones de gastos; y que van a quedar incorporados como parte del proyecto contratado.

- Costo de materiales indirectos.- Es el valor de los bienes y/o insumos sin incluir el IGV, que se encuentra especificado en las órdenes de compra y rendiciones de gastos. Correspondientes a las fases de dirección, administración y campamentos.

- Reporte de almacén.- Reporte que tiene por finalidad determinar por cada material específico los ingresos, salidas, el stock valorizado por fase, y de esta manera controlar los materiales de obra en su detalle, según el avance y requerimiento del planeamiento de obra.

- Rendición de obra.- Es el detalle del movimiento de las cuentas de gastos.

La diferencia entre costo y gasto es que el costo es el valor de todos los recursos necesarios que se registra cuando el material ingresa al sistema de almacén de obra y gasto significa un desembolso de dinero cuando se realiza el acto de pago.

Costo de Mano de Obra directa.- Comprende el costo de las H-H necesarias para culminar la obra y forma parte de los recursos de las fases directas. Estas H-H están directamente relacionadas con la producción y con los rendimientos a obtener.

Este costo incluye los jornales, leyes sociales, dominicales, etc.

Costo de Mano de Obra Indirecta.- Comprende el costo de las H-H necesarias para culminar la obra y forma parte de las fases indirectas.

Informe Semanal de Producción (ISP).- Comprende el reporte del control de horas hombre por fase y sub-fase, que se registran semanalmente. Aquí también se registra la producción semanal por fase y sub-fase, obteniéndose de esta forma los rendimientos reales de producción y productividad logrados en obra.

Partes Diarios.- Son los reportes usados en obra, donde se registran: las horas hombre por fase y sub-fase consumidas y la producción diaria correspondiente. Estos documentos suministran los datos necesarios para el ISP, curva "S" y planillas de personal obrero.

El costo de la mano de obra es el valor de todas las horas hombre, directas e indirectas necesarias para la ejecución de una obra.

Costo de Supervisión.- Corresponde a todos los empleados (Jefe de obra, ingenieros asistentes, administrativos, supervisores, etc), necesarios para la supervisión y desenvolvimiento administrativo de la obra y está constituido por: sueldos y leyes sociales, viáticos, alojamiento y pasajes, etc.

Costo de Equipos.- Es la tarifa por mes que se carga por un equipo en la planilla del costo. La tarifa incluye la depreciación, los gastos de mantenimiento, seguros, inflación e intereses de capital.

Depreciación.- Es la pérdida de valor de un equipo, función de su costo inicial y tiempo de vida útil.

Costo de Vehículos.- Es la tarifa por mes cargada al costo por el uso de los vehículos en obra. Aquí se debe incluir al costo de los fletes por movilización de equipos y materiales a la obra en la fase correspondiente.

Costo de Sub-Contratos.- Son los montos totales de los sub-contratos de obra correspondientes a los trabajos a realizar por subcontratista, que está compuesto por lo valorizado según los avances que se verifican directamente en obra.

Valorizaciones de sub-contratistas.- Son los pagos a cuenta por el valor de los trabajos realizados por avance a cierre de mes o semana. La cuantificación de los avances o metrados realizará directamente en obra. La valorización debe tener en cuenta las retenciones establecidas en el contrato.

Sub-contrato.- Es la sesión de una parte de ejecución de la obra a un tercero mediante contrato.

Costo de los Gastos Generales.- Está compuesto por todos aquellos costos necesarios para llevar adelante la gestión administrativa de las obra como:

Seguros, Costo de Carta Fianza., Sencico, Colegio de Ingenieros y Arquitectos, útiles de oficina y copias, correos, comunicaciones, movilidad, gastos de viaje, servicio de electricidad, agua y teléfono, atenciones al personal, gastos bancarios, servicio de terceros, gastos de representación, otros.

Resultado Operativo.- Es el programa de obra valorizado en lo referente a la venta y al costo. Tiene como objetivo analizar el resultado de la gestión operativa del último mes, la proyección y del total obra.

Venta Total.- Está constituida por la venta del total de todas las fases directas e indirectas, más adicionales, reajustes y venta a terceros; correspondientes al presente mes, acumulado y proyección.

Costo Total.- Es el total de los costos de las fases directas e indirectas.

Margen total obra.- es el resultado de la diferencia entre la venta y el costo, expresado en valor numérico y en porcentaje (respecto a la venta).

Margen Aplicado.- Es el resultado de aplicar el porcentaje del margen total obra, a las ventas acumuladas y proyectadas, expresado en valor numérico y en porcentaje.

Costo Aplicado.- Es la diferencia entre la venta y el margen aplicado tanto en el acumulado, como en el proyectado en cada mes hasta fin de obra.

Resultado Pendiente.- Es la diferencia entre el costo real y el costo aplicado en el acumulado, y en la proyección es la misma diferencia más el resultado del mes anterior.

Diferencia por Márgenes.- Es la diferencia entre el margen total obra y el margen de cada fase.

Monto por fase de la diferencia de márgenes.- Es la cantidad que resulta de aplicar el porcentaje de la diferencia de márgenes, sobre la venta acumulada de la fase respectiva.

Monto total por diferencia de márgenes.- Es la suma de todos los montos por fase, resultante de la diferencia de márgenes por fase. Siendo el total un activo si resulta de signo positivo y un pasivo si resulta de signo negativo.

Si la diferencia por márgenes es negativa quiere decir que se han ejecutado las partidas con mayor margen que el promedio, y se tendrá que hacer una provisión por el monto del resultado. Si es positiva indica en el acumulado la ejecución de las fases con menor margen que el promedio y el resultado es un activo o cantidad que va a ingresar en el futuro para lograr el margen deseado (posición de riesgo).

Activización.- Es todo costo relacionado con la obra hasta el cierre del presente mes y que posteriormente nos origina un ingreso económico. Por lo general son: materiales en stock, trabajos ejecutados no valorizados, activos comprados por obra, diferencia por márgenes positiva, abonos por servicios prestados.

Provisión Pasiva.- Es todo concepto relacionado con la obra hasta el presente mes y que posteriormente origina un desembolso económico. Por lo general son: premio de obra, trabajos valorizados no ejecutados, desmovilización y cierre de obra, diferencia por márgenes negativa, diferencia de fechas de cierre entre la venta y el costo.

Activo o Pasivo auxiliar.- Es una medida de lo que está sucediendo hasta el acumulado en la obra, con respecto al Margen previsto para el total obra. El activo auxiliar cuantifica el monto que no se ha podido explicar del resultado pendiente y el pasivo auxiliar es un mayor margen o la falta de identificación de todos los pasivos.

Cálculo de Rendimientos.-

En la minería a cielo abierto donde se mueven importantes volúmenes de materiales, los equipos productivos están constituidos por máquinas dimensionadas y adquiridas para realizar un trabajo y capaces de alcanzar un cierto nivel de producción. Las máquinas que se utilizan tienen un alto costo de fabricación, por lo que es preciso alcanzar las producciones fijadas a fin de amortizar las inversiones efectuadas y obtener unos costos de operación bajos a través de unos altos rendimientos. Con el conocimiento de los rendimientos se puede determinar la capacidad de producción

que es posible alcanzar, su efectividad y por último el potencial productivo y rentabilidad económica del proyecto. Por otro lado este conocimiento es indispensable para llevar a cabo una planificación de los trabajos y para la selección de los equipos más adecuados, de su tamaño y de su número.

A la hora de estimar el rendimiento de un equipo minero es preciso tener en cuenta cuatro factores básicos de los cuales depende el desarrollo de la operación:

- Componentes de tiempo del ciclo de trabajo
- Factores de eficiencia y organización
- Factores de esponjamiento y densidades
- Capacidad nominal del equipo

Componentes de tiempo del ciclo de trabajo.- Son: carga, transporte, descarga, retorno, espera y maniobras.

Entre los factores que afectan los tiempos parciales individuales están:

Factores de carga.-

- Tamaño y tipo del equipo de carga
- Tipo y condiciones del material cargado
- Capacidad de la unidad
- Experiencia y destreza del operador

Factores de transporte.-

- Capacidad y características del equipo
- Distancia de transporte
- Condiciones de la pista de rodadura
- Pendientes
- Factores secundarios que afectan a la velocidad de transporte

Factores de descarga.-

- Destino del material
- Condiciones del área de descarga
- Tipo y maniobrabilidad de la unidad de transporte
- Tipo y condiciones del material

Factores de retorno.-

- Capacidad y rendimiento del equipo

Distancia de retorno

Condiciones de la pista de rodadura

Pendiente

Factores diversos que afectan a la velocidad de transporte

Factores de espera y maniobra.-

Maniobrabilidad del equipo

Dimensiones del área de trabajo

Tipo de máquina de carga

- Localización del equipo de carga
- Esperas en las proximidades de la unidad de carga.

Factores de eficiencia y organización.- Una estimación en este campo debe indicar la producción media que puede dar un equipo a lo largo de un periodo de tiempo. Un cálculo demasiado optimista puede impedir alcanzar los niveles de producción previstos y un número insuficiente de máquinas destinadas a llevar a cabo la operación. Es necesario contemplar las pérdidas de tiempo o retrasos característicos de cualquier operación, como trabajos nocturnos traslados del equipo de carga o cambios de tajo, interrupciones por voladura, malas condiciones climatológicas, tráfico, etc o factores como la experiencia del operador, conjunto equilibrado con los equipos auxiliares, como tractores, etc.

Cada equipo debe considerarse como un sistema y como tal queda sometido a pérdidas de tiempo debidas a deficiencias en la dirección, supervisión, condiciones de trabajo, clima, etc.

Por otro lado es necesario tener en cuenta la disponibilidad mecánica definida como la disposición de los equipos para actuar durante el tiempo de trabajo programado.

Factores de esponjamiento y densidades.- Cuando se excava un material, normalmente se fractura en partículas menores que no pueden ajustarse entre sí como cuando estaban en su estado natural. Esto da lugar a la existencia de huecos en el material provocando un aumento de su volumen que es llamado “esponjamiento”, por lo que es importante distinguir entre material in situ o en banco y material suelto o esponjado.

Capacidad nominal del equipo.- Todos los fabricantes de maquinaria indican las capacidades de sus unidades en peso y en volumen. Esto da una idea de lo que puede transportar un camión, en función de la densidad de cada material. A efectos de estimar las producciones horarias de los diferentes equipos, debe tenerse en cuenta que cuando una máquina se sobrecarga los tiempos de trabajo dados por los fabricantes no se cumplirán, con lo que los rendimientos tenderán a disminuir a causa de que son muy importantes los descensos de velocidad de operación, sobretudo en los volquetes. Asimismo habrá que tener en cuenta que las sobrecargas gravan el consumo de combustible, aumentando el número e importancia de las reparaciones y obligando a un mantenimiento más cuidadoso y en conjunto, elevando los costos sin que se obtenga apenas ventaja de producción. Para asegurarse de la adecuada capacidad volumétrica de una máquina, puede transformarse la capacidad volumétrica de kilogramos a m^3 . utilizando la densidad del material esponjado

Factores limitadores del rendimiento.- Entre estos tenemos:

- Resistencia a la rodadura.- Es la oposición al avance de una máquina como consecuencia de la deformación del suelo, las flexiones de los neumáticos y los rozamientos internos de los propios mecanismos. Puede expresarse por medio de los factores de resistencia a la rodadura FRR en términos de kilogramos o en %.
- Resistencia a la Pendiente.- Es la fuerza debida a la acción de la gravedad cuando un vehículo se mueve por una pista de transporte inclinada. Cuando esa misma máquina en lugar de ascender, desciende por esa pista, al fuerza de gravedad que ayuda al movimiento del vehículo se conoce como pendiente asistida.
- Peso.- Es el factor determinante en la cantidad de fuerza que se precisa para vencer la resistencia a la rodadura y a al pendiente. La fuerza disponible restante servirá para conseguir la aceleración del vehículo.

La empresa Cosapi S.A. Ingeniería y Construcción a lo largo de sus 40 años dedicados al desarrollo del país a través de la construcción de importantes obras, ha ido desarrollando e innovando nuevas técnicas de Control de Proyectos, las que ha ido implementando en sus proyectos a lo largo del tiempo. Desde el control a través del Informe Semanal de Producción hasta el Control por Procesos con la aplicación

de la Teoría de las Restricciones, el cual se trata brevemente en los anexos, COSAPI se ha sabido mantener a la vanguardia como empresa líder en la construcción, tratando de mejorar cada día su Productividad.

A continuación se describirá los controles efectuados en las obras materia de este trabajo.

4.2.- CONTROLES EFECTUADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACION

En esta obra se determinó que los controles más importantes que eran necesarios efectuar para tomar decisiones oportunas y realizar un seguimiento adecuado a la obra fueron los siguientes:

Programación mediante el Primavera Project Planner (P3)

Resultado Operativo

Rendimiento de las principales actividades

Ciclos de transporte

Programación mediante el Primavera Project Planner (P3).-

Uno de los requisitos que solicitó el cliente es que la empresa que ejecutara este proyecto utilice la Programación de Obra con el software Primavera Project Planner (P3).

Al cliente se le entregó un Plan Original de Obra, donde estaban incluidas las actividades a ejecutarse con sus fechas de inicio y fin. Este plan se muestra como “Target Bar” en las hojas de “Programación Plan vs. Real” que se muestran a continuación y que corresponden a las de esta obra.

Por contrato se tuvo que actualizar este programa semanalmente. Una vez a la semana eran evaluados los avances de obra de acuerdo al programa original en una reunión donde participaban el cliente (Minera Yanacocha), la Supervisión (Fluor Daniel) y el contratista (COSAPI), reunión en donde se revisaban los porcentajes de avance de cada partida, las actividades a ejecutarse durante la semana y el procedimiento a seguirse.

El planeamiento de esta obra fue muy importante ya que el no cumplir con los plazos establecidos generaría multas al contratista y en caso de terminarse con anticipación el contratista se hacía acreedor a bonos.

Para COSAPI esta era un tipo de obra que ejecutaba por primera vez, por tanto, no tenía experiencia en este tipo de obras (en la actualidad ya ha ejecutado varias en diversos lugares del país para diferentes empresas mineras). Por tanto, al momento de elaborarse el Plan Original es posible que se hayan cometido algunos errores en las relaciones entre las actividades.

Para la programación de la etapa 2 de Maqui Maqui se dividieron las actividades en:

- Desarrollo de áreas de botadero y préstamo
- Pad
- Canal de Derivación

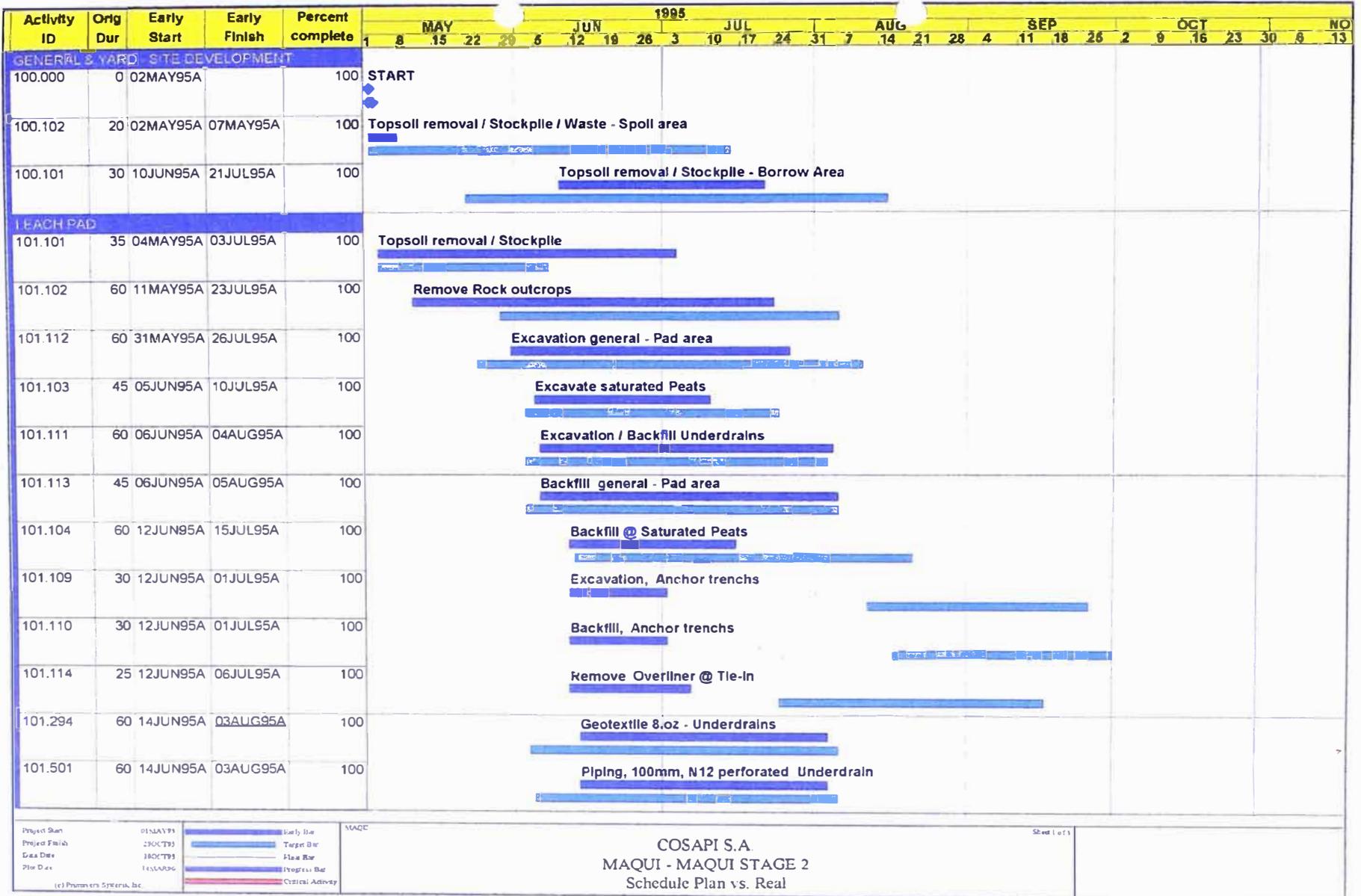
Como se puede ver en las hojas que se muestran a continuación, el final programado difiere con el real en casi un mes. Esto no generó multas ya que antes de concluir con la obra el cliente nos solicitó una nueva ampliación colindante a la que estábamos ejecutando, esta fue la etapa 2A de Maqui Maqui.

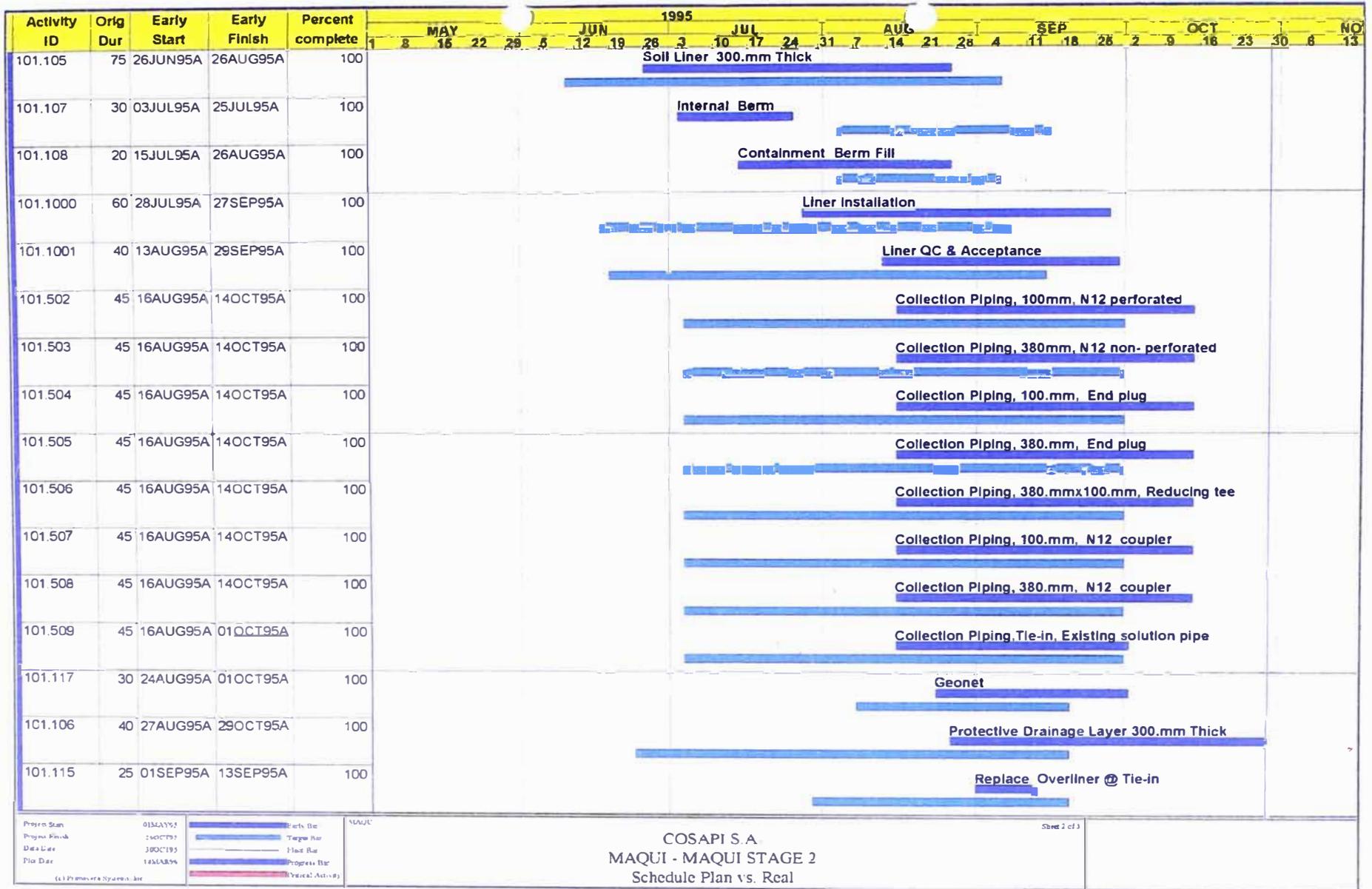
Tuvimos que retrasar los trabajos finales de la etapa 2 para dedicarnos a la construcción de la etapa 2A, destinando equipos a esta nueva área de trabajo.

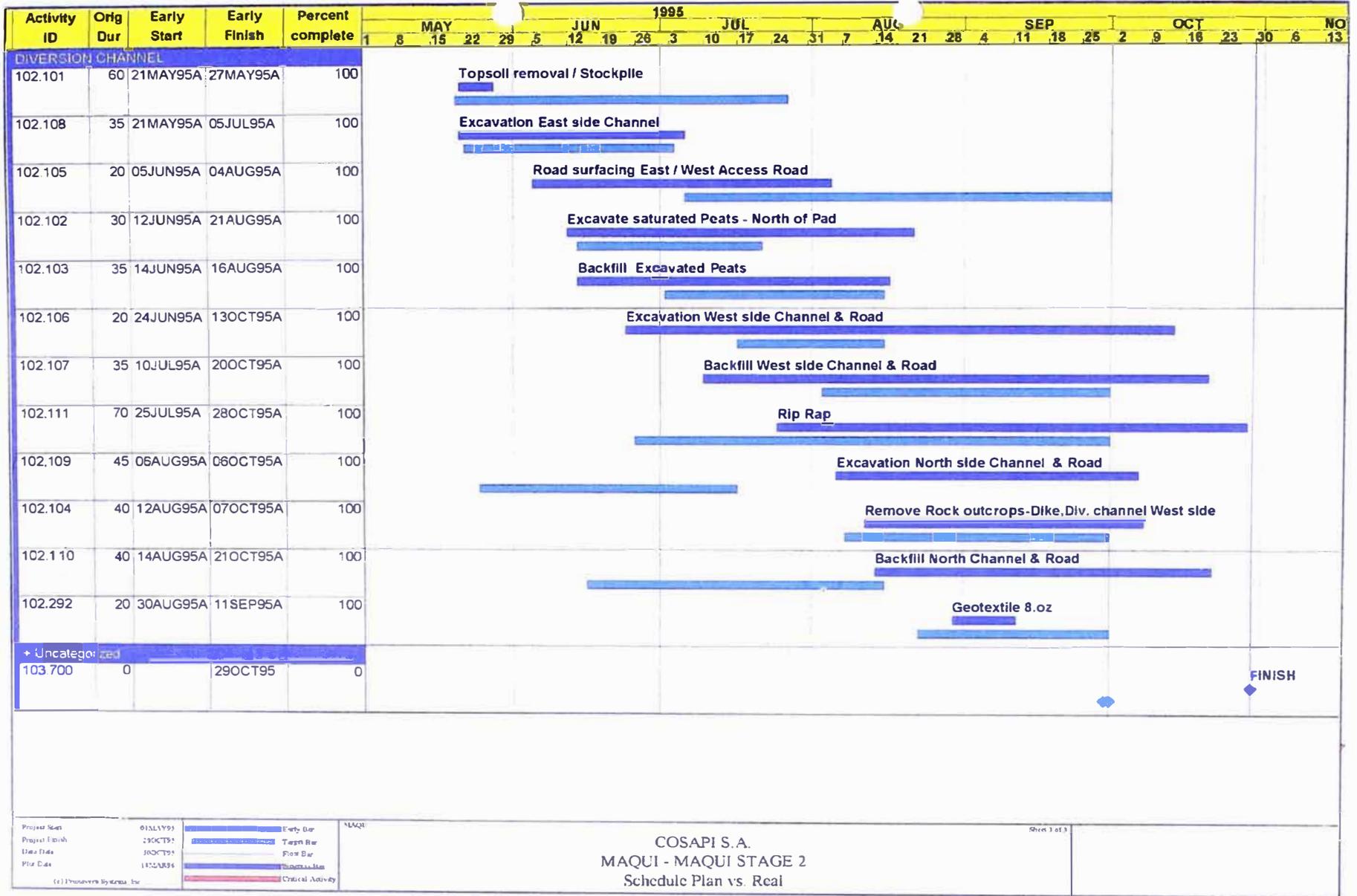
La culminación de la etapa 2 se consideró conjuntamente con los trabajos en la unión de los pad 2 y 2A.

La no generación de multas fue un acuerdo entre la partes, los precios unitarios que se aplicaron fueron los mismos del Contrato Principal debido a que se desarrollaron actividades similares, y permitió al cliente tener una mayor área para depositar el material mineralizado producto de la explotación de la mina.

A continuación se muestran las tres (03) hojas de programación con actividades al 100% de ejecución correspondientes a la etapa 2 de Maqui Maqui.







Resultado Operativo de obra.-

Este es un control que se efectúa en todas las obras de COSAPI, que sirve para analizar la gestión operativa del último mes, la proyección para el saldo de obra y la proyección para el total obra.

Son varias hojas de cálculo que pueden agruparse de la siguiente manera:

- Comentarios
- Hoja Resumen Total
- Explicación del Resultado Pendiente
- Proyección de Venta
- Hoja Resumen por Fase o Proceso
- Hoja de Costo de Materiales
- Hoja de Costo de Mano de obra
- Hoja de Costo de Supervisión
- Hoja de Costo de Equipos
- Hoja de Costo de Vehículos
- Hoja de Costo de Subcontratos
- Hoja de Costo de Gastos Generales

La hoja resumen total suma las ventas y costos de cada fase o proceso.

Las hojas resumen por fase o proceso suma las ventas y costos de cada uno de los rubros siguientes: materiales, mano de obra, supervisión, equipos, vehículos, subcontratos e indirectos. Los indirectos también pueden agruparse y generar una hoja resumen de indirectos.

Este tipo de control es de mucha importancia ya que permite determinar en cualquier momento de la vida de la obra el resultado que se obtendría al final de ésta (siempre y cuando las proyecciones tanto de costo como de venta se cumplan sin mucha variación).

Todas las hojas mantienen un mismo formato lo que permite que mediante una hoja de cálculo sean fáciles de agrupar.

Para un mes cualquiera, en la columna mes previsto se coloca lo que se ha proyectado como costo y como venta en cada rubro y en el mes real lo que realmente ha ocurrido.

En la columna acumulado se suman todas las cantidades (costo y venta) desde el inicio de obra hasta el mes presente.

Luego vienen las columnas de proyecciones en donde utilizando la programación de obra, se proyectan las ventas y los costos basándonos en este último caso en los rendimientos obtenidos hasta la fecha para cada una de las partidas. Esta es la parte más importante y delicada de este tipo de control ya que un error en ellos puede significar que seamos muy optimistas o muy pesimistas en el resultado final. En caso se proyecte con rendimientos muy optimistas, que luego no se den en la práctica, originará (de mantenerse la venta) que el margen proyectado en este mes sea mayor al que realmente se obtendrá al final de la obra, en caso se utilice rendimientos muy pesimistas se puede obtener un margen final mayor al previsto este mes.

La manera de verificar si las proyecciones pueden estar correctas es mediante la aplicación de los conceptos de resultado pendiente, diferencia por márgenes, activos y pasivos

Como se ha explicado anteriormente el resultado pendiente es la diferencia entre el costo real y el costo aplicado (venta menos margen final aplicado a la venta acumulada actual).

La diferencia por márgenes es la sumatoria del producto de la venta acumulada de cada fase al mes actual por la diferencia de los márgenes total obra y de cada fase.

Activo es todo costo que posteriormente nos origina un ingreso económico.

Pasivo es todo costo que posteriormente nos origina un egreso económico.

Con estos conceptos se determina el activo o pasivo auxiliar que es una medida de lo que está ocurriendo hasta el acumulado respecto al margen previsto total obra, conceptos anteriormente expuestos.

En el caso de esta obra el análisis del resultado pendiente nos llevó a un pasivo auxiliar, lo que significaba un mayor margen.

A continuación se muestra uno de los últimos resultados operativos de la obra materia de esta tesis, lo que permitirá tener un mayor conocimiento del mismo.

AMPLIACION MINERA YANACOCHA

RESULTADO OPERATIVO EN US. \$

U.O. 2610-CARACHUGO STAGE 3 / MAQUI MAQUI STAGE 2

MES: NOV. '95

Concepto	Presente Mes		Acumulado al 30 Noviembre 95	Dec-95	Jan-96	Feb-96	Previsto			Acumulado anterior
	Previsto	Real					Actual	Anterior	Original	

RESUMEN TOTAL DE OBRA

Venta Contractual			4,487,782				4,487,782	4,487,782	4,893,500	4,487,782
Reajuste por Mano de Obra			139,000				139,000	139,000		139,000
Adic 1.- Fianzas y Seguros			73,476				73,476	73,476	60,525	73,476
Adic 2.- Skirts			343,000				343,000	343,000		343,000
Adic 3.- Expans. Cchugo /M-M			1,601,718				1,601,718	1,601,718		1,601,718
Adic 4.- Civil Extraworks		9,912	387,296	10,000	20,000		417,296	377,384		377,384
Adic 5.- Ampliación Planta	51,720	51,720	640,093				640,093	640,093		588,373
Adic 6.- Mech. Extraworks		55,118	108,122	66,900	79,000	10,000	284,022	58,297		6,535
Adic 7.- Reajuste Mech. Electr.				(30,000)			(30,000)			
Reajuste Contractual (Bonos)			40,000				40,000	40,000		40,000
Total Venta	51,720	116,750	7,820,487	46,900	99,000	10,000	7,976,387	7,760,749	4,954,025	7,657,268

Costo Materiales	13,950	23,117	128,980	2,000	20,000	5,000	155,980	119,813	20,000	105,863
Costo Mano de Obra	59,200	46,378	444,380	11,400	10,450	6,460	472,690	457,202	148,000	398,002
Costo Supervisión	12,802	11,155	52,016	3,658	7,914	17,374	80,961	68,663		40,861
Costo Equipos	16,500	(6,500)	71,779	3,800	5,000	1,000	81,579	97,779		81,279
Costo Vehiculos	13,500	22,540	93,091	5,000	5,500	1,500	105,091	84,051		70,551
Costo Subcontratos	266,974	312,886	4,887,212	14,000	63,640		4,964,852	4,916,300	3,589,423	4,574,326
Total Costo Directo	382,926	406,576	5,677,458	39,858	112,504	31,334	5,861,154	5,743,808	3,757,423	5,270,882
Total Costo Indirecto	98,334	80,688	686,321	39,928	32,637	92,150	851,036	809,253	603,904	605,633
Total Costo	481,260	487,264	6,363,780	79,786	145,140	123,484	6,712,190	6,553,061	4,361,327	5,876,516
Costo Aplicado			6,580,999	39,467	83,309	8,415	6,712,190	6,553,061	4,361,333	
Resultado Pendiente			(217,220)	(178,980)	(115,089)	(10)				
Margen			1,239,488	7,433	15,691	1,585	1,264,197	1,207,686	592,692	
% Margen			15.8%	15.8%	15.8%	15.8%	15.8%	15.6%	12.0%	

AMPLIACION MINERA YANACOCHA

CARACHUGO STAGE 3 / MAQUI MAQUI STAGE 2

EXPLICACION DEL RESULTADO PENDIENTE

U.O. 2610

MES: NOV. '95

Descripción						Activos	Pasivos
1 Resultado Pendiente						217,220	
2 Por diferencia de Márgenes							
Fase	Margen Obra	Margen Fase	Diferenc.	Venta Acumul.	Total		
Tranlei	15.8%	16.1%	-0.2%	4,558,698	(10,436)		
Cosapi	15.8%	48.5%	-32.7%	108,084	(35,304)		
Adicional	15.8%	14.5%	1.4%	3,153,705	43,585		
						(2,155)	(2,155)
3 Stock de Materiales							
Almacen						0.0	
						0.0	0.0
4 Trabajos Ejecutados Pendientes de Valorizar							
						0.0	
						0.0	0
5 Equipo Comprado por Obra:							
Containers (3 un., Tot. = 6,750)						6,750.0	
Sanitario Químico (2 und., Tot. = 2,300)						2,300.0	
						9,050.0	9,050.0
7 Provisión por Premio de Obra							
Provisión por Premio de Obra						95,000.0	
						95,000.0	(95,000.0)
						224,115.0	(95,000.0)

Resultado Pendiente :	-217,220
Activizado:	6,895
Provisión Pasiva:	-95,000
Contingencia:	<u>-129,115</u>

RP=C-(A+P)

AMPLIACION MINERA YANACOCHA

U.O. 2610-CARACHUGO STAGE 3 / MAQUI MAQUI STAGE 2

COSTO DE MATERIALES

MES: NOV. '95

Fase	Descripción	Und.	Presente Mes		Acumulado al 30 Noviembre 95	Dec-95	Jan-96	Feb-96	Previsto			Acum. Ant.
			Previsto	Real					Actual	Anter.	Orig.	

COSTO DIRECTO

26	Colocación de Tuberías											
	Herramientas	Glb	200		4,830				4,830	5,030	20,000	4,830
		S	200		4,830				4,830	5,030	20,000	4,830
	Total Fase 26		200		4,830				4,830	5,030	20,000	4,830

60	Adicionales											
	SKIRTS	Glb	750		17,783				17,783	18,533		17,783
		S	750		17,783				17,783	18,533		17,783
	EXPANSION CARACHUGO - MAQUI MAQUI	Glb	3,000	1,966	11,200	200			11,400	12,234		9,234
		S	3,000	1,966	11,200	200			11,400	12,234		9,234
	CIVIL EXTRAWORKS	Glb		7,183	13,787	800			14,587	6,604		6,604
		S		7,183	13,787	800			14,587	6,604		6,604
	AMPLIACION PLANTA	Glb	5,000	5,244	69,923				69,923	69,679		64,679
		S	5,000	5,244	69,923				69,923	69,679		64,679
	MECHANICAL EXTRAWORKS	Glb	5,000	8,724	11,457	1,000	20,000	5,000	37,457	7,733		2,733
		S	5,000	8,724	11,457	1,000	20,000	5,000	37,457	7,733		2,733
	Total Fase 60		13,750	23,117	124,150	2,000	20,000	5,000	151,180	114,783		101,033

MATERIALES Tot.Costo Dir.

			13,950	23,117	128,980	2,000	20,000	5,000	155,980	119,813	20,000	105,863
--	--	--	---------------	---------------	----------------	--------------	---------------	--------------	----------------	----------------	---------------	----------------

COSTO I

70	Dirección de Obra											
	Gasolina	gal	600	345	5,480	600	330	100	6,510	5,835	4,589	5,135
		S	1,080	621	9,434	1,080	594	180	11,288	10,073	7,648	8,813
	Petróleo (G.E. + 2 Omn.)	Gal	750	750	4,208	360			4,568	4,208	6,900	3,458
		S	1,125	1,350	6,635	648			7,283	6,410	9,108	5,285
	Materiales Varios	Glb.	200	400	8,409	200	150		8,759	8,209	5,624	8,009
		S	200	400	8,409	200	150		8,759	8,209	5,624	8,009
	Baño químico (1 und)	glb	30	30	1,270	15	30	15	1,330	1,270		1,240
		S	30	30	1,270	15	30	15	1,330	1,270		1,240
	Total Fase 70		2,435	2,401	25,748	1,943	774	195	28,660	25,962	22,380	23,347

80 Administración de Obra

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

AMPLIACION MINERA YANACOCHA

U.O. 2610-CARACHUGO STAGE 3 / MAQUI MAQUI STAGE 2

COSTO DE MATERIALES

MES: NOV. '96

Fase	Descripción	Und.	Presente Mes			Acumulado al 30 Noviembre 96	Dec-96	Jan-96	Feb-96	Previsto			Acum. Ant.
			Previsto	Real	Actual					Anter.	Orig.		
	Gasolina (p'1 camioneta)	gln.	300	330	2,104	150			2,254	2,224	1,320	1,774	
		\$	540	594	3,651	270			3,921	3,867	2,200	3,057	
	Materiales Varios	Glb.	150	400	3,772	150	100		4,022	3,522	2,122	3,372	
		\$	150	400	3,772	150	100		4,022	3,522	2,122	3,372	
	Baño químico (1 und)	glb	30	30	1,270	15	30	15	1,330	1,285		1,240	
		\$	30	30	1,270	15	30	15	1,330	1,285		1,240	
Total Fase 80			720	1,024	8,693	435	130	15	9,273	8,674	4,322	7,669	

90	Campamento											
	Petról. (G.E.Porcon)	gln.	700	700	4,025	350	300	300	4,975	4,025	2,850	3,325
		\$	1,050	1,260	6,360	630	540	540	8,070	6,150	3,762	5,100
	Mat. Varios	Glb.	700	655	16,425	200	100		16,725	16,470	28,814	15,770
		\$	700	655	16,425	200	100		16,725	16,470	28,814	15,770
Total Fase 90			1,750	1,915	22,785	830	640	540	24,795	22,620	32,576	20,870

MATERIALES Tot.Cos.Indir.

4,905	5,340	57,226	3,208	1,644	750	62,728	67,256	59,278	51,886
--------------	--------------	---------------	--------------	--------------	------------	---------------	---------------	---------------	---------------

MATERIALES TOTAL COSTO

18,855	28,457	186,206	6,208	21,644	5,750	218,708	177,069	79,278	167,749
---------------	---------------	----------------	--------------	---------------	--------------	----------------	----------------	---------------	----------------

AMPLIACION MINERA YANACOCHA

U.O. 2610 - CARACHUGO STAGE 3 / MAQUI MAQUI STAGE 2

COSTO MANO OBRA

MES: NOV. '96

Fase	Descripción	Und.	Presente Mes		Acumulado al 30 Noviembre 96	Dic-96	Jan-96	Feb-96	Previsto			Acum. Ant.
			Previsto	Real					Actual	Ant.	Orig.	

COSTO DIRECTO

26	Tuberías de Colección											
	Tuberías de Colección	h-h			5,636				5,636	5,636	31,500	5,636
		\$			22,305				22,305	22,305	126,000	22,305
	Total Fase 26				22,305				22,305	22,305	126,000	22,305

27	Miscelaneos											
	Miscelaneos	h-h			2,558				2,558	2,558	5,500	2,558
		\$			10,145				10,145	10,145	22,000	10,145
	Total Fase 27				10,145				10,145	10,145	22,000	10,145

60	Adicionales											
	SKIRTS	h-h	2,500		23,835				23,835	26,335		23,835
		\$	10,000		94,331				94,331	104,331		94,331
	EXPANSION CARACHUGO - MAQUI MAQUI	h-h	800	1,049	4,024	1,000			5,024	3,775		2,975
		\$	3,200	1,886	13,684	3,800			17,484	14,998		11,798
	CIVIL EXTRAWORKS	h-h		9,300	18,602	1,000			19,602	9,302		9,302
		\$		6,640	49,540	3,800			53,340	42,900		42,900
	AMPLIACION PLANTA	h-h	10,000	5,000	54,776				54,776	59,776		49,776
		\$	40,000	4,000	202,470				202,470	238,470		198,470
	MECHANICAL EXTRAWORKS	h-h	1,500	10,540	15,054	1,000	2,750	1,700	20,504	6,014		4,514
		\$	6,000	33,852	51,906	3,800	10,450	6,460	72,616	24,054		18,054
	Total Fase 60		59,200	46,378	411,930	11,400	10,450	6,460	440,240	424,752		365,652

MANO OBRA Tot. Cost. Direc.	59,200	46,378	444,380	11,400	10,450	6,460	472,690	467,202	148,000	398,002
------------------------------------	---------------	---------------	----------------	---------------	---------------	--------------	----------------	----------------	----------------	----------------

COSTO INDIRECTO

10	Topogr. y Laborat.											
	Topogr. y Laborat.	h-h	300		14,037				14,037	14,337	10,535	14,037
		\$	1,200		55,260				55,260	56,460	42,140	55,260
	Total Fase 10		1,200		55,260				65,260	56,460	42,140	55,260

AMPLIACION MINERA YANACOCHA

U.O. 2610 - CARACHUGO STAGE 3 / MAQUI MAQUI STAGE 2

COSTO MANO OBRA

MES: NOV. '95

Fase	Descripción	Und.	Presente Mes		Acumulado al 30 Noviembre 95	Dec-95	Jan-96	Feb-96	Previsto			Acum. Ant.
			Previsto	Real					Actual	Ant.	Orig.	
90	Campamento											
	Guardiania	h-h	600		3,680	800	300	150	4,730	4,480	2,900	3,680
	(1 guard. + 1 mecán. +a almac.)	S	2,400		14,506	2,280	1,140	570	18,496	17,706	11,600	14,506
	Total Fase 90		2,400		14,506	2,280	1,140	570	18,496	17,706	11,600	14,506
	M. O. Tot. Cost. Ind.		3,600		69,765	2,280	1,140	570	73,755	74,165	53,740	69,765
	MANO OBRA TOTAL COSTO		62,800	48,378	514,145	13,680	11,590	7,030	546,445	531,367	201,740	467,767

AMPLIACION MINERA YANACOCHA

U.O. 2810 - CARACHUGO STAGE 3 / MAQUI MAQUI STAGE 2

COSTO SUPERVIS.
MES: NOV. '95

Fase	Descripción	Und.	Presente Mes		Acumulado al 30 Noviembre '95	Dec-95	Jan-96	Feb-96	Previsto			Acum. Ant.
			Previsto	Real					Actual	Anter.	Orig.	

COSTO DIRECTO

60	Adicionales											
s	Chavez Bustamante	mes		1.0	4.5				4.5	3.5		3.5
		S		1,818	7,752.9				7,752.9	5,935		5,935
k	Galo Flores Chumbe	mes			0.8				0.8	1		1
		S			1,197				1,197	1,197		1,197
i	Angel Cuba	mes	1.0	1.0	5.0	0.5	1.0	0.3	6.8	5.0		4.0
		S	2,208	2,506	11,349.5	1,253	2,506	752	15,859.7	11,052		8,844
r	Enrique Quispe Vera	mes			3.0				3.0	3.0		3.0
		S			6,366.9				6,366.9	6,366.9		6,366.9
P	Manuel Loyola Zavaleta	mes	1.0	1.0	3.5	0.1			3.6	3.5		2.5
		S	2,556.2	2,900.9	9,415.0	193.4			9,608.4	9,070.2		6,514.1
L	Carlos Carvo Castillo	mes	1.0		2.5				2.5	3.5		2.5
		S	1,948.8		4,966.2				4,966.2	6,914.9		4,966.2
A	Carlos Castillo Neyra	mes			2.0				2.0	2.0		2.0
		S			4,765.2				4,765.2	4,765		4,765
N	Manuel Isidro Códova	mes	0.5	1.0	1.0	0.5	1.0	0.3	2.8	0.5		
		S	1,191.3	2,211.6	2,211.6	1,352.0	2,704.0	811.2	7,078.7	1,191.3		
T	Galo Flores Chumbe	mes	1.0	1.0	2.5	0.5			3.0	2.5		1.5
		S	1,514.9	1,719.2	3,991.6	859.6			4,851.2	3,787.3		2,272.4
A	Supervisor Mecánico	mes	1.0				1.0	0.3	1.3	1.0		
		S	2,382.6				2,704	811	3,515.1	2,383		
	Pole Line Installation	mes	1,000.0							1,000.0		
		S	1,000.0							1,000		
	Premio de Obra	Glb						15,000.0	15,000	15,000		
								15,000	15,000	15,000		

SUPERVIS. Tot. Cost. Dir.

12,802	11,155	52,016	3,668	7,914	17,374	80,961	68,663		40,861
--------	--------	--------	-------	-------	--------	--------	--------	--	--------

COSTO INDIRECTO

70	Dirección Técnica											
	Manuel Vidal	mes	1.0	1.0	7.0	1.0	1.0	0.5	9.5	8.0	6.0	6.0
		S	7,969	9,044	56,538.7	9,044	9,044	4,522	79,148.8	63,433	46,853	47,495
	Daniel Fernández	mes	1.0	1.0	7.0	0.7	1.0	0.3	9.0	7.0	5.5	6.0
		S	1,977	2,243	13,965.8	1,645	2,243	673	18,527.3	13,699	10,401	11,722
	Miguel Pujada	mes	1.0	1.0	6.5	0.7	1.0	0.3	8.5	7.0	4.5	5.5
		S	1,268	1,439	8,231.6	1,055	1,439	432	11,157.9	8,695	5,160	6,792
	Carlos Pozo	mes	0.5	0.5	6.0				6.0	6.0	4.5	5.5
		S	634	720	7,512.0				7,512.0	7,427	5,160	6,792

AMPLIACION MINERA YANACOCHA

U.D. 2610 - CARACHUGO STAGE 3 / MAQUI MAQUI STAGE 2

COSTO SUPERVIS.
MES: NOV. '95

Fase	Descripción	Und.	Presente Mes		Acumulado al 30 Noviembre 95	Dec-95	Jan-96	Feb-96	Previsto			Acum. Ant.
			Previsto	Real					Actual	Anter.	Orig.	
	Genaro Hidaigo	mes			0.6				0.6	0.6		0.6
		S			903.3				903.3	903		903
	Gilberto del Valle	mes	1.0	1.0	6.5				6.5	6.5	4.5	5.5
		S	2,382	2,704	15,412.6				15,412.6	15,091	9,540	12,709
	Angel Santillán	mes			4.0				4.0	4.0	5.0	4.0
		S			5,309.8				5,309.8	5,310	6,900	5,310
	Victor Farfán	mes	1.0	0.5	6.5				6.5	7.0	5.0	6.0
		S	1,810	1,027	11,727.2				11,727.2	12,510	8,650	10,700
	Julio Rojas	mes	0.5		6.0				6.0	6.5	5.0	6.0
		S	721		8,526.3				8,526.3	9,247	6,900	8,526
	Federico Sinche	mes			7.0				7.0	7.0	6.0	7.0
		S			13,627.9				13,627.9	13,628	11,342	13,628
	Angel Cuba	mes			0.6				0.6	0.6	3.0	0.6
		S			1,341.3				1,341.3	1,341	5,773	1,341
	Marco Verástegui	mes	1.0	1.0	4.0				4.0	4.0		3.0
		S	2,208	2,286	8,330.7				8,330.7	8,252		6,044
	Jaime Aliaga	mes	1.0	0.5	6.0				6.0	6.5	4.5	5.5
		S	1,275	723	7,893.0				7,893.0	8,445	6,210	7,170
	Samuel Suárez	mes	1.0	1.0	6.0	0.5			6.5	6		5
		S	1,360	1,543	8,240.6	772			9,012.1	8,057		6,698
	Angel Villarán (hasta dic.15)	mes	1.0	1.0	4.0	0.7	1.0	0.5	6.2	5		3
	Arturo Lazo (Ene.96-15 feb.)	S	4,158	4,719	17,192.9	3,460	2,400	1,200	24,253.4	18,711		12,474
	Carlos Navarro	mes			3.0				3.0	3.0	4.0	3.0
		S			5,065.3				5,065.3	5,065	7,698	5,065
	Normando Espinoza	mes			2.0				2.0	2.0		2.0
		S			5,112.3				5,112.3	5,112		5,112
	Premio de Obra	Gib						70,000.0	70,000.0	70,000.0	40,000.0	
		S						70,000.0	70,000.0	70,000.0	40,000.0	
	Total Fase 70		25,762	26,448	194,931	15,977	15,127	76,827	302,861	274,927	170,588	168,483

80	Administración											
	Uldarico Rojas	mes	1.0	1.0	8.0	0.7	1.0	0.5	10.2	8.5	7.0	7.0
		S	2,123	2,409	16,889.6	1,767	2,409	1,205	22,270.1	17,665	14,010	14,480
	José Grijalba	mes	1.0	1.0	7.0	0.3			7.3	7.5	5.5	6.0
		S	1,401	1,590	9,879.8	477			10,356.7	10,391	7,284	8,290

AMPLIACION MINERA YANACOCCHA

U.O. 2610 - CARACHUGO STAGE 3 / MAQUI MAQUI STAGE 2

COSTO SUPERVIS.
MES: NOV. '95

Fase	Descripción	Und.	Presente Mes		Acumulado al 30 Noviembre 95	Dec-95	Jan-96	Feb-96	Previsto			Acum. Ant.
			Previsto	Real					Actual	Anter.	Orig.	
	José Jaramillo	mes	1.0	1.0	7.0	0.5			7.5	7.5	6.0	6.0
		S	1,073	1,218	7,575.8	609			8,184.7	7,968	6,080	6,358
	Marco Bucchelli	mes			4.0				4.0	4.0	5.0	4.0
		S			4,046.5				4,046.5	4,047	4,956	4,047
	Premio de Obra	Gib						10,000.0	10,000.0	10,000.0	10,000.0	
		S						10,000	10,000.0	10,000	10,000	
Total Fase 80			4,597	5,217	38,392	2,853	2,409	11,205	54,858	50,070	45,583	33,175

90	Campamento											
	Juan Tanta Chuquilrona	mes	1.0	1.0	6.0	0.7	1.0	0.5	8.2	6.0		5.0
		S	283	321	1720	236	321	161	2,437.8	1,682		1,399
	Reynaldo Chavez Llanos	mes	1.0	1.0	6.0	0.7			6.7	6.0		5.0
		S	283	321	1720	236			1,955.9	1,682		1,399
	José Infante de la Cruz	mes	1.0	1.0	6.0	0.7	1.0	0.5	8.2	6.0		5.0
		S	283	321	1720	236	321	161	2,437.8	1,682		1,399
Total Fase 90			849	964	5,161	707	643	321	6,831	5,046		4,197

SUPERVISION Tot. Cost. Indir.	31,208	32,629	238,484	19,536	18,178	88,353	364,551	330,043	216,171	205,855
--------------------------------------	---------------	---------------	----------------	---------------	---------------	---------------	----------------	----------------	----------------	----------------

SUPERVISION TOTAL COSTO	44,009	43,784	290,500	23,194	26,092	105,727	445,512	398,706	218,171	246,716
--------------------------------	---------------	---------------	----------------	---------------	---------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

AMPLIACION MINERA YANACOCHA

U.O. 2610-CARACHUGO STAGE 3 / MAQUI MAQUI STAGE 2

COSTO EQUIPOS
MES: NOV. '95

Fase	Descripción	Und.	Presente Mes		Acumulado al 30 Noviembre 95	Dic-95	Jan-96	Feb-96	Previsto			Acum. Ant.
			Previsto	Real					Actual	Anter.	Orig.	

COSTO DIRECTO

60	Adicionales											
	SKIRTS	Gib	2,500	(4,000)	30,503				30,503	37,003		34,503
	(varios)	s	2,500	(4,000)	30,503				30,503	37,003		34,503
	EXPANS.CARACHUGO	Gib	1,000		1,632				1,632	2,632		1,632
	MAQUI MAQUI	s	1,000		1,632				1,632	2,632		1,632
	CIVIL EXTRAWORKS	Gib		(1,500)	2,753				2,753	4,253		4,253
		s		(1,500)	2,753				2,753	4,253		4,253
	AMPLIACION PLANTA	Gib	11,500	(4,000)	34,527				34,527	50,027		38,527
		s	11,500	(4,000)	34,527				34,527	50,027		38,527
	MECHANICAL	Gib	1,500		2,365	3,800	5,000	1,000	12,165	3,865		2,365
	EXTRAWORKS	s	1,500		2,365	3,800	5,000	1,000	12,165	3,865		2,365

EQUIPOS Tot. Cost. Direc.

16,500	(9,500)	71,779	3,800	5,000	1,000	81,579	97,779		81,279
--------	---------	--------	-------	-------	-------	--------	--------	--	--------

COSTO INDIRECTO

70	Dirección de Obra											
	Grupo Electrog. 20 Kw (1 un.)	h-m	280	280	2,098	250	250	100	2,698	2,098	2,200	1,818
		s	840	840	4,256	750	750	300	6,056	4,256	2,640	3,416
	Containers (3 un.) +	Mes	1	1	6	1	1	1	9	6	1	5
	3 containers transferidos	s	94	94	13,901	94	94	47	14,137	13,901	13,500	13,807
	Equipo Laborat. (Eq Proctor +	Mes	0.50		5.50				5.50	6.00	4.50	6
	2Troxler+Mallas+Blza+Horno)	s	250		3,200				3,200	3,450	3,600	3,200
	2 Teodolitos + 2 Niveles	Dia	15		171				171	186	150	171
	(2 Jgos. acces. Top.)	s	975		10,665				10,665	11,640	7,500	10,665
	Equipos Varios (2 PC's + 16	Gib	150	150	1,210	100	100	100	1,510	1,260	3,040	1,060
	Walk.Talk.+6 Radlos mov.)	s	150	150	1,210	100	100	100	1,510	1,260	3,040	1,060
	Tractor de discos	Gib			450				450	450		450
	(3 días + combust)	s			450				450	450		450
	Grue 30 Tn. (incl. alquiler	h-m	150	150	1,050	70	30		1,150	1,050		900
	+ combustible)	s	3,000	3,000	11,550	1,400	600		13,550	11,550		8,550
	Reparac. y Mantenimiento	Gib	30	150	575	50	50		675	455	1,150	425
		s	30	150	575	50	50		675	455	1,150	425
	Total Fase 70		5,339	4,234	45,807	2,394	1,594	447	50,243	46,962	31,430	41,573

AMPLIACION MINERA YANACOCHA

U.O. 2610-CARACHUGO STAGE 3 / MAQUI MAQUI STAGE 2

COSTO EQUIPOS
MES: NOV. '96

Fase	Descripción	Und.	Presente Mes		Acumulado al 30 Noviembre 96	Dec-96	Jan-98	Feb-98	Previsto			Acum. Ant.
			Previsto	Real					Actual	Anter.	Orig.	
80	Administración de Obra											
	PC 386 (1 un)	Glb	100	100	725	100	50	50	925	775	875	625
		s	100	100	725	100	50	50	925	775	875	625
	Reparac. y Mantenimiento	Glb	100	85	490	50	50		590	555	1.150	405
		s	100	85	490	50	50		590	555	1.150	405
	Total Fase 80		200	185	1,215	150	100	50	1,515	1,330	2,025	1,030
90	Campamento											
	Grupo Electróg. 20 Kw (1 un.)	h-m	150	280	2.098	150	250	100	2.598	1.968	2.000	1.818
		s	300	560	3.516	300	500	200	4.516	3.256	3.000	2.956
	Reparac. y Mantenimiento	Glb	50	40	625	50	50		725	635	1.250	585
		s	50	40	625	50	50		725	635	1.250	585
	Equipos Verlos	Glb	50		205	50	50		305	255	750	205
		s	50		205	50	50		305	255	750	205
	Total Fase 90		400	600	4,346	400	600	200	5,546	4,146	5,000	3,746
	EQUIPOS Tot. Cost. Indir.		5,939	5,019	51,368	2,944	2,294	697	57,304	52,438	38,455	46,349
	EQUIPOS TOTAL COSTO		22,439	(4.481)	123,147	6,744	7,294	1,697	138,884	150,217	38,455	127,628

AMPLIACION MINERA YANACOCHA

U.O. 2610-CARACHUGO STAGE 3 / MAQUI MAQUI STAGE 2

COSTO DE VEHICULOS
MES: NOV. '95

Fase	Descripción	Und.	Presente Mes		Acumulado al 30 Noviembre 95	Dec-95	Jan-96	Feb-96	Previsto			Acum. Ant.
			Previsto	Real					Actual	Anter.	Orig.	

COSTO DIRECTO

60	Adicionales											
	SKIRTS	Glb	1,000		11,394				11,394	12,394		11,394
		S	1,000		11,394				11,394	12,394		11,394
	EXPANSION CARACHUGO - MAQUI MAQUI	Glb	3,500	9,080	24,374	1,000			25,374	18,794		15,294
		S	3,500	9,080	24,374	1,000			25,374	18,794		15,294
	CIVIL EXTRAWORKS	Glb		3,670	10,237	2,000			12,237	6,567		6,567
		S		3,670	10,237	2,000			12,237	6,567		6,567
	AMPLIACION PLANTA	Glb	7,000	6,120	41,816				41,816	42,696		35,696
		S	7,000	6,120	41,816				41,816	42,696		35,696
	MECHANICAL EXTRAWORKS	Glb	2,000	3,670	5,270	2,000	5,500	1,500	14,270	3,600		1,600
		S	2,000	3,670	5,270	2,000	5,500	1,500	14,270	3,600		1,600

VEHIC. Tot. Cost. Direc.

13,600	22,540	93,091	5,000	5,600	1,500	105,091	84,051		70,661
--------	--------	--------	-------	-------	-------	---------	--------	--	--------

COSTO INDIRECTO

70	Dirección Técnica											
	Camioneta Terc. (incl combi)	Dia	15		500				500	515	630	500
		S	900		31,155				31,155	32,055	40,950	31,155
	Camioneta Hi-Lux 4x2	Dia	30	30	168	30	30	30	258	163		138
		S	480	480	2,388	480	480	480	3,828	2,628		1,908
	Omnibús Terceros	Dia	30		226				226	256	270	226
		S	3,450		30,370				30,370	33,820	54,000	30,370
	Flete Interno (550 Tn.)	gib	50	100	320	50	50	10	430	370	465	220
		S	4,000	8,000	18,250	4,000	4,000	800	27,050	22,250	20,925	10,250
Total Fase 70			8,830	8,480	82,163	4,480	4,480	1,280	92,403	90,753	115,875	73,683

80	Administración											
	Camioneta Terc. (1 un.)	Dia	30	30	210	15			225	225	152	180
		S	1,800	1,800	12,895	900			13,795	13,795	9,880	11,095
Total Fase 80			1,800	1,800	12,895	900			13,795	13,795	9,880	11,095

VEHICULOS Tot. Cost. Ind.

10,630	10,280	95,058	5,380	4,480	1,280	106,198	104,548	125,755	84,778
--------	--------	--------	-------	-------	-------	---------	---------	---------	--------

VEHICULOS TOTAL COSTO	24,130	32,820	188,149	10,380	9,980	2,780	211,289	188,599	125,755	155,329
------------------------------	---------------	---------------	----------------	---------------	--------------	--------------	----------------	----------------	----------------	----------------

AMPLIACION MINERA YANACOCHA

U.O 2010-CARACHUGO STAGE 3 / MAQUI MAQUI STAGE 2

COSTO DE SUBCONTRATOS

MES: NOV. '95

Fase	Descripción	Und.	Presento Mes		Acumulado al 30 Noviembre 95	Dec-95	Jan-96	Feb-96	Previsto			Acum. Ant.
			Previsto	Real					Actual	Anter.	Orig.	

COSTO DIRECTO TERCEROS

Subcont. TRANSLEI													
	Movimiento de Tierras (Tot. 3'491.553)	Glb S		48.500	3.192.856					3.192.856	3.144.356	3.491.553	3.144.356
	Bonos	Glb S			20.000					20.000	20.000		20.000
					20.000					20.000	20.000		20.000

SUBC. Tot. Cost. Dir. Terc.				48.500	3.212.856					3.212.856	3.164.356	3.491.553	3.164.356
-----------------------------	--	--	--	--------	-----------	--	--	--	--	-----------	-----------	-----------	-----------

COSTO DIRECTO COSAPI

	Pruebas	Glb S	25.000								50.000	50.000	
				25.000							50.000	50.000	
	Reajuste Contractual por Mano de Obra	Glb S			83.400					83.400	83.400	50.000	83.400
					83.400					83.400	83.400	50.000	83.400
	Subsanaciones + Contingencia (Reserva de entrega de Obra)	Glb S					50.000			50.000	50.000	47.870	
							50.000			50.000	50.000	47.870	
	Total Costo Directo Cosapi			25.000	83.400		50.000			133.400	183.400	97.870	83.400

60 Adicionales													
	SKIRTS	Glb S		825							825		
				825							825		
	EXPANSION CARACHUGO MAQUI MAQUI	Glb S	238.149	264.386	1.368.697					1.368.697	1.342.460		1.104.311
			238.149	264.386	1.368.697					1.368.697	1.342.460		1.104.311
	CIVIL EXTRAWORKS	Glb S			222.258	14.000	13.640			249.898	222.258		222.258
					222.258	14.000	13.640			249.898	222.258		222.258
	AMPLIACION PLANTA	Glb S									0		
											0		
	MECHANICAL EXTRAWORKS	Glb S		3.000							3.000		
				3.000							3.000		
	Total Adicionales			241.974	264.386	1.590.955	14.000	13.640		1.618.595	1.568.543		1.326.569

Total Directo Suscto Subcontrato				266.974	312.886	4.887.212	14.000	83.640		4.984.852	4.916.300	3.589.423	4.574.326
----------------------------------	--	--	--	---------	---------	-----------	--------	--------	--	-----------	-----------	-----------	-----------

COSTO INDIRECTO

SUBC. Tot. Cost. Indir.

SUBCONTR. TOTAL COSTO				266.974	312.886	4.887.212	14.000	83.640		4.984.852	4.916.300	3.589.423	4.574.326
-----------------------	--	--	--	---------	---------	-----------	--------	--------	--	-----------	-----------	-----------	-----------

AMPLIACION MINERA YANACOCHA

U.O. 2610-CARACHUGO STAGE 3 / MAQUI MAQUI STAGE 2

COSTO GASTOS GENERALES.

MEG: NOV. '98

Fase	Descripción	Und.	Presente Mes		Acumulado al 30 Noviembre 98	Dic-98	Jan-99	Feb-99	Previsto			Acum. Ant.
			Previsto	Real					Actual	Anter.	Orig.	
Gastos Generales												
	Gastos Bancarios	\$	80		406	80			486	536	400	406
	Seguros Internos	\$	400	44	839	150			989	1245	600	795
	Otras Atenc. y Cost. de Person	\$	5,500	3,908	20,255	2,000			22,255	21,847	11,419	16,347
	Alquiler Edificios de Terceros	\$	3,000		15,873				15,873	19,373	12,080	15,873
	Otros Tributos	\$	100	1,247	1,722	500			2,222	625		475
	Otros Trib. o Imp (SENCICO)	\$			22,514				22,514	22,514	24,468	22,514
	Electricidad y Agua	\$	400	312	1,398	200			1,598	1,586		1,086
	Correos y Telecomunic	\$	200	965	2,788	450			3,238	2,123	2,500	1,823
	Utiles de Escritorio	\$	200	400	3,647	200			3,847	3,547	1,146	3,247
	Gastos Viaje y Movil. Local	\$	300	741	5,184	500			5,684	5,043	4,696	4,443
	Exámenes Médicos	\$	722		1,184				1,184	1,907		1,184
	Otros Servicios Terceros	\$	1,500	259	7,636	300			7,936	9,377	11,028	7,377
	Otros Servicios Internos	\$										
	Honorarios Profesionales	\$		1,966	2,766	500			3,266	800		800
	Otros Gastos Generales	\$		1,321	1,321				1,321			
	Gastos Varios (incl multas)	\$	2,000	3,879	12,633	1,000			13,633	10,753	6,168	8,753
Tot. Costo GGs.GGs.Contract.			14,402	15,042	100,165	5,880			106,045	101,275	74,505	85,123
Gastos generales Adicionales												
	FIANZAS(20.000) Y SEGUROS (16.000)	\$	5,000	9,000	45,000				45,000	41,000	36,000	36,000
	SKIRTS	\$	1,500		3,721				3,721	5,221		3,721
	EXPANS CARACHUGO-MAQUI MAQUI	\$	4,000	1,700	14,324	200			14,524	16,624		12,624
	CIVIL EXTRAWORKS	\$		394	3,266	250	500		4,016	2,872		2,872
	AMPLIACION PLANTA	\$	12,000	1,050	7,331				7,331	18,281		6,281
	MECHANICAL EXTRAWORKS	\$	5,150	233	613	250	4,500	500	5,863	5,530		380
Tot. Costo GGs.GGs.Adicional			27,650	12,377	74,254	700	5,000	500	80,454	89,527	36,000	61,877
Tot. Costo GGs.GGs.			42,052	27,419	174,419	6,580	5,000	500	186,499	190,802	110,505	147,000

Rendimiento de las principales actividades.-

Para conocer este tipo de trabajos (construcción de un pad), se tomó la decisión de hacerle un seguimiento a las principales actividades que se realizaron. Este seguimiento permitiría que en futuras obras de movimiento de tierras similares nuestros presupuestos puedan ser ajustados de tal manera que los precios que se presenten sean justos tanto para el Contratista como para el Cliente, permitiendo al Contratista cumplir con los compromisos contractuales brindando un servicio seguro y de calidad.

Las actividades que se estudiaron fueron:

- Remoción de suelo superficial : top soil
- Remoción de roca (sin explosivos)
Excavación de peat
- Excavación de caja de canal
- Nivelación de la superficie del pad
- Excavación y relleno de zanjas de anclaje
- Relleno en zona de excavación de peat
- Relleno en zona de canal
- Producción e instalación de soil liner
- Producción de PDI. con zaranda vibratoria
- Producción de PDI. con chancadora
- Instalación de PDI.

Para realizar este estudio se utilizó la producción medida en m³. obtenido topográficamente, la potencia de todos los equipos que se utilizaron en cada una de las actividades obtenido de los catálogos de los fabricantes, las horas de uso de cada uno de esos equipos obtenido de la diferencia de horómetros y los costos horarios de cada equipo. Con estos datos se determinó los costos unitarios de cada actividad y la potencia requerida por unidad de producción.

En estos cuadros no se ha incluido a los volquetes que transportaron el material ya que consideramos que estos equipos merecen un análisis aparte debido a la gran incidencia que tienen en todo trabajo de movimiento de tierras.

De los cuadros de rendimientos y costos unitarios de las principales actividades se sacó un ratio que nos sirve para determinar de manera rápida y aproximada el costo de algunos trabajos de movimiento de tierras. Este ratio es \$/HP.

El promedio \$/HP de todas las actividades estudiadas fue de 0.293 y si multiplicamos los HP/m³. obtenido de cada actividad y lo multiplicamos por ese factor obtendremos un valor bastante cercano al obtenido como costo unitario \$/m³.

De igual forma en esos días si nosotros conocemos la potencia de algún equipo para movimiento de tierras y lo multiplicamos por un factor que puede variar del 0.26 \$/HP al 0.28 \$/HP podemos tener una idea rápida del costo horario que debería tener determinado equipo, esto se cumplió con buena aproximación para todos los equipos exceptuando a la excavadora Caterpillar modelo 320 en la que además de su potencia debía tenerse en cuenta su capacidad para realizar determinados trabajos.

Del mismo modo se ha llegado a determinar que el consumo de combustible de los equipos pesados guarda cierta relación entre su potencia y el factor 0.033 galn/HP. esto se comprueba fácilmente llevando un control de los consumos de combustible de cada equipo (este consumo lo proporciona el almacén de obra) y las horas horómetro consumidas.

Como se dijo anteriormente por lo general a los trabajos de transporte se les separa de las demás actividades ya que estas forman partidas con metrados y precios unitarios propios.

A continuación se incluye la lista de las principales actividades controladas y los ratios que se obtuvieron.

Rendimientos y Costos Unitarios obtenidos de las principales actividades de la Obra Ampliación Minera Yanacocha - 1995

ACTIVIDAD:		Resumen								
Remoción de suelo superficial: top soil		Producción acumulada	m ³	288,001						
		HP acumulado	HP	1,407,529						
		Rendimiento acumulado	HP/m ³	4.89						
Tipo de equipo	Total		Costo (\$)			Potencia (HP)			Ratio por equipo (S/HP)	Ratio Total (S/HP)
	HP por hora (HP / HM)	Horas (HM)	Hora (S / HM)	Total (S)	Unitario (S/m ³)	Total (HP)	Unitario (HP / m ³)	Peso (%)		
Cargador frontal Caterpillar 966C	170	905	44	39,820	0.138	153,850	0.53	10.9%	0.259	0.294
Cargador frontal Volvo L120	198	576	44	25,344	0.088	114,048	0.40	8.1%	0.222	
Tractor Caterpillar D8N	285	2,421	87	210,627	0.731	689,985	2.40	49.0%	0.305	
Tractor Caterpillar D6D	140	1,710	39	66,690	0.232	239,400	0.83	17.0%	0.279	
Excavadora Caterpillar 330	222	594	80	47,520	0.165	131,868	0.46	9.4%	0.360	
Excavadora Caterpillar 320	128	81	70	5,670	0.020	10,368	0.04	0.7%		
Carga-retroexcavadora John Deere 310D	130	117	28	3,276	0.011	15,210	0.05	1.1%	0.215	
Motoniveladora Caterpillar 140G	150	352	42	14,784	0.051	52,800	0.18	3.8%	0.280	
				413,731	1.437	1,407,529	4.89	100.0%		
ACTIVIDAD:		Resumen								
Remoción de roca (sin explosivo)		Producción acumulada	m ³	24,011						
		HP acumulado	HP	407,247						
		Rendimiento acumulado	HP/m ³	16.96						
Tipo de equipo	Total		Costo (\$)			Potencia (HP)			Ratio por equipo (S/HP)	Ratio Total (S/HP)
	HP por hora (HP / HM)	Horas (HM)	Hora (S / HM)	Total (S)	Unitario (S/m ³)	Total (HP)	Unitario (HP / m ³)	Peso (%)		
Compresora 475 pcm	180	842	20	16,840	0.701	151,560	6.31	37.2%		0.262
Rock drill	100	861	45	38,745	1.614	86,100	3.59	21.1%		
Cargador frontal Caterpillar 966C	170	9	44	396	0.016	1,530	0.06	0.4%	0.259	
Cargador frontal Volvo L120	198	24	44	1,056	0.044	4,752	0.20	1.2%	0.222	
Tractor Caterpillar D8N	285	545	87	47,415	1.975	155,125	6.47	38.1%	0.305	
Tractor Caterpillar D6D	140	57	39	2,223	0.093	7,980	0.33	2.0%	0.279	
				106,675	4.443	407,247	16.96	100.0%		
ACTIVIDAD:		Resumen								
Excavación de material inservible (peat)		Producción acumulada	m ³	175,205						
		HP acumulado	HP	804,999						
		Rendimiento acumulado	HP/m ³	4.59						
Tipo de equipo	Total		Costo (\$)			Potencia (HP)			Ratio por equipo (S/HP)	Ratio Total (S/HP)
	HP por hora (HP / HM)	Horas (HM)	Hora (S / HM)	Total (S)	Unitario (S/m ³)	Total (HP)	Unitario (HP / m ³)	Peso (%)		
Excavadora Caterpillar 330	222	1,803	80	151,600	0.865	420,690	2.40	52.3%	0.360	0.377
Excavadora Caterpillar 320	128	1,158	75	86,850	0.496	148,224	0.85	18.4%		
Carga-retroexcavadora John Deere 310D	130	154	28	4,312	0.025	20,020	0.11	2.5%	0.215	
Cargador frontal Volvo L120	198	165	44	7,260	0.041	32,670	0.19	4.1%	0.222	
Tractor Caterpillar D8N	285	307	87	26,709	0.152	87,495	0.50	10.9%	0.305	
Tractor Caterpillar D6D	140	685	39	26,715	0.152	95,900	0.55	11.9%	0.279	
				303,446	1.732	804,999	4.59	100.0%		

ACTIVIDAD: Excavación de caja de canal	Resumen							Ratio por equipo (\$/HP)	Ratio Total (\$/HP)	
	Producción acumulada		m ³	73,530						
	HP acumulado		HP	371,544						
	Rendimiento acumulado		HP/m ³	5.05						
Tipo de equipo	Total		Costo (\$)			Potencia (HP)			Ratio por equipo (\$/HP)	Ratio Total (\$/HP)
	HP por hora (HP / HM)	Horas (HM)	Hora (\$/ HM)	Total (\$)	Unitario (\$/m ³)	Total (HP)	Unitario (HP / m ³)	Peso (%)		
Excavadora Caterpillar 330	222	522	80	41,760	0.568	115,884	1.58	31.2%	0.360	0.334
Excavadora Caterpillar 320	128	160	70	11,200	0.152	20,480	0.28	5.5%		
Motorizadora Caterpillar 140G	150	88	42	3,696	0.050	13,200	0.18	3.6%		
Tractor Caterpillar D8N	285	716	87	62,292	0.847	204,060	2.78	54.9%		
Tractor Caterpillar D6D	140	128	39	4,992	0.068	17,920	0.24	4.8%		
				123,940	1.686	371,544	5.05	100.0%		

ACTIVIDAD: Nivelación del pad	Resumen							Ratio por equipo (\$/HP)	Ratio Total (\$/HP)	
	Producción acumulada		m ³	208,971						
	HP acumulado		HP	681,883						
	Rendimiento acumulado		HP/m ³	3.26						
Tipo de equipo	Total		Costo (\$)			Potencia (HP)			Ratio por equipo (\$/HP)	Ratio Total (\$/HP)
	HP por hora (HP / HM)	Horas (HM)	Hora (\$/ HM)	Total (\$)	Unitario (\$/m ³)	Total (HP)	Unitario (HP / m ³)	Peso (%)		
Excavadora Caterpillar 330	222	204	80	16,320	0.078	45,288	0.22	6.6%	0.360	0.291
Excavadora Caterpillar 320	128	7	70	490	0.002	896	0.00	0.1%		
Cargador retroexcavadora John Deere 310D	130	119	28	3,332	0.016	15,470	0.07	2.3%		
Tractor Caterpillar D6D	140	572	39	22,308	0.107	80,080	0.38	11.7%		
Tractor Caterpillar D8N	285	836	87	72,732	0.348	238,260	1.14	34.9%		
Cargador frontal Caterpillar 966C	170	272	44	11,968	0.057	46,240	0.22	6.8%		
Cargador frontal Volvo L120	198	313	44	13,772	0.066	61,974	0.30	9.1%		
Motorizadora Caterpillar 140G	150	722	42	30,324	0.145	108,300	0.52	15.9%		
Rodillo vibratorio Dynapac CA25	125	683	40	27,320	0.131	85,375	0.41	12.5%		
				198,566	0.950	681,883	3.26	100.0%		

ACTIVIDAD: Excavación y relleno de zanjas de anclaje	Resumen							Ratio por equipo (\$/HP)	Ratio Total (\$/HP)	
	Producción acumulada		m ³	6,150						
	HP acumulado		HP	99,239						
	Rendimiento acumulado		HP/m ³	16.14						
Tipo de equipo	Total		Costo (\$)			Potencia (HP)			Ratio por equipo (\$/HP)	Ratio Total (\$/HP)
	HP por hora (HP / HM)	Horas (HM)	Hora (\$/ HM)	Total (\$)	Unitario (\$/m ³)	Total (HP)	Unitario (HP / m ³)	Peso (%)		
Excavadora Caterpillar 330	222	74	80	5,920	0.963	16,428	2.67	16.6%	0.360	0.258
Excavadora Caterpillar 320	128	31	70	2,170	0.353	3,968	0.65	4.0%		
Cargador retroexcavadora John Deere 310D	130	539	28	15,092	2.454	70,070	11.39	70.6%		
Cargador frontal Caterpillar 966C	170	16	44	704	0.114	2,720	0.44	2.7%		
Cargador frontal Volvo L120	198	11	44	484	0.079	2,178	0.35	2.2%		
Rodillo vibratorio Dynapac CA25	125	31	40	1,240	0.202	3,875	0.63	3.9%		
				25,610	4.164	99,239	16.14	100.0%		

ACTIVIDAD:		Resumen								
Relleno de peat		Producción acumulada	m ³	110,500						
		HP acumulado	HP	471,157						
		Rendimiento acumulado	HP/m ³	4.26						
Tipo de equipo	Total		Costo (\$)			Potencia (HP)			Ratio por equipo (S/HP)	Ratio Total (S/HP)
	HP por hora (HP / HM)	Horas (HM)	Hora (S / HM)	Total (S)	Unitario (S/m ³)	Total (HP)	Unitario (HP / m ³)	Peso (%)		
Cargador frontal Caterpillar 966C	170	245	44	10,780	0.098	41,650	0.38	8.8%	0.259	
Cargador frontal Volvo L120	198	236	44	10,384	0.094	46,728	0.42	9.9%	0.222	
Carga-retroexcavadora John Deere 310D	130	61	28	1,708	0.015	7,930	0.07	1.7%	0.215	
Excavadora Caterpillar 330	222	282	80	22,560	0.204	62,604	0.57	13.3%	0.360	
Tractor Caterpillar D6D	140	515	39	20,085	0.182	72,100	0.63	15.3%	0.279	
Tractor Caterpillar D8N	285	242	87	21,054	0.191	68,970	0.62	14.6%	0.305	
Motonevadora Caterpillar 140G	150	487	42	20,454	0.185	73,050	0.66	15.5%	0.280	
Rodillo vibratorio Dynapac CA25	125	783	40	31,400	0.284	98,125	0.89	20.8%	0.320	
				138,425	1.253	471,157	4.26	100.0%		0.294

ACTIVIDAD:		Resumen								
Relleno de canal		Producción acumulada	m ³	28,811						
		HP acumulado	HP	155,911						
		Rendimiento acumulado	HP/m ³	5.41						
Tipo de equipo	Total		Costo (\$)			Potencia (HP)			Ratio por equipo (S/HP)	Ratio Total (S/HP)
	HP por hora (HP / HM)	Horas (HM)	Hora (S / HM)	Total (S)	Unitario (S/m ³)	Total (HP)	Unitario (HP / m ³)	Peso (%)		
Cargador frontal Caterpillar 966C	170	71	44	3,124	0.108	12,070	0.42	7.7%	0.259	
Cargador frontal Volvo L120	198	32	44	1,408	0.049	6,336	0.22	4.1%	0.222	
Excavadora Caterpillar 330	222	199	80	15,920	0.553	44,178	1.53	28.3%	0.360	
Excavadora Caterpillar 320	128	14	70	980	0.034	1,792	0.06	1.1%		
Tractor Caterpillar D8N	285	137	87	13,659	0.474	44,745	1.55	28.7%	0.305	
Tractor Caterpillar D6D	140	136	39	5,304	0.184	19,040	0.66	12.2%	0.279	
Motonevadora Caterpillar 140G	150	90	42	3,780	0.131	13,500	0.47	8.7%	0.280	
Rodillo vibratorio Dynapac CA25	125	114	40	4,560	0.158	14,250	0.49	9.1%	0.320	
				48,735	1.692	155,911	5.41	100.0%		0.313

ACTIVIDAD:		Resumen								
Producción e instalación de soil liner		Producción acumulada	m ³	149,874						
		HP acumulado	HP	1,401,116						
		Rendimiento acumulado	HP/m ³	9.35						
Tipo de equipo	Total		Costo (\$)			Potencia (HP)			Ratio por equipo (S/HP)	Ratio Total (S/HP)
	HP por hora (HP / HM)	Horas (HM)	Hora (S / HM)	Total (S)	Unitario (S/m ³)	Total (HP)	Unitario (HP / m ³)	Peso (%)		
Cargador frontal Caterpillar 966C	170	767	44	33,748	0.225	130,390	0.87	9.3%	0.259	
Cargador frontal Volvo L120	198	451	44	19,844	0.132	89,298	0.60	6.4%	0.222	
Tractor Caterpillar D8N	285	1,585	87	137,895	0.920	451,725	3.01	32.2%	0.305	
Tractor Caterpillar D6D	140	1,213	39	47,307	0.316	169,820	1.13	12.1%	0.279	
Excavadora Caterpillar 330	222	289	80	23,120	0.154	64,158	0.43	4.6%	0.360	
Excavadora Caterpillar 320	128	155	75	11,625	0.078	19,840	0.13	1.4%		
Carga-retroexcavadora John Deere 310D	130	367	28	10,276	0.069	47,710	0.32	3.4%	0.215	
Motonevadora Caterpillar 140G	150	1,402	42	58,884	0.393	210,300	1.40	15.0%	0.280	
Rodillo vibratorio Dynapac CA25	125	1,743	40	69,720	0.465	217,875	1.45	15.6%	0.320	
				412,419	2.752	1,401,116	9.35	100.0%		0.294

ACTIVIDAD: Producción de capa protectora de drenaje (PDL) con zaranda vibratoria	Resumen									
	Producción acumulada		m ³	130,139						
	HP acumulado		HP	935,200						
	Rendimiento acumulado		HP/m ³	7,19						
Tipo de equipo	Total		Costo (\$)			Potencia (HP)			Ratio por equipo (S/HP)	Ratio Total (S/HP)
	HP por hora (HP / HM)	Horas (HM)	Hora (S / HM)	Total (S)	Unitario (S/m ³)	Total (HP)	Unitario (HP / m ³)	Peso (%)		
Zaranda vibratoria Finlay	140	1,866	40	73,707	0,566	261,240	2,01	27,9%	0,282	
Cargador frontal Caterpillar 950F	170	3,748	44	164,912	1,267	637,160	4,90	68,1%	0,259	
Tractor Caterpillar D8N	285	52	87	4,524	0,035	14,820	0,11	1,6%	0,305	
Tractor Caterpillar D6D	140	157	39	6,123	0,047	21,980	0,17	2,4%	0,279	
				249,266	1,915	935,200	7,19	100,0%		0,267

ACTIVIDAD: Producción de capa protectora de drenaje (PDL) con chancadora	Resumen									
	Producción acumulada		m ³	22,603						
	HP acumulado		HP	532,450						
	Rendimiento acumulado		HP/m ³	23,56						
Tipo de equipo	Total		Costo (\$)			Potencia (HP)			Ratio por equipo (S/HP)	Ratio Total (S/HP)
	HP por hora (HP / HM)	Horas (HM)	Hora (S / HM)	Total (S)	Unitario (S/m ³)	Total (HP)	Unitario (HP / m ³)	Peso (%)		
Chancadora Barber Green	450	864	115	99,360	4,396	388,800	17,20	73,0%	0,256	
Cargador frontal Caterpillar 966C	170	845	44	37,180	1,645	143,650	6,36	27,0%	0,259	
				136,540	6,041	532,450	23,56	100,0%		0,256

ACTIVIDAD: Instalación de capa protectora de drenaje (PDL)	Resumen									
	Producción acumulada		m ³	149,913						
	HP acumulado		HP	908,405						
	Rendimiento acumulado		HP/m ³	6,06						
Tipo de equipo	Total		Costo (\$)			Potencia (HP)			Ratio por equipo (S/HP)	Ratio Total (S/HP)
	HP por hora (HP / HM)	Horas (HM)	Hora (S / HM)	Total (S)	Unitario (S/m ³)	Total (HP)	Unitario (HP / m ³)	Peso (%)		
Cargador frontal Caterpillar 966C	170	1,192	44	52,448	0,350	202,640	1,35	22,3%	0,259	
Cargador frontal Volvo L120	198	483	44	21,252	0,142	95,634	0,64	10,5%	0,222	
Excavadora Caterpillar 330	222	287	80	22,960	0,153	63,714	0,43	7,0%	0,360	
Excavadora Caterpillar 320	128	39	70	2,730	0,018	4,992	0,03	0,5%		
Carga retroexcavadora John Deere 310D	130	147	28	4,116	0,027	19,110	0,13	2,1%	0,215	
Tractor Caterpillar D6D	140	2,663	39	103,857	0,693	372,820	2,49	41,0%	0,279	
Tractor Caterpillar D8N	285	317	87	27,579	0,184	90,345	0,60	9,9%	0,305	
Motoniveladora Caterpillar 140G	150	386	42	16,212	0,108	57,900	0,39	6,4%	0,280	
Rodillo vibratorio Dynapac CA25	125	10	40	400	0,003	1,250	0,01	0,1%	0,320	
				251,554	1,678	908,405	6,06	100,0%		0,277

Promedio (S/HP)	0,280	0,293
-----------------	-------	-------

Ciclos de transporte.-

En la expansión de Maqui Maqui etapa 2 así como en cualquier otro tipo de movimiento de tierras se tiene que transportar materiales de un lugar a otro.

En este caso se tuvo que transportar materiales de la zona de excavación a los botaderos como es el caso del top soil y de peat y transportar materiales de canteras a la zona de trabajo como rellenos, soil liner, PDL, etc. Las distancias de transporte fueron variadas dependiendo del tipo de material y la zona de descarga.

El estudio de ciclos que se llevó a cabo en esta obra no fue tan profundo como los que se están realizando actualmente en nuestras obras que tienen al transporte como una actividad de peso.

El control se llevó a cabo midiendo el tiempo en que una unidad de transporte (volquete) que llevaba determinado tipo de material de un lugar fijo hacia otro conocido (también fijo) pasaba por un mismo lugar y en la misma dirección. La unidad de tiempo que se utilizó fue el minuto y se hicieron mediciones para distintas distancias.

Como la obra se ejecutó durante la época seca del año la presencia de lluvias fue mínima y como es de suponerse se realizó transporte con presencia de lluvia solo cuando las condiciones de los accesos así lo permitían, en caso no era así se paralizaba esta actividad por medidas de seguridad.

La información se recolectó del campo a través de "controladores de campo", que son obreros con nivel de oficiales o empleados; los cuales toman información del campo en formatos prediseñados por la oficina de control de la obra. Estos formatos simples son estructurados de acuerdo a lo que se quiere conocer, es decir, primero determinamos el objetivo (lo que se quiere) y luego la información que se necesitará tomar del campo para cumplir con ese objetivo.

Este formato de control de ciclo de transporte también se puede utilizar para determinar los tiempos de espera y de carguío; pero en este caso no se realizó de esa forma. Con el transcurrir del tiempo esta información se ha vuelto importante de controlar.

Se controló ciclos de transporte para diferentes distancias para

Top soil

- Peat
- Relleno
Soil liner
- PDL

La finalidad de este tipo de control es que a veces los proyectos nos piden precios unitarios por tipo de material y para diferentes distancias y la única forma de poder determinar estos de manera justa es tener conocimiento de ellos.

En obras en que la duración de la obra también abarque la época húmeda del año será necesario conocer ciclos para esa época, ya que de extrapolar los valores de la época seca nos llevará a proyectar o presupuestar con ciclos muy por debajo a los que se obtendrán en la realidad con el consiguiente perjuicio económico.

A continuación se muestra los cuadros resumen de los ciclos controlados para cada tipo de material y una gráfica en donde se han juntado todos los datos obtenidos, gráfico éste último donde se puede confirmar que hay tipos de material cuyos ciclos son mayores que otros debido a sus propiedades características como pueden ser humedad, equipo de carguío y condiciones existentes en la zona de descarga.

Mientras más húmedo esté un material será más lento el carguío debido a que este tipo de materiales se pega al cucharón del equipo de carguío y a la tolva de los camiones lo que hará necesario destinar un tiempo para la limpieza de las tolvas en la zona de descarga la que se hace generalmente con una carga retroexcavadora tipo JD 310D.

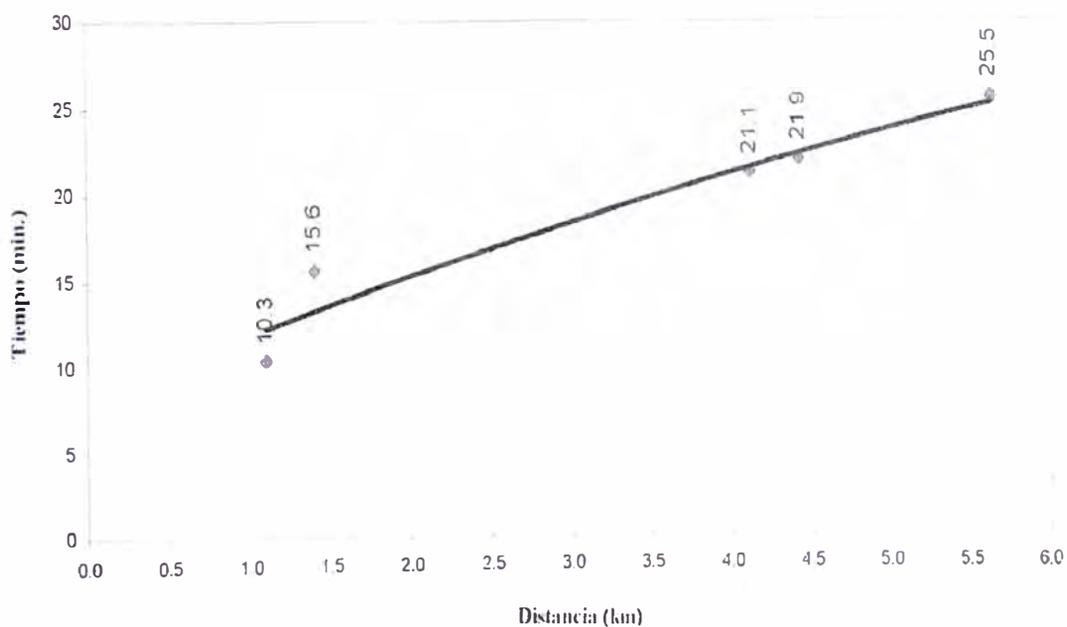
El tiempo de carguío a un volquete entre una cargador frontal tipo Caterpillar 966C y una excavadora Caterpillar 330 son distintos. En el primer caso puede ser de 4 min., mientras que en el segundo caso puede ser 2 minutos.

Una zona de descarga con poco mantenimiento puede hacer más lento el trabajo de los volquetes asimismo no es lo mismo descargar en un botadero de peat o top soil que en un suelo firme.

Ciclo de transporte de Top Soil

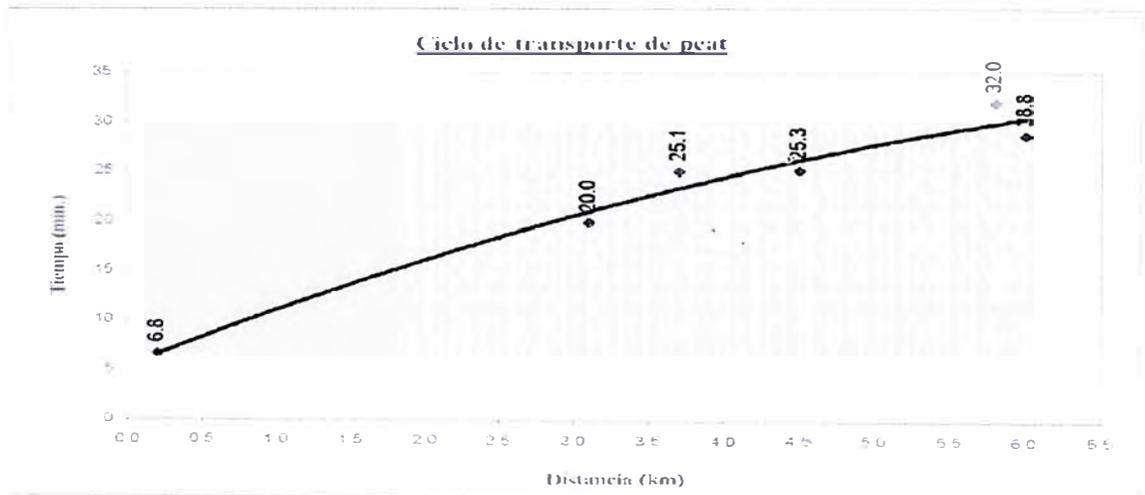
Item	Distancia (km)				
	1.1	1.4	4.1	4.4	5.6
1	10	20	20	22	25
2	10	21	24	24	26
3	8	15	19	24	25
4	10	16	27	20	27
5	13	15	19	20	25
6	11	14	18	23	25
7		11	21	24	
8		14	21	19	
9		13		22	
10		14		21	
11		18			
12		14			
13		23			
14		14			
15		13			
16		13			
17		17			
18		17			
19		14			
20		15			
Prom.	10.3	15.6	21.1	21.9	25.5

Ciclo de transporte de top soil



Ciclo de transporte de material inservible (peat)

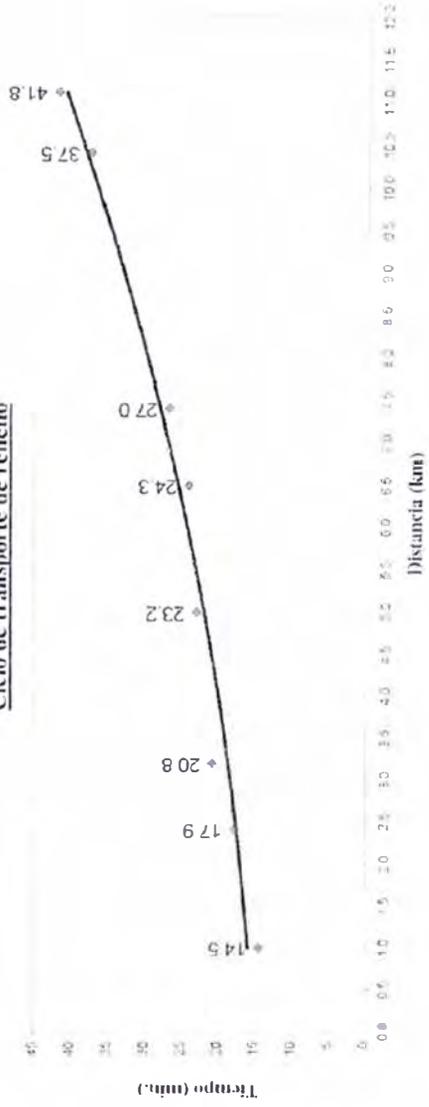
Item	Distancia (km)					
	0.2	3.1	3.7	4.5	5.8	6.0
1	6	22	25	24	28	28
2	7	19	28	23	30	32
3	7	21	22	30	38	28
4	7	20	23	25	30	26
5	7	19	22	32	34	32
6	6	21	26	25	30	28
7	8	20	22	22	29	29
8	6	18	23	25	34	27
9			25	23	35	
10			22	23	35	
11			24	24	33	
12			28	21	26	
13			32	25	32	
14			27	20	38	
15			28	25	29	
16				27	37	
17				22	26	
18				35		
19				33		
20				22		
Prom.	6.8	20.0	25.1	25.3	32.0	28.8



Ciclo de transporte de material de relleno

Item	1.0	2.4	3.2	5.0	6.5	7.4	10.4	11.1
1	16	16	21	23	24	27	37	43
2	18	18	21	23	23	29	38	42
3	13	18	18	22	26	26	39	42
4	16	19	21	23	24	27	36	38
5	11	16	22	24	25	28	36	43
6	13	18	21	23	24	25	38	43
7	17	21	21	21	23	28	38	
8	18	17	21	21	25	26	38	
9			21					
10			21					
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
Prom.	14.5	17.9	20.8	23.2	24.3	27.0	37.5	41.8

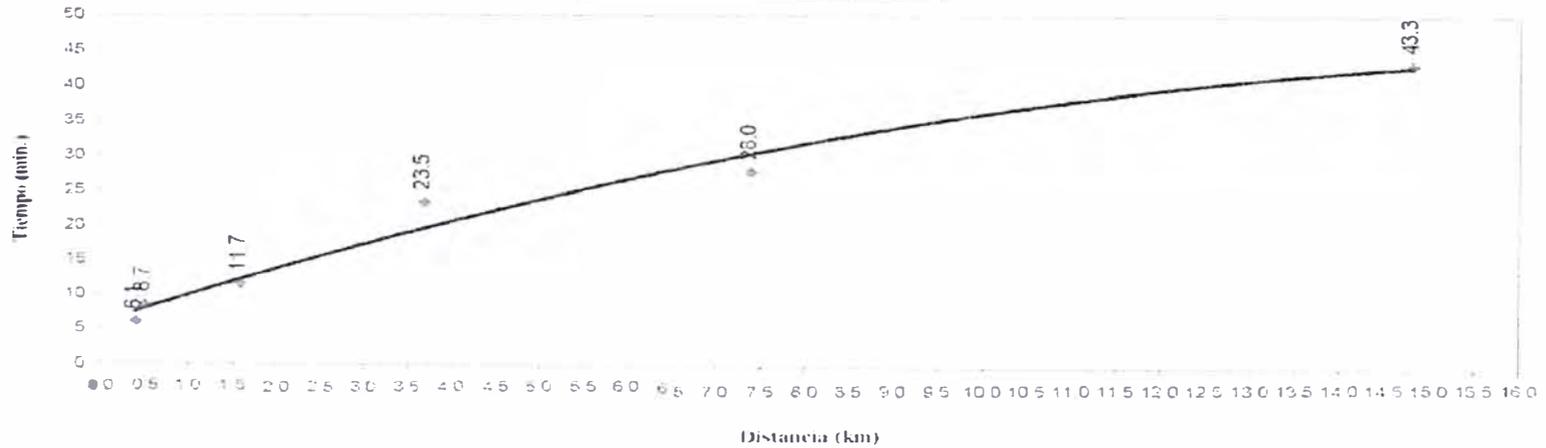
Ciclo de transporte de relleno



Ciclo de transporte de soil liner

Item	Distancia (km)					
	0.4	0.5	1.6	3.7	7.4	14.8
1	4	9	10	24	27	42
2	10	13	14	23	30	42
3	5	7	11	23	26	41
4	5	9	13	22	28	41
5	5	7	12	24	27	46
6	5	10	10	21	28	45
7	9	7		23	27	46
8	7	8		24	31	43
9	5	9		25		
10	5	8		23		
11	7	11				
12	6	6				
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
Prom.	6.1	8.7	11.7	23.5	28.0	43.3

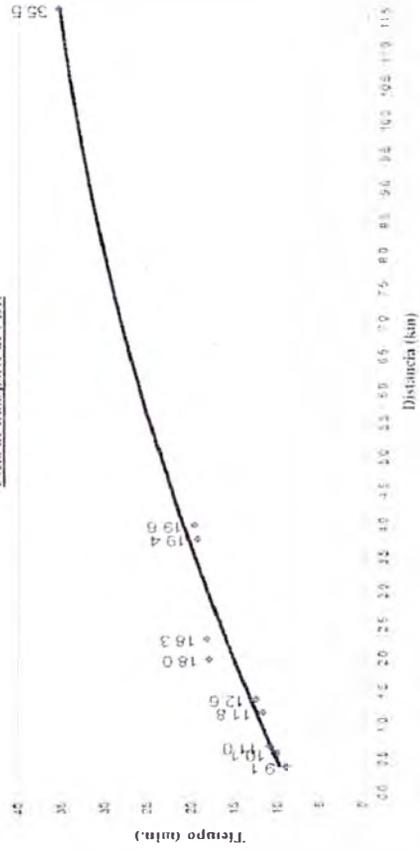
Ciclo de transporte de soil liner



Ciclo de transporte de carga por carretera de direccin (P.D.L.)

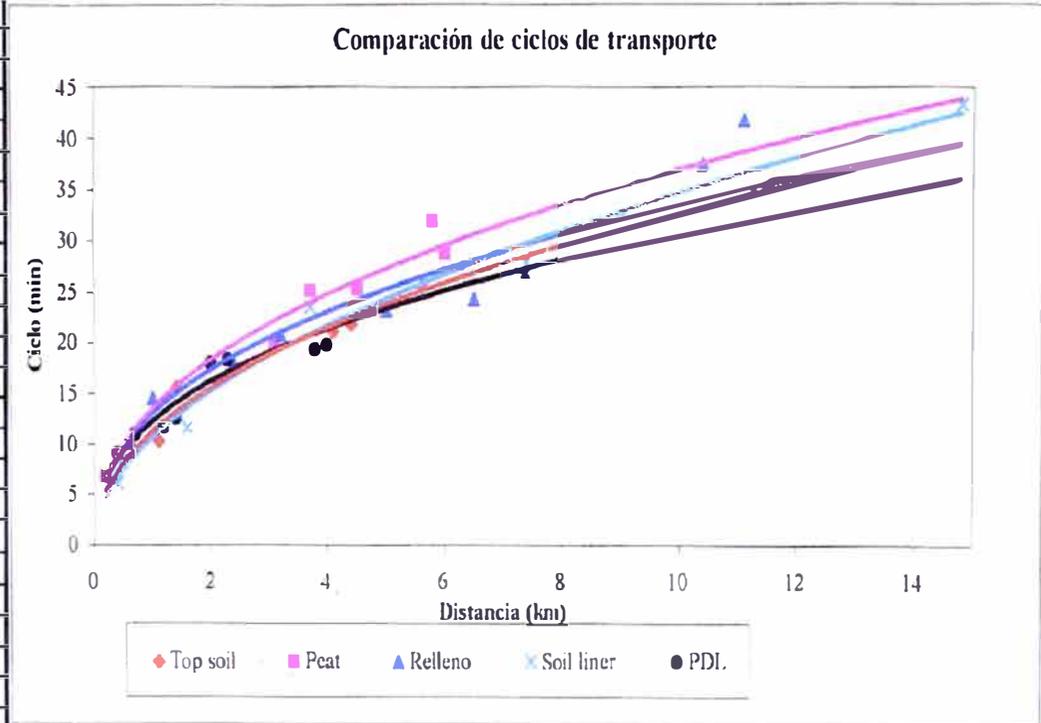
Item	0,4	0,6	0,7	1,2	1,4	2,0	2,3	3,8	4,0	11,6
1	13	8	10	11	18	18	38	1"	20	35
2	0	13	12	12	11	16	1"	21	18	34
3	8	*	11	11	13	1"	21	18	19	35
4	11	11	10	11	12	1"	1"	25	20	40
5	0	11	11	13	13	1"	1"	18	24	38
6	0	12	13	14	13	18	21	1"	22	34
7	*	10	9	11	11	23	1"	16	18	36
8	8	11	12	10	11	18	1"	23	1"	32
9	0	10			11					
10	9	9			15					
11	0	10			11					
12	8	11			10					
13	9	12								
14	9	8								
15	10	11								
16	9	10								
17	10	9								
18	9	9								
19										
20	9,1	10,1	11,0	11,8	12,6	18,0	18,3	19,4	19,8	35,5
Prom.										

Ciclo de transporte de P.D.L.



COMPARACION DE CICLOS DE TRANSPORTE

Distancia (km)	Material				
	Top soil	Peat	Relleno	Soil liner	PDI.
0.2		6.8			
0.4				6.1	9.1
0.5				8.7	
0.6					10.1
0.7					11
1			14.5		
1.1	10.3				
1.2					11.8
1.4	15.6				12.6
1.6				11.7	
2					18
2.3					18.3
2.4			17.9		
3.1		20			
3.2			20.8		
3.7		25.1		23.5	
3.8					19.4
4					19.8
4.1	21.1				
4.4	21.9				
4.5		25.3			
5			23.2		
5.6	25.5				
5.8		32			
6		28.8			
6.5			24.3		
7.4			27	28	
10.4			37.5		
11.1			41.8		
11.6					35.5
14.8				43.3	



4.3.- CONTROLES EFECTUADOS EN LA EXPLOTACIÓN MINERA

En esta parte se desarrollaron controles a los Procesos de:

- Perforación
- Voladura
- Carguío
- Transporte

Para COSAPI esta obra ha sido la primera que ha desarrollado abarcando los procesos arriba indicados, por tanto, para nosotros también ha sido nuestra primera experiencia.

No siendo finalidad del presente trabajo profundizar los temas hasta el punto de diseñar, pero con el objetivo de tener una idea clara respecto a este tipo de Procesos voy a proceder a dar algunos alcances respecto a los criterios de selección de equipo y diseño de voladura los cuales han sido resumidos de trabajos como: Selección de Equipo y Maquinaria en la Industria Minera y Perforación y Voladura de Rocas, ambos están detallados en la Bibliografía.

Para comenzar diré que la explotación de un yacimiento mineralizado abarca la remoción del material superficial o top soil el cual recubre el suelo en la mayoría de los casos y en grandes extensiones, por tanto, partiremos suponiendo que esta capa ya ha sido eliminada.

Selección del Equipo de Perforación.-

Entre los criterios que hay para realizar la selección del equipo de perforación están:

Características del material a explotar.- Las perforaciones diamantinas nos dan una idea de las características del yacimiento como son la dureza, abrasividad, resistencia a la compresión, etc, las que determinarán el tipo de energía necesaria para fragmentar el material para su manipuleo y/o Beneficio.

Volumen de Producción.- Generalmente estos volúmenes son grandes durante la vida estimada de la mina, las expectativas de producción son cambiantes, de tal manera que esta variable está ligada al requerimiento diario y las proyecciones que se tengan a corto y mediano plazo, así como la versatilidad del equipo, ya que pueden haber varios tajos o pits pequeños o un pit muy grande en área, que determinará la velocidad de movimiento de los equipos de acuerdo a la producción.

Fragmentación del material.- Está ligado a la forma de recuperar la parte valiosa del mineral y a la manera de transportar el material a la planta de Beneficio.

Clase de material a producir, controles.- Minerales preciosos como el oro requieren de un estricto control de calidad (dilución) lo que obliga en muchos casos a diseñar bancos de producción de altura limitada. Otro factor es la política de control ambiental para que los residuos sólidos, líquidos o gaseosos de la perforación no sean discordantes con los controles ambientales de la zona donde se ubica la mina

Diseño de la mina como producción unitaria.- La altura de banco de producción, el ángulo final de talud y su estabilidad son algunos de los parámetros que determinan el equipo a usar en una explotación minera, ya que son factores que decidirán las características físicas y técnicas de la máquina.

Disponibilidad y tipo de energía.- Es importante el abastecimiento de energía. Si la mina se encuentra en una zona de abastecimiento de energía barata y limpia este factor se convierte en variable determinante para seleccionar el equipo adecuado.

Características geográficas del depósito.- Es la relación que existe entre la geografía del depósito y las condiciones climáticas de la misma. Si en la zona fuese lluviosa y de con presencia de tormentas eléctricas, no conviene la selección de un equipo accionado por energía eléctrica por medidas de seguridad.

Además se debe tener muy en cuenta lo siguiente:

Geometría de la mina.- Se debe considerar las altura y ancho de rampas de acceso, anchos de plataforma de minado, ancho de bermas, etc.

Calidad y disponibilidad de accesorios de perforación consumibles en general en el mercado nacional.- La variedad, calidad y sobre todo la disponibilidad de los accesorios de perforación y consumibles en general en el mercado nacional debe ser una condición importante para seleccionar el equipo ya que además de eliminar la posibilidad de quedarnos sin herramientas, se debe buscar implementar una política de abastecimiento de accesorios y consumibles bajo la modalidad de consignación, es decir, se cancela lo que se consume en un período de tiempo acordado con el abastecedor, este a su vez, se compromete a mantener en almacén de mina un stock equivalente al consumo del mismo período; medida que traerá como consecuencia stock limitados en almacén de mina y menor costo financiero por inventarios.

Productividad y costos estimados.- En esta actividad se debe buscar la mayor productividad, menores costos unitarios de operación y alta rentabilidad; para lo cual el concepto de posesión y operación como costo debe ser integral.

Apoyo técnico del fabricante o distribuidor en la etapa de post-venta.- Este es un factor determinante cuya importancia radica en el servicio técnico en mantenimiento, reparaciones, reconstrucciones, entrenamiento y capacitación que los fabricantes y/o distribuidores pueden otorgar al usuario.

Costos unitarios y productividad.- Como en todo proyecto de ingeniería el costo es un factor que determina la selección de un equipo.

VARIABLES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA PARA DISEÑAR UNA VOLADURA PRIMARIA.-

Se pueden clasificar en no controlables y controlables

VARIABLES NO CONTROLABLES.- Se caracterizan por su gran aleatoriedad:

- Variedad y naturaleza del macizo rocoso
- Geología regional, local
- La hidrología y las condiciones climáticas
- Aspectos geotécnicos

VARIABLES CONTROLABLES.- Se clasifican en

Geométricas.- Son las siguientes:

- Burden (B)
- Diámetro de taladro
- Espaciamiento (S)
- Longitud de carga
- Sobreperforación
- Taco
- Altura de banco
- Profundidad de taladro, etc.

Física-Químicas.- Corresponden a las mezclas explosivas:

- Tipo de mezcla explosiva comercial
- Densidad de la mezcla explosiva
- Parámetros de detonación

- Parámetros de explosión
- Boostering, etc.

De tiempo.- Entre las cuales se tiene:

- Tipos y tiempos de retardo
- Tipos y secuencia de salida

Operativas.- La principal es la fragmentación requerida, que es la que dará la rentabilidad de la mina.

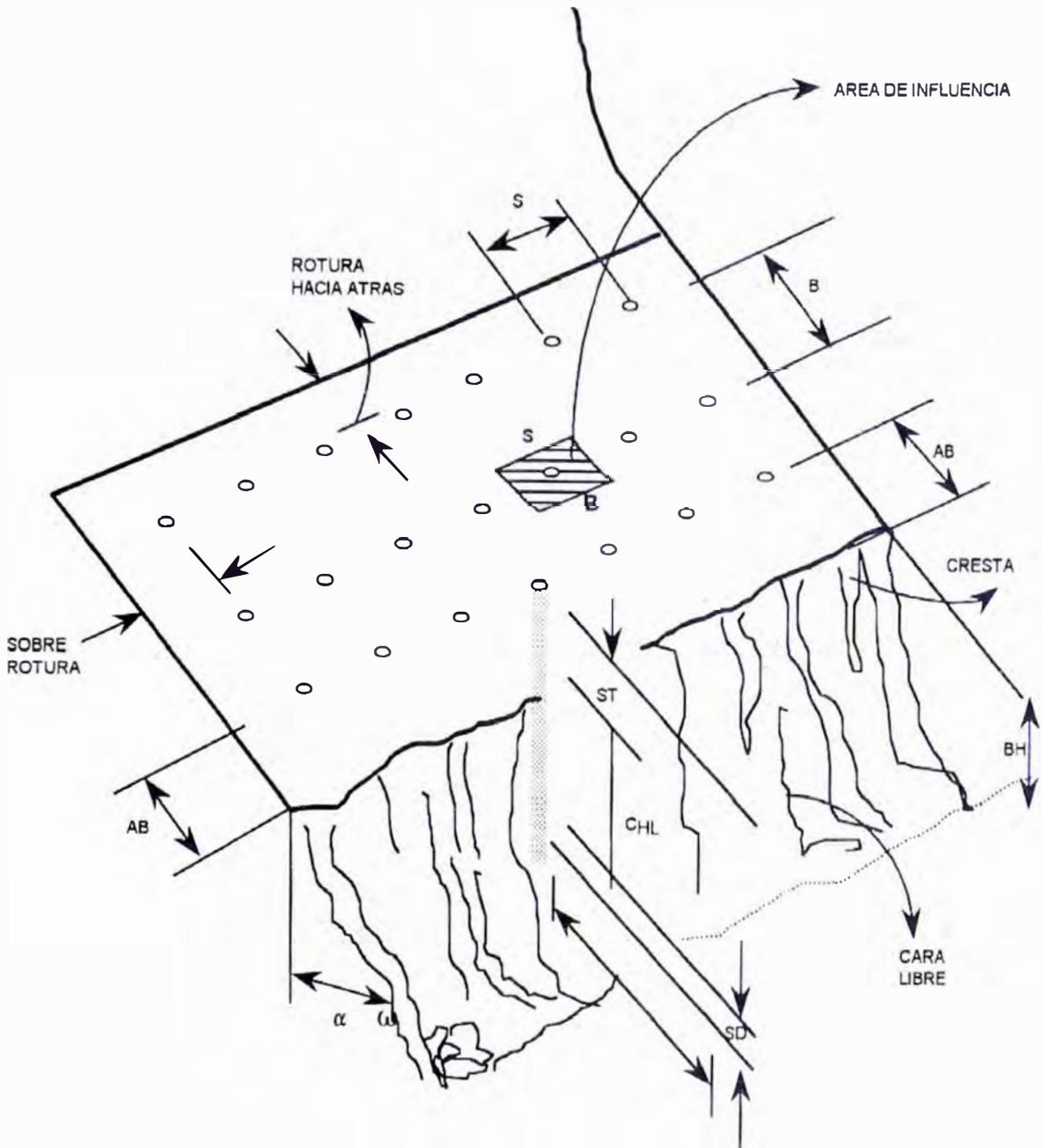
Además las propiedades o características del macizo rocoso son variables críticas y afectan directamente el diseño y por ende los resultados del disparo, estas son:

- Resistencia dinámica de las rocas
- Propiedades elásticas de las rocas
- Litología
- Espaciamiento y orientación de las discontinuidades
- Velocidad de propagación de las ondas de choque a través del macizo rocoso, etc-

Variable de diseño más importante.- La mayoría de los investigadores están de acuerdo e que la variable aleatoria más importante y crítica cuando se va a diseñar una voladura primaria es el Burden (B) y éste es definido de la siguiente manera.

“Burden es la distancia medida perpendicularmente desde el centro de gravedad de una mezcla explosiva cargada dentro de un taladro a la cara libre más cercana y en la dirección en la cual probablemente ocurrirá el desplazamiento de la masa rocosa”

El espaciamiento (S) es definido como la distancia entre los taladros de una misma fila.



LEYENDA

B	=	Burden	St	=	Taco
S	=	Espacimiento	S/D	=	Sobreperforación
BH	=	Altura de Blanco	AB	=	Burden Aparente
BHD	=	Profundidad del Taladro	BHØ	=	Diámetro del Taladro
CHL	=	Altura de Carga	α	=	Angulo del Talud

Figura 5.3-1.- Parámetros de Diseño de una Voladura Primaria

Selección de Equipo de Carguío y Acarreo.-

Se debe tener en cuenta las siguientes variables:

Volumen de producción.- El tamaño de la operación es determinante para la selección del tamaño de la flota de carguío y acarreo.

Características físicas del material.- Peso específico, dureza, porosidad, ángulo de reposo, fragmentación son algunas de las características físicas del material mover que determinan la selección de la maquinaria.

Método de arranque del material.- Determina la secuencia continua (sin perforación, faja transportadora, por tubería, etc.) o discontinua (cargador frontal, camiones, etc.) del minado.

Diseño del pit.- Determina parámetros de distancia de acarreo, pendientes accesibilidad de botaderos, necesidad de versatilidad en el movimiento de los equipos, etc.

Condiciones geográficas y ambientales del yacimiento.- Se debe tener en cuenta las condiciones climáticas y ambientales de la mina.

Disponibilidad en el mercado.- Es importante la disponibilidad en el mercado nacional de los equipos, repuestos y soporte técnico.

Disponibilidad de energía accesorios de seguridad.- Aspectos importantes son la alimentación de energía y los accesorios de seguridad con que cuentan los equipos.

Apoyo técnico post-venta del fabricante.- Se refiere al apoyo en entrenamiento y capacitación del personal de operación y mantenimiento como el apoyo logístico de repuestos y consumibles que demande la operación normal de la máquina.

A continuación paso a explicar los controles más importantes que se han llevado en esta obra, entre los que destacan:

- Producción mensual
- Producción objetivo mensual
- Velocidad neta de perforación en mineral y desmonte
- Distribución del tiempo de trabajo de las perforadoras
- Velocidad neta promedio de perforación
- Tendencia del factor de potencia e insumos de voladura

- Ciclos y rendimientos objetivo

Disponibilidad mecánica de los equipos y consumo de combustible promedio

- Reserva para reparación y/o reposición de equipos y vehículos propios, etc.
- Costo de los procesos de perforación, voladura, carguío y transporte

Además se llevó el resultado operativo, cual es similar en cuanto a forma y fondo al descrito en la primera parte.

Producción Mensual.-

Por contrato COSAPI debía mover (producir) para Compañía Minera Sipán aproximadamente 350,000 TM de mineral y desmote por mes.

A partir del mes de julio '98 se reprogramó esta cantidad a 800,000 T.M. de mineral y desmote, materiales que tenían una proporción promedio de 48% de mineral y 52% de desmote, con una densidad promedio de 2.20 T.M./m³, es decir se debía mover aproximadamente 360,000 m³ de material repartidos de la siguiente manera: 185,000 m³ de desmote y 175,000 m³ de mineral. La limitación de las 800,000 TM se debía a que la planta de procesamiento de oro de la minera tenía una capacidad instalada para procesar no más de esa cantidad por mes.

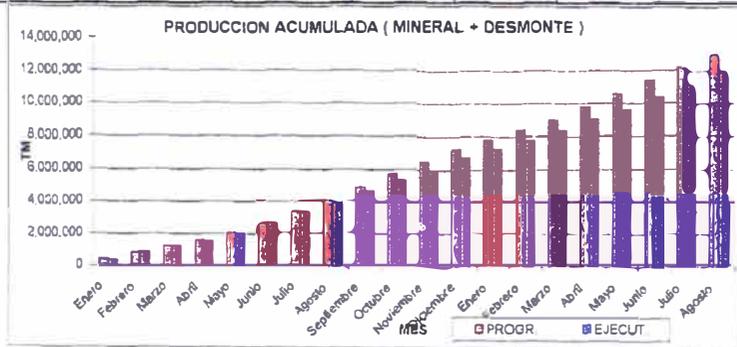
Debido a que no podíamos sobrepasar esa producción, en los casos en que estábamos en la capacidad de producir más, se disminuía la cantidad de equipos designados a la producción o se paraba la producción o se hacían otros trabajos, pero cuando por alguna razón no se lograba producir las 800,000 TM, se nos exigía que aquello no volviese a ocurrir, ya que no se podía recuperar en los meses venideros.

Este control se llevó en TM. Para obtener las TM movidas primero se realizaba el levantamiento topográfico de las zonas transportadas durante el mes y se le multiplicaba por la densidad.

En el cuadro que a continuación se muestra se ven 2 columnas tituladas Programa Original ENERO, las que corresponden a la etapa en que se tenían que hacer 350,000 TM. Luego siguen 2 columnas tituladas Reprogramado ABRIL que corresponden a la etapa en que se empezó a incrementar la producción hasta definirse en 800,000 TM/mes. También están las cantidades acumuladas y el porcentaje de cumplimiento de COSAPI respecto a lo programado por Minera Sipán en sus planes mensuales.

PRODUCCION CO 2680 en T. M. (MINERAL + DESMONTE)

MES	PROGRAMADO MINERA SIPAN				EJECUTADO POR COSAPI		% DE CUMPLIMIENTO SEGUN			
	Progr. Orig. : ENERO		Reprogramado. : ABRIL		mes	acum.	Progr. Orig. : ENERO		Reprogramado. : ABRIL	
	a1	b1	a2	b2			mes	acum.	mes	acum.
Ene-98	383,575	383,575	383,575	383,575	311,724	311,724	81.3%	81.3%	81.3%	81.3%
Feb-98	415,208	798,783	415,208	798,783	491,538	803,261	118.4%	100.6%	118.4%	100.6%
Mar-98	416,349	1,215,132	416,349	1,215,132	405,837	1,209,099	97.5%	99.5%	97.5%	99.5%
Abr-98	358,000	1,571,132	375,583	1,590,715	314,141	1,523,239	88.2%	97.0%	83.6%	95.8%
May-98	380,453	1,931,585	461,091	2,051,806	485,767	2,009,006	134.8%	104.0%	105.4%	97.9%
Jun-98	364,905	2,296,490	552,333	2,604,139	581,461	2,590,487	159.3%	112.8%	105.3%	99.5%
Jul-98	364,271	2,660,761	725,304	3,329,443	725,675	3,316,142	199.2%	124.8%	100.1%	98.6%
Ago-98	368,883	3,029,444	755,818	4,085,261	605,699	3,921,841	184.3%	129.5%	80.1%	98.0%
Sep-98	364,601	3,394,045	801,258	4,886,519	743,672	4,665,513	204.0%	137.5%	92.8%	95.5%
Oct-98	379,021	3,773,066	800,302	5,686,821	645,023	5,310,536	170.2%	140.7%	80.6%	93.4%
Nov-98	358,868	4,131,934	800,302	6,487,123	634,453	5,944,989	176.8%	143.9%	79.3%	91.6%
Dic-98	310,140	4,442,074	720,378	7,207,501	755,691	6,700,680	243.7%	150.8%	104.9%	93.0%
Ene-99			615,731	7,823,232	547,813	7,248,493			89.0%	92.7%
Feb-99			565,759	8,388,991	522,224	7,770,717			92.3%	92.6%
Mar-99			595,868	8,984,659	586,385	8,357,102			98.4%	93.0%
Abr-99			801,391	9,786,050	680,768	9,037,870			84.9%	92.4%
May-99			802,635	10,588,685	559,734	9,597,604			69.7%	90.6%
Jun-99			801,938	11,390,623	782,242	10,379,846			97.5%	91.1%
Jul-99			800,099	12,190,722	757,677	11,137,523			94.7%	91.4%
Ago-99			800,320	12,991,042	728,097	11,865,620			91.0%	91.3%
Sep-99			802,977	13,794,019	805,116	12,670,738			100.3%	91.9%
Oct-99			801,432	14,595,451	794,811	13,465,549			99.2%	92.3%



PRODUCCION T.M. PRODUCCION TOTAL

Durante los meses de lluvias intensas que abarcan de enero a abril o mayo se acordó tener como límite aproximadamente 600,000 TM ya que las lluvias paralizaban por varias horas los trabajos y los ciclos de transporte se alargaban. Este control se muestra a continuación y se llevó por separado para mineral, desmonte y el total, mostrándose en este trabajo solo la Producción Total.

Producción Objetivo Mensual.-

Como no podemos estar haciendo levantamientos continuamente para conocer nuestro avance real, se generó este control para conocer con cierta precisión nuestra performance en el mes.

Con este control que tenía una precisión de $\pm 3\%$ se podía saber si cumpliríamos o no con el objetivo del mes en cuanto a producción. La precisión se llegó a determinar luego de comparar varios meses el valor que obteníamos con este cuadro y los obtenidos mediante el levantamiento topográfico.

Para trabajar con este cuadro se debía conocer la producción programada por la Minera y los días que suponíamos se trabajaría durante el mes, con ellos determinábamos la producción requerida por cada día trabajado para cumplir con nuestra meta que era lo programado por Sipán. Luego se determinaba nuestra producción por turno de trabajo (teníamos dos turnos de 12 horas cada uno) multiplicando el número de viajes de cada tipo de camión por su capacidad asumida en bcm (metros cúbicos banco : bank cubic meter), esto se realizaba para cada tipo de material, es decir, mineral y desmonte. Estas cantidades se iban acumulando y se comparaban con el acumulado programado determinándose de esta manera si estábamos adelantados o atrasados y en que cantidad, asimismo se iba determinando los promedios que se estaban obteniendo y se le comparaba con el promedio diario.

Con esta información se podían realizar las correcciones necesarias como podía ser el trabajar un día que no estuviese programado o incrementar la flota designada a la producción, esto en el caso de estar atrasados y en caso contrario realizar inspecciones mecánicas a los equipos o realizar otro tipo de actividades.

Los volúmenes asumidos a las unidades de acarreo se determinaron dividiendo su capacidad de carga entre la densidad promedio del material, es decir, $20 \text{ TM} / 2.2 \text{ T.M./m}^3$, como se verá estos valores son conservadores ya que estos camiones pueden acarrear más, pero por la diferencia que se da en la práctica en los niveles de carguío, la experiencia nos llevó a asumir 20 TM para este trabajo.

PRODUCCION OBJETIVO DE LA FASE TRANSPORTE
MES OCTUBRE '99

META OCTUBRE '99 = 801432 TM

NOTA: 2,2 Tn/m³

25 dias laborables

Volvo 9 BCM
MB 10 BCM
Scania 9 BCM

FECHA	AI OBJETIVO ACUM. TOT. REQUERIDO	TONELADAS (PRODUCCION) TOTALES									BI ACUM. TOT. (M+D)	PLUS - DEFICIT CI=BI-AI TM	% de REQUER.	% de AVANCE	PLUS + DEFICIT - %
		PRODUCCION DIARIA													
		TURNO DIA			TURNO NOCHE			TOTAL	ACUMULADO						
		MIN.	DES.	SUBT.	MIN.	DES.	SUBT.	(M+D)	MIN.	DES.					
26-Sep															
27-Sep	32.057	4.259	5.126	9.385	2.182	9.423	11.605	20.990	6.442	14.549	20.990	-11.067	4,00%	2,62%	-1,38%
28-Sep	64.115	238	9.577	9.814	13.438	13.438	13.438	23.252	6.679	37.563	44.242	-19.873	8,00%	5,52%	-2,48%
29-Sep	96.172	1.283	14.771	16.053	2.185	12.001	14.186	30.239	10.146	64.335	74.481	-21.691	12,00%	9,29%	-2,71%
30-Sep	128.229	7.346	8.092	15.437	8.430	6.695	15.125	30.562	25.923	79.121	105.043	-23.186	16,00%	13,11%	-2,89%
01-Oct	160.286	7.674	5.949	13.622	10.355	6.677	17.032	30.655	43.952	91.747	135.698	-24.588	20,00%	16,93%	-3,07%
02-Oct	192.344	6.780	9.684	16.465	7.295	7.614	14.909	31.374	58.027	109.045	167.072	-25.271	24,00%	20,85%	-3,15%
03-Oct	192.344								58.027	109.045	167.072	-25.271	24,00%	20,85%	-3,15%
04-Oct	224.401	4.492	9.515	14.007	5.826	10.063	15.888	29.896	68.345	128.623	196.968	-27.433	28,00%	24,58%	-3,42%
05-Oct	256.458	2.534	11.147	13.682	6.890	7.425	14.315	27.997	77.770	147.195	224.965	-31.493	32,00%	28,07%	-3,93%
06-Oct	288.516	5.179	6.917	12.096	4.396	10.641	15.037	27.133	87.344	164.754	262.098	-36.418	36,00%	31,46%	-4,54%
07-Oct	320.573	4.990	9.456	14.445	2.816	15.979	18.795	33.240	95.150	190.188	285.338	-35.235	40,00%	35,60%	-4,40%
08-Oct	352.630	6.182	6.233	12.415	7.157	7.847	15.004	37.219	108.489	204.268	312.756	-39.874	44,00%	39,02%	-4,98%
09-Oct	384.687	5.544	8.587	14.131	2.629	11.376	14.005	28.136	116.662	224.231	340.892	-43.795	48,00%	42,54%	-5,46%
10-Oct	384.687								116.662	224.231	340.892	-43.795	48,00%	42,54%	-5,46%
11-Oct	416.745	6.956	8.604	15.561	6.180	12.316	18.495	34.056	129.798	245.150	374.948	-41.796	52,00%	46,78%	-5,22%
12-Oct	448.802	9.139	6.741	15.880	11.286	6.789	18.075	33.955	150.223	258.680	408.903	-39.899	56,00%	51,02%	-4,98%
13-Oct	480.859	6.461	7.935	14.397	9.088	8.657	17.745	32.142	165.772	275.273	441.045	-39.814	60,00%	55,03%	-4,97%
14-Oct	512.916	4.217	11.845	16.062	12.929	5.009	17.939	34.001	182.919	292.127	475.046	-37.870	64,00%	59,27%	-4,73%
15-Oct	544.974	8.712	9.924	16.636	2.772	12.054	14.826	31.462	192.403	314.105	506.508	-38.466	68,00%	63,20%	-4,80%
16-Oct	577.031	59	15.664	15.723	772	17.675	18.447	34.170	193.235	347.444	540.679	-36.352	72,00%	67,46%	-4,54%
17-Oct	577.031	1.049	8.769	9.819	2.099	7.363	9.462	19.281	196.383	363.576	559.959	-17.072	72,00%	69,87%	-2,13%
18-Oct	609.088	2.059	12.419	14.478	4.297	12.151	16.447	30.925	202.739	388.146	590.885	-18.204	76,00%	73,73%	-2,27%
19-Oct	641.146	5.276	8.446	13.721	8.580	7.350	15.930	29.652	216.594	403.942	620.536	-20.609	80,00%	77,43%	-2,57%
20-Oct	673.203	7.209	6.846	14.056	6.774	10.118	16.892	30.947	230.578	420.906	651.484	-21.719	84,00%	81,29%	-2,71%
21-Oct	705.260	4.717	8.842	13.559	6.404	12.549	18.953	32.512	241.699	442.297	683.995	-21.265	88,00%	85,35%	-2,65%
22-Oct	737.317	3.775	10.426	14.201	1.338	18.247	19.584	33.785	246.811	470.969	717.781	-19.537	92,00%	89,56%	-2,44%
23-Oct	769.375	405	15.226	15.631	2.431	13.504	15.935	31.566	249.647	499.699	749.346	-20.026	96,00%	93,50%	-2,50%
24-Oct	769.375	6.967	62	7.029				7.029	256.615	499.761	756.375	-12.999	96,00%	94,38%	-1,62%
25-Oct	801.432	5.447	4.165	9.612	8.774	3.124	11.898	21.509	270.835	507.049	777.885	-23.547	100,00%	97,06%	-2,94%
PROMEDIO(DIA)		4.702	8.925	13.627	5.755	10.234	15.768	28.811							

124

Velocidad Neta de Perforación en mineral \underline{y} en desmunte.-

Este es un control diario que se llevó para cada una de las perforadoras que habían en operación y que fueron del tipo : Perforadora Rotativa Ingersoll Rand Modelo DM45.

Este cuadro se alimentaba de información recopilada en un formato diseñado en donde principalmente se anotaba:

- Fecha, lugar y turno de trabajo
- Identificación del equipo y nombre del operador
- Banco de perforación (nivel)
- Material que se está perforando (mineral o desmunte)
- Número del taladro, profundidad de perforación
- Hora de inicio de la perforación y hora de finalización de la misma
- Horómetro del equipo al inicio y al final del turno
- Tiempo en reparaciones, mantenimiento, falta de frente, cambio de broca, refrigerio, paralizaciones por voladura, etc.

Con esta información se determinaba la cantidad de metros perforados por este equipo en mineral y en desmunte y las horas efectivas de perforación en cada uno de los materiales. Las horas netas perforadas en cada material se determinó aplicando a la diferencia de horómetros la proporción de las horas efectivas.

La velocidad efectiva de perforación se define como los metros lineales perforados entre la cantidad de horas de perforación efectiva, es decir, horas sin desplazamientos, ni cualquier otra demora.

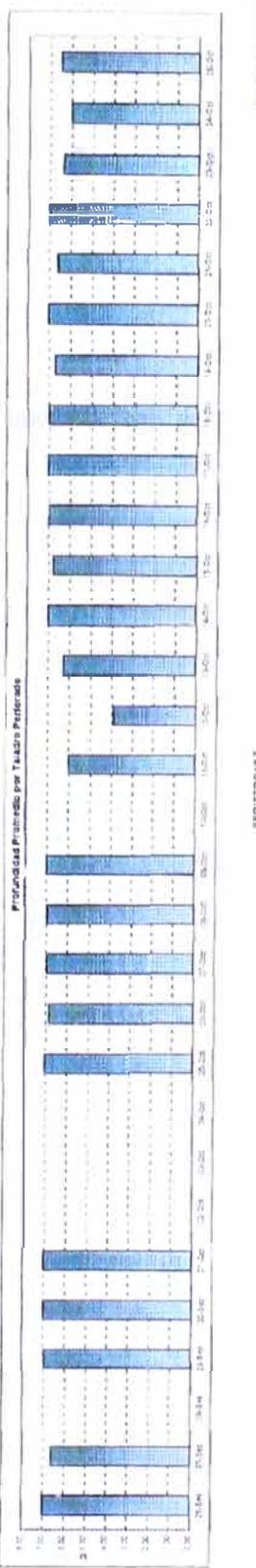
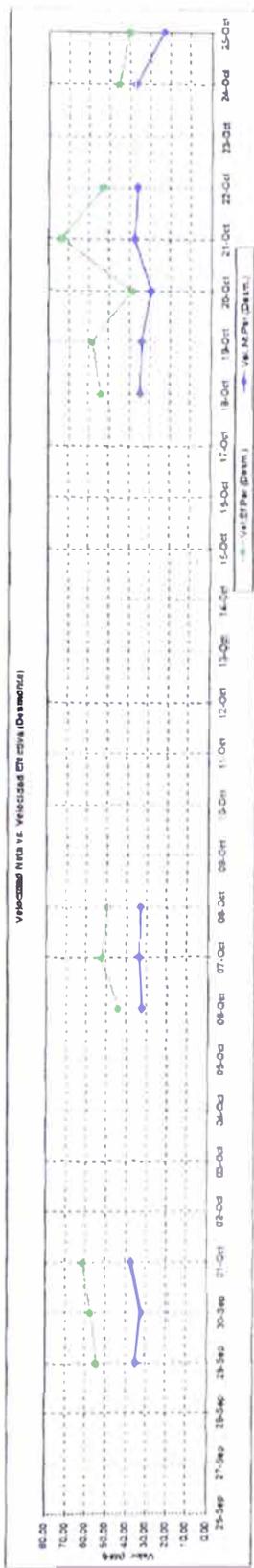
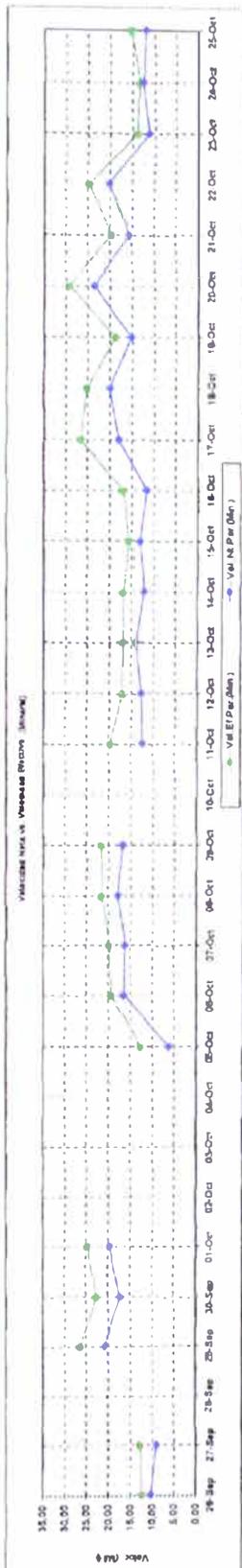
La velocidad neta de perforación se define como los metros lineales perforados entre la diferencia de horómetros, es decir, horas que incluyen desplazamientos y demoras.

Como se comprenderá la velocidad de perforación efectiva será mayor que la neta y en una gráfica la efectiva estará por encima de la neta.

Con este control se puede determinar que días y en que tipo de material ha ocurrido una caída de la velocidad respecto a la velocidad proyectada como promedio, lo que permitirá hacer un análisis de lo ocurrido y poder tomar las acciones correctivas necesarias

CONTROL MENSUAL DE PERFORACION - MINA SIPAN
OCTUBRE '99
PERFORADORA # 3
RESUMEN DIARIO DE TRABAJOS

	26-Sep	27-Sep	28-Sep	29-Sep	30-Sep	01-Oct	02-Oct	03-Oct	04-Oct	05-Oct	06-Oct	07-Oct	08-Oct	09-Oct	10-Oct	11-Oct	12-Oct	13-Oct	14-Oct	15-Oct	16-Oct	17-Oct	18-Oct	19-Oct	20-Oct	21-Oct	22-Oct	23-Oct	24-Oct	25-Oct	26-Oct	27-Oct	28-Oct	29-Oct	30-Oct	Total					
Nº Trabajos	11	27	64	61	71					13	57	59	60	48	28	70	42	24	37	27	32	12	75	59	36	44	87	37	16							1077					
Perforación (m)	77.26	179.03	445.09	437.00	487.00					81.00	349.30	409.50	417.20	338.00	188.00	274.00	243.80	168.00	210.00	198.00	64.00	593.00	385.00	268.00	289.00	494.00	205.00	88.00	258.00	273.00	273.00	258.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	
Total (Mts) (Cm)	6.30	14.10	14.94	14.82	15.44					7.30	18.79	17.85	15.16	15.67	8.68	16.12	16.87	10.10	16.13	11.13	5.17	13.82	18.32	8.19	18.45	17.00	6.92	18.43	22.81	22.81	22.81	22.81	22.81	22.81	22.81	22.81	22.81	22.81	22.81	22.81	
Total (Mts) (Pulg)	7.40	20.10	18.90	20.80	20.80					14.73	22.00	22.20	19.30	20.00	13.90	21.70	18.80	14.10	19.30	18.40	4.70	16.10	20.20	10.40	11.90	20.40	7.10	21.30	42.80	42.80	42.80	42.80	42.80	42.80	42.80	42.80	42.80	42.80	42.80	42.80	
Vel. (FPM Min)	12.20	12.70	23.30	22.50	24.80					12.47	18.19	18.80	21.28	21.52	19.36	17.00	16.89	16.83	16.80	20.63	20.63	20.63	20.63	18.64	28.13	18.67	18.92	19.23	19.23	19.23	19.23	19.23	19.23	19.23	19.23	19.23	19.23	19.23	19.23	19.23	19.23
Vel. (FPM) (Prom.)	10.10	9.80	20.70	17.10	19.50					5.18	15.67	15.21	17.61	16.80	12.36	12.63	13.81	11.61	12.85	11.48	17.87	18.88	16.16	23.68	19.90	20.99	11.08	12.40	15.80	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89
Vel. (Mts) (Prom.)	34.70	31.70	34.80	32.21	32.89					22.21	34.68	32.89	32.89	32.89	22.21	34.68	32.89	32.89	32.89	32.89	32.89	32.89	32.89	32.89	32.89	32.89	32.89	32.89	32.89	32.89	32.89	32.89	32.89	32.89	32.89	32.89	32.89	32.89	32.89	32.89	32.89
Prof. (Pulg) (Prom.)	7.00	6.93	7.00	6.82	6.89					7.20	6.80	6.82	6.89	6.89	6.89	6.81	6.78	6.70	6.78	6.94	7.00	7.00	6.99	6.99	7.00	6.92	6.92	6.92	6.92	6.92	6.92	6.92	6.92	6.92	6.92	6.92	6.92	6.92	6.92	6.92	6.92



Distribución del Tiempo de Trabajo de las Perforadoras.-

Este control se realizó para conocer la performance de las perforadoras respecto a las horas programadas de trabajo. Con el se puede saber que porcentaje del tiempo programado el equipo se encuentra en operación y que porcentaje se encuentra sin operar, pudiéndose identificar cuales son esas actividades.

Las horas programadas se puede calcular de la siguiente forma:

$$\text{Hrs. Prgr.} = (\text{N}^\circ \text{ de días de trabajo al mes}) \times (\text{N}^\circ \text{ de horas de trabajo por día}) \times (\text{Disponibilidad Mecánica})$$

Este control se llevó para cada perforadora y es de mayor utilidad cuando se lleva mes a mes y acumulado.

Para llevar este control se necesita conocer los tiempos en que la perforadora ha estado trabajando, reparándose, en mantenimiento, en stand by, en refrigerio, sin frente de trabajo, etc., los cuales se pueden obtener llenando el formato descrito en el punto anterior.

Además se puede ver en el la cantidad de metros lineales perforados por el equipo y las velocidades efectivas y netas por tipo de material obtenidas en todo el intervalo de tiempo.

La experiencia ha demostrado que los tiempos no productivos pueden ser del orden del 30% del tiempo total de disponibilidad de la perforadora, esto quiere decir que el 70% del tiempo disponible la perforadora debe estar en operación.

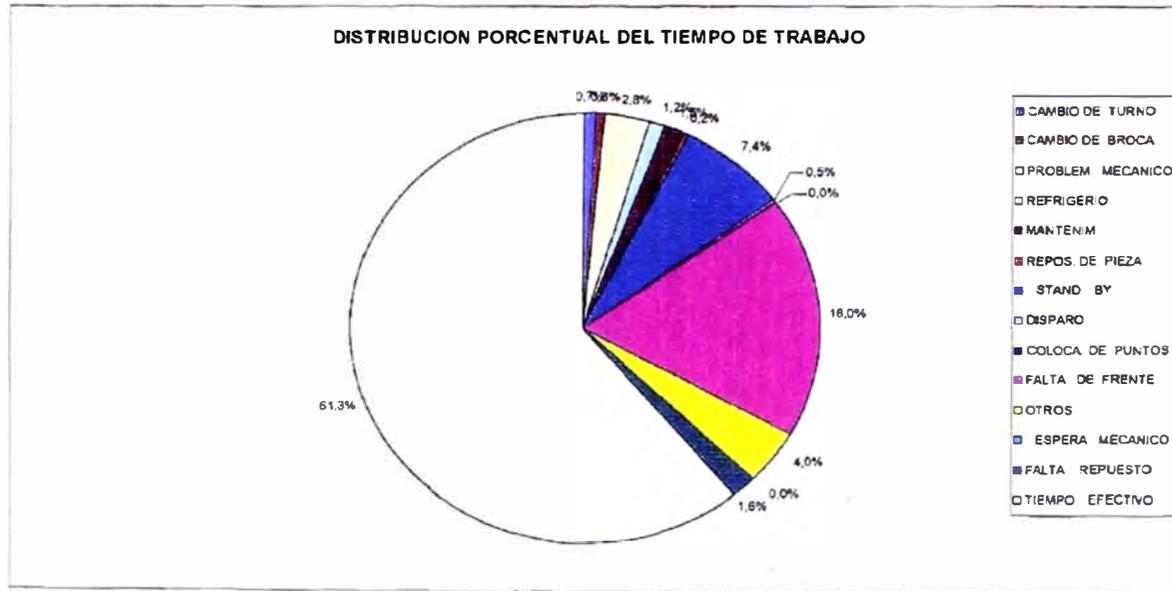
Menores porcentajes obligan al análisis y a tomar las medidas necesarias que lleven a mejorar estos valores.

RESUMEN SEMANAL REPORTES DE PERFORACION
ACUMULADO DEL 30/08/99 AL 31/10/99

PERFORADORA N° 3

ML Perforados	TIEMP. EFECTIVO (h)	TIEMP. NETO (h)	TALAD. REAL	PROFUND.	Vel. Efec.	Vel. Efec.	Vel. Neto.	Vel. Neto.	CAMBIO DE TURNO	CAMBIO DE BROCA	PROBLEM. MECANICO	REFRIGERIO	MANTENIM	REPOS DE PIEZA	STAND BY	DISPARO	COLOCA DE PUNTOS	FALTA DE FRETE	OTROS	ESPERA MECANICO	MIFALTA REPSTO	M TIEMPO EPEC	Total
	N° Hrs. Efect./Sem.	N° Hrs. Neto/Sem.	N° Talo d/Sem.	PROMUTAL	Mineral	Desmorte	Mineral	Desmorte	TURNO	BROCA	MECANICO			PIEZA	BY		PUNTOS	FRENTE		MECANICO	REPSTO	EFFECTIVO	
18734,10	627,30	926,10	2365,00	6,67	20,02	54,79	15,71	33,08	11,17,00	11,48,00	47,20,00	17,30,00	23,08,00	3,18,00	111,58,00	7,28,00	0,00,00	272,26,00	90,51,00	0,00,00	23,64,00	876,05,00	1812,00,00
									0,7%	0,8%	2,8%	1,2%	1,8%	0,2%	7,4%	0,5%	0,0%	19,0%	4,0%	0,0%	1,6%	61,3%	100%

DISTRIBUCION PORCENTUAL DEL TIEMPO DE TRABAJO



000040

Velocidad Neta Promedio de Perforación.-

Este control se llevó con la finalidad de conocer la velocidad neta promedio que se estaba logrando en la perforación, para poder compararlo con la velocidad promedio utilizada en nuestras proyecciones y de esta manera realizar los ajustes necesarios en caso lo que se está obteniendo en campo sea menor a lo proyectado.

Este control se llevaba mensualmente y se alimentaba de la información descrita anteriormente.

Para tener la velocidad neta promedio es necesario conocer las velocidades en mineral y desmonte y la cantidad de metros lineales perforados en cada uno de ellos, de esta forma determinamos una velocidad ponderada.

En el gráfico que se muestra a continuación se puede notar con mucha claridad que en el mes de marzo '99 hay una caída grande en la velocidad de perforación y esto tuvo su explicación en que en ese mes en uno de los cerros que se estaba explotando (cerro "Minas") se encontró una gran zona de sulfuros. Este sulfuro fue un material muy difícil de perforar y por tanto el tiempo utilizado en perforar cada taladro se incrementó en alrededor del 40%. Esta zona de sulfuros fue tan grande que estuvo presente durante varios meses y empezó a desaparecer a finales del año '99.

VELOCIDADES NETAS DE PERFORACION (ml/hm)

al 25 de Oct-99

Mes	Perforadora	Mater ial	Profundidad (ml.)	Velocidad Net a (ml/hm.)	Velocidad Neta Promedio (ml/hm)		
Jul-98	# 1	Mineral	5,142	17.92	17.08		
Ago-98			7,104	19.09			
Sep-98			6,290	20.13			
Oct-98			5,062	21.75			
Nov-98			1,981	20.14			
Dic-98			5,235	18.60			
Ene-99			4,488	18.65			
Feb-99			1,626	18.43			
Mar-99			3,914	14.83			
Abr-99			5,109	15.50			
May-99			6,186	16.35			
Jun-99			6,722	13.77			
Jul-99			6,318	13.72			
Ago-99			6,330	16.30			
Sep-99			4,684	14.85			
Oct-99	3,205	15.75					
			79,395				
Jul-98	# 2		7,242	19.58	17.17		
Ago-98			1,345	16.62			
Sep-98			3,575	23.42			
Oct-98			4,869	23.75			
Nov-98			3,468	23.25			
Dic-98			5,023	19.59			
Ene-99			5,380	17.74			
Feb-99			3,493	16.02			
Mar-99			3,311	13.45			
Abr-99			4,834	14.51			
May-99			5,438	14.71			
Jun-99			5,629	13.98			
Jul-99			6,792	15.37			
Ago-99			5,905	14.42			
Sep-99			4,232	14.82			
Oct-99	2,474	13.81					
			73,009				
Sep-99	# 3		4,905	16.84	16.39		17.08
Oct-99			5,576	15.99			
			10,481				
Jul-98	# 1	Desmonte	1,441	43.28	35.40		
Ago-98			1,233	39.47			
Sep-98			1,877	45.97			
Oct-98			1,350	37.57			
Nov-98			641	31.40			
Dic-98			1,442	35.46			
Ene-99			1,137	32.14			
Feb-99			1,197	17.93			
Mar-99			378	24.51			
Abr-99			1,112	39.89			
May-99			804	29.33			
Jun-99			1,628	35.18			
Jul-99			1,258	39.72			
Ago-99			1,627	30.37			
Sep-99			1,658	34.26			
Oct-99	1,185	32.85					
			19,966				
Jul-98	# 2		1,030	37.08	32.41		
Ago-98			965	27.81			
Sep-98			1,119	31.10			
Oct-98			1,886	41.97			
Nov-98			2,020	32.91			
Dic-98			1,925	33.73			
Ene-99			847	30.10			
Feb-99			930	31.63			
Mar-99			238	16.05			
Abr-99			141	29.57			
May-99			1,189	28.15			
Jun-99			2,145	28.02			
Jul-99			1,392	35.04			
Ago-99			1,588	30.22			
Sep-99			3,911	32.04			
Oct-99	627	35.87					
			21,951				
Sep-99	# 3		2,282	30.81	32.57	33.73	20.73
Oct-99			1,550	35.16			
			3,832				

VELOCIDAD NETA PROMEDIO DE PERFORACION



Tendencia del Factor de Potencia.-

Para entender este punto diremos que el:

Factor de ^{Carga} ~~potencia~~ - Es la relación de kilogramos de explosivo utilizado para volar determinado volumen de material. Se expresa en Kg/m³.

Factor de Potencia.- Es la relación de kilogramos de explosivo utilizado para volar determinado tonelaje de material. Se expresa en Kg/ton.

Al hablar de kilogramos de explosivos nos referimos solamente a la cantidad de Anfo y de Emulsión.

Se puede pasar del factor de carga al factor de potencia dividiendo al primero entre la densidad del material.

Mediante el diseño de la voladura se determina la cantidad de material a ser volado y la cantidad de explosivos a utilizarse.

Como en la mina se realizaron disparos casi a diario se llevó un gráfico de los factores de potencia de los valores obtenidos día a día y se llevó otro en donde se obtuvo un promedio mensual incluyendo un acumulado.

El factor de potencia obtenido lo comparamos con el valor 0.25 Kg/Tn que es un valor con el cual se hicieron las primeras proyecciones.

Insumos de Voladura.-

Este control se llevó para conocer en el acumulado que cantidad de cada tipo de explosivo y accesorios se utilizaron para una cantidad determinada de material.

Con este control se podía sacar un ratio de cada tipo de insumo, ratio al que al añadirse su costo nos permitiría hacer presupuestos para condiciones geológicas similares.

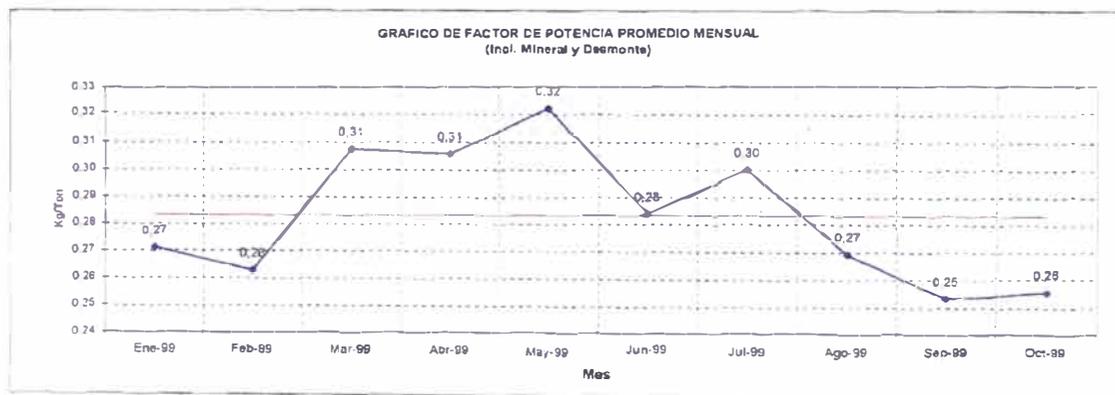
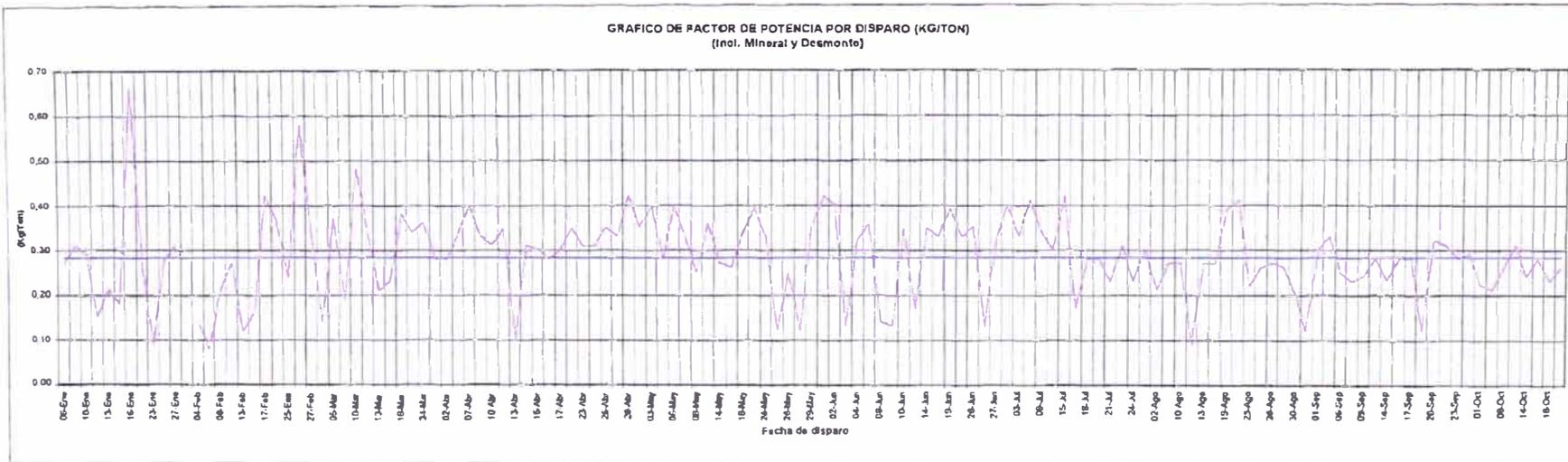
La cantidad de insumos se puede obtener de reportes del almacén (polvorín) de obra y los volúmenes se obtienen topográficamente

En este control es importante determinar la cantidad de material que ha sido movido con el uso de explosivos y la cantidad que ha sido movida solo con la acción de equipos de excavación y carguío.

Se muestra un cuadro con la cantidad de insumos de voladura y los costos generados por cada uno de ellos, así como los ratios obtenidos para cada uno de los tipos de material.

GRAFICO DE TENDENCIA DEL FACTOR DE POTENCIA DESDE INICIO DEL AÑO 1999

* El Factor de Carga (Kg/m3) se obtiene multiplicando el Factor de Potencia por 2.3



INSUMOS DE VOLADURA A

Oct-99

		Feb-99	Mar-99	Abr-99	May-99	Jun-99	Jul-99	Ago-99	Sep-99	Oct-99
emulsion	kg	45,192	39,808	41,581	47,315	59,342	62,074	50,914	61,915	64,852
nitrato de amonio	kg	50,079	59,885	110,171	108,603	148,736	147,178	125,194	156,999	122,128
gelatina especial	kg									
bossier 1 lb.	kg	894	880	2,184	1,683	2,269	2,059	2,071	2,580	2,024
tecnol # 42	und	17	24		26	20		152	136	69
tecnol # 65	und	76	160	153	255	332	444	342	524	382
tecnol # 17	und		14	134	7			16	28	10
tecnol # 25	und				41	44		12	4	
tecnol # 1	und		10	4		14	23	10	8	41
tecnol # 2	und		12	4	110	98	44	162	124	134
tecnol # 3	und	5	9	20	16	58	12	33	26	96
tecnol # 4	und	5	35	167	158	126	117	156	188	145
tecnol # 5	und	6	36	4	16	92	22	35	29	93
tecnol # 6	und	13	44	4	136	138	152	169	196	167
tecnol # 7	und	19	33	2	14	98	70	29	26	90
tecnol # 8	und	27	51	218	149	146	178	185	266	175
tecnol # 9	und	38	49	26	118	172	176	188	247	175
tecnol # 10	und	33	75	241	160	191	174	189	284	187
tecnol # 11	und	76	99	33	120	178	177	178	184	177
tecnol # 12	und	74	116	199	131	182	189	173	220	165
tecnol # 13	und	84	83	58	101	148	160	170	205	168
tecnol # 14	und	83	116	253	73	189	191	184	206	134
tecnol # 15	und	89	72	154	29	99	138	121	129	38
tecnol # 16	und	104	109	222	40	92	154	91	96	47
tecnol # 17	und	94	65	165	19	59	122	53	77	7
tecnol # 18	und	57	89	168	37	59	135	49	70	18
tecnol # 19	und	61	40	95	12	43	63	29	29	
tecnol # 20	und	44	48	97	28	41	82	26	28	4
dinamita 7/8	und.	5,784	5,417	3,016	3,756	5,680	4,987	5,138	5,983	5,354
fulminante #6, #8	und	34	30	17	23	41	44	44	66	59
mecha de seguridad	m	52	41	25	35	61	66	68	99	87
cordon detonante 2N	m	-35								
cordon detonante 3N	m	19,373	18,100	10,750	13,700	18,600	16,150	15,850	15,575	19,075
cordon detonante 5N	m	6,825	7,925	15,175	14,275	17,000	18,400	16,455	15,475	15,730
d2	gm	917	1,163	2,188	2,186	2,916	2,898	2,650	3,156	2,378
Total \$		49,980	52,339	79,231	79,292	105,866	106,173	91,487	113,114	96,188

	acum.	p.u. \$	parcial \$
	915,117	0.46	423,699
	2,698,224	0.40	1,079,290
	3,668	2.51	9,208
	34,577	2.20	76,070
	2,805	1.78	4,993
	5,372	1.78	9,562
	601	1.78	1,070
	300	1.78	534
	135	1.78	240
	726	1.78	1,292
	369	1.78	657
	1,210	1.78	2,154
	431	1.78	767
	1,171	1.78	2,084
	607	1.78	1,080
	1,712	1.78	3,047
	1,625	1.78	2,893
	2,778	1.78	4,945
	2,692	1.78	4,792
	3,140	1.78	5,589
	3,180	1.78	5,660
	5,954	1.78	10,598
	2,565	1.78	4,566
	3,139	1.78	5,587
	2,805	1.78	4,993
	2,633	1.78	4,687
	2,157	1.78	3,839
	1,876	1.78	3,339
	201,666	0.10	20,167
	1,143	0.08	96
	1,259	0.08	106
	75,715	0.10	7,572
	370,389	0.13	48,151
	296,036	0.14	42,333
	51,896	1.30	67,465
	1,992,245		1,963,125

1,479,417

VOLUMENES VALORIZADOS

		Feb-99	Mar-99	Abr-99	May-99	Jun-99	Jul-99	Ago-99	Sep-99	Oct-99
MINERAL DISPARADO	bcm	72,324	99,362	183,174	151,081	195,760	217,856	214,780	188,804	125,788
DESMONTE DISPARADO	bcm	68,445	38,244	40,814	31,934	117,151	112,544	107,742	185,786	235,398
DESMONTE NO DISPARADO	bcm	75,643	71,744	83,596	71,160	28,600	106,793	7,128		
TOTAL	bcm	217,412	209,351	307,583	254,175	341,511	437,193	329,550	374,590	361,186

MINERAL DISPARADO	3,794,385	59%
DESMONTE DISPARADO	1,591,203	25%
DESMONTE NO DISPARADO	1,023,968	16%
TOTAL	6,409,557	100%

TO*AL DISPARADO	bcm	140,769	137,607	223,987	183,015	312,911	330,400	322,522	374,590	361,186
------------------------	-----	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

TOTAL DISPARADO	5,385,588
------------------------	-----------

con diesel	\$/bcm disparado	\$/bcm	Feb-99	Mar-99	Abr-99	May-99	Jun-99	Jul-99	Ago-99	Sep-99	Oct-99
	\$/bcm	\$/bcm	0.355	0.380	0.354	0.433	0.338	0.321	0.284	0.302	0.266
	\$/bcm	\$/bcm	0.230	0.250	0.258	0.312	0.310	0.243	0.278	0.302	0.266

\$/bcm disparado	0.370
\$/bcm total	0.311

sin diesel	\$/bcm disparado	\$/bcm	Feb-99	Mar-99	Abr-99	May-99	Jun-99	Jul-99	Ago-99	Sep-99	Oct-99
	\$/bcm	\$/bcm	0.349	0.372	0.344	0.421	0.329	0.313	0.275	0.294	0.260
	\$/bcm	\$/bcm	0.226	0.244	0.250	0.303	0.301	0.236	0.269	0.294	0.260

\$/bcm disparado	0.360
\$/bcm total	0.303

Ciclos y Rendimientos Objetivo.-

Este fue un cuadro de muy importante ya que en él se mostraban los rendimientos que eran necesarios obtener para poder cumplir con la producción meta del mes y los rendimientos reales que se iba obteniendo turno por turno.

En este cuadro se controlaba los ciclos de acarreo obtenidos los cuales se promediaban, la producción horaria promedio de los equipos de carguío, las horas de uso acumuladas de los tractores y cargadores frontales el número de taladros perforados y la cantidad de horas de uso de las perforadoras.

Loa valores meta se obtenían así:

Para el transporte se utilizaba el precio unitario para de allí calcular el ciclo necesario para que el costo sea igual a la venta.

Para la excavadora se utilizaba la producción requerida por cada excavadora para cumplir con la producción del mes.

Las horas de uso de tractores y cargadores frontales se calculaban como las mínimas ya que estos equipos no se consideraban como equipos de producción sino auxiliares, por tanto, si se utilizaba la menor cantidad de horas posibles era mucho mejor.

Se calculaba la cantidad de taladros necesarios para cumplir con la producción del mes y se obtenía el promedio diario y con una velocidad neta de perforación promedio se calculaba las horas de uso que debían utilizarse.

En el cuadro mostrado se puede observar que solo en el uso del cargador frontal y en las perforadoras se ha logrado cumplir con los rendimiento objetivo.

Este control diario nos da la posibilidad de realizar las correcciones necesarias a tiempo.

Disponibilidad Mecánica de los Equipos.-

Para definir este concepto daré algunas definiciones previas:

Equipo de producción directa.- Son aquellos equipos que por su condición y/o recomendación del fabricante requieren de personal calificado para realizar el mantenimiento; asegurando la mayor disponibilidad sobre la base de un Plan de Control de Mantenimiento y cuyo producto o servicio incide directamente en la calidad del producto final.

Mantenimiento preventivo.- Son actividades predefinidas y repetitivas, cuyo fin es evitar o reducir fallas y mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los equipo de producción directa.

Mantenimiento correctivo.- Estrategia de mantenimiento destinada a corregir fallas que se presentan durante la operación del equipo de producción directa o reparaciones con máquina parada.

Mantenimiento predictivo.- Tipo de mantenimiento que emplea varias tecnologías para determinar la condición de los equipos o sus componentes mediante la medición y análisis de la tendencia de parámetros físicos con el objeto de detectar y corregir problemas antes que se produzca una falla.

Mantenimiento autónomo.- Conjunto de actividades de mantenimiento preventivo y programado que son desarrollados por el personal directamente involucrado en la operación del equipo.

Mantenimiento programado.- Tipo de mantenimiento en el cual las actividades que se desarrollan son definidas bajo una periodicidad dada por le fabricante.

Horas de operación del equipo.- Es el tiempo de operación del equipo y que está definida por las diferencias de lecturas de horómetros, que son reportadas por el operador.

Horas stand by.- Tiempo cronológico en el cual un equipo operativo no desarrolla ninguna actividad de producción y que tiene reporte de su operador.

Horas de reparación del equipo.- Es el tiempo cronológico utilizado en la realización de actividades de mantenimiento o reparaciones y que son reportadas por el operador.

Disponibilidad Mecánica.-La disponibilidad mecánica de un equipo se determina como el cociente de las horas de operación más las horas de stand by entre la suma de

las horas de operación más las horas de stand by más las horas de reparación del equipo.

$$\text{Disp. Mec.} = \frac{((\text{Hrs. Operación})+(\text{Hrs. Stand by}))}{((\text{Hrs. Operación})+(\text{Hrs. Stand by})+(\text{Hrs. Reparación}))}$$

Este control se llevó conjuntamente con la oficina de taller ya que esa oficina tenía registradas las horas de reparación con mayor detalle.

Este control sirve para medir la disponibilidad de los equipos y poder compararlos con promedios de experiencias anteriores, nos avisa de los equipos que están continuamente en taller para de esta manera hacerles un seguimiento o internarlos en taller para hacerle una revisión más detallada y nos sirve para poder hacer nuestros planes de producción ya que con este valor determinamos el porcentaje de confiabilidad con que podemos contar con un equipo en producción.

Los datos necesarios los tomamos de campo a través de los partes diario de los operadores.

Consumo de Promedio de Combustible.-

Este es un cuadro simple de llevar pero también de muchísima importancia para realizar nuestras proyecciones.

Cuando presupuestamos determinado trabajo asumimos un consumo promedio de combustible para cada tipo de equipo y para las condiciones de trabajo existentes.

Para saber si nuestros supuestos en cuanto al consumo de combustible se está cumpliendo llevamos este control.

Para esto necesitamos conocer la diferencia de horómetros de cualquier equipo en un período de tiempo definido y el consumo de combustible hecho por ese equipo en el mismo lapso de tiempo.

La diferencia de horómetros lo tomamos de los partes de operador y el consumo de combustible lo obtenemos del almacén de obra.

Se recomienda que se haga el control mes a mes y acumularlo, debiéndose proyectar con el acumulado.

A continuación se muestra ejemplos reales de los descrito líneas arriba.

DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS COSAPI SIPAN - CO 2680

EQUIPO	ACUM JUNIO '98 A OCTUBRE '99				%			
	HORAS PROGRAM	HORAS TRABAJO	HORAS ST/BY	HORAS TALLER	DISPONIBILIDAD MECANICA	DISPONIBILIDAD FISICA	DISPONIBILIDAD DE USO	USO EFECTIVO
	(A)	(B)	(C)	(D)	((B)+(C))/((A)+(B)+(C))	((B)+(C))/(A)	(B)/(B)+(C)	(B)/(A)
COSAPI								
TRACTOR (43-014-001) LIEBHERR-722	7.080	2.816	1.107	3.156	55.4%	55.4%	71.8%	39.8%
TRACTOR D6D (43-015-007) CATERPILLAR	3.486	2.064	1.270	143	95.5%	95.9%	61.7%	59.2%
TRACTOR D6D (43-015-008) CATERPILLAR	8.781	4.540	1.371	874	87.1%	87.1%	76.8%	66.9%
TRACTOR D8N (43-018-003) CATERPILLAR	6.490	2.657	2.657	1.178	81.9%	81.9%	50.0%	40.9%
TRACTOR (43-019-001) LIEBHERR-751	10.031	4.514	3.910	1.807	84.0%	84.0%	53.6%	45.0%
TRACTOR (43-019-002) LIEBHERR-751	7.455	3.231	3.063	1.102	84.4%	84.4%	51.3%	43.3%
CARGADOR F. (43-007-001) LIEBHERR 551	8.254	4.881	2.193	1.180	85.7%	85.7%	69.0%	59.1%
CARGADOR F. (43-007-002) LIEBHERR 551	5.024	3.310	1.045	680	86.7%	86.7%	76.0%	65.9%
EXCAVADORA (43-023-001) LIEBHERR-974	4.887	967	325	3.590	26.4%	26.4%	74.9%	19.0%
EXCAVADORA (43-022-001) LIEBHERR-964	8.630	5.138	913	2.570	70.1%	70.1%	84.9%	59.5%
EXCAVADORA (43-022-002) LIEBHERR-964	4.743	3.885	650	208	95.6%	95.6%	85.7%	81.9%
EXCAVADORA (43-010-001) LIEBHERR-954	3.538	1.815	1.301	423	88.1%	88.1%	58.3%	51.3%
EXCAVADORA (43-010-003) LIEBHERR-954	1.708	804	123	782	54.2%	54.2%	86.8%	47.0%
EXCAVADORA (43-010-004) LIEBHERR-954	9.782	5.899	1.657	2.227	77.2%	77.2%	78.1%	60.3%
CAMABAJA 52-035-022	3.834	338	2.382	1.114	70.9%	70.9%	12.4%	8.8%
VOLVO 029 52-035-029	2.907	928	264	1.716	41.0%	41.0%	77.9%	31.9%
VOLVO 030 52-035-030	1.083	652	225	208	81.0%	81.0%	74.3%	60.2%
VOLVO 031 52-035-031	3.070	1.469	428	1.182	61.5%	61.5%	77.3%	47.5%
VOLVO 034 52-035-034	1.523	797	381	336	78.0%	78.0%	67.1%	52.3%
VOLVO 038 52-035-036	9.840	5.314	1.452	3.075	68.8%	68.8%	78.5%	54.0%
VOLVO 037 52-035-037	9.987	5.540	1.259	3.188	68.1%	68.1%	81.5%	55.5%
VOLVO 038 52-035-038	9.987	6.452	1.413	2.122	78.8%	78.8%	82.0%	64.6%
VOLVO 039 52-035-039	9.987	5.149	1.287	3.571	64.2%	64.2%	80.3%	51.6%
VOLVO 040 52-035-040	9.987	5.059	1.210	3.718	62.8%	62.8%	80.7%	50.7%
VOLVO 041 52-035-041	1.034	493	102	439	57.5%	57.5%	82.8%	47.6%
VOLVO 042 52-035-042	1.230	623	214	393	68.0%	68.0%	74.5%	50.7%
VOLVO 043 52-035-043	1.242	620	278	345	72.3%	72.3%	69.1%	49.9%
VOLVO 044 52-035-044	1.234	593	186	455	63.1%	63.1%	76.1%	48.1%
VOLVO 045 52-035-045	5.789	2.855	588	2.356	59.4%	59.4%	82.8%	49.2%
VOLVO 226 52-035-046	1.733	1.249	431	54	96.9%	96.9%	74.4%	72.1%
VOLVO 227 52-035-047	1.733	1.109	580	44	97.5%	97.5%	65.7%	64.0%
VOLVO 201 52-035-048	1.894	1.478	427	80	95.5%	95.5%	77.6%	74.1%
VOLVO 202 52-035-049	1.864	1.388	544	82	95.9%	95.9%	71.5%	68.6%
VOLVO 203 52-035-050	1.894	1.371	595	28	98.6%	98.6%	69.7%	68.8%
VOLVO 215 52-035-051	1.894	1.419	447	128	93.6%	93.6%	76.0%	71.1%
VOLVO 228 52-035-052	1.733	604	371	668	61.4%	61.4%	65.1%	40.0%
VOLVO 234 52-035-053	1.867	1.071	489	107	93.6%	93.6%	68.7%	64.3%
VOLVO 204 52-035-054	1.894	1.487	441	58	97.2%	97.2%	77.2%	75.1%
VOLVO 205 52-035-055	1.894	1.053	442	489	75.0%	75.0%	70.4%	52.8%
VOLVO 206 52-035-057	1.894	1.374	469	151	92.4%	92.4%	74.5%	68.9%
VOLVO 207 52-035-058	1.894	1.415	517	82	96.9%	96.9%	73.2%	71.0%
VOLVO 208 52-035-059	1.894	1.305	555	134	93.3%	93.3%	70.1%	65.4%
VOLVO 235 52-035-060	1.867	1.086	537	34	98.0%	98.0%	67.1%	65.7%
VOLVO 222 52-035-061	1.821	1.293	455	73	96.0%	96.0%	74.0%	71.0%
VOLVO 223 52-035-062	1.733	1.272	448	14	99.2%	99.2%	74.0%	70.4%
VOLVO 223 52-035-063	1.733	1.293	402	38	97.8%	97.8%	76.3%	74.6%
VOLVO 220 52-035-064	1.821	1.338	422	61	96.7%	96.7%	76.0%	73.5%
VOLVO 218 52-035-065	1.821	1.278	490	55	97.0%	97.0%	72.2%	70.1%
VOLVO 219 52-035-066	1.821	1.319	460	42	97.7%	97.7%	74.1%	72.4%

COSAPI

INGENIERIA Y CONSTRUCCION

CONSUMO DE COMBUSTIBLE ACUMULADO DE :

00 2600 - SERVICIOS MINEROS, SIPAN
FORMATO COMP-02

Oct-97

@

Oct-99

EQUIPO	UND	Acum. Dic-98	Ene-99	Feb-99	Mar-99	Abr-99	May-99	Jun-99	Jul-99	Ago-99	Sep-99	Oct-99	TOTAL	PROMEDIO
TRACK DRILL ROCK 748HC	GLN	3.040	144		31		74				370	245	3.904	2.2
	HR	1.334	94	33	55	71	18				94	93	1.792	
	GLNHR	2.3	1.5		0.6		4.2				3.0	2.6		
PERFORADORA IR DM45E	GLN	167.719	10.225	9.090	10.840	12.449	13.938	19.598	18.788	21.142	14.818	9.467	298.153	17.0
	HR	9.299	630	575	662	978	637	1.059	1.057	1.118	830	513	17.673	
	GLNHR	17.0	18.2	16.8	16.1	12.8	16.7	18.5	17.8	18.9	17.9	18.5		
CARGADOR LIEBHERR L551	GLN	33.332	1,672	2.292	1.744	2.888	1.661	1.776	1.541	2,510	2.417	2.071	53.911	4.3
	HR	7.841	391	877	398	803	488	382	308	484	488	401	12.519	
	GLNHR	4.3	4.0	4.0	4.4	3.8	3.5	4.6	5.0	5.2	5.2	5.2		
EXCAVADORA LIEBHERR 954	GLN	70.083	4,832	6.749	5.433	6.249	4.563	5.161	3.915				108.956	9.1
	HR	7.445	449	818	628	949	497	553	400				11.737	
	GLNHR	9.4	10.8	8.3	8.7	8.0	9.2	9.3	9.8					
RETROCARGA CAT 428	GLN	1.323	259	338	198								2.114	1.6
	HR	888	159	258	144								1.447	
	GLNHR	1.5	1.6	1.3	1.4									
RETROCARGA JOHN DEERE 310 D	GLN	8.983	341	465	398	278	414	279	220	429			9.801	1.3
	HR	5.328	178	394	404	354	239	220	172	292			7.579	
	GLNHR	1.3	1.9	1.2	1.0	0.8	1.7	1.3	1.3	1.5				
TRACTOR LIEBHERR 722	GLN	13.973	82	1.166	1.145	564	38						18.889	3.0
	HR	4.645	8	302	322	315							5.592	
	GLNHR	3.0	10.3	3.9	3.6	1.9								
TRACTOR CAT D80	GLN	25.906	1,088	2.348	2.267	589	1.342	672	1,172	2,402	2,789	1,889	42.022	4.1
	HR	8.735	281	517	455	249	299	172	239	450	554	373	10.263	
	GLNHR	3.8	4.1	4.6	6.0	2.3	5.2	3.9	4.9	5.3	5.0	5.0		
TRACTOR CAT D8N	GLN	30.782	899	2,186	2,548	1,788	825	121					39.225	7.3
	HR	4,276	91	280	287	330	107	9					6.399	
	GLNHR	7.2	11.0	7.8	8.9	5.4	7.7	13.4						
TRACTOR LIEBHERR 751	GLN	41.702	3,510	4,462	6,727	3,673	3,257	2,891	2,829	3,522	6,868	4,304	82.664	6.8
	HR	4,830	380	407	653	642	374	320	280	388	712	453	9.410	
	GLNHR	8.6	9.2	8.0	10.4	5.7	6.7	9.3	10.1	9.1	9.7	9.5		
EXCAVADORA LIEBHERR 984	GLN	28.809	3,854	7,013	10,828	11,776	9,862	8,619	8,082	8,056	8,048	6,001	111.047	12.0
	HR	2,320	282	507	868	1,226	808	685	672	613	609	546	9.218	
	GLNHR	12.3	13.7	12.4	12.2	9.6	12.2	13.0	12.0	13.1	13.2	11.0		
EXCAVADORA LIEBHERR 974	GLN	11.440	2,008			301							13.748	14.9
	HR	770	152			4							928	
	GLNHR	14.9	13.2			75.3								
MOTONIVELADORA CAT 135H	GLN	17.088	1,703	2,625	3,247	2,340	2,068	1,988	1,080	1,737	2,892	2,183	38.908	2.8
	HR	5,713	597	1,117	1,123	1,177	818	723	348	628	911	744	13.895	
	GLNHR	3.0	2.9	2.5	2.9	2.0	2.5	2.7	3.0	2.6	3.0	2.9		
VOLQUETE VOLVO NL12	GLN	188,781	14,490	19,055	12,322	9,410	8,061	10,870	22,822	74,018	99,151	81,553	540.522	4.8
	HR	41,158	2,929	4,542	2,924	2,759	2,013	2,654	4,409	14,794	19,426	15,321	112.827	
	GLNHR	4.6	4.0	4.2	4.2	3.4	4.0	4.3	5.2	6.0	5.1	5.3		
CAMION MERCEDES BENZ MD2638	GLN	145,834	18,278	21,302	18,158	17,828	18,070	19,721	19,190	19,294	17,474	16,628	329.773	4.8
	HR	31,557	3,054	4,383	3,531	5,135	3,612	3,759	3,372	3,381	3,258	3,183	68.205	
	GLNHR	4.6	6.0	4.9	4.6	3.5	5.0	5.2	5.7	5.7	6.4	5.2		

CONTROL DE RESERVA DE REPARACION Y REPOSICION DE EQUIPOS PROPIOS

Descripción	Presente Mes		Acum. Actual	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	TOTAL OBRA			Acum. Anterior
	Previsto	Real						Actual	Anterior	Original	
Tarifa cargada al costo de obra	33,500.00	31,400.00	45,400.00	32,000.00	13,850.00	11,350.00	9,450.00	112,050.00	111,300.00	110,500.00	14,000.00
Costo de reparación y mantenimiento											
- Repuestos	500.00	450.00	1,200.00	1,800.00	800.00	750.00	700.00	5,250.00	5,500.00	6,500.00	750.00
- Lubricantes	400.00	550.00	1,150.00	600.00	500.00	500.00	250.00	3,000.00	2,600.00	3,200.00	600.00
- Llantas	600.00	150.00	150.00	400.00	400.00	400.00	400.00	1,750.00	2,500.00	2,000.00	0.00
- Materiales consumibles	300.00	220.00	470.00	150.00	150.00	150.00	150.00	1,070.00	1,500.00	1,000.00	250.00
- Mano de obra	650.00	300.00	300.00	2,500.00	1,400.00	600.00	0.00	4,800.00	4,800.00	5,000.00	0.00
- Supervisión	0.00	0.00	0.00	750.00	750.00	0.00	0.00	1,500.00	1,500.00	1,200.00	0.00
- Equipos y Vehículos	200.00	250.00	250.00	400.00	350.00	400.00	0.00	1,400.00	1,400.00	1,100.00	0.00
- Otros	500.00	255.00	405.00	1,200.00	1,250.00	850.00	900.00	4,605.00	4,450.00	2,800.00	150.00
- Servicios de terceros	700.00	450.00	450.00	600.00	600.00	600.00	900.00	3,150.00	3,600.00	3,500.00	0.00
- Reparaciones											
Sub-total Costo	3,850.00	2,625.00	4,375.00	8,400.00	6,200.00	4,250.00	3,300.00	26,525.00	27,850.00	26,300.00	1,750.00
Depreciación Contable	20,100.00	18,840.00	27,240.00	19,200.00	8,310.00	6,810.00	5,670.00	67,230.00	66,780.00	66,300.00	8,400.00
Total Costo	23,950.00	21,465.00	31,615.00	27,600.00	14,510.00	11,060.00	8,970.00	93,755.00	94,630.00	92,600.00	10,150.00
Reserva de Reparación y Reposición	9,550.00	9,935.00	13,785.00	4,400.00	-660.00	290.00	480.00	18,295.00	16,670.00	17,900.00	3,850.00

Costo de los Procesos de Perforación, Voladura, Carguío y Transporté.-

Con la finalidad de saber si la operación estaba siendo rentable o no y para determinar costos y ratios que nos permitan entrar en futuras operaciones con precios razonables, es que se llevó este control.

Con los valores que obtuviéramos en cada uno de los procesos, COSAPI estaría en condiciones de presupuestar operaciones realizando labores involucradas solo en determinados procesos por ejemplo solo en perforación o voladura o carguío o transporte o gastos generales, etc.

Toda la información es resumida en unos cuadros de costo de cada proceso el cual se llevó semanalmente, siendo un punto de la gráfica el costo obtenido durante determinada semana.

Para determinar el costo del proceso nos ayudamos de hojas de cálculo en donde diariamente se recopilaba información sobre horas de uso de cada uno de los equipos, de los materiales utilizados, de la mano de obra, de la supervisión y la producción.

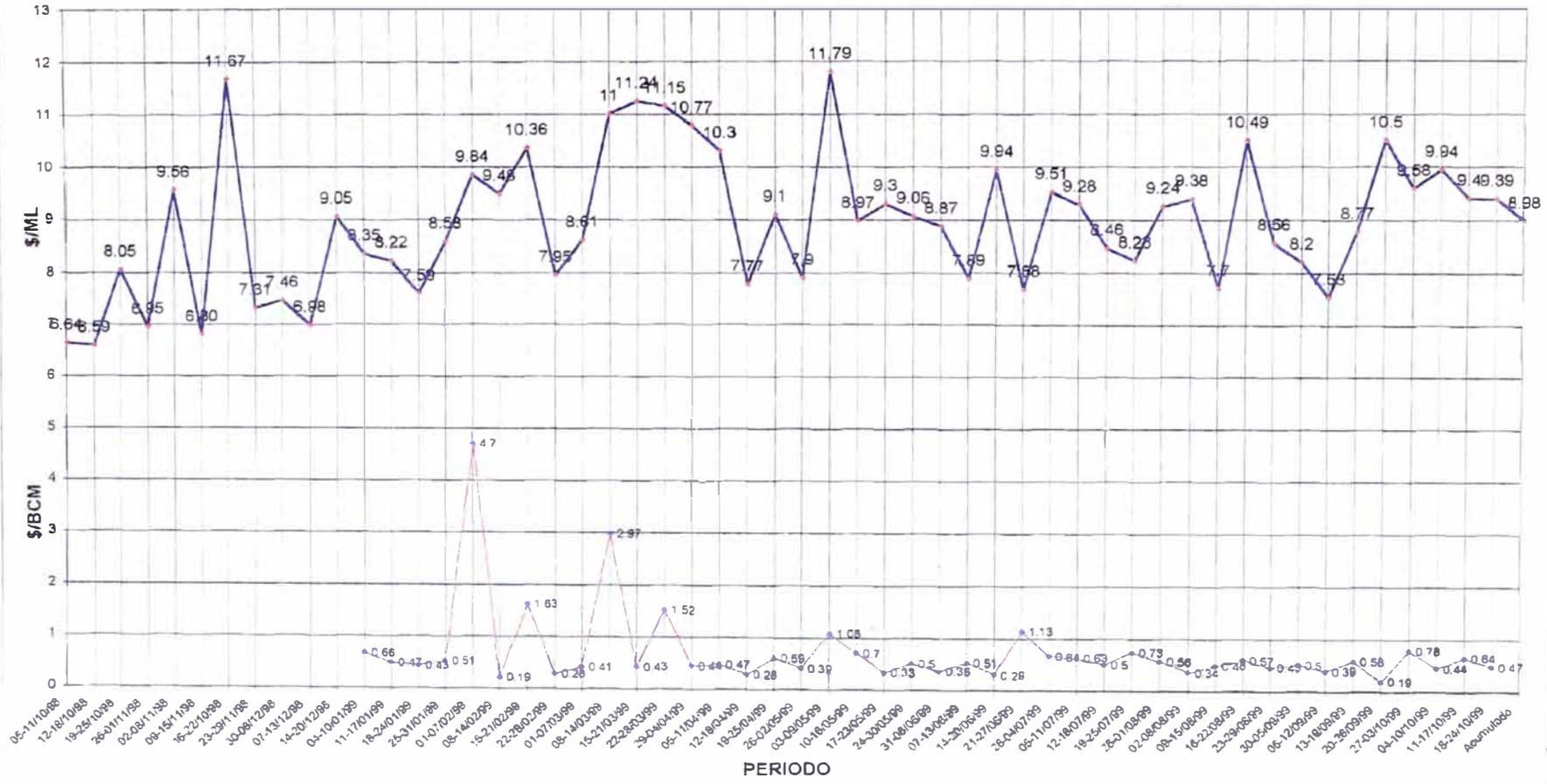
Esta información se acumulaba semanalmente, se le aplicaba su costo a cada una de las partes y de esta manera se podía obtener el costo del proceso.

Con estos cuadros podía determinar también: la velocidad neta de perforación, el factor de potencia, el rendimiento de los equipos de carguío y el rendimiento de los camiones

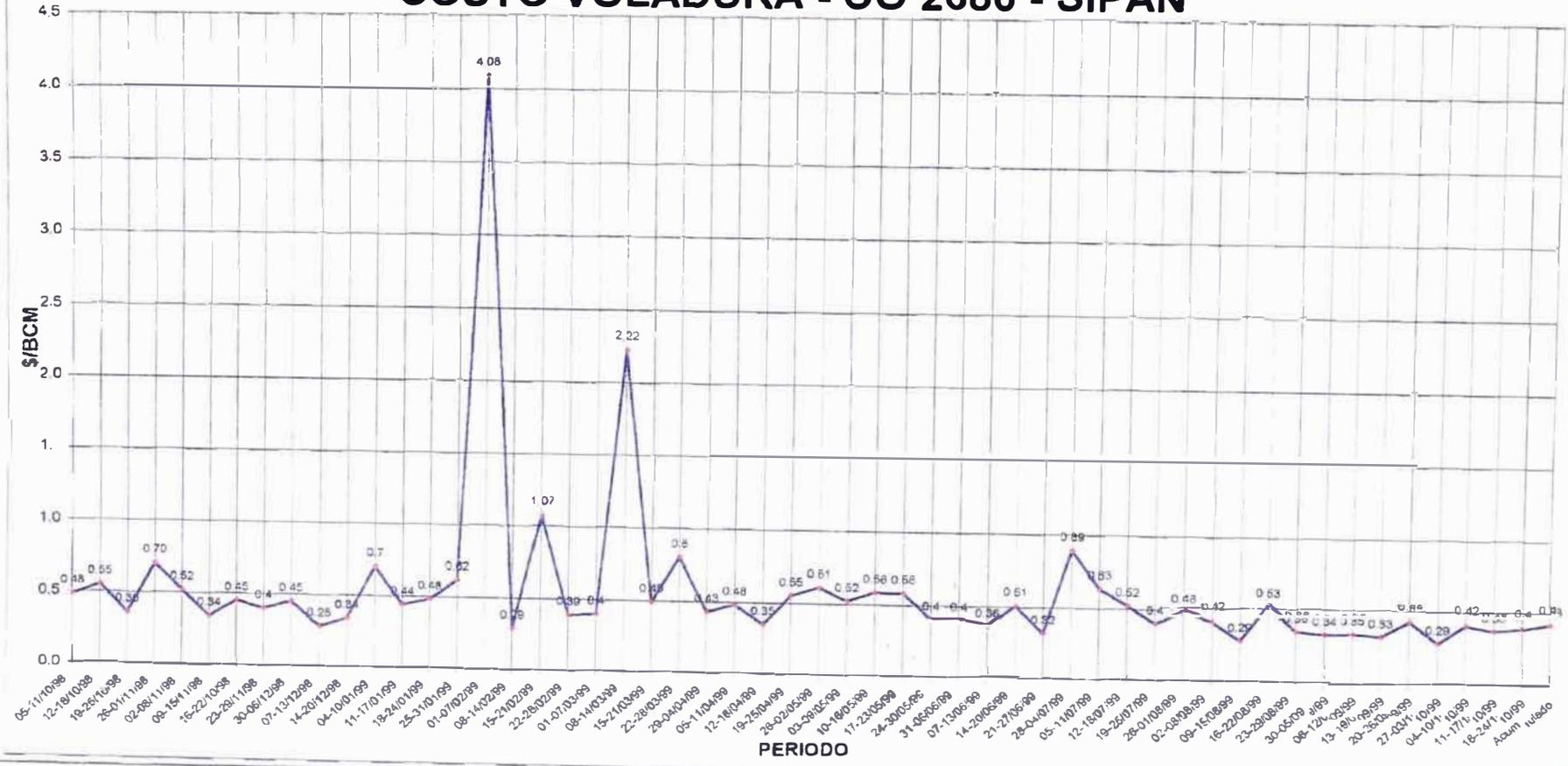
El costo que se comparaba con los de presupuesto era el acumulado ya que de una semana a otra podía haber una variación fuerte dependiendo de los recursos utilizados y de la producción.

A continuación se muestra cuadros de estos costos realmente obtenidos para cada uno de los procesos.

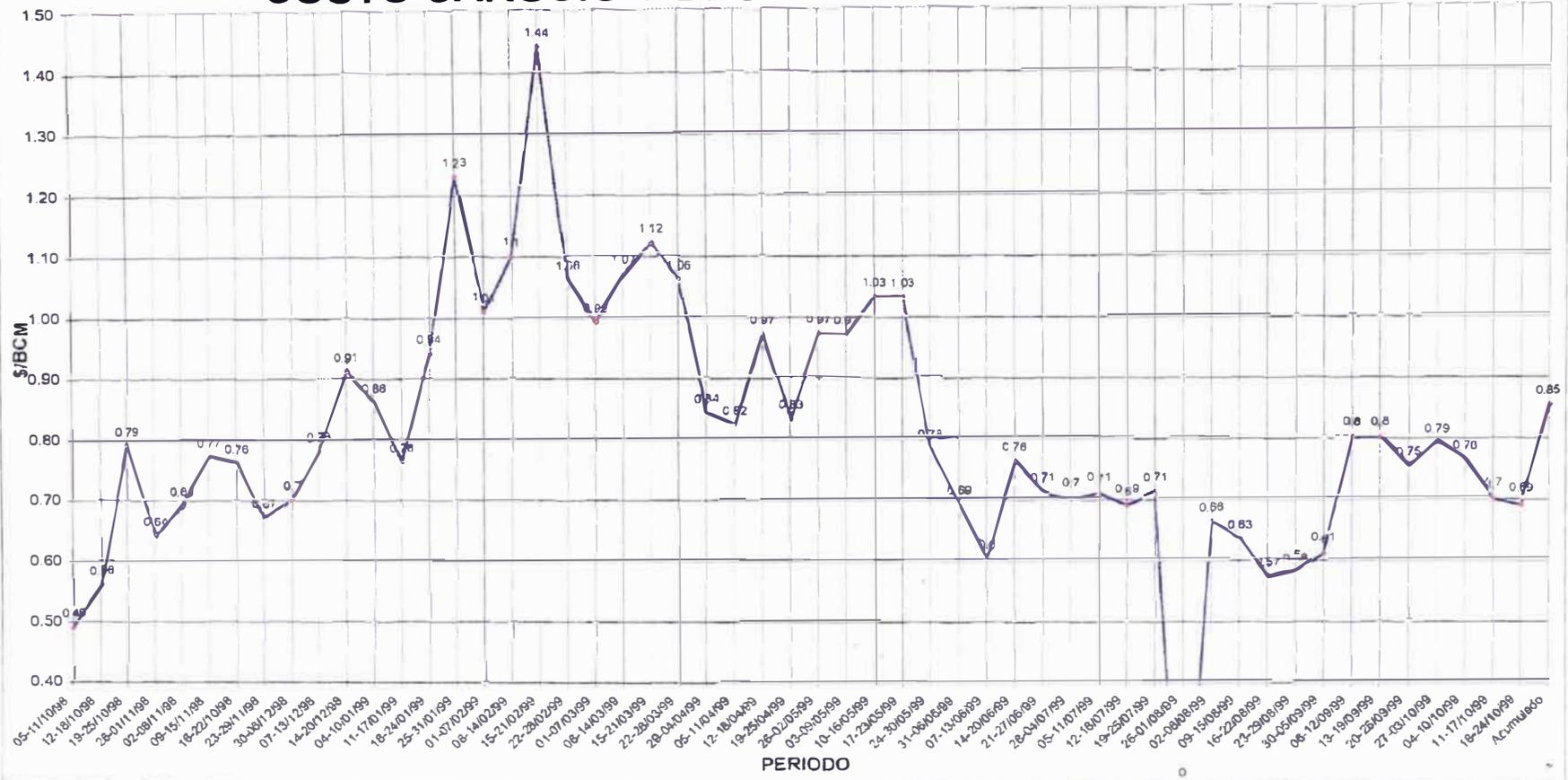
COSTO PERFORACION - CO 2680 -SIPAN



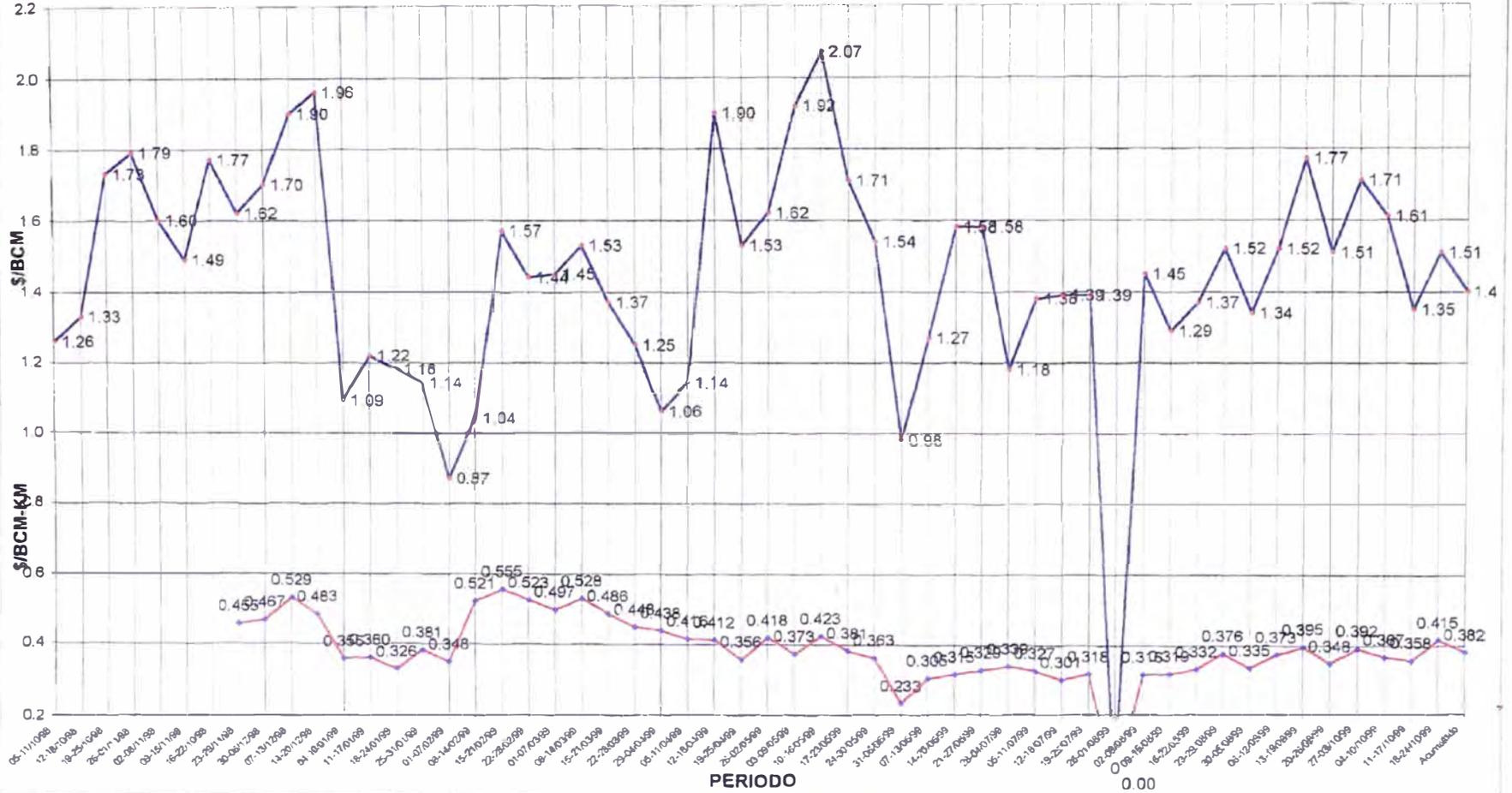
COSTO VOLADURA - CO 2680 - SIPAN



COSTO CARGUIO Y DESCARGA - CO 2680 - SIPAN



COSTO TRANSPORTE - CO 2680 - SIPAN



Además de los controles anteriormente descritos se llevaron otros que permitían tomar acciones correctivas oportunas respecto a diferentes puntos, entre estos podemos mencionar:

Control de consumo de llantas por los equipos de transporte.- Con este control se pudo estimar la vida promedio de las llantas de los camiones, esto permitió hacer los ajustes necesarios para alargar la vida útil de los neumáticos y realizar proyecciones reales.

Control de la pendiente de los caminos de acarreo.- Mensualmente se realizaron levantamientos de los caminos por donde se transportó material para determinar la pendiente promedio de acarreo. Esto fue necesario porque la valorización se determinaba aplicando al volumen transportado unos precios unitarios que variaban en función a la pendiente del camino.

Control de la profundidad de perforación.- Este control se llevó en campo para determinar si el taladro tenía la profundidad de diseño. En caso falte profundidad se procedía a reperforar el taladro con la consiguiente pérdida de tiempo; en caso se haya excedido en la profundidad se procedía a rellenar el taladro con material que puede ser el que se obtuvo de la perforación.

Control de los volúmenes movidos por zona.- Esto se llevó a manera de seguimiento de la explotación, en él se indicaba la zona, el tipo de material y el volumen movido.

Control de los ciclos de transporte.- Se siguió un procedimiento similar al indicado en la primera parte, etc.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de haber realizado una descripción de los procedimientos constructivos, procesos y controles que se llevaron en estas dos obras podemos sacar algunas conclusiones y recomendaciones que se pueden resumir en las siguientes:

5.1.- CONCLUSIONES

- * El control de procesos es una herramienta que se ha implementado en COSAPI con muy buenos resultados. Este control resulta conveniente en obras de movimiento de tierras que tengan relación con la minería, permitiendo profundizar de tal manera que se pueda lograr tener un conocimiento muy claro en el aspecto técnico y económico.
- * Cualquier forma de control es buena siempre y cuando esta permita tomar decisiones oportunas y adecuadas. Si realizamos un control que no pase por el análisis todo el esfuerzo no será más que una pérdida de tiempo o letra muerta.
- * El resultado del análisis de los controles debe ser adecuadamente difundido a todas las personas que de una u otra forma tienen que ver con el proceso, ya que esa es una forma de involucrar a todos con el resultado del proceso.
- * En obras con varias partidas será conveniente seguir analizando las actividades por fases, ya que así podremos comparar los resultados *de Presupuesto* con los realmente obtenidos en campo.
- * Debemos fomentar y apoyar la especialización del personal de dirección ya que son ellos los responsables de los procesos y esto permitirá que se tomen las mejores decisiones durante el desarrollo de los procesos.
- * La experiencia permite determinar valores o ratios que se cumplen con cierta aproximación y que nos ayudan a realizar chequeos rápidos. Estos ratios pueden ser de: ciclos de transporte, rendimiento de equipos de carguío, de costos unitarios, etc. Estos valores por ser referenciales deben estar en continua actualización y/o verificación para que no se diluya su aproximación.
- * Se debe adoptar el hábito de presentar los resultados de los controles y análisis mediante gráficos, diagramas y tablas ya que esto ayudará a que sea entendido

rápido y sobretodo por el personal de dirección en campo.

* La competitividad actual obliga a la profundización en el estudio de los Procesos de movimiento de tierras masivo ya que hoy en día la adjudicación de obras se define por pequeños márgenes entre los precios unitarios. Es muy cierto en un tipo de trabajo de este tipo el lema: “este es un negocio de centavos”.

* Es importante mantenerse “al día” mediante cursos de capacitación o actualización que pueden ser dictados por la misma empresa a través de sus ingenieros especialistas o a través de terceros. Generalmente en las obras que se encuentran fuera de Lima esta capacitación resulta importantísima ya que ello permitirá que en la obra se apliquen “nuevos” conceptos en temas como control de proyectos y productividad.

* La reserva para reparación y/o reposición de equipos tiene una mayor utilidad si es que se hace un seguimiento equipo por equipo, es decir, tener una hoja de cálculo con toda la información disgregada por equipo que alimente la hoja resumen que es similar a la mostrada anteriormente. Esto permitirá conocer que equipos son los que presentan mayores problemas y en que aspectos.

5.2.- RECOMENDACIONES

* Los tractores no deben de empujar más de 15 a 20 metros, ya que está demostrado que a partir de los 15 m. el tractor solo realiza un trabajo de empuje, es decir, ya no realiza corte.

* Cuando un tractor trabaja en conjunto con un cargador frontal el rendimiento de ambos se incrementa, debiéndose buscar que ambos equipos tengan una potencia similar; pero ambos son superados por una excavadora.

* El material cortado por los tractores no debe acumularse en pilas muy altas para lograr mayor eficiencia en el trabajo de los cargadores frontales (Hmáx. = 3 m.).

* Cuando hay dos pilas cercanas entre sí, es posible cargar a los camiones con dos cargadores frontales en simultáneo, este procedimiento es muy eficiente.

* Todo proyecto de movimiento de tierras, como la construcción del “pad”, necesita tener un laboratorio de mecánica de suelos muy bien implementado ya que los

trabajos de compactación son de gran volumen y la demora en la ejecución de ensayos perjudicaría al contratista

* Se debe entender que los camiones no transportan en sus tolvas m^3 . de material sino toneladas. Esto porque existen diferentes tipos de materiales con distintos pesos unitarios.

* Es imprescindible el conocimiento de software de computación sencillo que permita trabajar con rapidez mediante el uso de hojas de cálculo y gráficos.

* Para tener consumos promedio de combustible confiables, es necesario trabajar con acumulados de por lo menos ³ meses.

ANEXO 1

EJEMPLO DE CALCULO DEL EQUIPO DE PERFORACIÓN

Asumiremos condiciones y características de operación que se asemejen a las encontradas en las minas de Yanacocha y Sipán:

Altura sobre el nivel del mar:	3,800 m.
Densidad del material in situ:	2.1 TMS/m ³
Densidad del material fragmentado:	1.60 TM/m ³
Tipo de roca:	Brecha volcánica silícea muy abrasiva, alta porosidad, fracturamiento intenso, dureza de material entre medianamente dura a dura
Clase de mineral:	Oro en piritas y enargitas oxidadas por aguas meteóricas las que producen óxidos llamados limonitas quedando el oro liberado de la estructura cristalina.

Se emplea la lixiviación con cianuro, en pilas de acumulación de mineral.

Volumen de producción:	800,000 toneladas de material repartidas en: 385,000 toneladas de mineral 450,000 toneladas de desmonte
------------------------	---

Fragmentación requerida: El 80% < 6" y el 20% entre 6" y 0.50 m.

Mineral explotado: Mineral de Oro y Plata en menor cantidad.

El oro requiere un estricto control de calidad en cuanto a leyes o contenido metálico.
La ley estimada promedio es de 2 gr./ton.

Selección de alternativa de explotación: Por lo expuesto se recomendó la explotación atajo abierto con arranque del material por banqueo, el control de calidad se traduce en el muestreo permanente de taladros lo que da la información para la configuración de polígonos de extracción, el control de dilución de leyes obliga a bancos

	de no más de 7.00 m.
Altura de banco de producción:	6.00 m.
Sobreperforación:	1.20 m.
Diámetro de taladro:	Controlado por la altura de banco puede ser 6 ¾" de diámetro.
Malla de perforación:	Diseñada de acuerdo a la dureza del material es de 4.50 x 4.50 m ² .
Volumen por taladro:	4.50x4.50x6.00= 121.50 m ³
Toneladas por taladro:	121.5 m ³ x 2.1TM/ m ³ = 256 TM
Toneladas por metro perforado:	256 TM / (6.00+1.20)m= 36 TM/m. perforado.
Horas disponibles al año:	7,200 horas (300 días/ año)
Disponibilidad de energía:	No hay energía eléctrica en la zona.

La disposición física de la mina y los planes de producción requieren que el equipo sea lo más versátil posible ya que los movimientos a efectuar serán casi a diario, debido a que la superficie de la mina es modesta y requerirá disparos continuos. Por otro lado el clima de la mina tiene temporada de lluvias con descargas eléctricas, esto implica que la perforadora no podrá tener alimentación de energía eléctrica.

Estas condiciones está limitando a perforadoras alimentadas con energía Diesel, quedando la alternativa de rotativa, percusiva o rotopercusiva, a su vez neumática o hidráulica. Como no existe en el mercado perforadoras neumáticas para el diámetro de taladro propuesto decidimos por lo siguiente:

Perforadora diesel rotativa e hidráulica con capacidad de perforación hasta 6 ¾" de diámetro de taladros, con barras de perforación de 6.00 m. debiendo contar con compresora capaz de evacuar los detritus del taladro para muestreo (control de calidad). Debe ser versátil, de traslado rápido y soportar el terreno pesado de la operación minera. En el aspecto de mantenimiento debe ser lo suficientemente sencilla para su mantenimiento diario por el operador y el preventivo/correctivo.

Por otro lado el fabricante y/o representante en el mercado nacional debe ser lo suficientemente serio, de alta credibilidad y solvencia para garantizar:

Entrenamiento de personal operador y de mantenimiento

Capacitación permanente del personal de mantenimiento y de operación.

Mantenimiento, preventivo, correctivo y reconstructivo de piezas vitales.

Posibilidad de ejecutar contratos de mantenimientos integrales o casi integrales que permitan a la empresa disminuir costos operativos en lo que ha mantenimiento se refiere.

Disponición permanente de repuestos y accesorios originales en stock y en consignación en almacén de mina.

Experiencia en otras minas u oras que nos permitan estimar rendimientos y/o estándares de productividad y costos.

Los estándares obtenidos en perforación son los siguientes:

Disponibilidad mecánica: 90%

Velocidad de perforación promedio . 21.00 m/hr.

Producción stock de material: 7 días más de producción = 187,000 TM.

Producción total requerida: 9'600,000 TM.

Total de metros perforados requeridos: $9'600,000 \text{ TM} / 36 \text{ TM/m} = 267,000 \text{ m}$.

Total de horas requeridas: $267,000 \text{ m} / 21.00 \text{ m/hr} = 12,715 \text{ hr}$.

Horas disponibles para perforación: $7,200 \text{ hr/año} \times 90\% = 6,480 \text{ hr/año}$.

Número de máquinas necesarias: $12,715 \text{ hr} / \text{año} / 6,480 \text{ hr} / \text{máquina} = 1.96$ máquinas.

Número de máquinas requeridas = 02 perforadoras

Se recomienda tener considerar una máquina en stand by.

ANEXO 2

EJEMPLO DE CALCULO DE EQUIPO DE CARGUIO Y ACARREO

A continuación incluimos un ejemplo de cálculo de equipo de carguio y acarreo, el cual puede ser conocido, pero un ejemplo puede aclarar algunas dudas.

Volumen de producción por mes:	800,000 toneladas entre mineral y desmonte.
Días trabajados la mes:	25 días
Disponibilidad mecánica:	85%
Horas de trabajo al día:	22 horas /día
Producción requerida por hora:	$((800,000/25)/22)/(85\%) = 1,710 \text{ ton/hr.}$

Dependiendo de nuestra disponibilidad de equipo, asumiremos que el trabajo lo realizaremos con excavadora Liebherr R964 y camiones volquete Volvo NL12.

1.- Capacidad de la Excavadora.-

a.- Capacidad de cuchara de excavadora:	3 m ³ .
b.- Factor de llenado:	90%
c.- Densidad promedio del material in situ:	2.1 TMS/m ³ .
d.- Densidad promedio del material suelto:	1.6 TM/m ³ .
e.- Capacidad por cuchara:	$(a*b*d) = 4.32 \text{ TM}$

2.- Ciclo de carguio por camión.-

f.- Carguio de un camión:	1.27 min (1'16'' ver tabla de anexo 3)
g.- Espera:	1.00 min.
Total por camión:	$(f+g) = 2.27 \text{ min.}$

3.- Capacidad por volquete.-

h.- Capacidad de tolva:	21 TM
i.- Capacidad de tolva:	$(h/d) = 13.1 \text{ m}^3$.
j.- Factor de llenado:	95%
k.- Capacidad en volumen:	$(i*j) = 12.4 \text{ m}^3$.
l.- Capacidad real:	$(h*j) = 20 \text{ TM}$
m.- Número de pasadas:	$(l/e) = 4.63$

4.- Ciclo de acarreo (minutos).-

n.- Distancia de transporte 4.5 km:	28' (ciclo real en Sipán)
o.- Capacidad horaria por ciclo:	$(l/(n/60)) = 42.9 \text{ TM/hr}$

5.- Utilización de Equipos:

p.- Horas programadas por mes:	$(25*22*85\%) = 468 \text{ hr/mes}$
q.- Producción horaria requerida:	$(800,000/p) = 1,710 \text{ ton/hr.}$
r.- Unidades de acarreo requeridas:	$(q/o) = 39.8 \Rightarrow 39 \text{ unidades}$
s.- Capacidad total de la flota de camiones:	$(o*r) = 1,673 \text{ TM/hr.}$

- t.- Horas de uso de cada camión: $(800,000/s) = 478 \text{ hr/mcs}$
- u.- Capacidad Horaria de Excavadora: $(e*m/((f+g)/60)) = 529 \text{ TM/hr.}$
- v.- Número de Excavadoras requeridas: $(q/u) = 3.2 \Rightarrow 4$
- w.- Capacidad Total de Cargadores: $(v*u) = 2,116 \text{ TM/hr.}$
- x.- Horas Cargador de Operación: $(800,000/w) = 378 \text{ hr/mes.}$

Resumen.-

de camiones de 20 TM= 39

de equipos de carguío = 3 excavadoras R964+ 1 Cargador Frontal CAT 950F

FOTOGRAFIAS



Operación de carguío utilizando cargador frontal y tractor



Vista del Pad de Maqui Maqui después de habersele retirado la capa de top soil



Tubería y accesorios de tuberías colectoras de solución



Comprobación de la altura de PDL colocado



Limpieza de tolva de volquete con carga retroexcavadora en botadero de top oil



Compactación de soil liner en talud



Equipos adquiridos por COSAPI para la Operación de Sipán: Excavador Liebherr 974 y Camión CAT 771D



Equipos adquiridos por COSAPI para la Operación de Sipán: Excavador Liebherr 964



Carátula de la Revista Cuadrilla de COSAPI con ocasión de la primera barra de oro fundida en Sipán

BIBLIOGRAFÍA

- **Technical Specifications for 1995 Heap Leach Facility Expansions of Minera Yanacocha S.A.**, Vector Engineering, Inc., 1995.
- **Oro: Pasado, Presente y Futuro**, Minas y Petróleo, Diario Expreso, Lima, Mayo 1996.
- **Procedimiento para la Implantación del Sistema de Planeamiento y Control por Procesos**, COSAPI, Lima, Enero 2000.
- **Control de Proyectos**, Unidad de apoyo de control de proyectos, COSAPI, Lima octubre 1999.
- **Cuadrilla**, Boletín informativo de COSAPI, Lima, 1999.
- **Perforación y Voladura de Rocas**, Educación satelital, TECSUP, Sipán-Cajamarca, año 1999.
- **Manual de Procedimientos Constructivos – Construcción de Leach Pad y Obras Complementarias – Ampliación Minera Yanacocha**, COSAPI – U.O. 2610, Cajamarca, Enero 1996.
- **Procedimientos Constructivos**, COSAPI – U.O. 2680, Sipán -Cajamarca, año 1999.
- **Selección de Equipo y Maquinaria en la Industria Minera**, Seminario de la Facultad de ingeniería, geológica, minera y metalúrgica, UNI, Ing. Luis Rojas Gallegos, Agosto 1996.
- **Manual de Arranque, Carga y Transporte en Minería a Cielo Abierto**, Instituto Tecnológico GeoMinero de España, España, 1995.
- **Informes Mensuales de Obra**, COSAPI – U.O. 2680, Sipán -Cajamarca, año 1999.