

# IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE CORTO PLAZO EN VULCAN

Jorge R. Navea<sup>1</sup>, Miguel A. Pérez<sup>1</sup>

## RESUMEN

La mina está encargada de asegurar la definición de reservas, desarrollar los planes de producción y operar el rajo, en forma productiva y segura, respetando el medio ambiente y con un personal altamente motivado, con el fin de maximizar los excedentes económicos derivados del negocio minero.

Actualmente el plan de producción semanal se diseña ocupando el software AutoCad en conjunto con una planilla Lotus, trabajo que resulta un poco engorroso al momento de actualizar los datos para su preparación. Para lograr este objetivo se incorpora un Sistema de Planificación de Corto Plazo de Ingeniería, permitiendo desarrollar de forma sencilla y rápida los procedimientos necesarios para la confección del Plan de Producción de Corto Plazo, lográndose un ahorro de tiempo considerable, manejo óptimo de las bases de datos histórico. Este trabajo fue desarrollado en Compañía Minera Zaldivar.

## ABSTRACT

The mine is entrusted of assuring the definition of reservations, develop the plans of production and operate the pit, in productive and sure form, respecting the environment and with a personnel highly motivated, with the purpose of maximizar the economic surpluses derived of the mining business.

At the moment the plan of weekly production is designed occupying the AutoCad software together with a Lotus planilla, work that is a little annoying to the moment of modernizing the data for their preparation. In order to achieve this objective you incorporate a System of Planning of Short Term of Engineering, allowing to develop the necessary procedures for the making of the Plan of Production of Short Term of simple and quick form, achieving a saving of considerable time, good handling of the historical data bases. This work was developed Mining Zaldivar in Company.

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente en toda empresa moderna, todos los esfuerzos apuntan a optimizar su proceso productivo en forma global.

Para ello es necesario la optimización de cada una de las partes del proceso, las que en su conjunto, lograrán el objetivo final de reducir los costos operacionales aumentando de esta forma la relación beneficio costo. Una buena manera de optimizar los procesos son utilizar de forma eficiente los recursos

existentes, aprovechando el potencial humano y el equipamiento tecnológico que la empresa posee.

Bajo este concepto es que nace la inquietud de optimizar el proceso de preparación del plan de producción de corto plazo. Para ello se propone utilizar el software de diseño minero VULCAN y diseñar un programa que permita realizar este trabajo de manera más simple, que logre unificar el manejo de datos en un solo sistema, evite la duplicidad de información y consiga un ahorro de tiempo en la preparación del plan de producción.

<sup>1</sup> Universidad de Atacama, Departamento de Ingeniería de Minas, Avenida Copayapu 485 Casilla 240 Copiapó. [Jonavea@plata.uda.cl](mailto:Jonavea@plata.uda.cl)

## 1.1 Objetivos Generales

El objetivo general de este trabajo es implementar un nuevo sistema para desarrollar los planes de producción de corto plazo utilizando el software de diseño minero Vulcan.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

El plan de producción desarrollado en el trabajo deberá entregar para el área de ingeniería parámetros tales como:

- ☞ Información general de mantención mecánica y sistema de Despacho
- ☞ Reconciliación semanal y tonelaje movido por equipo
- ☞ Marcar avances en poligonales que entregan tonelaje y ley diario y semanal
- ☞ Comparación modelo de bloques v/s tonelaje tronado
- ☞ Rendimiento de equipos de carguío
- ☞ Eficiencia de transporte

## 2. TRABAJO CON VULCAN

### 2.1 Introducción

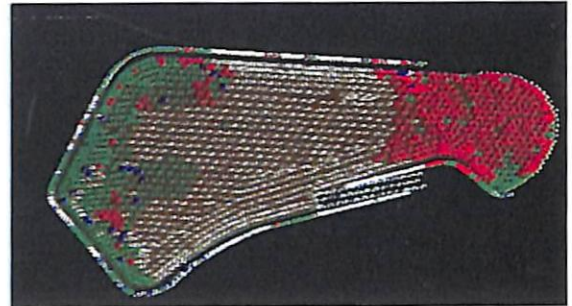
Para decidir los sectores en que van a operar los distintos equipos, el ingeniero de corto plazo puede trabajar con dos softwares de diseño:

- AutoCad
- Vulcan

Por el momento, y debido a que se está avanzando en forma paralela para generar las bases de datos necesarias para poder descargar la información contenida en los pozos de tronadura que son muestreadas en el laboratorio químico, y que son de vital importancia para realizar el avance de los equipos de carguío en la planificación semanal en Vulcan, es que se debe trabajar todavía con el software AutoCad. De igual manera se dejan las bases para poder diseñar, una vez terminado el trabajo con las bases de datos anteriormente descritas, con el software Vulcan.

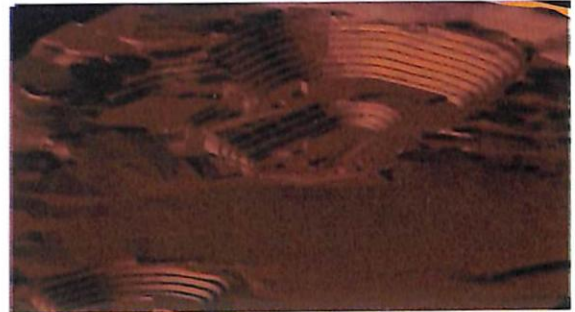
## 2.2 Planificación de Corto Plazo con VULCAN

Para realizar el trabajo de programación de corto plazo en Vulcan es necesario tener las triangulaciones de todos los bancos de la mina, actualizadas a la fecha de la programación. El departamento de geomensura se encarga de mantener estas triangulaciones con los avances que se producen día a día en cada una de las frentes de carguío (Ver, fig. 2.1).

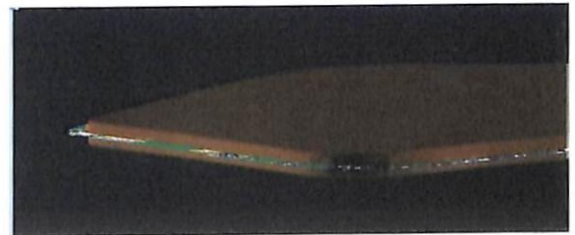


*Figura 2.1 Avances diarios de la mina*

Teniendo esta información, se ubica la triangulación sobre la cual se va a generar la programación (Ver figura 2.2), y se cargan los pozos de tronadura actualizados a la fecha del programa (Ver figura 2.3).



*Figura 2.2*



*Figura 2.3 Pozos de Tronadura*

Una vez cargadas la triangulación y los pozos de tronadura, se ubica el menú OPEN PIT, Open Cut Design y la aplicación Blocks. Se despliega un menú en el cual se debe asignar un nombre a la triangulación que representará el avance. Además se debe ingresar el ángulo de reposo que llevará la triangulación (simula la frente de trabajo y expresado en grados sexagesimales) y el tonelaje que se programó para ese equipo. Seguido se debe llenar la información que se quiere informar en la ventana de reportes, sea esta cobre total (TCU), cobre soluble (ASCU), relación cobre total cobre soluble (TCU/ASCU), etc., además de la densidad a utilizar para el cálculo de tonelaje.

Para asignarle el nombre a las triangulaciones de avance, se propuso usar el siguiente formato

**1622\_11.00t ó 0107\_12.00t**

Donde los números antes del guión representan los días entre los cuales va a ser válido el programa. El número después del guión representa el mes de la semana del programa. De acuerdo a esto, el primer ejemplo representaría la semana de programación desde el 16 al 22 de noviembre y el segundo ejemplo la semana desde el 01 al 07 de diciembre.

En el caso de que la programación incluya los últimos días de un mes con los primeros del mes siguiente, el número que representa el mes correspondería al mes en término. Por ejemplo, para la semana programada entre 28 de septiembre y el 04 de octubre usaría el formato

**2804\_09.00t**

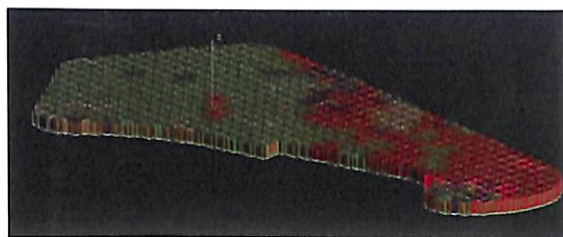
Una vez ingresados los datos que llevará la triangulación, Vulcan pide seleccionar la triangulación de base, que corresponde al banco en explotación y que es donde se construirá el programa, y se procede a seleccionar el área que se explotará durante la semana siguiente. Previo a esto de debe abrir una ventana de reportes.

Seleccionada al área de programa, aparece en la ventana de reportes la información relacionada con la nueva triangulación. En ella aparece el nombre de la triangulación, el tonelaje y su diferencia con el

tonelaje objetivo y la ley contenida en la triangulación.

En el caso de encontrar diferencias con el tonelaje objetivo o simplemente querer cambiar la forma de la triangulación, Vulcan ofrece un menú, inmediatamente aparecida la ventana de reportes, donde da la opción de guardar la triangulación existente, editar algunos vértices, realizar otra diferente o simplemente cancelar la acción.

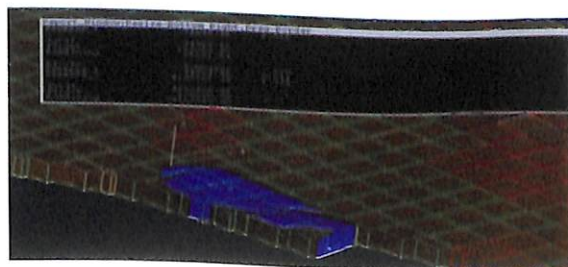
Para trabajar con el modelo de bloques, y poder comparar los resultados de los muestreos de pozos de tronadura con lo que dice los modelo bloques, debe cargar el modelo que esté actualmente en uso en la triangulación del banco en el que se está programando (Ver figura 2.4).



*Figura 2.4 Triangulación del Banco de Tronadura Programado*

Cargado el modelo de bloques, se enciende nuevamente la triangulación que representa el programa de producción (Ver figura 2.5). Se abre la ventana de reportes, y mediante el menú Block, Reserves Adv., se puede entregar la información referente a tonelajes y leyes que existen dentro del área de programa.

Con esto se termina de desarrollar los pasos necesarios para realizar la planificación del plan de producción con el uso del software Vulcan.



*Figura 2.5 Programa de Producción*



### 3. DISEÑO ESTRUCTURADO DEL SISTEMA CORTO PLAZO INGENIERÍA (SCPI)

#### 3.1 Descripción General

El sistema de planificación de corto plazo en ingeniería (SCPI), es un programa ideado con el fin de facilitar el proceso de revisión y programación de los planes de producción de corto plazo, y poder servir como material de apoyo a consultas acerca de estos planes en cualquier momento mediante el uso de tablas y gráficos.

#### 3.2 Estructura del Programa

El SCPI se divide fundamentalmente en tres partes. La primera incluye todo lo referente a la revisión y cumplimiento de los planes de producción, la segunda que involucra los parámetros relacionados con la planificación de la producción para cada uno de los equipos de carguío para la semana siguiente, y la tercera, dedicada a los resúmenes de los rendimientos de los distintos equipos de apoyo de la mina y mineral enviado a chancado.

En las figuras 3.1 y 3.2, se presentan esquemas que representan gráficamente lo explicado anteriormente y además información general acerca del funcionamiento y manejo de datos del sistema.

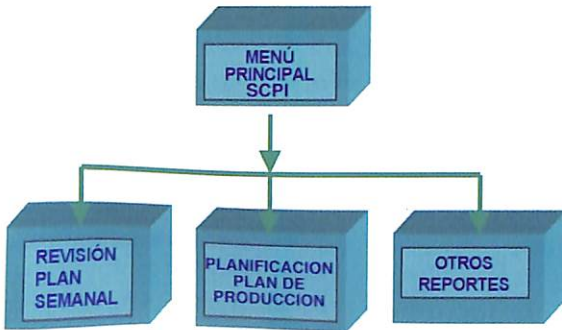


Figura 3.1 Estructura del Programa

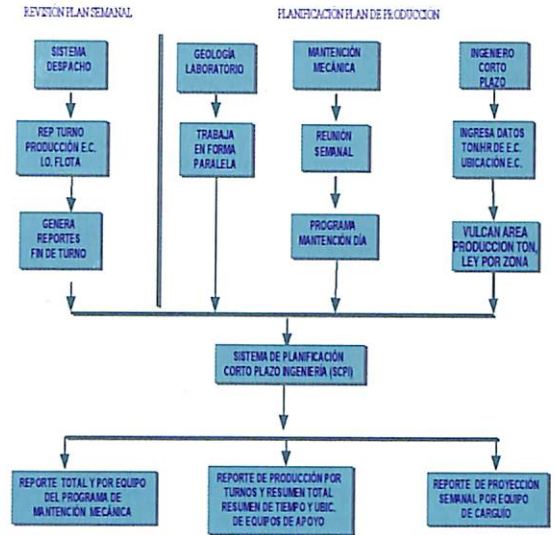


Figura 3.2 Estructura Programa SCPI

El SCPI funciona con tres bases de datos distintas, todas diseñadas en Acces. Estas se denominaron MDB M. Mecánica, MDB Corto Plazo y MDB Despacho mina.

La base de datos MDB M. Mecánica contiene la información proveniente del área de Mantenimiento Mecánica y que tiene relación con el programa de mantenimiento de equipos mina para la semana entrante, información que sirve de apoyo para que el ingeniero de corto plazo realice la proyección del plan de producción.

En la base de datos MDB Corto Plazo el programador de corto plazo descarga la información acerca de la proyección del programa de producción para la semana entrante y queda registrado para su posterior procesamiento.

Por último en la base de datos MDB Despacho mina se encuentra toda la información referente al rendimiento real de los equipos mina, por ejemplo horas operativas, demoras, etc.

#### 3.3 Descripción de los Módulos

##### 3.3.1 Módulo Principal

Para acceder al SCPI es necesario tener una con-

traseña (Ver figura 3.4), que se entregará en un principio a los programadores de corto plazo tanto de ingeniería como al de mantención mecánica, para evitar la manipulación de los datos por parte de terceros.



Figura 3.4 Menú Principal

Una vez accesado al programa, se ingresa al menú para actualizar la información del Despacho Mina (Ver figura 3.5). El programa indica la fecha actual y la fecha de la última actualización de datos.

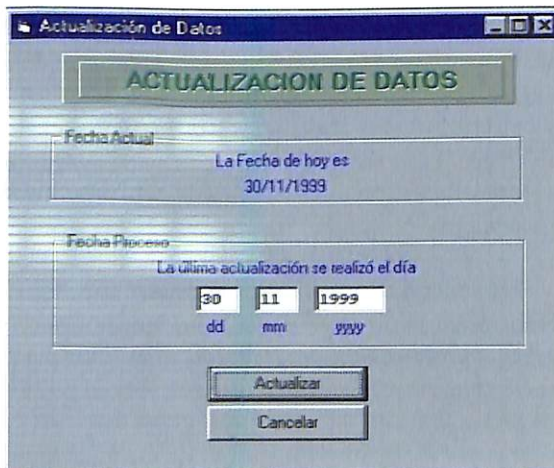


Figura 3.5 Actualización de Datos

Realizado los pasos anteriores se ingresa al menú principal (Ver figura 3.6) donde están contenidos los distintos menús colgantes correspondientes a la planificación de corto plazo en ingeniería.



Figura 3.6 Sistema de Corto Plazo

### 3.3.2 Módulo de revisión del plan de producción

El objetivo de este módulo es realizar una comparación entre el plan de producción programado y la producción real obtenida durante la semana.

Para estos efectos este módulo utiliza las bases de datos MDB Corto Plazo y MDB Despacho Mina. La primera aporta con los datos de producción programados para la semana de turno, mientras que la segunda entrega los datos reales de producción para cada uno de los equipos mina.

El SCPI toma la información proveniente de cada una de las bases de datos y las ordena, pudiendo generar tablas de comparación, tanto por turnos como de producción total, donde aparecen detalladamente los datos de producción e índices operacionales de cada uno de los equipos de carguío y de la flota de transporte, además de sus correspondientes gráficos.

Se puede revisar el comportamiento de las distintas flotas en función de sus índices operacionales (programado versus real) a través de gráficos. Si se seleccionan los equipos de carguío, se ingresa a un menú donde se selecciona la semana de turno y el gráfico de comportamiento que se quiere revisar, sean estos de disponibilidad física, eficiencia o utilización.



### 3.3.3 Módulo de planificación del plan de producción

El objetivo de este módulo es realizar el plan de producción de la semana entrante mediante el uso de información proveniente del área de mantención mecánica y de los comportamientos históricos de los equipos en los distintos sectores de la mina.

Para lograr este objetivo el módulo trabaja con las bases de datos MDB M. Mecánica y MDB Corto Plazo. En la primera se encuentra el programa de mantención semanal de equipos mina, mientras que en la segunda es donde se guardará la información referente a la planificación del plan de producción en confección.

El SCPI recoge los datos provenientes de la base de datos MDB M. Mecánica, los maneja y ordena, y los ubica en la tabla de programación semanal por turnos, donde el programador de corto plazo debe ingresar la ubicación y tonelaje estimado para cada uno de los equipos de carguío. Finalmente, descarga toda esta información en la base de datos MDB Corto plazo.

En este módulo también se actualizan los circuitos de transporte para cada uno de los puntos de carguío, pudiendo determinar con esto las capacidades de transporte y carguío de materiales estimadas a mover durante la semana que se va a planificar.

### 3.3.4 Módulo para la obtención de otros reportes

El objetivo de este módulo es entregar reportes gráficos tanto del envío de material a chancado, como del tiempo y lugar en que han sido ocupados los equipos de apoyo durante la semana de turno.

Para llegar a obtener estos resultados este módulo usa la base de datos MDB Despacho Mina, que es donde se almacena el resumen de lo ocurrido en la semana en la operación.

## 3.4 Validación del Programa

### 3.4.1 Módulo de revisión del plan de producción

Este módulo utiliza las bases de datos MDB Corto Plazo y MDB Despacho Mina.

Toda esta información es posible desplegarla a través del menú colgante **Revisión**, de donde se despliegan submenús denominados “Resumen de producción”, “Parámetros Operacionales” y “Gráficos”.

A través del submenú “Resumen de producción (Ver Figura 3.7) donde se selecciona la semana de turno que se desea revisar y si necesita un resumen total de producción o separado por turnos. Una vez seleccionados se despliega una tabla resumen que se puede imprimir directamente



Figura 3.7 Submenú Resumen de Producción

En el submenú “Parámetros Operacionales”, se puede revisar el comportamiento de las distintas flotas en función de sus índices operacionales (programado versus real) (Ver Figuras 3.8 y 3.9).

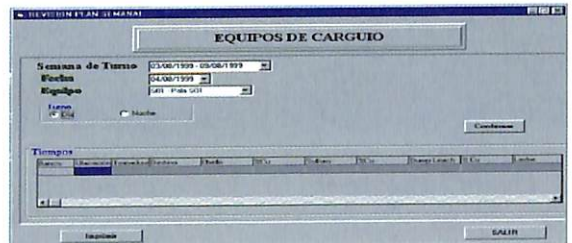


Figura 3.8 Submenú Parámetros Operacionales Equipos de Carguío



Figura 3.9 Submenú Parámetros Operacionales Equipos de Transporte

En el último submenú “Gráficos”, se pueden revisar los gráficos de producción de la mina y de los índices operacionales de las flotas de carguío y transporte. Estos dos últimos puntos, índices operacionales de las flotas de carguío y transporte, poseen sus propios menús (Ver figuras 3.10 y 3.11), desde donde se pueden seleccionar los equipos individualmente y visualizar su comportamiento durante la semana de turno.



Figura 3.10 Submenú Gráfico Flota Carguío

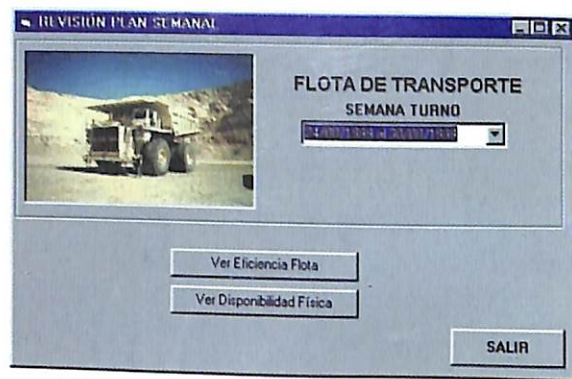


Figura 3.11 Submenú Gráfico Transporte

### 3.4.2 Módulo de planificación del plan de producción

Este módulo utiliza las bases de datos MDB M. Mecánica y MDB Corto Plazo.

Toda esta información es posible desplegarla a través del menú colgante **Proyección**, de donde se despliegan submenús denominados “Mantenimiento Mecánica”, “Proyección Semanal” y “Validación Plan Semanal” (Ver figura 3.12).



Figura 3.12 Menú Otros Recortes

A través del submenú “Mantenimiento Mecánica” se accede a una pantalla (Ver figura 3.13) donde el personal del área de mantenimiento selecciona la semana de turno que va a programar, el equipo, la fecha y el turno en el cual el equipo va a ser enviado a los talleres. Debe seleccionar además las horas de man-



tención que va a estar el equipo y su hora de ingreso. Realizado esto, debe indicar el tipo de mantención que se le va a realizar, sea esta mecánica, por lubricación o eléctrica, o todas a la vez y con su correspondiente orden de trabajo para cada una. En la pantalla “Backlog” se debe describir el trabajo al que se va a someter el equipo.

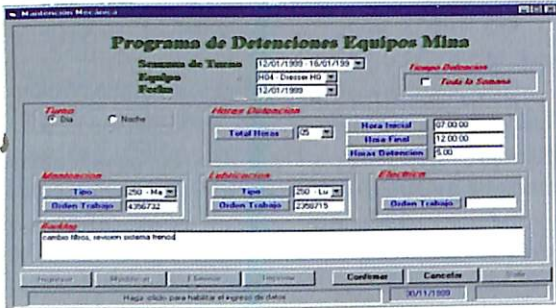


Figura 3.13 Submenú «Mantención Mecánica».

El submenú “Proyección Semanal” es donde se realiza la programación del plan de producción para la semana entrante. (Ver figura 3.14). En el menú se selecciona el día que se va a programar y el turno. Se ingresa el banco en el que va a operara el equipo de carguío y las toneladas por hora que se espera realice.

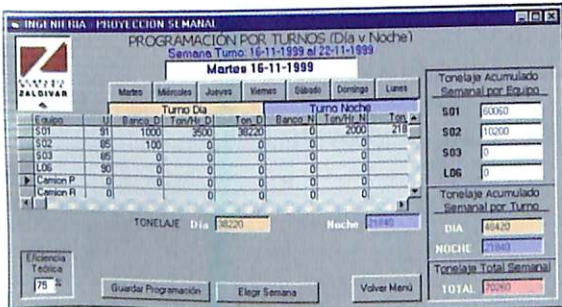


Figura 3.14 Submenú Proyección Semanal

En el submenú “Validación Plan Semanal” se actualizan los circuitos de transporte para cada uno de los puntos de carguío. (Ver Figura 3.15)

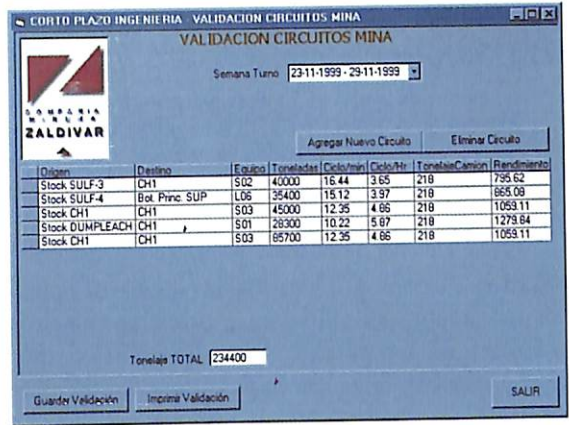


Figura 3.15 Submenú Validación Plan Semanal

### 3.4.3 Módulo para la obtención de otros reportes

Este módulo utiliza la base de datos MDB Despacho Mina.

La información contenida en esta base de datos es posible desplegarla a través del menú colgante **Otros Reportes**, desde donde se despliegan submenús denominados “Mineral a Chancado” y “Horas Operacionales Equipos de Apoyo” (Ver figura 3.16).



Figura 3.16 Menú Otros Recortes



## 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.1 Resultados

Mediante la implementación del Sistema de planificación de Corto plazo de Ingeniería (SCPI), se logró completar el objetivo planteado al comienzo de este trabajo.

El SCPI ayuda a desarrollar el proceso de preparación de la planificación de corto plazo en forma más simple y rápida, permitiendo que toda la información necesaria para su construcción esté siempre disponible dentro de un mismo programa.

En lo que concierne al desarrollo de los planes de producción, es donde más avances se lograron, debido a que es necesario contar con información proveniente de mantención mecánica y despacho mina, y ambos reportes descargan su información en el mismo programa por lo que la información se encuentra disponible en forma casi inmediata.

Por otro parte, él poder realizar los avances de producción semanales utilizando el software de diseño minero Vulcan, permite una comparación inmediata de lo arrojado por el muestreo de pozos de tronadura con el modelo de bloques utilizado, además de una interacción más directa con los planes de producción del mediano y largo plazo.

### 4.2 Análisis de Resultados

Actualmente el programador de corto plazo realiza la planificación usando una planilla Lotus. Le envían vía correo electrónico el plan de mantenciones programadas de equipos mina, en formato Excel, y los tonelajes reales de producción totales y por equipos los recibe de parte del estadístico mina en formato Lotus. Todo esto hace de la programación del plan de producción sea un trabajo engorroso y que además representa un doble trabajo. Además para finas internas, ha sido adecuado para satisfacer las necesidades requeridas por una faena minera. Esto contrasta con las facilidades que entrega el software

Vulcan, que si ha sido diseñado para ser usado por faenas mineras, posee facilidades para el trabajo con modelos de bloques, diseños de rajo, cálculo de volúmenes y tonelajes y en general todo lo necesario para trabajar en minería.

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados, se puede concluir lo siguiente:

Con la utilización del software de diseño minero Vulcan para generar los planes de producción de corto plazo, se logra unificar el sistema de preparación de todos los planes de producción en mismo lenguaje, lo que trae como consecuencia una más fluida interacción entre ellos y mayor rapidez al momento de evaluar el estado de avance de los planes de corto y mediano plazo con respecto del programa implantado por el largo plazo.

El sistema de planificación de corto plazo de ingeniería (SCPI) permite desarrollar de forma sencilla y rápida los procedimientos necesarios para la confección del plan de producción de corto plazo. Por otro lado el SCPI, debido a su simplicidad, permite un ahorro de tiempo considerable en el proceso de preparación del plan semanal, además del hecho de no duplicar información, logrando un óptimo manejo de base de datos histórico.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Soto V., Juan (1994) Minería Cielo Abierto, Vol. II
- Dome Placer (1995) Outokumpu, Documento Interno
- Piñana Jorge et al (1999) Manual para la Preparación del Plan de Corto Plazo Ingeniería, Manual Interno
- Morales Patricio (1999) Manual Para la Preparación del Plan de Corto Plazo Geología, Manual Interno