



Nociones de Planificación de Minas

Curso de Extensión

Material compilado por la profesora: Aurora B. Piña D.

Unidad Docente: Explotaciones Mineras. 04/12/2015

Colaboración de: TSU Nuris Duque



Contenido del curso

Definición de la planificación.

- Naturaleza de la planificación.
- Fases de la planificación.
- Utilidad y alcance de la planificación.
- Perfil del planificador(a).

Elementos que intervienen en la planificación minera.

- Diseño de mina. Criterios.
- Planificación. Pautas de producción.
- Tratamiento de los costos.



Bibliografía recomendada

Empleada en esta recopilación

Chacón (1991) “Técnicas de operaciones de minería de superficie”. Venezuela

Castellanos (2004) “Planificación: herramientas para enfrentar la complejidad, la incertidumbre y el conflicto”. Venezuela

Ortiz y otros (2001) “Curso de Evaluación y Planificación Minera”. España.

Castellanos (2005) “Planificación del desarrollo sostenible”. Venezuela

Herrera (2006) “Introducción a los fundamentos de tecnología minera”. España

Portal Minero (2006) “Manual General de Minería y Metalurgia”. Portal Minero Ediciones. www.portalminero.com

Hustrulid y Kuchta (2006) “Open pit mine planning & desing” 2da edición

SME (1992) “Mining Engineering Handbook” Tomos I y II. USA

SME (1990) “Surface Mining”. USA

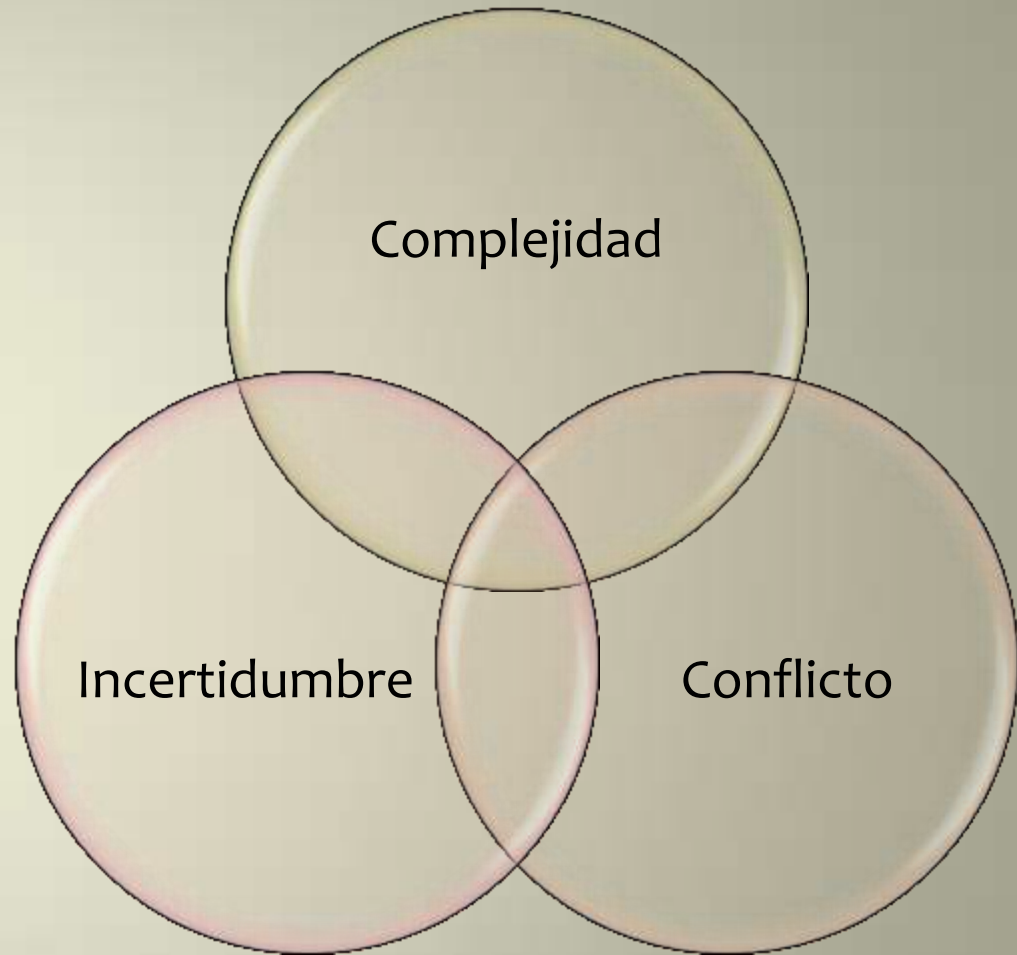
Rubio (2013) “Planificación minera a cielo abierto”.

Duque (2014) “Planificación estratégica a corto plazo en minería”. Presentación Semana Minera 2014 UCV.



Parte 1

Definición de la Planificación y su utilidad





Definiciones de planificación

El profesor Castellanos en 2005 comienza afirmando que la planificación no es ciencia

- Porque no pretende establecer un conjunto de teorías que permitan predecir el comportamiento de algo frente a determinados estímulos

Es una forma de “artesanía”

- Porque requiere de dominio de otras disciplinas y de ciertas habilidades
- Sus productos nunca se parecen a otros, ni son iguales

De su experiencia propone la siguiente definición:

- “la planificación es una artesanía que forma parte de los procesos de toma de decisiones, relacionada con la distribución de recursos relativamente escasos entre fines múltiples (...)”



Definiciones de planificación

Castellanos (2005) explica que son muchas las definiciones de planificación

- Matus (1984) la define como: “el cálculo que precede y preside la acción”.
- Cierta afirmación debido a que estamos constantemente planificando.

No se puede hablar de procedimientos para planificar

- Debido a que la acción misma de planificar ha cambiado con el tiempo.
- Se construye en cada época y momento histórico.
- Sufre modificaciones debido a su adaptación a distintos contenidos y entornos en las que se encuentre el planificador(a).

Puede adquirir matices dentro de proyectos políticos e ideológicos.



Definición y naturaleza de la planificación

• (Castellanos, 2004)

Denominadores comunes:

- Relación que se establece entre fines a alcanzar y medios para lograrlo eficientemente;
- Sentido de prevención, de anticipación a lo que ocurrirá o debería ocurrir (el intento de “adivinar” el futuro);
- La noción de trabajo ordenado, sistemático; y
- Fases interactuantes.



Planificación

• (Castellanos, 2004)

La planificación es un método bajo la forma de proceso, para la toma de decisiones en torno al mantenimiento de una realidad dada o su transformación en otra más deseable, mediante la distribución de recursos entre fines múltiples, cumpliendo los siguientes requisitos:

- La minimización de costos,
- La maximización de beneficios y
- El mantenimiento de equilibrios dinámicos entre las fuerzas sociales que poseen recursos, desean poseerlos o se ven afectados por el uso que de ellos se haga.



Precisiones de la definición de planificación

(Castellanos, 2004)

Se entiende por método un modo ordenado de proceder para llegar a un fin determinado.

El método adopta la forma de un proceso, porque la planificación consta de fases formalmente sucesivas.

Se entienden por recursos, no sólo los monetarios, sino también el tiempo, el espacio y los recursos humanos, culturales y naturales.

Igual ocurre cuando se hace referencia a los recursos y beneficios.

El requisito de minimizar los costos y maximizar las ganancias corresponde a la concepción tradicional de planificación; el mantener equilibrios dinámicos entre fuerzas sociales está en el centro de la planificación estratégica.



Precisiones de la definición de planificación

• (Castellanos, 2004)

Se insiste en que dichos equilibrios no se refieren al logro de una cierta uniformidad en el poder de los actores sociales, sino a la minimización de los conflictos entre ellos, permitiendo que la sociedad funcione fluidamente.

Por otra parte, esos equilibrios son dinámicos, se recomponen constantemente en la medida en que las realidades cambien.

De ninguna manera la planificación se plantea el logro de “un equilibrio único” permanente.

La gama de actores o fuerzas sociales puede ir desde los grandes estratos o clases sociales que integran la sociedad en su conjunto, hasta los miembros individuales de un grupo en particular, dependiendo del ámbito cubierto por cada proceso concreto de planificación.



Fases interactuantes de la Planificación

• (Castellanos, 2004)

Independientemente del nombre que se les dé, las fases interactuantes son:

- Definición de objetivos.
- Diagnóstico.
 - Descripción de lo planificado tal y como es: modelo analítico.
 - Descripción de lo planificado tal y como debería ser: modelo normativo.
 - Explicación de por qué lo planificado es como es y no como debería ser: diagnóstico propiamente dicho.
- Prospectiva.
 - Prognosis: descripción de cómo evolucionaría lo planificado si sus condicionantes actuales continuaran actuando igual que hasta ahora.



Fases interactuantes de la Planificación

(Castellanos, 2004)

Prospectiva.

Escenarios: situación durante un lapso futuro, del conjunto de variables, que sin ser parte del plan lo condicionan fuertemente.

Imagen objetivo: visión referencial elástica de lo que, en conjunto, se desea alcanzar con el plan.

Selección de instrumentos para alcanzar los objetivos.

Selección preliminar.

Evaluación multicriterios.

Jerarquización.

Análisis de suficiencia.

Análisis de compatibilidad y complementariedad.

Selección final de instrumentos.

Definición de mecanismos para implementar y revisar lo planificado.



Utilidad y alcances de la Planificación

(Castellanos, 2004)

La existencia de la planificación se fundamenta en: escasez de los recursos frente a las necesidades múltiples y crecientes, la complejidad, turbulencia, incertidumbre y conflictividad que caracterizan a las actividades humanas y su entorno.

Otra forma de apreciar la importancia de la planificación es tomándola como una forma de abordar problemas específicos, descomponerlos en partes manejables y encontrarles solución.

La otra forma, menos visible, es la traducción de conocimientos en acción.



Utilidad y alcances de la Planificación

(Castellanos, 2004)

Con estos dos conceptos, la planificación como solucionadora de problemas y como vehículo para operativizar los conocimientos, es útil en aspectos no sólo técnicos, que van desde los cotidianos, personales o profesionales.

La ventaja de la planificación es que logra una cierta capacidad investigativa y educativa, debido a que como proceso implica discutir objetivos, ventilar conceptos y generar información; aumentando el conocimiento y la sensibilidad de los problemas que se desean atacar, lo cual puede repercutir positivamente a favor de encontrar soluciones.



Características deseables de la Planificación

• (Castellanos, 2004)

Ser integral

- Aborda la totalidad o al menos la mayoría.
- Variables y relaciones entre ellas.

Seleccionar adecuadamente las variables

- Las realmente indispensables.
- La acumulación de información no relevante es enemiga de la buena planificación pues despilfarra recursos y oscurece los resultados.

Abstenerse de abusar de modelos matemáticos

- Hay que cuidar no caer en el “preciosismo” que pretende que lo planificado debe ceñirse estrictamente a los requerimientos de su modelo y si no responde a estos, es la realidad la que tiene problemas.

Calidad de la información

- Falta de confianza en la calidad de la información.
- La experiencia puede aportar importante información que no necesariamente es de orden numérico.



Características deseables de la Planificación

• (Castellanos, 2004)

Objetividad en el análisis de las causas de la realidad

- En el análisis de las causas determinantes de la realidad considerada.
- El análisis subjetivo de las causas, teñido por la pasión, la ignorancia o los intereses, conduce a conclusiones erradas e incapaces de alcanzar los objetivos.
- El planificador requiere aceptar que existen tantas “verdades” como actores involucrados.

Realismo

- Significa hacer propuestas factibles, no sólo desde el punto de vista técnico y económico, sino también administrativos, social, políticos y ambiental.
- Tomar en cuenta lo deseable. La planificación debe ser participativa y no el trabajo aislado de un grupo particular de intereses.

Continuidad y flexibilidad

- Debe ajustarse permanentemente.
- Los planes se convierten rápidamente en obsoletos.
- La capacidad de adaptación continua constituye, una de las características que definen lo estratégico en el proceso de planificación.



Planificador(a)

• (Castellanos, 2004)

A mayoría de los expertos están de acuerdo en que planificar es un proceso para alcanzar una decisión racional, que implica anticipar el curso de acción que ha de adoptarse con la finalidad de obtener una situación deseada.

Planificador(a) sería aquel(la) que “sabe” distribuir recursos relativamente escasos, entre fines múltiples y alternativos, minimizando costos y maximizando beneficios; entendiendo que los recursos, los costos y los beneficios no sólo son los financieros, sino también los humanos, los sociales, los culturales, los espaciales y los naturales.



Retos de la Planificación

• (Castellanos, 2004)

La presión por tomar decisiones complejas participativa y rápidamente, aumenta la necesidad de experticia en materia de dinámica de grupos, presentaciones y discusiones; y sobre todo, eleva a un primer plano lo que se conoce como “pensamiento estratégico” continuo.

Es vital entender que el plan (solo) no basta. Se requiere el plan para aplicar el plan con éxito.

Tres grandes disciplinas deben ser manejadas e instrumentalizadas a los fines de la planificación realmente estratégica: la comunicación, el poder y el conflicto-negociación.



Clasificación de la Planificación

• (Ortiz y otros, 2001)

Las clases de planificación que en una empresa deberán llevarse a cabo en función de las áreas en que se tendrán que tomar las decisiones, son:

Planificación operativa

Planificación administrativa

Planificación estratégica



Clasificación de la Planificación

(Ortiz y otros, 2001)

La Planificación Operativa

Es la que **actúa sobre los factores de suministro, conversión, producción y comercialización** para lograr los productos requeridos en el tiempo, lugar y precio, así como para su promoción y distribución.

Suele dividirse, consecuentemente, en función del tiempo (corto, medio y largo plazo), en función del espacio (áreas, niveles, secciones, zonas geográficas, etc.) o por el valor comercial (calidad, densidad económica de los productos, primarios, secundarios, etc.)



Clasificación de la Planificación

• (Ortiz y otros, 2001)

La Planificación Administrativa

- Es la que relaciona las entradas (inputs) de la empresa, los famosos "M" americanos (men, materials, machines, money, management), estudiando sus necesidades y sus distribuciones relativas para lograr el óptimo producto y el equilibrio y armonía entre ellas, preparando los programas correspondientes de:
 - formación de personal,
 - abastecimiento o disponibilidad de materias primas,
 - selección y mantenimiento de procesos y maquinaria,
 - financiación, resultados y tesorería,
 - selección y captación de personal directivo,
 - investigación tecnológica y de mercado.



Clasificación de la Planificación

• (Ortiz y otros, 2001)

La Planificación Estratégica

- Corresponde a la Alta Dirección.
- **Actúa fundamentalmente sobre las salidas (outputs) de la empresa,** esto es sobre aquellas decisiones previas que determinan la naturaleza misma y la dirección del negocio.
- Debe considerar no solo los grandes objetivos que definen la propia empresa, sino también los planes, la captación de los recursos y los medios para lograrlos.

Existe una muy común confusión entre la planificación estratégica y la planificación a largo plazo.



Clasificación de la Planificación

(Ortiz y otros, 2001)

DIFERENCIAS ENTRE LA PLANIFICACION A LARGO PLAZO Y LA ESTRATEGICA

CARACTERISTICAS	ESTRATEGICA	LARGO PLAZO
Del problema u objetivo	Problemas nuevos, no estructurales	Problemas con alguna estructura
Importancia de la experiencia previa	Poca	Algo a mucho
Naturaleza de la información base	Cualitativa	Más cuantitativa y datos conocidos
Énfasis	En la efectividad (en el qué del negocio)	En la eficiencia (en el cómo del negocio)
Perspectiva en el tiempo	Del futuro hacia hoy	De hoy hacia el futuro
Horizonte	15 a 20 años	3 a 5 años
Enfoque	Proyectar	Organizar
Ejecutores	Alta Dirección (Pocas Personas)	Direcciones operativas (Muchas personas)
Sistema	Falta la sistemática pero dominará el contenido	Forma y con dominio del procedimiento
Técnicas o herramientas.	Pocos números, aunque útiles.	Muchos números y muy útiles.
Usos principales	Identifica los cambios y adapta y expande la Compañía en función de ellos.	Coloca y coordina los recursos. Integra las comunicaciones y crea equipo.



Temporalidad en la Planificación

(Herrera, 2006)

LA PLANIFICACIÓN A CORTO, A MEDIO Y A LARGO PLAZO

- CONCEPCIÓN DE LA PLANIFICACIÓN A LARGO PLAZO.
- La planificación de cualquier actividad en la empresa, ha de enmarcarse dentro de un plan estratégico que defina las líneas generales de actuación para la consecución de los objetivos prefijados de rentabilidad y crecimiento.
- Ese plan debe contar con los siguientes elementos:
 - Las informaciones fundamentales (distintos análisis y previsiones de la empresa) en que se basan los planes.
 - Los proyectos de negocio por el autor del plan.
 - Los detalles de los programas de acción establecidos para llevar a cabo las estrategias propuestas.
 - Las necesidades de recursos, fijadas generalmente en términos financieros.
 - Los presupuestos, es decir, la expresión cuantificada de todas las actividades planificadas y que, junto con los programas de acción, sirven de base para la medida y control de la ejecución respecto a los objetivos planteados.



Temporalidad en la Planificación

(Herrera, 2006)

Todo plan gira en torno a la consecución de ciertos objetivos prefijados. El esquema adecuado de formulación de objetivos es el siguiente:

- Deben fijarse los objetivos básicos de la empresa que constituyen las líneas de negocio que se pretende desarrollar y la amplitud con que se desea participar en ellas.
- Una vez definidos los objetivos básicos debe pasarse a la formulación de objetivos específicos .
- Una vez definidos los objetivos deseables, como tarea preliminar, la planificación a largo plazo consistirá en jerarquizar los objetivos y proponer las estrategias a adoptar su consecución.

Se concluye que la labor financiera en la planificación a largo plazo debe centrarse en la gestión y control de los flujos de fondos, minimizando la presencia de recursos ociosos y optimizando las condiciones de obtención de dichos recursos y el empleo de los mismos.



Temporalidad en la Planificación

(Herrera, 2006)

CONCEPCIÓN DE LA PLANIFICACIÓN A CORTO PLAZO

- La planificación a corto plazo comprende la elaboración de presupuestos, su seguimiento y análisis para todas las áreas de la empresa y referidos para periodos cortos de tiempo.
- La planificación a corto plazo constituye el desarrollo práctico de la planificación a largo plazo y son la puesta en práctica día a día de las estrategias definidas en el plan estratégico.
- Referidos a todas las áreas de la empresa y su seguimiento, con la comparación con los datos reales y análisis de desviaciones.
- **La planificación es y debe ser una herramienta para tomar decisiones.**



Interpretaciones en la Planificación

• (Herrera, 2006)

En lugar de interpretarse la planificación como una herramienta o simplemente como una técnica, es mejor comprenderla como un modo de dirigir y conseguir la realización de un proyecto.

Planificación es el desarrollo y evaluación de las alternativas de actuación para alcanzar aquellos objetivos, haciéndolo sobre la base de saber identificar las oportunidades, disminuir las resistencias externas y fortalecer los puntos débiles internos de la empresa.

El proceso de planificación puede ser llevado a cabo para las diferentes áreas o grupos de decisión y también para muy diferentes horizontes de tiempo.



Ventajas de la Planificación

(Herrera, 2006)

<u>Las ventajas</u>	<u>Con planificación</u>
Existe una mayor libertad	<ul style="list-style-type: none">- Se reducen las dudas y los dobles pensamientos.- Se canalizan los limitados recursos hacia un fin común.- Se puede prevenir contra las desviaciones y permite tomar medidas correctoras.
Existe una mayor moral	<ul style="list-style-type: none">- Se tiene una base para una motivación participada del equipo.- Se consigue que el equipo sea atraído y trabaje más de acuerdo hacia los objetivos.- Sin planificación la gente tiende a enfocarse sobre los defectos o las dificultades, aumentando el malestar interno.



Ventajas de la Planificación

(Herrera, 2006)

<u>Las ventajas</u>	<u>Con planificación</u>
Es posible	<ul style="list-style-type: none">- Una base de control para medida de las desviaciones.- Una base para delegar los subobjetivos.- La dirección por excepción y por objetivos.
Es más fácil	<ul style="list-style-type: none">- Comprender los problemas y baches del camino.- Colocar los limitados recursos disponibles.- Tener unos criterios para elegir las alternativas.



Desventajas de la Planificación

(Herrera, 2006)

<u>Los inconvenientes</u>	<u>Con Planificación:</u>
	<ul style="list-style-type: none">- Puede crearse una fuente de conflictos internos.- Coloca algunos "secretos" en manos que podrían llegar a ser peligrosas.- Es difícil formular los objetivos y las alternativas por escrito y consume tiempo y dinero, además de, posiblemente, tener que emplear los mejores cerebros.- Puede reducir el factor de sorpresa y la intuición personal



La Planificación como un proceso

• (Ortiz y otros, 2001)

Planificación es el proceso de formular los objetivos y los subobjetivos, así como el desarrollo y evaluación de las alternativas de actuación para alcanzar aquellos objetivos.

El proceso de planificación puede ser llevado a cabo para las diferentes áreas o grupos de decisión y también para muy diferentes horizontes de tiempo.

Los resultados de este proceso deben ser unas decisiones, que en forma de planes o programas constituyen las bases para actuar.

Los resultados del proceso de planificación deben ser unos documentos formales.



Razones para hacer Planificación en las Compañías

(Ortiz y otros, 2001)

I) Por razones externas

- Cambios en el medio ambiente
- Cambios en las condiciones de los negocios
- Desarrollo del mercado o de la demanda
- Cambios tecnológicos cada vez mas frecuentes
- Nuevas actitudes del Gobierno
 - como un cliente
 - como un factor político
- Fluctuaciones de las cotizaciones de precios y monedas



Razones para hacer Planificación en las Compañías

(Ortiz y otros, 2001)

II) Por causas internas

- Aumento del tamaño de la compañía
- Pérdida de flexibilidad
- Necesidad de integración y control
- Mayores riesgos
- Toma de decisiones más complejas
- Dificultades de comunicación entre los niveles de mando



Parte 2

Establecer los elementos y objetivos que intervienen en la planificación minera.





Métodos de explotación minera a cielo abierto

Sistema Operativos



Métodos mineros

• (Herrera, 2006)

Se denomina “método minero” a un proceso iterativo tanto desde el punto de vista temporal como espacial, que permite llevar a cabo la explotación minera de un yacimiento por medio de un conjunto de sistemas, procesos y máquinas que operan de una forma ordenada, repetitiva y rutinaria.

En principio tan solo existen, actualmente, tres métodos en su sentido más amplio, que son:

- El método de explotación por minería a cielo abierto
- El método de explotación por minería de interior o minería subterránea
- El método de explotación por sondeos.



Métodos mineros

(Herrera, 2006)

Sistema Operativo:
se entiende como sistema minero al conjunto interrelacionado de técnicas y procesos que llevan a cabo la extracción de los minerales en una forma repetitiva, rutinaria e iterativa.

- Dependen fundamentalmente de la resistencia que las rocas oponen a su fragmentación o arranque y posteriormente a su transporte.



Desarrollos de minería de superficie

• (SME, 1992)

En cuanto a la secuencia de pasos para el desarrollo de mina, existen tres que son exclusivos de la minería a cielo abierto:

- *Plan de cierre de mina desde el inicio del desarrollo minero.*
- *Asignación de espacios para guardar la capa vegetal, distintos a los que serán dispuestos para las escombreras.*
- *Construcción de accesos y trabajos de preproducción.*

Todo esto es incorporando a la totalidad de planes de desarrollo y explotación.

El mayor de los objetivos en la minería a cielo abierto es el diseño de la fosa o *pit*.



Desarrollos de minería de superficie

• (SME, 1992)

El mayor de los objetivos en la minería a cielo abierto es el diseño de la fosa o *pit*.

Tres son los grupos de factores involucrados en este proceso:

- **Factores naturales y geológicos:** condiciones geológicas, tipo de mena o material, condiciones hidrológicas-hidrogeológicas, topografía y características mineralúrgicas.
- **Factores económicos:** leyes de las menas, calidades, tonelajes, relación de remoción, costos de operación, costos de inversión, rata de producción y las condiciones del mercado.
- **Factores tecnológicos:** equipos, pendientes de las vías de acarreo, geometría de banco, ángulo de fosa final, líneas de propiedad y fosa límite (*pit limit*).



La Planificación Minera

• (Herrera, 2006)



En la actualidad con la aparición de los controles en tiempo real de muchas de las operaciones o procesos mineros, el control ha pasado a ser más importante que la propia planificación, ya que son los controles quienes ordenan la corrección para lograr los valores programados.

En la operación minera hay claramente dos objetivos esenciales:

- El primero es obtener una producción en tonelaje o cantidad que justifique la demanda y obtenga un nicho del mercado de dicho producto.
- El segundo es que dicho producto tenga la mejor calidad posible para obtener una diferenciación con otros productores y una prima en el precio pagado.





El ciclo de vida de una operación minera

• (Herrera, 2006)

El ciclo de vida de una mina o de un distrito minero es esencialmente función del proceso de agotamiento de los yacimientos.

La escala de tiempo en el ciclo de vida de una mina puede ser, ocasionalmente, indeterminada, y no es posible decir que tal ciclo se ha completado si aún existe alguna posibilidad de descubrimiento de nuevas reservas.

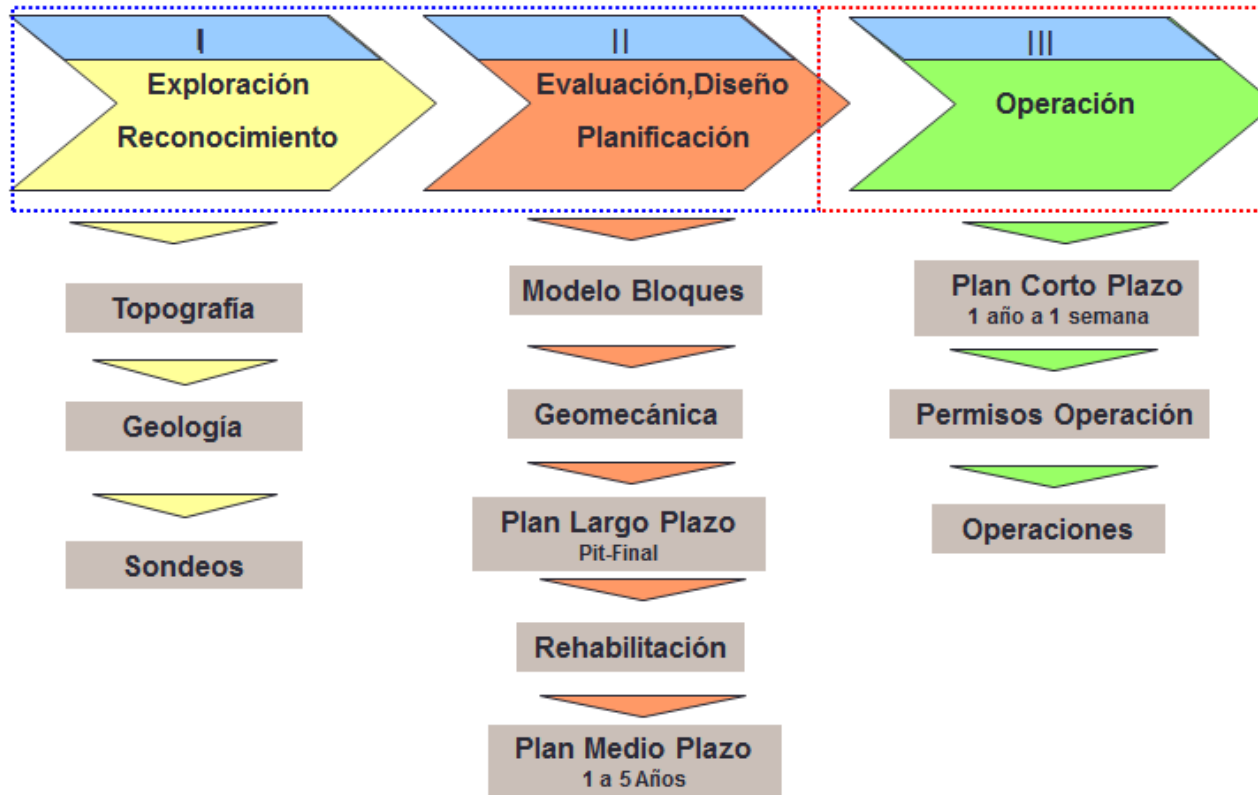
Entre el comienzo del ciclo de vida de una mina y su clausura existe un conjunto de etapas características que comprende: Prospección regional, Exploración e investigación del área, Reconocimiento del potencial yacimiento, preproducción, Arranque y aumento de la producción, Producción madura, Descenso de la producción, Cierre de mina.



El ciclo de vida de una operación minera

(Duque, 2014)

ETAPAS DE UN PROCESO MINERO





En la definición del valor económico de los bloques

Existen numerosos criterios a la hora de optimizar

Maximizar el valor de la explotación

Maximizar el valor por tonelada de producto vendible

Maximizar la vida de la mina

Maximizar el contenido de metal dentro de la explotación



Periodo de duración del plan minero

(Herrera, 2006)

En función de la diferente precisión de los datos y de la escala espacial de los mismos periodos el plan minero a completar de una explotación, grande o pequeña, se descompone en:

PROYECTO	De 15 a 30 Años	Largo plazo
PLAN DE PRODUCCION	De 3 a 5 años	Medio plazo
PLAN DE LABORES	De 1 Año	Corto plazo



Plan de Explotación

- Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela. No. 39.576 de fecha 17/12/2010

RESUELVE:

Dictar las siguientes:

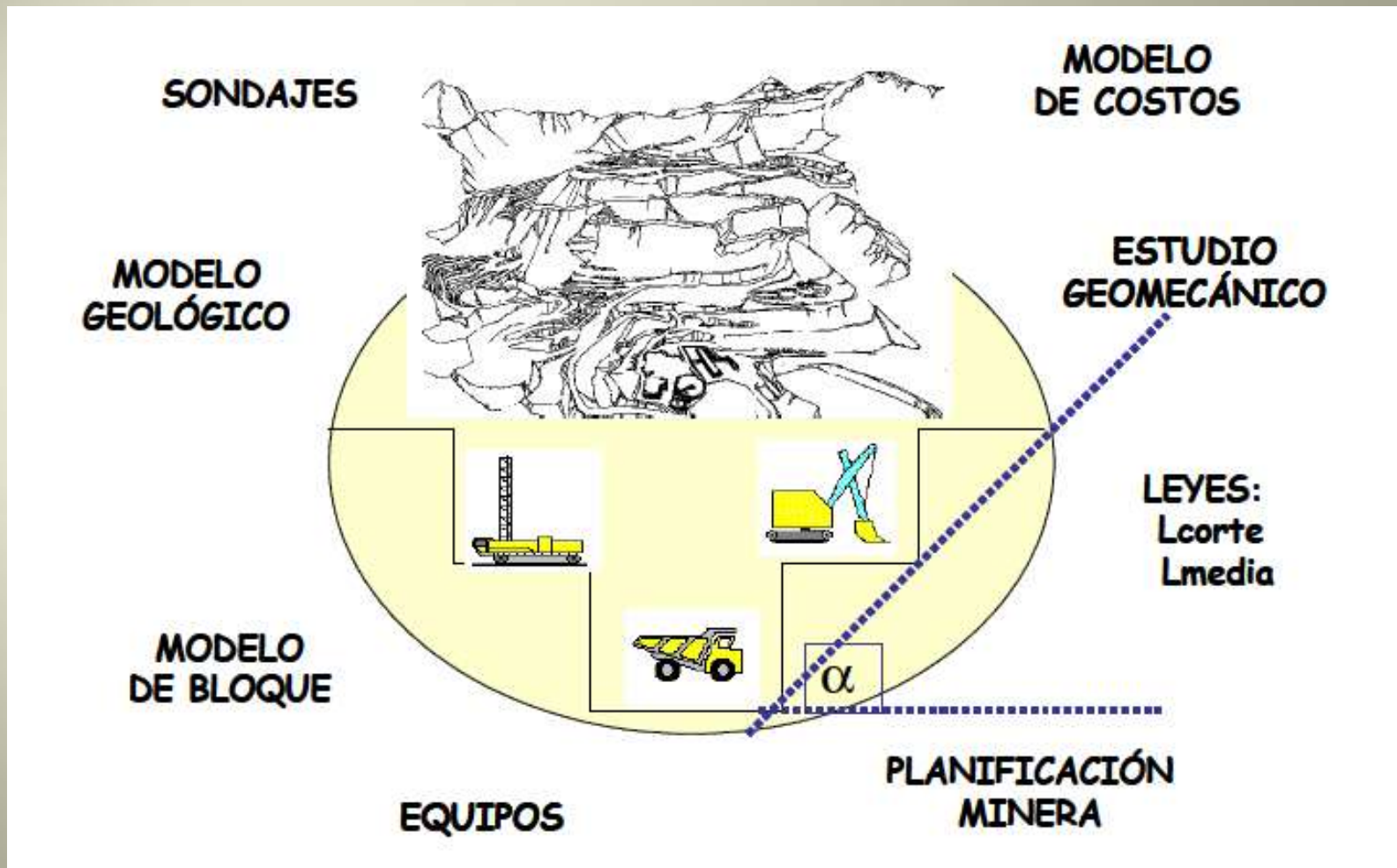
NORMAS PARA LA EMISION DEL INFORME FAVORABLE PARA EL USO DE SUSTANCIAS EXPLOSIVAS Y SUS ACCESORIOS EN LA ACTIVIDAD MINERA

Artículo 3.- A los efectos de la emisión del Informe Favorable para el uso de sustancias explosivas y sus accesorios en labores de exploración y explotación minera, el Plan de Explotación Anual, deberá estar firmado por un profesional de las ciencias de la tierra y contendrá los siguientes elementos:



Diseño minero

(Rubio, 2013)





Diseño de Minería a Cielo Abierto

(Chacón, 1991)

- El primer paso en un proyecto de minería a cielo abierto es el diseño o planificación de la fosa, el cual debe estar correlacionado con todas las fases de la operación minera.

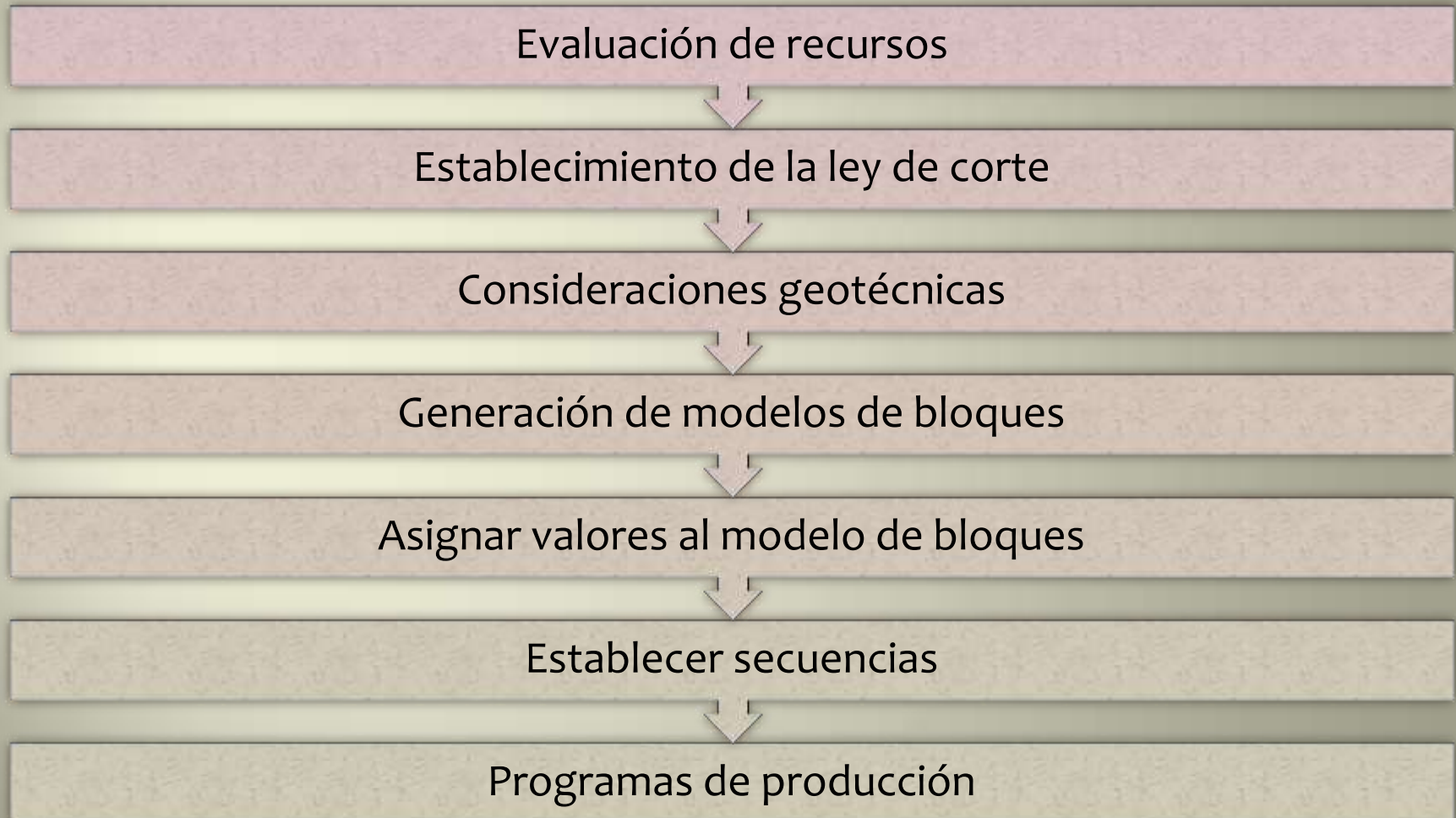
Elementos que deben ser incluidos en la planificación:

- Deben reflejar las características y condiciones en torno al yacimiento mineral y son:
 - Geología y tipo de muestreo, Análisis físico-químicos
 - Tonelaje y área de extensión de las reservas minerales, Topografía, Tipo de mineral
 - Límite de explotación (*Pit limit*)
 - Tenor límite de la explotación, Relación de remoción o de explotación
 - Angulo de inclinación de la fosa, Altura y ángulo de inclinación de los bancos
 - Pendiente y ancho de las carreteras
 - Características metalúrgicas del mineral
 - Condiciones hidrológicas de la zona
 - Delimitación de propiedades
 - Rata o promedio de producción de la mina
 - Consideraciones de mercado y factores económicos concernientes a los costos de inversión, de operación y de beneficio del proyecto



Esquema general de Planificación Minera

(Rubio, 2013)





Aspectos generales

(Chacón, 1991)

Extracción en minas a cielo abierto

Tipo de mineral

Ubicación

Tamaño

Forma

Topografía superficial

Profundidad del cuerpo mineral

Complejidad, calidad y distribución de la mineralización

Caracterización del macizo rocoso

Calidad de la información de las reservas

Inversiones asociadas



Procesos de planificación minera a cielo abierto

(Franco y otros, 2010)

Estas categorías son:

- A. Modelamiento geológico.
- B. Planeamiento minero.
- C. Evaluación financiera.
- D. Decisiones bajo incertidumbre.
- E. Modelos de optimización.



Procesos de planificación minera a cielo abierto

(Franco y otros, 2010)

Chinbat (2009), cree que la actividad minera está particularmente sujeta a más riesgos que otras actividades empresariales e industriales, debido a su incertidumbre, complejidad y alto costo. Una de las primeras cosas a considerar antes de iniciar proyectos de minería es el factor de riesgo.

Komljenovic (2008) analiza las posibilidades de desarrollo de un riesgo global, basado en el rendimiento de gestión de activos en la minería (RIPBAMM).

Para el yacimiento mineral la incertidumbre es un factor crítico en la planificación estratégica de las minas, la optimización de los diseños de minas y la secuencia de largo plazo.



Pautas del programa de producción

(Chacón, 1991)

Los siguientes parámetros proveen una guía en el PP de la Operación Minera:

Minimizar los costos preliminares de producción

Asegurar una adecuada área de trabajo

Uniformizar la relación de explotación

Seguir una secuencia

Minimizar los costos asociados a aspectos ambientales

Considerar siempre los aspectos financieros

Considerar las restricciones del PP



Planificación minera eficiente

(Chacón, 1991)

Una vez terminada la explotación, acondicionar el terreno para un nuevo uso

Minimizar depresiones de la superficie en grandes extensiones (Impactos visuales)

Reforestar todas las áreas utilizadas para minería

Realizar el cierre paulatino de mina considerado desde el inicio mismo de la explotación

Un punto verdadero es el conocimiento que se tenga sobre los efectos contaminantes que se presenten en la etapa de planificación y programación de la producción minera, de forma que se pueda minimizar los costos asociados a éstos eventos.



Aspectos del diseño de minas e índices clave de producción

Y su relación con la Planificación



Aspectos Generales

(Chacón, 1991)

La mina o fosa se va construyendo en avances sucesivos laterales y en profundidad.

La profundización requiere ir expandiendo (lateralmente) para mantener la estabilidad de las paredes.

La mina crece y cambia constantemente.

El crecimiento lo notamos porque se genera una pared inclinada escalonada con bancos y vías especialmente diseñadas para el tránsito y operación de todos los equipos.

En muchos casos la altura de los bancos varía entre 13 y 18 metros.

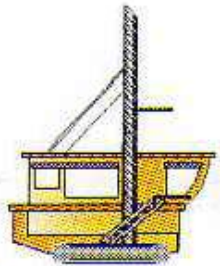


Operaciones Unitarias

(Portal Minero, 2006)

La extracción del mineral, del estéril y del mineral de baja ley-calidad se realiza siempre siguiendo una secuencia de las siguientes operaciones unitarias:

- Perforación.
- Voladura (tronadura).
- Carga (carguío).
- Transporte.



Perforación



Tronadura



Carguío



Transporte



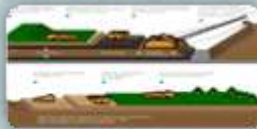
Construcción de accesos y rampas

(Portal Minero, 2006)

En minería a cielo abierto se requiere coordinar las actividades productivas habituales con las actividades que guardan relación con la construcción de accesos, las cuales tendrán que satisfacer las siguientes condiciones:



Permitir el acceso libre y seguro a la zona determinada



Permitir el acceso a tiempo a la zona determinada, de acuerdo con el programa de producción



Cumplir con las restricciones geométricas de los equipos y las actividades



Cumplir con las restricciones geomecánicas del sector



Permitir la extracción de todo el material relacionado con el sector



Permitir la realización de actividades paralelas en completa seguridad



Construcción de accesos y rampas

(Portal Minero, 2006)

- Dentro de la geometría de los accesos y de los parámetros geométricos a considerar en el diseño de una mina podemos destacar:



Ancho de las bermas



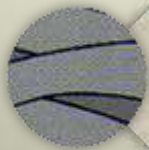
Ancho de las cunetas



Pendiente



Ángulo de la pared del camino, corte o relleno



Ancho máximo de expansión



Construcción de accesos y rampas

(Portal Minero, 2006)

- Dentro de la geometría de los accesos y de los parámetros geométricos a considerar en el diseño de una mina podemos destacar:



Desfase entre palas



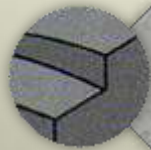
Ancho mínimo de operación, perforación, carga y transporte



Cruce de camiones o doble vía



Ángulo inter-rampas



Ángulo de la pared del banco



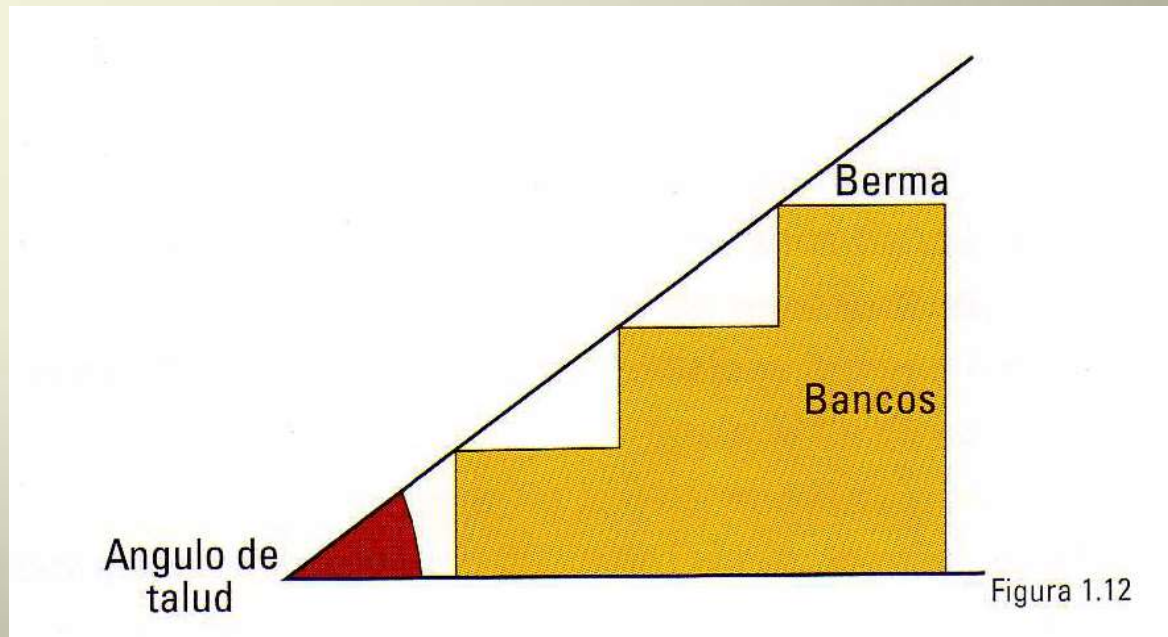
Ángulos de talud

(Portal Minero, 2006)

El talud o pared de la mina es el plano inclinado que se forma por la sucesión de las caras verticales de los bancos y las bermas respectivamente.



Este plano representa una inclinación de 45° a 58° con respecto a la horizontal, dependiendo de la calidad geotécnica de las rocas que conforman la mina.





Ángulos de talud

(Portal Minero, 2006)

El ángulo de talud es uno de los parámetros geomecánicos más significativos y una de las restricciones operacionales más relevantes, para garantizar la estabilidad de cada uno de los sectores involucrados.

Se requiere que la geometría del diseño permita el máximo beneficio económico y un mínimo factor de riesgo geomecánico.

Cualquier variación de los ángulos de talud genera dos efectos directos:

- Cambios en la estabilidad del talud y la explotación.
- Cambios en los beneficios económicos de la explotación.



Utilización de los equipos

(Chacón, 1991)

Las operaciones mineras requieren de tamaños diferentes de equipos, para poder cumplir con la ejecución programada y la productividad esperada de ese equipo, lo cual depende de:

La producción deseada

Del área de trabajo adecuado

Distancia de transporte

Entre otras

Las consideraciones en la utilización del equipo minero:

1. Es la confiabilidad de las buenas condiciones mecánicas del equipo

2. Es la sincronización de tamaño y producción de los equipos que trabajan conjuntamente



Disponibilidad (Chacón, 1991)

Es un factor importante en el programa del tiempo de los equipos. Hay dos métodos para calcular la disponibilidad de un equipo:

Disponibilidad mecánica: disponibilidad del equipo debido al tiempo perdido por reparación

Disponibilidad física: es la disponibilidad del equipo debido al tiempo perdido por otras causas (diferentes a las de origen mecánico)



Otros factores también importantes

Uso de la disponibilidad: Es un factor que puede medir el record de cuán eficiente es una operación en la que se hace uso del equipo.

- $UD(\%) = (TO/(TO + TD)) \cdot 100$

Utilización efectiva: Es el porcentaje del tiempo programado, en el cual el equipo está en operación.

- $UE(\%) = (TO/TT) \cdot 100$

Tiempo en reparación: Es el porcentaje del tiempo, en el cual el equipo está en reparación.

- $TR(\%) = (TR/TT) \cdot 100$



Definición de los tiempos

TO = Tiempo de operación. Esta definido como el tiempo que una cuadrilla u operador es asignado a un equipo y la máquina en condiciones de operación

TR = Tiempo en reparación, por mantenimiento preventivo o curativo

TD = Tiempo disponible, es el tiempo en el cual el equipo está en condiciones de operación, pero está parado porque no se requiere su utilización en ese momento o por falta de operador.

TT = Tiempo total. $TT = TO + TR + TD$



Planificación de mina corto plazo

Ejemplo práctico



Objetivos fundamentales de la Planificación a corto plazo

(Duque, 2014)

Garantizar que la explotación sea óptima, segura, racional y alineada con la planificación de largo y mediano plazo.

Asegurar el uso óptimo (tanto técnico como económico) y sostenible en el largo plazo de nuestros recursos mineros.

Afianzar diariamente una estabilidad en calidad y volumen, teniendo como base el plan anual y quinquenal de explotación.

Garantiza una explotación normal, asegurando que los permisos ambientales y operacionales mineros necesarios para la explotación, siempre estén en orden, y en cumplimiento

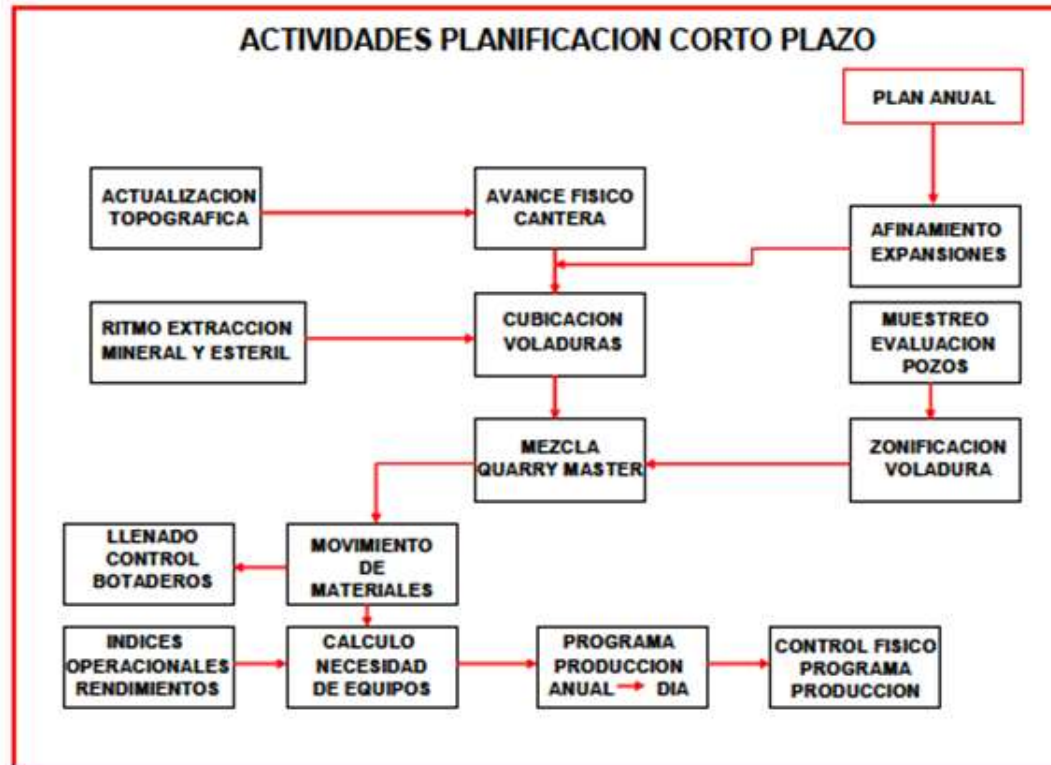


Proceso de Planificación a corto plazo, ejemplo

(Duque, 2014)

Proceso de Planificación a Corto Plazo

El diagrama de flujos siguiente muestra esquemáticamente las actividades principales a realizar para tener una adecuada planificación de corto plazo.





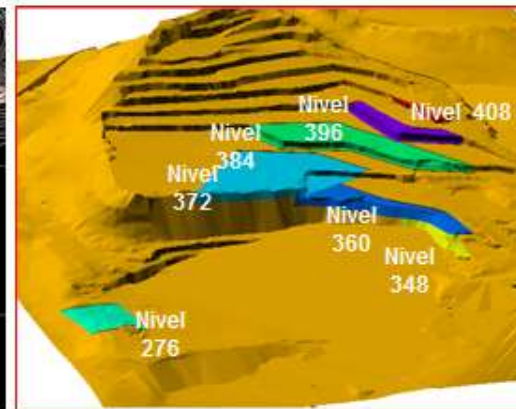
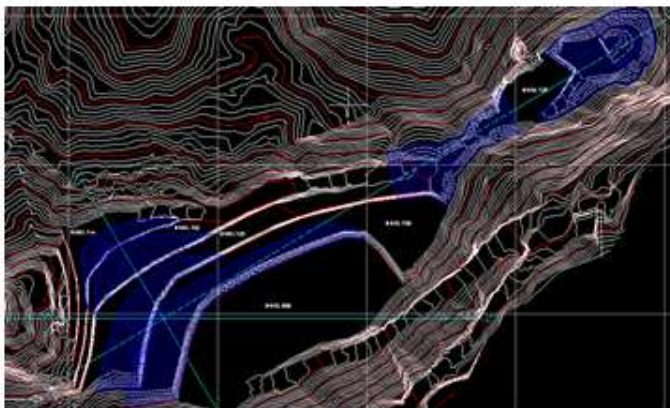
Proceso de Planificación a corto plazo, ejemplo

(Duque, 2014)

Proceso de Planificación a Corto Plazo

La base del proceso de planificación de corto plazo es el plan anual de explotación, que consiste:

- Serie de poligonales o sectorizaciones indicadas en un plano y que marcan las áreas a ser extraídas en cada banco durante el periodo de un año en una determinada explotación minera, que en conjunto suman el volumen y cumplen la calidad requerida para un año determinado, se deben considerar las áreas y volumen de material estéril a extraer, y debe estar definido su destino (escombrera), cuando sea el caso.





Proceso de Planificación a corto plazo, ejemplo

(Duque, 2014)

Plan Anual

Los Planes anuales de producción incluye:

- Toneladas totales a extraer y procesar
- Parámetros físico – químicos establecidos por control de calidad
- Sectorización de las áreas planificadas a remover o extraer de mineral y estéril, cuando sea el caso
- Horas de operación totales para el año definido
- Cantidades de explosivo a utilizar para la extracción y el factor de carga, cuando sea el caso
- Equipos Disponibles de producción y operaciones (carga, acarreo, auxiliares)

Presupuesto Planta	
Descripción	Toneladas.
Clinker	899.568
Caliza a Pilas	1.025.939
Caliza Adición	128.595
Arcilla a Pilas	423.598

Parámetros de Producción Anual	Indicador
Días de Operación al Año	250
Días por Semana	5
Número de Turnos por Día	1
Producción Mensual (promedio) de Caliza	135.000T
Producción Requerida Anual de Caliza	1.620.000

Tipo de Equipo	Cantidad	Capacidad
Perforadora TAMROCK RANGER 700-2	1	40 ml/h
Payloader Komatsu WA 700	2	8,7 m3
Camión Komatsu HD 605-7	4	63T
Buldozer Komatsu D275AX-5	1	-
Motoniveladora Komatsu GD675-3A	1	-
Retroexcavadora Komatsu PC400-7	1	1,9 m3

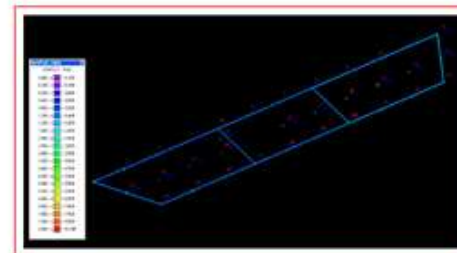
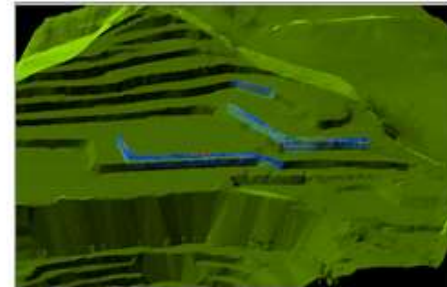


Proceso de Planificación a corto plazo, ejemplo

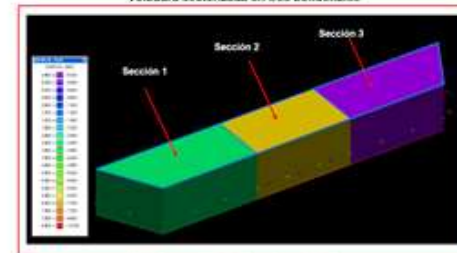
(Duque, 2014)

Plan Mensual

- Toneladas a ser extraídas, procesadas, acarreadas (mineral y estéril)
- Stock de materiales: patios de pre homogenización, material perforado, material volado y material en patios de re manejo.
- Cantidad de explosivo a utilizar, número de voladuras a realizar
- Sectorización y cubicación de las áreas de Explotación



Voladura sectorizada en tres poligonales



Voladura sectorizada en triangulaciones.

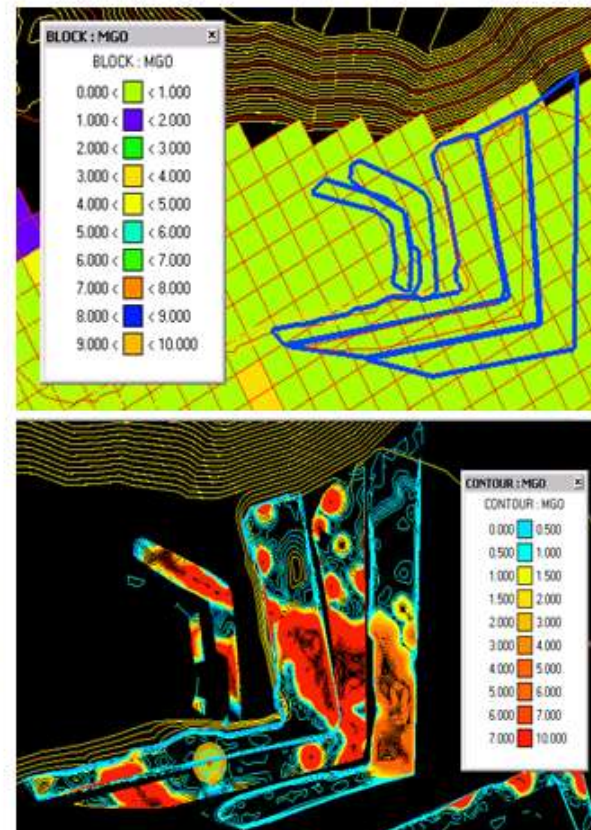


Proceso de Planificación a corto plazo, ejemplo

(Duque, 2014)

Planificación a Corto Plazo

- Análisis comparativos de los planes vs el real, del mensual y el anual, y con la revisión realizar los cambios necesarios para la planificación de los posteriores meses y la modificación si es necesario del plan anual, afinándose los programas de la situación actual de la mina.
- Se genera un informe del Plan Vs el Real, del mes a iniciarse y el mes ya culminado





Proceso de Planificación a corto plazo, ejemplo

(Duque, 2014)

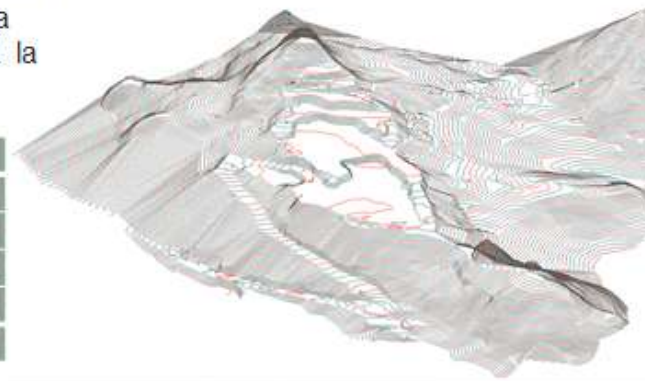
Topografía

La representación topográfica es sin duda la base de un proyecto minero o de una cantera en producción, ya que será en esta topografía en la que se tendrá o se tiene toda la información relevante, léase Límites de la Concesión Minera Terrenos Superficiales, Geología, Sondeos, Modelo de Bloques, Diseño del Pit Final etc.

- Cubrir toda la extensión del Diseño Final o Pit Final.
- Ser lo suficiente extensa para Diseñar los Botaderos de Estéril.
- Mostrar todos los caminos de Acceso.
- Contener las vías internas de acarreo y servicio
- Permitir el desarrollo de los trabajos de Hidrología etc.

Otro factor importante es que la distancia entre curvas de nivel ha de ser congruente con la escala del plano, la tabla siguiente muestra la relación mas adecuada al respecto:

Escala del Plano	Curvas de Nivel cada:
1:1.000	1 m
1:2.000	2 m
1:2.500	2.5 m
1:5.000	5 m
1:10.000	10 m





Proceso de Planificación a corto plazo, ejemplo

(Duque, 2014)

Seguimiento y Control de Planes

Para el seguimiento y control de los planes se debe contar con reportes diarios:

- Procesamiento de los minerales
- Equipos de la mina: Cargadores, Camiones, Excavadoras, tractor, Motoniveladora
- Perforación: croquis voladura, metros lineales perforados plan, real por pozo o barreno, control de muestras recolectadas.
- Estos reportes son archivados y los datos capturados en un archivo Excel donde se generan los gráficos de controles y avance del plan mensual, así como los KPI'S de los equipos de la mina.





Proceso de Planificación a corto plazo, ejemplo

(Duque, 2014)

Planificación Estratégica a Corto Plazo

Actividad	Objetivo	Resultado
Elabora, el Plan diario, semanal mensual y anual de la explotación mineras estimando volumen, calidad y recursos necesarios.	Optimiza la distribución de los equipos de Perforación Carga, Acarreo y Auxiliares asegurado la optima alimentación de las materias primas según los estándares de calidad establecidos	Optimo costo Materia Prima.
Controla los planes realizados, corregir desviaciones y preparar mensualmente un reporte con los resultados planificados versus los resultados obtenidos.	Detectar desviaciones respecto al Plan anual y corregir dichas desviaciones	Mayor vida útil, mejor costo Materia Prima.
Actualización topográfica mensual	Mantener una vista actualizada de la explotación para poder planificar.	Mina Actualizada espacialmente
Optimización continua del muestreo de voladuras.	Garantizar la utilización adecuada de los materiales volados.	Mayor vida útil, optimo costo Materia Prima.
Asegurar en coordinación con el área legal y medio ambiental que todas las concesiones, terrenos superficiales y permisos de operación están siempre en regla en las canteras en operación.	Cumplir los lineamientos legales del país.	Cumplimiento legal.