



# **IMPACTO DE LA PLANIFICACIÓN ESTRATEGICA EN LAS RESERVAS MINERALES.**

**Juan Pablo Gonzalez  
SRK Consulting (Chile) S.A.**

**Santiago, 30 Agosto 2017**

# Agenda

---

- 1) Entorno del Negocio Minero**
- 2) Modelo de Planificación Estratégica**
- 3) Proceso de Planificación Minera**
- 4) Aspectos de la Planificación**
- 5) Conclusiones**



# Entorno del Negocio Minero

## Naturaleza Humana

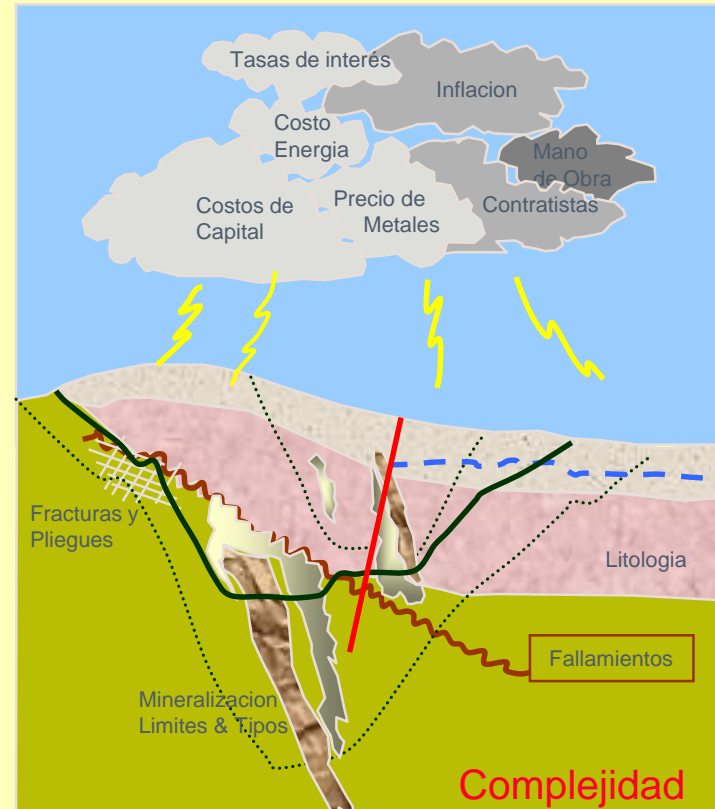
Incerteza Económica

Dinámica y Cambiante

## Naturaleza

Incerteza Geológica

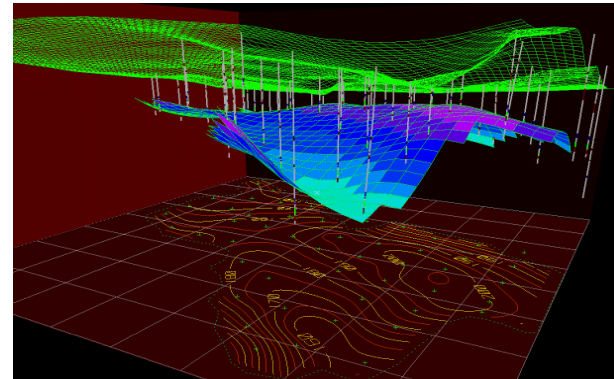
Cambiando  
constantemente  
al incorporar nueva  
información



# Bases de un Proyecto Minero

Donde el yacimiento (con sus reservas y su distribución espacial) es la base del negocio...

- Conocer el yacimiento minero es FUNDAMENTAL
- Establecer una estrategia de consumo de las reservas (Plan Minero) es CLAVE
- Gestionar el negocio minero (con orientación clara al negocio y sustentabilidad de la compañía) es LO RELEVANTE



# Planificación Estratégica Mina

**La planificación estratégica, incorpora aspectos técnicos – económicos y del negocio y su entorno. En tal sentido destacan:**

- El conocimiento y confianza que se tenga sobre la existencia de continuidad de los tonelajes y leyes del mineral planificado
- Su comportamiento metalúrgico
- Las consideraciones económicas,
- De mercado
- Medio ambiente
- Sociales y gubernamental

**“Fundamentales al comprometer el beneficio”**

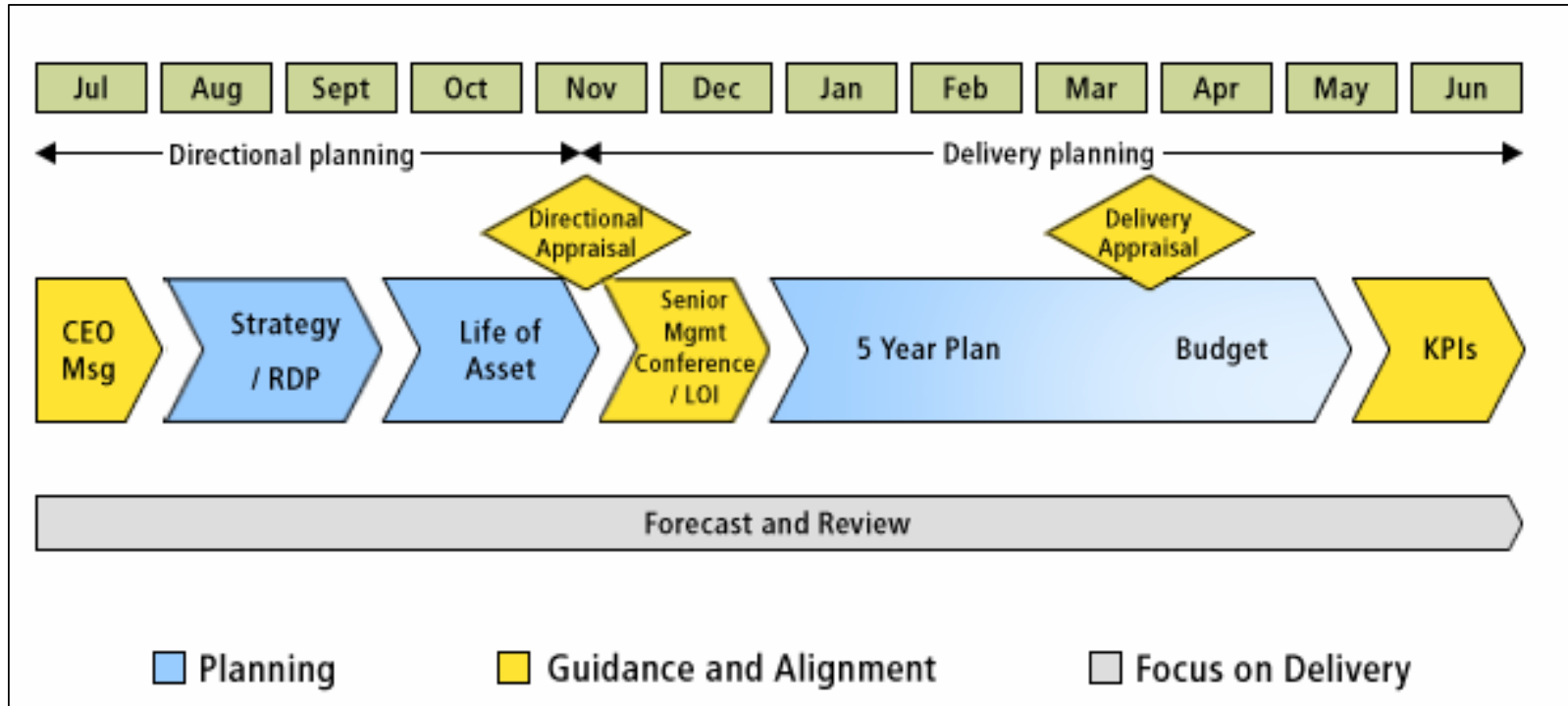


# Modelo de Planificación Estratégica Mina



Nota: Modelo Antamina

# Modelo de Planificación Estratégica Mina



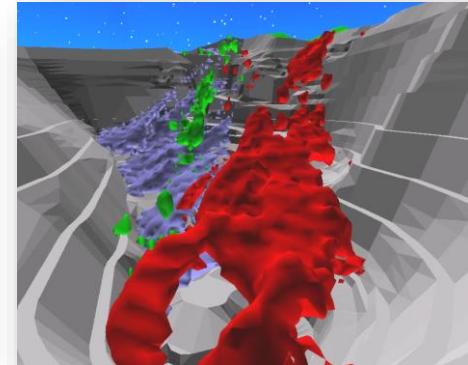
Nota: Modelo Spence

# Definiciones



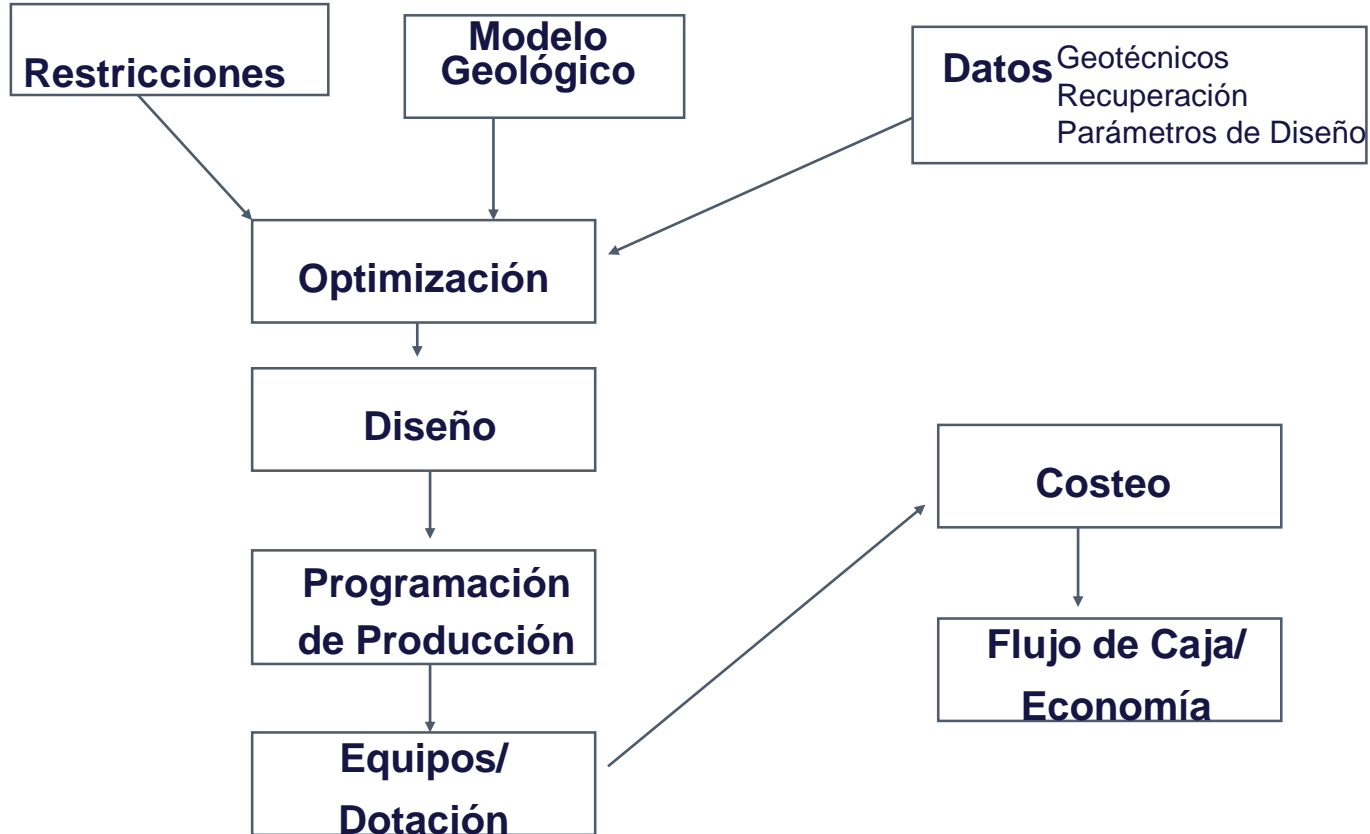
## Reserva Mineral:

“Es aquella porción del Recurso Mineral Medido o del Recurso Mineral Indicado que es económicamente extraíble de acuerdo a un escenario productivo, medioambiental, económico y financiero derivado de un plan minero y en cuya evaluación se han considerado todos los factores modificantes (mineros, metalúrgicos, económicos, financieros, comerciales, legales, medioambientales, infraestructura, sociales y gubernamentales). La Reserva Mineral incluye pérdidas y diluciones con material ajeno circundante a esa porción de Recurso Mineral y que lo contamina por efectos de la extracción minera.”

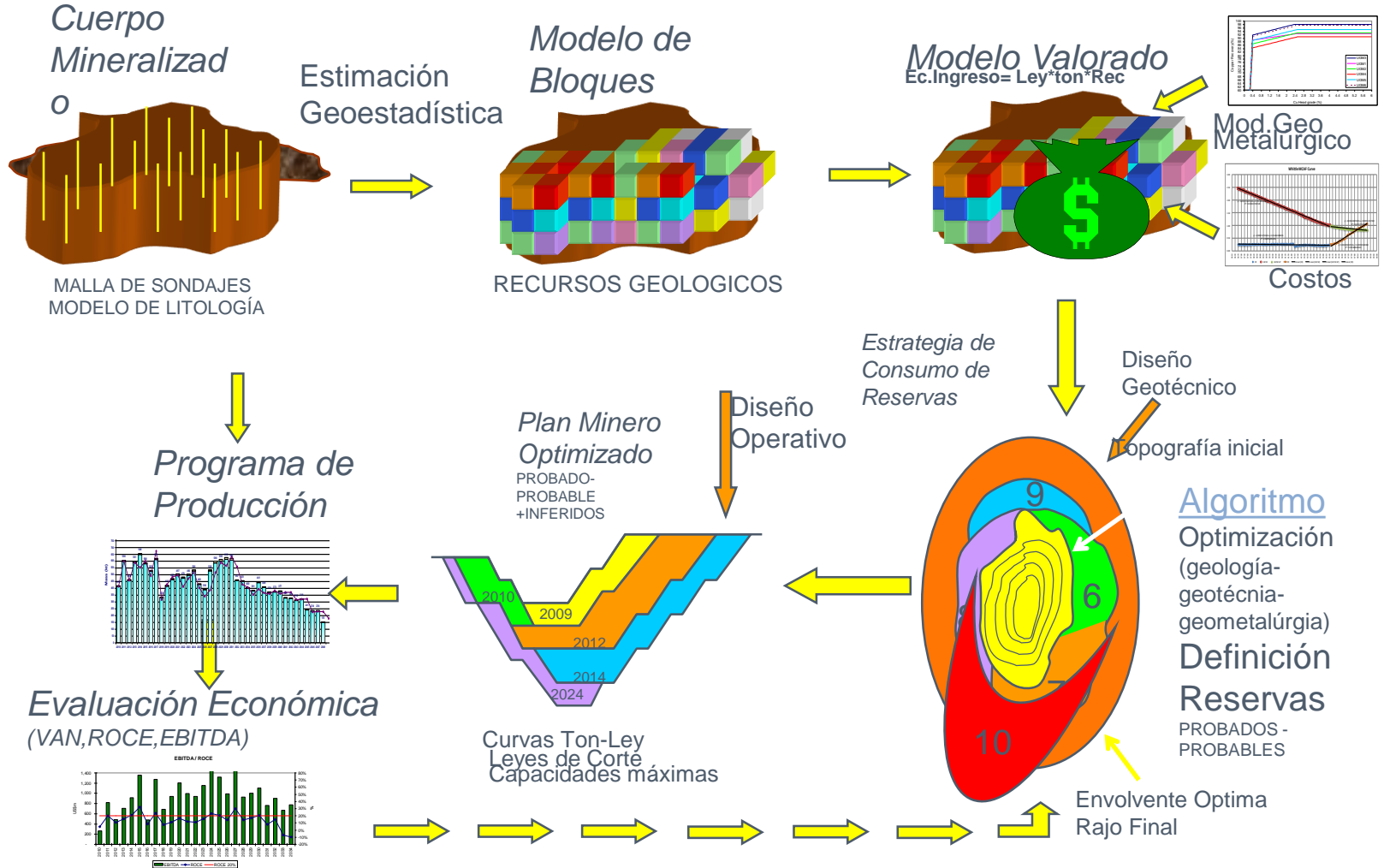




# Proceso de Planificación Minera



# Proceso de Planificación Minera



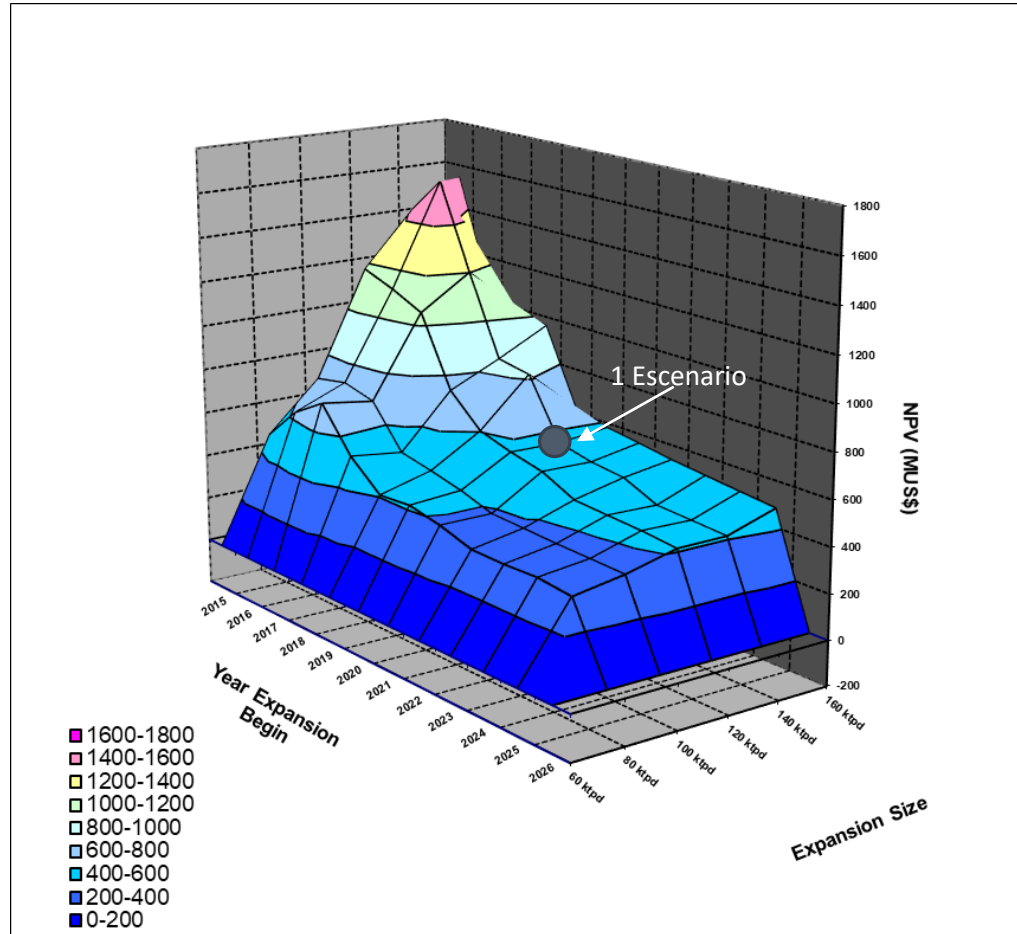
# Proceso de Recursos a Reservas

---

- Modelo de Recursos
- Modelo de Reservas o Factores de Dilución y Perdida de Mineral
- Costos, recuperaciones y precios
- Optimización para Rajo Final y Etapas
- Diseño del Rajo
- Programa de Producción
- Equipos
- Dotación
- Financieros



# Proceso Dinámico y su Optimo



# Criterios, Suposiciones y Errores

---

- La Planificación Minera puede ser errónea por un factor Humano
- La Planificación Minera puede dar resultados distintos por un factor Humano (criterios y suposiciones razonables pero diferentes)

Por ejemplo:


- ❖ Puede explotar una parte como un rajo pequeño de alta ley
- ❖ Puede explotar en bulk todo el deposito
- ❖ Puede usar block cave en el deposito
- ❖ Puede usar diferentes procesos metalúrgicos
- ❖ Puede que se permita explotar solo parte del deposito debido a limitaciones de terreno.



# Optimización

La optimización generalmente proporcionará las bases del rajo final y sus etapas para toda la planificación a futuro

Se necesita considerar que:

- El modelo de Whittle corresponda con el modelo geológico en mineral y material total
  - Costos y recuperaciones sean razonables y usadas correctamente
  - Precios y costos de venta sean razonables y usados correctamente
  - La dilución y recuperación minera sean consideradas
  - Los taludes sigan las recomendaciones geotécnicas y que sean aplicadas correctamente
  - Los tamaños de los bloques sean razonables (velocidad vs resolución)
  - La optimización haya sido corrida correctamente y que el rajo no quede sin topo
  - Adecuada selección de Rajo
- 

# Precio del Commodity

---

- El Precio del Commodity es usualmente el factor más sensible e importante en el desarrollo de un proyecto minero y la planificación minera.
- Empresas de recursos son "tomadores de precios" con poco control sobre los precios internacionales. Pronóstico del precio de Commodity tiene una tasa de éxito pobre.
- Los métodos para la selección de los precios de los commodities:
  - Precios de commodities actuales
  - Promedio móvil de Tres años
  - Promedios históricos a largo plazo (10 a 20 años)
  - Margen sobre costo directo de producción
  - Precios de consenso
  - Precio del Contrato



# Criterios para el Mineral

---

## 1. Dilución

- Adición de lastre o material con ley bajo la ley de corte al mineral durante el proceso de excavación. La dilución aumenta el tonelaje pero reduce la ley.
- Puede aumentar el metal pero reduce el ingreso por tonelada

## 2. Perdida

- Mineral perdido durante la excavación y el envío a planta. Esto reduce el tonelaje

Aplicación de estos factores da Reservas Mineras de recursos in-pit. Estas Reservas son después usadas para el diseño y programación.

¿Cómo se aplico la dilución y perdida minera?

¿Están respaldadas por reconciliaciones?





# Dilución

---



# Ley de Corte

---

- La ley de corte marginal es la ley más baja estimada que puede ser extraída y tratada rentablemente. Con varios tipos de minerales, métodos de tratamiento y productos - la estimación y el uso de una apropiada ley de corte marginal puede ser compleja.
- La ley de corte real utilizada para el informe puede ser superior a la ley de corte marginal estimada. Esto quizás por motivos económicos, la minería, control de leyes u otras razones prácticas.
- La ley(s) de corte utilizada debe indicarse claramente, sin ambigüedades y fácil de entender.



# Parámetros de Corte

- ¿Cómo fue calculada la ley de corte?
  - ¿Qué recuperaciones fueron usadas? ¿Están respaldadas por experiencia, resultados históricos o estudios? Muéstranos los datos
  - ¿Qué costos fueron usados? ¿Cómo fueron estimados o desarrollados? ¿Están respaldados por datos reales? Quieres ver el material de respaldo
  - ¿Cuáles son las suposiciones de precios y si existen costos de venta asociados a estos? ¿Son justificables? ¿Cómo se manejan los royalties?
  - ¿Qué pasa con múltiples productos? Uso de ley equivalente.

A veces se usa el corte real el cual es mas alto que el corte marginal calculado –  $\text{Costo de Procesamiento}/(\text{Precio} \times \text{Recuperación})$

- No hay un problema real con esto pero nos gustaría ver algo de estrategia detrás de esto de lo contrario se estarían estimando Reservas Minerales mas bajas de lo necesario.
- Problema de precios de largo y corto plazo para corta vida remanente



# Impacto de la Ley de Corte

## Ley de Corte (COG) Marginal de explotación



**ROM COG**

**1.7g/t Au limite**

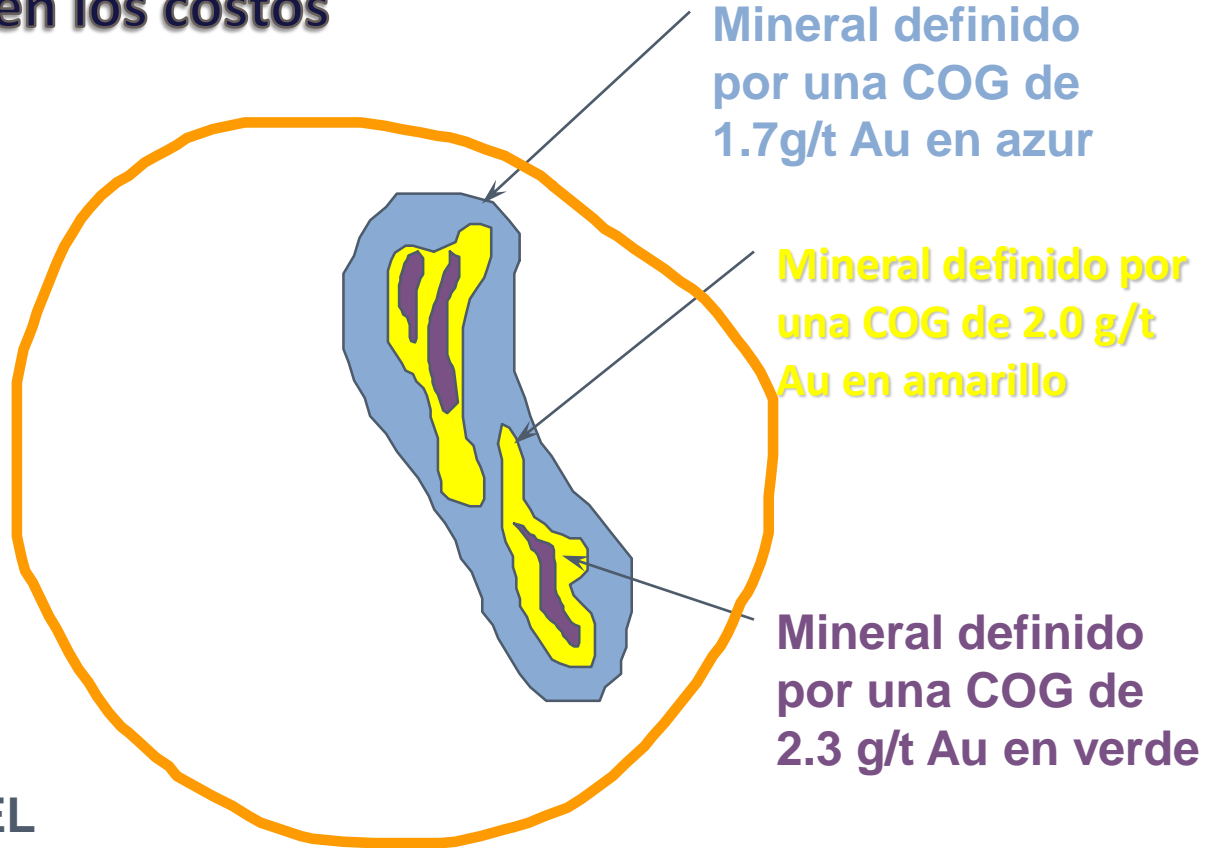
**Ley promedio  
2.2g/t**

**LIMITE DEL  
RAJO**



# Impacto de la Ley de Corte

**Cuando suben los costos**



# Impacto de la Ley de Corte

## Cuando bajan los costos

Mineral definido por una COG de 1.4g/t Au en azul

Mineral definido por una COG de 1.7g/t Au en verde oscuro



LIMITE DEL RAJO



# Geotecnia e Hidrogeología

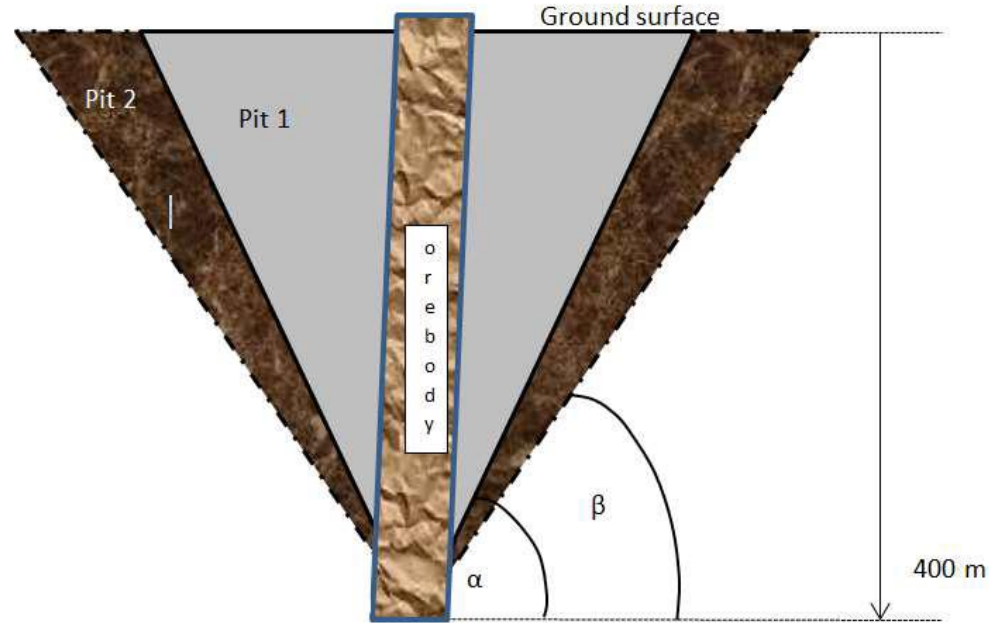
---

La geotecnia e Hidrogeología son factores importantes en el desarrollo de un proyecto minero. En temas como:

- Optimización – parámetros iniciales, taludes globales
- Diseño detallado – parámetros de diseño detallado de taludes, parámetros de caserones, adits
- Características materiales - voladura, construcción, condiciones de caminos etc
- Seguridad – factores de riesgo
- Medio Ambientales – factores de riesgo.



# Impacto de los Ángulos de Talud sobre el Pit Económico

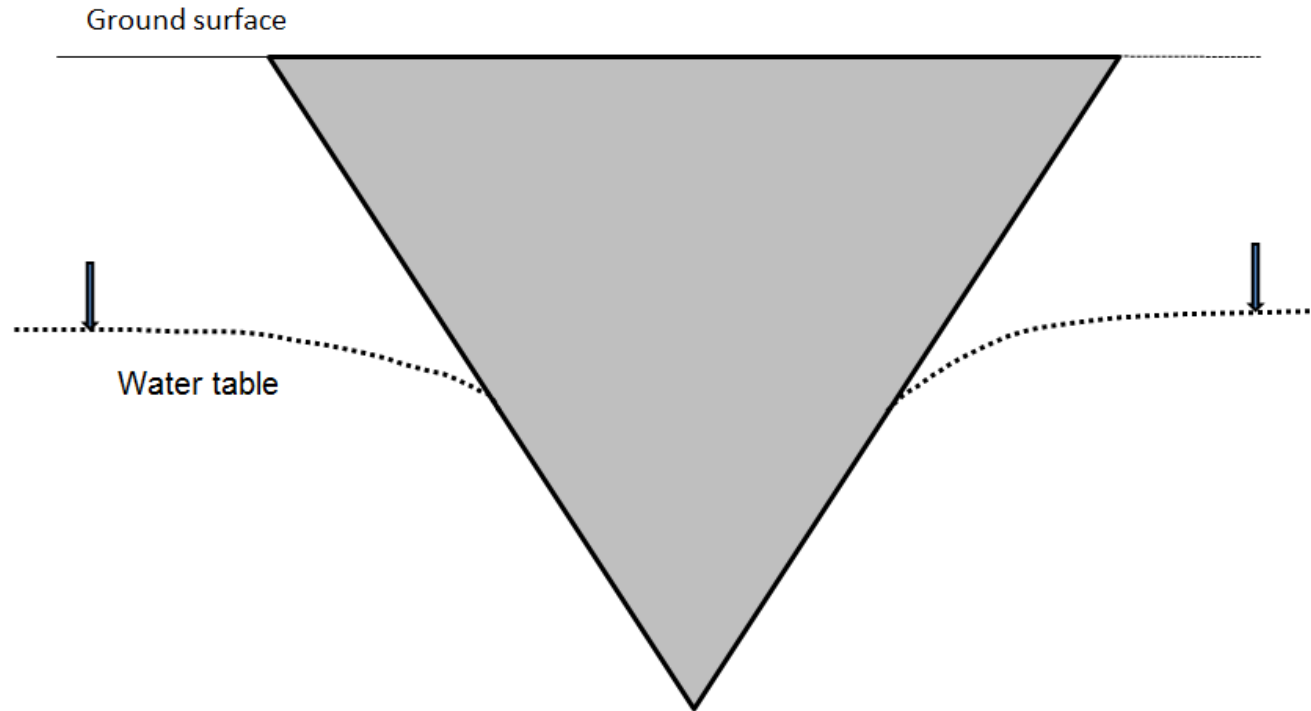


	Pit 1	Pit 2	Pit 3
Slope - degrees	60	59	45
Waste - Mt	134	141	291
% Waste increase	Base Case	6%	117%

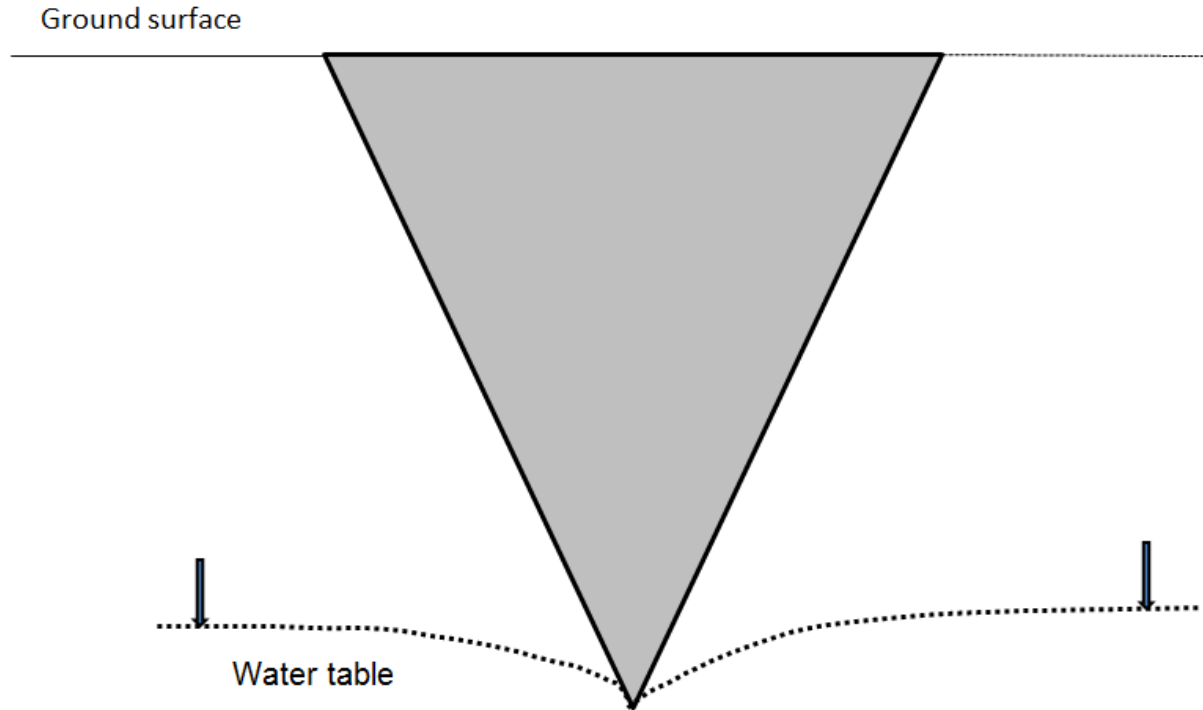




# Taludes con Paredes Húmedas



# Taludes con Paredes Secas del Pit



# Falla de Talud



# Diseño Minero

---

- El diseño debería calzar con los cascarones de la optimización – debería estar dentro de 1-2% para el mineral y cerca de 10% para roca (mineral+lastre)
- Accesos en los lugares correctos y seguros
- Los parámetros de talud son usados adecuadamente
- Diseños operativos y con suficiente espacio entre las fases



# Diseño de Botaderos

---

- Ubicaciones adecuadas - Mientras mas cerca mejor.
- Los taludes y diseños finales adecuados y con las aprobaciones medio ambientales
- Espacio para para todo el estéril y para las posibles expansiones
- Factor de esponjamiento adecuado
- Manejo del estéril adecuadamente
- Control de drenaje y sedimentación
- Perforación de condensación



# Medioambiental

---

- Estudios de Línea Base
- Manejo de relaves
- Manejo de lastre
- Temas de drenaje ácido de roca
- Plan de cierre y reclamación
- Programa de permisos



# Aspectos de Mercado

---

- Especificación del producto y su demanda
- Términos de tratamiento off-site y sus costos
- Costos de transporte



# Temas Sociales

---

- Estrategia de desarrollo sustentable
- Evaluación de impacto y mitigación
- Acuerdo negociado de costo/beneficio
- Influencias cultural y sociales


Se necesita entender como el proyecto está manejando estos temas ya que determinará dificultades en el futuro





# Ejemplos: Errores Comunes el LOM

---

- No se calculó el lastre adecuadamente usando MIK y modelos Proporcionales
- Uso de precios muy bajos para minas con corta vida
- Datos y costos antiguos – como comparar
- Rajos Whittle no operativizados
- Selección del rajo
- Avance físico de bancos mina generalmente optimistas
- Productividad de equipos y horas de operación optimistas
- Bajos costos mineros o faltan ítems
- Mano de obra inadecuada – no toma en cuenta feriados, entrenamiento, absentismo
- Estudios **Fast Track** sin información detallada en algunas disciplinas 

# Razones que Impactan en el LOM

---

- Continuidad del mineral no como el esperado
- Contaminantes más anómalos que esperado
- Ambiente económico cambia inesperadamente
- Especificación del producto no calza con las características del deposito
- Objetivos de la explotación no calza con la especificación del producto
- El tipo de explotación no es optimo para el yacimiento
- La estrategia de pilas y mezclas es muy limitada
- No hay suficientes medidas de control.



# Conclusiones

---

- Los aspectos técnicos – económicos y del negocio y su entorno pueden impactar las Reservas Minerales de un activo minero.
- La Reservas Minerales son producidas como parte de la Planificación Estratégica
- La Planificación Minera puede dar resultados distintos por un factor Humano (criterios y suposiciones razonables pero diferentes)
- Debemos asegurarnos que el proceso es realizado adecuadamente y que las suposiciones y factores usados son adecuados y realísticos.



# Referencias

---

- [Código CH 20235 \(2015\)](#)
- [CIM Definition Standards - On Mineral Resources and Mineral Reserves adopted by CIM Council on December 11, 2005](#)
- [CIM Estimation of Mineral Resources and Mineral Reserves Best Practice Guidelines adopted by CIM Council on November 23, 2003](#)
- [NI 43-101 - Standards of Disclosure for Mineral Projects - \(2011\)](#)
- [Questions resulting from CSA-CIM Committee Meetings \(April 14, 2008\)](#)

Available on the CIM website:

[http://www.cim.org/committees/guidelinesStandards\\_main.cfm](http://www.cim.org/committees/guidelinesStandards_main.cfm)

Available on the Comisión Minera website:

<http://comisionminera.com/documentacion>





# Muchas Gracias

Consultas a Email:  
jpgonzalez@srk.cl

[www.srk.cl](http://www.srk.cl)

