

Experiencias con Respecto a la Información Primaria de los Recursos y Reservas Mineras

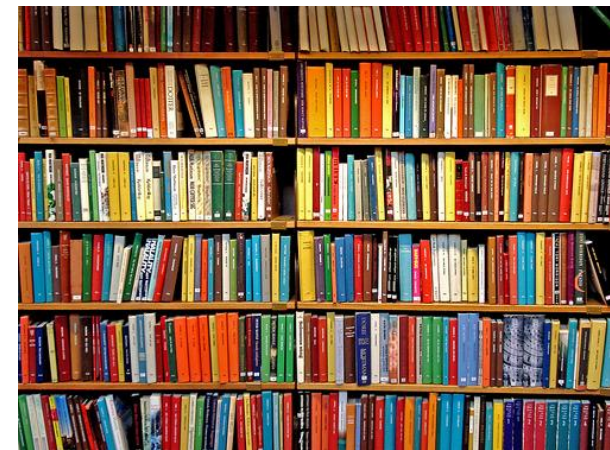
Seminario Prácticas Internacionales para la Estimación de Recursos y Reservas Mineras

**Quiñones, Cristian
Ovalle, Alfonso
Brisebois, Ken**

07 Mayo 2014

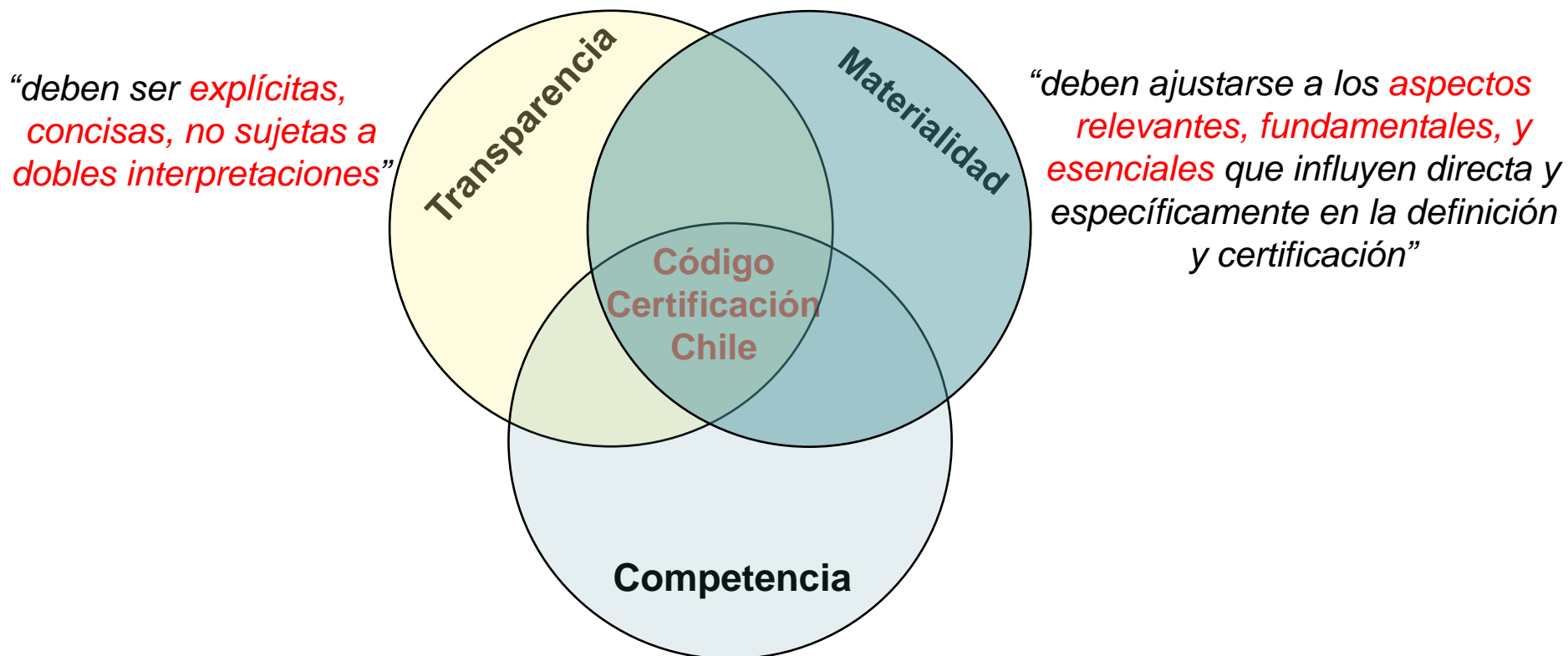


- Principios de la Normativa sobre Recursos y Reservas Mineras
- Bases del Negocio Minero: lo Ideal v/s lo Real
- Denominador Común en Hallazgos
- Bases para Recursos y Reservas
- Hallazgos Reales y Frecuentes
- Desafíos



Normas internacionales y buenas prácticas documentadas

Pilares Nacionales / Internacionales Para Abordar Situaciones Reales



“ellas ameritan ser certificadas por **profesionales calificados, competentes**, sujetos y regidos por **conductas de ética profesional**”

Pirámide del Negocio Minero “Lo Ideal y lo Real”

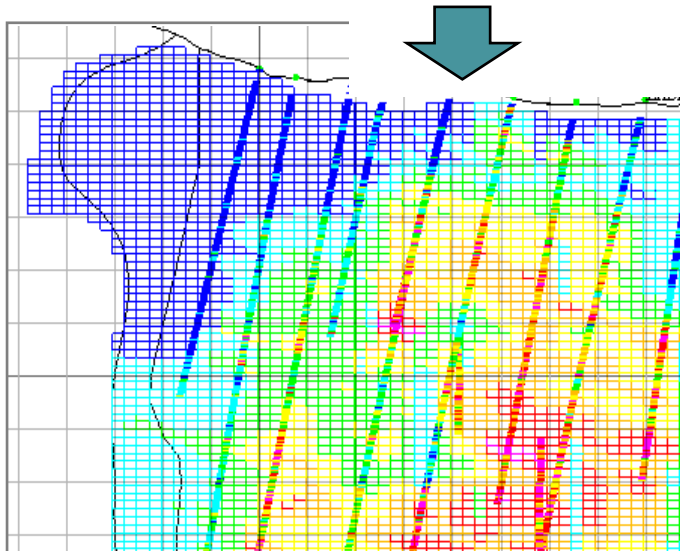
Realidad Frecuente



Problemas Frecuentes en las Bases Dando Inestabilidad al Negocio Minero.
Problemas Crecientes y Decrecientes

Denominador Común en los Hallazgos

Actual tendencia y presión de llegar rápidamente a un Modelo de Bloques.....



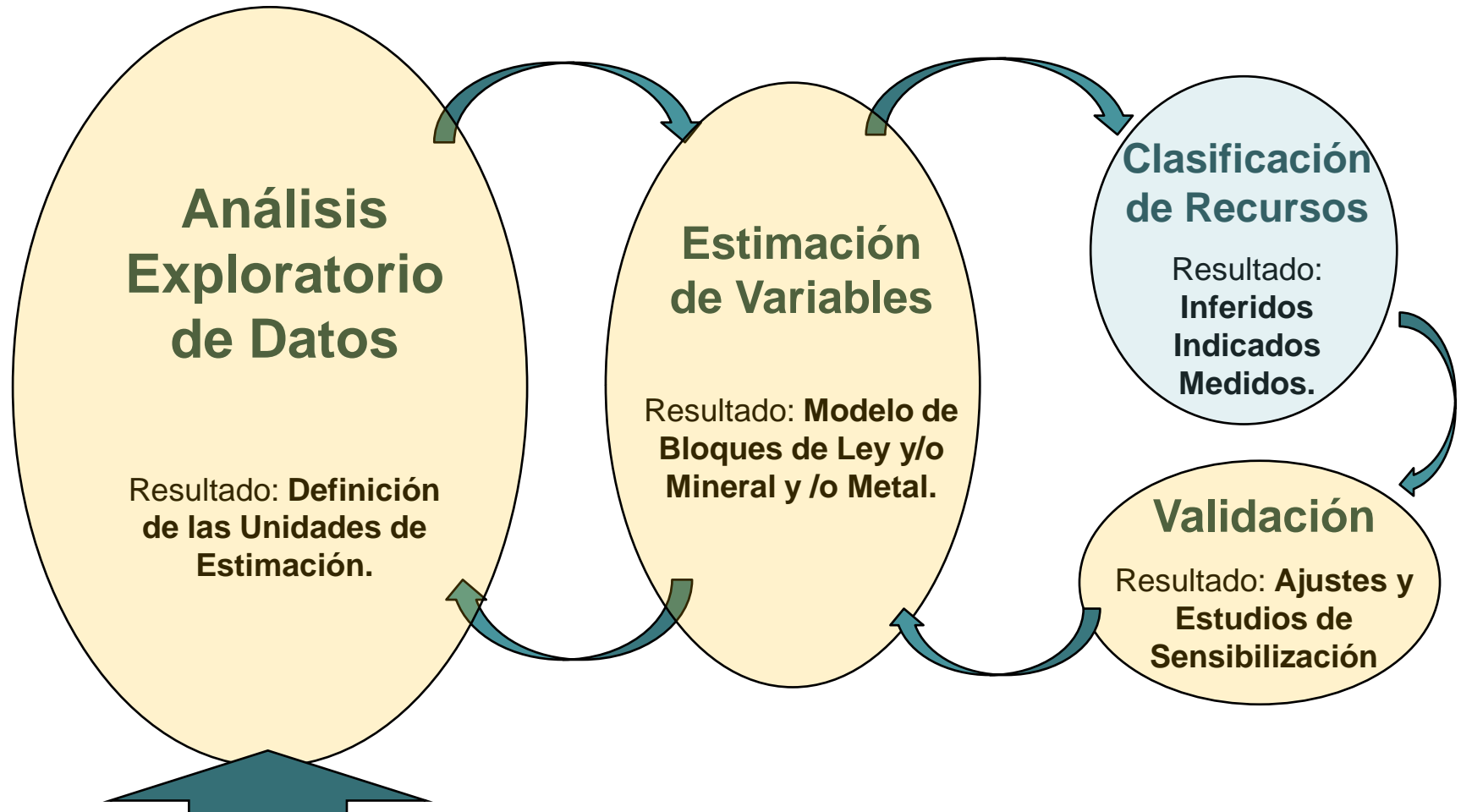
Con herramientas computacionales potentes y profesionales fuertemente motivados y especializados....



Pero los Problemas Son Reiterativos en la Información de BASE:



Bases Sólidas en 4 Fases de la Estimación de Recursos

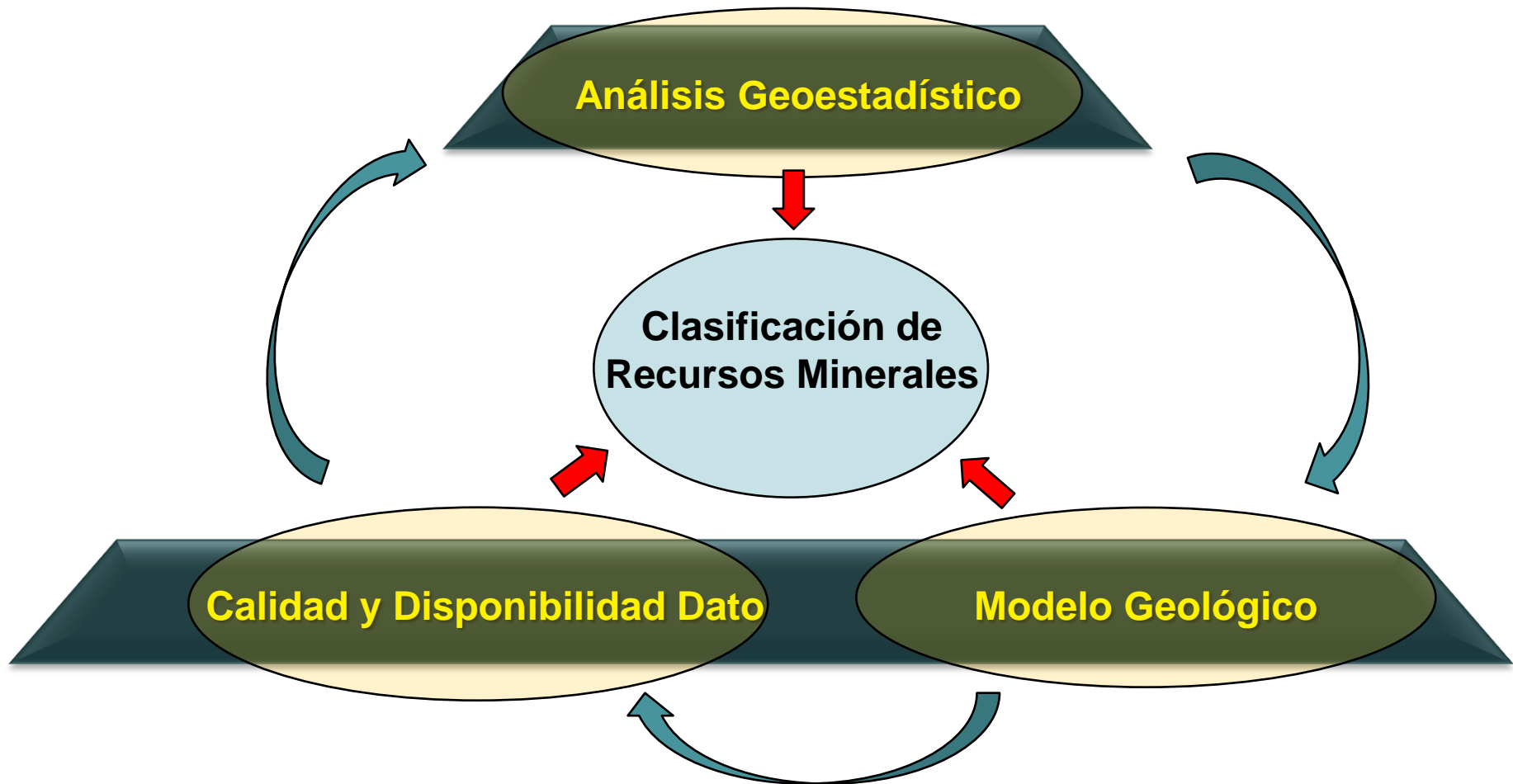


En las 4 Fases, Los Resultados Dependen Directamente de la Calidad/Disponibilidad del Dato e Interpretación Geológica.

“One Ounce of Geology = One Pound of Geostat” Harry Parker

Bases Sólidas para Clasificación de Recursos Minerales

Proceso Cíclico con 3 Pilares Fundamentales:



Normas Conocidas y Distribuidas pero....



Hallazgos Concretos Nacionales e Internacionales



Hallazgos Frecuentes

Caso 1: Análisis por Distintas Campañas y Localizado



Distribución en todo el depósito

Confidencial

Confidencial

Distribución en Box Seleccionado

Confidencial

Distribuciones Distintas en Diferentes Campañas pero Probablemente Debido a Muestreo Preferencial en Unidades Geológicas Diferentes.

Confidencial

Ouch !

Sin Mayor Comentario.
Impacto: Re-análisis de la Totalidad de las Muestras
Antes de Realizar una Estimación de Recursos Minerales

Hallazgos Frecuentes

Caso 3: Artefactos Computacionales Sin Control



- Trend general NNW documentado pero con cuerpos transversales indocumentados

Confidencial



Trend General Documentado



Artefactos por Extrusiones Sin Sustento (15% Recursos adicionales)

Hallazgos Frecuentes

Caso 4: Back-flag Aceptable pero con Continuidad Inaceptable



- Análisis con back-flag aceptable (>90%) pero con una extrema discontinuidad

Confidencial

**Discontinuidad Extrema de Cuerpos Mineralizados
(520 sólidos aislados dan cerca del 40% del mineral)**

**Sin una Interpretación de Estructuras
Geológicas que Sustenten el Modelo Fragmentado.**

Back-flag: Análisis de Consistencia entre Código de Mapeo y de Modelo

Recursos sin restricciones, donde la envolvente del mineral es altamente inestable

Confidencial

Confidencial

**Recurrente Aumento Artificial del
Recursos Mineros con Bajo Soporte
Muestreal y Geológico**



Riesgo Mayor

Hallazgos Frecuentes

Caso 6: Incertitud Geológica



Tres geólogos con > 5 años de experiencia en la mina colindante,
modelando la misma información en Proyecto Temprano

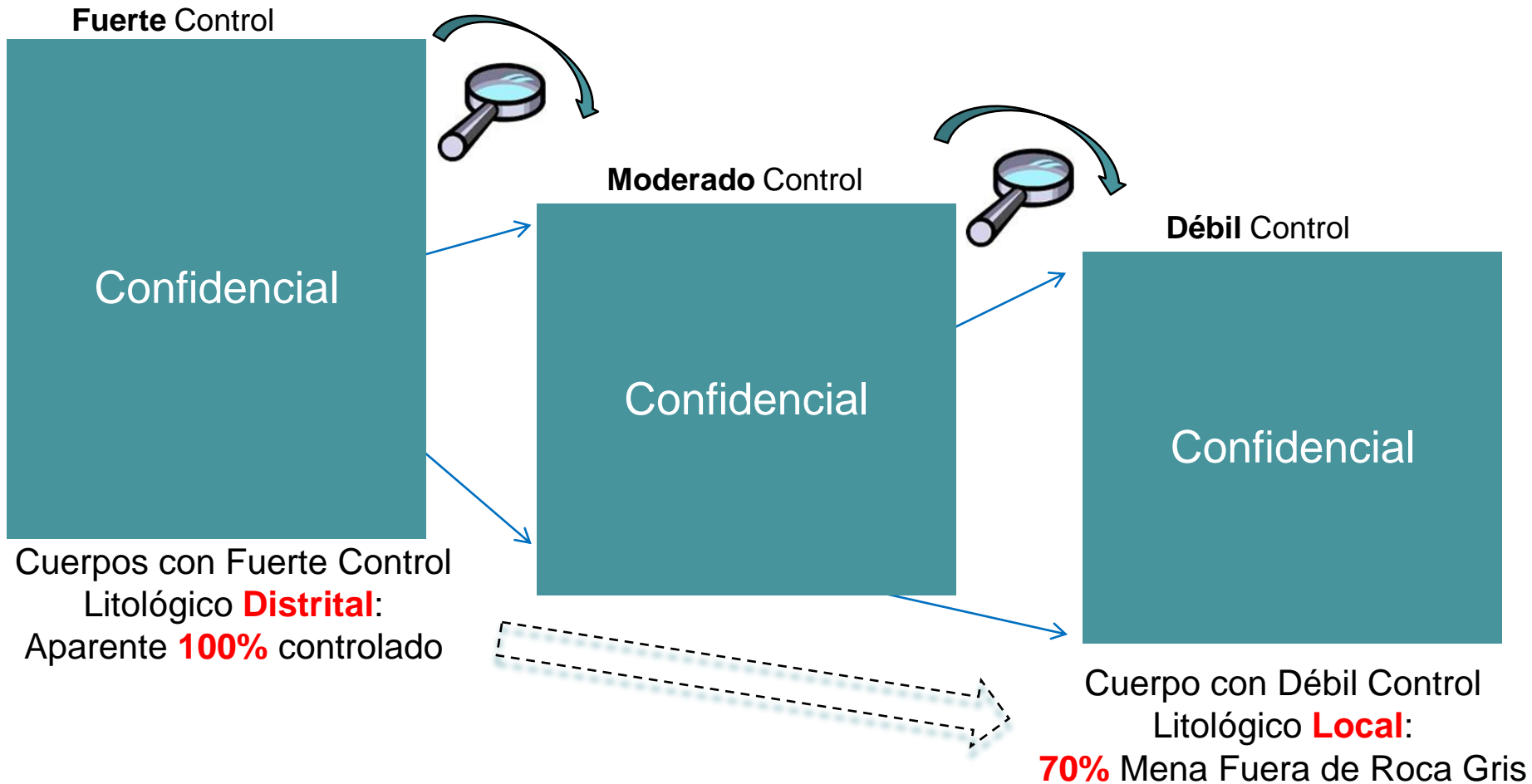
Confidencial

Confidencial

**Incertitud Real por Distintas
Interpretaciones según
Background del Modelador**

Hallazgos Frecuentes

Caso 7: Control de Mineralización



Débil Control de Mineralización para la Estimación de Recursos con Probables Lagunas de Otras Variables Geológicas Mandantes

Hallazgos Frecuentes

Caso 8: Dominios Bivariados



Comportamiento espaciales de casos bivariados

Confidencial

Confidencial



Población Diferenciada del Cobalto, Dominada por Brechas

En un solo **Dominio de Cu** (LowGrade), se Detectan **Dos Dominios de Co** (doble de la media de Co en extremo NW)

Sin Embargo se Estima el Cobalto en un Solo Dominio Cuprífero

Sección WE con Mapeo Geológico de Detalle con Registro en el Control de la Ley

Confidencial

Sección WE con Bloques Estimados sin consideración del Mapeo Geológico

Confidencial

**El Control Geológico (Estructura)
NO fue considerado en los parámetros de Estimación**

Hallazgos Frecuentes

Caso 10: Análisis de Contaminantes



Confidencial

Confidencial

Sin Datos Adicionales



Confidencial

Frecuentemente las Variables Auxiliares como Penalizantes son Tardíamente Identificadas o Ligeramente Analizadas

Desafíos y Ventajas Para Todos los Actores del Negocio



Optimización de la Información

Material Homogéneo a Planta

Planificación Optimizada

Estacionaridad y Continuidad
Menos Incierta

Geometría y Volumen Más
Confiable

Enriquecimiento Geológico para
Nuevos Targets

Código para Certificación (Chile):

Acerca de la **definición de Recursos Mineros...**

« *es una concentración u ocurrencia de material natural, sólido, inorgánico, u orgánico fosilizado terrestre de tal forma, cantidad, y calidad que existe una **razonable apreciación acerca de su potencial técnico-económico.*** »

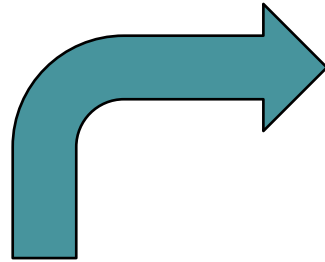
Acerca de los **sustentos de los Recursos Mineros...**

»*La localización, tonelajes, contenidos, características geológicas y el grado de continuidad de la mineralización es estimada, conocida, o interpretada **a partir de específicas evidencias geológicas,** metalúrgicas y tecnológicas»*



Modelo Geológico

Bases Sólidas para los Recursos y Reservas Mineras



Hallazgos en Recursos Minerales

Adquisiciones del Dato

Calidad del Dato

Modelo Geológico

Diluciones

Tratamiento Valores Extremos

Parámetros de Estimación

Suavizamiento

Análisis de Riesgos

Impacto en Reservas Mineras

Clasificación

Tonelaje Material

Tonelaje Metal

Ley

Diseño Minero

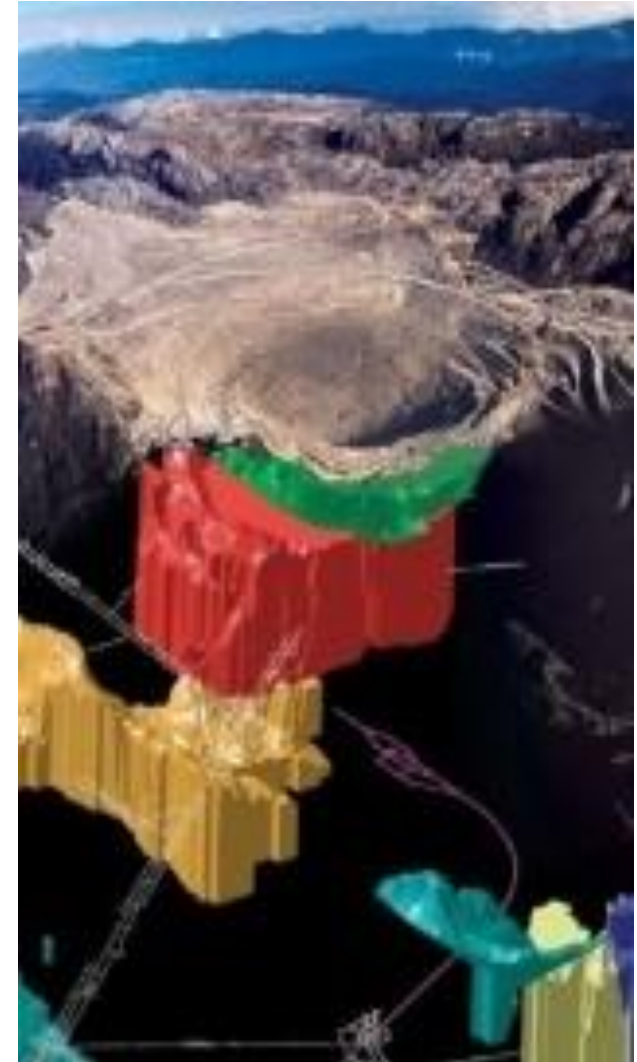
Planificación Minera

Análisis Financiero

Hallazgos y Desafíos Frecuentes En Reservas Mineras



1. Desconocimiento de Tratamiento de Recursos Inferidos en Distintas Fases de Proyectos
 2. Auditorías Simultáneas de Recursos y Reservas
 3. Doble Planificación
 4. Fecha de Corte de Estimación de Reservas
 5. Ley de Corte
 - Ingresos
 - Costos
 - Dilución
-
1. Complejidad de la Operación
 2. Racionalidad de la Explotación
 3. Dificultad de la Información



Hallazgos Frecuentes En Reservas Mineras



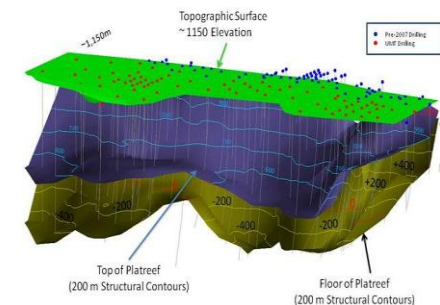
1. Desconocimiento de Tratamiento de Recursos Inferidos en Distintas Fases de Proyectos

Recursos Inferidos pueden incorporarse en:

- Estudios de Perfil
- Estudios Conceptuales
- Estudios de Pre-Factibilidad



Recursos Inferidos NO pueden incorporarse como Reservas



Recursos:	Nivel Estudio	Planes de Producción			
		Medidos	Indicados	Inferidos	
Medidos + Indicados + Inferido	Perfil	si	si	si	<u>Recursos</u>
Medidos + Indicados + Inferido	PFS	si	si	si y no	<u>Reservas + Recursos</u>
Medidos + Indicados + Inferido	FS	si (40%)	si (60%)	no	<u>Reservas</u>
Medidos + Indicados + Inferido	Operación	si	si	no	<u>Reservas</u>

Hallazgos Frecuentes En Reservas Mineras



2. Auditorías Simultáneas de Recursos y Reservas

Secuencia correcta de auditorías es:

- 1° Modelo de Recursos
- 2° Modelo de Reservas

La auditoría simultánea tiene los siguientes riesgos:

- Hallazgos en modelo de recursos afecta estimación de reservas
- Auditoría simultánea significa auditar dos veces
- Un caso de descoordinación: auditoría de recursos sobre modelo de bloques nuevo y auditoría de reservas sobre modelo de bloques antiguo



3. Doble Planificación

La auditoría de reservas en operaciones existentes se complica por doble planificación de minas:

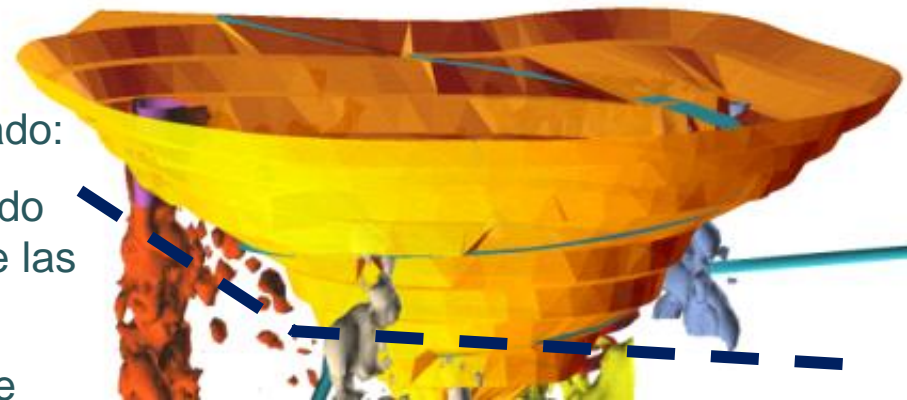
- Reservas no pueden incluir recursos inferidos, sin embargo la planificación de la mina si los considera: esto implica necesariamente hacer una doble planificación, lo que provoca un doble trabajo al staff y fuente de muchos errores
- Reservas calculadas con precio de planificación de largo plazo, diferente al precio de planificación de la coyuntura: nuevamente esto implica hacer una doble planificación, lo que provoca un doble trabajo al staff y fuente de muchos errores



4. Fecha de Corte de Estimación de Reservas

Fecha única de corte:

- En proyectos greenfield es fácil
- En proyectos en operación hay que tener cuidado:
 - ✓ Asegurarse que mineral extraído o proyectado producir a la fecha de corte se descuenta de las reservas
 - ✓ Consistencia de informes con fecha única de corte en todos los aspectos de una auditoría:
 - recursos,
 - reservas
 - Infraestructura
 - medio ambiente
 - permisos

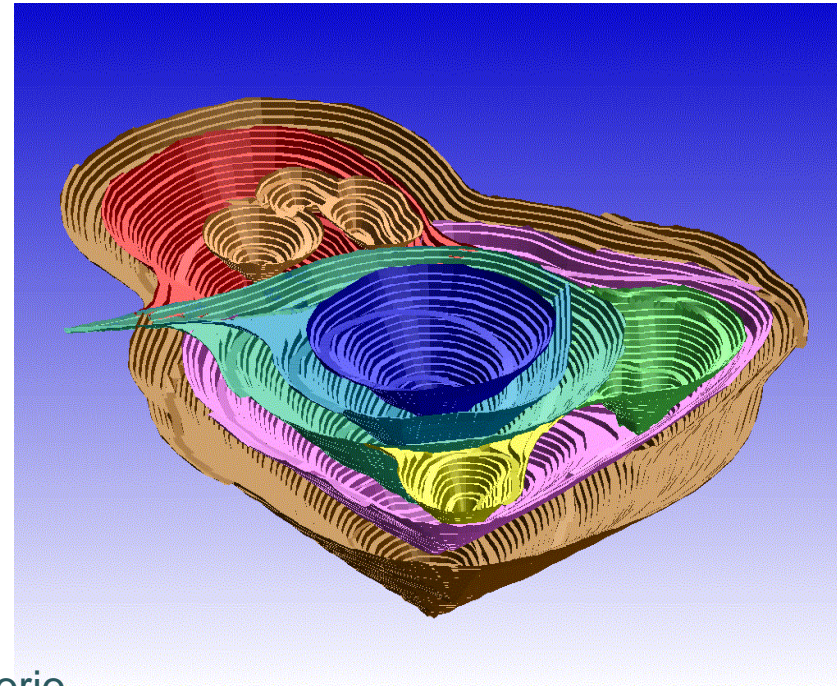


5. Ley de Corte

- **Ingresos**
- Costos
- Dilución

Para los Ingresos:

- Uni-, multi-, productos
- Precios de planificación acordes con el horizonte
 - ✓ Largo plazo
 - ✓ Corto plazo
 - ✓ Transición
- Costos de venta
- Recuperaciones metalúrgicas
 - ✓ Representatividad de muestras
 - ✓ Factor de escalamiento de pruebas de laboratorio



5. Ley de Corte

- Ingresos
- **Costos**
- Dilución

Para los Costos:

- Greenfield, más fácil
- Brownfield, más complejo
- Costos mina, planta, infraestructura, G&A
- Costos diferenciados por métodos o complejidades
- Costos de capital ¿Qué toneladas pagan la inversión?
 - ✓ ¿Sectores de leyes altas?
 - ✓ ¿Cada tonelada hace su aporte?
 - ✓ Costo hundido, pero ¿cómo se pagan los créditos?



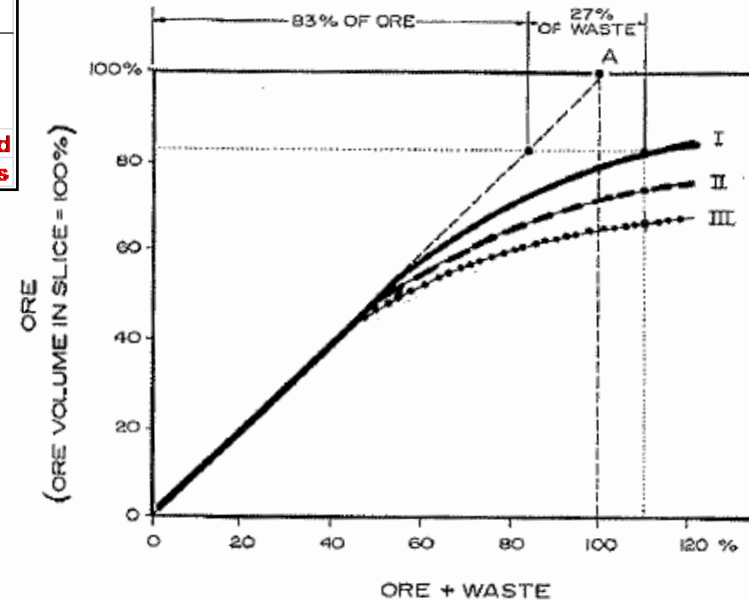
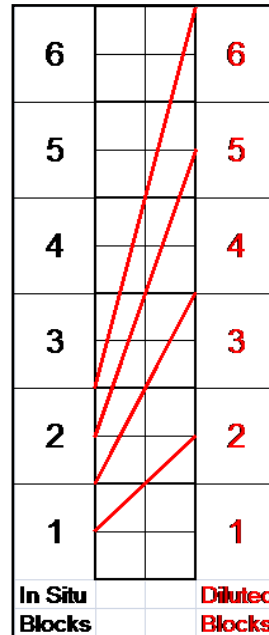
Hallazgos Frecuentes En Reservas Mineras

5. Ley de Corte

- Ingresos
- Costos
- **Dilución**

Para la Dilución:

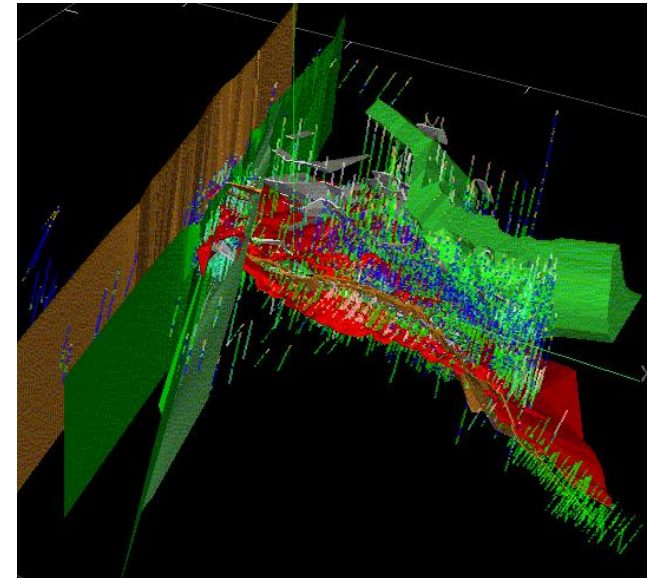
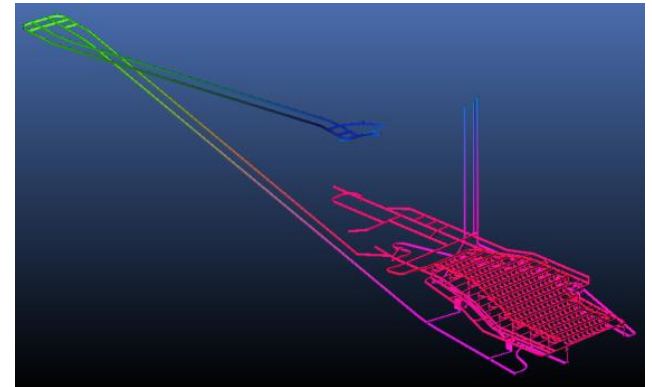
- Greenfield, modelos
- Brownfield, modelos + mediciones
- Diluciones propias de métodos
 - ✓ Modelos
 - ✓ Prácticas operacionales
- En FS y en Operaciones, dilución de recursos inferidos tiene ley cero
- Ley de material diluyente
- Cantidad de material diluyente
 - ✓ Emblemáticos son SLC y BC
 - ✓ Rajos
 - ✓ Caserones



1. Complejidad de la Operación

Desafíos para el auditor de reservas:

- Captar rápidamente la complejidad de nuevo proyecto
 - ✓ Rajo
 - ✓ SLS y variantes
 - ✓ R&P
 - ✓ C&F
 - ✓ BC y variantes
 - ✓ SLC
 - ✓ Shrinkage
 - ✓ Etc.
- Minas subterráneas con más de un método o variantes
- Modelos de bloques
- Geología
- Modelo 3-D
- Visitas



2. Racionalidad de la Explotación

Se debe verificar que la planificación minera es razonable:

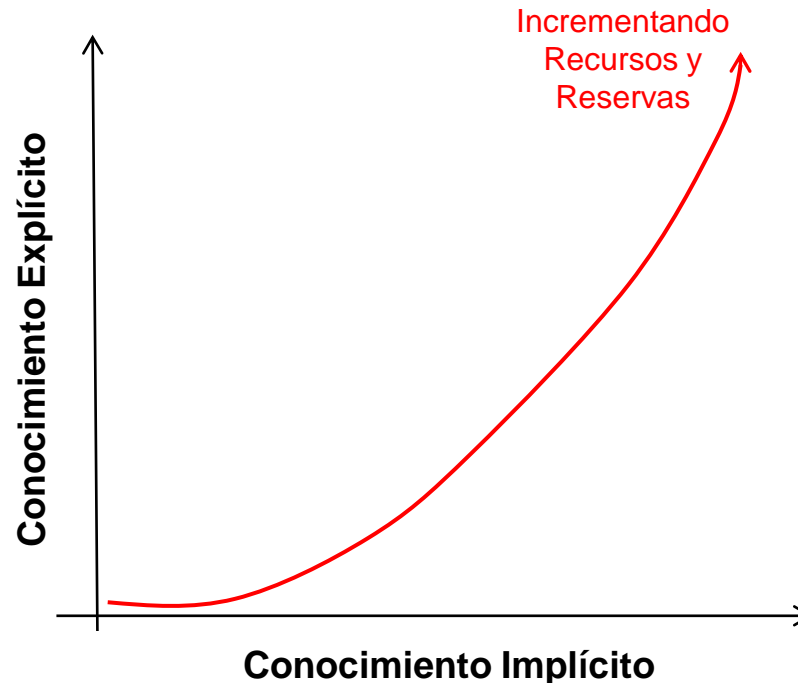
- Cubicación de reservas
- Programa de producción
- Programa de desarrollos y construcciones
- Cantidad de equipos
- Servicios
 - ✓ Ventilación
 - ✓ Energía eléctrica
 - ✓ Agua
 - ✓ Aire comprimido
 - ✓ Drenaje
 - ✓ Abastecimientos
 - ✓ Instalaciones de apoyo
- Riesgos



Recursos Humanos en el Negocio Minero

Competencias duras

Informática
Metalurgia y Procesos
Planificación y Diseño Minero
Geoestadística
Informática
Geomecánica Geometalurgia
Geología
Geoquímica - Geofísica
QAQC - Mineralogía



Competencias blandas

Liderazgo
Visión del Negocio
Gestión y Administración
Seguridad
Iniciativa
Adaptabilidad al Cambio
Creatividad
Espíritu Crítico
Trabajo en Equipo

**Profesionales Capaces de Comunicar y Transmitir el Conocimiento:
Fomentar la Formación integral del Profesional de Recursos y Reservas Mineras**

Gracias

