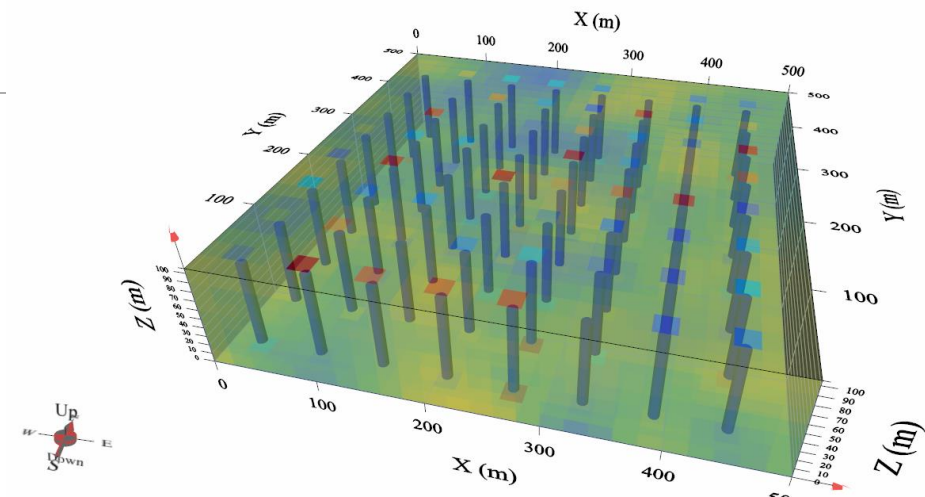


Estrategia Muestreo Representativo en Geometalurgia

FACTORES MODIFICANTES



Relación general entre resultados de exploración, recursos minerales y reservas mineras

JORC Code, 2012 Edition

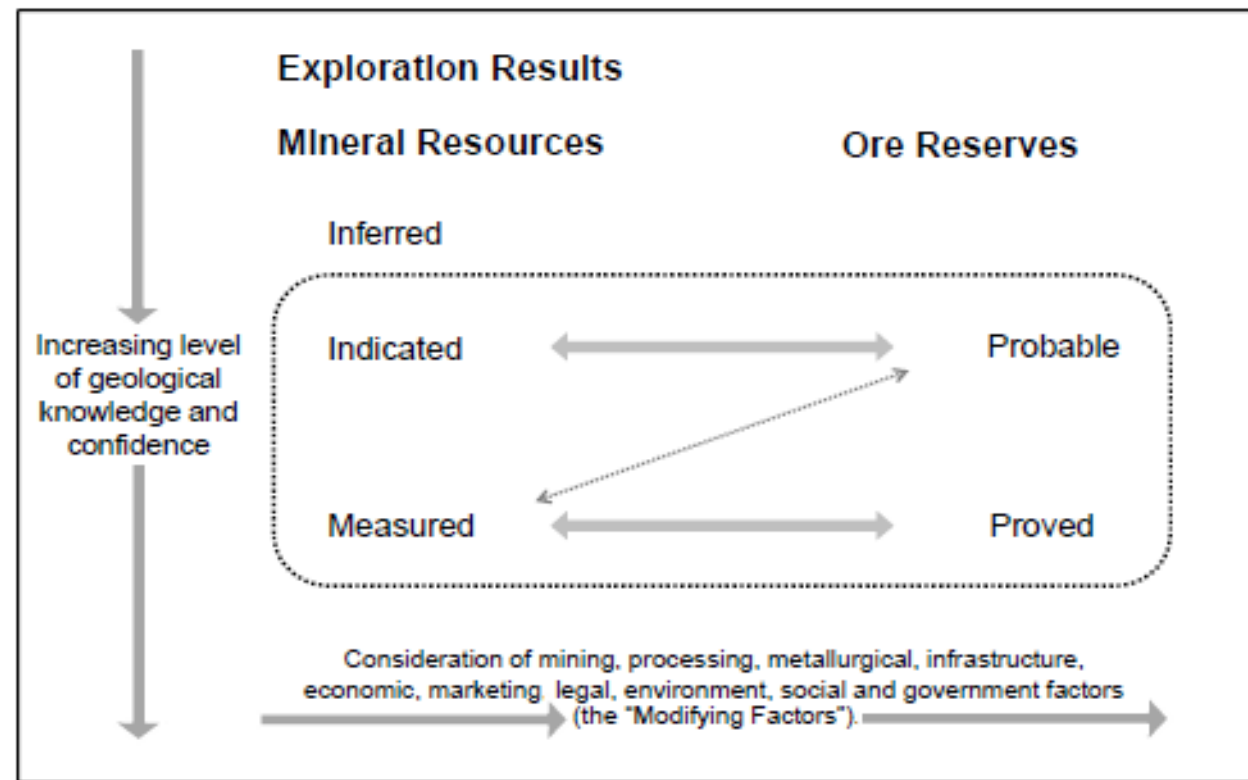


Figure 1 General relationship between Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves.

Factores Modificantes

- Los **Factores Modificantes** son consideraciones usadas para convertir Recursos Minerales a Reservas
- Estos incluyen, pero no se restringen sólo a ellos, factores de **minería, proceso, metalurgia, infraestructura, economía, marketing, legales, ambientales, sociales y gubernamentales**

Contexto: la Geometalurgia tiene un impacto en el valor económico

- Definición (simple) de la función de Beneficio:

$$B = I - C$$

I : Ingresos; C: Costos

$$I = \text{Ley Cu} * \text{Recuperación Metalúrgica} * \text{Precio} * \text{factor conversión}$$

$$C = \text{costo mina} + \text{costo proceso}$$

Importancia de la Geometalurgia

- La predicción de los parámetros metalúrgico es de primera importancia en las estimaciones del valor del negocio minero,
 - Por ejemplo:
 - La estimación de la **recuperación metalúrgica** impacta directamente en la estimación del **Ingreso**
 - La estimación del **tph** impacta directamente en el **costo del proceso**
 - **Por lo tanto, la estimación de estos parámetros es de primera relevancia para la valorización**

Podemos estimar los parámetros con pocas o muchas muestras, es cuestión de riesgo...

- ¿Cómo estimamos estos parámetros metalúrgicos?
 - **Opción 1:**
 - Podríamos estimar estos parámetros basándonos en experimentación metalúrgica sobre algunas pocas pruebas en “muestras tipo”, (más bien son especímenes*)
 - Solicitar una “opinión experta”
 - Esta opción apunta siempre a un promedio pero no se hace cargo de la variabilidad ni el riesgo asociado
 - **Opción 2:**
 - Construir un modelo que represente lo mejor posible la variabilidad o medias locales, lo cual sólo se puede hacer con muestras representativas y en número suficiente para cubrir el riesgo asociado
 - (*) Se representan así mismas, no necesariamente a un espacio muestral

Modelo con muestras representativas y suficientes → bajo riesgo en la predicciones

- El modelo geometalúrgico *in situ* corresponde a la predicción de la respuesta metalúrgica de los minerales y elementos de interés económico de un yacimiento, determinando la relación entre atributos geológicos con respuestas metalúrgicas en condiciones estándares de laboratorio.
- El producto final del modelo geometalúrgico *in situ* es el desarrollo de un modelo de bloques, poblado con los parámetros metalúrgicos de interés en base a la información generada a partir de pruebas metalúrgicas estándares en condiciones de laboratorio.
 - (Guía Geometalúrgica de Codelco Chile)

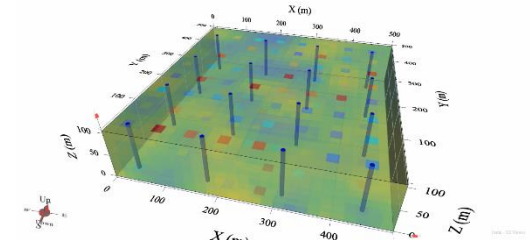
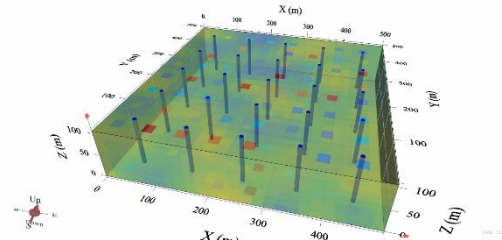
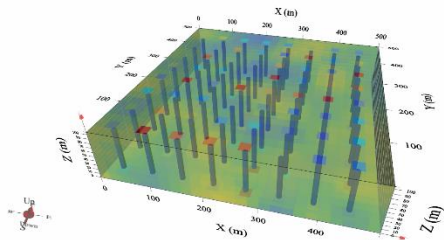
Muestreo Representativo

Selección – obtención, de muestras representativas: Factor clave para un modelo

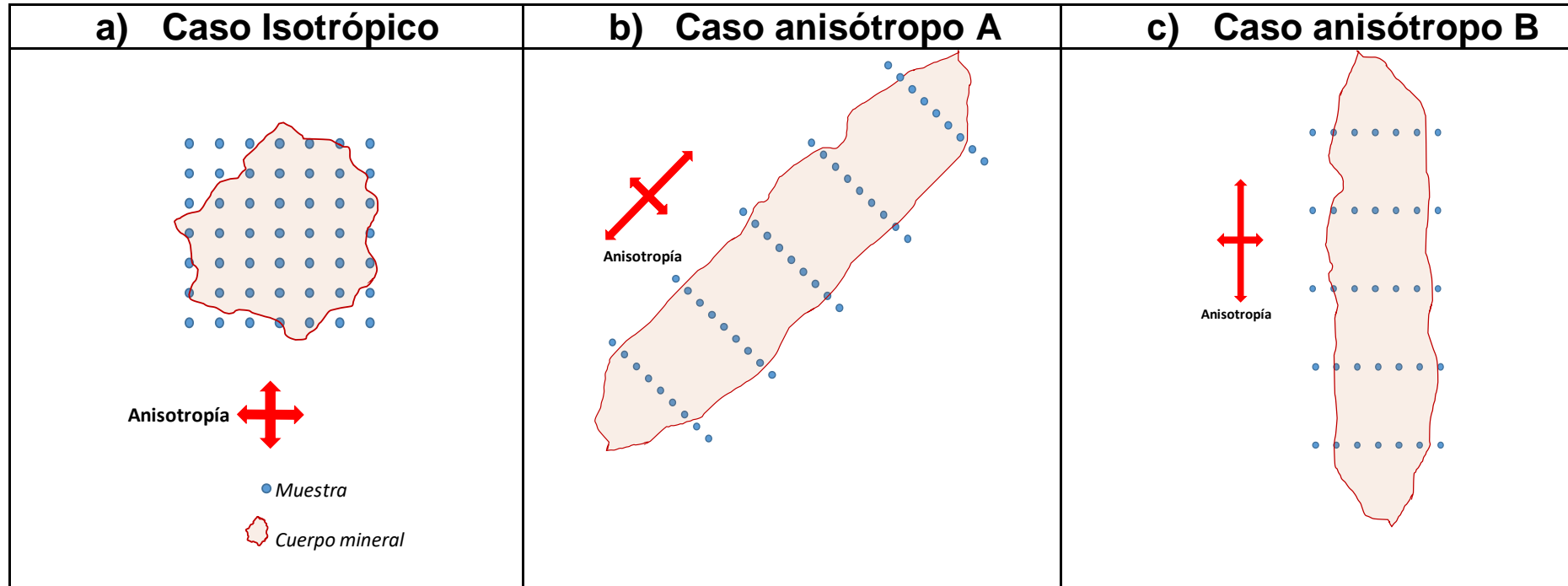
- El modelo geometalúrgico *in situ* se debe sustentarse en pruebas metalúrgicas obtenidas de un muestreo representativo de cada UGM.
- Las muestras se obtienen con la intención de inferir propiedades de la totalidad de la población.
- Se entiende que cada UGM representa a una población
- Las propiedades que se requieren inferir de las UGM son: valor medio esperado de la respuesta metalúrgica, grado de dispersión estadístico (varianza), variabilidad espacial, cuartiles y coeficiente de variación.
- Debe escogerse una técnica de muestreo que permita una selección de carácter aleatorio
- Contrariamente se obtendrá una muestra sesgada cuyo interés y utilidad es más limitado

Debemos garantizar un muestreo equiprobable

- Para garantizar un muestreo aleatorio (no sesgado) se deben localizar muestras en el espacio de forma sistemática
- De este modo, todos los puntos dentro del espacio de la unidad tendrán igual probabilidad de ser muestreados (muestreo equiprobable)
- Por esto se recomienda, localizar las muestras a distancias relativamente constantes (concepto de mallas regulares) como una forma de que la equidistancia garantice un muestreo equiprobable, es decir, aleatorio



El muestreo equiprobable no implica necesariamente una malla regular simétrica



7 consideraciones para un muestreo equiprobable

- a) **Espacio o volumen de interés que se va a caracterizar**
- b) Proporción de UGM's dentro de este volumen
- c) **Número de muestras o densidad de muestreo**
- d) **Verificación espacial de la ubicación de las muestras**
- e) Tipo de muestra y restricciones
- f) Largo o soporte de muestreo
- g) Distribución espacial equidistante de las muestras

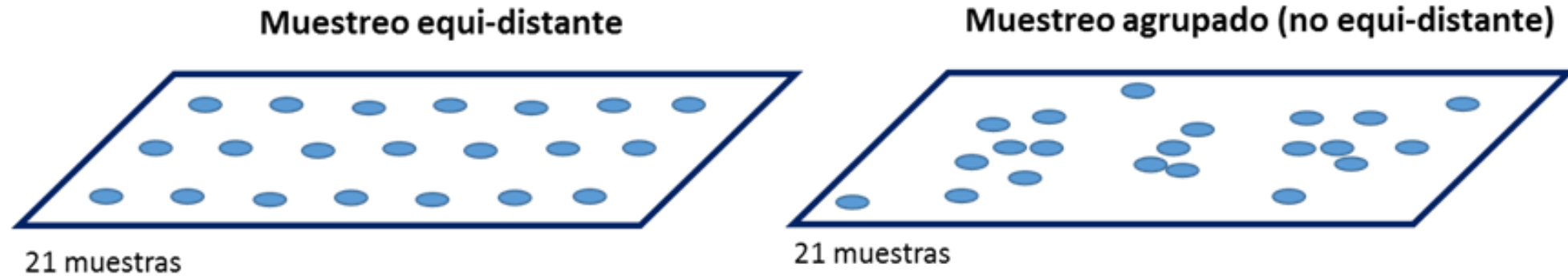
El espacio muestral = volumen de interés económico

- Se debe determinar cuál es el espacio o volumen del yacimiento que se desea caracterizar, esto se refiere específicamente a la parte o fracción del recurso mineral que será transformado a reservas mineras.
 - Exploración avanzada Envolvente Económica
 - Perfil LOM
 - Prefactibilidad Periodos Anuales & LOM
 - Factibilidad Periodos Anuales & Quinquenal
 - Operación Quinquenal & Año

N° muestras depende de la etapa del estudio o de la precisión que se requiere

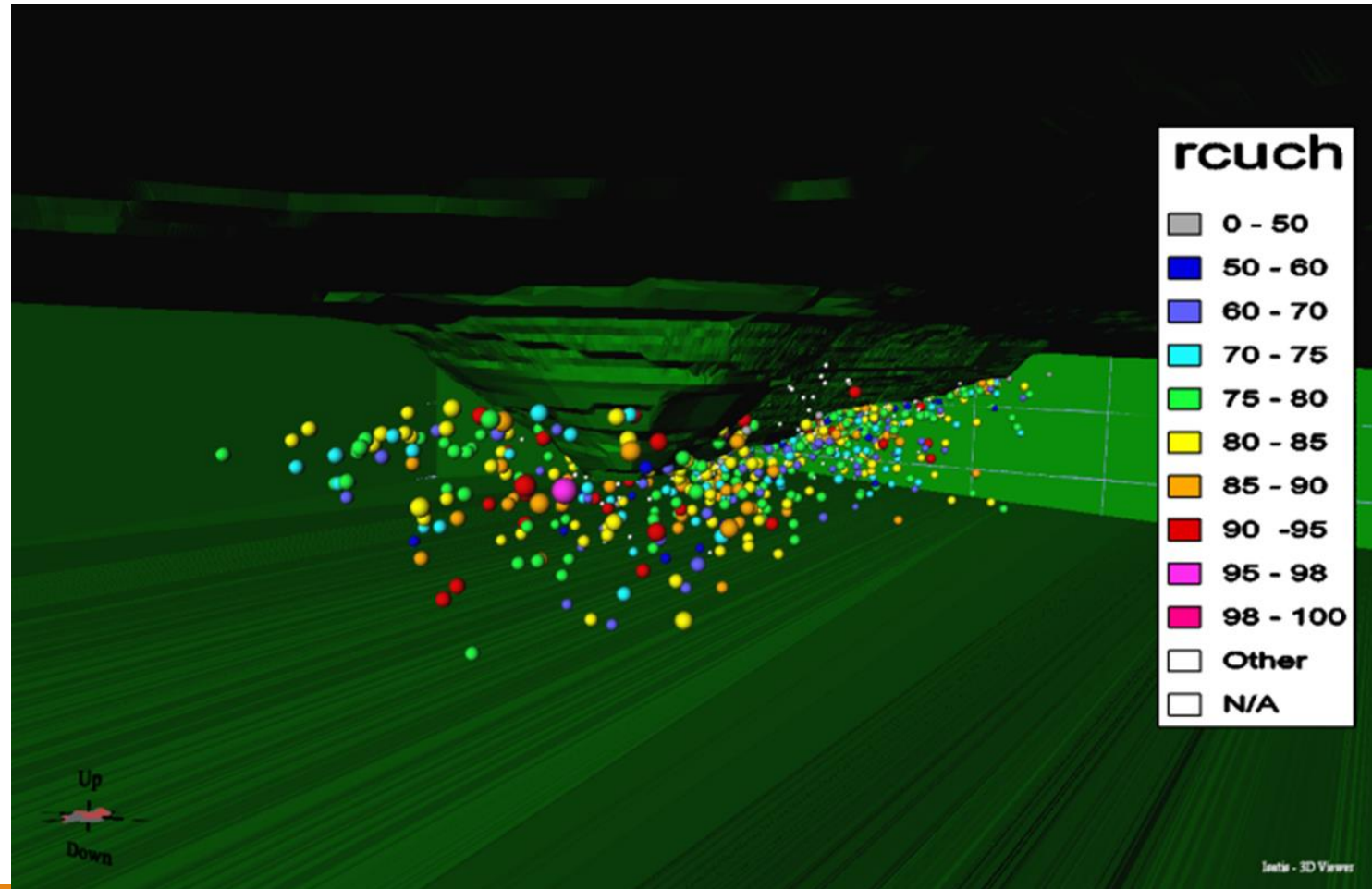
- El número de muestras, depende de la etapa del proyecto.
 - En exploración avanzada se requiere menor densidad de muestreo por UG, y en etapas avanzadas (prefactibilidad y factibilidad), de una densidad mayor.
 - Para operaciones se deberá considerar muestras adicionales que abarquen horizontes de producción anuales, bianuales o quinquenales del plan de producción.
- El espaciamiento máximo entre muestras no debe superar una distancia crítica
 - Ya que más allá de esta distancia las muestras no se relacionan entre sí
 - Esto puede ser definido a través de un variograma experimental, siendo esta distancia igual al alcance del variograma
- Por ello, se debe determinar un espaciamiento máximo en función del variograma experimental, para cada variable metalúrgica

Relación N°muestras por tonelaje no garantiza representividad



- Relación N°muestras/tonelaje es válida si y solo si, la malla es regular y las muestras no se separan más allá la distancia crítica
- *Ambas figuras muestran igual número de muestras por área, pero sólo la primera configuración representa un muestreo representativo*

Verificación de distribución espacial es visual



Tipo de muestras

- Las muestras para pruebas metalúrgicas deberán ser originadas a partir de:
 - **Testigos de sondaje diamantino (DDH)**
 - Rechazos gruesos (bajo 6# o 10# Ty) del proceso de preparación mecánica
 - Sondajes tipo aire reverso (AR), en algunos casos

Criterios para la selección de las muestras

- Las muestras deben corresponder a **un solo tramo continuo** (“muestras unitarias”).
- Los tramos de sondaje **deben tener un largo mínimo**, tal que no sean representadas características geológicas puntuales
- **Tener un largo máximo**, con tal de no ocultar la variabilidad que quiere ser representada.
- El soporte de las muestras debe ser uniforme en el tiempo
- Solo deben usarse muestras provenientes de testigos correctamente identificados y regularizados
- Las muestras deberán ser seleccionadas dentro del volumen considerado por un plan minero
- **Se deben representar los dominios geológicos**

Criterios para la selección de las muestras

- **Restricción de uso de sondajes antiguos:** no deben considerarse sondajes que representen sectores ya explotados
- **Restricción de uso de testigos alterados:** no se deben seleccionar testigos que hayan sufrido evidentes cambios químicos y/o mineralógicos posterior a la perforación
- **Restricción zonas estériles o de baja ley:** no deben provenir de zonas del depósito mineral que no se procesarán metalúrgicamente. Se exceptúan las zonas estériles de dilución
- **Restricción por baja recuperación de testigo**
- **Restricción por perturbación:** no deben utilizarse muestras provenientes de testigos de sondaje perturbados (mal cortado, contaminado o mal manipulado, o en donde no sea confiable el orden que presentan los tramos de testigo, o donde ya se haya extraído una muestra previamente, por ejemplo, para determinación de densidad.

FIN PRESENTACION

Gracias !!