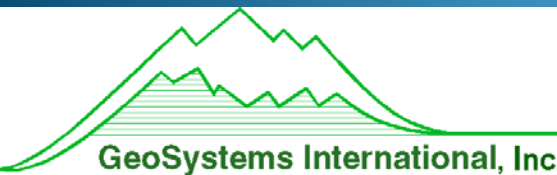


Definición Óptima de la Malla de Perforaciones

XIX CONGRESO GEOLÓGICO ARGENTINO

Córdoba, 4 de Junio, 2014

Mario E. Rossi, MSc. Geoestadística, Ing. de Minas.
GeoSystems International, Inc.



Contenido de la Presentación

- El negocio minero y el valor de la información.
- En exploración minera, como valorizamos la información?
- Que significa óptimo?
- Incertidumbre y riesgo.
- Metodología propuesta.
- Conclusiones.

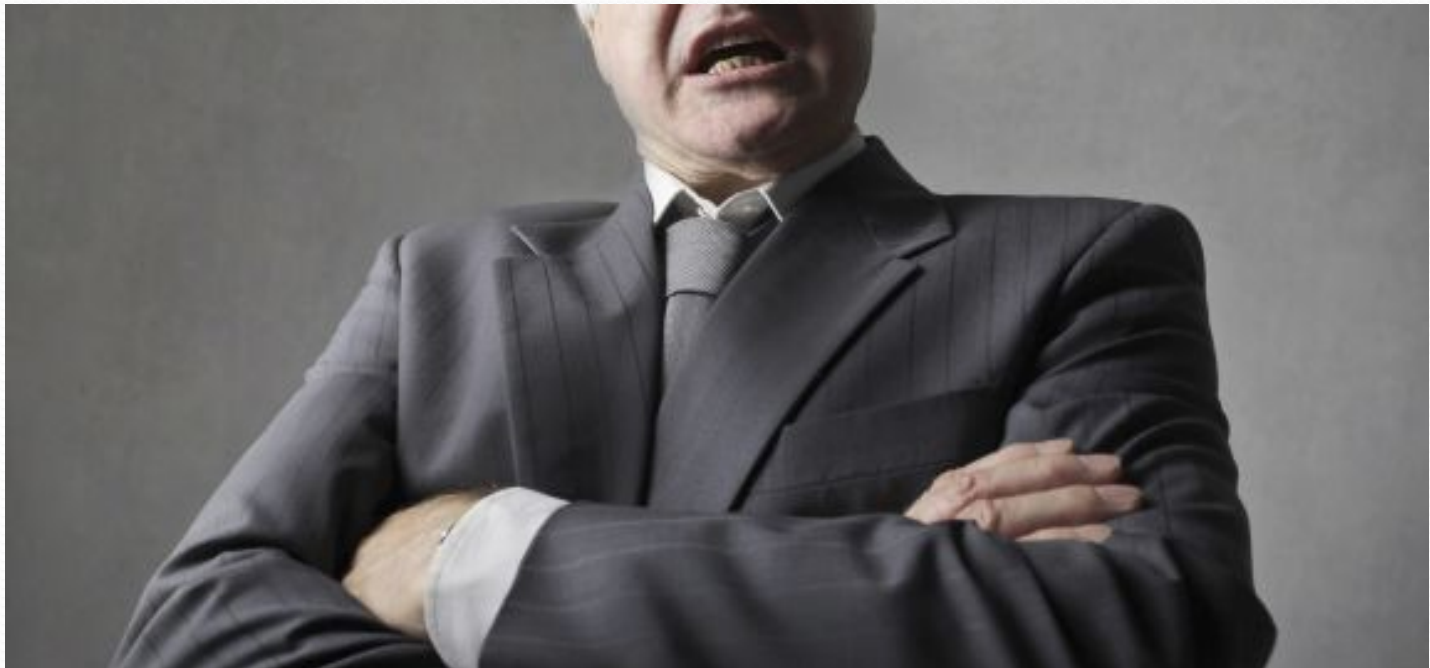
Valor de la Información ⁽¹⁾

- Como se cuantifica el valor de la información?
Sabemos cuánto nos cuesta obtenerla, pero no es el valor que representa.



Valor de la Información (2)

- El argumento clásico: “Creáme Jefe, los 3 millones de dólares de la próxima campaña van a estar bien gastados!”.



Valor de la Información (3)

- Argumento basado en la experiencia y conocimiento técnico de uno o más individuos. Ha funcionado históricamente en la industria minera.
- El resultado de una campaña se juzga por:
 - a) un aumento en la cantidad de recursos;
 - b) por una disminución de la incertidumbre; o
 - c) por una combinación de ambos.
- Una posibilidad es utilizar Opciones Reales.

Valor de la Información (4)

- Los recursos y reservas mineras son activos caracterizados por incertidumbres y riesgos. Hay una relación directa entre el valor del activo y la incertidumbre asociada.
- La valorización de un proyecto requiere de información confiable. En consecuencia, la exploración debe desarrollarse con una estrategia que considere la relación valor-incertidumbre.
- El proyecto también se valoriza con la confiabilidad que se obtiene de la aplicación de estándares y protocolos internacionales. Estos incrementan la transparencia, e intentan evitar la ambigüedad; también exigen competencia para informar y reportar esos activos.

¿Qué significa “Óptimo”?

- Lo que se considera óptimo depende del momento en el tiempo y del nivel de desarrollo del proyecto.
- Definimos “*óptimo*” como la información justa y necesaria requerida para cumplir los objetivos del momento en el desarrollo del proyecto.
- Define la inversión necesaria requerida para obtener el retorno esperado, y condicionado por un nivel de riesgo aceptado.

Incertidumbre y Riesgo ⁽¹⁾

- Incertidumbre es cuánto no conocemos de algún evento. En este contexto, nos referimos a los recursos mineros.
- La geoestadística tiene en su caja de herramientas metodologías que permiten modelar la incertidumbre.



Incertidumbre y Riesgo (2)

- Riesgo es la consecuencia de la incertidumbre. Puede ser negativo, o positivo (oportunidad).
- A veces, baja incertidumbre implica alto riesgo!



- También, alta incertidumbre no implica alto riesgo.

Incertidumbre y Riesgo ⁽³⁾

- La geoestadística es una caja de herramientas que nos permite:
 1. Analizar y entender la información.
 2. Desarrollar modelos predictivos espaciales.
 3. Caracterizar la incertidumbre.
 4. Analizar los riesgos que supone.

Optimización de Mallas ⁽¹⁾

- Basada en la evaluación de la incertidumbre.
- La idea es cuantificación la incertidumbre y el riesgo (u oportunidad) asociado.
- Para la modelar la incertidumbre, simulaciones condicionales; para cuantificar oportunidad o riesgo, funciones económicas.

Optimización de Mallas (2)

- La función económica requiere valorizar la información “objetivamente”:

$$\textit{Beneficio} = \textit{Ganancias} - \textit{Costos}$$

- Los costos son inmediatos: es el presupuesto!
- Cuantificar las ganancias es más problemático, pero posible bajo ciertas suposiciones.
- Se debe trabajar con personal de finanzas para definir las ganancias esperadas.

Origen de las Ganancias

1. Aumento de los recursos → el proyecto, en valor US\$/ton in situ, aumenta.
2. Disminución de la incertidumbre → menos riesgo, más certeza en el retorno de la inversión, y menor costo de financiamiento.
3. Imponderables, factores difíciles de cuantificar o predecir, como el aumento del valor la acción y otros beneficios indirectos que resultan de ser una exploradora minera exitosa.

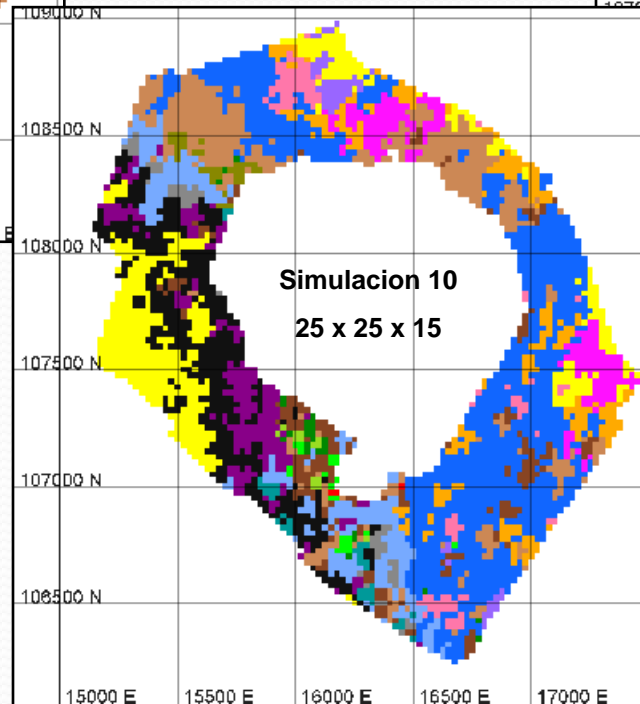
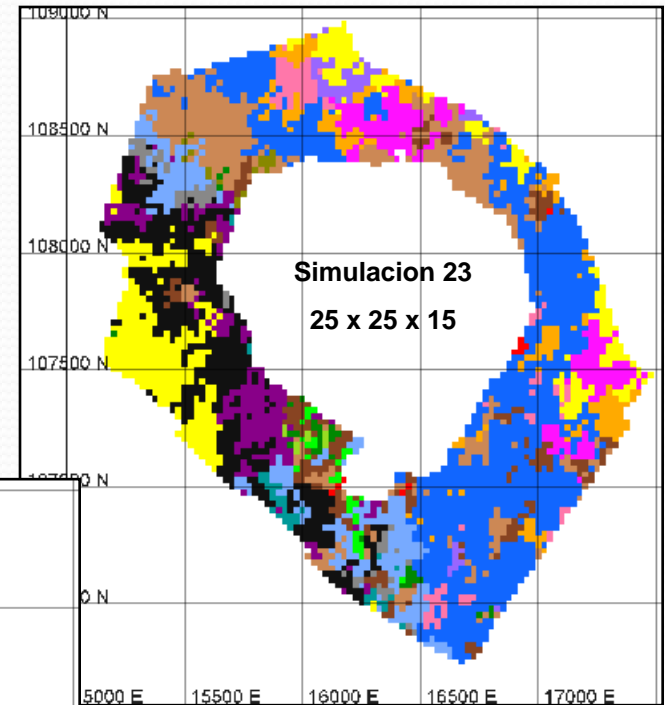
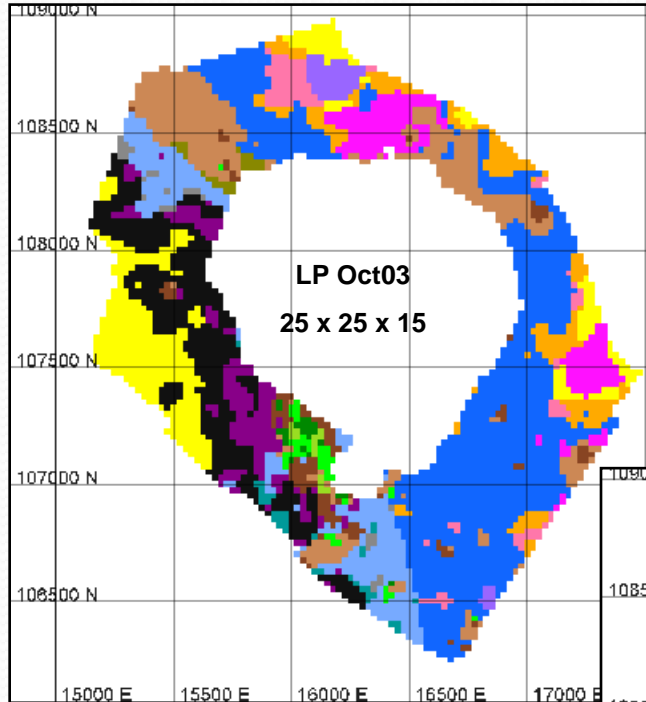
Modelos de Incertidumbre: Simulaciones Condicionales ⁽¹⁾

- Cumplen con ciertos requisitos básicos. Entre otros, las simulaciones reproducen el histograma y el variograma de los compósitos originales.
- Entregan un modelo de incertidumbre que puede ser aplicado o utilizado para diversas aplicaciones. Optimización de la malla de perforaciones es una de ellas.

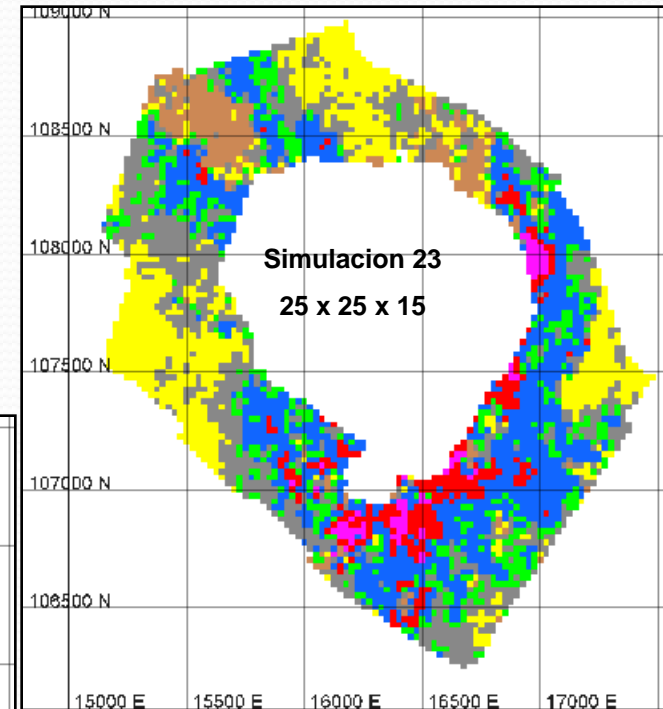
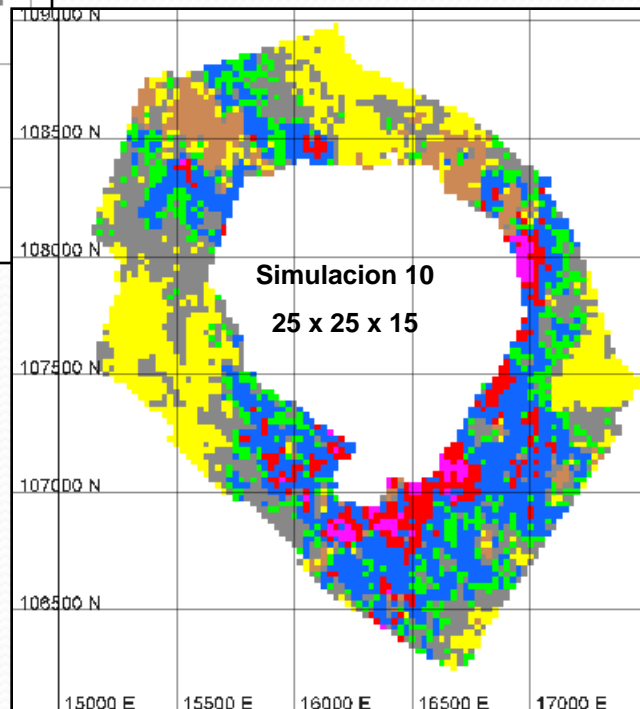
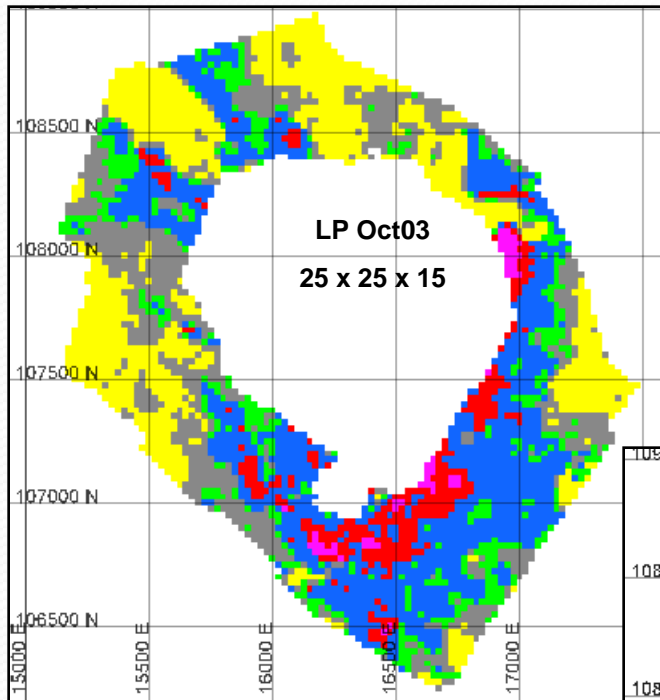
Modelos de Incertidumbre: Simulaciones Condicionales (2)

- Se cuantifica primero la incertidumbre del modelo geológico.
- En base al modelo geológico simulado, posteriormente se cuantifica la incertidumbre del modelo de leyes.
- La incertidumbre del modelo geológico es generalmente más significativa que la de las leyes.

Litología



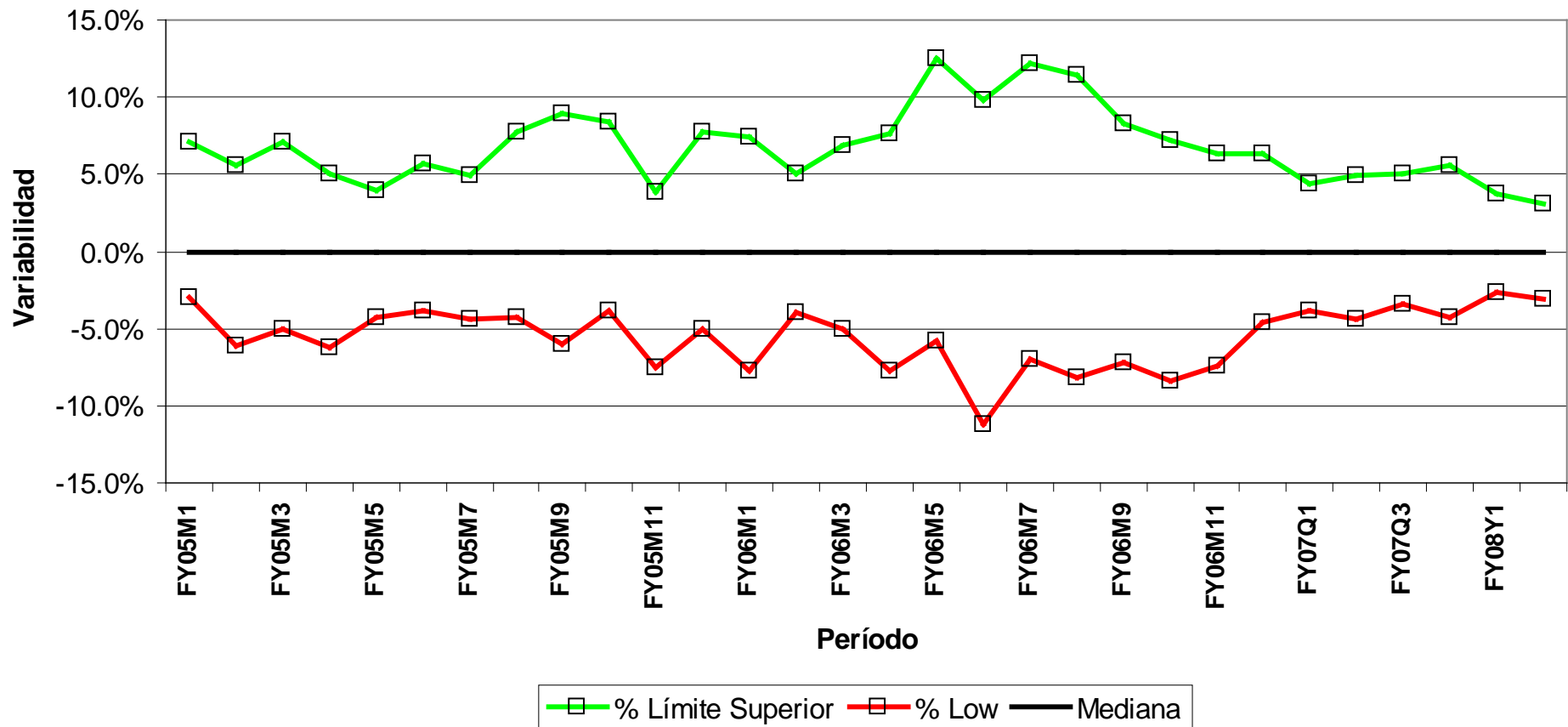
Leyes



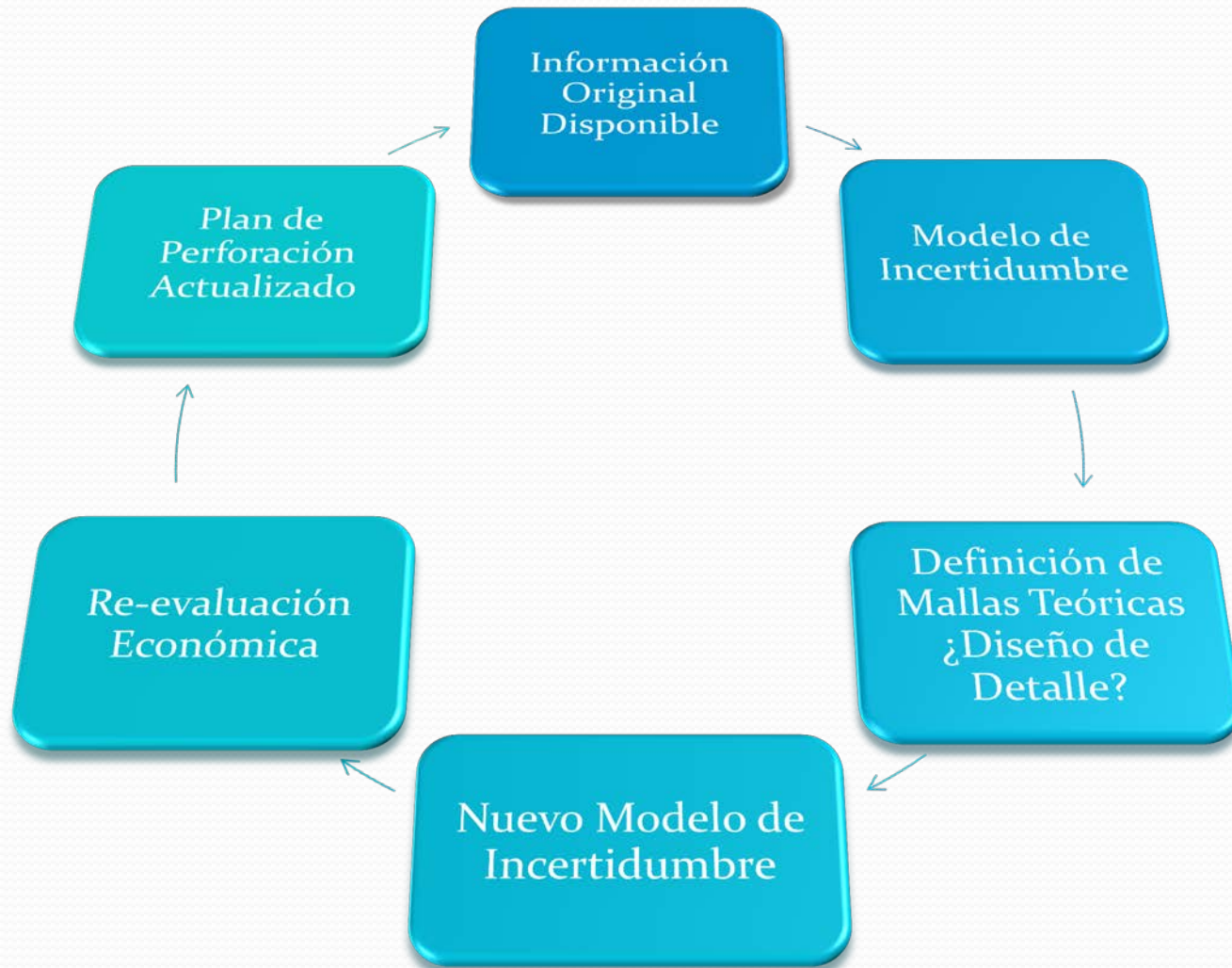
Riesgo en base a las Simulaciones Condicionales ⁽²⁾

- Se analiza el modelo de incertidumbre en base a una “función de transferencia” (FT).
- La FT representa los procesos relevantes que aplican el modelo geológico y de leyes para valorizar el proyecto.
- Por ejemplo, un Plan Minero, con secuencia de minado definida.

Estudio Riesgo Plan Minero, Simulación Condicional Escondida Cu Total Recuperable



Metodología Propuesta (1)



Metodología Propuesta (2)



Información
Original
Disponible

- Sondajes Históricos
- Modelo de Recursos
- Topografía actual
- Modelos Estructurales
- Nivel freático
- Modelos de Incertidumbre Previos
- ¿Planes mineros?

Metodología Propuesta (3)

Modelo de
Incertidumbre
(Simulaciones
Condicionales)

- Modelo Geológico
- Modelo de Leyes
- Simulaciones Condicionales
- Comparación con los Modelos de Incertidumbre Previos
- ¿Planes mineros?

Metodología Propuesta (4)

Definición de
Mallas Teóricas

¿Diseño de
Detalle?

- Resultados históricos
- Definición de Prioridades y criterios de valorización
- Evaluación económica de las alternativas más evidentes
- Priorizar zonas con incremento significativo de valor (incertidumbre elevada?)
- Densificar malla de perforación de acuerdo a la definición teórica
- Considerar limitaciones prácticas, geográficas, topográficas, etc.

Metodología Propuesta (5)



Nuevo Modelo de
Incertidumbre

- Se obtiene un nuevo modelo de incertidumbre muestreando la simulación condicional anterior, con la malla teórica propuesta.
- Con el nuevo modelo de incertidumbre (datos actualizados) se evalúa si se cumplieron los objetivos iniciales.
- Valorizar el aumento de recursos y/o recategorización

Metodología Propuesta (6)

Re-evaluación
Económica

Plan de
Perforación
Actualizado

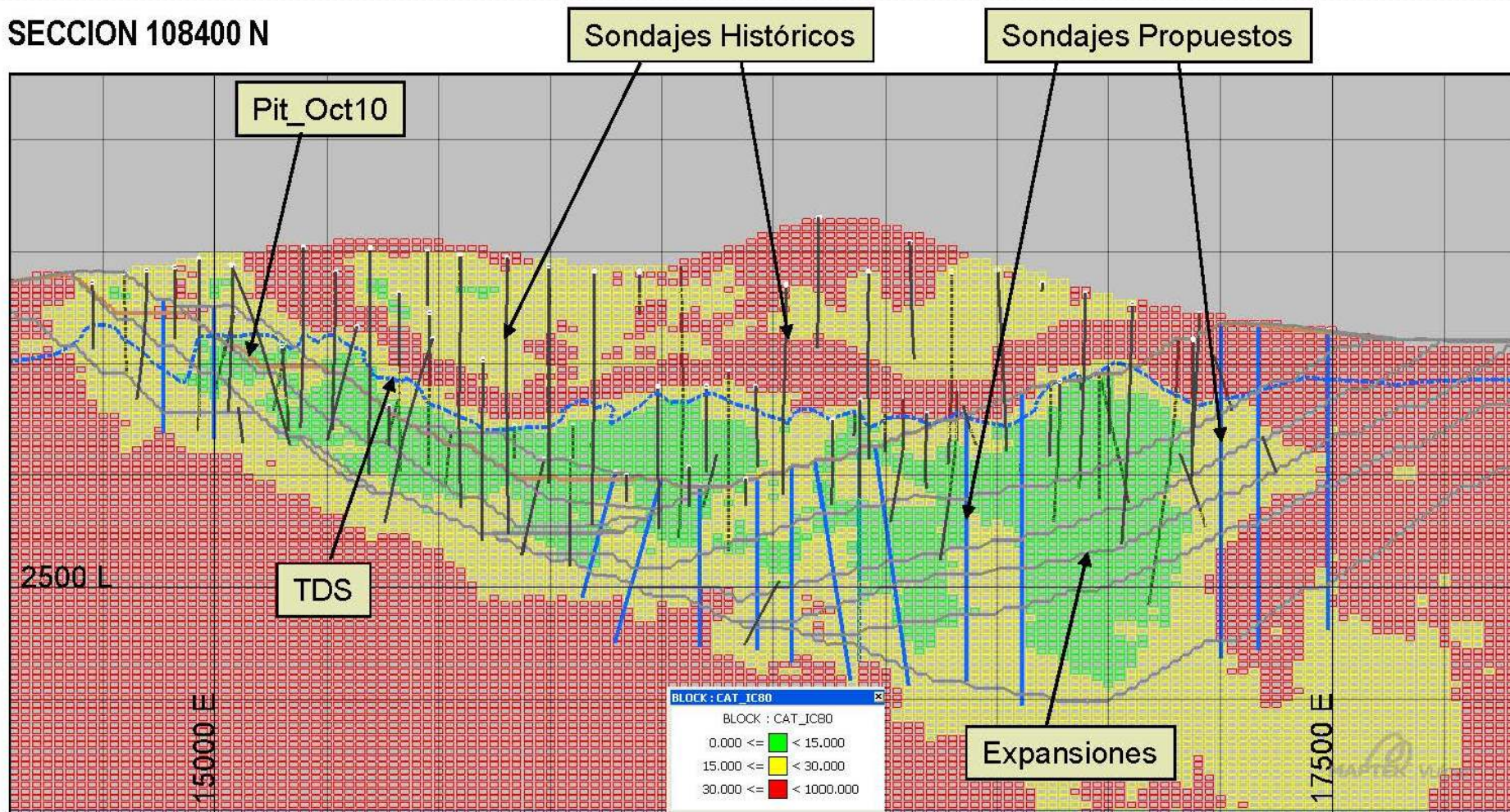
- ¿Se logró la valorización esperada (considerando los mismos factores y parámetros económicos)?
- Se ajustan las prioridades de económicas, re-definiendo las zonas con mayor incremento de valor
- Se define un plan de perforaciones actualizado, “final”

Metodología Propuesta (7)

Re-evaluación
Económica

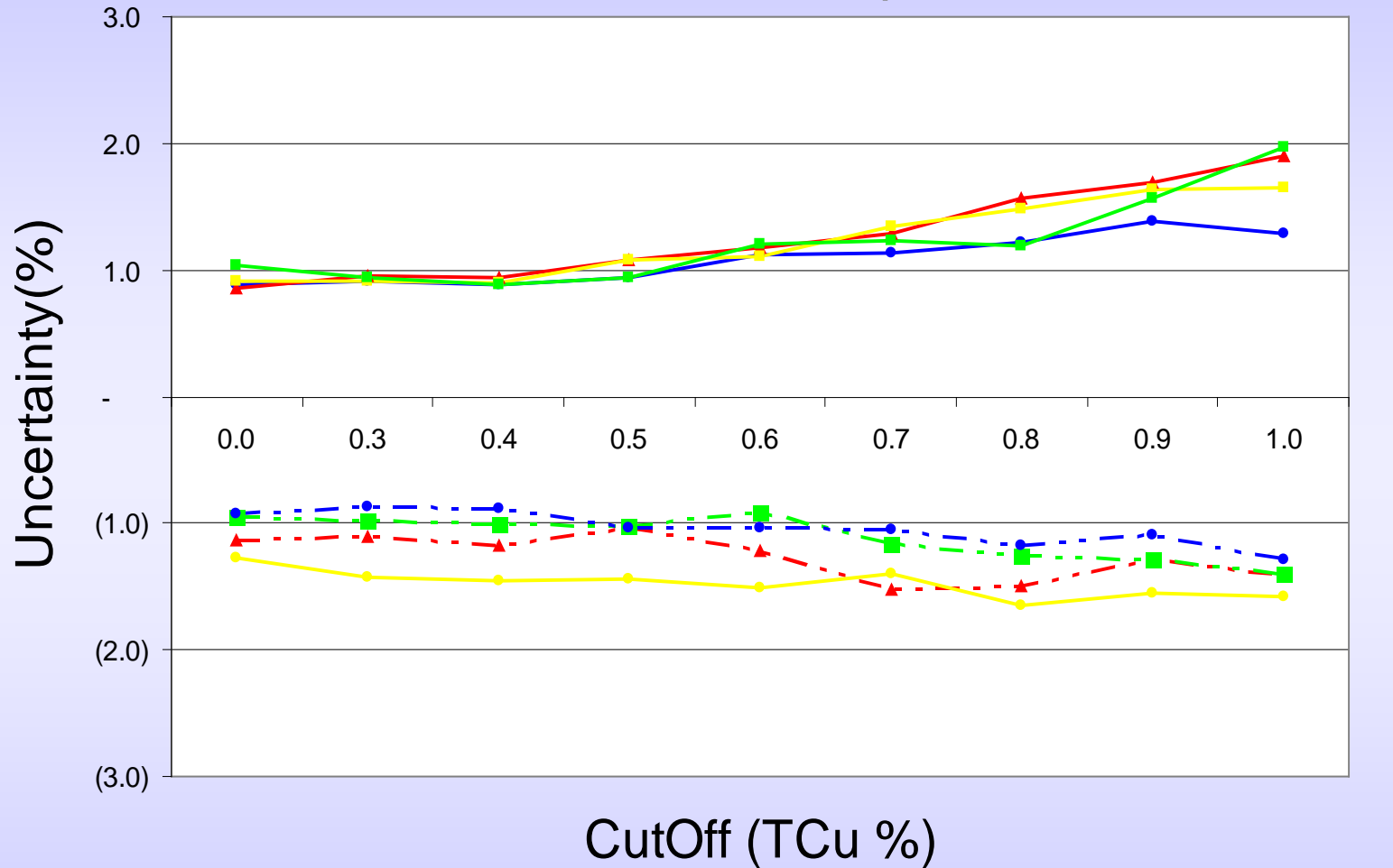
- Se define un plan de perforaciones actualizado, “final”.
- Este proceso se repite para cada campaña de perforaciones significativa.
- Estas campañas se corresponden generalmente con las distintas etapas de evaluación del Proyecto.

SECCION 108400 N



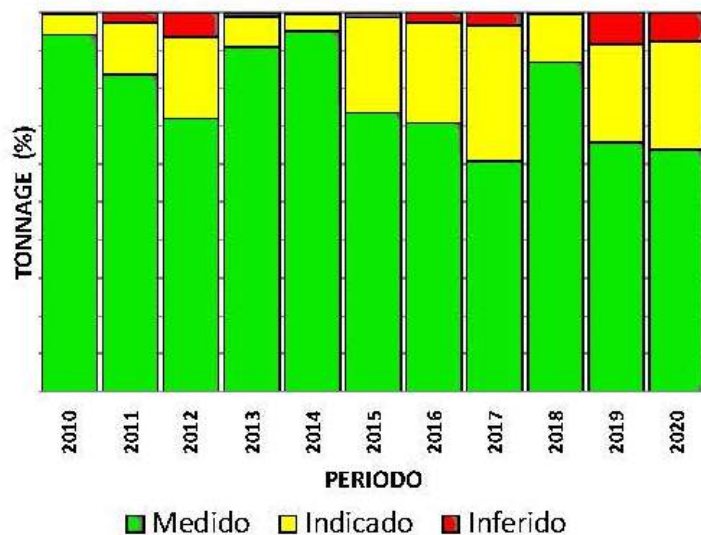
Optimum Drilling Grid Study

Escondida, Domain Porph-QSA-HE, Metal

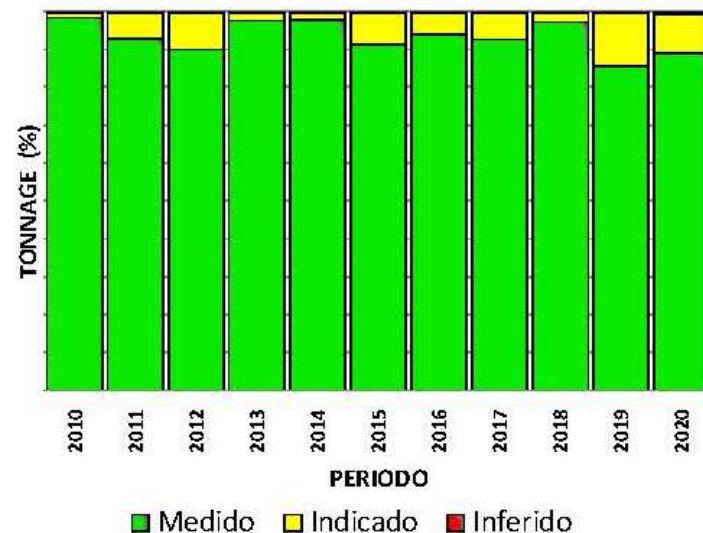


Recategorización

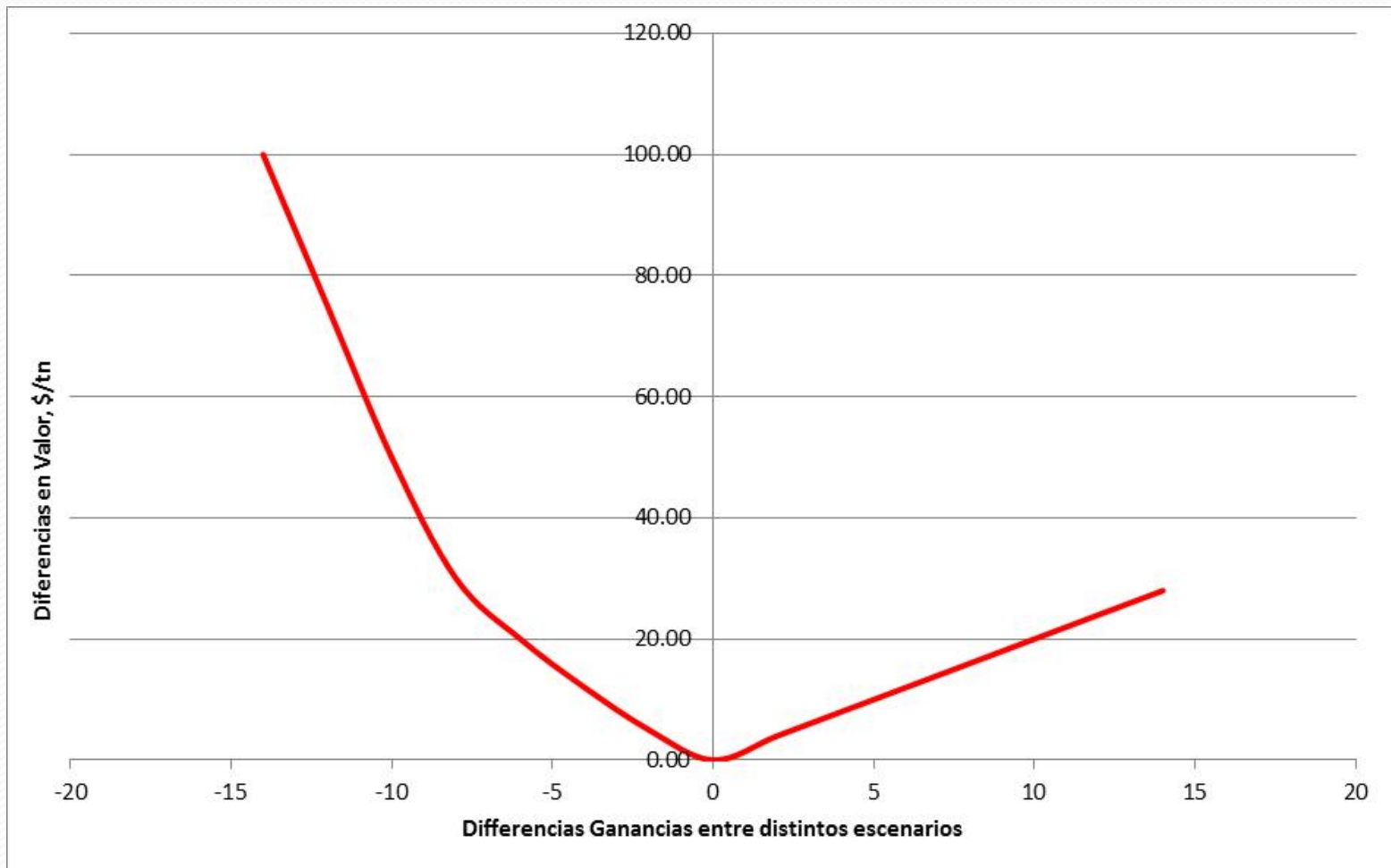
Perfil de Categorización
"Inicial"



Perfil de categorización
"Esperado"



Funciones de Cuantificación de Oportunidad



Conclusiones ⁽¹⁾

- Los modelos de incertidumbre incorporan la información existente, incluyendo los modelos/conceptos de continuidad de la geología y de las leyes.
- La valorización económica permite diferenciar zonas de mayor retorno (relevancia) para nuestra inversión.

Conclusiones (2)

- Hay tres alternativas para el diseño de mallas de perforaciones:
 - Método “tradicional”;
 - Uso de modelos de incertidumbre; criterio casi exclusivo aplicado es disminución de la incertidumbre → gran avance!
 - Incorporación de parámetros económicos → el énfasis es disminuir riesgos o maximizar oportunidades, no solo disminuir la incertidumbre.

Conclusiones ⁽³⁾

- Esta metodología permite diseñar, monitorear y actualizar programas de perforaciones, cuantificando su impacto en cada etapa.
- Es un método más laborioso que el “tradicional”, pero es una racionalización que agrega valor.
- El costo de esta optimización es mínimo en relación al costo de las perforaciones.

Muchas Gracias!

