

DEFINICIÓN ÓPTIMA DE LA MALLA DE TALADROS

Mario E. Rossi
GeoSystems International, Inc.
mrossi@geosysint.com

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más frecuentes a resolver durante la exploración de detalle y desarrollo de una propiedad minera es la definición de una malla “óptima” de taladros. Lo que se considera óptimo depende del momento en el tiempo y del nivel de desarrollo. Se puede definir *como la información justa y necesaria requerida para poder decidir si se prosigue o no con el desarrollo del proyecto*. Define la inversión necesaria requerida para obtener el retorno esperado, y condicionado por un nivel de riesgo aceptado.

La cantidad de información necesaria dependerá de la gravedad de la decisión, medida por ejemplo en dólares, y relacionada también con el nivel de riesgo aceptable. También depende de la complejidad geológica del yacimiento y de su ubicación. Ambos aspectos normalmente se resuelven por experiencia y conocimientos previos de los geólogos a cargo de la exploración. Pero estas decisiones también pueden ser tomadas apoyándose en herramientas geoestadísticas.

Siempre es necesario justificar las inversiones que se proponen. Es posible reducir el problema a valorizar la información. Se propone una metodología que tiene dos componentes: a) desarrollar un modelo de simulaciones condicionales a partir del cual se obtiene un modelo de incertidumbre geológica y de ley; y b) cuantificar el costo y riesgo de inversión por medio de parámetros económicos (Función de Valorización, o FV) pre-definidos. La FV entrega una medida de las ganancias y pérdidas potenciales, incorporando un castigo por nivel de riesgo, para los distintos niveles de incertidumbre. El nivel óptimo es el que, para un conjunto de parámetros económicos definidos resulta en una maximización del retorno de la inversión.

EL VALOR DE LA INFORMACIÓN.

En la exploración minera sabemos cuánto nos cuesta obtener la información, pero no es tan fácil cuantificar el valor que representa.

La valorización se puede hacer por medio de un cálculo de recursos, o, en etapas de exploración iniciales, se puede basar en la experiencia y conocimiento técnico de uno o más individuos.

El resultado de una campaña se juzga por a) un aumento en la cantidad de recursos; b) una disminución de la incertidumbre; o c) por una combinación de ambos. Pero los recursos y reservas mineras son activos que siempre están caracterizados por incertidumbres y riesgos.

La valorización de un proyecto requiere en todos los casos información confiable. En consecuencia, la exploración debe desarrollarse con una estrategia que considere la relación valor-incertidumbre.

El proyecto también se valoriza con la aplicación de estándares y protocolos que incrementan la transparencia, intentan evitar la ambigüedad, y exigen competencia para informar esos activos. Los recursos se re-categorizan siguiendo alguno de los estándares internacionales para indicar un aumento de la confiabilidad en la estimación.

Por otra parte, la cantidad y calidad de información óptima depende del nivel de desarrollo del proyecto y del momento en el tiempo en el cuál se toma la decisión. Para un programa de exploraciones, se puede definir la información óptima *como la información justa y necesaria requerida para cumplir los objetivos para ese momento en el desarrollo del proyecto.*

En otras palabras, define la inversión necesaria requerida para obtener el retorno esperado, condicionado por un nivel de riesgo aceptado.

INCERTIDUMBRE Y RIESGO

La incertidumbre es una estimación de cuánto no conocemos de algún evento, en este caso referida a la estimación de recursos mineros. La geoestadística utiliza las simulaciones condicionales para modelar la incertidumbre, permitiéndonos: a) analizar y entender la información; b) desarrollar modelos predictivos; c) caracterizar la incertidumbre; y d) analizar los riesgos que supone.

Incetidumbre.

Los modelos de simulaciones condicionales caracterizan la incertidumbre al reproducir las características estadísticas de las muestras originales, representadas por el histograma y el variograma. Es como si tuviéramos la capacidad de perforar el proyecto en mallas muy densas.

Se cuantifica primero la incertidumbre del modelo geológico, que es generalmente la más significativa. Posteriormente, en base al modelo geológico simulado, se modela la incertidumbre de las leyes.

Riesgo.

El riesgo es la consecuencia de la incertidumbre. Un riesgo puede ser negativo o positivo. El riesgo positivo es en realidad una oportunidad.

Incetidumbre y riesgo no siempre van de la mano; en ocasiones, baja incetidumbre implica alto riesgo; también puede ser que exista un bajo riesgo a pesar de la alta incetidumbre. Por ejemplo, baja incetidumbre en la estimación de un bloque mineralizado cuya ley está cerca de la ley de corte económica puede implicar alto riesgo.

También puede ocurrir que baja incetidumbre implique alto riesgo: en la Figura 1, es poco probable que la viga de hierro se caiga, pero el riesgo para esos trabajadores es alto!

La Figura 2 muestra un ejemplo de una planta en un yacimiento de cobre, donde se compara el modelo de recursos (LP) con dos simulaciones. Las variaciones en leyes observadas resultan de la incertidumbre asociada al cálculo de recursos.



Figura 1: Baja incertidumbre, alto riesgo.

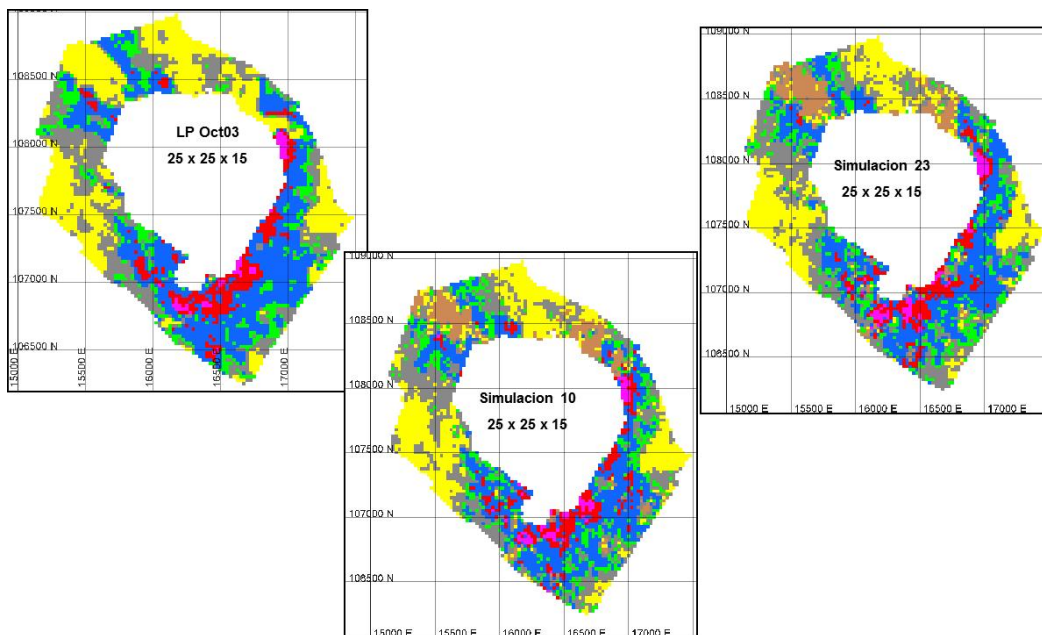


Figura 2: Ejemplo de simulaciones de leyes, Cobre.

OPTIMIZACIÓN DE MALLAS

El método propuesto se basa en cuantificar tanto la incertidumbre como el riesgo (u oportunidad) asociado. Para la modelar la incertidumbre, se utilizan simulaciones condicionales; para cuantificar el riesgo u oportunidad se aplican funciones económicas.

La información se debe valorizar “objetivamente”, aplicando ecuaciones de beneficio económico:

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

La definición de los costos es sencilla ya que se obtiene fácilmente del presupuesto. Cuantificar las ganancias es más problemático, pero posible bajo ciertas suposiciones.

Las ganancias pueden provenir en primer lugar de un aumento de los recursos; esto significa que tanto el valor global como el valor en US\$/ton in situ del proyecto, aumenta.

También se obtienen ganancias al disminuir la incertidumbre. A menos riesgo, mayor certeza en el retorno de la inversión, y menor el costo de financiamiento. Esto se puede representar con una tasa de descuento más favorable en la evaluación del proyecto.

También hay otros beneficios que son difíciles de cuantificar o predecir. Por ejemplo, el aumento en la cotización de la acción de la empresa en la bolsa; el mejor poder negociador con contratistas a medida que el proyecto aumenta en prestigio; y otros beneficios indirectos que resultan de ser una exploradora minera exitosa.

La Figura 3 muestra el diagrama de flujo sugerido. Los elementos principales de la metodología son:

1. Definición de mallas teóricas a partir de la información disponible. Esto incluye perforaciones históricas, modelo de recursos, modelos de simulaciones y económicos previos si existen, y planes mineros, dependiendo del desarrollo del proyecto.
2. Diseño de detalle propuesto según las restricciones operacionales, geográficas, de presupuesto, etc.
3. Evaluación de la incertidumbre y riesgo resultante para cada una de las mallas propuestas.
4. Definición de la malla final “óptima”.



Figura 3: Diagrama de flujo de la metodología sugerida.

Las mallas teóricas iniciales se basan en los resultados históricos obtenidos, modelos previos de recursos y simulaciones, y una definición actualizada de prioridades y criterios de valorización.

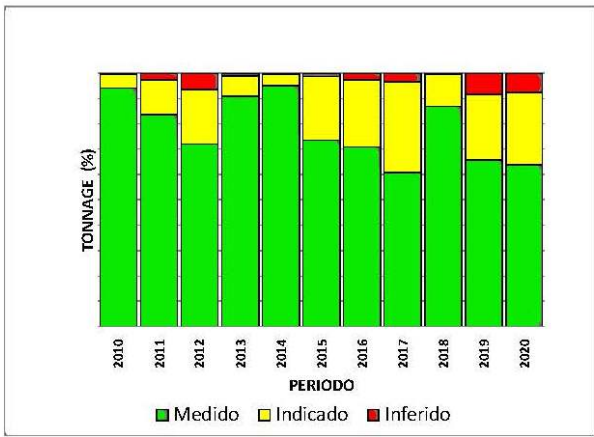
Estas mallas teóricas priorizan zonas con incremento significativo de valor, sea por aumento del valor del proyecto, o por la disminución de la incertidumbre y riesgo asociados. Se deben tener en cuenta las limitaciones prácticas del proyecto, por ejemplo geo-topográficas.

Con el modelo de incertidumbre se evalúa si se cumplieron los objetivos iniciales, aumentando el valor del proyecto y/o re-categorización. De ser necesario, se ajustan las prioridades económicas, re-definiendo así las zonas con mayor incremento de valor. Este proceso puede ser iterativo.

Finalmente, se define el plan de perforaciones óptimo y “final”, al cual se le asignan las expectativas derivadas del trabajo descrito.

Las Figuras 4 y 5 muestran dos ejemplos, uno de re-categorización esperada, la otra un ejemplo de la cuantificación económica de la oportunidad.

Perfil de Categorización "Inicial"



Perfil de categorización "Esperado"

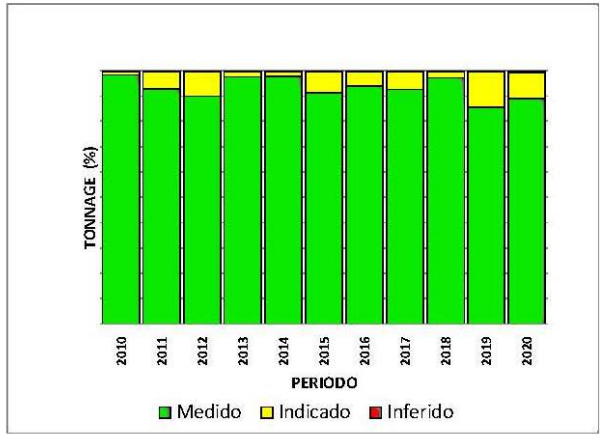


Figura 4: Re-categorización esperada.

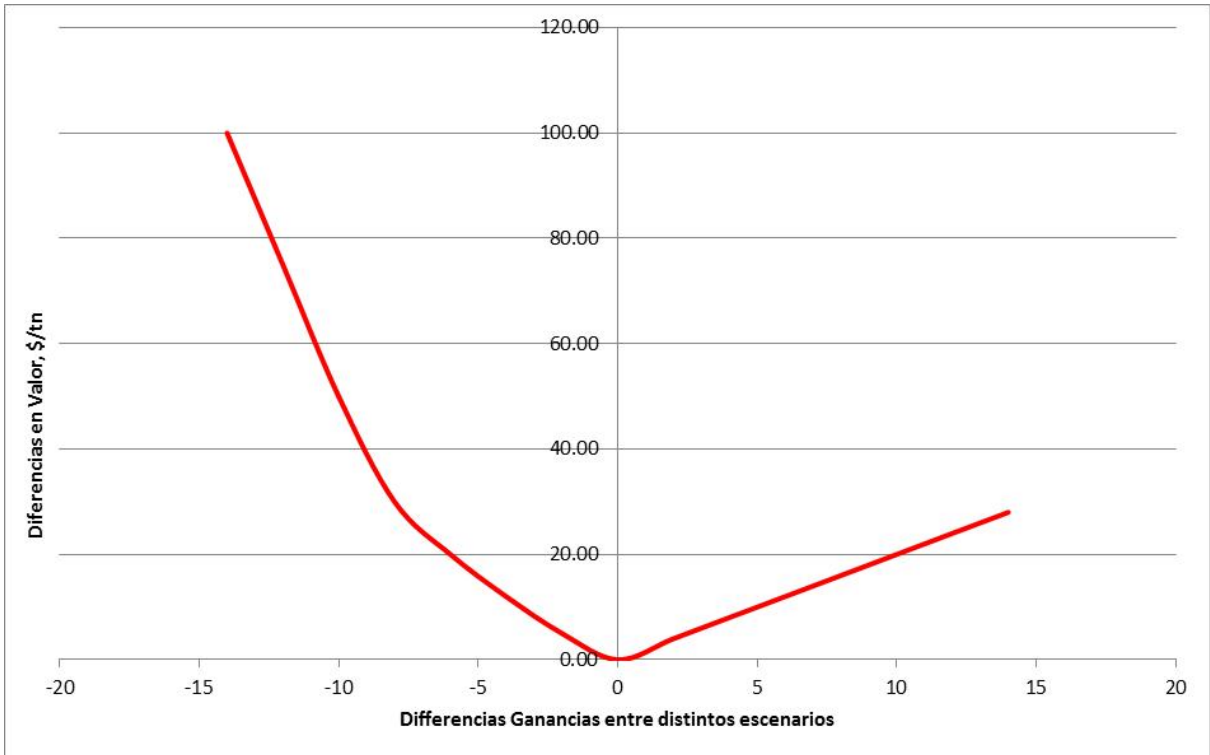


Figura 5: Funciones de Cuantificación de Oportunidad.

CONCLUSIONES

Existen al menos tres alternativas para el diseño de mallas de perforaciones. La primera es la “tradicional”, basada en el criterio y la experiencia de los geólogos del proyecto.

La segunda alternativa, que algunas veces se utiliza, es el uso de modelos de incertidumbre. Aquí se aplica exclusivamente la disminución de la incertidumbre como elemento definidor de la malla óptima.

La tercera opción propuesta acá es incorporar parámetros económicos, para tener en cuenta que ciertas zonas con alta incertidumbre pueden ser de bajo riesgo y no necesariamente deben ser perforadas.

Los modelos de incertidumbre incorporan la información existente, incluyendo los modelos de continuidad de la geología y de las leyes, y reproducen como se vería el depósito si pudiésemos perforarlo exhaustivamente.

La valorización económica permite diferenciar zonas de mayor retorno (relevancia) para nuestra inversión.

Es un método más laborioso que el “tradicional”, pero es una racionalización que agrega valor. Esta metodología permite diseñar, monitorear y actualizar programas de perforaciones, cuantificando su impacto en cada etapa. La inversión requerida es mínima en relación al costo de exploración general.