

# Uso de la Simulación para Valoración

---

**Richard de Neufville**  
**Profesor de Sistemas de Ingeniería y de**  
**Ingeniería Civil y Ambiental**  
**MIT**

## Puntos para hoy

---

- **Contexto: Enfoques de Valoración**
- **Procedimientos de Simulación**
- **Ejemplo de Uso: Mina de Antamina**
  - Show de diapositivas separado

# Contexto para las valoraciones de Opciones

- **Diferentes enfoques de Valoración se diferencian por la manera en que**
  - Modelan la Incertidumbre
  - Valoran la incertidumbre
  
- **Presentacion hasta ahora de Selecciones Estandard**
  - FCD, Análisis de Decisiones, Black-Scholes etc
  
- **Comenzando Ahora: Enfoques Nuevos y Pragmaticos**
  - Uso de la Simulacion (Antamina Mine)
  - Encontrando Opciones (Wang, Kalligeros)
  - Analisis Híbridos (Neely, auto case)
  - Rejillas no recombinatorias (Wang)

## Contexto para Valoraciones -- Tabla

**Modelo de Incertidumbre**

<b>Simulación</b>				<b>Ejemplo de Antamina</b>
<b>Rejilla no recombinatoria</b>				<b>Disertación de Wang</b>
<b>GBM</b>				<b>Black-S.</b>
<b>Rejilla</b>		<b>Asignación de tareas</b>		<b>Binominal</b>
<b>Probabilidades subjetivas</b>	<b>Caso de Edificio de parqueo</b>	<b>Análisis de decisiones</b>	<b>Neely</b>	
<b>Ninguno</b>	<b>DCF</b>			
	<b>Ninguno</b>	<b>CAPM</b>	<b>Hibrido</b>	<b>Replica de Portafolio</b>

## Valoración de Incertidumbre

## **Contexto para Valoraciones -- Cuestión**

---

- **Dadas Varias Posibilidades de Valoración...**
- **La pregunta es, Cual escogemos?**
- **En el presente, no hay respuesta definitiva...**
- **Es un tema de mucha investigacion**
- **El Resto del Semestre presenta algun desarrollo reciente – empezando con la Simulación**

## **Esbozo de la Porcion de Simulacion**

---

- **Que es Simulación?**
- **Cómo se hace?**
- **Procedimiento General para utilizar la Simulación para Valorar Opciones**
- **Ejemplo: Mina de Antamina**

## Que es la Simulación?

---

- **Simulación: un procedimiento para replicar las múltiples consecuencias de un proceso probabilístico**
- **Provee una manera de describir lo que puede ocurrir, está en línea con**
  - **Análisis de Decisión, el cual permite al usuario describir posibles resultados**
  - **Análisis de rejilla, basado en una distribución regular**
- **Se puede utilizar cualquier variedad de distribuciones irregulares**

## El Uso de la simulación es nuevo

---

- **Software reciente hace factible la simulación**
  - **Ejemplo simple: “Add-ins” de Excel (ver ESD 70)**
  - **Ejemplo costoso y refinado: Bola de Cristal**
- **Miles de repeticiones en segundos**
- **A menudo, modelo simple de consecuencias, por ejemplo, modelo de ganancias en hoja de calculo**
  - **Ejemplo: Caso del edificio de parqueo**
- **Mas Complicados: Ver caso Antamina**

## Requerimientos para la Simulación

---

- **Distribuciones para parámetros clave**
  - Pueden ser observados, asumidos, estimados, o adivinados
- **Ejemplos:**
  - Observados: Lluvias, corrientes de los rios a traves de los años
  - Asumidos: Datos de mercado como GBM (precio del metal)
  - Estimados: Modelos tecnicos y de costo (de operaciones mineras)
  - Adivinados: Juicios (cantidad, calidad del mineral)

## Como se hace una Simulación?

---

### El procedimiento consiste de

1. Tener un modelo de sistema (Ej: VPN de mineria)
2. Definir la distribucion de parametros clave (Ej: cantidades de mineral, precio del metal)
3. Ensayar un proceso (Ej: la distribucion de la calidad de mineral en una mina),
4. Obtener el valor de un parámetro (Ej: calidad de mineral)
5. Calcular las consecuencias de ese factor (Ej: la utilidad de esa mina)
6. Repetir miles de veces para obtener la probabilidad de distribución de la consecuencia (Ej: la utilidad)

### Proceso a menudo llamado Simulación de “Monte Carlo”

## Valor de la Opción por Simulación

---

- **Paso 1: Obtener distribución de las consecuencias (Ej: rentabilidad de la mina) y VPN esperado**
- **Paso 2: Asumir la opción ejercida únicamente en circunstancias favorables, y, de ésta manera, desechar resultados de la distribución no rentables => distribución VPN revisada, VE(VPN)**
- **Paso 3: El valor de Opcion es la diferencia**

## Rango para Valor de Opción por Simulación

---

- **Incertidumbres tanto de Mercado como Técnicas**
  - Esta es una muy importante característica para opciones reales
  - El enfoque financiero estandar ignora las incertidumbres técnicas de cualquier proyecto – por que sucede esto? El razonamiento consiste en que los inversionistas pueden diversificar entre proyectos y por ésto deberían ignorar los riesgos de proyecto
  - Los dueños de los proyectos, no obstante, no pueden ignorar!
- **Ambos tipos de opciones reales**
  - “SOBRE” proyectos, donde la tecnología es una “caja negra”
  - “En” proyectos, con opciones diseñadas para el proyecto

# Ejemplo de la Mina de Antamina

---

- **Contexto General**

- El gobierno de Peru quiere desarrollar una mina
- La mina tiene cantidad y calidad de mineral inciertas
- Paso 1: explorar la geología, la geografía para acceso
- Paso 2: decidir desarrollar y gastar 3 años construyendo facilidades antes de obtener ganancias en el año 6

- **Plan de gobierno**

- Requiere licitación en un proceso de dos etapas
- Debe licitar para el derecho a explorar y debe decidirse a desarrollar en dos años
- Gran penalidad por no desarrollar

# Mina de Antamina -- Opciones

---

- **Opcion “sobre” proyecto**

- La compañía ganadora tiene “derecho, no obligacion” de abandonar la mina en dos años → put “Europea”
- Costo de Opción = Precio para Perú + Costos de Exploración
- Precio de ejercicio = Costos debidos al Perú

- **Opciones “en” proyecto**

- El staff tecnico puede crear opciones “en” el sistema
- Ej: construir facilidades portuarias, en dos años de exploracion, para proveer “derecho, no obligacion” a acelerar el desarrollo en solo dos años– y de ésta manera avanzar el flujo de ingresos en 1 año e incrementar el VPN

## Simulación de la Mina de Antamina

---

- **Modelo de Sistema: VPN de la ganancia como función de:**
  - Calidad y cantidad de mineral
  - Costo de la extracción
  - Valor del metal
- **Distribuciones para parametros clave**
  - **Asumidos:** Datos de mercado como GBM (rejilla de evolución a partir del precio actual del metal)
  - **Estimado:** Modelos de costo técnico (de las operaciones mineras)
  - **Adivinado:** juicio (cantidad y calidad de mineral) a partir de la revisión de eventuales resultados de exploración

## Valoracion de la Mina de Antamina

---

- **Los operadores asumidos pueden “congelar” el precio del metal a través de contratos de largo termino a través de la vida útil de la mina**
  - Esto puede no ser posible en la realidad. No obstante, es un supuesto necesario conocer el valor del mineral para utilizar como base para valorar el VPN de la mina a lo largo de su vida
- **Valor de Opción “sobre” =  $VE(\text{todo VPN positivo}) - VE(\text{proyecto sin opción de abandono})$**
- **Valor de Opción “en” = posteriores mejoras en VPN debido a la flexibilidad proporcionada**
- **Vease presentación de diapositivas especial de Antamina**



## Para Recordar

---

- **La simulación es una manera útil de representar las fdp de los resultados que definirán el valor de la opción**
  - Computacionalmente eficiente
- **Puede tratar toda clase de incertidumbres**
  - En contraste con técnicas B-S, rejilla
- **Relativamente fácil de explicar a quienes toman las decisiones**
  - No hay matemáticas complicadas, no hay “portafolio de replica”

**PUEDE SER UN ENFOQUE MUY BUENO**