

<p>Curtin University of Technology</p>	<p>Universidad de Chile</p>
	 <p>Ingeniería de Minas FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS UNIVERSIDAD DE CHILE</p>
<p>Graduate Program in Mineral Economics</p>	<p>Programa en Economía de Minerales</p>

Análisis de Riesgo y Decisiones en Minería

Unit Outline

Lecturer

Dr. José Munizaga-Rosas

1. OBJETIVOS Y VISION GENERAL

Como bien es sabido, por cualquiera que haya trabajado en minería, los niveles de incertidumbre de la industria son altos y provienen de múltiples fuentes. Cada área funcional tiene su problemática particular y el proceso de toma de decisiones se ve afectado por esta incertidumbre. Este curso tiene por objetivo revisar los problemas y técnicas disponibles para algunas áreas funcionales en donde el riesgo es importante. Dada la imposibilidad de cubrir todas las fuentes de incertidumbre, ciertas áreas funcionales han sido seleccionadas, dicha selección se basa en cierto sesgo personal y además en las características particulares de las técnicas usadas. Este curso tiene por objetivo introducir al estudiante a algunas metodologías de modelamiento e incertidumbre y medición de riesgo para así dotarlo de herramientas que le permitan mejorar el control, la toma de decisiones y la gestión de los riesgos en empresas y proyectos mineros.

El curso está organizado en sesiones diarias y el material está particionado en cuatro grandes tópicos: Repaso Estadístico, Riesgos Financieros, Simulación y Riesgo Operacional y finalmente Riesgo Geológico.

Cada estudiante deberá seleccionar un artículo y presentarlo durante la última sesión, el profesor proveerá una lista de artículos desde la cual los estudiantes elegirán uno para presentarlo en clases. El artículo escogido deberá ser distinto para cada estudiante. La presentación debe ser concisa, destacando los puntos centrales del artículo.

Cada día (a partir del segundo día) habrá un pequeño control de trabajo previo de una duración de alrededor de 10 minutos al inicio de la clase.

Se espera que los alumnos se organicen en grupos y trabajen un breve proyecto en donde apliquen los conocimientos adquiridos en el análisis de un caso particular. En particular se solicitará a cada grupo que analice y modele algún tipo de riesgo (financiero, operacional o geológico por definir para el proyecto) para un proyecto real. Se espera de cada grupo no sólo el análisis, sino que adicionalmente recomendaciones específicas de acuerdo a la información disponible.

PROFESOR

Jose Munizaga Rosas

- PhD en Philosophy in Natural Resources Engineering, Laurentian University, Ontario, Canada.
- M.Sc. in Operations Management, Universidad de Chile, Chile.
- Ingeniería Civil Matemática, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, Chile.

El profesor José Saavedra-Rosas es Ingeniero Civil Matemático y se desempeña como académico jornada completa en el Departamento de Economía de Minerales y Energía, Curtin University, Perth, Western Australia, es profesor del Master of Science in Mineral Economics, Curtin University y es profesor adjunto del departamento de Matemáticas y Estadística, Curtin University y de la Universidad de Western Australia, Centre for Exploration Targeting. Además es el coordinador académico subrogante del posgrado internacional por el periodo 2014-2015. El área de especialización del prof. Saavedra-Rosas es la Investigación de Operaciones aplicada a minería con particular énfasis en la incorporación de incertidumbre geológica en la planificación minera.

Anteriormente se ha desempeñado como Profesor titular Universidad de Curtin, Australia (2011 a la actualidad). Profesor en WASM en Universidad Tecnológica de Curtin, Australia (2009 – 2012). Investigador asistente MIRARCO Universidad Laurentian, Canada (2007 -2009). Investigador asistente MIRARCO Mining Innovation (2007 – 2008). Investigador asistente en McGill University (2005-2006). Es autor de publicaciones en congresos y revistas internacionales. Artículos publicados: 4 en revistas y libros especializados en minería.

CONTENIDOS

Sesión 1: Introducción y Repaso Estadístico

- Introducción
 - Presentación del Curso
- Conceptos Estadísticos
 - Variable Aleatoria
 - Distribuciones de Probabilidad
 - Test de Hipótesis
- Pronósticos Básicos con Series de Tiempo

Sesión 2: Riesgo Financiero

- Incertidumbre y Riesgo

- Procesos Estocásticos para Precios
 - *Ejercicio Aplicado de Simulación de Trayectorias de Precios*
- Modelos de Volatilidad
- Metodologías para Evaluación de Riesgo
 - Análisis de Sensibilidad
 - Análisis de Escenarios
 - Métodos Basados en Simulación
 - Montecarlo
 - Valor en Riesgo (Value at Risk, Var)

Sesión 3: Simulación y Riesgo Operacional

- Introducción
- Conceptos de Simulación Discreta de Eventos
- Variables Aleatorias Modelo
- Generación de Variables Aleatorias (Opcional)
- Introducción a Ptolemy II
- *Estudio de Caso: Iron Ore MultiPit Simulation*
- *Ejercicio de Simulación Discreta de Eventos Aplicado*

Sesión 4: Riesgo Geológico

- Antecedentes Generales
- Muestreo
- Compósitos
- Conceptos Geoestadísticos y Krigado
- Simulaciones Condicionales
- Tópicos Avanzados
- *Estudio de Caso (Sudbury)*

Sesión 5: Presentaciones Individuales

Sesión final (por definir): Presentaciones Grupales Alumnos

2.2 SISTEMA DE EVALUACIÓN: La nota final del curso se calculará como sigue:

CTPs individuales	40%
Presentaciones Individuales:	20%
Trabajo Grupal:	40%

Los controles de trabajo personal (CTP) consistirán en preguntas breves aplicados al material discutido en clases, éstos se tomarán cada día en la mañana (partiendo el segundo día) al iniciar las clases. También habrá una presentación individual de un artículo escogido por el estudiante que deberá ser presentado durante a quinta sesión del

curso. Las presentaciones grupales serán sobre el trabajo práctico, al igual que el informe final.

2.3 PAUTA DE TRABAJO

Se realizará un trabajo en grupo (3 o 4 alumnos por grupo) cuyo objetivo es modelar y medir ciertos riesgos que enfrenta un proyecto minero, en base a información provista por el profesor o supuestos hechos por el grupo, en particular se deberá evaluar el impacto de algún factor de causante de incertidumbre (por definir pero puede ser precio, operaciones o geología. El trabajo será presentado al resto del curso para su evaluación y además un pequeño reporte que resuma el modelamiento y los resultados deberán ser entregados al profesor del curso.

La presentación deberá cubrir al menos los siguientes temas:

- Breve introducción del proyecto
- Breve análisis del proyecto base
- Modelamiento de las incertidumbres en precios, operaciones y geología que el proyecto enfrenta, y en particular evaluación de los riesgos asociados a ellos.
- Discusión de la metodología utilizada para la medición de riesgos. Esto incluye los supuestos realizados, las fuentes de información de datos, así como el método específico de medición de riesgos.
- Análisis de resultados.
- Conclusiones y sugerencias sobre la administración de riesgos

3. BIBLIOGRAFIA

La bibliografía para estudio posterior y profundización de temas (no obligatoria) es la siguiente:

- Dixit & Pindyck, Investment Under Uncertainty Princeton University Press, 1994
- Jorion, Philippe, “Value at Risk”, 3rd edition, McGraw-Hill, 2006.
- Vicariño Sanz, Angel “Turbulencia Financiera y Riesgo de Mercado”, Prentice Hall, 2001
- Schuyler John, Risk and Decision Analysis in Projects, Second Edition
- Eduardo Schwartz, James E. Smith (2000) “Short-Term Variations and Long-Term Dynamics in Commodity Prices”. Management Science © 2000 INFORMS Vol. 46, No. 7, July 2000 pp. 893–911.
- Vose David Risk Analysis a Quantitative Guide 1997, John WILEY and Sons Ltd

- Schwartz Eduardo (1997), “The stochastic Behavior of Commodity Prices: Implications for Valuation and Hedging” *The Journal of Finance* Vol LII No 3, July 1997.
- Moel A. y P. Tufano (2000), “When are Real Options Exercised? An Empirical Study of Mine Closings”
- Victor Rudenno, *The Mining Valuation Handbook*, Wrightbooks; 4 edition, 2012
- Banks, J., Carson, J., Nelson, B. and Nicol, D. *Discrete-Event System Simulation* (5th Edition), 2009
- Sheldon M. Ross, *Introduction to Probability Models*, Tenth Edition, Academic Press, 2009
- Edward H. Isaaks and R. Mohan Srivastava. *An Introduction to Applied Geostatistics*, Oxford University Press, 1990
- Jean-Paul Chilès and Pierre Delfiner. *Geostatistics: Modeling Spatial Uncertainty*, Wiley; 2 edition, 2012
- Pierre Goovaerts, *Geostatistics for Natural Resources Evaluation*, Oxford University Press, 1997