

PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
MI6061	MODELAMIENTO NUMÉRICO EN MECÁNICA DE ROCAS			
Nombre en Inglés				
Numerical Modeling in Rock Mechanics				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	3	2	5
Requisitos			Carácter del Curso	
MI4060, Mecánica de Rocas MI5071, Sistemas Mineros			Obligatorio con opción para la carrera de Ingeniería Civil de Minas.	
Resultados de Aprendizaje				
Al término del curso el estudiante demuestra que:				
1. Diferencia los tipos de métodos numéricos utilizados en la mecánica de rocas, junto con sus ventajas y desventajas. 2. Identifica y cuantifica los parámetros relevantes a incorporar en la modelación numérica para satisfacer las condiciones del diseño. 3. Construye modelos numéricos mediante la utilización de software especializado para representar una geometría. 4. Analiza los resultados de un modelo numérico en función de un proceso de retro análisis o en comparación con métodos empíricos de estabilidad para calcular la confiabilidad del diseño.				

Metodología Docente	Evaluación General
La estrategia metodológica es activo-participativa, consistente en: • Clases expositivas. • Clases auxiliares. • Tareas.	Se realizarán actividades en clase auxiliar (resolución de ejercicios, presentaciones, visitas técnicas, y tutoriales dirigidos al uso y a la aplicación de herramientas de análisis numérico), controles escritos y un examen. La nota final se calculará según la ponderación definida por los docentes del curso.

Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	El rol de los métodos numéricos en la mecánica de rocas	1,0 sem.
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
1.1 Introducción – Contenidos del curso 1.2 Metodología para la modelación numérica. 1.3 Roca como material ingenieril (revisión). 1.4 Caracterización del macizo rocoso para la modelación numérica. 1.5 Aceptabilidad del diseño.	El estudiante demuestra que: 1. Reconoce la relevancia, aplicación y limitaciones de los métodos numéricos para su aplicaciones en la mecánica de rocas 2. Identifica el método de análisis adecuado para resolver un problema de mecánica de rocas planteado 3. Identifica los parámetros relevantes para poder construir un modelo numérico específico.	[1,14,16]

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	Tipos de métodos numéricos en la mecánica de rocas	2,0 sem.
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
2.1 Tipos de métodos numéricos utilizados en la mecánica de rocas. Ventajas-Desventajas. 2.1.1. Métodos continuos. diferencias finitas, elementos finitos, elementos de borde. 2.1.2. Métodos discontinuos. Elementos discretos, elementos distintos.	El estudiante demuestra que: 1. Diferencia los diferentes tipos de métodos numéricos utilizados en la mecánica de rocas para reconocer sus ventajas-desventajas y limitaciones.	[1, 7, 11, 12, 13]

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	Modelos constitutivos y criterios de falla	2 sem.
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
3.1 Comportamiento de roca intacta en un estado de esfuerzos 3D. 3.2 Tipos de modelos constitutivos utilizados en la mecánica de rocas. 3.3 Revisión y comparación de criterios de falla empíricos. 3.4 Interpretación de modelos numéricos lineales y no lineales.	El estudiante demuestra que: 1. Identifica la teoría y aplicación de los distintos tipos de modelos utilizados para el modelamiento numérico en la mecánica de rocas. 2. Desarrolla una visión integral del comportamiento de roca intacta para el modelamiento numérico en un estado de esfuerzos tridimensional. 3. Interpreta los resultados de modelos numéricos para establecer el grado de estabilidad de un diseño planteado.	[3,4,10, 15]

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
4	Modelación numérica de excavaciones subterráneas	4 sem.
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
4.1 Métodos numéricos para el análisis de excavaciones subterráneas. Ventajas-Desventajas. 4.2 Distribución de esfuerzos alrededor de excavaciones. 4.3 Trayectoria de tensiones. Umbrales de agrietamiento y daño. 4.4 Principios de diseño de soporte. 4.5 Interacción roca-soporte. 4.6 Modelación de tendones. 4.7 Modelación de liners. 4.8 Túneles en roca blanda.	El estudiante demuestra que: 1. Aplica los métodos numéricos al análisis y diseño de excavaciones subterráneas.	[1,6]

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
5	Análisis de estabilidad de taludes mediante técnicas numéricas	1.5 sem.
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
5.1 Métodos convencionales de análisis de estabilidad de taludes. 5.2 Métodos numéricos para la estabilidad de taludes. Ventajas-Desventajas. 5.3 Factor de seguridad versus factor de reducción.	El estudiante demuestra que: 1. Aplica los métodos numéricos al análisis y diseño de taludes mineros.	[1,2, 18]

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
6	Aplicaciones	4.5 sem.
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
6.1 Modelamiento e impacto de la secuencia de extracción. 6.2 Estimación de dilución mediante modelos numéricos. 6.3 Modelación de contactos y discontinuidades. 6.4 Utilización de modelos empíricos de resistencia de macizo rocoso como método de calibración. 6.5 Back-análisis y confiabilidad de un modelo numérico.	El estudiante demuestra que: 1. Identifica los alcances y limitaciones de aplicaciones prácticas de los métodos numéricos en la mecánica de roca e ingeniería de minas.	[5, 8, 9, 17]

Bibliografía General

- [1] Brady, B. H. G. and Brown, E. T. (2004). Rock Mechanics for Underground Mining, Third Edition, Springer.
- [1] Coggan, J.S., Stead, D. and Eyre, J.M. (1998). Evaluation of Techniques for Quarry Slope Stability Assessment. Trans. Inst. Min. Met. (Sec. B), 107, B139-B147.
- [2] Colmenares, L.B. Rock Strength Under True Triaxial, Seismotectonics of Northern South America and Geomechanics and Coal Bed Methane Production in the Powder River Basin, PhD Thesis, Stanford University.
- [3] Edelbro, C. (2004). Strength, fallouts and numerical modelling of hard rock masses. PhD Thesis, Lulea University of Technology.
- [4] Hening, J.G. and Mitri, H.S. (2007). Numerical modelling of ore dilution in blasthole stoping. Int. J. Rock Mech. Min. Sci., 44, 5, 692-703.
- [5] Hoek, E., Grabinsky, M.W., and Diederichs, M.S. (1991). Numerical Modelling for Underground Excavation Design. Trans. Inst. Min. Met. (Sec. A), 100, A22-A30.
- [6] Jing, L. (2003). A Review of Techniques, Advances and Outstanding Issues in Numerical Modelling for Rock Mechanics and Rock Engineering. Int. J. Rock Mech. Min. Sci., 40, 283-353.
- [7] Martin, C.D., Kaiser, P.K. and McCreath, D.R. (1998). Hoek-Brown parameters for predicting the depth of brittle failure around tunnels. Canadian Geotechnical Journal, 36, 136-151.
- [8] Martin, C.D., Tannant, D.D., Yazici, S. and Kaiser, P.K. (1999). Stress path and instability around mine openings. In 9th ISRM Congress, Paris. 25-28 August 1999.
- [9] Mogi, K. (2007). Experimental Rock Mechanics. Geomechanics Research Series Vol. 3. Taylor & Francis.
- [10] Potts, D. and Axelsson, K. (1999). Finite element analysis in geotechnical engineering: theory. Thomas Telford.
- [11] Potts, D. and Axelsson, K. (2001). Finite element analysis in geotechnical engineering: application. Thomas Telford.
- [12] Potts, D. and Axelsson, K. (2002). Guidelines for the use of advanced numerical analysis. Thomas Telford.
- [13] [Practical Rock Engineering Book by E. Hoek. Chapter 2.http://www.rocscience.com/hoek/PracticalRockEngineering.asp](http://www.rocscience.com/hoek/PracticalRockEngineering.asp)
- [14] Sheorey, P.R.(1997). Empirical Rock Failure Criteria. A.A. Balkema/Rotterdam/Brookfield.
- [15] Starfield, A.M. and Cundall, P.A. (1988). Towards a Methodology for Rock Mechanics Modelling. Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abst., 25, 3, 99-106.
- [16] Wiles, T.D. (2006). Reliability of numerical modelling predictions. Int. J. Rock Mech. Min. Sci., 43, 454-472.
- [17] Wyllie, D.C. and Mah, C.W. (2004). Rock slope engineering. Civil and Mining. 4th Edition. Taylor & Francis.

Vigencia desde:	Otoño 2012
Elaborado por:	Javier Vallejos
Revisado por:	Raúl Castro
	Área de Desarrollo Docente(ADD)