



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

"2017 – AÑO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES"
"Centenario del Natalicio del Poeta Puntano Antonio Esteban AGÜERO"

SAN LUIS, 27 MAR 2017

VISTO:

El EXP-USL: 00550/2017.- mediante el cual se eleva la propuesta de creación de la Carrera de Posgrado: "Especialización en Simulación Discreta Aplicada a la Planificación Minera", y

CONSIDERANDO:

Que la creación de la Carrera de Posgrado "Especialización en Simulación Discreta Aplicada a la Planificación Minera", se inscribe en las políticas de generación de carreras de pertinencia social, interés para el país y atendiendo a una demanda muy concreta del entorno científico y productivo.

Que existe en el ámbito de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales la carrera de Ingeniería en Minas, pero se observa una falta en la oferta educativa de posgrado en el campo de la Minería.

Que la Industria Minera en su proceso de expansión y búsqueda de eficiencia requiere de profesionales con una mirada integral y sustentable.

Que los tópicos diseñados para esta especialización no se cubren como parte de la formación de pre-grado y grado dictado en universidades nacionales.

Que la carrera propuesta permitirá el perfeccionamiento continuo de docentes y profesionales, con capacidad para participar en proyectos de investigación y formación de recursos humanos en el campo de la simulación aplicada al sector minero; difundiendo y aplicando estos conocimientos como aporte al desarrollo tecnológico en el campo de la minería.

Que es necesario desarrollar nuevas competencias para el diseño, desarrollo y la gestión de proyectos mineros, con una visión integral y eficiente de la productividad.

Que la carrera de posgrado Especialización en Simulación Discreta Aplicada a la Planificación Minera contribuirá a generar vínculos entre el sector productivo y la Universidad Nacional de San Luis, y en particular con la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales.

Que es necesario incentivar y desarrollar en los profesionales el pensamiento analítico y crítico, que permita profundizar en el conocimiento de la incidencia que tienen las diferentes variables en el desarrollo de un proyecto minero, destacando la importancia de esta herramienta en el desarrollo competitivo de las empresas e instituciones.

CPDE. ORDENANZA N°

001 17

Dr. Fernando M. Bulnes
Decano
FCFMyn-U.N.S.L.

Dr. Marcelo S. Nazareno
Secretario de Ciencia y Técnica
FCFMyn-U.N.S.L.



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

"2017 – AÑO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES"
"Centenario del Natalicio del Poeta Puntano Antonio Esteban AGÜERO"

////...

Que la Comisión Asesora de Investigación en su sesión del día 6 de marzo de 2017, actuando como Comisión de Posgrado, luego de analizar detalladamente la propuesta presentada, aconseja al Consejo Directivo de la Facultad la creación de la Carrera de posgrado "Especialización en Simulación Discreta Aplicada a la Planificación Minera"

Que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales en su sesión del día 9 de marzo 2017, luego del analizar la propuesta resolvió por unanimidad, crear la Carrera de Posgrado: "Especialización en Simulación Discreta Aplicada a la Planificación Minera".

Por ello y en uso de sus atribuciones

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
FISICO MATEMATICAS Y NATURALES
ORDENA:**

ARTÍCULO 1°.- Proponer la creación de la Carrera de Posgrado: "Especialización en Simulación Discreta Aplicada a la Planificación Minera" en el ámbito de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales de la Universidad Nacional de San Luis.

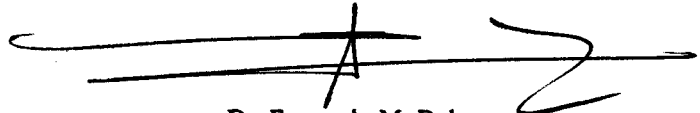
ARTÍCULO 2°.- Aprobar el plan de estudios de la Carrera de Posgrado: "Especialización en Simulación Discreta Aplicada a la Planificación Minera" de acuerdo al ANEXO I de la presente disposición.

ARTICULO 3°.- Elevar la presente Ordenanza al Consejo Superior de la Universidad Nacional de San Luis para su ratificación.

ARTÍCULO 4°.- Comuníquese, entréguese para su publicación al Boletín Oficial de la Universidad Nacional de San Luis, insértese en el Libro de Ordenanzas, publíquese en el Digesto de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS y archívese.

ORDENANZA N° 001 17


Dr. Marcelo S. Nazario
Director de Ciencia y Técnica
FCFMyN-U.N.S.L.


Dr. Fernando M. Bulnes
Decano
FCFMyN-U.N.S.L.



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

"2017 – AÑO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES"
"Centenario del Natalicio del Poeta Puntano Antonio Esteban AGÜERO"

ANEXO I
PLAN DE ESTUDIO DE LA CARRERA DE POSGRADO:
ESPECIALIZACIÓN EN SIMULACIÓN DISCRETA APLICADA A LA
PLANIFICACIÓN MINERA

ARTÍCULO 1º.- Identificación de la Carrera.

Denominación de la Carrera:

Especialización en Simulación Discreta Aplicada a la Planificación Minera.

Título que expide:

Especialista en Simulación Discreta Aplicada a la Planificación Minera.

Unidad Académica a la que pertenece la Carrera:

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales.
Universidad Nacional de San Luis.

Modalidad:

Presencial

Estructura del Plan de Estudio:

Estructurado

Organización de la carrera:

Institucional

Lugar de dictado:

Sede San Luis de la Universidad Nacional de San Luis.

Crédito horario total: **450 hs.**

ARTÍCULO 2º.- Fundamentos de la Carrera.

Importancia de la iniciativa para la Unidad Académica: La creación de la carrera de Posgrado de Especialización en Simulación Discreta Aplicada a la Planificación Minera, surge de reconocer una multiplicidad de aspectos, entre los cuales se pueden mencionar:

CPDE. ANEXO I ORD. N°

001 17



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

"2017 – AÑO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES"
"Centenario del Natalicio del Poeta Puntano Antonio Esteban AGÜERO"

- La necesidad de contar con una carrera de especialización en el campo de la Minería de la Unidad Académica, que posibilite la necesaria actualización de los docentes que integran dicha casa de estudios.
- Crear un medio que permita el perfeccionamiento continuo de docentes y profesionales, con capacidad para participar en proyectos de investigación y formación de recursos humanos en el campo de la simulación aplicada al sector minero; difundiendo y aplicando estos conocimientos como aporte al desarrollo tecnológico en el campo de la minería.
- Transferir el conocimiento y desarrollo directo y general adquirido por los cursantes a las organizaciones donde prestan servicios, a fin de potenciar la gestión o decisiones ejecutivas.
- Desarrollar nuevas competencias para el diseño, desarrollo y la gestión de proyectos mineros, con una visión integral y eficiente de la productividad.
- Formar profesionales con competencia para formular, analizar, liderar y apoyar eficientemente, el desarrollo de proyectos mineros tanto en empresas como en proyectos.
- Generar una fuente de conocimiento y tecnología para profesionales de la industria minera.

Dr. Fernando M. Bulnes
Decano
FCFMyN-U.N.S.L.

Dr. Marcelo S. Nazario
Secretario de Ciencia y Técnica
FCFMyN-U.N.S.L.

La Industria Minera en su proceso de expansión y búsqueda de eficiencia requiere de profesionales con una mirada integral y sustentable. Al respecto, aspectos como la multidisciplinaria, la generación de herramientas de control y el fuerte uso de tecnologías imponen especiales desafíos a los profesionales que se insertan en la actividad minera. En particular, la minería en la Argentina es un importante motor económico. La gran complejidad y diversidad de proyectos mineros generan una vasta necesidad de nuevas soluciones tecnológicas que permitan facilitar el trabajo de todos los eslabones de la cadena de producción.

La Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales (FCFMyN) – Universidad Nacional de San Luis - viene realizando un esfuerzo para generar espacios de intercambio, que permitan incorporar las necesidades de los diferentes actores del medio. Si bien la FCFMyN ofrece una variada oferta en cursos y carreras de posgrado en diversas disciplinas, carece, sin embargo, de una carrera de especialización destinada a profesionales interesados en mejorar el desarrollo de proyectos mineros, requisito indispensable para poder competir en un mercado globalizado.



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

En este contexto, se hace necesario incentivar y desarrollar en los profesionales, el pensamiento analítico y crítico, que permita profundizar en el conocimiento de la incidencia que tienen las diferentes variables en el desarrollo de un proyecto minero, destacando la importancia de esta herramienta en el desarrollo competitivo de las empresas e instituciones. En éste sentido la Especialización en Simulación Discreta

Aplicada a la Planificación Minera, busca ampliar el conocimiento de profesionales que se desempeñan en la industria de manera de que sean capaces de analizar casos de operaciones mineras y comprender la cadena de valor de la industria. La especialización les permitirá a los profesionales mejorar su nivel de toma de decisiones considerando las interacciones entre unidades, análisis de diferentes frentes de explotación, las restricciones de operación y las tecnologías disponibles.

La temática de la carrera que se propone, se vincula directamente con la oferta de grado de la FCFMyN en la Universidad Nacional de San Luis, complementando actividades de investigación y de extensión, generando un nuevo espacio de las relaciones sociales entre lo académico y lo profesional, contribuyendo de esta forma a potenciar la vinculación Sociedad-Institución.

La carrera incluye en su temática aspectos de gran relevancia para la industria minera que permiten incorporar conocimiento y tecnología para analizar el impacto que tiene la estimación de recursos en el diseño de la planificación mediante simulaciones, así como la incidencia de diferentes variables de incertidumbre en la etapa de modelado, y análisis de resultados de las simulaciones como soporte a la toma de decisiones.

Otros antecedentes: Actualmente tanto en Argentina como en países latinoamericanos, existen carreras de posgrado orientadas a la Minería. Algunas de las propuestas académicas vigentes en la Argentina que se vinculan con este proyecto son:

- Maestría en Gestión de Recursos Minerales, Universidad Nacional de San Juan, Argentina.
- Diplomatura en Gestión Minera, Universidad Austral. Argentina.
- Diplomado en Planificación Minera, Universidad de Chile.
- Diplomado en Gestión de Proyectos Mineros, Universidad de Santiago, Chile.
- Diploma en Nuevas Tecnologías en el Sector Minero, Universidad Técnico Federico Santa María- Chile
- Maestría en Gestión Minera, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú.
- Especialización Gestión de Proyectos Mineros Sostenibles, Universidad EAN – Colombia.

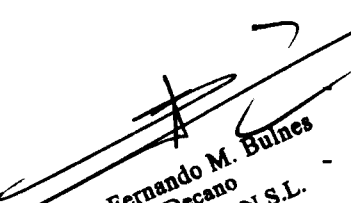


Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

Es importante destacar que las propuestas de formación mencionadas, dan cuenta de la importancia que tiene la temática. Sin embargo, en nuestro país sería una instancia de formación inédita, ya que los tópicos diseñados para esta especialización no se cubren como parte de la formación de pre-grado y grado dictado en universidades nacionales. Por otro lado, actualmente no existen programas de formación de Post-grado en esta área temática en el país. Por tanto, se reconoce que en la provincia de San Luis, es necesario generar una propuesta que cubra dicha área de vacancia.

ARTÍCULO 3º.- Objetivos de la Carrera.

- Formar especialistas en técnicas de simulación aplicadas al sector minero con competencias para el diseño, desarrollo y gestión de proyectos mineros, con una visión integral y eficiente.
- Brindar herramientas y metodologías de trabajo para ser aplicadas durante el desarrollo de proyectos mineros tanto a cielo abierto como subterráneos.
- Formar recursos humanos con competencias para la realización de diseño y análisis de diferentes variables y escenarios de proyectos mineros.
- Contribuir al mejoramiento del desempeño profesional, el trabajo en equipo interdisciplinario y las estrategias para mejorar la productividad de los proyectos mineros.
- Potenciar capacidades para el asesoramiento, gestión, planificación y evaluación de proyectos mineros en diferentes tipos de yacimientos.


Dr. Fernando M. Bulnes
Decano
FCFMyN-U.N.S.L.

ARTÍCULO 4º.- Perfil del Egresado.

A través de la formación propuesta, se busca que el egresado sea capaz de:

- Adquirir una sólida formación metodológica para el diseño de modelos y simulación de procesos involucrados en la planificación minera.
- Entender y aplicar el análisis de los resultados de las simulaciones como soporte a la toma de decisiones.
- Comprender el proceso de modelamiento de los elementos y procesos involucrados la planificación minera.
- Aplicar técnicas y herramientas para la incorporación de tecnologías de simulación a los procesos mineros.
- Seleccionar las herramientas de simulación que mejor se ajusten al problema bajo estudio para obtener una mejor evaluación de proyectos existentes y diseñar y evaluar posibles escenarios de incertidumbre.
- Desarrollar competencias para la incorporación de tecnologías basadas en simulación en los procesos mineros


Dr. Marcelo S. Nazareno
Secretario de Ciencia y Técnica
FCFMyN-U.N.S.L.



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

"2017 – AÑO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES"
"Centenario del Natalicio del Poeta Puntano Antonio Esteban AGÜERO"

ARTÍCULO 5º.- Características curriculares de la carrera: Requisitos y Modalidades de ingreso y permanencia.

Condiciones de admisión: Los requisitos de admisión a la Especialización son los que establece la normativa vigente en la Universidad Nacional de San Luis, y los requisitos particulares establecidos en normas complementarias de la Especialización en Simulación Discreta Aplicada a la Planificación Minera.

Podrán acceder a esta Especialización los egresados de carreras de grado del área disciplinar de Minería, Geología u otra área afín a los objetivos de la carrera.

Aranceles: Serán fijados por el Comité Académico en base a las necesidades de la carrera, en acuerdo con las autoridades competentes. Se dispondrá de becas para docentes de la Universidad Nacional de San Luis.

ARTÍCULO 6º.- Cupo.

Cada cohorte de la carrera tendrá un cupo de alumnos, que será establecido por el Comité Académico en base a los recursos disponibles en los laboratorios y aulas de la sede San Luis de la Universidad Nacional de San Luis, previo a la apertura de las inscripciones.

ARTÍCULO 7º.- Requisitos para la obtención de Título.

Para obtener el Título de Especialista en Simulación Discreta Aplicada a la Planificación Minera, el alumno deberá acreditar la aprobación de actividades académicas por un total cuatrocientos cincuenta (450) horas distribuidas de la siguiente manera:

- 1) Cursos obligatorios: trecientas ochenta (380) horas, donde cada curso tiene consignadas las actividades prácticas y la modalidad de aprobación.
- 2) Trabajo Final Integrador de la Especialización: es un trabajo individual de carácter integrador con una carga horaria mínima de 70 horas. El Trabajo Final Integrador podrá consistir en:
 - El desarrollo de un proyecto de intervención profesional, o
 - La sistematización de una práctica profesional.

El reglamento del Trabajo Final Integrador se fija en normativa complementaria.

Título a Otorgar: El alumno que haya aprobado la totalidad de los Cursos y el Trabajo Final Integrador obtendrá el título de "Especialista en Simulación Discreta Aplicada a la Planificación Minera".

CPDE. ANEXO I ORD. N°

001 17



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

"2017 – AÑO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES"
"Centenario del Natalicio del Poeta Puntano Antonio Esteban AGÜERO"

ARTÍCULO 8º.- Presentación curricular, Organización del Plan de Estudios y Contenidos curriculares.

El plan de estudios contempla un crédito horario total de cuatrocientas cincuenta (450) horas, de las cuales trescientos ochenta (380) horas corresponden a actividades de formación de posgrado que podrán comprender cursos, actividades teóricas y de formación práctica, en correspondencia con la Normativa General de la Enseñanza de Posgrado de la Universidad Nacional de San Luis, en vigencia. De las trescientos ochenta (380) horas, ciento noventa (190) son horas prácticas. Los cursos son obligatorios y de modalidad presencial.

MALLA CURRICULAR

Especialización en Simulación Discreta Aplicada a la Planificación Minera

Nro. Curso	Denominación	Total horas	Horas Prácticas	Correlativas	Semestre
PRIMER SEMESTRE					
1	Simulación Discreta orientada a la Planificación Minera	60	30	--	1
2	Fundamentos de la Planificación Minera	40	20	--	1
3	Evaluación de Yacimientos I	60	30	2	1
4	Simulación de Operaciones Unitarias	60	30	1	1

SEGUNDO SEMESTRE					
5	Gestión de Proyectos	40	20	--	2
6	Evaluación de Yacimientos II	60	30	1,2,3	2
7	Simulación y Evaluación de Riesgo en la Planificación	60	30	1,2,4	2
Crédito Horario Total en Cursos		380	190		

	Trabajo Final Integrador	70			
	Total	450			

CPDE. ANEXO I ORD. N°

001 17

Dr. Marcelo S. Nazario
Secretario de Ciencia y Técnica
FCFMyN-UN.S.L.



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

"2017 – AÑO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES"
"Centenario del Natalicio del Poeta Puntano Antonio Esteban AGÜERO"

PRIMER SEMESTRE

CURSO 1

Simulación Discreta orientada a la Planificación Minera.

Crédito Horario: 60 hs.

Intensidad Práctica: 30 hs.

Objetivos: Al término de este curso los alumnos podrán explicar el rol de la simulación como herramienta para el diseño y planificación de minas subterráneas y a cielo abierto. Conocer las diferentes características y facilidades que proveen los software de simulación y sus entornos visuales. Diseñar y analizar una simulación computacional basada en eventos discretos para la simulación de sistemas de manejo de materiales.

Contenidos Mínimos: Introducción general a simulación. Tipos de simulación. Metodología básica. Simulaciones computacionales. Conceptos básicos de Simulaciones. Simulaciones de manejo de materiales. Modelado de sistemas mineros. Introducción a los lenguajes de simulación tales como Simio, Arena y/o Flexim con orientación a la planificación minera – Módulos básicos.

Evaluación: El examen final cubrirá la totalidad del material discutido en las clases. Las preguntas abarcarán conceptos básicos de la simulación, su aplicación en el proceso de planificación minera.

Bibliografía

- Kelton W. D., Sadowski R., Zupick N. (2014). Simulation with Arena. McGraw-Hill Education; 6ta edition.
- Banks J., Carson J. S., Nelson B. L., Nicol D.M. Discrete-event system simulation. (2009) Pearson; 5ta edition.
- Law A. M., Kelton, W. D. Simulation modeling and analysis. (2000) McGraw Hill Higher Education; 3ra edition.
- Roberts N., Andersen, D.F., Ralph M.D., Shaffer, W.A. Introduction to Computer Simulation: A System Dynamics Modeling Approach. (1994) Productivity Press; 1ra edition.
- Payne J. A. Introduction to simulation. Programming Techniques and methods of analysis. (1982) McGraw-Hill College.
- Banks, J. Handbook of simulation. Principles, methodology, advances, applications, and practice. (1998) John Wiley & Sons, Inc.
- Flexsim Simulation Software User Guide. Copyright ©2001-2010, Flexsim Software Products Inc.



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

"2017 – AÑO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES"
"Centenario del Natalicio del Poeta Puntano Antonio Esteban AGÜERO"

- Sturgul J. R, Mine Design: Examples Using Simulation (2000) Society of Mining Engineers, Littleton, CO.
- Simio Reference Guide. Copyright 2006-2015, Simio LLC
- Brailsford. Discrete-Event Simulation (Wiley Series in Operations Research and Management Science) (2014). John Wiley & Sons.
- Borshchev A. The Big Book of Simulation Modeling: Multimethod Modeling with AnyLogic 6 (2014) Lightning Source Inc.
- Ross S.M. Simulation. (2012) Academic Pres.

CURSO 2

Fundamentos de la Planificación Minera

Crédito Horario: 40 hs.

Intensidad Práctica: 20 hs.

Objetivos: Se pretende que los alumnos al finalizar el curso puedan conocer las técnicas de planificación minera disponibles tanto para operaciones mineras en superficie como subterráneas. Comprender los factores que deben considerarse para establecer y cumplir los objetivos de producción. Contemplar la estructura económica vigente para las operaciones mineras. Adquirir conceptos básicos acerca de los costos de operación.

Contenidos mínimos: Concepto de planificación en minería. Tipos de planificación. Planificación minera en Superficie. Planificación minera Subterránea. Etapas de la planificación, los ciclos y vida del proyecto. Planificación y control de la producción. Estimación preliminar de producciones y de ingresos por ventas. Cálculos básicos de costos mineros.

Evaluación: La aprobación del curso se realizará mediante examen escrito, el mismo evaluará sobre conceptos básicos vistos en clases.

Bibliografía:

- Dagdelen, K. (2001). Open pit optimization—strategies for improving economics of mining projects through mine planning. In Proceedings 17th International Mining Congress and Exhibition of Turkey (pp. 117-121).
- Davis G. A., Newman A. M., (2008) Modern strategy Mine Planning. CRC - Mining Conference Paper.
- Dimitrakopoulos, R. (2011). Strategic mine planning under uncertainty. Journal of Mining Science. 47(2), 138–150.

CPDE. ANEXO I ORD. N°

001 17



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

"2017 – AÑO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES"
"Centenario del Natalicio del Poeta Puntano Antonio Esteban AGÜERO"

- Epstein, R., Goic, M., Weintraub, A., Catalán, J., Santibáñez, P., Urrutia, R., Cancino, R., Gaete, S., Aguayo, A., Caro, F. (2012). Optimizing long-term production plans in underground and open-pit copper mines. *Operations Research*, 60(1), 4-17.
- Hustrulid W., Kuchta M., Martin R. (2013). *Open pit mine planning & design – Vol. 1 – Fundamentals*. 3rd Edition, CRC Press.
- Hustrulid, W. A., Hustrulid, W. A., & Bullock, R. C. (2001). *Underground mining methods: Engineering fundamentals and international case studies*. SME.
- Li, S. X., & Knights, P. (2009). Integration of real options into short-term mine planning and production scheduling. *Mining Science and Technology (China)*, 19(5), 674-678.
- Newman, A. M., Rubio, E., Caro, R., Weintraub, A., & Eurek, K. (2010). A review of operations research in mine planning. *Interfaces*, 40(3), 222-245.
- Newman, A. M., & Kuchta, M. (2007). Using aggregation to optimize long-term production planning at an underground mine. *European Journal of Operational Research*, 176(2), 1205-1218.

CURSO 3

Evaluación de Yacimientos I

Crédito horario: 60 hs.

Intensidad Práctica: 30 hs.

Objetivos: Proporcionar al alumno una visión global de los principales procesos y mejoras prácticas que emplea la industria minera en la prospección, exploración y evaluación de yacimientos y una visión de detalle sobre los conceptos de los fundamentos del modelo de recursos recuperables, la clasificación de recursos y reservas y su publicación, según normas internacionales.

Contenidos Mínimos.

Recursos y Reservas: clasificación de los recursos y reservas minerales según normas internacionales. **Muestreo:** fundamentos y objetivos. Tipos de muestras y errores. Métodos de perforación rotativa. Muestreo de *cutting* y testigos de perforación. **Aseguramiento y Control de Calidad (QA-QC):** prevención y detección. Aseguramiento de calidad y fuente de errores. Control de calidad con sus gráficos y estadística. Precisión, exactitud y contaminación. Resultados esperados y errores. **Modelo geológico:** Base de datos y codificación. Construcción de sólidos en 3D. Análisis exploratorio de datos (EDA) y dominios de estimación.

CPDE. ANEXO I ORD. N°

001 17

Dr. Fernando M. Bulnes
Decano
FCFMyN-U.N.S.L.

Dr. Marcelo S. Nazareno
Secretario de Ciencia y Tecnología
FCFMyN-U.N.S.L.



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

"2017 – AÑO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES"
"Centenario del Natalicio del Poeta Puntano Antonio Esteban AGÜERO"

- a) **Evaluación.** Asistir al 80% de las clases teóricas-prácticas. Aprobar el 100% de las Actividades Prácticas. El Examen Final cubrirá la totalidad del material discutido en las clases. Las preguntas serán con múltiples opciones y abarcarán conceptos básicos del análisis e interpretación de las distintas características en el proceso geológico-minero.

Bibliografía

- Sironvalle A.A.M. Introducción al Muestreo Minero (2002). Instituto de Ingenieros de Minas de Chile. Pierre Gy & Dominique Francois-Bongarcon
- Bruna Novillo J., Bassan J., Rossi M. Los Riesgos en los Fundamentos del Modelo de Recursos Recuperables.(2014) XIX Congreso Argentino de Geología. Pp. 1 a 8.
- Bruna Novillo J., Bassan J., Rossi M. El Tablero de Control como Herramienta de Gestión en el Modelo de Recursos Recuperables. (2010) Argentina Mining 2010. Pp. de 1 a 13.
- Bruna, J.; Bassan, J. y Rossi, M. Los Fundamentos del Modelo de Recursos Recuperables. (2009) XVI Simposio de Ingeniería de minas (SIMIN) Pp. 1-14.
- Carswell, J.T. Increasing value through best-practice sampling quality assurance and quality control in gold mining. (2016) AusIMM Bulletin. Pp. 1-7.
- CIM, 2005. CIM DEFINITION STANDARDS - For Mineral Resources and Mineral Reserves FORM 43-101F1, Technical Report: "Rules and policies". December 2005. Pp. 1-7.
- JORC, 2012. Australasian code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves. December 2012. Pp. 1 a 31.
- Minnitt R., Rice P. and Spangenberg C. Part 1: Understanding the components of the fundamental sampling error: a key to good sampling practice. (2007) The Journal of The Southern African Institute of Mining and Metallurgy. VOLUME 107 Pp. 505-511.
- Méndez A. S. A Discussion on Current Quality-Control Practices in Mineral Exploration. (2011) Applications and Experiences of Quality Control Edited by Prof. Ognyan Ivanov. InTech.
- World Economic Forum. Mining & Metals in a Sustainable World 2050. (2015) Prepared in collaboration with The Boston Consulting Group. Pp. 1-44.

Dr. Fernando M. Bulnes
Decano
FCFMyN-U.N.S.L.

Dr. Marcelo S. Nazario
Secretario de Ciencia y Técnica
FCFMyN-U.N.S.L.

CURSO 4

Simulación de Operaciones Unitarias.

Crédito horario: 60 hs.

Intensidad Práctica: 30 hs.

Objetivos: El objetivo de este curso es proporcionar a los estudiantes los conocimientos referidos al desarrollo y/o la utilización de herramientas de simulación computacional avanzadas para poder evaluar nuevos escenarios, modificar parámetros, variables de los sistemas existentes y evaluar nuevos sistemas.

CPDE. ANEXO I ORD. N° 001 17



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

"2017 – AÑO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES"
"Centenario del Natalicio del Poeta Puntano Antonio Esteban AGÜERO"

Contenidos mínimos: Análisis de simulaciones. Selección de unidad de tiempo. Modelado de flotas de camiones, stocks, cintas transportadoras, sistemas de manejo de materiales. Experimentos, modelos, simulaciones y teorías analíticas. Formulación del modelo y especificaciones de simulación a utilizar. Factores que influyen en el modelado y la simulación. Análisis de sensibilidad y optimización. Utilización de módulos avanzados de software de simulación tales como Simio, Arena y/o Flexim con orientación a la planificación minera.

Evaluación: 80% de asistencia a las clases teórico-prácticas y aprobación del 100% de los trabajos prácticos de aula y laboratorio. Aprobación de un proyecto final.

Bibliografía

- Maleki M., Emery X. Joint simulation of grade and rock type in a stratabound copper deposit. (2015) Mathematical Geosciences, Vol. 47, p. 471-495
- Ihle C.F., Tamburrino A, Montserrat. S. Computational modeling for efficient long distance ore transport using pipelines. (2014) Minerals Engineering, 63:73-80.
- Rezaee, H., Asghari, O., Koneshloo, M., Ortiz, J. M. Multiple-point geostatistical simulation of dykes: application at sungun porphyry copper system. (2014) Stochastic Environmental Research and Risk Assessment (ISI).
- Shishvan, M.S., Benndorf, J. Simulation-based modelling and production optimisation of large continuous mining system (2015) Application of Computers and Operations Research in the Mineral Industry.
- Fioroni M.M., Franzese L.A.G., Bianchi T. F., Ezawa L., Pinto L. R., de Miranda G. Concurrent simulation and optimization models for mining planning (2008) Winter Simulation Conference pp. 759-767.
- Tan Y., Miwa K., Chinbat U., Takakuwa S. Operations modeling and analysis of open pit copper mining using GPS tracking data. (2012) Winter Simulation Conference, pp. 1-12.
- Greberg J., Sundqvist F. Simulation as a tool for mine planning. (2011) International Future Mining Conference
- Carvalho J.A.J., Koppe J.C, Costa J.F.C.L. A case study application of linear programming and simulation to mine planning (2012) Journal- South African Institute of Mining and Metallurgy 112(6):477-484
- Gil-Costa V. Giubergia A., Mansilla Y., Narvaez D., Besso M. Bertelo E. (2016) Simulación Aplicada al Cálculo de Capacidades de Almacenamiento y Stock Piles: Minería & Geología.

CPDE. ANEXO I ORD. N°

001 17



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

"2017 – AÑO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES"
"Centenario del Natalicio del Poeta Puntano Antonio Esteban AGÜERO"

- Carrasco C., Fernanda C. (2016) Simulación como herramienta para la planificación de la preparación minera en minería tipo Block/Panel Caving. Universidad de Chile.

SEGUNDO SEMESTRE

CURSO 5

Gestión de Proyectos.

Crédito horario: 40 hs.

Intensidad Práctica: 20 hs.

Objetivos: Al término de este curso los alumnos tendrán un firme conocimiento sobre los aspectos técnicos, económico-financieros, legales y de gestión básica de los proyectos de ingeniería. Estudiarán la forma de abordar el desarrollo de un proyecto de ingeniería contemplando dos aspectos: fases en las que se divide el trabajo necesario para ejecutar un proyecto y técnicas para la adecuada gestión básica de las actividades involucradas en el desarrollo del mismo. Por otra parte, se profundizará en los aspectos legales y éticos a tener en cuenta durante su desarrollo.

Contenidos mínimos: Introducción general. Fases de un proyecto. Tiempos, Costos y Alcance. Impacto de las simulaciones en proyectos de corto, mediano y largo plazo, y como porte a la toma de decisiones. Recursos Humanos. Comunicación interna y externa. Gestión de Riesgos. Herramientas de simulación para la gestión de proyectos y soporte a la toma de decisiones. Documentación. Sistemas de control de versiones. Repositorios. Gestión Ambiental.

Evaluación: Asistencia y aprobación del 100% de los trabajos prácticos de aula. Aprobación de un proyecto final.

Bibliografía

- Serpell, A. y Alarcón, L. F. Planificación y control de proyectos. (2007) Ediciones Universidad Católica,
- PMI STANDARDS COMMITTEE., Project Management Body of Knowledge, PMI 2007.
- Campero, M. y Alarcón, L. F., Administración de Proyectos Civiles. (2008) 3ª Edición. Ediciones Universidad Católica.
- Goldratt E. Cadena Crítica (2001) Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Berkun S.. The Art of Project Management (Theory in Practice) (2005) O'Reilly Media.
- Noort D.J., Adams C. Effective Mining Project Management Systems. (2006) International Mine Management Conference, Melbourne.
- Hebblewhite, B.K. Management of geotechnical risks in mining projects. (2003) School of Mining Engineering University of New South Wales Sydney Australia.

CPDE. ANEXO I ORD. N°

001 17



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

"2017 – AÑO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES"
"Centenario del Natalicio del Poeta Puntano Antonio Esteban AGÜERO"

- Horowitz J. Critical Path Scheduling. (1967) The Ronald Press Company.
- Lizarazo, C.G. Gestión de riesgos de seguridad ocupacional en proyectos de ingeniería. (2011) Pontificia Universidad Javeriana Bogotá, Colombia.
- Worthington E. Financing mining projects. (1997) Supplement to Mining Journal, London.
- Binder J. Global Project Management: Communication, Collaboration and Management across Borders. (2016) Routledge Taylor & Francis Group.
- Nigel S., Alistair B.J. Operations Management (2013) Financial Times/Prentice Hall

CURSO 6

Evaluación de Yacimientos II

Crédito Horario: 60 hs.

Intensidad Práctica: 30 hs.

Objetivos: proporcionar al alumno una visión global y de detalle para entender las diferentes etapas de un proyecto minero, que mediante herramientas de modelado podrá estimar los recursos minerales disponibles en el yacimiento. Conocer y comprender el diseño, planificación y ejecución de una explotación minera a cielo abierto. Entender el concepto de modelo geotécnico, la caracterización geológico-estructural, el proceso geotécnico y su utilización e importancia en el proceso geológico-minero. Conocer y comprender el sistema de control de mineral y de control de estéril, la importancia que tienen en una mina activa a cielo abierto.

Contenidos Mínimos. Introducción a la Geoestadística y Evaluación de Yacimientos: métodos de estimación. Impacto de las estimaciones de recursos en el diseño, modelado y simulación de planes mineros. Evaluación de yacimientos. **Organizaciones Mineras y Economía:** Principios de economía. Características de la economía minera. Principios de formulación y evaluación de proyectos mineros. Definición y generalidades. Fases de un proyecto. Análisis de proyectos. Estudios de prefactibilidad y de factibilidad. Labor geológica en estos estudios. **Explotaciones a Cielo Abierto:** generalidades del proceso minero. Relación de destape. Explotación en fase. Diseño y planificación de las Explotaciones. Los procesos en control de mineral y control de estéril. Proceso de minado. Proceso geotécnico, estabilidad de taludes y bancos y ángulos inter-rampas y global.

Evaluación: Asistir al 80% de las clases teóricas-prácticas. Aprobar el 100% de las Actividades Prácticas. El Examen Final cubrirá la totalidad del material discutido en las clases. Las preguntas serán con múltiples opciones y abarcarán conceptos básicos del análisis e interpretación de las distintas características en el proceso geológico-minero.

CPDE. ANEXO I ORD. N° 001 17



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

"2017 – AÑO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES"
"Centenario del Natalicio del Poeta Puntano Antonio Esteban AGÜERO"

Bibliografía

- Sironvalle A.M.A. Estimación de recursos mineros. (2007) Santiago de Chile, Julio 2007. Pp. 1 - 275.
- Allen, F., Brealey, R., Myers, S. Principios de Finanzas Corporativas. (2010) McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Novena edición. Primera Parte.
- Butcher, R.; Geotechnical considerations for Resource and Reserve estimation. (2015) AusIMM Bulletin. Pp. 1-4.
- Calder, P. Tópicos de Ingeniería en Minas a Rajo Abierto. (2006). Capítulos 1 a 7.
- Girardi, J. P.. Geoestadística. (2008) Fundación Universidad Nacional de San Juan. Argentina.
- Giraud, C., Bassan, J. y Bruna Novillo, J. Caracterización Geotécnica y la Modelación de sus variables; en Mina Bajo de la Alumbrera, Catamarca, Argentina. (2006) II International Conference on Mining Innovation. Santiago, Chile. Pp.1-9.
- Oyarzún J.& Oyarzun R. Minería Sostenible: Principios y Prácticas. (2011) Ediciones GEMM – Aula2punto.net. Pp. 1 a 418.
- Rossi M., Deutsh C. Mineral Resource Estimation. (2014) Editorial Springer.
- Rose, S., Fahey, G. Modern mining geology. (2016) AusIMM Bulletin. Pp. 1-10.
- Zapata, R., Bassan, J. A., Bruna, J. Mineral Control System in Bajo de La Alumbrera Mine, Catamarca, Argentina. (2008) III International Conference on Mining Innovation. Santiago, Chile.

CURSO 7

Simulación y Evaluación de Riesgo en la Planificación

Crédito Horario: 60 hs.

Intensidad Práctica: 30 hs.

Objetivos: Este curso pretende entregar al alumno los conocimientos teóricos y prácticos de cómo incorporar incertidumbre de los recursos geológicos, los métodos de extracción y los parámetros de valorización en la construcción de un programa de producción minero. El curso revisará las técnicas actuales de planificación bajo incertidumbre a nivel de modelos teóricos y algunas aplicaciones para minería a cielo abierto. El alumno aprenderá a construir modelos de simulación para estimar los equipos necesarios para soportar un programa de producción minero, detectar cuellos de botella y estimar la producción del yacimiento.

Contenidos Mínimos: Cuantificación de incertidumbre y creación de oportunidades. Marco para la modelación de incertidumbre, beneficios, optimización y diseño minero. Simulaciones condicionales para la modelación de riesgo. Averías y reparaciones. Mantenimiento Programado.

CPDE. ANEXO I ORD. N°

001 17

Dr. Fernando M. Bulnes
Decano
FCFMyN-U.N.S.L.

Dr. Marcelo S. Nazzari
Secretario de Ciencias y Tecnología
FCFMyN-U.N.S.L.



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

"2017 – AÑO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES"
"Centenario del Natalicio del Poeta Puntano Antonio Esteban AGÜERO"

Decisión de parámetros mineros en función de programas de producción simulados. Uso de herramientas tecnológicas como soporte del diseño y planificación de proyectos mineros. Soporte a la toma de decisiones mediante análisis estadísticos.

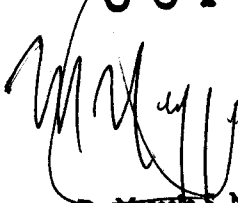
Evaluación: Asistencia y aprobación del 100% de los trabajos prácticos de aula y laboratorio. Aprobación de un proyecto final.

Bibliografía

- E. Tajvidi, M. Monjezi, O. Asghari, X. Emery, S. Foroughi. Application of joint conditional simulation to uncertainty quantification and resource classification. (2015) Arabian Journal of Geosciences, Vol. 8, n°1, p. 455-463.
- C. F. Ihle y A. Tamburrino. Uncertainties in key transport variables in homogeneous slurry flows in pipelines. (2012) Minerals Engineering 32, 54–59.
- Ahmed H. M., Scoble M.J., Dunbar W.S. A comparison between Offset Herringbone and El Teniente underground cave mining extraction layouts using a discrete event simulation technique (2014). International Journal of Mining, Reclamation and Environment. Volume 30, 2016 - Issue 2 Pp. 71-91.
- Tarshizi E., Kocsis C., Taylor D. Advanced approach to assess and improve underground mine evacuation using discrete-event simulation and animation. (2016) International Journal of Mining and Mineral Engineering Volume 7, Issue 2.
- Kaba F.A., Temeng V.A., Eshun P.A. Application of Discrete Event Simulation in Mine Production Forecast (2016) Ghana Mining Journal. Vol 16 No 1. Pp. 40-48.
- Montoya C., Emery X., Rubio E., Wiertz J. Multivariate resource modelling for assessing uncertainty in mine design and mine planning (2012) Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy, Vol. 112, p. 353-363
- Mena R., Zio E., Kristjanpoller F., Arata A. Availability-based simulation and optimization modeling framework for open-pit mine truck allocation under dynamic constraints. (2013) International Journal of Mining Science and Technology Volume 23, Issue 1, Pp. 113–119
- Gbadam, E., Awuah-Offei, K., Frimpong, S. Investigation into mine equipment subsystem availability and reliability data modeling using discrete event simulation (2015) Application of Computers and Operations Research in the Mineral Industry, Pp. 544-552
- Hashemi A.S., Sattarvand J. Simulation Based Investigation of Different Fleet Management Paradigms in Open Pit Mines-A Case Study of Sungun Copper Mine (2015) Archives of Mining Sciences. Vol. 60, Issue 1, Pp 195–208
- Alarcón M., Morales N., Emery X., Using simulation to assess the trade-off between value and reliability in open pit planning. (2015) APCOM, EEUU.

CPDE. ANEXO I ORD. N°

001 17


Dr. Marcelo S. Nazarro
Secretario de Ciencia y Técnica
FCFMyN-U.N.S.L.


Dr. Fernando M. Bulnes
Decano
FCFMyN-U.N.S.L.