



Ministerio de Cultura y Educación  
 Universidad Nacional de San Luis  
 Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales  
 Departamento: Minería  
 Área: Minería

(Programa del año 2021)  
 (Programa en trámite de aprobación)  
 (Presentado el 17/03/2021 20:12:56)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
SIMULACION DE PROCESOS MINEROS	ING.EN MINAS	6/15	2021	1° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
PRINTISTA, ALICIA MARCELA	Prof. Responsable	P.Asoc Exc	40 Hs
ROSSI, MARIO EDUARDO	Prof. Colaborador	P.Adj Simp	10 Hs
GIL COSTA, GRACIELA VERONICA	Prof. Co-Responsable	P.Asoc Sem	20 Hs
PEREZ, BEATRIZ LILIAN	Responsable de Práctico	A.1ra Exc	40 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	Hs	Hs	Hs	5 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio	1° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
05/04/2021	08/07/2021	14	70

### IV - Fundamentación

Ante la necesidad de obtener más y mejor información para la toma de decisiones en operaciones mineras complejas, se utiliza la simulación de procesos, sistema que es aplicado actualmente en diferentes industrias. La simulación es una indispensable metodología para la descripción y análisis de una amplia variedad de problemas reales. Usada apropiadamente, proporciona considerables beneficios según el contexto en la que se use: ahorro de tiempo; ahorro de recursos económicos; permite analizar la ocurrencia de ciertos fenómenos a través de la reconstrucción de escenas y un minucioso análisis, que no podría llevarse a cabo en una situación real; una vez desarrollado un modelo de simulación válido, se pueden explorar nuevas políticas, procedimientos operativos, o métodos sin necesidad de afectar al sistema real; etc.

La mayoría de las operaciones mineras son ejemplos de sistemas eventos discretos. El software con que se cuenta actualmente y que puede ser usado para realizar una simulación de algún sistema discreto de minería, como ARENAS, FLEXSIM o SIMIO. Las simulaciones realizadas en estos software son generalmente fáciles de entender, rápidas de ejecutar y fáciles de modificar, por lo que un ingeniero en minas, sin necesidad de ser un experto en programación, puede aprovechar las ventajas de su utilización. Por lo mencionado anteriormente, es considerado de suma importancia, introducir al futuro ingeniero en minas en este campo.

Debido al COVID-19 la modalidad será mixta (hibrida). Utilizaremos las plataformas Moodle para subir documentos, videos, clases, prácticos y cualquier otra información adicional que sea necesaria. Emplearemos la plataforma Meet para hacer clases y consultas síncronas. Los estudiantes podrán realizar prácticas de laboratorio en la Sala de PC del Dpto. de Minería en grupos que no superen la capacidad establecida por los protocolos de prevención epidemiológica vigente.

## V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Mediante la simulación, se intenta presentar artificialmente una situación real, con la intención de que el alumno experimente con el modelo, participe y aprenda. Por lo tanto se pretende del alumno que:

- \* Adquiera los conocimientos teóricos básicos para entender y elegir el método de simulación más adecuado para cada problema
- \* Sea capaz de aplicar apropiadamente e interpretar aspectos de diseño y análisis cubiertos en su propio estudio de simulación.
- \* Conozca y maneje lenguajes de simulación de propósito específico.
- \* Desarrolle destreza en la interpretación tanto visual como analítica de los resultados de una simulación

## VI - Contenidos

### **BOLILLA 1: INTRODUCCIÓN A SIMULACIÓN**

Sistema. Componentes de un sistema. Modelo. Tipos de modelos. Conceptos de simulación. Ventajas y desventajas de la simulación. Comparación de la simulación con métodos analíticos. Modelos de simulación de eventos discretos. Estados. Eventos. Pasos en un estudio de simulación. Ejemplos Utilizando el método de Montecarlo.

### **BOLILLA 2: LENGUAJES DE SIMULACIÓN**

Clasificación de lenguajes: lenguajes de propósito general y lenguajes de propósitos específicos: LENGUAJE ARENA. Introducción y conceptos generales. Entidades, Set, Resource, Transacciones, colas, bloques. Módulos: datos, procesos. Procesos básicos: create, dispose, decide. Facilidades y funciones de distribución. Introducción a la animación. Comandos de ejecución y seteo. Planificación de procesos, planificación de fallas. Capacidad de los recursos. Variables globales. Transferencia avanzada: Enter, Leave, Route, Station. Reportes. LENGUAJE FLEXSIM. Introducción y conceptos generales. Modelado en 3D. Source. Queue. Processor. Sink. Conveyor. Dispatcher. Rack. Operator. Transporter. Statistics.

### **BOLILLA 3: SIMULACIÓN DE MUESTRAS PROBABILISTICAS**

Técnicas para generar números aleatorios. Test para el chequeo de la Uniformidad. Técnicas para generar variables aleatorias discretas y continuas de distribuciones empíricas. Métodos de transformación inversa, de aceptación y rechazo y método de convolución. Relación entre Distribución Exponencial y Poisson.

### **BOLILLA 4: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN**

Características estocásticas de los resultados. Medidas de performance y su estimación. Estimación de la media y la varianza. Intervalo de confianza. Repetición de corridas. Estimación del sesgo inicial. Medias por lotes. Técnicas de reducción de la varianza. Estimación de la longitud de la corrida de la simulación.

## VII - Plan de Trabajos Prácticos

Debido al COVID-19 se utilizarán simuladores libres o con versiones académicas. Se entregarán los trabajos en excel, pdf o escaneados utilizando la plataforma moodle. Aquellos estudiantes que no tengan computadoras podrán coordinar con los docentes el acceso a al laboratorio de PC del Departamento de Minería

PRACTICO N° 1: Repaso Estadística

PRACTICO N° 2: Simulación de Eventos Discretos. Simulación Manual.

PRACTICO N° 3: Introducción y Ejercicios de Análisis en el lenguaje Flexsim.

PRACTICO N° 4: Introducción al lenguaje de Simulación ARENA.

PRACTICO N° 5: Generación de números y variables aleatorias.

PRACTICO N° 6: Proyecto de Simulación

## VIII - Regimen de Aprobación

Alumnos Regulares:

El alumno deberá asistir a 80% de las clases teórico-prácticas, presentar y aprobar los prácticos completos de cada unidad en tiempo y forma y el proyecto integrador.

Alumnos Promocionales:

El alumno deberá asistir a 80% de las clases teórico-prácticas, presentar y aprobar los prácticos completos de cada unidad en

tiempo y forma y el proyecto integrador. Además, se tomará una evaluación que incluirá una parte teórica que el alumno deberá aprobar en caso de querer promocionar.

Alumnos Libres:

Los exámenes libres serán evaluados de la siguiente manera: Una parte teórica que resuma los contenidos fundamentales de la asignatura, y una parte práctica que permita evaluar la idoneidad del alumno en el manejo del software de simulación y actividades prácticas. Además, deberá presentar los prácticos solicitados por la cátedra previo al examen.

## **IX - Bibliografía Básica**

- [1] [1] Discrete-event system simulation. Autor(es) Banks, Jerry, Carson, John S., Nelson, Barry L. Idioma Inglés 2009 Upper Saddle River, New Jersey Prentice Hall.
- [2] [2] Simulation modeling and analysis. Autor(es) Law, Averill M., Kelton, W. David. Idioma Inglés Edición 01 ed. 1982 New York McGraw-Hill.
- [3] [3] Introduction to computer simulation. Subtítulo(s) The system dynamics approach. Autor(es) Roberts, Nancy, Deal, Ralph M., Andersen, D.F., Garet, M.S., Shaffer, W.A. Idioma Inglés Edición 01 ed. 1983 Reading Addison-Wesley.
- [4] [4] Introduction to simulation. Subtítulo(s) Programming Techniques and methods of analysis. Autor(es) Payne, James A. Idioma Inglés Edición 01 ed. 1982 New York McGraw-Hill.
- [5] [5] Handbook of simulation. Subtítulo(s) principles, methodology, advances, applications, and practice. Editor(es) Banks, Jerry Idioma Inglés Edición 01 ed. 1998 New York J. Wiley. Disponible en Biblioteca de la UNSL.
- [6] [6] Control y Administración de Datos en una Mina Subterránea de Oro y Plata. David Alfredo Narváez, Andrea Alejandra Giubergia, Graciela Verónica Gil-Costa y Beatriz Lilian Perez. Revista Tecnura. Revista de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. e-ISSN: 2248-7638, p-ISSN: 0123-921X
- [7] [7] "LA TECNOLOGÍA COMO SOPORTE A LA TOMA DE DECISIONES EN PROYECTOS DE PLANIFICACIÓN MINERA". Andrea Giubergia, Beatriz L. Perez, Guillermo Torres, Marcelo Fara, Mario R. Baudino, Veronica Gil-Costa, Jornadas de Minería San Luis - 2017.

## **X - Bibliografía Complementaria**

- [1] [1] Bibliografía Complementaria de la cátedra.
- [2] [2] Simulation with ARENA. by W. David Kelton, Randall P Sadowski, David T. Sturrock and W. Kelton. 2014
- [3] [3] Flexsim Simulation Software User Guide. Copyright © 2001-2010, Flexsim Software Products Inc.
- [4] [4] Simio and Simulation: Modeling, Analysis, Applications: 5th Edition - Economy por Jeffrey S Smith, David T Sturrock, et ál. 2018

## **XI - Resumen de Objetivos**

Mediante la simulación, se intenta presentar artificialmente una situación real, con la intención de que el alumno experimente con el modelo, participe y aprenda. Por lo tanto se pretende del alumno que:

- \* Adquiera los conocimientos teóricos básicos para entender y elegir el método de simulación más adecuado para cada problema
- \* Sea capaz de aplicar apropiadamente e interpretar aspectos de diseño y análisis cubiertos en su propio estudio de simulación.
- \* Conozca y maneje lenguajes de simulación de propósito específico.
- \* Desarrolle destreza en la interpretación tanto visual como analítica de los resultados de una simulación.

## **XII - Resumen del Programa**

En esta materia el alumno adquirirá los conocimientos necesarios para entender y utilizar herramientas de simulación. Se describirán y ejemplificarán mediante el desarrollo de trabajos en laboratorio los componentes de un sistema y las actividades requeridas para modelarlo.

## **XIII - Imprevistos**

Los imprevistos serán resueltos en tiempo y forma en la medida que se presenten.

**XIV - Otros**

--

<b>ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA</b>	
	<b>Profesor Responsable</b>
Firma:	
Aclaración:	
Fecha:	