

**Profesor:**

Sergio Cabrales ([s-cabral@uniandes.edu.co](mailto:s-cabral@uniandes.edu.co)). Oficina ML – 325  
Xiomara Rodríguez ([ax.rodriguez@uniandes.edu.co](mailto:ax.rodriguez@uniandes.edu.co)). Oficina: ML – 754  
Carlos Ardila ([ca.ardila11@uniandes.edu.co](mailto:ca.ardila11@uniandes.edu.co)).

**Asistentes Graduados:**

Sofía Aya ([scv.aya10@uniandes.edu.co](mailto:scv.aya10@uniandes.edu.co)). Oficina ML – 123  
Manuel Casado ([mj.casado@uniandes.edu.co](mailto:mj.casado@uniandes.edu.co)). Oficina ML – 123  
Lukas Bogotá ([ls.bogota@uniandes.edu.co](mailto:ls.bogota@uniandes.edu.co)). Oficina ML – 123  
Sebastián Cardona ([s.cardona11@uniandes.edu.co](mailto:s.cardona11@uniandes.edu.co)). Oficina ML – 123

**Correo oficial del curso:**

[equiposimulacion@uniandes.edu.co](mailto:equiposimulacion@uniandes.edu.co)

Actualizado el 20 de enero de 2020

**1. Introducción**

Una simulación es una imitación del funcionamiento de un sistema (interacción del ambiente que lo rodea y de las partes que lo componen), ya sea real o conceptual. Con la aplicación de las técnicas de simulación sobre los sistemas de interés se busca alcanzar comprensión del funcionamiento del mismo, en el estado actual o sobre posibles escenarios creados.

Este curso se concentra en el desarrollo de modelos para representar sistemas dinámicos (aquellos que cambian con el tiempo) y en gran proporción estocásticos, es decir, cuyos posibles estados dependen de fenómenos aleatorios. Así mismo, el enfoque principal se dará sobre la simulación en tiempo discreto y orientado a eventos. Ésta tiene gran aplicación en Ingeniería y en otras áreas afines por su eficiencia y versatilidad en el modelaje de diversos tipos de sistemas, la mayor parte de ellos inherentemente complejos.

Aunque el curso se centra en la simulación de eventos discretos, se incluyen también otros temas de apoyo pertinentes en los campos de probabilidad y estadística, análisis de información, optimización, entre otros.

**1.1. Objetivo del Curso**

Desarrollar en el estudiante los conceptos y habilidades fundamentales para simular un sistema complejo con el fin de comprender su funcionamiento y determinar soluciones numéricas a interacciones de fenómenos aleatorios de difícil análisis. Hacer que el estudiante conozca el poder de la herramienta así como sus limitaciones.

Las *outcomes* ABET que se esperan desarrollar a través de las diferentes actividades realizadas y evaluadas del curso son: (1) habilidades para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería aplicando principios de ingeniería, ciencias y matemáticas, y (6) habilidades para desarrollar y conducir experimentación apropiada, analizar e interpretar datos, y el uso de juicio de ingeniería para sacar conclusiones.

## 1.2. Requisitos

Probabilidad y Estadística 2 (IIND2107) y Modelos Probabilísticos (IIND2104) (Correquisito).  
Conocimientos en lenguajes de programación tales como R, Python, Visual Basic, Java, C/C++/C#, Ruby, Matlab, y *Wolfram Mathematica*.

## 2. Metodología

El contenido del curso se desarrollará en las clases magistrales con una intensidad semanal de tres horas, y una clase de trabajo asistido de una hora y media, en la que se tratarán temas relacionados con herramientas computacionales utilizadas en la simulación. Sin embargo, el trabajo individual representado en el estudio, solución de las complementarias asignadas y el desarrollo del proyecto de consultoría serán fundamentales para lograr el aprendizaje y adquirir las habilidades necesarias. Las complementarias están diseñadas para familiarizar a los estudiantes con una variedad de problemas en los que empleen programación especializada, técnicas estadísticas y otros elementos propios del curso.

Se tendrá un proyecto de consultoría que permita a los estudiantes acercarse a la solución de una situación problemática real en la que la herramienta adecuada de análisis de las alternativas es simulación de eventos discretos. Además de esto, la evaluación del aprendizaje individual se evaluará en dos exámenes parciales y uno final.

En las clases complementarias se utilizará el software **SIMIO (Versión 9.147)** para practicar los temas vistos en las clases magistrales. Por esta razón, tendrán disponibles videos explicativos de las herramientas computacionales que deberán preparar antes de cada clase de trabajo asistido. Esta preparación se evaluará por medio de quices-bono.

## 3. Contenido del Curso

Semana	Clase	Tema	Fecha	Magistral	Lecturas Magistral	Complementaria
1	1	Introducción al curso. Aplicaciones y consideraciones metodológicas.	20 a 24 de enero	Introducción	BCNN Capítulo 1, LK Capítulo 1, Paper de Banks	Introducción a SIMIO
	2			Sistemas, Modelos y Simulación	BCNN Capítulo 1, LK Capítulo 1	
2	3	Simulación manual	27 a 31 de enero	Simulación Manual	BCNN Capítulos 2 y 3	Objetos, experimentos y SMORE plots
	4			Simulación Manual - Colas	BCNN Capítulos 2 y 3, y BCNN Capítulo 5, LK Capítulo 4	

3	5		3 a 7 de febrero	Simulación Manual Inventarios/ Principios Generales y Probabilidad	BCNN Capítulos 2 y 3, y BCNN Capítulo 5, LK Capítulo 4	<b>Señales, buffers y estadísticas</b>
	6	Quiz1		Quiz		
4	7	Procesos de análisis de información de entrada	10 a 14 de febrero	Input Modeling (I)	BCNN Capítulo 9, LK Capítulo 6	<b>Ruteo</b>
	8			Input Modeling (II)	BCNN Capítulo 9, LK Capítulo 6	
5	9		17 a 21 de febrero	Input Modeling (III)	BCNN Capítulo 9, LK Capítulo 6	<b>Análisis de entrada - R</b>
	10			Input Modeling (IV)	BCNN Capítulo 9, LK Capítulo 6	
6	11	Quiz2	24 a 28 de febrero	Quiz		<b>Secuencias</b>
	12	Entrega 0		Entrega 0		
7	13	Generación de variables aleatorias	2 a 6 de marzo	Generación de Números Aleatorios	BCNN Capítulo 7, LK Capítulo 7	<b>Process y Add.On I</b>
	14			Generación de Variables Aleatorias (I)	BCNN Capítulo 8, LK Capítulo 8	
8	15	Taller	9 a 13 de marzo	Taller		<b>Process y Add.On II</b>
	16	Parcial 1		Parcial		
SEMANA DE RECESO			16 al 20 de marzo			
9	17	Generación de variables aleatorias	24 a 27 de marzo	Generación de Variables Aleatorias (II)	BCNN Capítulo 8, LK Capítulo 8	<b>Inventarios</b>
	18	Quiz3		Quiz		
10	19	Verificación y validación	30 de marzo a 3 de abril	Verificación y Validación	BCNN Capítulo 10	<b>Importación de datos</b>
	20	Análisis de salida - Comparación y evaluación de alternativas		Análisis de salida (I)	BCNN Capítulos 11 y 12, LK Capítulos 9 y 10	
11	21		13 a 17 de abril	Análisis de salida (II)		<b>Estadísticas</b>
	22			Quiz4	Quiz	
12	23	Diseño de Experimentos	20 a 24 de abril	Diseño de Experimentos	BCNN Capítulo 6, RIA Capítulos 4 y 6	<b>Animación y Path</b>
	24	Parcial SIMIO		Parcial SIMIO		
13	25	Redes de Jackson - Push	27 a 30 de abril	Redes de Jackson - Push		<b>Festivo</b>

	26	Redes de Jackson - Pull		Redes de Jackson - Pull	M Capítulos 1, 2, 5, 6 y 11	
14	27	Taller	4 a 8 de mayo	Taller	G y KSS Capítulos 3 - 6	Análisis de Salida - Excel
	28	Optimización basada en simulación		Optimización		
15	29	Quiz5	11 a 15 de mayo	Quiz		Optimización
	30	Skills de presentación y resumen ejecutivo		TED		
16	31	Taller	18 a 23 de mayo	Taller		Vehículos y conveyors
	32	Examen final		Examen final		

#### 4. Fechas importantes

Semana	Fecha	Actividades
8	12 de marzo	Parcial 1 - Teórico*
12	23 de abril	Parcial 2 - SIMIO*
16	21 de mayo	Examen Final*

\* Los parciales y el examen final se realizará en la fecha establecida a partir de las 6:30 pm para todas las secciones del curso.

#### Evaluación

Criterio	Porcentaje
Parcial 1	20%
Parcial 2 - SIMIO	20%
Examen Final	20%
Proyecto de Consultoría	30%
Quices Magistrales	10%

#### Reglas del curso

- Para aprobar el curso usted debe: **Tener un promedio ponderado mayor o igual a 3.0. Recuerde que 2.99 no es 3.0.**
- Los **Quices Pacheco** de las clases magistrales representarán un bono de hasta una unidad sobre la nota definitiva de Quices Magistrales.
- Las complementarias pueden representar un bono de hasta una unidad sobre la nota del Parcial 2 (SIMIO).
- En caso de inasistencia a un parcial o quiz debe enviarse la excusa pertinente al correo oficial del curso. Toda comunicación al correo personal de los asistentes graduados **no** será tenida en cuenta. En el caso de una excusa médica se solicita que sea transcrita por la EPS correspondiente o emitida por un centro de urgencias. **Todas las excusas recibidas serán revisadas por Decanatura de Estudiantes para verificar su validez.**

- **Bajo ninguna circunstancia** se permitirá que los estudiantes presenten actividades académicas en una sección magistral diferente a la inscrita en banner.
- Según el artículo 64 del [Reglamento General de Estudiantes de Pregrado](#) los estudiantes cuentan con cuatro (4) días hábiles para formular un reclamo sobre una calificación desde el momento en el que ésta es publicada. El equipo docente dispone de cinco (5) días hábiles para resolver los reclamos formulados.
- Ningún tipo de bono (tanto de las clases magistrales como los de las clases de trabajo asistido) tendrá supletorio.
- En el primer parcial y examen final es permitido el uso de hojas de fórmulas **MANUSCRITAS** y por ningún motivo está permitido el uso de calculadoras programables.
- En el segundo parcial no está permitido el uso de ningún material de ayuda.
- No es permitido el intercambio de información entre grupos del proyecto de consultoría.
- En este programa se detallan las fechas de parciales, quices y de entregas del proyecto de consultoría. Estas fechas sólo se modificarán por motivos de fuerza mayor.
- **Por ningún motivo se atenderán estudiantes en las oficinas de asistentes graduados.** Para la solución de dudas y entrega de tareas se fijarán, durante el semestre, horarios de atención los cuales serán publicados en **SicuaPlus**.
- En la sustentación del proyecto de consultoría deben estar **TODOS** los miembros del grupo. El estudiante que no se presente tendrá 0 en la nota global del proyecto de consultoría y no aprobará el curso.
- El proyecto debe ser desarrollado en su totalidad durante el semestre en curso. Esto quiere decir que los datos deben ser tomados y desarrollados en el semestre actual.

## Bibliografía

### 7.1. Textos Guía

[BCNN] (Texto Guía) Banks, J; Carson, J; Nelson, B; Nicol, D. *Discrete-Event System Simulation*. Prentice Hall; Quinta Edición (o Cuarta), 2010.

[LK] Law, A; Kelton, W. *Simulation Modeling and Analysis*. McGraw-Hill, 3a Edición, 2000.

[JR] Joines, J.A. and Roberts, S.D. *Simulation Modeling With Simio: A Workbook*, Simio Llc, 2010.

[KSS] Kelton, W. and Smith, J. and Sturrock, D. *Simio and Simulation: Modeling, Analysis, Applications* McGraw-Hill Higher Education,

### 7.2. Textos complementarios

[RIA] Riaño, G. Modelos probabilísticos: un enfoque computacional. Universidad de los Andes, 2007.

[K] Kulkarni, V. *Modeling and Analysis of Stochastic Systems*. Chapman&Hall/CRC, 1995.

[N] Nelson, B. *Stochastic Modeling: Analysis and Simulation*. McGraw-Hill, 1995.

[B] Banks, J (editor). *Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications and Practice*. John Wiley & Sons, 1998.

[WMS] Wackerly, D; Mendenhall, W; Sheaffer, R. *Estadística Matemática con Aplicaciones*. Sexta edición, Thomson, 2002.

[H] Hall, Randolph. *Queueing Methods (for service and manufacturing)*. Prentice-Hall Inc., 1991.

[M] Montgomery, Douglas. *Design and analysis of experiments 7<sup>th</sup> Ed.*, John Wiley & Sons, 2009.

[RI] Ricki G. Ingalls. *INTRODUCTION TO SIMULATION*. Oklahoma State University; Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference; tomado de <http://informs-sim.org/wsc13papers/includes/files/025.pdf>

[G] Gans, N; Koole, G; Mandelbaum, A. *Telephone Call Centers: Tutorial, Review, and Research Prospects*. Manufacturing & service operations management. Vol. 5, No. 2, Spring 2003, pp. 79-141. DOI: 10.1287/msom.5.2.79.16071