



**Universidad Ricardo Palma**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INFORMÁTICA**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA**

**PLAN DE ESTUDIOS 2006-II**

**SÍLABO**

**1. DATOS ADMINISTRATIVOS**

1.1. Nombre del curso	: <b>SIMULACIÓN DE SISTEMAS</b>
1.2. Código	: IF 0802
1.3. Tipo del curso	: Teórico – Práctico – Laboratorio
1.4. Área Académica	: Sistemas de información
1.5. Condición	: Obligatorio
1.6. Nivel	: VIII Ciclo
1.7. Créditos	04
1.8. Horas semanales	: Teoría = 2, Práctica = 2, Laboratorio = 2
1.9. Requisito	: IF 0701 Investigación de Operaciones
1.10. Profesores	: Luis Ulfe / Gustavo Solis

**2. SUMILLA.**

El curso de Simulación de Sistemas corresponde al octavo ciclo de formación de la escuela académica profesional de Ingeniería Informática. El curso es de naturaleza teórico – práctico, comprende el desarrollo de aplicaciones en el laboratorio de cómputo bajo la guía del profesor, con el uso de software especializado en simulación. El propósito del curso es desarrollar en el alumno las capacidades de modelamiento y análisis de problemas del entorno empresarial usando la metodología de la simulación discreta.

El presente curso comprende las siguientes unidades de aprendizajes: La primera, trata sobre los Conceptos y Definiciones de Simulación, para lo cual se hace una revisión de conceptos de sistemas, modelos y simulación. La segunda, describe la estadística de Soporte a la Simulación, Generación de Números Aleatorios y Métodos de Generación de Variables Aleatorias. La tercera, trata sobre el Análisis estadístico del reporte de salida de un modelo de simulación, el análisis del estado estable, el diseño y desarrollo de Proyectos de Simulación, Aplicaciones de la Simulación en la Empresa y el estudio de casos de simulación.

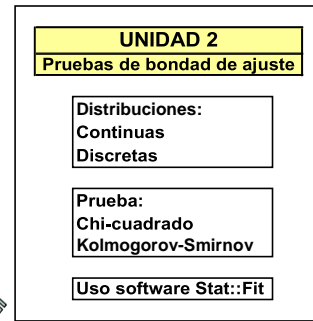
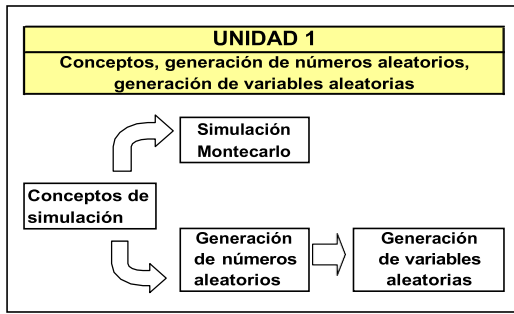
**3. COMPETENCIAS DE LA CARRERA**

- 3.1 Integra soluciones tecnológicas de información y procesos del negocio para encontrar las necesidades del negocio y otras empresas permitiendo alcanzar sus objetivos en una efectiva y eficiente forma.
- 3.2 Desarrolla y mantiene sistemas de software confiable y eficiente y que sea económico desarrollarlos y mantenerlos y que satisfagan los requisitos definidos por los clientes.

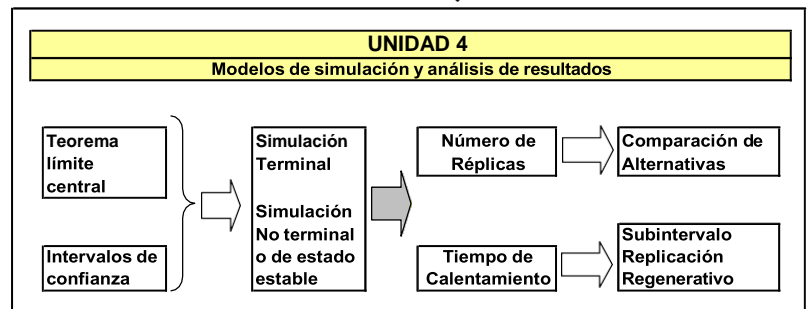
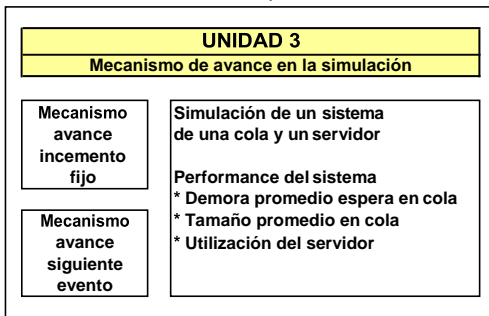
**4. COMPETENCIAS DEL CURSO**

- 4.1 Implementa generadores de números y variables aleatorias.
- 4.2 Implementa modelos de simulación utilizando un lenguaje de programación.
- 4.3 Utiliza software de uso profesional para modelar diversos sistemas.
- 4.4 Aplica los conceptos estadísticos para el análisis del reporte de salida de los modelos de simulación.
- 4.5 Implementa proyectos de simulación basado en un caso real.

5. RED DE APRENDIZAJE:



Paralelamente al desarrollo de las unidades temáticas, se implementa en laboratorio un proyecto de simulación



## 6. PROGRAMACIÓN SEMANAL DE LOS CONTENIDOS

**UNIDAD TEMÁTICA N° 1: CONCEPTOS, GENERACION DE NUMEROS Y VARIABLES ALEATORIAS****Logro de la Unidad:**

- Entiende los conceptos y beneficios de la simulación y su aplicación en empresas de una manera clara.
- Crea y analiza modelos de simulación de Montecarlo.
- Genera y conoce las propiedades de los números y variables aleatorios con precisión y claridad.

**N° de horas: 30**

SEMANA	CONTENIDOS	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE
1	<p><b>Teoría / Practica:</b> Introducción a la simulación, conceptos / Aplicaciones reales en la empresa.</p> <p><b>Laboratorio:</b> Introducción a entornos de desarrollo de modelos de simulación en Excel. Introducción al uso del software de simulación ProModel</p>	<p>Examen de introducción. Se expondrán aplicaciones reales de proyectos de simulación en empresas locales.</p> <p>Los alumnos entenderán los conceptos teóricos que fundamentan el uso de la técnica de la simulación.</p> <p>Haremos uso de presentaciones en power point.</p>
2	<p><b>Teoría / Practica:</b> Métodos de Generación de Números pseudo aleatorios <math>U(0,1)</math>. Método congruencial. Método de Cuadrados Medios.</p> <p><b>Laboratorio:</b> Desarrollo de casos de simulación de Procesos, Manejo del generador de números aleatorios de ProModel.</p>	<p>Se expondrán y desarrollarán técnicas usando el procedimiento de la regla ó principio a la aplicación, para el modelamiento de sistemas aleatorios.</p> <p>Se usara el software Excel para generar números y variables aleatorios.</p> <p>Se usa el software de simulación Promodel.</p>
3	<p><b>Teoría / Practica:</b> Pruebas Estadísticas para los Números pseudo aleatorios. Prueba de Independencia, prueba de medias, prueba de Varianza, prueba de forma</p> <p><b>Laboratorio:</b> Implementación de la simulación Montecarlo en entorno Excel a diversos problemas.</p>	<p>Se expondrán aplicaciones reales de modelos de simulación en diversas empresas.</p> <p>Se implementará y experimentará con modelos de simulación en hoja de cálculo.</p> <p>Se usa el software de simulación Promodel.</p>
4	<p><b>Teoría / Practica:</b> Métodos de Generación de Variables Aleatorias. Método de transformada inversa para distribuciones continuas. Método de transformada inversa. Variable Uniforme, exponencial, etc.</p> <p><b>Laboratorio:</b> Uso de las var. Aleatorias en Promodel y generación en Excel.</p>	<p>Identificarán las principales funciones de distribución de probabilidades y sus parámetros.</p> <p>Se usara el software Excel para generar números y variables aleatorios.</p> <p>Se usa el software de simulación Promodel. Se dejaran los trabajos grupales.</p>
5	<p><b>Teoría / Practica:</b> Generación de variables aleatorias por el método de convolución, generación variable Normal. Ejercicios de generación de variables aleatorias</p> <p><b>Laboratorio:</b> Implementación de modelos de simulación en Promodel.</p>	<p>Se usara el software de simulación para generar variables aleatorias.</p> <p>Se usa el software de simulación Promodel.</p>

**UNIDAD TEMÁTICA N° 2: AJUSTE DE CURVAS****Logro de la Unidad:**

- Trabaja con las diversas funciones de probabilidad y determinar cual de ellas usar para representar los diversos procesos o eventos aleatorios con rigurosidad.

N° de horas: 12

SEMANA	CONTENIDOS	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE
6	<b>Teoría / Practica:</b> Distribuciones Continuas. Distribuciones Discretas. Prueba de bondad de ajuste Chi Cuadrado x2. <b>Práctica Calificada Nro. 1</b>  <b>Laboratorio:</b> <b>Examen de Laboratorio Nro. 1</b>	Exposición del profesor.  Realizarán ejercicios de ajuste de curvas y verificación de las pruebas de bondad de ajuste
7	<b>Teoría / Practica:</b> Prueba de bondad de ajustes de Kolmogorov-Smirnov.  <b>Laboratorio:</b> Uso de fdp en ProModel, usos del módulo estadístico Stat::Fit y Excel.	Se expondrán y desarrollarán técnicas para el modelamiento de simulación de procesos.  Se hará uso del power point.  Uso del software ajustador de curvas Stat::Fit
8	<b>EXAMEN PARCIAL</b>	

**UNIDAD TEMÁTICA N° 3: MECANISMO DE AVANCE DEL SIGUIENTE EVENTO Y TEORIA DE COLAS****Logro de la Unidad:**

- Entiende el mecanismo de avance del tiempo para implementar un modelo de simulación simple y definir estadísticos de desempeño con claridad y precisión.

N° de horas: 18

SEMANA	CONTENIDOS	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE
9	<b>Teoría / Practica:</b> Mecanismos de avance del tiempo siguiente evento. Simulación de un sistema de colas con un servidor.  <b>Laboratorio:</b> Desarrollo de modelos en el simulador usado en el laboratorio.	Exposición del profesor.  Se hará uso del power point.  Uso del software de simulación Promodel
10	<b>Teoría / Practica:</b> Ejercicios de mecanismos de avance del tiempo siguiente evento. Performance del sistema. Demora promedio espera en cola. Promedio clientes en cola. Utilización del servidor.  <b>Laboratorio:</b> Desarrollo de modelos en el simulador usado en el laboratorio.	Ejecución manual de un modelo de simulación de colas para entender el funcionamiento del mecanismo de avance del tiempo del reloj de la simulación.  Uso del software de simulación Promodel
11	<b>Teoría / Practica:</b> Modelos de Líneas de Espera o Colas. Proceso básico de colas. Estructura, proceso de nacimiento y muerte. Nomenclatura, Notación de Kendall-Lee. Ecuaciones Generales, Modelos de población finita con un servidor y varios servidores.  <b>Laboratorio:</b> Verificación de resultados en el simulador usado en el laboratorio.	Exposición del profesor.  Se hará uso del power point.  Uso del software de simulación Promodel

**UNIDAD TEMÁTICA N° 4: ANALISIS DE RESULTADOS****Logro de la Unidad:**

- Interpreta los resultados de un modelo de simulación de una manera clara y precisa.
- Compara diversos escenarios y selecciona el de mejor desempeño, para su posterior implementación de una manera clara y precisa.
- Interpreta los resultados de un modelo de simulación de estado estable y determinar el tiempo de calentamiento con rigurosidad y precisión.
- Analizar los resultados de un modelo de simulación no terminal, después de haber determinado un periodo de calentamiento con rigurosidad y precisión.

**N° de horas: 24**

SEMANA	CONTENIDOS	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE
12	<b>Teoría / Practica:</b> Intervalos de confianza. Teorema de límite central. Entendiendo los intervalos de Confianza.  <b>Laboratorio:</b> Análisis de intervalos de confianza en ProModel y verificación de los cálculos teóricos.	Exposición del profesor. Realización de experimentos grupales para el entendimiento de los intervalos de confianza y su discusión. Se expondrán y desarrollarán técnicas para el modelamiento de simulación de procesos y análisis de resultados.
13	<b>Teoría / Practica:</b> Determinación del número de Réplicas. Nivel de confiabilidad. Número de réplicas para distintos niveles de confianza. Número de réplicas para distintos ERRORES muestrales.  <b>Laboratorio:</b> Análisis de resultados en ProModel.	Se hará uso del power point.  Se calculara de manera práctica la forma de calcular el número de experimentos necesarios para ejecutar un modelo de simulación de acuerdo a un nivel de confianza deseado. Se usa software de simulación Promodel.
14	<b>Teoría / Practica:</b> Comparando Alternativas / Ejercicios de: Test Paired-t y Two simple test. <b>Practica Calificada Nro. 2</b>  <b>Laboratorio:</b> <b>Examen Laboratorio Nro.2</b>	Se implementa de forma práctica la comparación de escenarios usando el software de simulación Promodel. Se toma la Práctica Nro. 2 Se toma el Laboratorio Nro. 2.
15	<b>Teoría / Practica:</b> Análisis de Resultados – Simulación No Terminal. Periodos de calentamiento para Simulación de estados Estable. Métodos para reunir observaciones estadísticas. Método del subintervalo. Método de Replicación. Método (ciclo) regenerativo  <b>Laboratorio:</b> Revisión y exposición del trabajo final	Se explica e implementa en el software de simulación Promodel, la forma de trabajar con modelos enfocados como simulación No Terminal y como obtener los resultados luego de calcular el periodo de calentamiento.
16	<b>EXAMEN FINAL</b>	
17	<b>EXAMEN SUSTITUTORIO</b>	

**7. TÉCNICAS DIDÁCTICAS**

- 7.1. En el aspecto metodológico se aplicará el método deductivo, de la definición al ejemplo, de la regla o principio a la aplicación.
- 7.2. Se usarán estrategias de discusión grupal para la formulación de modelos.
- 7.3. Uso de presentaciones en power point y software de simulación PROMODEL y Excel.
- 7.4. Las Guías de Laboratorio y Separatas se publican en el Aula Virtual.
- 7.5. Retroalimentación: absolución de preguntas y reforzamientos continuos.

**8. EQUIPOS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES****8.1 Equipos e Instrumentos:**

- PC, multimedia y Laboratorio de Computo.
- Pizarra.

**8.2 Materiales:**

- Uso de software PROMODEL y Excel.
- Guías para el desarrollo de los temas.

**9. EVALUACIÓN****9.1. Criterios:**

- Conocimientos.
- Habilidad para modelar.
- Claridad de ideas en las exposiciones, debates y diálogos.
- Es permanente e integral en función de los objetivos planteados.

**9.2. Fórmula:**

$$\text{Prom. Final} = 0.30*(\text{Exam. Parcial}) + 0.30*(\text{Exam. Final}) + 0.20*(\text{Prom. Pract}) + 0.20*(\text{Prom. Lab})$$

$$\text{Prom. Pract} = (\text{Pract1} + \text{Pract2}) / 2$$

$$\text{Prom. Lab} = (\text{Lab1} + \text{Lab2} + \text{Trabajo}) / 3$$

**CRONOGRAMA**

Fecha	Tipo de evaluación
Semana 6	Practica Calificada Nro. 1
Semana 6	Examen Laboratorio Nro.1
<b>Semana 8</b>	<b>Examen parcial</b>
Semana 14	Practica Calificada Nro. 2
Semana 14	Examen Laboratorio Nro.2
Semana 15	Exposición trabajo Final
<b>Semana 16</b>	<b>Examen final</b>
<b>Semana 17</b>	<b>Examen sustitutorio</b>

**Esquema de revisión del trabajo final**

semana	Concepto	%	Nota
5	Selección del tema	20%	
9	Levantamiento de información	20%	
12	Implementación del modelo	20%	
15	Exposición final	40%	
		Nota Final	

**10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y OTRAS FUENTES**

- GARCIA DUNA Eduardo, Heriberto garcía Reyes y Leopoldo Cárdenas. Simulación y análisis de sistemas con PROMODEL. MEXICO, Pearson Educación, 1ª. Edic, 2006, 280 págs.
- GUASCH Antoni, Miguel Ángel Piera, Josep Casanovas y Jaume Figueras. Modelado y Simulación, Aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios, Ed. Alfaomega, 1ª. Edic, México 2,005. 358 págs.
- LAW, Averill M. y David Kelton. Simulation Modeling & Analysis. USA, Ed. McGraw-Hill, 3ª. Edic, 2000, 759 págs.
- HARREL, Charles R. Rob Bateman y otros. System Improvement using Simulation. USA, Promodel Corporation , 5ta. edic. 2005 , 200 págs.
- HAMDY A. TAHA Investigación de Operaciones, una introducción. PRENTICE HALL, Séptima Edición, México 2004, 944 págs.
- AUSTIN, Charles y Stuart B. Boxerman. Quantitative Analysis for Health Services Administration. USA, Ed. AUPHA Press/Health, Administration Press, 1ª .edic. 1,995, 333 págs.
- BURNSTEIN, Daniel . The Digital MBA. USA, Ed. McGraw-Hill, 1ª. Edic, 1,995, 466 págs.
- HARREL, Charles R. y Kerim Tumay. Simulation made easy. A manager's guide. USA. Industrial and Management Press, 1a edic. 1,995, 311 págs.
- KARIAN, Zaben A. y Edward J. Dudewicz. Modern Statistical, Systems, and GPSS Simulation. The first Course. USA, Ed. W.H. Freeman and Company. 1ra. edic. 1,991, 470 págs.
- RIOS INSUA, David, y otros. Simulación, Métodos y Aplicaciones. España, Ed. RA-MA, 1ª. edic. 1,997, 372 págs.
- THESEN, Arne y Laurel E. Travis. Simulation for Decision Making. USA. Ed. West Publishing Company. 1ª. edic. 1,992, 384 págs.
- WINSTON. Wayne L. Simulation Modeling Using @RISK. USA, Ed. Duxbury Press, 1ª. edic. 1, 996. 230 págs.

**Referencias en la Web****Enlaces de apoyo para la UNIDAD 1:**

<http://www.informs.org/>  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Generador\\_de\\_n%C3%BAmeros\\_aleatorios](http://es.wikipedia.org/wiki/Generador_de_n%C3%BAmeros_aleatorios)  
<http://www.encomix.org/2007/11/13/generador-de-numeros-aleatorios-hardware-para-pc/>  
[http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo\\_de\\_la\\_transformada\\_inversa](http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo_de_la_transformada_inversa)  
<http://www.itson.mx/dii/atorres/NumAlea.htm>  
[http://ssfe.itorizaba.edu.mx/industrial/reticula/simulacion/contenido/unidad3/3\\_2\\_1.html](http://ssfe.itorizaba.edu.mx/industrial/reticula/simulacion/contenido/unidad3/3_2_1.html)  
Promodel 2009 de ProModel Corp ([www.promodel.com](http://www.promodel.com))

**Enlaces de apoyo para la UNIDAD 2:**

<http://www.informs.org/>  
<http://tarwi.lamolina.edu.pe/~leojeri/K-S%20Chiccuadrado.htm>  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Prueba\\_de\\_%CF%87%C2%B2](http://es.wikipedia.org/wiki/Prueba_de_%CF%87%C2%B2)  
<http://es.geocities.com/pestadistica2002/bondad.htm>

**Enlaces de apoyo para la UNIDAD 3:**

<http://www.informs.org/>

**Enlaces de apoyo para la UNIDAD 4:**

<http://www.univalle.edu/publicaciones/journal/journal11/pagina07.htm>