

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Simulación
Clave de la asignatura:	INC-1027
SATCA¹:	2-2-4
Carrera:	Ingeniería industrial

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil profesional del Ingeniero Industrial la capacidad para simular los sistemas bajo estudio, lo que le da la flexibilidad de variar las condiciones de los fenómenos representados, a través de cambios en los parámetros utilizados, y de efectuar numerosas réplicas de los experimentos para analizarlas mediante las herramientas estadísticas y así fundamentar las propuestas de mejora, diseñadas con un enfoque sistémico y sustentable en un entorno global.

La asignatura de Simulación agrupa conceptos de las materias de Matemáticas II, Estudio del Trabajo I, Probabilidad, Estadística Inferencial I y II, Algoritmos y Lenguajes de Programación, Ingeniería de Sistemas, Gestión de Costos, Investigación de Operaciones II y Desarrollo Sustentable, de manera que integra los conocimientos previos para hacer planteamientos, modelos y escenarios que representen propuestas importantes para la toma de decisiones, orientada a la mejora de sistemas productivos y de servicios.

La asignatura se ubica en el sexto semestre y es soporte para otros temas de Formulación y Evaluación de Proyectos, Sistemas de Manufactura, Logística y Cadena de Suministro.

Intención didáctica

Esta asignatura proporciona al estudiante una visión holística para resolver problemas complejos en sistemas de producción de bienes y servicios. Su estructura consta de seis temas.

En el primer tema se establecen las definiciones básicas de la simulación de eventos discretos, su relación con los sistemas, la importancia de la construcción del modelo de simulación. Se proporciona al alumno un panorama amplio del *software* de simulación y un mejor contexto de las últimas aplicaciones de la simulación mediante la lectura de artículos que reportan aplicaciones reales.

El segundo tema trata los conceptos de simulación de variables aleatorias, considerando la generación de números con comportamiento estadístico aleatorio y uniforme en (0, 1), así como la simulación de otras variables aleatorias.

En el tercer tema se brindan los elementos para construir modelos de simulación, la metodología general de simulación, ejemplo de una simulación sencilla tipo Montecarlo en hoja de cálculo, así como se establece el efecto que tiene sobre la variabilidad de un estimador el tamaño de la corrida de simulación. En este tema los estudiantes presentan una propuesta de proyecto integrador de simulación, mismo que desarrollarán y entregarán al final del curso.

El cuarto tema se refiere al diseño de la calidad de la simulación y considera la lista de estimadores a obtener de la simulación, la identificación del estimador determinante (estimador líder) del tamaño de la simulación, muestras preliminares de los proyectos aprobados en el subtema 3.4, las características estadísticas del estimador líder, muestras definitivas, la simulación de los comportamientos aleatorios del proyecto y su verificación.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

El quinto tema trata la simulación en hoja de cálculo considerando la selección del medio para realizar la simulación de cada proyecto y el tipo de modelos de simulación programables en hoja de cálculo tales como inventarios, líneas de espera, proyecciones financieras, descripción escrita, ejemplos de simulación en hoja electrónica llegando hasta la validación.

Por último, el tema seis aborda el programa de cómputo específico para simulación en el cual se describe el paquete disponible, ejemplos, validación, conclusiones, selección de la mejor configuración y el uso del programa en los proyectos de simulación y finalmente la entrega de la monografía del proyecto realizado.

La asignatura es útil en el desempeño profesional del ingeniero industrial, independientemente si labora en el campo de las empresas de manufactura, de servicios y gubernamentales o si lo hace por cuenta propia.

Se propone que el enfoque de esta asignatura considere, de manera obligatoria, actividades prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación como: la identificación de un problema o de una oportunidad de mejora; el manejo y control de variables y datos relevantes; la recopilación de muestras históricas o de campo; el planteamiento y prueba de hipótesis; el trabajo en equipo, entre otras. Asimismo, que se propicien procesos intelectuales como inducción-deducción, análisis-síntesis, toma de decisiones e innovación en el diseño de procesos, con la intención de estimular una actividad intelectual compleja.

Se sugiere que el docente guíe las actividades prácticas de los estudiantes para que realicen la elección y el desarrollo de un proyecto integrador de simulación.

Algunas de las actividades de aprendizaje sugeridas pueden realizarse fuera de clase e iniciar el análisis en el aula a partir de la discusión de las observaciones. Como entrenamiento en la colección, la observación y el análisis de las variables relevantes de un sistema, es conveniente partir de las experiencias cotidianas, como el ir a un banco o restaurante, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los eventos probabilistas a su alrededor, y que puede ser mejorado mediante la simulación.

Para la elección del proyecto final es importante ofrecer escenarios distintos, como los que se presentan en los sistemas de producción de bienes o servicios, en la de distribución o recolección de mercaderías, los relacionados con el cuidado al medio ambiente y los de servicios de instituciones gubernamentales.

El docente promueve sesiones de aprendizaje colaborativo, realizando la rotación de estudiantes entre equipos (de trabajo en el aula, no los del proyecto de simulación); integrando los tres saberes a fin de mejorar su comprensión en los diversos temas y prácticas con enfoques de solución manual o bien, muy preferente, con el uso de programas de cómputo: **Hoja electrónica de cálculo:** *MS Excel, LibreOffice y OpenOffice*; **Ajuste de datos:** *ExpertFit, Stat:Fit, BestFit*; **Programas especiales de simulación discreta:** *@RISK, Crystal Ball, Flexsim, Arena, ProModel, Simul8, Witness* o cualquier otro tecnológicamente al día.

El docente actuará como un facilitador del aprendizaje y debe asegurar el dominio de las competencias requeridas para cada subtema, con la apropiación de los tres saberes integrados, saber conocer, saber hacer, saber ser/convivir. Con base en el diagnóstico promoverá las tareas de actualización pertinentes de los conocimientos y competencias insuficientes, mediante materiales de autoestudio apoyados en las TIC. Asimismo, durante el curso el docente llevará a cabo la retroalimentación y metacognición de las tareas asignadas a los estudiantes, con el propósito último de que adquieran un aprendizaje significativo.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec del 9 al 13 de noviembre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Boca del Río, Cerro Azul, Chetumal, Chilpancingo, Durango, La Paz, Superior de Los Ríos, Superior de Macuspana, Matehuala, Mérida, Nuevo Laredo, Oaxaca, Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, Pachuca, Tapachula, Tuxtepec, Villahermosa y Zacatepec.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Materiales, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial.
Instituto Tecnológico de Zacatecas del 12 al 16 de abril de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Álamo Temapache, Alvarado, Apizaco, Arandas, Campeche, Celaya, Centla, Cerro Azul, Chihuahua, Ciudad Acuña, Ciudad Guzmán, Ciudad Valles, Ciudad Victoria, Comitán, Durango, Ecatepec, Huétamo, La Paz, La Piedad, La Sierra Norte de Puebla, León, Libres, Linares, Los Mochis, Macuspana, Matamoros, Matehuala, Mérida, Monclova, Nuevo León, Ocotlán, Orizaba, Pachuca, Parral, Piedras Negras, Puebla, Reynosa, Saltillo, San Luis Potosí, Tantoyuca, Tehuacán, Tepexi de Rodríguez, Tepic, Teziutlán, Toluca, Tuxtla Gutiérrez, Veracruz, Villahermosa, Zacapoaxtla, Zacatecas, Zacatecas Occidente y Zacatepec.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Materiales, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial.
Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, del 27 al 30 de noviembre de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Altamira, Apizaco, Cajeme, Cd. Acuña, Cd. Juárez, Cd. Madero, Cd. Valles, Cd. Victoria, Celaya, Chapala, Chihuahua, Colima, Delicias, Ecatepec,	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Industrial, Ingeniería en Logística, Ingeniería Civil y Arquitectura.

	Huixquilucan, Iguala, Lerdo, La Paz, Los Mochis, Mexicali, Minatitlán, Orizaba, Pachuca, Purhepecha, Querétaro, Santiago Papasquiario, Sinaloa de Leyva, Tepic, Teziutlán, Tijuana, Tlalnepantla, Veracruz, Zacatecas y Zacapoaxtla.	
Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Cd. Juárez, Tlalnepantla y Toluca.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.
Tecnológico Nacional de México, del 25 al 26 de agosto de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, Cerro Azul, Cd. Juárez, Cd. Madero, Chihuahua, Coacalco, Coatzacoalcos, Durango, Ecatepec, La Laguna, Lerdo, Matamoros, Mérida, Mexicali, Motúl, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica, Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiario, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec. Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX).	Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
- Analiza sistemas e identifica problemas mediante el enfoque de la simulación con el fin de proponer una solución al problema o una reconfiguración del sistema que lo mejore significativamente. - Analiza problemas de líneas de espera, de inventarios, de producción de bienes o servicios, de distribución o recolección de mercaderías, del medio ambiente y de instituciones gubernamentales, para determinar si existen cuellos de botella o sobredimensionamiento en los recursos asignados y, mediante la simulación, proponer soluciones viables y defendibles, tomando en cuenta también aspectos sociales, de sustentabilidad y costos. - Toma de decisiones: con base en los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos, elabora propuestas de mejora de los sistemas bajo estudio y las justifica, a fin de apoyar un mejor proceso de toma de decisiones.

5. Competencias previas

- Conoce y aplica el concepto de integración de una función
- Identifica y utiliza las distribuciones discretas y continuas de probabilidad
- Establece e interpreta las pruebas estadísticas de hipótesis
- Calcula e interpreta los intervalos de confianza para las variables aleatorias
- Realiza e interpreta pruebas estadísticas de bondad de ajuste para un conjunto de datos
- Utiliza *software* estadístico
- Maneja diagramas de causa-efecto para fines de diagnóstico
- Mejora las estaciones de trabajo a través de las técnicas para el estudio del trabajo
- Balancea líneas de producción
- Mejora la distribución física de las instalaciones industriales y de servicios
- Elabora diagramas de Gantt para el control del avance del proyecto
- Posee una visión sistémica para la solución de problemas
- Conoce y aplica la gestión de costos, a fin de incluir consideraciones económicas
- Formula modelos matemáticos para la optimización de procesos
- Emplea la lógica algorítmica y lenguajes de programación
- Aplica las teorías de líneas de espera y los procesos de cadenas de Markov
- Utilizarlas teorías de sistemas de producción e inventarios
- Emplea los criterios del desarrollo sustentable al diseñar procesos

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción	1.1. Revisión de los conceptos de <i>sistema y modelo</i> . 1.2. Concepto de <i>simulación</i> . 1.3. Tipos de simulación. 1.3.1. Discreta (determinista o estocástica). 1.3.2. Continua (determinista o estocástica). 1.4. Descripción de ejemplos o casos prototipo 1.4.1. De simulación discreta. 1.4.2. De simulación continua. 1.5. Catálogo de programas de cómputo comerciales de simulación. 1.6. Lectura de artículos sobre aplicaciones de la simulación.
2	Simulación de Variables Aleatorias	2.1. Producción de números con comportamiento estadístico aleatorio y uniforme en $[0, 1]$. 2.1.1. Uso del generador incluido en la hoja de cálculo. 2.1.2. Teoría: métodos congruenciales 2.2. Simulación de otras variables aleatorias

		2.2.1. Teoría: transformación inversa, composición, convolución y otros procedimientos. 2.2.2. Funciones inversas de hoja de cálculo, utilizables como simuladores. 2.3. Simulación de variables especiales: tablas
3	Construcción de Modelos de Simulación	3.1. Metodología general de la simulación 3.2. Ejemplo de una simulación tipo Montecarlo, en hoja de cálculo 3.2.1. Descripción y conceptualización de la simulación, establecer el problema, especificación del objetivo(s), definición de indicadores, simulación y determinación de la muestra. 3.2.2. Caracterización de cada indicador: agrupamiento de datos, gráficas y estimación de parámetros 3.2.3. Aumentar el tamaño de la simulación y repetir 3.2.2 3.2.4. Establecer el efecto que sobre la variabilidad de un estimador tiene el tamaño de la simulación 3.3. Definiciones: réplica, corrida, estado transitorio, estado estable, condiciones iniciales, reloj de la simulación. 3.4. Inicio del proyecto final de simulación. Formación de equipos de estudiantes, para proyecto final de simulación; atendiendo a los lineamientos: guía para la elaboración de la monografía del proyecto.
4	Diseño de la Calidad de la Simulación	4.1. Lista de estimadores a obtener de la simulación 4.1.1. Instrumentos de medición 4.1.2. Medios de registro de datos 4.2. Identificación del estimador determinante (estimador líder) del tamaño de la simulación 4.3. Muestras preliminares de los proyectos aprobados en 3.4 4.4. Características estadísticas del estimador líder 4.4.1. Establecimiento de la precisión 4.4.2. Cálculo del número mínimo de observaciones necesarias

		4.4.3. Intervalos de confianza 4.5. Muestras definitivas 4.5.1. Estadísticas descriptivas 4.5.2. Muestras pequeñas: prueba de Kolmogórov-Smirnov para ajuste de una distribución de probabilidades continua hipotética (en hoja de cálculo o con paquete estadístico) 4.5.3. Muestras grandes: prueba de Karl-Pearson para ajuste de una distribución de probabilidades hipotética, discreta o continua (en hoja de cálculo o con paquete estadístico) 4.5.4. Otras pruebas: Anderson-Darling, prueba G, por ejemplo. 4.6. Simulación de los comportamientos aleatorios del proyecto y su verificación
5	Simulación en Hoja de Cálculo	5.1. Selección del medio para realizar la simulación de cada proyecto 5.1.1. Lenguaje general de programación en computadoras 5.1.2. Hoja de cálculo 5.1.3. Programas comerciales de simulación disponibles 5.1.4. Otros medios 5.2. Tipo de modelos de simulación programables en hoja de cálculo (inventarios, líneas de espera, proyecciones financieras, ...): descripción escrita 5.3. Ejemplos de simulación en hoja electrónica 5.3.1. Programación: distribución del modelo en la hoja de cálculo 5.3.2. Experimentación con varias configuraciones posibles del sistema simulado 5.4. Validación 5.4.1. Programación de los informes de salida (estadísticas) 5.4.2. Construcción de gráficas 5.4.3. Construcción de intervalos de confianza 5.4.4. Juicios sobre los resultados reportados 5.5. Conclusión 5.5.1. Comparación entre las configuraciones simuladas

		5.5.2. Selección de la mejor configuración 5.5.3. Recomendaciones para la implantación 5.6. Uso de la hoja de cálculo en los proyectos de simulación del grupo (si procede) 5.7. Entrega de la monografía del proyecto realizado (al final del curso)
6	Programa de Cómputo Especial para Simulación	6.1. Descripción de un <i>paquete</i> de simulación disponible 6.1.1. Áreas de aplicación 6.1.2. Estructura del modelo de simulación en el paquete: instrucciones para la programación del modelo 6.2. Ejemplos de simulación en el <i>paquete</i> descrito 6.2.1. Descripción escrita 6.2.2. Programación 6.2.3. Experimentación con varias configuraciones posibles del sistema simulado 6.3. Validación 6.3.1. Interpretación de los informes de salida 6.3.2. Juicios sobre los resultados reportados 6.4. Conclusión 6.4.1. Comparación entre las configuraciones simuladas 6.4.2. Selección de la mejor configuración 6.4.3. Recomendaciones para la implantación 6.5. Uso del programa en los proyectos de simulación del grupo (si fuera pertinente) 6.6. Entrega de la monografía del proyecto realizado

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Introducción	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específicas: - Identifica las aplicaciones de la simulación. - Conoce y explica la terminología propia de la simulación como sistemas, modelos y tipos de simulación. Genéricas: <u>Competencias instrumentales</u>	Incentiva la participación de los alumnos para comentar la complejidad de algunos sistemas reales que presentan comportamientos probabilistas. Con base en los comentarios, identificar las aplicaciones de la simulación en empresas de manufactura y servicios, así como su terminología.

• Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de organizar y planificar. • Conocimientos generales básicos. • Conocimientos básicos de la carrera. • Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Conocimiento de una segunda lengua. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas). • Solución de problemas. • Toma de decisiones. <u>Competencias interpersonales</u> • Capacidad crítica y autocrítica. • Trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales: tolerancia, respeto. • Capacidad para trabajar en equipos interdisciplinarios. • Respeto a la diversidad y multiculturalidad. • Flexibilidad para trabajar en diferentes ambientes de trabajo. • Tener compromiso con los valores y principios éticos. <u>Competencias sistémicas</u> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidades de investigación. • Capacidad de aprender. • Capacidad para diseñar y gestionar proyectos. • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). • Habilidad para trabajar en forma autónoma. • Poseer iniciativa al elaborar y resolver los problemas propios de los proyectos. • Dar enfoques de calidad al realizar el trabajo. • Búsqueda del logro.	• Investiga las diversas aplicaciones de la simulación e identificar sus alcances y limitaciones. • Investiga en qué áreas de la actividad de generación de bienes y servicios tienen mayor aplicación las herramientas de la simulación. • Identifica las aplicaciones de la simulación en diversas áreas de los negocios como los inventarios, las líneas de ensamble, la reparación de maquinaria o equipo, la prestación de un servicio, la logística, entre otros. • Reflexiona sobre los enfoques de la simulación de sistemas y el respeto que debe existir hacia el medio ambiente, así como la responsabilidad social de las instituciones. • Compara los enfoques de la simulación con los de la teoría de líneas de espera.
2.Simulación de Variables Aleatorias	
Competencias	Actividades de aprendizaje

Específicas: • Conoce la diferencia entre números aleatorios y pseudoaleatorios. • Genera, a través de varias técnicas matemáticas y computacionales, números pseudoaleatorios. • Utiliza los números pseudoaleatorios para simular variables aleatorias. • Identifica diversos métodos de simulación de patrones aleatorios. Genéricas: <u>Competencias instrumentales</u> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de organizar y planificar. • Conocimientos generales básicos. • Conocimientos básicos de la carrera. • Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Conocimiento de una segunda lengua. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas). • Solución de problemas. • Toma de decisiones. <u>Competencias interpersonales</u> • Capacidad crítica y autocrítica. • Trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales: tolerancia, respeto. • Capacidad para trabajar en equipos interdisciplinarios. • Respeto a la diversidad y multiculturalidad. • Flexibilidad para trabajar en diferentes ambientes de trabajo. • Tener compromiso con los valores y principios éticos. <u>Competencias sistémicas</u> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidades de investigación. • Capacidad de aprender. • Capacidad para diseñar y gestionar proyectos.	• Investiga cómo se presentan los números aleatorios y pseudoaleatorios. Discute y formaliza grupalmente lo investigado. • Realiza la generación de números pseudoaleatorios, mediante varios métodos, cambiando los parámetros del modelo. • Construye histogramas de las muestras simuladas de diversos patrones aleatorios.
--	--

• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). • Habilidad para trabajar en forma autónoma. • Poseer iniciativa al elaborar y resolver los problemas propios de los proyectos. • Dar enfoques de calidad al realizar el trabajo. • Búsqueda del logro.	
3. Construcción de Modelos de Simulación	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específicas: • Conceptualiza las etapas de un proyecto de simulación. • Diseña la metodología para elaborar el proyecto integrador de simulación. • Establece propuestas del proyecto integrador de simulación y logra la aceptación (de una sola). • Define diversas medidas del desempeño del sistema a simular. Genéricas: <u>Competencias instrumentales</u> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de organizar y planificar. • Conocimientos generales básicos. • Conocimientos básicos de la carrera. • Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Conocimiento de una segunda lengua. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas). • Solución de problemas. • Toma de decisiones. <u>Competencias interpersonales</u> • Capacidad crítica y autocrítica. • Trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales: tolerancia, respeto. • Capacidad para trabajar en equipos interdisciplinarios. • Respeto a la diversidad y multiculturalidad. • Flexibilidad para trabajar en diferentes ambientes de trabajo.	• Discute las etapas de un proyecto de simulación y contrastarlas con los pasos del método científico. • Realiza simulaciones y establecer conclusiones para procesos aleatorios utilizando el método Montecarlo. • Realiza simulaciones de problemas aplicados a sistemas productivos o de servicios usando una hoja de cálculo o algún lenguaje computacional de propósito general. • Investiga y discute las limitaciones de la simulación que utiliza los lenguajes de propósito general y el método Montecarlo.

• Tener compromiso con los valores y principios éticos. <u>Competencias sistémicas</u> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidades de investigación. • Capacidad de aprender. • Capacidad para diseñar y gestionar proyectos. • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). • Habilidad para trabajar en forma autónoma. • Poseer iniciativa al elaborar y resolver los problemas propios de los proyectos. • Dar enfoques de calidad al realizar el trabajo. • Búsqueda del logro.	
4.Diseño de la Calidad de la Simulación	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específicas: • Simula y verifica los comportamientos aleatorios del proyecto de simulación. • Define la manera de cuantificar los indicadores del desempeño del sistema simulado. • Determina el tamaño necesario de la simulación para lograr una precisión estadística preestablecida. • Ajusta patrones aleatorios a las muestras recolectadas. Genéricas: <u>Competencias instrumentales</u> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de organizar y planificar. • Conocimientos generales básicos. • Conocimientos básicos de la carrera. • Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Conocimiento de una segunda lengua. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas). • Solución de problemas. • Toma de decisiones.	• Investiga la lista de estimadores convenientes a obtener de la simulación • Identifica del estimador determinante (estimador líder) y el tamaño necesario de la simulación • Analiza las muestras definitivas • Simula los comportamientos aleatorios del proyecto y verificarlos

<u>Competencias interpersonales</u> • Capacidad crítica y autocrítica. • Trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales: tolerancia, respeto. • Capacidad para trabajar en equipos interdisciplinarios. • Respeto a la diversidad y multiculturalidad. • Flexibilidad para trabajar en diferentes ambientes de trabajo. • Tener compromiso con los valores y principios éticos. <u>Competencias sistémicas</u> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidades de investigación. • Capacidad de aprender. • Capacidad para diseñar y gestionar proyectos. • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). • Habilidad para trabajar en forma autónoma. • Poseer iniciativa al elaborar y resolver los problemas propios de los proyectos. • Dar enfoques de calidad al realizar el trabajo. • Búsqueda del logro.	
5.Simulación en Hoja de Cálculo	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específicas: • Construye un modelo de simulación en hoja electrónica de cálculo. • Propone las modificaciones necesarias al sistema simulado a fin de mejorar su funcionamiento (v.gr. aumentar la producción diaria, disminuir el trabajo en proceso, nivelar las cargas de trabajo, etc.). • Asegura que el modelo de simulación represente de forma adecuada al sistema descrito. • Demuestra si alguna de las alternativas mejora significativamente el desempeño del sistema analizado. Genéricas: <u>Competencias instrumentales</u> • Capacidad de análisis y síntesis.	• Selecciona del medio para realizar la simulación de cada proyecto • Investiga los tipos de modelos de simulación programables en hoja de cálculo tales como inventarios, líneas de espera, proyecciones financieras. • Realiza ejemplos de simulación en hoja electrónica: programación y experimentación • Valida interna y externamente el sistema simulado al utilizar gráficas e intervalos de confianza. • Compara las configuraciones simuladas y seleccionar la mejor • Hace recomendaciones para la implantación de los resultados de la simulación en el sistema real

• Capacidad de organizar y planificar. • Conocimientos generales básicos. • Conocimientos básicos de la carrera. • Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Conocimiento de una segunda lengua. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas). • Solución de problemas. • Toma de decisiones. <u>Competencias interpersonales</u> • Capacidad crítica y autocrítica. • Trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales: tolerancia, respeto. • Capacidad para trabajar en equipos interdisciplinarios. • Respeto a la diversidad y multiculturalidad. • Flexibilidad para trabajar en diferentes ambientes de trabajo. • Tener compromiso con los valores y principios éticos. <u>Competencias sistémicas</u> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidades de investigación. • Capacidad de aprender. • Capacidad para diseñar y gestionar proyectos. • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). • Habilidad para trabajar en forma autónoma. • Poseer iniciativa al elaborar y resolver los problemas propios de los proyectos. • Dar enfoques de calidad al realizar el trabajo. • Búsqueda del logro.	• Hace uso de la hoja de cálculo en los proyectos de simulación.
6. Programa de Cómputo Especial para Simulación	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específicas: • Aplica e integra los conocimientos adquiridos al análisis de situaciones reales en empresas de bienes o servicios.	• Investiga la descripción de un <i>paquete</i> de simulación disponible • Elabora ejemplos de simulación en el paquete descrito, mediante la descripción

• Construye un modelo de simulación en un programa de simulación especializado. • Expone su proyecto de simulación y fundamenta las sugerencias de mejora al sistema real en base a los resultados del estudio de simulación. Genéricas: <u>Competencias instrumentales</u> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de organizar y planificar. • Conocimientos generales básicos. • Conocimientos básicos de la carrera. • Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Conocimiento de una segunda lengua. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas). • Solución de problemas. • Toma de decisiones. <u>Competencias interpersonales</u> • Capacidad crítica y autocrítica. • Trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales: tolerancia, respeto. • Capacidad para trabajar en equipos interdisciplinarios. • Respeto a la diversidad y multiculturalidad. • Flexibilidad para trabajar en diferentes ambientes de trabajo. • Tener compromiso con los valores y principios éticos. <u>Competencias sistémicas</u> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidades de investigación. • Capacidad de aprender. • Capacidad para diseñar y gestionar proyectos. • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). • Habilidad para trabajar en forma autónoma.	escrita, la programación y la experimentación con varias configuraciones posibles del sistema simulado • Interpreta los informes de salida, mediante juicios sobre los resultados reportados • Compara configuraciones simuladas, y selecciona la mejor • Recomendando la mejor modificación del sistema, en cada uno de los proyectos de simulación del grupo (si fuera pertinente) • Entrega de la monografía del proyecto realizado • Presenta su proyecto ante el grupo
---	--

- Poseer iniciativa al elaborar y resolver los problemas propios de los proyectos.
- Dar enfoques de calidad al realizar el trabajo.
- Búsqueda del logro.

8. Práctica(s)

- El Generador Seudoaleatorio de Hoja de Cálculo
- La Aguja de Buffon
- Estimación de Parámetros: Weibull, Normal, Poisson, Exponencial.
- Ajuste de muestras: Weibull, Normal, Poisson, Exponencial.
- Simulación de una variable Weibull, Normal, Poisson, Exponencial.
- Simulación de sistemas de Inventarios
- Simulación de un Proceso de Fabricación
- Validación estadística de resultados
- Simulación de alternativas
- Comparación estadística de indicadores

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

- Reportes escritos de las simulaciones realizadas durante las diferentes unidades, así como de su análisis y las conclusiones obtenidas.
- Descripción de otras experiencias concretas que podrían analizarse y resolverse a través de la simulación de sistemas.

- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Elaboración de un proyecto final, en el cual se realice una simulación de un sistema real, y se analicen e interpreten los resultados a fin de proponer acciones de mejora.
- Reporte de prácticas
- Investigación bibliográfica
- Exposición de temas

11. Fuentes de información

1. Albright, S. Christian, Winston, Wayne L., Zappe, Christopher, *Data Analysis and Decision Making*, 4th edition, Cengage Learning, USA (2010)
2. Banks J., Carson J., Nelson, B., Nicol, D., *Discrete-Event System Simulation*, 5th ed., Prentice Hall (2009)
3. Checkland P., *Systems Thinking, Systems Practice: Includes a 30-Year Retrospective*, Wiley (1999)
4. Chen M. H., Shao Q. M., Ibrahim, J., *Monte Carlo Methods in Bayesian Computation*, Springer, New York (2000)
5. Denardo, Eric V., *The Science of Decision Making: A Problem-based Approach Using Excel*, 1st edition, John Wiley & Sons (2001)
6. Evans J., Olson, D., *Introduction to Simulation and Risk Analysis*, 2nd ed., Prentice Hall (2001)
7. Fishman, George S., *Monte Carlo: Concepts, Algorithms, and Applications*,
8. García Dunna, Eduardo; García Reyes, Heriberto. *Simulación y Análisis de Sistemas con PROMODEL*. Pearson
9. Gimblett R., *Integrating Geographic Information Systems and Agent-Based Modeling: Techniques for Simulating Social and Ecological Processes*, Oxford University Press (2002)
10. Haas P., *Stochastic Petri Net Models Modeling and Simulation*, Springer Verlag (2002)
11. Hillier, Frederick S., Hillier, Mark S., Lieberman, Gerald J., *Métodos Cuantitativos para Administración*, 3ª ed., McGraw-Hill (2008)
12. Robinson S., *Successful Simulation: A Practical Approach to Simulation Projects*, McGraw-Hill (1996)
13. Tezuka, S., *Uniform Random Numbers: Theory and Practice*, Springer (1995)
14. Van den Bosch, P., Van der Klauw, A., *Modeling, Identification & Simulation of Dynamical Systems*, CRC Press (1994)
15. Vose D., *Quantitative Risk Analysis: A Guide to Monte Carlo Simulation Modelling*, Wiley, Chichester (1996)
16. Vose D., *Risk Analysis: A Quantitative Guide*, 3th ed., John Wiley & Sons (2008)
17. Winston W., *Financial Models Using Simulation and Optimization: A Step-By-Step Guide With Excel and Palisade's DecisionTools Software*, 2nd ed., Palisade Corporation (1998)
18. Winston W., *Simulation Modeling Using @RISK*, Vol. 1, Duxbury Press (1996)

19. Woods R., Lawrence, K., *Modeling and Simulation of Dynamic Systems*,
Prentice Hall (1997)
20. Kelton D.W. *Simulación con Software ARENA C/CD*, Mc Graw-Hill Interamericana, ed., 4ª.
(2008) ISBN: 9789701065150