

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Investigación de Operaciones II
<b>Clave de la asignatura:</b>	LOE-0922
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	3-1-4
<b>Carrera:</b>	Ingeniería en Logística

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

La materia de Investigación de Operaciones II para la Ingeniería en Logística:

- Se plantea como una asignatura propia para el diseño y administración del trabajo logístico, la utilización óptima de los recursos técnicos, materiales y humanos de toda organización privada y pública, con actividades logísticas propias sistémicas o afines a otras actividades de ingeniería.
- Permite formular y aplicar los modelos matemáticos de teoría de decisiones y optimización de redes a las actividades de la ingeniería en logística.
- Proporciona información para la toma de decisiones con diferentes enfoques analíticos, sensibles a las variaciones de mercado en el entorno de la actividad logística.
- Proporciona los fundamentos para el análisis del fenómeno de líneas de espera a fin de aportar elementos para el diseño y mejora de los sistemas logísticos.
- Establece las bases conceptuales para desarrollar modelos de simulación de problemas logísticos.

### Intención Didáctica.

Se organiza el temario de la asignatura de Investigación de Operaciones II para logística, en cinco temas. El tema uno proporciona la metodología para modelar problemas de programación por metas necesarios para la operación de un sistema logístico. El tema dos aporta el conocimiento para la optimización de redes atendiendo las diferentes problemáticas que presentan. El tema tres proporciona las herramientas de análisis para la elección de la mejor alternativa en un problema de decisión bajo los enfoques determinístico y probabilístico. En el tema cuatro se revisa la teoría propia de las cadenas de Markov que permite modelar y analizar problemas del ámbito logístico caracterizados por un alto grado de aleatoriedad introduciendo al estudiante en la teoría de los procesos estocásticos. Finalmente, en el tema cinco se estudian los fundamentos de las líneas de espera para atender los problemas logísticos cuyo desbalance entre demanda y capacidad de servicio condicionan el funcionamiento de los sistemas logísticos.

La materia de Investigación de Operaciones II, aporta al alumno:

- El aprendizaje orientado en el análisis y modelación para la consecución de metas y la optimización de redes, la toma de decisiones y líneas de espera.

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

- Un trabajo personalizado y autónomo para contribuir a cubrir las necesidades de las organizaciones.
- El desarrollo de sus capacidades cognitivas, procedimentales y actitudinales, enfocadas al análisis, modelación y diseño de los problemas en los sistemas logísticos.
- Una visión de largo plazo de sus actividades en la optimización de recursos.
- Mejorar la comunicación escrita, oral y simbólica para el desarrollo de sus actividades.
- Identificar y resolver problemas en situaciones complejas.
- Detectar y plantear problemas en un entorno global, sostenible de manera responsable y comprometida.
- Trabajar en equipo de forma interdisciplinaria y multicultural.

### 1. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Puebla del 8 al 12 de junio de 2009	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Ciudad Juárez, Cuautitlán Izcalli, León, Pabellón de Arteaga, Puebla, Querétaro, Tehuacán, Tijuana, Tlaxco y Toluca.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Gestión Empresarial, Ingeniería en Logística, Ingeniería en Nanotecnología y Asignaturas Comunes.
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez del 27 de abril de 2009 al 1 de mayo de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Ciudad Juárez, Cuautitlán Izcalli, León, Pabellón de Arteaga, Puebla, Querétaro, Tehuacán, Tijuana, Tlaxco y Toluca.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Logística e Ingeniería en Nanotecnología.
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec del 9 al 13 de noviembre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Ciudad Juárez, Cuautitlán Izcalli, León, Puebla, Querétaro, Tehuacán y Tijuana.	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.

<p>Instituto Tecnológico de Aguascalientes del 15 al 18 de junio de 2010.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Ciudad Juárez, León, Pabellón de Arteaga, Puebla, Querétaro, Tehuacán y Tijuana</p>	<p>Reunión nacional de implementación curricular de las carreras de Ingeniería en Gestión Empresarial e Ingeniería en Logística y fortalecimiento curricular de las asignaturas comunes por área de conocimiento para los planes de estudio actualizados del SNEST.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, del 27 al 30 de noviembre de 2012.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Cd. Juárez, Cuautitlán Izcalli, Gustavo A. Madero, León, Oriente del Estado de Hidalgo, Puebla, Querétaro, Tehuacán, Toluca.</p>	<p>Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Industrial, Ingeniería en Logística, Ingeniería Civil y Arquitectura.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Cd. Juárez, Tlalnepantla y Toluca.</p>	<p>Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.</p>
<p>Tecnológico Nacional de México, del 25 al 26 de agosto de 2014.</p>	<p>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).</p>	<p>Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.</p>

#### 4. Competencia(s) a desarrollar

<b>Competencias específicas de la asignatura</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseña, construye, planea, organiza, maneja, controla y mejora sistemas de abastecimiento y distribución de bienes y servicios de manera sustentable.</li> <li>• Dirige las actividades logísticas de carga, tránsito, seguridad interna y externa de servicios y productos de las empresas en forma eficaz y eficiente.</li> <li>• Administra los sistemas de flujo y manejo de materiales en las organizaciones en forma eficaz y eficiente.</li> <li>• Conceptualiza, analiza y modela la información para apoyar la toma de decisiones en base a las metodologías existentes y contribuir al logro de los objetivos de la organización.</li> <li>• Evalúa alternativas para implementar soluciones a partir de los recursos y limitaciones que la naturaleza probabilística de los entornos operacionales impone en el desarrollo de las estrategias de la empresa.</li> <li>• Usa software especializado para el modelado, diseño, operación y control de los sistemas logísticos.</li> <li>• Organiza y dirige grupos interdisciplinarios en las organizaciones para la solución de problemas relacionados con la logística.</li> </ul>

#### 5. Competencias previas

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnicas de programación lineal</li> <li>• Conceptos de transporte</li> <li>• Principios de probabilidad y funciones de distribución de probabilidad</li> <li>• Pruebas de bondad de ajuste</li> </ul>
--	---

#### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Programación por metas	1.1 Definición y conceptos generales 1.2 Modelo general de metas 1.3 Diferencias entre modelo lineal y modelo metas 1.4 Modelos de una sola meta 1.5 Modelos de metas múltiples 1.6 Modelos de submetas dentro de una meta 1.7 Métodos de solución 1.8 Uso de software
2.	Optimización de redes	2.1 Conceptos y definiciones en redes 2.2 Principales problemas en redes y algoritmos de solución 2.2.1 Ruta más corta 2.2.2 Árbol de expansión mínima 2.2.3 Flujo máximo 2.2.4 Flujo a costo mínimo 2.3 Aplicación de software en problemas de redes.

3.	Teoría de decisiones	<p>3.1 Conceptos y definiciones de teoría de decisiones.</p> <p>3.2 Criterios de decisión determinísticos y probabilísticos.</p> <p>3.3 Valor de la información perfecta</p> <p>3.4 Árboles de decisión</p> <p>3.5 Utilización de software para la resolución de problemas.</p>
4.	Cadenas de Markov	<p>4.1 Conceptos, definiciones y propiedades de las cadenas de Markov.</p> <p>4.2 Formulación de las cadenas de Markov.</p> <p>4.3 Propiedad Markoviana de primer orden, probabilidades de transición de uno, n pasos y de estado estable.</p> <p>4.4 Clasificación de estados y análisis de estados absorbentes</p> <p>4.5 Utilización de software para la resolución de problemas de cadenas de Markov.</p>
5.	Líneas de espera	<p>5.1 Conceptos, definiciones de líneas de espera, notación de Kendall y ley de Little.</p> <p>5.2 Procesos de nacimiento y muerte</p> <p>5.2.1 Distribuciones Poisson y Exponencial aplicadas a las líneas de espera</p> <p>5.3 Modelos Markovianos de líneas de espera M/M/</p> <p>5.4 Utilización de software en problemas de líneas de espera.</p>

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Programación por metas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elabora las definiciones y conceptos de la programación por metas, así como el modelaje y solución de los mismos, para proporcionar una solución óptima.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Búsqueda y comprensión de información aplicable a la modelación de sistemas logísticos.</li> <li>Pensamiento creativo con capacidad de análisis y síntesis de información para modelar problemas de logística.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica los principales elementos de la programación por metas.</li> <li>Establece las diferencias de programación por metas y programación lineal.</li> <li>Analiza mediante dinámicas grupales el contenido del material para lectura identificando las particularidades del modelo.</li> <li>Realiza mediante software la solución de ejercicios.</li> </ul>

<b>2. Optimización de redes</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica y analiza los elementos que integran una red en los procesos de abastecimiento y distribución.</li> <li>Conoce y aplica los algoritmos de flujo en redes a problemas de logística.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Búsqueda y comprensión de información aplicable a la modelación de sistemas logísticos.</li> <li>Pensamiento creativo con capacidad de análisis y síntesis de información para modelar problemas de logística.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formular y resolver problemas con los algoritmos de flujo en redes: ruta más corta, árbol de expansión mínima, flujo máximo y flujo a costo mínimo en equipos de trabajo y plenaria.</li> <li>Evaluar los resultados obtenidos para la toma de decisiones con reducción de tiempo y su efecto en el costo.</li> <li>Utilizar software para la solución de problemas de flujo en redes y tiempos de operación.</li> </ul>
<b>3. Teoría de decisiones</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica, diseña y plantea escenarios en los negocios, y construir soluciones económicas y técnicamente viables en proyectos logísticos.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Toma de decisiones apoyada en la modelación y simulación por computadora aplicable a las situaciones propias de la actividad empresarial.</li> <li>Capacidad de organización y planificación de la información para la solución de problemas de toma de decisiones logísticas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigar los conceptos fundamentales de la teoría de decisiones.</li> <li>Identificar los elementos que integran un problema de toma de decisiones para generar un modelo utilizando árboles de decisión que incluya la matriz de pagos.</li> <li>Construir un cuadro comparativo de los resultados de los diferentes criterios de decisión determinísticos y probabilísticos aplicables.</li> <li>Calcular, analizar y evaluar el valor de la información perfecta.</li> <li>Utilizar software para la solución de problemas.</li> </ul>
<b>4. Cadenas de Markov</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica los elementos que integran un problema de cadenas de Markov.</li> <li>Formula modelos de cadenas de Markov en aplicaciones de logística y de comportamiento de sistemas estocásticos.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Búsqueda y comprensión de información aplicable a la modelación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigar en internet artículos especializados y memorias de congreso que incluyan aplicaciones de problemas que se estudian con Cadenas de Markov y presentarlas ante el grupo en equipos de 2 ó 3 alumnos.</li> <li>Modelar en equipos problemas de cadenas de Markov y calcular las probabilidades de un paso, n pasos y estado estable aplicables.</li> <li>Evaluar los resultados de las cadenas de</li> </ul>

<p>de sistemas logísticos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pensamiento creativo con capacidad de análisis y síntesis de información para modelar problemas de logística.</li> <li>• Habilidades y capacidad para el trabajo en equipo interdisciplinario y multidisciplinario.</li> </ul>	<p>Markov para la toma de decisiones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar software para la solución de problemas.</li> </ul>
<b>5. Líneas de espera</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica y analiza los elementos que integran un sistema de transporte y los métodos de asignación de carga en una línea de espera.</li> <li>• Conoce y aplica las relaciones que se establecen entre los componentes que integran un sistema de líneas de espera y los modelos de solución de aplicables.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Búsqueda y comprensión de información aplicable a la modelación de sistemas logísticos.</li> <li>• Habilidades básicas informáticas para Identificar y transformar la información en problemas propios de la actividad empresarial, establecer la relación entre la información y los conocimientos de la asignatura para ser modelados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar un estudio de campo en el que se definan la fuente, los tiempos entre arribos, la disciplina de la fila, los tiempos de servicio, el número de servidores en un problema de líneas de espera, en equipos.</li> <li>• Aplicar una prueba de bondad de ajuste a los tiempos entre arribos y los tiempos de servicio.</li> <li>• Desarrollar y formular modelos que integren la información de un sistema de transporte y asignación de carga en una línea de espera.</li> <li>• Observar, registrar y aplicar una prueba de bondad de ajuste para identificar la distribución de probabilidad que represente los tiempos entre llegadas y tiempos de servicio en un problema logístico de líneas de espera</li> <li>• Construir un modelo de nacimiento y muerte, calcular las probabilidades de estado estable y las medidas de desempeño <math>L</math>, <math>Lq</math>, <math>W</math>, <math>Wq</math>.</li> <li>• Aplicar y evaluar los modelos Markovianos a problemas de sistemas logísticos para la toma de decisiones.</li> <li>• Realizar prácticas en software para la de solución de problemas de líneas de espera y sus costos de operación.</li> </ul>

## 8. Prácticas

- Utilización de software en la solución de problemas para cada tema.
- Realizar proyectos logísticos por equipos de trabajo en la industria aplicando la metodología de la investigación de operaciones.
- Portafolio de evidencias de los problemas resueltos durante el curso.

Software propuesto a utilizar:

- LINDO, GAMS, WINQSB, TORA, Crystall Ball, Excel, Matlab, Scilab, R, DS for windows.

## 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

Las evidencias de los aprendizajes que contribuyen al desarrollo de competencias son:

**De comportamiento:** Dinámica de grupos, observación en participaciones individuales o grupales en clase, diálogo en forma de interrogatorio.

**De desempeño:** Reportes de investigación sean individuales o grupales, problemas desarrollados en forma independiente.

**De producto:** Reporte de práctica en software, portafolio de evidencias y rúbricas de evaluación, proyecto final.

**De conocimiento:** Pruebas objetivas de los temas vistos en clase, ejercicios en clase.

### **11. Fuentes de información**

1. Hillier F. S. (2010). Introducción a la investigación de operaciones. Mc Graw Hill. México.
2. Winstone, Wine L. (2006). Investigación de Operaciones. Thomson. México.
3. Taha, Hamdy A. (2011). Investigación de operaciones. Pearson. México.