

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	<b>Investigación de Operaciones II</b>
Carrera :	<b>Ingeniería Industrial</b>
Clave de la asignatura :	<b>INC-1019</b>
SATCA <sup>1</sup>	2 - 2 - 4

## 2.- PRESENTACIÓN

### **Caracterización de la asignatura.**

Para el perfil del Ingeniero Industrial, esta asignatura le proporciona la capacidad para tomar decisiones mediante propuestas de mejora a través del análisis de problemas que se presentan en sistemas productivos, logísticos, de líneas de espera, en situaciones bajo riesgo o incertidumbre, con procesos estocásticos, en redes para optimizar flujos, tiempos, costos, rutas, entre otros, considerando criterios técnicos y económicos para empresas de manufactura o servicios.

La investigación de operaciones como ciencia de la administración implica el uso de las matemáticas y la computadora para ayudar a tomar decisiones racionales frente a problemas de administración complejos, de ahí su importancia de integrarse en la formación del ingeniero industrial, ya que esto aporta una característica distintiva de este profesionista que es su habilidad y capacidad para resolver situaciones de alta complejidad en forma sistémica.

La materia de Investigación de operaciones II consiste en formular analizar e implementar modelos matemáticos aplicando técnicas deterministas y probabilistas a situaciones reales del entorno, interpretando las soluciones obtenidas expresadas en un lenguaje accesible al usuario para la eficiente toma de decisiones.

Es necesario la adecuada comprensión y entendimiento de los temas de razonamiento lógico matemático, algebra lineal, conceptos de probabilidad y estadística, nomenclatura matemática, solución de sistemas de ecuaciones, uso de software. De ahí su estrecha relación con materias que previamente deben de haberse acreditado como Matemáticas, Probabilidad y Estadística, lenguajes de computación, Investigación de operaciones I, Fundamentos de Investigación, entre otras.

Así mismo, esta materia será soporte de algunas asignaturas como Simulación, Administración de Operaciones I y II, Formulación y Evaluación de Proyectos, entre otras.

### **Intención didáctica.**

Se organiza el temario, en cinco unidades, siendo la primera Programación Dinámica, en la cual se hace énfasis en problemas de asignación de recursos e inventarios dinámicos. La segunda unidad trata de las Líneas de Espera, las cuales se presentan frecuentemente en sistemas de producción o servicios. La tercera unidad abarca la Teoría de Decisiones para la solución de problemas deterministas o probabilistas. La cuarta unidad estudia las Cadenas de Markov y procesos estocásticos. La quinta unidad trata del uso de Redes para

---

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

la modelación de problemas.

Se agrupan los contenidos conceptuales de la asignatura en los primeros puntos de cada unidad; posteriormente se da una aplicación de este marco teórico en la solución de problemas reales o hipotéticos, para dar paso al uso de software computacional a fin de comprobar la validez de los procedimientos manuales y finalmente todo lo aprendido se aplica a casos reales del entorno.

El catedrático realiza sesiones de aprendizaje colaborativo, haciendo la rotación de alumnos entre equipos, a fin de mejorar su comprensión en los diversos temas y prácticas con enfoques de solución manual o bien con software especializado. Con estas sesiones, los estudiantes mejoran sus habilidades interpersonales a través de la relación con diferentes compañeros.

El catedrático refuerza no solamente los aspectos meramente técnicos sino también los formativos, tales como incentivar la curiosidad, el entusiasmo, la puntualidad, la constancia, el interés por mejorar, el respeto y la tolerancia hacia sus compañeros y profesores, a sus ideas y enfoques, y considerar también la responsabilidad social y el respeto al medio ambiente.

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p><b>Competencias específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Formular y optimizar modelos matemáticos aplicando técnicas deterministas y probabilistas a situaciones reales del entorno, interpretando las soluciones obtenidas expresadas en un lenguaje accesible al usuario para la toma de decisiones.</li></ul>	<p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p><u>Competencias instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de análisis y síntesis</li><li>• Capacidad de organizar y planificar</li><li>• Conocimientos básicos de investigación de operaciones</li><li>• Comunicación oral y escrita</li><li>• Habilidades de manejo de la computadora</li><li>• Habilidad para buscar, analizar, clasificar y sintetizar información proveniente de fuentes diversas</li><li>• Solución de problemas mediante la modelación matemática</li><li>• Toma de decisiones.</li></ul> <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad crítica y autocrítica</li><li>• Trabajo en equipo</li><li>• Habilidades interpersonales: tolerancia y respeto a las ideas de los demás.</li></ul> <p><u>Competencias sistémicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li><li>• Habilidades de investigación</li><li>• Capacidad de aprender</li><li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li><li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li><li>• Búsqueda del logro</li></ul>
---	--

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec del 9 al 13 de noviembre de 2009.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:            Álamo Temapache, Alvarado, Apizaco, Arandas, Campeche, Celaya, Centla, Cerro Azul, Chihuahua, Ciudad Acuña, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Ciudad Valles, Ciudad Victoria, Comitán, Durango, Ecatepec, Huetamo, La Laguna, La Sierra Norte de Puebla, León, Libres, Linares, Los Mochis, Macuspana, Matamoros, Matehuala, Mérida, Minatitlán, Monclova, Morelia, Nuevo León, Ocotlán, Orizaba, Pachuca, Parral, Piedras Negras, Reynosa, Saltillo, San Luis Potosí, Tantoyuca, Tehuacán, Tepexi de Rodríguez, Tepic, Teziutlán, Toluca, Tuxtla Gutiérrez, Valladolid, Veracruz, Villahermosa, Zacapoaxtla, Zacatecas, Zacatecas Occidente y Zacatepec.</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Industrial.</p>
<p>Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 16 de noviembre de 2009 al 26 de mayo de 2010.</p>	<p>Academias de Ingeniería Industrial de los Institutos Tecnológicos de:  <a href="#">Haga clic aquí para escribir texto.</a></p>	<p>Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Industrial.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Zacatecas del 12 al 16 de abril de 2010.</p>	<p>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, Huetamo, 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,</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Industrial.</p>

<b>Lugar y fecha de elaboración o revisión</b>	<b>Participantes</b>	<b>Evento</b>
	Tantoyuca, Tehuacán, Tepexi de Rodríguez, Tepic, Teziutlán, Toluca, Tuxtla Gutiérrez, Veracruz, Villahermosa, Zacapoaxtla, Zacatecas, Zacatecas Occidente y Zacatepec.	

## 5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Formular y optimizar modelos matemáticos aplicando técnicas deterministas y probabilistas a situaciones reales del entorno, interpretando las soluciones obtenidas expresadas en un lenguaje accesible al usuario para la toma de decisiones.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Identificar y utilizar las distribuciones discretas y continuas de probabilidad.
- Establecer e interpretar las pruebas estadísticas de hipótesis.
- Calcular e interpretar los intervalos de confianza para las variables aleatorias.
- Utilizar software estadístico.
- Manejar diagramas de causa-efecto.
- Elaborar diagramas de Gantt para el control del avance del proyecto.
- Poseer una visión sistémica para la solución de problemas.
- Conocer y aplicar la gestión de costos, a fin de incluir consideraciones económicas.
- Formular modelos matemáticos para la optimización de procesos.
- Emplear la lógica algorítmica y lenguajes de programación
- Utilizar las teorías de sistemas de producción e inventarios.
- Emplear los criterios del desarrollo sustentable al diseñar procesos

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1.	Programación Dinámica	1.1. Características de los problemas de programación dinámica 1.2. Ejemplos de modelos de programación dinámica 1.3. Programación dinámica determinista 1.4. Programación dinámica probabilista 1.5. Uso de programas de computación
2.	Líneas de espera	2.1. Introducción, terminología, notación y casos de aplicación 2.2. Proceso de nacimiento y muerte (modelos Poisson) 2.3. Población infinita un servidor, cola infinita 2.4. Población finita un servidor, cola finita 2.5. Población infinita servidores múltiples, cola infinita 2.6. Uso de programa de computación (incluir los demás casos)
3.	Teoría de decisiones	3.1. Características generales 3.2. Criterios de decisión deterministas y probabilistas 3.3. Valor de la información perfecta

		<ul style="list-style-type: none"> <li>3.4. Árboles de decisión</li> <li>3.5. Teoría de utilidad</li> <li>3.6. Análisis de sensibilidad</li> <li>3.7. Uso de software</li> </ul>
4.	Cadenas de Markov	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.1. Introducción a las cadenas de Markov</li> <li>4.2. Probabilidad de transiciones estacionarias de n pasos</li> <li>4.3. Estado estable</li> <li>4.4. Estados absorbentes</li> <li>4.5. Uso de software</li> </ul>
5.	Optimización de redes	<ul style="list-style-type: none"> <li>5.1. Terminología</li> <li>5.2. Problema de la ruta más corta</li> <li>5.3. Problema de árbol de mínima expansión</li> <li>5.4. Problema de flujo máximo</li> <li>5.5. Problema de flujo de costo mínimo</li> <li>5.6. Uso de software</li> </ul>

## 8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

El docente debe:

Ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, conocer su origen y desarrollo histórico para considerar este conocimiento al abordar los temas. Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo; orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones.

Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes. Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos.

- Propiciar actividades de meta cognición. Ante la ejecución de una actividad, señalar o identificar el tipo de proceso intelectual que se realizó: una identificación de patrones, un análisis, una síntesis, la creación de un heurístico, etc. Al principio lo hará el profesor, luego será el alumno quien lo identifique.
- Ejemplos: identificar problemas y situaciones reales que se adaptan a los modelos de programación Dinámica con variables deterministas y probabilistas, su construcción en una red, y como utilizar el algoritmo apropiado para la solución óptima de el problema.
- Ejemplo: La problemática de resolver modelos de líneas de espera (teoría de colas) es común en situaciones reales cuando haya elementos (clientes)
- que llegan de forma aleatoria a ser atendidos y esperan un servicio formando una cola
- Ejemplo La utilización de funciones de probabilidad aplicada a diferentes situaciones como es la teoría de juegos y análisis de valor en situaciones de riesgo e incertidumbre.
- Ejemplo: la modelación de problemas reales mediante la graficación de redes que representan la interacción de los diferentes parámetros y variables involucradas en el modelo y la solución del problema por medio del análisis de estas redes
- Propiciar el desarrollo de capacidades intelectuales relacionadas con la lectura, la escritura y la expresión oral.
- Llevar a cabo actividades prácticas, para contribuir a la formación de las competencias para el trabajo experimental como: identificación manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, trabajo en equipo.
- Propiciar el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, que encaminen hacia la investigación.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Utilizar software especializado para Investigación de Operaciones, así como medios audiovisuales para una mejor comprensión del estudiante.
- Propiciar el uso de tecnologías para el desarrollo de la asignatura tales como procesador de texto, hoja de cálculo, base de datos, graficador, Internet, entre otros.



## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades, así como de las conclusiones obtenidas de dichas observaciones.
- Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.
- Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Programación Dinámica

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Investigar y aplicar los algoritmos de Programación Dinámica para resolver problemas que se adaptan al modelo Utilizar software	<ul style="list-style-type: none"><li>• Desarrollar modelos de programación dinámica y las situaciones de cambio del sistema, según el comportamiento generado por las decisiones previas e identificar sus etapas de soluciones parciales y su solución integral</li><li>• Plantear ejemplos de situaciones y problemas reales que se pueden modelar con este método y comparar su utilidad</li><li>• Analizar sistemas de carácter determinista y probabilista y el modo en que se pueden modelar utilizando la Programación Dinámica</li></ul>

### Unidad 2: Líneas de Espera

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Estudiar y aplicar los modelos y algoritmos de líneas de espera.  Identificar y analizar los problemas donde se involucran los modelos de líneas de espera y utilizarlos para encontrar su solución, en sistemas de producción o de servicios  Utilizar el software adecuado	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar y reconocer sistemas que sean modelados como líneas de espera</li><li>• Aplicar la terminología y notación de los modelos de línea de espera</li><li>• Identificar cuáles son las características básicas de una línea de espera, usar las formulas para cada uno de sus modelos</li><li>• Ejemplificar cada caso específico y resolver problemas, adicionalmente utilizar software de apoyo</li><li>• Establecer las conclusiones para cada modelo estudiado, en un lenguaje accesible para el tomador de decisiones.</li></ul>

### Unidad 3 Teoría de Decisiones

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Aplicar las técnicas de la teoría de decisiones para modelos deterministas y probabilistas  Resolver las etapas concernientes al problema bajo estudio  Establecer las conclusiones correspondientes para la toma de decisiones	<ul style="list-style-type: none"><li>• Explicar las características generales de la toma de decisiones basada en la teoría de probabilidades,</li><li>• Conocer y aplicar los criterios de decisión deterministas y probabilistas para la toma de decisiones, sus ventajas y aplicaciones en situaciones bajo riesgo e incertidumbre</li><li>• Utilizar el valor esperado de la información perfecta</li><li>• Analizar problemas utilizando árboles de decisión</li><li>• Aplicar la teoría de la utilidad</li></ul>

### Unidad 4: Cadenas de Markov

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Utilizar las Cadenas de Markov para la resolución de problemas  Utilización de software específico	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar las características de los modelos y problemas de Cadenas de Markov</li><li>• Formular y resolver problemas en sistemas que se pueden modelar por el método de cadenas de Markov.</li><li>• Establecer y explicar las conclusiones y recomendaciones para sistemas de este tipo.</li></ul>

### Unidad 5: Optimización de Redes

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Identificar, construir, y utilizar redes para representar un problema a fin de optimizar su solución.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar, analizar y resolver problemas modelados con teoría de redes</li><li>• Obtener las conclusiones correspondientes a un problema.</li></ul>

### Unidad 6: Circuitos De Aplicación con Diodos

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Analizar y diseñar circuitos con diodos para su aplicación en circuitos electrónicos.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Buscar, seleccionar y analizar información en las distintas fuentes bibliográficas propuestas; sobre el comportamiento, la estructura y aplicación de los circuitos con</li></ul>

	diodos.
--	---------

### **Unidad 7: Circuitos De Aplicación con Diodos**

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Analizar y diseñar circuitos con diodos para su aplicación en circuitos electrónicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar, seleccionar y analizar información en las distintas fuentes bibliográficas propuestas; sobre el comportamiento, la estructura y aplicación de los circuitos con diodos.</li> </ul>

### **Unidad 8: Circuitos De Aplicación con Diodos**

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Analizar y diseñar circuitos con diodos para su aplicación en circuitos electrónicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar, seleccionar y analizar información en las distintas fuentes bibliográficas propuestas; sobre el comportamiento, la estructura y aplicación de los circuitos con diodos.</li> </ul>

### **Unidad 9: Circuitos De Aplicación con Diodos**

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Analizar y diseñar circuitos con diodos para su aplicación en circuitos electrónicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar, seleccionar y analizar información en las distintas fuentes bibliográficas propuestas; sobre el comportamiento, la estructura y aplicación de los circuitos con diodos.</li> </ul>

### **Unidad 10: Circuitos De Aplicación con Diodos**

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Analizar y diseñar circuitos con diodos para su aplicación en circuitos electrónicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar, seleccionar y analizar información en las distintas fuentes bibliográficas propuestas; sobre el comportamiento, la estructura y aplicación de los circuitos con diodos.</li> </ul>

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Eppen - Gould. *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa*. México: Editorial Prentice Hall. Última edición
2. Hillier – Liberman. *Introducción a la investigación de operaciones*, México: Editorial Mc Graw Hill. . Última edición
3. Hillier - Lieberman. *Métodos Cuantitativos para Administración*, Editorial Irwin.
4. Levin - Kirkpatrick. *Enfoques cuantitativos a la administración*. México: Editorial C.E.C.S.A. . Última edición
5. Kaufman, A. *Métodos y Modelos de la Investigación de Operaciones (Tomo1)*, Editorial C.E.C.S.A. 8ª Edición. . Última edición
6. Kirkpatrick, Charles A., Levin, Richard I. *Enfoques Cuantitativos a la administración*, Editorial C.E.C.S.A.
7. Mckeown y Davis. *Modelos Cuantitativos para Administración*, Editorial Iberoamericana.
8. Moskowit, Herbert., Wright, Gordon. *Investigación de Operaciones*, Editorial Prentice Hall.
9. Prawda, Juan. *Métodos y Modelos de la Investigación de Operaciones (Tomo 1y II)*, Editorial Limusa.
10. Shamblin, James E. *Investigación de Operaciones*, Editorial Mc Graw Hill.
11. Taha, Hamdy A. *Investigación de operaciones: Una introducción*. México: Editorial Alfa Omega. 1989.
12. Thierauf, Robert., Grose, Richard. *Toma de Decisiones por medio de Investigaciones de Operaciones*, Editorial Limusa.
13. Bronson, Richard. *Operation Research*, Editorial Mc Graw Hill. 2ª. Edición.

## 12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Resolución de problemas con software de Investigación de Operaciones y otros paquetes de programación
- Observaciones directas a los sistemas de líneas de espera como bancos, supermercados, gasolineras, entre otros.
- Análisis de sistemas de juegos como lotería.
- Identificar y analizar en una organización de la comunidad, las posibles Aplicaciones de la Investigación de Operaciones 2.
- Formular y resolver problemas para alguna institución del entorno.
- Realizar sesiones de aprendizaje colaborativo, aplicando asignación aleatoria, para propiciar el intercambio de ideas y el trabajo en equipo.