

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	<b>Investigación de Operaciones I</b>
<b>Clave de la asignatura:</b>	<b>INC-1018</b>
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	<b>2-2-4</b>
<b>Carrera:</b>	<b>Ingeniería industrial</b>

## 2. Presentación

<b>Caracterización de la asignatura</b>
<p>Esta asignatura aporta al Ingeniero Industrial la capacidad para diseñar y aplicar modelos matemáticos, relacionados a las organizaciones que ayuden a la toma de decisiones.</p> <p>Diseña e implementa sistemas y procedimientos para la toma de decisiones en la optimización de recursos.</p> <p>Aplica técnicas para la medición y evaluación de la productividad en las organizaciones.</p> <p>Formula y aplica modelos lineales a situaciones reales</p> <p>Identifica las posibilidades de cambios en los sistemas productivos con base en el análisis de sensibilidad.</p> <p>Optimiza los recursos empleados en la organización usando las técnicas de programación lineal (P.L.) y Entera</p> <p>Esta materia proporciona soporte a Investigación de Operaciones II, Simulación, Logística y Cadenas de Suministro y todas aquellas que involucren la toma de decisiones.</p> <p>Los requisitos de esta asignatura son álgebra lineal, programación y manejo de la computadora</p>
<b>Intención didáctica</b>
<p>Se organiza el temario, en cinco unidades, agrupando 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 para comprobar la validez de los procedimientos manuales y finalmente todo lo aprendido se aplica a casos reales del entorno.</p> <p>Este mismo procedimiento se sigue en las cinco unidades. Incluyendo las siguientes sugerencias didácticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propicia el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de los contenidos de la asignatura.</li> <li>• Fomenta actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio, argumentación de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.</li> <li>• Propicia en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia el análisis de casos, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas.</li> <li>• Lleva a cabo actividades prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: observación, identificación, manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de modelos matemáticos y fomenta el trabajo en equipo.</li> </ul>

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

- Desarrolla actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías de los algoritmos que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Propone problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, tales como Probabilidad, Investigación de Operaciones 2, Simulación, Administración de Operaciones 1 y 2, Logística y Cadenas de Suministro, entre otras, para su análisis y solución.
- Relaciona los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente; así como con las prácticas de una ingeniería con enfoque sustentable.
- Relaciona los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante y el uso de los diferentes algoritmos contenidos en la asignatura.

### 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,	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Materiales, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial.

	Tantoyuca, Tehuacán, Tepexi de Rodríguez, Tepic, Teziutlán, Toluca, Tuxtla Gutiérrez, Veracruz, Villahermosa, Zacapoaxtla, Zacatecas, Zacatecas Occidente y Zacatepec.	
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, 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.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Industrial, Ingeniería en Logística, Ingeniería Civil y Arquitectura.
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

<b>Competencia(s) específica(s) de la asignatura</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formula y plantea modelos matemáticos lineales en situaciones reales del entorno, interpreta las soluciones obtenidas a través de los diferentes criterios de optimización y las expresa en un lenguaje accesible.</li> <li>• Analiza y desarrolla modelos matemáticos para la solución de problemas lineales relacionados con el entorno, y obtiene posibles soluciones considerando la optimización de la función objetivo, e incluye aspectos sociales y de sustentabilidad.</li> <li>• Toma decisiones, con base en los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos, que le permiten generar propuestas de mejora en los sistemas bajo estudio, a fin de apoyar la toma de decisiones.</li> </ul>

#### 5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpreta modelos y nomenclatura matemática.</li> <li>• Aplica operaciones fundamentales y algebraicas</li> <li>• Conoce y aplica el algoritmo de Gauss-Jordan.</li> <li>• Conoce los diferentes tipos de matrices, vectores y operaciones matriciales</li> <li>• Conoce y aplica conceptos básicos de programación</li> <li>• Utiliza software</li> <li>• Grafica en dos dimensiones</li> <li>• Formula modelos matemáticos</li> <li>• Emplea la lógica algorítmica</li> </ul>
---

#### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a la Investigación de Operaciones	1.1 Conceptos y definiciones de la investigación de operaciones. 1.2 Fases de estudio de la investigación de operaciones. 1.3 Principales aplicaciones de la investigación de operaciones. 1.4 Formulación de modelos de programación lineal.
2	El Método Simplex	2.1. Método gráfico. 2.2. Método simplex. 2.3. Procedimiento para resolver problemas con variables artificiales (M grande, doble fase). 2.4. Casos especiales de programación lineal. 2.5. Método dual simplex. 2.6. Relaciones primal dual. 2.7. Análisis de sensibilidad e interpretación de resultados. 2.8. Uso de software.

3	Programación Entera	<p>3.1. Introducción y casos de aplicación.</p> <p>3.2. Definición y modelos de programación entera.</p> <p>3.3. Método gráfico de programación entera.</p> <p>3.4. Método de ramificación y acotación.</p> <p>3.5. Método heurístico para problemas binarios.</p> <p>3.6. Uso de software (WIN QSB, TORA, DS for Windows, LINGO, LINDO, Y OTROS)</p>
4	Transporte y Asignación	<p>4.1. Definición del problema de transporte.</p> <p>4.2. Algoritmo de transporte.</p> <p>4.3. Método de la Esquina Noroeste.</p> <p>4.4. Método de Costo Mínimo.</p> <p>4.5. Método de aproximación de Vogel.</p> <p>4.6. Definición del problema de asignación.</p> <p>4.7. El método húngaro.</p> <p>4.8. Uso de software (WIN QSB, TORA, DS for Windows, LINGO, LINDO, Y OTROS)</p>

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Introducción a la Investigación de Operaciones	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica las aplicaciones de la Investigación de Operaciones.</li> <li>Conoce y aplica la terminología propia de la IO como variables de decisión, coeficientes tecnológicos, optimización, recursos, condición de no negatividad.</li> <li>Conocer las etapas de un proyecto de I. O.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <p><u>Instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>Capacidad para planear proyectos.</li> <li>Capacidad para formular modelos.</li> <li>Matemáticos.</li> <li>Habilidades de la lógica de programación.</li> <li>Solución de problemas.</li> <li>Toma de decisiones.</li> </ul> <p><u>Interpersonales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>Trabajo en equipo</li> <li>Habilidades interpersonales: Tolerancia respeto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El estudiante analiza sistemas del entorno desde un punto de vista de la IO, cuándo es posible los mejora a través de esta herramienta.</li> <li>Discute las etapas de un proyecto de IO y contrasta con los pasos del método científico.</li> <li>Investiga en qué áreas de la actividad de generación de bienes y servicios tienen mayor aplicación las herramientas de la IO</li> <li>Identifica las aplicaciones de la IO 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.</li> <li>Identifica las aplicaciones de la IO I en problemas comunes (dieta, redes, transporte, mezcla de productos, inversión, etc.).</li> <li>Reflexiona sobre los enfoques de la IO y el respeto que debe existir hacia el medio ambiente, así como la responsabilidad social de las instituciones.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para trabajar en equipos interdisciplinarios</li> </ul> <p><u>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> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compara los enfoques de la IO I con diferentes criterios de optimización.</li> <li>• Identifica las aplicaciones del método gráfico a dos variables de decisión y sus limitaciones.</li> </ul>
<p>2. El Método Simplex</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoce y aplica el concepto del método simplex en casos reales.</li> <li>• Conoce y aplica el concepto del método de la M Grande y/o doble fase y su aplicación en modelos con variables artificiales.</li> <li>• Conoce y aplica las diferentes formas de relación primal-dual.</li> <li>• Conoce y aplica el método dual simplex</li> <li>• Interpreta el análisis de sensibilidad en la toma de decisiones.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <p><u>Instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora y paquetería.</li> <li>• Habilidades de la lógica de programación.</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> </ul> <p><u>Interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Flexibilidad para trabajar en diferentes ambientes de trabajo.</li> <li>• Tener compromiso con los valores y principios éticos.</li> </ul> <p><u>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>• Poseer iniciativa al elaborar y resolver los problemas propios de los proyectos.</li> <li>• Búsqueda del logro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica las aplicaciones del método gráfico a dos variables de decisión y sus limitaciones.</li> <li>• Discute los pasos del método simplex.</li> <li>• Identifica las variables de entrada y salida</li> <li>• Aplica las operaciones elementales de renglón y columna usando el algoritmo de Gauss-Jordan.</li> <li>• Elabora ejercicios del método simplex en equipo.</li> <li>• Reconoce los casos especiales del método simplex (no acotada, óptima, múltiple, degenerada, inconsistente, etc.).</li> <li>• Investiga los pasos del método de doble fase y/o M Grande</li> <li>• Discute los pasos del método de doble fase y/o M Grande</li> <li>• Elaborar ejercicios del método de doble fase y/o M Grande en equipo.</li> <li>• Reconoce los tipos de soluciones del método de doble fase (no acotada, sin solución, múltiple, degenerada, etc.).</li> <li>• Investiga y analiza las características de uso de cada uno de los métodos.</li> <li>• Compara los métodos de optimización de modelos lineales</li> <li>• Investiga las formas de la relación primal dual y las discute en equipos de trabajo.</li> <li>• Realiza ejercicios de la relación primal -dual.</li> <li>• Investiga y aplica los pasos del método dual simplex.</li> <li>• Elabora problemas y aplica el algoritmo del dual simplex.</li> <li>• Identifica las variables de entrada y salida de un problema práctico en el método dual simplex.</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compara el dual simplex, con los criterios de optimización de la unidad 2.</li> <li>• Aplica cambios en los parámetros de un modelo lineal, haciendo la interpretación económica de los resultados para la toma de decisiones.</li> </ul>
<b>3. Programación Entera</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específica(s): Aplica los algoritmos de Programación Entera</p> <p>Genéricas:</p> <p><u>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 diversos de la carrera: Estudio del Trabajo, Estadística, Administración de Operaciones I, Matemáticas III, conceptos matemáticos básicos</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Toma de decisiones</li> </ul> <p><u>Interpersonales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades interpersonales: Tolerancia, Respeto</li> </ul> <p><u>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> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investiga y analiza los tipos de problemas de programación entera.</li> <li>• Investiga y discute en equipo las características del algoritmo de ramificación y acotamiento.</li> <li>• Analiza la relación que guardan los algoritmos de programación entera y los criterios de optimización vistos en unidades anteriores</li> <li>• Hace equipos de trabajo para analizar y construir modelos que representen problemas típicos de programación entera en la ingeniería industrial.</li> <li>• Establece las conclusiones y recomendaciones correspondientes para el modelo estudiado con la IO.</li> <li>• Compara los resultados obtenidos de los diferentes métodos de programación entera, utilizando software y aportar conclusiones.</li> </ul>
<b>4. Transporte y Asignación</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoce e investiga los diferentes modelos de solución básica inicial de transporte.</li> <li>• Desarrolla el algoritmo de transporte para la solución óptima</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <p><u>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 diversos de la carrera: Estudio del Trabajo, Estadística, Administración de Operaciones I,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elabora por equipo, una tabla comparativa de los diferentes métodos de solución básica inicial de transporte, analizando las ventajas y desventajas de los diferentes métodos y discutirlos.</li> <li>• Realiza ejercicios prácticos haciendo uso del algoritmo de transporte, indicando las variables de entrada y salida, elaborando la ruta óptima, interpretando los resultados.</li> <li>• Comparar los resultados obtenidos, en forma manual y con el software.</li> </ul>

<p>Matemáticas III, conceptos matemáticos básicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> </ul> <p><u>Interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades interpersonales: Tolerancia, Respeto</li> </ul> <p><u>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> </ul>	
--	--

### 8. Práctica(s)

- Identifica y analiza, en una organización de la comunidad, las posibles aplicaciones de la Investigación de Operaciones I, tales como: Planteamiento de problemas prácticos su solución e interpretación de los diferentes métodos de solución (simplex, doble fase, dual simplex, análisis de sensibilidad, interpretación económica y toma de decisiones), método de transporte, programación entera y asignación.
- Formula y resuelve problemas para alguna institución del entorno incluyendo la interpretación del problema y sustentando la toma de decisiones.
- Elabora la aplicación de los problemas prácticos utilizando un software disponible, interpretando los resultados obtenidos, así como respaldando la toma de decisiones.

### 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

La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Elaborar diferentes planteamientos de problemas lineales e interpretarlos argumentando su solución.
- Descripción de otras experiencias concretas que podrían analizarse y resolverse a través de la Investigación de Operaciones.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y sustentar sus resultados.
- Elaboración de un proyecto final en equipo, en el cual se realice una formulación de un sistema real, y se analicen e interpreten los resultados, a fin de proponer acciones de mejora.
- Utilización de software en diferentes actividades y tareas.
- Análisis de artículos científicos, entregando un reporte del mismo.

## 11. Fuentes de información

1. Bronson, Richard. Operation Research, Editorial Mc Graw Hill. 2ª. Edición.
2. Davis y McKeown. Métodos cuantitativos para administración, Editorial Mc Graw Hill.
3. Eppen, G.D., Gould, F.J. Investigación de Operaciones, Prentice Hall, última edición.
4. Gallagher y Watson. Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración. Editorial Mc Graw Hill.
5. Hillier, Frederick S. y Lieberman Gerald. Introducción a la Investigación de Operaciones, Editorial Mc Graw Hill. 8ª Edición.
6. Mathur, Kamlesh, Solow Daniel. Investigación de Operaciones. Prentice Hall. Última edición.
7. Moskowitz, Herbert., Wright Gordon. Investigación de Operaciones, Editorial Prentice Hall.
8. Prawda, Juan. Métodos y Modelos de la Investigación de Operaciones (Tomo I y II), Editorial Limusa.
9. Rios Insua, Sixto, Rios Insua David, Problemas de Investigación Operativa, Editorial Ra-Ma, última edición.
10. Shamblin, James E. Investigación de Operaciones, Editorial Mc Graw Hill.
11. Taha, Hamdy A. Investigación de Operaciones, Editorial. Pearson, última Edición.
12. Thierauf, Robert. Investigación de Operaciones, Editorial Limusa.
13. Winston, Wayne. Investigación de Operaciones, Editorial Iberoamericana