

1. Datos generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Investigación de Operaciones
Clave de la asignatura:	AEF-1076
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería en Gestión Empresarial y Gastronomía

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura posibilita al alumno para desarrollar modelos que le permitan responder de una manera más rápida, efectiva y apropiada a la intensa dinámica de las organizaciones. El desarrollo tecnológico, el incremento en la productividad de las empresas y la presencia de todo tipo de organizaciones en mercados que antes eran cerrados a la presencia de productos y servicios del exterior han generado una dinámica de competencia extraordinaria que obliga a las organizaciones locales a mejorar su desempeño. Es en este entorno de alta competencia en el que el alumno deberá desenvolverse, apoyado en sus conocimientos que le permitan a las organizaciones ser competitivas, de aquí la importancia de la investigación de operaciones y de la aplicación de los métodos cuantitativos en las empresas.

Las herramientas que le permitirán asumir ese papel protagónico son sin duda parte de este curso de Investigación de Operaciones el cual aporta al perfil la capacidad para:

- Estructurar una situación de la vida real como un modelo matemático, logrando una abstracción de los elementos esenciales para la toma de decisiones.
- Diseñar e implementar sistemas y procedimientos para la optimización de recursos.
- Aplicar técnicas para la programación y control de proyectos.

Intención didáctica

La organización del temario involucra seis unidades, todas ellas con un enfoque práctico, para su aplicación en los problemas más comunes a la mayoría de las empresas. Las empresas hoy en día viven una dinámica en la que la búsqueda por obtener mayores márgenes de utilidad es consecuencia de un apetito voraz de los accionistas por aumentar los niveles de rentabilidad. Esto ha obligado a las academias a desarrollar infinidad de metodologías de cambio, estas a buscar profesionistas del ramo de la ingeniería industrial capaces de desarrollar y aplicar metodologías innovadoras para optimizar las operaciones de una organización. En apego a estas condiciones y al objetivo de la asignatura, se ha diseñado un programa que permita al alumno conocer, dominar y aplicar los métodos cuantitativos y la heurística para la solución de los problemas operativos de las empresas.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

Este programa de estudios considera los aspectos operativos más relevantes de una organización y está encaminado al conocimiento y aplicación de las herramientas que permitan la optimización de las operaciones.

La unidad uno aborda la importancia de la toma de decisiones en las organizaciones, la importancia de la disposición de la información para apoyar la toma de decisiones y el tipo de información que apoya la decisión, esto es decisiones basadas en condiciones de certeza, de incertidumbre y de riesgo.

En la unidad dos se estudian los diferentes métodos de la programación lineal como el método gráfico para dos variables y los métodos basados en el simplex para la determinación de la mezcla adecuada de productos o recursos (mix model) para lograr la optimización de la utilidad a partir de su maximización de utilidades o la disminución de costos. Para reforzar los conocimientos adquiridos en esta unidad se recurre a estudios de casos y al uso de software de propósito general para obtener la solución óptima.

En la unidad tres se consideran los problemas de asignación y transporte. Una parte importante de los costos de operación de las empresas está determinado por los costos de transporte de mercancías, materiales e insumos, en esta unidad se analizan ejercicios que involucran la asignación y el traslado de mercancía de uno o varios puntos llamados orígenes a uno o más puntos considerados destinos, y contemplando el objetivo de la disminución de costos por transporte, los métodos como el método de la esquina noroeste, aproximación de voguel y el de costo mínimo entre otros, son utilizados en esta unidad como herramienta heurística para determinar la mejor combinación origen destino que permita optimizar el resultado.

En la unidad cuatro se analizan las líneas de espera. La tendencia en las empresas de servicio es mejorar la atención al cliente, parte importante de esta mejora involucra el tiempo que los clientes deben permanecer haciendo cola hasta recibir la atención por parte del proveedor del servicio, la búsqueda de las empresas para mantener cautivos a sus clientes merced al servicio y la atención y la lucha por hacerse de nuevos clientes está apoyada en el análisis del tiempo que deben pasar los clientes en espera de recibir atención la herramienta que nos permite la optimización de esta condición es la teoría de colas o líneas de espera. En el sector de la manufactura la situación de análisis debe involucrar el análisis del tiempo que las materias primas e insumos deben permanecer dentro de las instalaciones de manufactura hasta su completo procesamiento, la importancia de esto se aprecia en el llamado tiempo de respuesta, en la medida que este tiempo de respuesta disminuya se incrementa la satisfacción del cliente y con ello se logra una ventaja competitiva.

La unidad cinco considera el estudio y análisis de los modelos de pronósticos e inventarios. La aplicación de la heurística para tratar de predecir el comportamiento de los mercados y sobre esa base tomar decisiones tan importantes como frecuencia de abastecimiento de materiales, tamaño de lotes, compra de insumos, contratación de personal son de vital importancia para el éxito de las organizaciones en la medida que un mal pronóstico lleve a tomar decisiones y medidas incorrectas de ahí la importancia de los pronósticos, del otro lado el análisis de los inventarios es hoy práctica frecuente en las empresas como consecuencia del impacto que provocan los altos inventarios en los resultados operativos y financieros de las organizaciones, la tendencia en la administración de inventarios es el incremento en la rotación de los mismos a partir de la disminución a partir del llamado lote económico de fabricación. Para analizar ambos conceptos se considera en esta unidad el estudio de casos y la solución de problemas prácticos apoyados en software de simulación como Flexsim y de propósito general como Excel, así como el análisis de un caso real con exposición plenaria en grupo, además de que se recurre a actividades prácticas de dramatización.

En la unidad seis, se aborda la administración de proyectos por medio de redes. La importancia de la duración de un proyecto estriba no solo en el servicio al cliente proporcionado, sino también en los costos involucrados en las actividades realizadas en el mismo proyecto. Para estudiar este impacto y su solución en las organizaciones, se deben considerar todas las actividades, recursos e insumos involucrados en la terminación de un proyecto, el impacto económico de terminar un proyecto en la fecha comprometida de finalización, terminarlo antes o después de esta fecha. Para realizar este estudio se recurre a herramientas como las gráficas de Gantt, el Pert o el CPM. La reafirmación de conocimientos en esta unidad se logra partir de la solución de ejemplos prácticos resueltos en clase y el uso de software de propósito general para ejemplos más complejos, así como al estudio de casos y la asignación de proyectos de investigación de casos reales.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico de Aguascalientes del 15 al 18 de junio de 2010.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica, Acapulco, Aguascalientes, Apizaco, Boca Río, Celaya, Chetumal, Chihuahua, Chilpancingo, Chiná, Cd. Cuauhtémoc, Cd. Juárez, Cd. Madero, Cd. Victoria, Colima, Comitán, Cautla, Durango, El Llano de Aguascalientes, Huixquilucan, Valle Bravo, Guaymas, Huatabampo, Huejutla, Iguala, La Laguna, La Paz, La Zona Maya, León, Lerma, Linares, Los Mochis, Matamoros, Mazatlán, Mérida, Mexicali, Minatitlán, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Puebla, Querétaro, Reynosa, Roque, Salina Cruz, Saltillo, San Luis Potosí, Tehuacán, Tepic, Tijuana, Tlaxiaco, Toluca, Torreón, Tuxtepec, Valle de Oaxaca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas, Zacatepec, Altiplano de Tlaxcala, Coatzacoalcos, Cuautitlán Izcalli, Fresnillo, Irapuato, La Sierra Norte Puebla, Macuspana, Naranjos, Pátzcuaro, Poza Rica, Progreso, Puerto Vallarta, Tacámbaro, Tamazula Gordiano, Tlaxco, Venustiano Carranza, Zacapoaxtla, Zongólica y Oriente del Estado Hidalgo.</p>	<p>Elaboración del programa de estudio equivalente en la Reunión Nacional de Implementación Curricular y Fortalecimiento Curricular de las asignaturas comunes por área de conocimiento para los planes de estudio actualizados del SNEST.</p>

<p>Instituto Tecnológico de Morelia del 10 al 13 de septiembre de 2013.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, CRODE Celaya, Cerro Azul, Chihuahua, Cd. Cuauhtémoc, Cd. Hidalgo, Cd. Juárez, Cd. Madero, Cd. Valles, Coacalco, Colima, Iguala, La Laguna, Lerdo, Los Cabos, Matamoros, Mérida, Morelia, Motúl, Múzquiz, Nuevo Laredo, Nuevo León, Oriente del Estado de México, Orizaba, Pachuca, Progreso, Purhepecha, Salvatierra, San Juan del Río, Santiago Papasquiario, Tantoyuca, Tepic, Tlatlauquitpec, Valle de Morelia, Venustiano Carranza, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec.</p>	<p>Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las Asignaturas Equivalentes del SNIT.</p>
---	--	---

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<p>Identifica y aplica las diferentes teorías y técnicas de la investigación de operaciones, en la solución de problemas relacionados con su profesión, en cuanto a una toma de decisiones adecuada y fundada en el método científico en la administración.</p>

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> De matemáticas para gastronomía: modela y soluciona ecuaciones lineales, aplicando técnicas específicas; resuelve ejercicios de álgebra básica aplicando las diferentes leyes y teoremas; <input type="checkbox"/> De probabilidad y estadística: elabora árboles de decisión, utilizando principios aditivo y multiplicativo.
--

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Toma de decisiones.	1.1 Ambientes y criterios para la toma de decisiones. 1.2 Toma de decisiones bajo modelos de certidumbre, incertidumbre y riesgo. 1.3 Enfoque cuantitativo en la toma de decisiones. 1.4 Teoría de la utilidad. 1.5 La obtención de datos para la toma de decisiones. 1.6 Árboles de decisión.

2	Programación lineal.	2.1 Formulación y aplicación de modelos de programación lineal. 2.2 Método gráfico. 2.3 Método simplex. 2.3.1 Método algebraico. 2.3.2 La tabla simplex. 2.4 Método dual. 2.5 Método dual-simplex. 2.6 Análisis de resultados.
3	Asignación y transporte	3.1 Método de Esquina Noroeste. 3.2 Método de Costo Mínimo. 3.3 Método de Aproximación de Vogel. 3.4 Método de Asignación.
4	Líneas de espera	4.1 Estructura básica de los modelos de línea de espera. 4.1.1 Un servidor, una cola. 4.1.2 N servidores, una cola. 4.1.3 N servidores, n colas. 4.2 Criterios bajo la distribución de Poisson y Exponencial para la selección del modelo apropiado de líneas de espera. 4.3 Aplicación de modelos de decisión en líneas de espera. 4.4 Inferencia de resultados.
5	Modelos de pronósticos e Inventarios	5.1 Modelos de pronósticos. 5.1.1 Modelos de pronósticos para un nivel constante. 5.1.2 Efectos estacionales en los modelos de pronósticos. 5.2 Suavizado exponencial en modelos de tendencia lineal. 5.3 Errores en los pronósticos. 5.4 Pronósticos causales con regresión lineal. 5.5 Definición y tipos de inventarios. 5.5.1 Ventajas y desventajas de los inventarios. 5.5.2 Costos de inventarios. 5.6 Modelos determinísticos. 5.7 Modelos probabilísticas. 5.8 Planeación de requerimientos de materiales.

6	Redes	6.1 Gráfica de Gantt. 6.2 Método de la ruta crítica (PERT/CPM). 6.2.1 Terminología. 6.2.2 Construcción de una red. 6.2.3 Determinación de la ruta crítica. 6.2.4 Compresión de redes. 6.2.5 Análisis de una red PERT. 6.3 Programación y control de proyectos basados en costos.
---	-------	---

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Toma de decisiones.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): identifica y compara las diferentes técnicas y métodos para la toma de decisiones.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Competencias Instrumentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión • Capacidad de comunicación oral y escrita • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. <p>Competencias Interpersonales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de trabajo en equipo. <p>Competencias Sistémicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de investigación. • Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar y discutir en clase la diferencia entre mejora y optimización de las organizaciones. • Generar en el grupo una lluvia de ideas para discutir y analizar la importancia de la aplicación de la teoría de las decisiones en administración. • Analizar y discutir la diferencia entre modelos de decisión basados en certeza, riesgo e incertidumbre. • Solución de problemas que conduzcan a obtener una utilidad con la aplicación de modelos de Maxi-Max, Maxi-Min y valor esperado. • Identificar y diferenciar los datos necesarios para estructurar problemas y visualizar las posibles alternativas de decisión, utilizando árboles de decisión.
Programación lineal	
Competencias	Actividades de aprendizaje

<p>Específica(s): Identifica y emplea los métodos: gráfico y simplex, en la optimización de recursos, para mezclas de productos/recursos.</p> <p>Genéricas: Competencias Instrumentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión <p>Competencias Interpersonales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de trabajo en equipo. <p>Competencias Sistémicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar investigación documental • presentación al grupo de las partes componentes de un modelo de programación lineal • aplicar estos modelos para mezcla de productos.
---	---

Asignación y transporte.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Utiliza modelos matemáticos para la solución de problemas que contemplen transporte y asignación.</p> <p>Genéricas: Competencias Instrumentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión <p>Competencias Interpersonales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de trabajo en equipo. <p>Competencias Sistémicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar investigación documental o bibliográfica • Realizar un resumen o síntesis de la actividad anterior. • Resolver ejercicios relacionados y hacer notar las diferencias y similitudes entre los distintos métodos de solución y sus resultados.
Líneas de espera	
Competencias	Actividades de aprendizaje

<p>Específica(s): Identifica y emplea los diferentes métodos de líneas de espera, en la optimización de recursos para empresas de servicio y/o productos.</p> <p>Genéricas: Competencias Instrumentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión <p>Competencias Interpersonales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de trabajo en equipo. <p>Competencias Sistémicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar investigación documental • presentación al grupo de las partes componentes de un modelo de líneas de espera • aplicar estos modelos para solución de ejercicios prácticos • Especificar el modelo apropiado de líneas de espera, ante determinada cantidad de colas y servidores. • Resolver ejercicios prácticos relacionados.
Modelos de Pronósticos e Inventarios	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Identifica el tipo de problemas y modelos, para emplear las teorías de inventarios y pronósticos de forma adecuada, a partir de información apropiada, relacionada con su formación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar investigación documental • presentación al grupo de las partes componentes de modelos de pronósticos e inventarios • Especificar el modelo apropiado de pronósticos e inventarios
<p>Genéricas: Competencias Instrumentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión <p>Competencias Interpersonales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de trabajo en equipo. <p>Competencias Sistémicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Resolver ejercicios prácticos relacionados.
Redes	

<p>Específica: Planea proyectos integrando los recursos tales como: gráficos de Gantt, tiempos y secuencias, CPM, Pert, considerando la optimización de los recursos disponibles.</p> <p>Genéricas: Competencias Instrumentales:</p> <ul style="list-style-type: none">• Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión <p>Competencias Interpersonales:</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de trabajo en equipo. <p>Competencias Sistémicas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	<ul style="list-style-type: none">• Realizar investigación documental• presentación al grupo• Clase demostrativa• Resolver ejercicios prácticos relacionados: Construir diagramas de redes, manipular la ruta crítica para poder establecer la relación tiempo-costo.
--	--

8. Práctica(s)

Tema	Prácticas propuestas
Toma de decisiones.	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Debate en cuanto a las mejores y más recomendables alternativas de solución para la toma de decisiones. <input type="checkbox"/> Casos prácticos para la identificación y resolución de ejercicios relacionados.
Programación lineal.	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Analizar problemas planteados; así como la información e identificar el modelo a utilizar para la solución de problemas con base en la función objetivo y las ecuaciones de restricción. <input type="checkbox"/> Plantear y resolver problemas de programación lineal en software de propósito general como Excel solver y especializado como tora, aplicando el método gráfico y el algoritmo simplex <input type="checkbox"/> Aplicar método simplex a casos de optimización de recursos. <input type="checkbox"/> Realizar interpretaciones y comparaciones de los resultados obtenidos mediante el cambio de valores en las variables de las restricciones.
Asignación y transporte.	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Desarrollar una visita a alguna empresa de la región del ramo del transporte que involucre el desplazamiento de bienes entre fuentes y destinos, modelar el problema considerando las fuentes y los destinos,
	<p>y la optimización de los costos de transporte.</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Plantear y resolver problemas de asignación y transporte en software de propósito general como Excel solver y especializado como tora, aplicando los diferentes métodos de asignación y transporte. <input type="checkbox"/> Estudio de casos relacionados.
Líneas de espera.	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Plantear y resolver problemas de líneas de espera en software de propósito general como Excel solver y especializado como TORA, Promodel o Flexsim para simular un proceso que involucre colas. <input type="checkbox"/> Simular las líneas de espera, en cada uno de los casos en que se aplica el modelo, analizarlo y obtener las conclusiones.
Modelos de Pronósticos e Inventarios	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Resolver casos prácticos y analizar el impacto de los inventarios en los costos de operación de las empresas, proyecciones futuras y modelo de pronóstico que corresponda. Hacer el informe.
Redes.	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Presentar por equipos en sesión de grupo el estudio y solución de casos (proyectos) que involucre la utilización de graficas de Gantt en la estimación de tiempos y secuencias y Pert y CPM para la determinación de la ruta crítica a considerar. <input type="checkbox"/> Elaborar informe

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.

Nombre del proyecto: ¿me conviene?

Los diferentes autores, sus teorías y casos de éxito, sustentan la aplicación de los diferentes métodos y procedimientos, de lo que se ha llamado el método científico en la administración. Para aplicar lo aprendido, se implementarán los procedimientos que así apliquen, para orientar la toma de decisiones, en un proyecto por equipos, que los alumnos tengan de asignaturas anteriores, para aplicar los métodos que se estudien esta asignatura.

- **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.

Cada unidad, los alumnos irán identificando su problemática, relacionada con los temas, para seleccionar los que apliquen a su proyecto, plan de trabajo, necesidades, producto, servicio, personal, atención al cliente, distribución, almacén, inventario, etapas y lo relacionado con el buen desempeño del producto o servicio que vayan a ofrecer en su proyecto. En la semana 15 se presentarán las propuestas ante un panel de pares académicos y multidisciplinarios.

- **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.

Dado que se irá implementando a lo largo de 14 semanas del semestre, en la 15 se presentará la propuesta con la aplicación de las diferentes técnicas, para evaluar la utilización de los procedimientos y las conclusiones a partir de ello.

- **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.

Será en la semana 15, con retroalimentación por parte de los pares académicos y correcciones en la semana 16.

10. Evaluación por competencias

Portafolio de evidencias con:

- **Evidencias Manuscritas:** son elaboradas a mano, pueden realizarse en el aula (resumen, descripción, mapas mentales, etc.) o como parte de alguna tarea.
- **Evidencias Digitales:** videos, audios, simulaciones, elaboración o uso de software, diversos documentos electrónicos (no impresos).
- **Evidencias Impresas:** investigaciones documentales, definiciones, fotocopias, catalogo, manuales o cualquier documento que se solicite por computadoras y que tenga que ser impreso, para la utilización final o definitiva del mismo.
- **Evidencias Físicas:** prototipos, modelos, maquetas, productos elaborados, objetos físicos. Consultar el catálogo de rúbricas y listas de cotejo.

11. Fuentes de información

1. Wayne L. W. (2005). *Investigación de Operaciones aplicaciones y algoritmos* Ed. Thomson.
2. Hillier, F.S y Liebermang G.J. (2007). *Introducción a la Investigación de Operaciones* Ed. Mc Graw Hill, 7ma Edición.
3. Moskowitz H. (1985) *Transporte y asignación, Investigación de Operaciones* Prentice Hall.
4. Diaz S. F., Rendon C. & Hernán D. (2002). *Introducción a la Investigación de Operaciones*. Universidad Nacional.
5. Taha H. A. (1995). *Investigación de operaciones*. Alfaomega. 5 Ed.
6. Davis K. McKeown P. (1986). *Modelos cuantitativos para administración*. Grupo editorial Iberoamérica. 2 Ed.
7. Bazaraa M. y Jarvis. J. (1998). *Programación lineal y flujo de redes*. Limusa. Noriega editores, 2 ed.
8. Gass S.I. (1981). *Programación lineal*. Compañía Editorial Continental.