

### PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
<b>MA3701</b>	<b>Optimización</b>			
Nombre en Inglés				
Optimization				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	3	2	5
Requisitos			Carácter del Curso	
MA2002 Cálculo Avanzado y Aplicaciones			CFB, curso de Licenciatura obligatorio para Ingeniería Civil Matemática	
Resultados de Aprendizaje				
<p>El alumno sabrá resolver problemáticas que aparecen en el modelamiento de problemas de ingeniería con herramientas de optimización lineal y no-lineal tanto continua como entera, con o sin restricciones, y utilizar algunos algoritmos adecuados. El alumno sabrá utilizar paquetes computacionales útiles en la resolución de problemas de optimización.</p>				

Metodología Docente	Evaluación General
<p>Clases teóricas, demostrando solamente lo esencial y ejercicios para trabajo personal.</p> <p>Dos tareas: Una consistente en modelar completamente un problema complejo y resolverlo usando software libre de la Web.</p> <p>Otra consistente en programar alguno de los algoritmos vistos en clases y usarlos para resolver un problema dado</p>	<p>Tres controles y un examen.</p> <p>Nota de tarea: 20%, se aprueba por separado.</p>

### Resumen de Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
<b>1</b>	<b>Principales clases de problemas en programación matemática.</b>	<b>1.0</b>
<b>2</b>	<b>Programación Lineal</b>	<b>6.0</b>
<b>3</b>	<b>Introducción a los problemas lineales de gran tamaño</b>	<b>1.0</b>
<b>4</b>	<b>Optimización sin restricciones</b>	<b>3.0</b>
<b>5</b>	<b>Optimización con restricciones</b>	<b>3.0</b>
<b>6</b>	<b>Programación dinámica</b>	<b>1.0</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>15.0</b>

### Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
<b>1</b>	<b>Principales clases de problemas en programación matemática.</b>	<b>1.0</b>
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<p>1.1 Resolución de problemas simples de programación lineal, programación entera y programación no-lineal con o sin restricciones.</p> <p>1.2 Ejemplos de problemas reales.</p>	<p>El alumno deberá comprender y clasificar los distintos tipos de problemas de optimización (lineales, enteros, no lineales, estructuras de grafos, etc).</p>	<p>Wagner Hillier- Liebermann</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
<b>2</b>	<b>Programación Lineal</b>	<b>6.0</b>
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<p>2.1 El método Simplex: desarrollo analítico e interpretación gráfica.</p> <p>2.2 Problema dual: planteamiento y propiedades con respecto al primal. Interpretación Económica.</p> <p>2.3 Nociones de análisis post-optimal (variación del lado derecho, variación de los costos, agregar columna, agregar fila).</p> <p>2.4 Aplicaciones a la producción y el transporte.</p> <p>2.5 Noción de grafo y problemas lineales representables en</p>	<p>El alumno comprende el algoritmo Simplex y su aplicación a diferentes tipos de problemas, incluyendo problemas de flujos en redes y para problemas de programación entera.</p> <p>Sabe distinguir comprender e interpretar la noción de dualidad.</p> <p>El alumno puede hacer análisis de sensibilidad en casos simples, a través del cual comprende el concepto de estabilidad.</p>	<p>Chvatal Bazaraa</p>

<p>grafos (enunciar problema flujo de costo mínimo y los casos particulares: transporte, asignación, camino más corto, flujo máximo).</p> <p>2.6 Algoritmos de flujos en redes: transporte, flujo máximo, camino más corto.</p> <p>2.7 Motivos de no-linealidad en grafos.</p> <p>2.8 Programación lineal entera: método de ramificación y acotamiento. Verlo a través de un ejemplo ilustrativo.</p>		
---	--	--

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas	
<b>3</b>	<b>Introducción a problemas lineales de gran tamaño</b>	<b>1.0</b>	
Contenidos		Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<p>3.1 Introducción.</p> <p>3.2 Noción de descomposición. Entre ellos Dantzig-Wolfe.</p> <p>3.3 Ejemplos</p>		El alumno sabe identificar casos de optimización lineal en la que se pueden aplicar métodos de descomposición.	

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas	
<b>4</b>	<b>Optimización sin restricciones</b>	<b>3.0</b>	
Contenidos		Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<p>3.1 Condiciones de Optimalidad de 1er. y 2do. orden.</p> <p>3.2 Nociones de búsqueda unidimensional: Golstein-Armijo, dicotomía, Fibonacci y otras.</p>		<p>El alumno conoce y aplica la noción fundamental de algoritmos de descenso, basado en la búsqueda sobre una dirección dada.</p> <p>Conoce y aplica las condiciones de</p>	Bazaraa y Sheltly

<p>3.3 Método del gradiente y su tasa de convergencia (lineal).</p> <p>3.4 Familia de algoritmos de tipo gradiente conjugado. Ejemplo: algoritmo de Fletcher y Reeves y otros.</p> <p>3.5 Algoritmo de Newton, cuasi-Newton (DFP y BFGS) y tasas de convergencia (convergencia cuadrática en caso particular de Newton).</p>	<p>optimalidad de primer y segundo orden en el caso diferenciable y se introduce la idea en el caso no diferenciable.</p> <p>El alumno comprende los distintos conceptos de los tipos de convergencia: lineal, superlineal, cuadrática a través de la revisión de métodos específicos.</p>	
--	--	--

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
<b>5</b>	<b>Optimización con restricciones</b>	<b>3.0</b>
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<p>4.1 Nociones de convexidad y separación de convexos. Teorema de Farkas.</p> <p>4.2 Condiciones de Optimalidad de 1er orden. Definiciones: dirección admisible, dirección de descenso. Teorema de Karush-Kuhn-Tucker.</p> <p>4.3 Nociones de sensibilidad e interpretación económica.</p> <p>4.4 Método de direcciones admisibles (caso restricciones lineales).</p> <p>4.5 Método de penalidad, barrera.</p> <p>4.6 Introducción del concepto de sub-gradiente y optimización no-diferenciable.</p>	<p>El alumno comprende cabalmente las condiciones necesarias y suficientes de optimalidad con restricciones.</p> <p>Conoce los conceptos de dirección admisible, dirección de descenso y en general como se construye el Teorema de Kuhn-Tucker como una idea de separación de convexos.</p> <p>Sabe las limitaciones del Teorema de Kuhn-Tucker y conoce algunas de sus aplicaciones en economía.</p> <p>Conoce y aplica correctamente métodos de direcciones clásicos, de direcciones admisibles y de penalización de barrera.</p>	<p>Bazaraa y Shetty</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas	
<b>6</b>	<b>Programación dinámica</b>	<b>1.0</b>	
Contenidos		Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<p>5.1 Fundamentos teóricos de la programación dinámica: optimalidad, noción de estado, ecuación funcional (principio de Bellman).</p> <p>5.2 Aplicaciones: problema de la mochila, problema de producción, portafolio de inversiones, etc.</p>		El alumno conoce las nociones básicas de la programación dinámica y el Principio de Bellman.	Bellman

Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bazaraa, M., <i>Programación Lineal y Flujo en Redes</i>, Wiley-Limusa, (2005).</li> <li>• Bazaraa, M. y Sheltly, C., <i>Nonlinear Programming</i>, Wiley, (1979).</li> <li>• Chvatal, V., <i>Linear Programming</i>, Freeman &amp; Co. (1983).</li> <li>• Dakin, R., A Tree Search Algorithm for Mixed Integer Programming Problems. <i>The Computer Journal</i> 8 (1965), 250-255.</li> <li>• Bellman, <i>Dynamic Programming</i>, Dover, (2003)</li> <li>• Hillier, F., Lieberman, G., <i>Introducción a la Investigación de Operaciones</i>, Mcgraw Hill-Interamericana, 6 ed, 1997.</li> <li>• Luenberger, D., <i>Introduction to Linear and Nonlinear Programming</i>, Addison-Wesley, (1973).</li> <li>• Marsten, R. &amp; Morin, T., A Hybrid Approach to Discrete Mathematical Programming. <i>Mathematical Programming</i> 14(:1)(1978), 21-40.</li> <li>• McCormick, G., <i>Nonlinear Programming</i>, John Wiley (1983). New York, Mac Graw-Hill, 1970.</li> <li>• Minoux, M., <i>Programmation Mathematique</i>, Tomo I y II. Dunod (1983).</li> <li>• Murthy, K., <i>Linear and Combinatorial Programming</i>, Wiley, (1976).</li> <li>• Ortega, J.M., Rheinbolt, W.C., <i>Iterative solution of nonlinear equations of Several Variables</i>. New York, Academic Press, (1970).</li> <li>• Polak, E., <i>Computational Methods in optimization</i>. New York, Academic Press, (1971).</li> <li>• Rockafellar, R.T., <i>Convex Analysis</i>. New Jersey, Princeton University Press, (1970).</li> <li>• Shapiro, J.F., <i>Mathematical Programming: Structures and algorithms</i>, John Wiley &amp; Sons, (1979).</li> <li>• Wagner, H., <i>Principles of Operations Research</i>, Prentice Hall, (1975).</li> </ul>

Vigencia desde:	Primavera 2009
Elaborado por:	Jorga Amaya
Revisado por:	Axel Osses (Jefe Docente)