

## Área de conocimiento COMPLEMENTARIA (I - A)

### MÉTODOS DE PROGRAMACIÓN MATEMÁTICA – OPTIMIZACIÓN

<b>Código: MIC 109</b>	<b>Obligatoria</b>
<b>Horas Módulo: 40 (cuarenta)</b>	<b>Créditos: 2.6</b>
<b>Área: Complementaria (I - A)</b>	<b>Correlativa:</b>
<b>Horas teóricas: 50%</b>	<b>Horas prácticas: 50%</b>

#### 1. FUNDAMENTACIÓN

La asignatura MÉTODOS DE PROGRAMACIÓN MATEMÁTICA se fundamenta en el currículo de la MAESTRÍA EN INFORMÁTICA Y COMPUTACIÓN con el fin de que el alumno consiga los siguientes objetivos:

- Familiarizarse con los problemas de optimización.
- Incorporar el paradigma de la optimización como herramienta para plantear y resolver problemas de Ingeniería.
- Conseguir que identifique los elementos esenciales de todo problema de optimización: Datos, variables, restricciones y función objetivo.
- Familiarizarse con el lenguaje GAMS y conseguir que lo domine.
- Conseguir que el alumno conozca un conjunto notable de problemas de ingeniería que pueden resolverse mediante problemas de optimización y GAMS, así como su planteamiento en forma matemática.
- Mostrar al alumno que el planteamiento y la identificación de los elementos que intervienen en un problema de optimización no es una cosa trivial, e incluso que puede ser muy complicada.
- Conseguir que el alumno sepa conectar el lenguaje GAMS con otros lenguajes, tales como Mathematica, Matlab, Latex, para que produzca salidas de resultados en dichos formatos.
- Conseguir que el alumno piense en optimizar las soluciones a los problemas de ingeniería y que las optimice con regularidad.

#### 2. CAPACIDADES

- Conocer las tecnologías, herramientas y técnicas en el campo de la optimización en ingeniería y ciencia.
- Identificar, medir, enunciar, analizar, diagnosticar, modelizar y describir científica y técnicamente un problema de optimización en el ámbito de la ingeniería, la ciencia, la economía, etc.
- Desarrollar modelos explicativos e instrumentos de análisis innovadores y originales acordes con la naturaleza de los problemas propios de la ingeniería de optimización a

partir de la experiencia observable y el análisis crítico de las propuestas propias y ajenas disponibles.

- Entender y evaluar el impacto de sus soluciones, resultados y decisiones en un contexto social, económico, ambiental y global.
- Identificar los datos, las variables, las restricciones y la función objetivo de un problema de optimización.
- Incorporar a su metodología de trabajo la optimización de los problemas.
- Resolverá los problemas ingenieriles mediante problemas de optimización resueltos con el software GAMS.

### 3. CONTENIDOS CURRICULARES

#### Parte I: Modelos

##### 1 Programación lineal

- 1.1 Introducción.
- 1.2 El problema del transporte.
- 1.3 El problema de la planificación de la producción.
- 1.4 El problema de la dieta.

##### 2 Programación lineal entera-mixta

- 2.1 Introducción.
- 2.2 El problema de la mochila.
- 2.3 Identificación de síntomas relevantes.
- 2.4 El problema de la Academia de Ingeniería.  
Problema del horario.
- 2.6 Modelos de localización de plantas productivas.

##### 3 Programación no lineal

- 3.1 Introducción.
- 3.2 Algunos ejemplos geométricos.

#### Parte II: Métodos

##### 4 Introducción a la programación lineal

- 4.1 Introducción.
- 4.2 Formulación del problema.
- 4.3 Problema de programación lineal en forma estándar.
  - 4.3.1 Transformación a la forma estándar.
- 4.4 Soluciones básicas.
- 4.5 Sensibilidades.
- 4.6 Dualidad.
  - 4.6.1 Obtención del dual a partir del primal en forma estándar.
  - 4.6.2 Obtención del problema dual.
  - 4.6.3 Teoremas de dualidad.

##### 5 El conjunto de soluciones factibles

- 5.1 Introducción y motivación.
- 5.2 Conjuntos convexos.
- 5.3 Espacios vectoriales.

- 5.4 Conos poliédricos convexos.
- 5.5 Politopos.
- 5.6 Poliedros.
- 5.6.1 Representación general de los poliedros.
- 5.7 PPL acotado y no acotado.

## **6 Resolución de problemas de programación lineal**

- 6.1 Introducción.
- 6.2 El método simplex.
  - 6.2.1 Ejemplo ilustrativo.
  - 6.2.2 Descripción general.
  - 6.2.3 Etapa de iniciación.
  - 6.2.4 Operación elemental de pivotación.
  - 6.2.5 Identificación de una solución óptima.
  - 6.2.6 Iteración reguladora.
  - 6.2.7 Detección de no acotación.
  - 6.2.8 Detección de no factibilidad.

## **7 Optimalidad y dualidad en programación no lineal**

- 7.1 Introducción.
- 7.2 Condiciones necesarias de optimalidad.
  - 7.2.1 Diferenciabilidad.
  - 7.2.2 Condiciones de Karush–Kuhn–Tucker.
- 7.3 Condiciones de optimalidad: suficiencia y convexidad.
  - 7.3.1 Convexidad.
  - 7.3.2 Condiciones suficientes de Karush–Kuhn–Tucker.
- 7.4 Teoría de dualidad.
- 7.5 Ilustración práctica de la dualidad y separabilidad.
  - 7.5.1 Esquema centralizado o método primal.
  - 7.5.2 Mercado competitivo o esquema dual.

## **Parte III: Software**

### **8 La herramienta GAMS**

- 8.1 Introducción.
- 8.2 Ejemplo ilustrativo.
- 8.3 Características del lenguaje.
  - 8.3.1 Conjuntos.
  - 8.3.2 Escalares.
  - 8.3.3 Vectores y matrices de datos.
  - 8.3.4 Reglas sobre las expresiones matemáticas en asignaciones 302
  - 8.3.5 Variables.
  - 8.3.6 Restricciones.
  - 8.3.7 Modelos
  - 8.3.8 Resolución.
  - 8.3.9 La Potencia del asterisco.

- 8.3.10 Resultados.
- 8.3.11 Expresiones condicionales.
- 8.3.12 Conjuntos dinámicos.
- 8.3.13 Estructuras iterativas.
- 8.3.14 Escritura en ficheros de salida.

## **9 Algunos ejemplos en GAMS**

- 9.1 Introducción.
- 9.2 Ejemplos de programación lineal.
  - 9.2.1 El problema del transporte.
  - 9.2.2 Problema de planificación de la producción.
  - 9.2.3 El problema de la dieta.
  - 9.2.4 Problema de flujos en redes.
- 9.3 Ejemplos de programación lineal entera y entera-mixta.
  - 9.3.1 El problema de la mochila.
  - 9.3.2 Identificación de síntomas relevantes.
  - 9.3.3 El problema de la academia de ingeniería.
  - 9.3.4 El problema del horario.
  - 9.3.5 Modelos de localización de plantas productivas.
- 9.4 Ejemplos de programación no lineal.
  - 9.4.1 El ejemplo del paquete postal.
  - 9.4.2 El ejemplo de la tienda.
  - 9.4.5 El ejemplo del transporte de arena.

## **Parte IV Aplicaciones**

### **10 Aplicaciones**

- 10.1 Aplicaciones a la inteligencia artificial,
- 10.4 Modelos de regresión.

## **Parte V Análisis de sensibilidad**

### **11 Análisis de sensibilidad**

- 12.1 Introducción.
- 12.2 Planteamiento del problema.
- 12.3 Sensibilidades basadas en la teoría de la dualidad.
  - 12.3.1 Condiciones de Karush-Kuhn-Tucker y sensibilidad.
  - 12.3.2 Obtención de variables duales.
  - 12.3.3 Algunas sensibilidades de la función objetivo.
  - 12.3.4 Método práctico para obtener las sensibilidades de la función objetivo.
  - 12.3.5 Fórmula general para las sensibilidades de la función objetivo.
- 12.4 Método general para obtener todas las sensibilidades.  
Ejemplos.



#### **4. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE**

Se planifican las actividades siguientes:

- Exposición de clases magistrales fomentando el diálogo y la participación de los estudiantes.
- Se realizarán trabajos grupales de los alumnos con ordenador en los que plantearán y programarán las soluciones a problemas reales.
- Se favorecerá también el trabajo y el estudio independiente.
- Los alumnos prepararán y presentarán un trabajo final.
- Se utilizarán elementos de la pedagogía basada en aprendizaje mediante la resolución de problema, poniendo énfasis en la motivación para el aprendizaje de los distintos temas.
- Se propiciará el aprendizaje autónomo mediante la búsqueda de información en repositorios digitales de publicaciones académicas especializadas.

#### **5. ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN Y APROBACIÓN**

La evaluación del proceso de enseñanza – aprendizaje se efectuará a través de una evaluación continua con el seguimiento de los trabajos realizados con ordenador en clase.

También se realizará un trabajo final con el que se comprobará si los alumnos han logrado los objetivos programados para el curso y conseguido las habilidades esperadas.

En el trabajo final el alumno deberá acreditar capacidad en el manejo de los conceptos teóricos, la integración de los conocimientos, y la aplicación de los mismos en la interpretación de situaciones concretas. Se aplicará la escala de calificaciones vigente en la UNP.

#### **6. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA Y COMPLEMENTARIA**

##### **Bibliografía básica**

- E. CASTILLO, A. CONEJO, P. PEDREGAL, R. GARCÍA, N. ALGUACIL. 2001. Building and Solving Mathematical Programming Models in Engineering and Science. Pure and Applied Mathematics: A Wiley-Interscience Series of Texts, Monographs, and Tracts, New York. 546 pages. ISBN: 0-471-15043-6.
- CONEJO, E. CASTILLO, R. MÍNGUEZ, R. GARCÍA-BERTRAND. 2006. Decomposition Techniques in Mathematical Programming. Engineering and Science Applications, Springer, Berlin, Heidelberg,. ISBN: 3-540-27685-8.
- E. CASTILLO, A. CONEJO, P. PEDREGAL, R. GARCÍA, N. ALGUACIL. 2002. Formulación y Resolución de Modelos de Programación Matemática en Ingeniería y Ciencia. Publicaciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. ISBN: 84-600-9751-X.

##### **Bibliografía complementaria**

- Bazaraa, M. S., Dherali, H. D. and Shetty, C. M. Nonlinear Programming: Theory and Algorithms. Wiley
- Luenberger, D. G. (2003) Linear and nonlinear programming. Kluwer Academic Publishers.