



Universidad
Politécnica
de Cartagena



Centro
Universitario
de la Defensa

Guía docente de la asignatura: Métodos Cuantitativos

Titulación:

Grado en Ingeniería de Organización Industrial

Curso 2012-2013

Guía Docente

1. Datos de la asignatura

Nombre	Métodos Cuantitativos				
Materia	Métodos Cuantitativos				
Módulo	Materias básicas de Ingeniería y Arquitectura				
Código	511102005				
Titulación	Grado en Ingeniería de Organización Industrial				
Plan de estudios	2009 (Decreto 269/2009 de 31 de julio)				
Centro	Centro Universitario de la Defensa				
Tipo	Obligatoria				
Periodo lectivo	1 ^{er} Cuatrimestre	Curso	2º		
Idioma	Castellano				
ECTS	4.5	Horas / ECTS	25	Carga total de trabajo (horas)	112.5
Horario clases teoría		Aula			
Horario clases prácticas		Lugar			

2. Datos del profesorado

Profesor responsable	Ana Esther Madrid García		
Área de conocimiento	Estadística e Investigación Operativa		
Ubicación del despacho	CUD (Despacho 35)		
Teléfono	968.189.939	Fax	968189970
Correo electrónico	anae.madrid@ cud.upct.es		
Horario de atención / Tutorías	Se recomienda cita previa por e-mail		

Profesor 2	M ^a Carmen Ruiz Abellón		
Área de conocimiento	Estadística e Investigación Operativa		
Ubicación del despacho	CUD (Despacho 3)		
Correo electrónico	maricarmen.ruiz@upct.es		
Horario de atención / Tutorías	Se recomienda cita previa por e-mail		

3. Descripción de la asignatura

3.1. Presentación

La asignatura Métodos Cuantitativos es una asignatura con un carácter eminentemente aplicado y tiene como objetivo que los alumnos de la Titulación de Graduado en Ingeniería de Organización Industrial adquieran los conocimientos necesarios para aplicar técnicas de optimización que les ayude en la futura toma de decisiones.

3.2. Ubicación en el plan de estudios

La asignatura Métodos Cuantitativos se estudia en segundo curso y se imparte en el primer cuatrimestre. Se trata de una asignatura básica en la que se presentan las bases y herramientas usuales que dan apoyo a la toma de decisiones, por lo que resulta de gran importancia en la formación del futuro Ingeniero en Organización Industrial.

3.3. Descripción de la asignatura. Adecuación al perfil profesional

La asignatura Métodos Cuantitativos se ha diseñado teniendo en cuenta el perfil profesional del Ingeniero de Organización Industrial. Fundamentalmente, el curso es una introducción a la teoría de las decisiones y a las técnicas básicas de la investigación operativa. El énfasis está dado a nivel del modelado en investigación operativa, y en particular a través del empleo de algunas técnicas específicas: la programación lineal y entera, el análisis de redes incluyendo la planificación y control de proyectos (PERT) y la programación por camino crítico (CPM) así como una introducción a los métodos de programación multiobjetivo.

3.4. Relación con otras asignaturas. Prerrequisitos y recomendaciones

Al tratarse de una asignatura Básica que utiliza bastantes rudimentos matemáticos, será de gran utilidad el dominio de los contenidos de la asignatura Álgebra cursada en el primer cuatrimestre de primer curso y otros correspondientes a la asignatura Estadística que se imparte en el segundo cuatrimestre de primer curso. Así, los alumnos deben haber adquirido previamente los siguientes conocimientos mínimos para un correcto seguimiento de la asignatura:

- De la asignatura Álgebra: Matrices, determinantes, resolución de sistemas de ecuaciones lineales.
- De la asignatura Estadística: Concepto de incertidumbre asociado a todo proceso real. Modelización probabilística de situaciones reales. Manejo de tablas estadísticas.

A través de esta asignatura se adquieren los conocimientos básicos para afrontar con garantías otras asignaturas, tales como:

2º Curso

Economía y Administración de la Empresa

Organización del trabajo y recursos humanos

3º Curso
Dirección de Operaciones

4º Curso
Prácticas de empresa
Trabajo Fin de Grado

Tabla 1. Relación con otras asignaturas de la Titulación

3.5. Medidas especiales previstas

Se potenciará la creación de grupos de trabajo/aprendizaje cooperativo para reforzar los conocimientos adquiridos. El trabajo de estos grupos será evaluado bien mediante la resolución de actividades a través de la plataforma virtual de la asignatura o bien mediante la utilización del horario previsto para Actividades Presenciales No Convencionales.

4. Competencias

4.1. Competencias específicas de la asignatura

El alumno aprenderá a utilizar ciertas herramientas formales para modelar y resolver problemas de naturaleza lineal que se presentan a la hora de optimizar/distribuir una cantidad de recursos de naturaleza finita.

De manera esquemática podemos resumir lo anterior en las siguientes competencias: Modelización de problemas. Aplicación de técnicas de resolución de problemas lineales de optimización, el algoritmo simplex. Capacidad de análisis de soluciones a partir de perturbaciones en las condiciones del problema. Variantes de la programación lineal: programación entera, problemas especiales, optimización en redes, etc.... Resolución de problemas multiobjetivo.

4.2. Competencias genéricas / transversales

COMPETENCIAS INSTRUMENTALES (Aquellas que tienen una función de medio o herramienta para obtener un determinado fin)

- T1.1 Capacidad de análisis y síntesis
- T1.2 Capacidad de organización y planificación
- T1.3 Comunicación oral y escrita en lengua propia
- T1.4 Comprensión oral y escrita de una lengua extranjera
- T1.5 Habilidades básicas computacionales
- T1.6 Capacidad de gestión de la información
- T1.7 Resolución de problemas
- T1.8 Toma de decisiones

COMPETENCIAS PERSONALES (Características requeridas a las diferentes capacidades que hacen que las personas logren una buena interrelación social con los demás)

- T2.1 Capacidad crítica y autocrítica
- T2.2 Trabajo en equipo

- T2.3 Habilidades en las relaciones interpersonales
- T2.4 Habilidades de trabajo en un equipo interdisciplinar
- T2.5 Habilidades para comunicarse con expertos en otros campos
- T2.6 Reconocimiento de la diversidad y la multiculturalidad
- T2.7 Habilidad para trabajar en un contexto internacional
- T2.8 Compromiso ético

COMPETENCIAS SISTÉMICAS (Suponen destrezas y habilidades relacionadas con la comprensión de la totalidad de un sistema o conjunto. Requieren una combinación de imaginación, sensibilidad y habilidad que permite ver como se relacionan y conjugan las partes en un todo)

- T3.1 Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica
- T3.2 Capacidad de aprender
- T3.3 Adaptación a nuevas situaciones
- T3.4 Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)
- T3.5 Liderazgo
- T3.6 Conocimiento de otras culturas y costumbres
- T3.7 Habilidad de realizar trabajo autónomo
- T3.8 Iniciativa y espíritu emprendedor
- T3.9 Preocupación por la calidad
- T3.10 Motivación de logro

4.3. Objetivos generales/ Competencias específicas del Título

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES

- E1.1.a Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.

4.4. Objetivos del aprendizaje

Las competencias específicas y objetivos de aprendizaje que se desarrollarán con la asignatura, y que se indican a continuación, permitirán que el alumno al finalizar el curso sea capaz de:

- Adquirir los principios básicos de la Programación Lineal.
- Conocer el funcionamiento del algoritmo símplex.
- Analizar e interpretar económicamente los resultados obtenidos al resolver problemas de programación lineal.
- Ser capaz de obtener la solución de un problema frente a pequeñas variaciones en las condiciones del mismo.
- Ser capaz de identificar y resolver problemas de programación lineal en el que las variables de decisión toman únicamente valores enteros y conocer las limitaciones que se tienen en la resolución de este tipo de problemas.

- Ser capaz de modelar y aplicar las técnicas de resolución adecuadas a problemas especiales, tales como problemas de transporte, flujo en redes y asignación de recursos.
- Analizar y ser capaz de aplicar las herramientas básicas para el control y monitoreo de proyectos.
- Poseer las destrezas en el manejo de software que permitan la resolución de problemas de optimización.
- Poseer las destrezas necesarias para comunicar correctamente los problemas propuestos, con el lenguaje apropiado.
- Tomar conciencia de que los conocimientos, aptitudes, capacidades y destrezas adquiridas con esta materia resultan fundamentales para su futura actividad profesional.

Las actividades de enseñanza/aprendizaje diseñadas permitirán al alumno desarrollar su capacidad de: trabajo en equipo, análisis y síntesis de información, expresión escrita y comunicación oral mediante la redacción de informes y su exposición oral en las sesiones especialmente dedicadas a este tipo de actividades.

5. Contenidos

5.1. Contenidos según el plan de estudios

Los contenidos de la asignatura se han agrupado en cuatro bloques.

BLOQUE 1. PROGRAMACIÓN LINEAL

Este bloque se dedica a la optimización de una función lineal (maximizar o minimizar) sujeta a un conjunto de restricciones también lineales. Así tras introducir la terminología básica de la programación lineal intentaremos lograr que el alumno adquiera habilidad para crear y formular modelos determinísticos en investigación de operaciones, con énfasis en la formulación de problemas de programación lineal. Se presentarán técnicas gráficas de resolución para el caso de dimensión 2 para, posteriormente, presentar el algoritmo Simplex, como un método que permite resolver este tipo de problemas.

BLOQUE 2. DUALIDAD, SENSIBILIDAD Y ANÁLISIS PARAMÉTRICO

En primer lugar, se utilizarán técnicas de dualidad con el fin de obtener una interpretación económica de los resultados proporcionados por el algoritmo el símplex. Seguidamente se estudiará qué efecto tienen sobre la solución óptima de un problema pequeñas modificaciones o perturbaciones en los coeficientes que intervienen en un problema de P.L. (costes, recursos, coeficientes tecnológicos). El estudio de este tipo de situaciones, conocido como análisis de sensibilidad y paramétrico permiten tomar decisiones óptimas cuando se producen este tipo de modificaciones en las condiciones del problema a partir de la solución del problema original.

BLOQUE 3. PROGRAMACIÓN ENTERA Y PROBLEMAS ESPECIALES

La suposición de que las variables de un problema de programación lineal únicamente toman valores enteros lejos de simplificar el mismo hace que en ocasiones no sea posible obtener la solución óptima en un tiempo razonable. En este bloque se presentará el algoritmo de ramificación y acotación como un método general de resolución y se abordará la formulación e identificación de algunos problemas “especiales” como problemas de programación lineal.

BLOQUE 4. OPTIMIZACIÓN EN REDES Y PROGRAMACIÓN MULTIOBJETIVO

Si entendemos una red como un grafo formado por vértices (o nodos) y arcos que unen algunos de los vértices entre sí, donde los arcos llevan asociados valores numéricos que representan alguna medida o restricción (coste de transporte, tiempo, distancia, capacidad, etc), se plantearán problemas que optimicen el flujo en dicha red. En particular, se presentarán algoritmos de resolución para problemas de caminos más cortos y caminos más largos. Además veremos una aplicación directa de los problemas de caminos más largos: los problemas de planificación y control de proyectos: (CPM y PERT).

Para finalizar el bloque, dentro del epígrafe Programación Multiobjetivo, abordaremos el problema de la optimización simultánea de varias funciones objetivo que pueden ser conflictivas.

5.2. Programa de teoría

BLOQUE 1. PROGRAMACIÓN LINEAL

Tema 1. Introducción a la Programación Lineal

1. Orígenes de la Investigación Operativa.
2. Formulación de modelos.
3. Solución gráfica e interpretación.

Tema 2. El método del Símplex

1. Formulación general.
2. Algoritmo del Símplex.
3. Método de las penalizaciones o M grande.
4. Infactibilidad, no acotación, soluciones alternativas y ciclado.

BLOQUE 2. DUALIDAD, SENSIBILIDAD Y ANÁLISIS PARAMÉTRICO

Tema 3. Dualidad en Programación Lineal

1. Formulación del problema dual.
2. Relaciones entre los problemas primal y dual.
3. Interpretación económica del problema dual.
4. Método del Simplex dual.

Tema 4. Análisis de la sensibilidad

1. Cambios discretos en un coste, recurso o coeficiente tecnológico.
2. Incorporación de nuevas restricciones y variables.
3. Optimización paramétrica: variaciones en los costes y variaciones en los

recursos.

BLOQUE 3. PROGRAMACIÓN ENTERA Y PROBLEMAS ESPECIALES

Tema 5. Programación Entera y Problemas Especiales

1. Método de ramificación y acotación.
2. Programación 0-1 y Problema de la Mochila.
3. Problemas especiales: asignación, viajante de comercio, flujo máximo en redes y problema del transporte (con trasbordo).

BLOQUE 4. OPTIMIZACIÓN EN GRAFOS Y PROGRAMACIÓN MULTIOBJETIVO

Tema 6. Teoría de Grafos

1. Caminos de longitud mínima: algoritmo de etiquetación y algoritmo de Dijkstra.
2. Caminos de longitud máxima: algoritmo de etiquetación. Aplicación a la planificación de proyectos (CPM y PERT).

Tema 7. Programación Lineal Multiobjetivo

1. El problema de la Programación Lineal Multiobjetivo: solución eficiente.
2. Método de las penalizaciones y ε -restricciones.
3. Programación por metas.

5.3. Programa de prácticas

Sesiones de Laboratorio de Informática:

- **Práctica 1:** El método símplex.
- **Práctica 2:** Dualidad y sensibilidad.
- **Práctica 3:** Programación entera.
- **Práctica 4:** Grafos I: problemas de asignación, viajante de comercio, caminos de longitud mínima y caminos de longitud máxima.
- **Práctica 5:** Grafos II: problemas de transporte con trasbordo y flujo máximo.
- **Práctica 6:** Programación Multiobjetivo.

5.4. Programa resumido en inglés (opcional)

Unit 1. Introduction to linear programming

Unit 2. The Simplex method

Unit 3. Duality theory in linear programming

Unit 4. Sensitivity analysis

Unit 5. Integer programming and Special problems on linear programming

Unit 6. Network optimisation models

Unit 7. The multiobjective linear programming model

6. Metodología docente

6.1. Actividades formativas de E/A			
Actividad	Trabajo del profesor	Trabajo del estudiante	ECTS
Clase de teoría	Clase expositiva utilizando técnicas de aprendizaje cooperativo informal de corta duración. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes. Se tratarán los temas de mayor complejidad y los aspectos más relevantes.	<u>Presencial</u> : Toma de apuntes y revisión de estos con el compañero. Planteamiento de dudas individualmente o por parejas.	1 (25 h)
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia.	0.7 (17.5h)
Clase de problemas. Resolución de problemas tipo y casos prácticos	Se resolverán problemas tipo y se analizarán casos prácticos. Se enfatizará el trabajo en plantear los métodos de resolución y no los resultados Se plantearán problemas y/o situaciones reales para que los alumnos los resuelvan de manera individual o en pequeños grupos, siendo guiados paso a paso por el profesor.	<u>Presencial</u> : Participación activa. Resolución de ejercicios. Planteamiento de dudas	0.7 (17.5h)
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor.	0.8 (20h)
Clase de Prácticas. Sesiones en el aula de informática	Las sesiones prácticas de laboratorio de informática son fundamentales para aplicar los contenidos teóricos y prácticos a problemas reales. Mediante las sesiones de aula de informática se pretende que los alumnos adquieran habilidades básicas en el manejo de software específico.	<u>Presencial</u> : Manejo de software específico. Desarrollo de competencias en expresión oral y escrita mediante la presentación y exposición de los resultados obtenidos así como la elaboración de los informes correspondientes.	0.2 (5h)
		<u>No presencial</u> : Elaboración de los informes de prácticas en grupo y siguiendo criterios establecidos.	0.6 (15h)
Seminarios de problemas y otras actividades de aprendizaje cooperativo	Se realizarán varios seminarios de problemas a lo largo del curso. Los alumnos trabajan en grupos para resolver problemas reales con el fin de afianzar y aclarar conceptos.	<u>Presencial</u> : Resolución de los problemas. Explicación del método de resolución a los compañeros. Discusión de dudas y puesta en común del trabajo realizado.	0.16 (4h)
Realización de informes de prácticas con presentación oral	Se plantearán una serie de problemas reales para su resolución con las herramientas informáticas utilizadas en las sesiones prácticas. Dichos informes deberán ser defendidos mediante la presentación pública del mismo.	<u>Presencial</u> : Planteamiento del trabajo, seguimiento y orientación por grupos. Exposición oral	0.16 (4h)
		<u>No presencial</u> : Búsqueda y síntesis de información. Organización del trabajo en grupo. Elaboración del informe técnico y preparación de la presentación del trabajo	0.18 (4.5h)
TOTAL			4.5 (112.5h)

7. Evaluación

7.1. Sistema de evaluación

Técnicas	Realización / criterios	Ponderación	Competencias genéricas
Prueba escrita individual (PEI) (70 %)	Cuestiones teóricas y/o teórico-prácticas: Entre 4 y 6 problemas mediante los cuales se pretende evaluar la comprensión de los conceptos y la adquisición de las habilidades previstas.	60 %	T1.1, T1.2, T1.3, T1.7, T3.2, T3.7
	Prácticas: Entre 1 y 4 problemas de media o larga extensión. Se evalúa principalmente la capacidad de aplicar conocimientos a la práctica y la capacidad de análisis y el manejo del software.	10 %	T1.1, T1.7, T3.1,
Seminarios de problemas (15%)	Se realizarán cuatro sesiones de seminario de problemas una correspondiente a cada bloque programado. Los alumnos trabajando en equipo y de forma presencial resuelven y discuten una serie de problemas. Se evalúa la resolución, el procedimiento y el trabajo en equipo.	15%	T1.1, T1.6, T1.7, T1.8, T2.2, T2.3, T2.5, T3.1, T3.3, T3.4
Informes de Laboratorio de prácticas⁽¹⁾ (15%)	Se evalúan la resolución de problemas y el trabajo en equipo, así como las destrezas y habilidades para el manejo de herramientas informáticas.	15 %	T1.3, T1.5, T1.6, T2.1, T2.2, T2.3, T3.1, T3.4, T3.9, T3.10
Otras actividades⁽³⁾	Realización de actividades y pruebas de tipo optativo (individualmente o por parejas).	No interviene	T1.8, T2.1, T2.8, T3.2,
<p>(1) La extensión y estructura de los informes serán establecidos previamente.</p> <p>(2) La valoración de este tipo de actividades se aplicará como mejora de la calificación obtenida.</p>			
<p>Nota.- Se entiende que se supera la asignatura si la puntuación final, sumando todas las puntuaciones obtenidas en las distintas técnicas, es superior a 50 sobre 100.</p>			

7.2. Mecanismos de control y seguimiento

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante las siguientes actividades:

- Resolución de problemas y cuestiones planteadas en clase
- Supervisión durante los seminarios de problemas.
- Elaboración de las memorias correspondientes a los problemas propuestos en las sesiones de prácticas de laboratorio, así como la presentación/exposición de los mismos.

8. Relación entre los resultados, las actividades formativas y la evaluación

8.1. Objetivos del aprendizaje / actividades formativas / evaluación de los resultados

Objetivos del aprendizaje (4.4)		Clases de teoría	Clase de problemas	Clase de prácticas	Seminario de Problemas	Evaluación sumativa	Problemas propuestos	Informes de prácticas
Bloque 1	Identificar un problema de programación lineal	■	■	■	■	■	■	■
Bloque 1	Ser capaz de formular un problema de programación lineal a partir de un enunciado.	■	■	■	■	■	■	■
Bloque 1	Conocer los distintos resultados que podemos obtener al resolver un problema de programación lineal.	■	■	■	■			
Bloque 1	Conocer los fundamentos del algoritmo simplex y ser capaz de aplicarlo de manera correcta.	■	■	■	■	■	■	
Bloque 2	Ser capaz de proporcionar una interpretación económica de los resultados proporcionados por el algoritmo el símplex	■	■	■		■		■
Bloque 2	Ser capaz de proporcionar rangos de optimalidad asociados a las variables de un problema de programación lineal a partir de perturbaciones en los distintos coeficientes del modelo.	■	■	■	■	■	■	■
Bloque 3	Ser capaz de identificar y resolver problemas de programación lineal en el que las variables de decisión toman únicamente valores enteros.	■	■	■	■	■	■	■
Bloque 3	Conocer los llamados problemas especiales y ser capaz de formularlos como un problema de programación lineal.	■	■	■				

Bloque 4	Ser capaz de aplicar la programación lineal a problemas de redes.
Bloque 4	Conocer y ser capaz de aplicar los algoritmos camino mínimo, etiquetación y camino crítico a una red y su aplicación a la gestión de proyectos
Bloque 4	Reconocer y ser capaz de formular y resolver problemas con más de una función objetivo.
Bloques 1,2, 3 y 4	Poseer las destrezas en el manejo de software.
Bloques 1,2,3 y 4	Tomar conciencia de que los conocimientos, aptitudes, capacidades y destrezas adquiridas con esta materia resultan fundamentales para su futura actividad profesional.

■	■	■	■		■	■	■
■	■	■	■		■	■	■
■	■	■	■		■	■	■
		■			■	■	■
			■			■	■

9. Temporalización. Distribución de créditos ECTS

	Semana	Temas o actividades (visita, examen parcial, etc.)	ACTIVIDADES PRESENCIALES						ACTIVIDADES NO PRESENCIALES				TOTAL HORAS	
			Convencionales			No convencionales			Estudio	Estudio problemas	Estudio prácticas inform.	Trabajos / informes		
			Clases teoría	Clases problemas	Aula informática	Trabajo cooperativo	Seminarios	Exposición de trabajos						
BLOQUE 1	1	T1	2	1									3	
	2	T1, T2	2	1				1	1				5	
	3	T2	2	1				1	1				5	
	4	T2	1	1	1				2	1			6	
BLOQUE 2	5	T3	1	2		1	1	2	1				8	
	6	T3	2	1				1	1	2			7	
	7	T4	1	1	1			1	2	1	1.5		8.5	
	8	T4	2	1		1	1	1	1	2			9	
	9	T4	2	1			1	1	2				7	
BLOQUE 3	10	T5	1	2	1			1	1	1			7	
	11	T5	2	1				2	1	2			8	
	12	T5, T6	2	1			1	2	1	1	1		9	
BLOQUE 4	13	T6	2	1	1	1		1	2	2			11	
	14	T6, T7	1	2				2	1	1			7	
	15	T7	1	1	1	1	1	1	2	1	2		12	
TOTAL HORAS			24	18	5	4	4	3	0	17	19	14	4.5	112.5

10. Recursos y bibliografía

10.1. Bibliografía básica

- Sixto Ríos Insúa *“Investigación Operativa. Programación Lineal y Aplicaciones”*. Ed. Centro de Estudios Ramón Areces.
- Ríos Insúa, Ríos Insúa, Mateos y Martín *“Investigación Operativa. Programación Lineal y Aplicaciones. Ejercicios resueltos”*. Ed. Ra-Ma Textos Universitarios.
- Hillier, F. y Lieberman, G. J. *“Introducción a la investigación de operaciones”*. Ed. McGraw-Hill.
-

10.2. Bibliografía complementaria

- Calvete Fernández y Mateo Collazos *“Programación lineal, entera y meta. Problemas y aplicaciones”*. Ed. Colección Textos Docentes.
- Kamlesh Mathur y Daniel Solow *“Investigación de Operaciones”*. Ed. Prentice Hall.
- Taha, Hamdy A. *“Investigación de operaciones”*. Ed. Pearson.

10.3. Recursos en red y otros recursos

Aula Virtual de la asignatura.