

## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

| Datos de la asignatura |                                                                                 |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre                 | Gestión de Operaciones                                                          |
| Código                 | AOI01                                                                           |
| Titulación             | Grado en Ingeniería Electromecánica                                             |
| Curso                  | 4º                                                                              |
| Cuatrimestre           | 1º                                                                              |
| Créditos ECTS          | 6 ECTS                                                                          |
| Carácter               | Básico                                                                          |
| Departamento           | Organización Industrial                                                         |
| Área                   | Estadística e Investigación Operativa                                           |
| Universidad            | Comillas                                                                        |
| Horario                |                                                                                 |
| Profesores             | Sonja Wogrin, Francisco Alberto Campos, José María Ferrer Caja, Félix Fernández |
| Descriptor             |                                                                                 |

| Datos del profesorado |                                       |
|-----------------------|---------------------------------------|
| Profesor              |                                       |
| Nombre                | Sonja Wogrin                          |
| Departamento          | Organización Industrial               |
| Área                  | Estadística e Investigación Operativa |
| Despacho              | SM26.D-203                            |
| e-mail                | Sonja.Wogrin@upcomillas.edu           |
| Horario de Tutorías   | Lunes de 12:00 a 14:00                |
| Profesor              |                                       |
| Nombre                | Francisco Alberto Campos Fernández    |
| Departamento          | Organización Industrial               |
| Área                  | Estadística e Investigación Operativa |
| Despacho              | SM26.D-303                            |
| e-mail                | acampos@upcomillas.es                 |
| Horario de Tutorías   | tbd                                   |
| Profesor              |                                       |
| Nombre                | José María Ferrer Caja                |
| Departamento          | Organización Industrial               |
| Área                  | Estadística e Investigación Operativa |
| Despacho              |                                       |
| e-mail                | jmferrercaja@icai.comillas.edu        |
| Horario de Tutorías   | tbd                                   |
| Profesor              |                                       |
| Nombre                | Félix Fernández                       |
| Departamento          | Organización Industrial               |
| Área                  | Estadística e Investigación Operativa |
| Despacho              |                                       |

|                     |                                  |
|---------------------|----------------------------------|
| e-mail              | <b>felix.fernandezm@enel.com</b> |
|                     |                                  |
| Horario de Tutorías | <b>tbd</b>                       |

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### Contextualización de la asignatura

#### Aportación al perfil profesional de la titulación

En el perfil profesional del graduado en Ingeniería Electromecánica, esta asignatura pretende profundizar y ampliar los conocimientos de técnicas matemáticas de apoyo a la toma de decisiones.

Al finalizar el curso los alumnos dominarán la formulación y el modelado de problemas de optimización y decisión, conocerán las diferentes alternativas de modelado y las técnicas existentes para resolver modelos de investigación operativa. En particular se pretende conseguir que el alumno sea capaz de:

- Reconocer los diversos campos en los que se aplican técnicas de gestión de operaciones
- Modelar sistemas característicos de diferentes sectores empresariales mediante técnicas de gestión de operaciones
- Comprender y aplicar técnicas empleadas en la toma de decisiones que afectan al comportamiento de sistemas
- Analizar e interpretar las soluciones obtenidas de las distintas técnicas aplicadas
- Plantear y resolver modelos concretos de sistemas utilizando un lenguaje algebraico de modelado
- Analizar y sintetizar la información recibida y transmitir en forma adecuada, tanto en forma escrita como verbal, el contenido de la práctica de modelado realizada
- Aprender a trabajar en equipo en la realización de prácticas

Esta asignatura tiene un carácter mixto teórico-práctico por lo que a los componentes teóricos se les añaden los de carácter práctico, tanto la resolución de cuestiones numéricas como la realización de trabajos prácticos de modelado en los que se ejercitarán los conceptos estudiados.

#### Prerrequisitos

Conocimientos básicos de álgebra.

## Competencias - Objetivos

### Competencias Genéricas del título-curso

|       |                                                                                                                                                                                                                   |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CG3.  | Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.                                |
| CG4.  | Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial. |
| CG7.  | Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.                                                                                                                    |
| CG9.  | Capacidad de organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones.                                                                                                     |
| CG10. | Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.                                                                                                                                               |

### Competencias de Formación Básica de Telecomunicaciones

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |

### Competencias Específicas y Resultados de Aprendizaje<sup>1</sup>

|  |
|--|
|  |
|  |

<sup>1</sup> Los resultados de aprendizaje son indicadores de las competencias que nos permiten evaluar el grado de dominio que poseen los alumnos. Las competencias suelen ser más generales y abstractas. Los R.A. son indicadores observables de la competencia

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos – Bloques Temáticos

#### BLOQUE 1: Modelado

Las líneas básicas contenidas en el programa se articulan alrededor de los conceptos fundamentales del modelado de problemas de optimización y sus algoritmos de resolución.

#### Tema 1: GESTIÓN DE OPERACIONES

- 1.1 Las operaciones industriales y su gestión. Modelado de operaciones industriales.
- 1.2 Modelos de programación lineal, de programación entera, de programación no lineal.
- 1.3 Decisión multicriterio. Conjunto eficiente o de Pareto. Programación de compromiso y programación por metas.
- 1.4 Software de modelado.

#### BLOQUE 2: Algoritmos de solución

#### Tema 2: PROGRAMACIÓN LINEAL: MÉTODO SIMPLEX

- 2.1 Resolución gráfica. Geometría de la programación lineal.
- 2.2 Algoritmo del Simplex
- 2.3 Variables artificiales. Múltiples óptimos

#### Tema 3: DUALIDAD Y SENSIBILIDAD

- 3.1 Propiedades fundamentales de la dualidad
- 3.2 Interpretación económica
- 3.3 Análisis de sensibilidad numérico

#### Tema 4: PROGRAMACIÓN LINEAL ENTERA

- 4.1 Método de ramificación y acotamiento

#### Tema 5: PROGRAMACIÓN NO LINEAL

- 5.1 Problemas con y sin restricciones: condiciones de optimalidad. Condiciones necesarias y condiciones suficientes de Karush-Kuhn Tucker.

#### Tema 6: METAHEURÍSTICOS

- 6.1 Taxonomía. Algoritmos genéticos. Aplicaciones empresariales

#### BLOQUE 3: Teoría de la decisión

#### Tema 7: TEORÍA DE LA DECISIÓN

- 7.1 Teoría de la decisión. Decisión frente a incertidumbre. Procesos polietápicos
- 7.2 Teoría de juegos. Teorema de Nash. Juegos rectangulares de suma nula.

## METODOLOGÍA DOCENTE

### Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Con el fin de conseguir el desarrollo de competencias propuesto, la materia se desarrollará teniendo en cuenta la actividad del alumno como factor prioritario. Ello implicará que tanto las sesiones presenciales como las no presenciales promoverán la implicación activa de los alumnos en las actividades de aprendizaje.

### Metodología Presencial: Actividades

1. **Lección expositiva:** El profesor explicará los conceptos fundamentales de cada tema incidiendo en lo más importante y a continuación se explicarán una serie de problemas tipo, gracias a los cuáles se aprenderá a identificar los elementos esenciales del planteamiento y la resolución de problemas del tema.
2. **Resolución en clase de problemas propuestos:** En estas sesiones se explicarán, corregirán y analizarán problemas análogos y de mayor complejidad de cada tema previamente propuestos por el profesor y trabajados por el alumno.
3. **Prácticas de modelado.** Se realizarán en grupos y en ellas los alumnos ejercitarán los conceptos y técnicas estudiadas, familiarizándose con el entorno material y humano del trabajo en el desarrollo de un modelo.

### Metodología No Presencial: Actividades

1. Estudio individual y personal por parte del alumno de los conceptos expuestos en las lecciones expositivas.
2. Resolución de problemas prácticos que se corregirán en clase.
3. Resolución grupal de problemas propuestos.
4. Realización de una práctica de optimización

El objetivo principal del trabajo no presencial es llegar a entender y comprender los conceptos teóricos de la asignatura, así como ser capaz de poner en práctica estos conocimientos para resolver los diferentes tipos de problemas.

| RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO        |                                  |                                       |                                             |
|--------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------|
| HORAS PRESENCIALES                         |                                  |                                       |                                             |
| Lección magistral                          | Resolución de problemas          | Prácticas modelado                    | Evaluación                                  |
| 36                                         | 12                               | 5                                     | 4                                           |
| HORAS NO PRESENCIALES                      |                                  |                                       |                                             |
| Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos | Trabajo autónomo sobre problemas | Realización de trabajos colaborativos | Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos |
| 35                                         | 40                               | 30                                    | 15                                          |
| CRÉDITOS ECTS:                             |                                  |                                       | 6 (180 horas)                               |

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

| Actividades de evaluación                                                                                                   | Criterios de evaluación                                                                                                                                                                                                                                       | PESO |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Realización de examen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas intermedias</li> <li>• Examen Final</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprensión de conceptos.</li> <li>- Aplicación de conceptos a la resolución de problemas.</li> <li>- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.</li> </ul>                                              | 70%  |
| Para aprobar la asignatura los alumnos tienen que tener al menos 4 puntos sobre 10 en la nota de exámenes de la asignatura. |                                                                                                                                                                                                                                                               |      |
| Realización de prácticas de optimización                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicación práctica de conceptos de optimización</li> <li>- Capacidad de trabajo en grupo.</li> <li>- Presentación y comunicación oral y escrita.</li> </ul>                                                         | 20%  |
| Ejercicios y prácticas en clase y fuera de clase.                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprensión de conceptos.</li> <li>- Aplicación de conceptos a la resolución de problemas.</li> <li>- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.</li> <li>- Presentación y comunicación oral.</li> </ul> | 10%  |

## Calificaciones.

### Calificaciones

La calificación en la **convocatoria ordinaria** de la asignatura se obtendrá como:

- Un 20 % la calificación de la práctica de optimización y su presentación oral.
- Un 10 % la calificación de la participación activa del alumno en la resolución de problemas en clase, entregas periódicas de problemas resueltos y el control de asistencia a clase.
- Un 70 % la calificación de exámenes (20 % la calificación de pruebas intermedias y 50 % la del examen cuatrimestral). En cualquier caso para aprobar la asignatura se exigirá una calificación mínima de 4.0 en la calificación de exámenes.

### Convocatoria Extraordinaria

- Un 20 % la calificación que obtuvo el alumno en su práctica de optimización.
- Un 10 % la calificación de la participación del alumno en clase y fuera de clase.
- Un 70 % la calificación del examen de la convocatoria extraordinaria.

## PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA<sup>2</sup>

| Actividades no presenciales                                                             | Fecha de realización  | Fecha de entrega |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura y estudio de los contenidos</li> </ul> | Después de cada clase |                  |

<sup>2</sup> En la ficha resumen se encuentra una planificación detallada de la asignatura. Esta planificación tiene un carácter orientativo y las fechas podrán irse adaptando de forma dinámica a medida que avance el curso.

|                                               |               |                                    |
|-----------------------------------------------|---------------|------------------------------------|
| teóricos en el libro de texto                 |               |                                    |
| • Resolución de los problemas propuestos      | Semanalmente  |                                    |
| • Asignación de la práctica de optimización   | Semana 3      |                                    |
| • Realización de la práctica de optimización  | Semanas 4 y 5 | Semanas 4 (preliminar) y 5 (final) |
| • Presentación de la práctica de optimización | Semana 12     |                                    |
| • Preparación de examen final                 | Diciembre     |                                    |

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

- Frederick S Hillier, Gerald J Lieberman *Introduction to Operations Research*, 9/e. McGraw-Hill Higher Education. 2010
- A. Ramos, P. Sánchez, J.M. Ferrer, S. Wogrin. *Modelos Matemáticos de Optimización*. 2013.  
([http://www.iit.upcomillas.es/aramos/simio/apuntes/a\\_mmo1a.pdf](http://www.iit.upcomillas.es/aramos/simio/apuntes/a_mmo1a.pdf))
- A. Ramos, P. Sánchez, J.M. Ferrer, S. Wogrin. *Modelos Matemáticos de Técnicas Específicas de Optimización*. 2013.  
([http://www.iit.upcomillas.es/aramos/simio/apuntes/a\\_mmo2.pdf](http://www.iit.upcomillas.es/aramos/simio/apuntes/a_mmo2.pdf))

### Bibliografía Complementaria

- Sarabia, A. *La investigación operativa. Una herramienta para la adopción de decisiones*. Universidad Pontificia Comillas. 1996

### Material Complementario

- Presentaciones de teoría ([http://www.iit.upcomillas.es/aramos/intro\\_simio.htm](http://www.iit.upcomillas.es/aramos/intro_simio.htm))
- Problemas resueltos (<http://www.iit.upcomillas.es/swogrin/OM.htm>)
- Exámenes resueltos (<http://www.iit.upcomillas.es/swogrin/OM.htm>)
- Prácticas de modelado (<http://www.iit.upcomillas.es/swogrin/OM.htm>)

## FICHA RESUMEN

Ver páginas siguientes.



| Sesión | Contenido                                                                                                                                                                                  | Tema |  | Actividades<br>Formativas<br>Presenciales   | Actividades<br>Formativas<br>No Presenciales | Entrega                         | Pres | No Pres | Comentarios para<br>el<br>Profesor |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|---------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------|------|---------|------------------------------------|
| 1      | <a href="#">Presentación de la asignatura.</a>                                                                                                                                             | 1    |  | Lección expositiva                          |                                              |                                 | 1    |         |                                    |
| 2      | Introducción a la optimización y modelado matemático. Definición de Investigación Operativa. Introducción histórica. Definición de optimización. Clasificación de métodos de optimización. | 1    |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos    |                                 | 1    | 1       |                                    |
| 3      | Modelo y modelado. Etapas en el desarrollo de un modelo.                                                                                                                                   | 1    |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos    |                                 | 1    | 1       |                                    |
| 4      | Modelado en optimización lineal. Modelo de transporte. Modelo de transbordo. Modelo de asignación de tareas.                                                                               | 1    |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos    |                                 | 1    | 1       |                                    |
| 5      | Modelado en optimización lineal entera. Problema de la mochila. Problema de recubrimiento. Problema de empaquetado. Problema del viajante. Problema de coste fijo.                         | 1    |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos    |                                 | 1    | 1       |                                    |
| 6      | <a href="#">Problemas de modelado en optimización.</a>                                                                                                                                     | 1    |  | Resolución en clase de problemas propuestos | Estudio individual y resolución de problemas | Entrega de problemas realizados | 3    | 12      |                                    |

|    |                                                                                                      |   |  |                                             |                                                         |                                                 |   |   |                                                           |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---|---|-----------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                      |   |  |                                             | propuestos                                              | individualmente                                 |   |   |                                                           |
| 9  | Restricciones disyuntivas. Satisfacer $k$ de $N$ ecuaciones. Seleccionar entre $N$ valores.          | 1 |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos               |                                                 | 1 | 1 |                                                           |
| 10 | Implicaciones sencillas. Equivalencias entre proposiciones lógicas. Proposiciones lógicas complejas. | 1 |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos               |                                                 | 1 | 1 |                                                           |
| 11 | Problemas de modelado en optimización.                                                               | 1 |  | Resolución en clase de problemas propuestos | Estudio individual y resolución de problemas propuestos |                                                 | 1 | 4 | Asignación de prácticas de las prácticas de optimización. |
| 12 | Problemas de modelado en optimización.                                                               | 1 |  | Resolución en clase de problemas propuestos | Estudio individual y resolución de problemas propuestos |                                                 | 1 | 4 |                                                           |
| 13 | Problemas de modelado en optimización.                                                               | 1 |  | Resolución en clase de problemas propuestos | Estudio individual y resolución de problemas propuestos | Entrega de problemas realizados individualmente | 1 | 4 |                                                           |
| 14 | Análisis de decisión multicriterio.                                                                  | 1 |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos               |                                                 | 1 | 1 |                                                           |
| 15 | Eficiencia de Pareto. Optimización multiobjetivo. Optimización por metas.                            | 1 |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos               |                                                 | 1 | 1 |                                                           |
| 16 | Problemas de optimización multicriterio.                                                             | 1 |  | Resolución en clase de problemas propuestos | Estudio individual y resolución de problemas propuestos | Entrega de problemas realizados individualmente | 1 | 3 |                                                           |
| 17 | Prueba intermedia.                                                                                   |   |  |                                             |                                                         |                                                 | 1 | 2 |                                                           |
| 18 | Lenguajes algebraicos de modelado. Modelo de transporte escrito en GAMS.                             | 1 |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos prácticos              |                                                 | 1 | 1 |                                                           |

|    |                                                                                                         |   |  |                                             |                                                         |                                                                     |   |    |                                                 |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---|----|-------------------------------------------------|
| 19 | Ejecución y análisis de los resultados.                                                                 | 1 |  | Lección expositiva                          | Realización de la práctica                              | Entrega preliminar de la formulación de la práctica de optimización | 1 | 6  | Recogida del informe preliminar de la práctica. |
| 20 | Optimización lineal.                                                                                    | 2 |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos               |                                                                     | 1 | 1  |                                                 |
| 21 | Hipótesis.<br>Geometría.<br>Propiedades.<br>Algoritmo simplex.<br>Solución gráfica.<br>Forma estándar.  | 2 |  | Lección expositiva                          | Escritura del informe de la práctica                    |                                                                     | 1 | 2  |                                                 |
| 22 | Óptimos múltiples.                                                                                      | 2 |  | Lección expositiva                          | Realización de la práctica                              | Entrega de los informes de la práctica de optimización              | 1 | 12 | Recogida del informe final de la práctica.      |
| 23 | Degeneración.<br>Caracterización de las soluciones.                                                     | 2 |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos               |                                                                     | 1 | 1  |                                                 |
| 24 | Forma tabular.                                                                                          | 2 |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos               |                                                                     | 1 | 1  |                                                 |
| 25 | Obtención de solución básica inicial. Método de las dos fases.                                          | 2 |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos               |                                                                     | 1 | 1  |                                                 |
| 26 | Problemas de optimización lineal.                                                                       | 2 |  | Resolución en clase de problemas propuestos | Estudio individual y resolución de problemas propuestos |                                                                     | 1 | 3  |                                                 |
| 28 | Dualidad.                                                                                               | 3 |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos               |                                                                     | 1 | 1  |                                                 |
| 29 | Problema dual.                                                                                          | 3 |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos               |                                                                     | 1 | 1  |                                                 |
| 30 | Propiedades fundamentales de la dualidad.<br>Interpretación económica.<br>Interpretación gráfica de las | 3 |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos               |                                                                     | 1 | 1  |                                                 |

|    |                                                                   |   |  |                                             |                                                         |  |   |   |  |
|----|-------------------------------------------------------------------|---|--|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--|---|---|--|
|    | variables duales y de los costes reducidos.                       |   |  |                                             |                                                         |  |   |   |  |
| 31 | Análisis de sensibilidad numérico.                                | 3 |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos               |  | 1 | 1 |  |
| 32 | Análisis de sensibilidad numérico.                                | 3 |  | Resolución en clase de problemas propuestos | Estudio individual y resolución de problemas propuestos |  | 1 | 1 |  |
| 33 | Optimización lineal entera. Método de ramificación y acotamiento. | 4 |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos               |  | 1 | 1 |  |
| 34 | Optimización lineal entera. Método de ramificación y acotamiento. | 4 |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos               |  | 1 | 1 |  |
| 35 | Prueba intermedia.                                                |   |  |                                             |                                                         |  | 1 | 2 |  |
| 36 | Optimización no lineal.                                           | 5 |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos               |  | 1 | 1 |  |
| 37 | Condiciones de optimalidad en problema sin restricciones.         | 5 |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos               |  | 1 | 1 |  |
| 38 | Condiciones de optimalidad en problema con restricciones.         | 5 |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos               |  | 1 | 1 |  |
| 39 | Condiciones de optimalidad en problema con restricciones.         | 5 |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos               |  | 1 | 1 |  |
| 40 | Problemas de Optimización no lineal.                              | 5 |  | Resolución en clase de problemas propuestos | Estudio individual y resolución de problemas propuestos |  | 1 | 3 |  |
| 41 | Problemas de Optimización no lineal.                              | 5 |  | Resolución en clase de problemas propuestos | Estudio individual y resolución de problemas propuestos |  | 1 | 3 |  |
| 42 | Metaheurísticos                                                   | 6 |  | Lección expositiva                          | Estudio individual                                      |  | 1 | 1 |  |

|    |                                                       |     |  |                                             |                                                         |  |   |   |  |
|----|-------------------------------------------------------|-----|--|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--|---|---|--|
|    |                                                       |     |  |                                             | de contenidos teóricos                                  |  |   |   |  |
| 43 | Metaheurísticos                                       | 6   |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos               |  | 1 | 1 |  |
| 44 | Teoría de la decisión. Criterios de decisión.         | 7   |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos               |  | 1 | 1 |  |
| 45 | Árboles de decisión.                                  | 7   |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos               |  | 1 | 1 |  |
| 46 | Análisis bayesiano.                                   | 7   |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos               |  | 1 | 1 |  |
| 47 | Problemas de Teoría de la decisión y metaheurísticos. | 6&7 |  | Resolución en clase de problemas propuestos | Estudio individual y resolución de problemas propuestos |  | 1 | 3 |  |
| 48 | Problemas de Teoría de la decisión y metaheurísticos. | 6&7 |  | Resolución en clase de problemas propuestos | Estudio individual y resolución de problemas propuestos |  | 1 | 3 |  |
| 49 | Problemas de Teoría de la decisión y metaheurísticos. | 6&7 |  | Resolución en clase de problemas propuestos | Estudio individual y resolución de problemas propuestos |  | 1 | 3 |  |
| 50 | Teoría de juegos.                                     | 7   |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos               |  | 1 | 1 |  |
| 51 | Equilibrio en estrategias puras y mixtas.             | 7   |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos               |  | 1 | 1 |  |
| 52 | Equilibrio de Cournot. Equilibrio de Bertrand.        | 7   |  | Lección expositiva                          | Estudio individual de contenidos teóricos               |  | 1 | 1 |  |
| 53 | Problemas de Teoría de juegos.                        | 7   |  | Resolución en clase de problemas propuestos | Estudio individual y resolución de problemas propuestos |  | 1 | 2 |  |
| 54 | Problemas de Teoría de juegos.                        | 7   |  | Resolución en clase de problemas propuestos | Estudio individual y resolución de problemas propuestos |  | 1 | 2 |  |

|    |                                                     |   |  |                          |                                               |  |    |     |  |
|----|-----------------------------------------------------|---|--|--------------------------|-----------------------------------------------|--|----|-----|--|
| 56 | Presentación oral de las prácticas de optimización. | 4 |  | Práctica de optimización | Preparación de la presentación de la práctica |  | 4  | 8   |  |
|    | Examen cuatrimestral.                               |   |  |                          |                                               |  | 3  | 6   |  |
|    |                                                     |   |  |                          |                                               |  | 60 | 120 |  |