

**ANX-PR/CL/001-02**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Investigacion operativa

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2015-16 - Primer semestre

## Datos Descriptivos

---

|  |   |
|--|---|
| <b>Nombre de la Asignatura</b>             | Investigacion operativa                   |
| <b>Titulación</b>                          | 10MI - Grado en Matematicas e Informatica |
| <b>Centro responsable de la titulación</b> | E.T.S. de Ingenieros Informaticos         |
| <b>Semestre/s de impartición</b>           | Quinto semestre                           |
| <b>Materia</b>                             | Estadística                               |
| <b>Carácter</b>                            | Obligatoria                               |
| <b>Código UPM</b>                          | 105000124                                 |
| <b>Nombre en inglés</b>                    | Operational Research                      |

## Datos Generales

---

|                              |            |                                     |                  |
|------------------------------|------------|-------------------------------------|------------------|
| <b>Créditos</b>              | 6          | <b>Curso</b>                        | 3                |
| <b>Curso Académico</b>       | 2015-16    | <b>Período de impartición</b>       | Septiembre-Enero |
| <b>Idioma de impartición</b> | Castellano | <b>Otros idiomas de impartición</b> |                  |

## Requisitos Previos Obligatorios

---

### Asignaturas Superadas

El plan de estudios Grado en Matematicas e Informatica no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Grado en Matematicas e Informatica no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

---

### Asignaturas Previas Recomendadas

Algebra lineal

Calculo II

Probabilidades y estadística II

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

El coordinador de la asignatura no ha definido otros conocimientos previos recomendados.

## Competencias

---

CE03 - Ser capaz de plantear modelos matemáticos para problemas reales, utilizando para resolverlos las herramientas necesarias, interpretando la solución en los mismos términos en que estaba planteado el problema.

CE04 - Comprender y ser capaz de encontrar soluciones a problemas matemáticos en diferentes áreas, utilizando para resolverlos las herramientas analíticas, numéricas o estadísticas disponibles.

CE08 - Formalización y especificación de problemas reales cuya solución requiere el uso de la informática.

CE09 - Capacidad de elegir y usar los métodos analíticos y de modelización relevantes, y de describir una solución de forma abstracta.

CE10 - Capacidad de diseñar y realizar experimentos apropiados, interpretar los datos y extraer conclusiones.

CE44 - Ser capaz de aclarar la relevancia y utilidad de la teoría y las habilidades aprendidas en el contexto académico sobre los acontecimientos del mundo real.

CG02 - Capacidad para el aprendizaje autónomo y la actualización de conocimientos, y reconocimiento de su necesidad en las áreas de la matemática y la informática.

CG05 - Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.

## Resultados de Aprendizaje

---

RA117 - Modelizar y resolver problemas de programación entera

RA180 - Modelizar y resolver problemas de programación multiobjetivo

RA116 - Análisis en redes

RA181 - Modelizar y resolver problemas de programación no lineal

RA115 - Modelizar, resolver y analizar la sensibilidad de problemas de programación lineal

## Profesorado

---

### Profesorado

| Nombre  | Despacho | e-mail                 | Tutorías |
|---|----------|------------------------|----------|
| Mateos Caballero, Alfonso<br><b>(Coordinador/a)</b> | 2110     | alfonso.mateos@upm.es  |          |
| Jimenez Martin, Antonio                             | 2110     | antonio.jimenez@upm.es |          |

**Nota.-** Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## Descripción de la Asignatura

---

## Temario

---

1. Programación Lineal
  - 1.1. Formulación de Modelos
  - 1.2. El Método del Simplex
  - 1.3. Dualidad
  - 1.4. Análisis de Sensibilidad
2. Análisis en Redes
  - 2.1. El Problema de Transporte
  - 2.2. El Problema de Transbordo
  - 2.3. El Problema de Asignación
  - 2.4. Secuenciación y Control en Redes
  - 2.5. Caminos de Longitud Mínima y Máxima
  - 2.6. Flujo Máximo en Redes
  - 2.7. Árbol de Máximo Alcance
3. Programación Entera
  - 3.1. Aplicaciones de Programación Entera
  - 3.2. Enumeración Exhaustiva e Implícita
  - 3.3. Ramificación y Acotación
  - 3.4. Programación Entera Mixta
  - 3.5. Programación 0-1
  - 3.6. Método de los Planos de Corte
4. Programación Lineal Multiobjetivo
  - 4.1. Introducción a la Programación Lineal Multiobjetivo
  - 4.2. Método del Simplex Multiobjetivo
  - 4.3. Método de las ponderaciones
  - 4.4. Método de las epsilon restricciones
  - 4.5. Programación por metas

5. Introducción a la Programación no Lineal

- 5.1. Introducción a la Programación no Lineal
- 5.2. Conceptos previos de Cálculo Infinitesimal
- 5.3. Optimización no Restringida unidimensional
- 5.4. Optimización no Restringida Multidimensional
- 5.5. Optimización Restringida

## Cronograma

**Horas totales:** 64 horas

**Horas presenciales:** 64 horas (41%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
100%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:**  
100%

| Semana   | Actividad Presencial en Aula   | Actividad Presencial en Laboratorio | Otra Actividad Presencial | Actividades Evaluación   |
|----------|--|-------------------------------------|---------------------------|--|
| Semana 1 | <b>Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 1</b><br>Duración: 04:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  |                                     |                           |  |
| Semana 2 | <b>Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 1</b><br>Duración: 04:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  |                                     |                           |  |
| Semana 3 | <b>Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 1</b><br>Duración: 04:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas |                                     |                           |  |
| Semana 4 | <b>Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 2</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  |                                     |                           | <b>Realización de un test de preguntas múltiples del Tema 1</b><br>Duración: 02:00<br>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br>Evaluación continua<br>Actividad presencial |
| Semana 5 | <b>Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 2</b><br>Duración: 04:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  |                                     |                           |  |
| Semana 6 | <b>Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 2</b><br>Duración: 04:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  |                                     |                           |  |
| Semana 7 | <b>Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 2</b><br>Duración: 04:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas |                                     |                           |  |

|           |  |  |  |   |
|-----------|--|--|--|---|
| Semana 8  | <p><b>Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 2</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>  |  |  | <p><b>Realización de un test de preguntas múltiples del Tema 2</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p> <p><b>Realización y entrega de la 1ª Práctica en Grupo</b></p> <p>Duración: 00:00</p> <p>PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p> |
| Semana 9  | <p><b>Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 3</b></p> <p>Duración: 04:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>   |  |  |   |
| Semana 10 | <p><b>Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 3</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>  |  |  | <p><b>Realización de un test de preguntas múltiples del Tema 3</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p>   |
| Semana 11 | <p><b>Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 4</b></p> <p>Duración: 04:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>   |  |  |   |
| Semana 12 | <p><b>Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 4</b></p> <p>Duración: 04:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>  |  |  |   |
| Semana 13 | <p><b>Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 4</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 5</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> |  |  |   |
| Semana 14 | <p><b>Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 5</b></p> <p>Duración: 04:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>   |  |  |   |
| Semana 15 | <p><b>Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 5</b></p> <p>Duración: 04:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>   |  |  |   |



|           |  |  |  |  |
|-----------|--|--|--|--|
| Semana 16 | <p><b>Explicación de contenidos y resolución de ejercicios prácticos del Tema 5</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> |  |  | <p><b>Realización de un test de preguntas múltiples de los Temas 4 y 5</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p> <p><b>Realización y entrega de la 2ª Práctica en Grupo</b></p> <p>Duración: 00:00</p> <p>PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p> |
| Semana 17 |  |  |  | <p><b>Examen final</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación sólo prueba final</p> <p>Actividad presencial</p>   |

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

## Actividades de Evaluación

| Semana | Descripción  | Duración | Tipo evaluación              | Técnica evaluativa                         | Presencial | Peso | Nota mínima | Competencias evaluadas       |
|--------|--|----------|------------------------------|--|------------|------|-------------|------------------------------|
| 4      | Realización de un test de preguntas múltiples del Tema 1         | 02:00    | Evaluación continua          | EX: Técnica del tipo Examen Escrito        | Sí         | 15%  | 3 / 10      | CG05, CE03, CE04, CE08, CE09 |
| 8      | Realización de un test de preguntas múltiples del Tema 2         | 02:00    | Evaluación continua          | EX: Técnica del tipo Examen Escrito        | Sí         | 15%  | 3 / 10      | CE03, CE08                   |
| 8      | Realización y entrega de la 1ª Práctica en Grupo                 | 00:00    | Evaluación continua          | PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo | No         | 20%  |             |                              |
| 10     | Realización de un test de preguntas múltiples del Tema 3         | 02:00    | Evaluación continua          | EX: Técnica del tipo Examen Escrito        | Sí         | 10%  | 3 / 10      | CG05, CE03, CE04, CE08, CE09 |
| 16     | Realización de un test de preguntas múltiples de los Temas 4 y 5 | 02:00    | Evaluación continua          | EX: Técnica del tipo Examen Escrito        | Sí         | 20%  | 3 / 10      |                              |
| 16     | Realización y entrega de la 2ª Práctica en Grupo                 | 00:00    | Evaluación continua          | PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo | Sí         | 20%  |             | CG05, CE03, CE04, CE08, CE09 |
| 17     | Examen final   | 02:00    | Evaluación sólo prueba final | EX: Técnica del tipo Examen Escrito        | Sí         | 100% |             | CG05, CE03, CE04, CE08, CE09 |

## Criterios de Evaluación

Se describen a continuación los criterios de evaluación para los sistemas de evaluación considerados en la asignatura. El Sistema de evaluación continua será el que se aplicará con carácter general a todos los estudiantes que cursen la asignatura. La guía de aprendizaje se centra por tanto en este sistema y detalla sus actividades de evaluación en los apartados "Evaluación sumativa" y "Cronograma de la asignatura".

### Sistema general de evaluación continua

La asignatura de Investigación Operativa se divide en una parte teórica y una parte práctica, siendo necesario superar ambas partes (sacar un nota de 5 o superior) por separado para aprobar la asignatura. La parte teórica se evaluará mediante cuatro tests, en las semanas 4, 8, 10 y 16. La calificación de todos los tests de respuestas múltiples se obtendrá teniendo en cuenta que el número de preguntas que se considerarán como correctas serán:

$$\text{Preguntas correctas} = [\text{respuestas acertadas} - (\text{respuestas no acertadas}/(\text{respuestas posibles} - 1))]$$

Las preguntas no contestadas no suman ni restan. Para hacer media entre los tests el alumno deberá haber obtenido una calificación de al menos un 3 en todos ellos.

La parte práctica se evaluará en función de las dos memorias de las prácticas entregadas, que se deberán realizar en grupos de tres alumnos, ser escritas con un editor de texto y entregadas en formato pdf. Para hacer media entre las prácticas el alumno deberá haber obtenido una calificación de al menos un 3 en ambas.

Para los alumnos que hayan aprobado ambas partes, teórica y práctica, su nota final será la que se obtenga de la media ponderada, con los pesos indicados en el cuadro de la evaluación sumativa, de todas las calificaciones obtenidas en cada uno de los apartados (tests y prácticas).

Los alumnos que no hayan aprobado ambas partes, se les hace la media ponderada, con los pesos indicados en el cuadro de la evaluación sumativa, de todas las calificaciones obtenidas en cada uno de los apartados (tests y prácticas). Si la media ponderada es 3 o superior a 3 tendrán derecho a realizar el examen de recuperación y su calificación será la obtenida en dicho examen. Sin embargo, si la media ponderada es inferior a 3 suspenden la asignatura con la nota media ponderada y no tendrán opción al examen de recuperación.

Las fechas de publicación de notas y revisión se notificarán en el enunciado del correspondiente examen. La revisión de exámenes se realizará mediante solicitud previa en las fechas que se determinen.

La convocatoria extraordinaria de julio consistirá en la realización de varios ejercicios relacionados con los diferentes temas impartidos en la asignatura y tendrá una duración mínima de 2 horas.

Las fechas de publicación de notas y revisión se notificarán en el enunciado del correspondiente examen. La revisión de exámenes se realizará mediante solicitud previa en las fechas que se determinen.

Sistema de evaluación mediante sólo prueba final

En la convocatoria ordinaria, la elección entre el sistema de evaluación continua o el sistema de evaluación mediante sólo prueba final corresponde al estudiante. Quien desee seguir el sistema de evaluación mediante sólo prueba final, deberá **OBLIGATORIAMENTE** comunicarlo **DURANTE LOS 15 PRIMEROS DÍAS** a contar desde el inicio de la actividad docente de la asignatura, mediante escrito dirigido al Prof. Coordinador de la asignatura que entregará dentro del plazo establecido.

En dicho escrito deberá constar:

"D. \_\_\_\_\_ con DNI \_\_\_\_\_ y nº de matrícula \_\_\_\_\_,

SOLICITA:

Ser evaluado en este semestre mediante el sistema de evaluación mediante sólo prueba final establecido por las siguientes asignaturas:

- Asignatura \_\_\_\_\_, titulación \_\_\_\_\_, curso \_\_\_\_\_

- ??..

Firmado:

"

Esta solicitud sólo se considerará a los efectos del semestre en curso. En posteriores semestres deberá necesariamente ser cursada de nuevo.

No obstante lo anterior, cuando exista causa sobrevenida y de fuerza mayor que justifique el cambio del proceso de evaluación, el estudiante que haya optado (por omisión) por el sistema de evaluación continua podrá solicitar al Tribunal de la Asignatura ser admitido en los exámenes y actividades de evaluación que configuran el sistema de evaluación mediante sólo prueba final.

El tribunal de la asignatura, una vez analizadas las circunstancias que se hagan constar en la solicitud, dará respuesta al estudiante con la mayor antelación a la celebración del examen final que sea posible.

La información completa relativa a este sistema de evaluación puede encontrarla en el siguiente enlace : <http://www.fi.upm.es/?pagina=1147>

## Recursos Didácticos

| Descripción   | Tipo         | Observaciones   |
|---|--------------|---|
| A. Mateos, S. Ríos Insua, A. Jiménez y Ángel J. Fernández, Investigación Operativa: Ejercicios y Aplicaciones, Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid, 2006. | Bibliografía |   |
| S. Ríos Insua, A. Mateos, C. Bielza y A. Jiménez (2004), Investigación Operativa: Modelos Determinísticos y Estocásticos, Centro de Estudios Ramón Areces, Madrid.              | Bibliografía |   |
| S. Ríos Insua, D. Ríos Insua, A. Mateos, J. Martín y A. Jiménez (2006), Problemas de Investigación Operativa: Programación Lineal y Extensiones, RA-MA.                         | Bibliografía |   |
| Kaufmann, A. (1972), Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones, Vol. I, II y III, CECSA, México.  | Bibliografía |   |
| H.A. Taha (2004), Investigación de Operaciones, Prentice Hall, México.  | Bibliografía |   |
| WinQSB (1998) Decision Support Software for MS/OM, Yih-Long Chang, Wiley, New York.   | Bibliografía |   |
| Sitio Moodle de la asignatura   | Recursos web | <a href="https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/course/view.php?id=5837">https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/course/view.php?id=5837</a> |
| Método del Simplex  | Recursos web | <a href="http://www.phpsimplex.com">http://www.phpsimplex.com</a>   |