



## 1. Identificación

### 1.1. De la asignatura

Curso Académico	2024/2025
Titulación	GRADO EN MATEMÁTICAS,  PROGRAMA ACADÉMICO DE SIMULTANEIDAD DE DOBLE TITULACIÓN CON ITINERARIO ESPECÍFICO DE GRADO EN MATEMÁTICAS Y GRADO EN FÍSICA,  PROGRAMA ACADÉMICO DE SIMULTANEIDAD DE DOBLE TITULACIÓN CON ITINERARIO ESPECÍFICO DE GRADO EN MATEMÁTICAS Y GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA
Nombre de la asignatura	OPTIMIZACIÓN LINEAL
Código	6083
Curso	SEGUNDO TERCERO TERCERO
Carácter	OBLIGATORIA
Número de grupos	3
Créditos ECTS	6.0
Estimación del volumen de trabajo	150.0 150.0 150.0
Organización temporal	2º Cuatrimestre 2º Cuatrimestre 2º Cuatrimestre
Idiomas en que se imparte	Español

### 1.2. Del profesorado: Equipo docente

#### FERNANDEZ HERNANDEZ, PASCUAL

Docente: PCEO MATEMÁTICAS+FÍSICA GRUPO 1, GRUPO PCEO MATE+INFORM,

Coordinación de los grupos: PCEO MATEMÁTICAS+FÍSICA GRUPO 1, GRUPO PCEO MATE+INFORM,

Coordinador de la asignatura

#### Categoría

PROFESORES TITULARES DE UNIVERSIDAD

#### Área

## ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA

### Departamento

ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA

### Correo electrónico / Página web / Tutoría electrónica

[pfdez@um.es](mailto:pfdez@um.es) [pfdez@um.es](http://pfdez@um.es) Tutoría electrónica: Sí

### Teléfono, horario y lugar de atención al alumnado

Duración:	Día:	Horario:	Lugar:
A	Lunes	10:00-11:00	868883617, Facultad de Matemáticas y Aulario General B1.2.003

#### Observaciones:

No consta

Duración:	Día:	Horario:	Lugar:
A	Miércoles	11:00-12:00	868883617, Facultad de Matemáticas y Aulario General B1.2.003

#### Observaciones:

No consta

Duración:	Día:	Horario:	Lugar:
A	Martes	11:00-12:00	868883617, Facultad de Matemáticas y Aulario General B1.2.003

#### Observaciones:

No consta

## PULIDO CAYUELA, MANUEL ANDRES

Docente: PCEO MATEMÁTICAS+FÍSICA GRUPO 1, GRUPO PCEO MATE+INFORM,

Coordinación de los grupos:

### Categoría

PROFESORES TITULARES DE UNIVERSIDAD

### Área

ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA

### Departamento

ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA

### Correo electrónico / Página web / Tutoría electrónica

[mpulido@um.es](mailto:mpulido@um.es) [webs.um.es/mpulido](http://webs.um.es/mpulido) Tutoría electrónica: Sí

### Teléfono, horario y lugar de atención al alumnado

Duración:	Día:	Horario:	Lugar:
C2	Martes	09:00-11:00	868883619, Facultad de Matemáticas y Aulario General B1.2.016

#### Observaciones:

Concertar cita

Duración:	Día:	Horario:	Lugar:
C1	Lunes	09:00-10:30	868883619, Facultad de Matemáticas y Aulario General B1.2.016 (DESPACHO PROF. MANUEL ANDRES PULIDO CAYUELA)

#### Observaciones:

Despacho 2.12. Se recomienda concertar cita previa.

<b>Duración:</b>	<b>Día:</b>	<b>Horario:</b>	<b>Lugar:</b>
C1	Miércoles	09:00-10:30	868883619, Facultad de Matemáticas y Aulario General B1.2.016 (DESPACHO PROF. MANUEL ANDRES PULIDO CAYUELA)

**Observaciones:**  
Despacho 2.12 Se recomienda concertar cita previamente

<b>Duración:</b>	<b>Día:</b>	<b>Horario:</b>	<b>Lugar:</b>
C2	Miércoles	10:00-11:00	868883619, Facultad de Matemáticas y Aulario General B1.2.016 (DESPACHO PROF. MANUEL ANDRES PULIDO CAYUELA)

**Observaciones:**  
Despacho 2.12. Se recomienda concertar cita previamente.

## 2. Presentación

En esta asignatura se estudia el problema general de optimizar (maximizar o minimizar) una función lineal en variables continuas sujeta al cumplimiento de una serie de restricciones, de igualdad o desigualdad, también lineales. El interés de la asignatura es doble. Por un lado, son muchos los problemas de la vida real que se pueden modelizar como problemas de Optimización Lineal, por lo que se hace necesario conocer métodos para su resolución, así como procedimientos que permitan obtener información de la sensibilidad de las soluciones frente a cambios en los datos de entrada. Por otro lado, la Optimización Lineal se utiliza como herramienta en la resolución de otros problemas de optimización, en los cuales se requiere la resolución de una secuencia de problemas de optimización lineales para encontrar las soluciones óptimas.

## 3. Condiciones de acceso a la asignatura

### 3.1. Incompatibilidades

No constan

### 3.2. Requisitos

No constan

### 3.3. Recomendaciones

Conocimientos sobre espacios vectoriales, aplicaciones lineales y matrices. Es recomendable haber cursado previamente la asignatura de Álgebra Lineal.

## 4. Competencias

### 4.1. Competencias básicas

- CB1: Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio
- CB2: Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
- CB5: Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

## 4.2. Competencias de la titulación

- CG1: Ser capaz de expresarse correctamente en español en el ámbito de la Matemática.
- CG2: Comprender y expresarse en un idioma extranjero en el ámbito de la Matemática, particularmente en inglés.
- CG3: Ser capaz de gestionar la información y el conocimiento en el ámbito de la Matemática, incluyendo saber utilizar como usuario las herramientas básicas en TIC.
- CG4: Considerar la ética y la integridad intelectual como valores esenciales de la práctica profesional.
- CG6: Ser capaz de trabajar en equipo y relacionarse con otras personas del ámbito de la Matemática o cualquier otro ámbito.
- CG7: Desarrollar habilidades de iniciación a la investigación.
- CG8: Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar proposiciones en distintos campos de la Matemática, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.
- CG9: Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
- CG10: Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
- CG11: Saber abstraer las propiedades estructurales (de objetos matemáticos, de la realidad observada, y de otros ámbitos) distinguiéndolas de aquellas puramente ocasionales y poder comprobarlas con demostraciones o refutarlas con contraejemplos, así como identificar errores en razonamientos incorrectos.
- CG12: Capacitar para el aprendizaje autónomo de nuevos conocimientos y técnicas.
- CE1: Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otras técnicas, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
- CE2: Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.
- CE3: Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
- CE5: Utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos.
- CE6: Comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas matemáticas

## 4.3. Competencias transversales y de materia

- CM1. Formular problemas reales como problemas de Optimización Lineal
- CM2. Transformar convenientemente problemas lineales en otros equivalentes.
- CM3. Determinar puntos extremos y direcciones extremas de conjuntos poliédricos

- CM4. Conocer los fundamentos teóricos del método simplex.
- CM5. Identificar adecuadamente los elementos de un tabla simplex
- CM6. Aplicar correctamente el algoritmo del simplex para resolver problemas con restricciones de igualdad y/o desigualdad
- CM7. Interpretar correctamente la tabla final del método simplex.
- CM8. Formular correctamente el problema dual de un problema lineal dado.
- CM9. Conocer los fundamentos teóricos de la teoría de la dualidad
- CM10. Utilizar la teoría de dualidad para resolver un problema lineal a partir de la solución de su problema dual
- CM11. Saber realizar correctamente análisis de la sensibilidad y análisis paramétrico
- CM12. Saber utilizar algún paquete informático para resolver problemas de optimización lineal

## 5. Contenidos

### 5.1. Teoría

#### Bloque 1: FUNDAMENTOS DE OPTIMIZACION LINEAL

##### **Tema 1: Introducción a la Optimización Lineal.**

Planteamiento general del modelo. Manipulación de un problema de optimización lineal. Forma estándar y forma canónica. Resolución gráfica de problemas con dos variables. Hipótesis del modelo de optimización lineal.

##### **Tema 2: Conjuntos poliédricos**

Conjuntos convexos. Hiperplanos y semiespacios. Poliedros. Caracterización y existencia de puntos extremos. Caracterización y existencia de direcciones extremas. Teorema de representación de conjuntos poliédricos.

#### Bloque 2: ALGORITMOS DE RESOLUCION.

##### **Tema 1: El método Simplex.**

Teorema fundamental de la optimización lineal. Soluciones básicas factibles y puntos extremos. Optimalidad de una solución básica factible. Iteración del método simplex. Finalización del método simplex. Algoritmo del método simplex. El método simplex en formato de tabla. Degeneración y ciclaje. Métodos de prevención de ciclaje.

##### **Tema 2: Obtención de una solución básica factible inicial**

Variables artificiales. El método de las dos fases. El método de la M-grande.

##### **Tema 3: Degeneración y ciclaje**

Dificultades conceptuales ante soluciones degeneradas. Atascamiento y ciclaje. Reglas de prevención de ciclaje.

##### **Tema 4: El método simplex para variables acotadas**

Reducción de problemas con variables acotadas a la forma estándar Caracterización de puntos extremos y test de optimalidad Algoritmo para variables acotadas

#### Bloque 3: DUALIDAD Y SENSIBILIDAD.

##### **Tema 1: Dualidad en optimización lineal.**

Formulación del problema dual. Teorema de dualidad débil. Teorema de dualidad fuerte. Teorema de complementariedad de las holguras Resolución del dual a partir del primal. Interpretación económica del dual. Método dual simplex.

##### **Tema 2: Sensibilidad y análisis paramétrico.**

Cambios en los datos y optimalidad

Sensibilidad respecto del vector de costes

Sensibilidad respecto del vector de recursos  
Cambios en las restricciones  
Análisis paramétrico respecto del vector de costes  
Análisis paramétrico respecto del vector de recursos

## 5.2. Prácticas

### ■ Práctica 1: Formulación de modelos.

Relacionado con:

- Bloque 1: FUNDAMENTOS DE OPTIMIZACION LINEAL

### ■ Práctica 2: Método gráfico y algoritmo del simplex.

Relacionado con:

- Bloque 2: ALGORITMOS DE RESOLUCION.

### ■ Práctica 3: Métodos de las dos fases y de la penalización.

Relacionado con:

- Bloque 2: ALGORITMOS DE RESOLUCION.

### ■ Práctica 5: Algoritmo para variables acotadas.

Relacionado con:

- Bloque 2: ALGORITMOS DE RESOLUCION.

### ■ Práctica 5: Resolución mediante el algoritmo dual.

Relacionado con:

- Bloque 3: DUALIDAD Y SENSIBILIDAD.

### ■ Práctica 6: Estudio de la sensibilidad y análisis paramétrico.

Relacionado con:

- Bloque 3: DUALIDAD Y SENSIBILIDAD.

## 6. Actividades Formativas

Actividad Formativa	Metodología	Horas	Presencialidad
AF1: Exposición teórica-práctica / Clase magistral de	En estas sesiones se exponen los aspectos teóricos de la materia. Se verán con detenimiento los procesos de tipo constructivo en los que se fundamentan los algoritmos, y se presentarán ejemplos ilustrativos.	24.0	100.0

teoría-problemas

AF2: Tutoría ECTS o trabajos dirigidos	Se realizarán tutorías grupales antes de cada examen parcial para resolver las dudas que los estudiantes puedan tener.	3.0	100.0
AF3: Resolución de problemas / Seminarios / Exposición y discusión de trabajos	Cada tema llevará asociado una hoja de ejercicios propuestos. En estas clases se resolverán algunos de estos ejercicios. Los estudiantes dispondrán previamente de estas hojas de ejercicios con la intención de que los trabajen de forma autónoma antes de las clases de resolución de problemas.	21.0	100.0
AF4: Prácticas con ordenadores	El profesor explicará en el aula de informática el funcionamiento de paquetes de software de modelización y de optimización. Se suministrará material escrito y/o bibliográfico cuyo estudio previo ayudará al seguimiento de las prácticas.  Estas prácticas tienen carácter obligatorio, de manera que para poder evaluar la asignatura, el estudiante deberá entregar una serie de problemas resueltos utilizando las herramientas en ellas desarrolladas.	12.0	100.0
AF5: Trabajo autónomo del estudiante	El estudiante dispondrá de los guiones completos de los temas de teoría, de los temas de prácticas y de la relaciones de problemas asociadas a estos temas. Se espera que el estudiante trabaje estos materiales con asiduidad, de forma que pueda seguir la materia al día y poder aprovechar al máximo el resto de actividades formativas.	90.0	0.0
<b>Totales</b>		<b>150,00</b>	

## 7. Horario de la asignatura

<https://www.um.es/web/estudios/grados/matematicas/2024-25#horarios>

## 8. Sistemas de Evaluación

Identificador	Denominación del instrumento de evaluación	Criterios de Valoración	Ponderación
SE1	Exámenes (escritos u orales)	Conocimiento de los diferentes conceptos, propiedades, y algoritmos en los diferentes modelos de optimización lineal Claridad y coherencia en el razonamiento Correcta resolución de los ejercicios	82.0
SE2	Informes escritos, trabajos y proyectos	Formulación adecuada y correcta resolución de los problemas	18.0
SE3	Presentación de		0.0

## 9. Fechas de exámenes

<https://www.um.es/web/estudios/grados/maticas/2024-25#exámenes>

## 10. Resultados del Aprendizaje

El alumno sabrá formular problemas reales como problemas de Optimización Lineal, diferenciando entre la función objetivo a optimizar y el conjunto de restricciones que definan la región factible, caracterizada por sus puntos extremos y direcciones extremas. Como método general de resolución de este tipo de problemas con restricciones de igualdad y/o desigualdad, se presentará el algoritmo del símplex en sus diferentes versiones, y se enseñará a encontrar soluciones factibles iniciales para el mismo. Se introducirá la teoría de la dualidad en Optimización Lineal, presentando el problema dual de un problema de OL, así como el algoritmo dual del símplex. Tras encontrar la solución óptima de un problema, se procederá a realizar un análisis de la sensibilidad y análisis paramétrico sobre la solución encontrada.

## 11. Bibliografía

### Bibliografía básica

- [Bazaraa M.S., Jarvis J.J. y Sherali H.D. "Programación Lineal y flujo en redes \(2a edición\)"; Limusa, 1998.](#)
- [Fernández Hernández, J., Fernández Hernández, P., Pelegrín Pelegrín, B. "Optimización lineal. Formulación e implementación de problemas en Xpress", Diego Marín Librero Editor S.L., 2014.](#)
- [Guéret C., Prins C. y Sevaux M. "Applications of optimization with Xpress-MP"; Dash Optimization, 2002.](#)
- [Hillier F.S. y Lieberman G.J. "Introducción a la Investigación de Operaciones \(4a edición en español\)"; McGraw-Hill, 1997.](#)
- [Ríos S., Ríos D., Mateos A. y Martín J. "Programación lineal y aplicaciones. Ejercicios resueltos"; Rama, 1997.](#)

### Bibliografía complementaria

- [Luenberger D.G. "Programación Lineal y No Lineal"; Addison-Wesley, 1989.](#)
- [Mocholi Arece M. y Sala Garrido R. "Programación lineal. Metodología y problemas"; Tebar Flores, 1993](#)
- [Pardo L. "Programación Lineal Continua - Aplicaciones prácticas en la empresa"; Ediciones Díaz de Santos, 1987.](#)
- [Williams H.P. "Model building in Mathematical Programming \(3rd edition\)"; Wiley, 1998](#)
- [Yi-Long Chang. "WinQSB - Decision support software for MS/OM"; Wiley & Sons, 1998.](#)

## 12. Observaciones

Cada uno de los apartados contemplados en la evaluación se valorará con una puntuación entre 0 y 10

La nota de lo que llamamos evaluación continua EC se obtiene como:

$$EC = 0.4 \times TP + 0.6 \times PO$$

donde TP es la nota media de los talleres de problemas, y PO es nota de practicas de ordenador por la entrega de los ejercicios propuestos a cada alumno.

La nota global ponderada GP se obtiene como:

$$GP = 0.3 \times EC + 0.7 \times F$$

El examen final en cada una de sus convocatorias estará dividido en dos partes, una de teoría y otra de problemas, suponiendo cada una de ellas el 50% de la nota del examen F. Para poder obtener una calificación del examen final, será necesario obtener al menos el 40% de la nota en cada una de las dos partes en que está dividido, teoría y problemas.

Para aprobar la asignatura se requiere además que el alumno haya entregado los ejercicios propuestos en las prácticas de ordenador. La entrega de dichos ejercicios se podrá hacer antes de cada convocatoria, ya sea ordinaria o extraordinaria, dentro de las fechas que para ello se indiquen en su momento.

La calificación final NF será la siguiente:

$$NF = \max\{GP, F\}$$

La nota de la evaluación continua obtenida por un alumno en un curso se le guardará para todas las convocatorias del correspondiente curso.

Es importante que aquellos alumnos que no puedan asistir regularmente a las actividades presenciales hablen con el profesor a principio de curso.

En todas las actividades evaluadoras se tendrá en cuenta la honestidad, la ética y la integridad intelectual con las que se lleva a cabo También se valorará la capacidad de expresarse correctamente en español.

Esta asignatura se encuentra vinculada de forma directa con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 8 "Trabajo docente y crecimiento económico" y 12 "Producción y consumo responsables", en particular con el 8.4 "Mejora de la producción y consumo eficiente y respetuoso" y 12.2 "Lograr el uso eficiente de recursos naturales".

## NECESIDADES EDUCATIVAS ESPECIALES

Aquellos estudiantes con discapacidad o necesidades educativas especiales podrán dirigirse al Servicio de Atención a la Diversidad y Voluntariado (ADYV - <https://www.um.es/adyv>) para recibir orientación sobre un mejor aprovechamiento de su proceso formativo y, en su caso, la adopción de medidas de equiparación y de mejora para la inclusión, en virtud de la Resolución Rectoral R-358/2016. El tratamiento de la información sobre este alumnado, en cumplimiento con la LOPD, es de estricta confidencialidad.

## REGLAMENTO DE EVALUACIÓN DE ESTUDIANTES

El artículo 8.6 del Reglamento de Evaluación de Estudiantes (REVA) prevé que "salvo en el caso de actividades definidas como obligatorias en la guía docente, si el o la estudiante no puede seguir el proceso de evaluación continua por circunstancias sobrevenidas debidamente justificadas, tendrá derecho a realizar una prueba global".

Se recuerda asimismo que el artículo 22.1 del Reglamento de Evaluación de Estudiantes (REVA) estipula que "el o la estudiante que se valga de conductas fraudulentas, incluida la indebida atribución de identidad o autoría, o esté en posesión de medios o instrumentos que faciliten dichas conductas, obtendrá la calificación de cero en el procedimiento de evaluación y, en su caso, podrá ser objeto de sanción, previa apertura de expediente disciplinario".