



## 1. Identificación

### 1.1. De la Asignatura

Curso Académico	2023/2024
Titulación	GRADO EN MATEMÁTICAS y PROGRAMA ACADÉMICO DE SIMULTANEIDAD DE DOBLE TITULACIÓN CON ITINERARIO ESPECIFICO DE GRADO EN MATEMÁTICAS Y GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA
Nombre de la Asignatura	GRAFOS Y OPTIMIZACIÓN DISCRETA
Código	1592
Curso	TERCERO (SIN DOCENCIA) y CUARTO(IC) (SIN DOCENCIA)
Carácter	OBLIGATORIA
N.º Grupos	2
Créditos ECTS	6
Estimación del volumen de trabajo del alumno	150
Organización Temporal/Temporalidad	1 Cuatrimestre y 1 Cuatrimestre(IC)
Idiomas en que se imparte	ESPAÑOL

### 1.2. Del profesorado: Equipo Docente

Coordinación de la asignatura ALFREDO N. MARIN PEREZ Grupo de Docencia: 1 y B	Área/Departamento	ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA/ ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA
	Categoría	CATEDRATICOS DE UNIVERSIDAD
	Correo Electrónico / Página web / Tutoría electrónica	amarin@um.es www.um.es/or Tutoría Electrónica: NO

Coordinación de los grupos:1 y B(IC)	Teléfono, Horario y Lugar de atención al alumnado	Duración	Día	Horario	Lugar	Observaciones
		Anual	Jueves	09:00- 11:00	868883627, Facultad de Matemáticas y Aulario General B1.2.009	Los alumnos podrán solicitar tutoría para cualquier hora y día y si el profesor dispone de ese hueco les atenderá
		Anual	Viernes	10:00- 14:00	868883627, Facultad de Matemáticas y Aulario General B1.2.009	Los alumnos podrán solicitar tutoría para cualquier hora y día y si el profesor dispone de ese hueco les atenderá

## 2. Presentación

Los grafos resumen la información de un conjunto de objetos que se relacionan, o no, entre sí. Si además se añade una medida de esta relación, el concepto de grafo se extiende al de red. Puede modelarse mediante un grafo un mapa de carreteras o metro, una red de comunicaciones, de tendidos eléctricos, gasísticos, etcétera. Pero también pueden usarse los grafos en otros casos menos obvios, como la modelización de la incompatibilidad (países con fronteras comunes no pueden colorearse de la misma forma en un mapa), del



movimiento de una ficha en un juego, incluso veremos aplicaciones en química y biología. La Teoría de Grafos es muy extensa, y contempla muchos puntos de vista distintos. En esta asignatura intentaremos, en lo posible, que el alumno tenga una visión amplia de la materia y unos conocimientos básicos suficientes que le sirvan de base para hipotéticas ampliaciones de conocimientos.

Entre los problemas más interesantes que se presentan sobre estructuras modelizables como grafos, están los de optimización discreta. Estudiaremos la forma de formularlos y resolverlos como problemas de programación lineal entera y nos introduciremos en las principales técnicas subyacentes en los algoritmos utilizados comúnmente por el software específico del campo.

### 3. Condiciones de acceso a la asignatura

#### 3.1 Incompatibilidades

No consta

#### 3.2 Recomendaciones

Es recomendable haber superado la asignatura de Optimización 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

- Competencia 1. Conocer y caracterizar los distintos tipos de grafos y redes
- Competencia 2. Resolver el problema de la conexión de un grafo, y conocer sus aplicaciones
- Competencia 3. Saber obtener árboles, caminos y otras subestructuras óptimas sobre redes
- Competencia 4. Formular problemas de optimización combinatoria de forma eficiente
- Competencia 5. Resolver problemas de optimización discreta mediante algoritmos de ramificación y acotación.
- Competencia 6. Resolver problemas de optimización discreta mediante algoritmos basados en hiperplanos de corte.
- Competencia 7. Saber utilizar paquetes informáticos para resolver problemas sobre grafos y de optimización combinatoria

### 5. Contenidos

#### Bloque 1: Teoría de Grafos

TEMA 1. Conceptos básicos en Teoría de Grafos

Definiciones y ejemplo. Primeros resultados. Ejercicios.

TEMA 2. Conexión

Conexión y componentes conexas. Algunos resultados sobre conexión. k-conexión. Ejercicios.



### TEMA 3. Árboles

Introducción y árboles con raíz. Árboles binarios. Árboles generadores de peso mínimo. Algoritmos de Kruskal y Prim. Ejercicios.

### TEMA 4. Camino más corto. Recorridos por aristas y vértices

Caminos más cortos. Algoritmo de Dijkstra. Grafos eulerianos. Algoritmo de Dantzig. Grafos hamiltonianos. El problema del viajante de comercio. Ejercicios.

### TEMA 5. Grafos planos. Coloración de grafos

Coloración. Teorema fundamental de reducción. Planaridad. Coloreado de grafos planares. Ejercicios.

## Bloque 2: Optimización Discreta

### TEMA 1. Modelo de programación entera

Repaso de Optimización Lineal. Algoritmo dual. Modelo de Programación Entera. Formulación de problemas de optimización sobre grafos. Indicaciones para formular. Ejercicios.

### TEMA 2. Ramificación y acotación. Hiperplanos de corte

Algoritmo de ramificación y acotación. Hiperplano de corte todo entero. Hiperplano de corte mixto. Ejercicios.

## PRÁCTICAS

Práctica 1. Resolución de problemas de Optimización Discreta: Relacionada con los contenidos Tema 1 (Bloque 1), Tema 2 (Bloque 1), Tema 3 (Bloque 1), Tema 4 (Bloque 1), Tema 5 (Bloque 1), Tema 1 (Bloque 2) y Tema 2 (Bloque 2)

Las prácticas se llevarán a cabo en un aula de ordenadores con el software xpress para Optimización Discreta, siguiendo un cuadernillo preparado al efecto.

## 6. Metodología Docente

Actividad Formativa	Metodología	Horas Presenciales	Trabajo Autónomo	Volumen de trabajo
Clases teóricas y resolución de problemas	<p>Se entrega un resumen de cada tema al alumno que contiene definiciones y enunciados. Éstos son luego proyectados en clase mientras en la pizarra se desarrollan los conceptos, se dan ejemplos y se construyen detalladamente las demostraciones.</p> <p>Se entrega una hoja de problemas de cada tema y el profesor selecciona algunos problemas que son resueltos en clase. Los problemas están clasificados por dificultad. La participación de los alumnos en la resolución de problemas en clase es bienvenida.</p>	37	60	97
Tutorías en grupo	Se atiende a los grupos por parte del profesor en el desarrollo de la tutoría.	3	10	13
Prácticas de ordenador	Se aplican los conocimientos de Optimización Discreta a la resolución de modelos mediante el uso de un software específico. En cada sesión de prácticas se entrega un cuadernillo para que el alumno lo vaya siguiendo y se le resuelven las dudas que se le planteen.	12	10	22
Resolución de problemas / Seminarios /Exposición y discusión de trabajos		8	10	18
	Total	60	90	150

Actividad Formativa	Metodología	Horas Presenciales	Trabajo Autónomo	Volumen de trabajo

## 7. Horario de la asignatura

<https://www.um.es/web/estudios/grados/maticas/2023-24#horarios>

## 8. Sistema de Evaluación

Métodos / Instrumentos	Exámenes (escritos u orales)
Criterios de Valoración	El examen de prácticas puntuará un 5%.  Se responderá preguntas de teoría (enunciados, demostraciones y cuestiones teóricas sobre los resultados centrales de la asignatura) contando un 45% de la calificación.  El 50% restante consistirá en la resolución por escrito de cuestiones prácticas, ejercicios y problemas.
Ponderación	100
Métodos / Instrumentos	Informes escritos, trabajos y proyectos
Criterios de Valoración	
Ponderación	0
Métodos / Instrumentos	Presentación de trabajos
Criterios de Valoración	La participación en clase podrá aportar medio punto más a la nota de la asignatura.
Ponderación	0

### Fechas de exámenes

<https://www.um.es/web/estudios/grados/maticas/2023-24#examenes>

## 9. Resultados del Aprendizaje

- Conocer y manejar nociones de combinatoria y métodos de enumeración.
- Conocer y caracterizar los distintos tipos de grafos y redes.
- Resolver el problema de la conexión de un grafo, y conocer sus aplicaciones.
- Saber obtener árboles, caminos y otras subestructuras óptimas sobre redes.



- Formular problemas de optimización combinatoria de forma eficiente.
- Resolver problemas de optimización discreta mediante algoritmos de ramificación y acotación.
- Resolver problemas de optimización discreta mediante algoritmos basados en hiperplanos de corte.
- Saber utilizar paquetes informáticos para resolver problemas sobre grafos y de optimización lineal y combinatoria.

## 10. Bibliografía

### Bibliografía Básica



Alsina. Mapas del metro y redes neuronales. La teoría de grafos. RBA, 2010.



Diestel. Graph Theory. Springer, 2006.



Salkin y Mathur. Foundations of integer programming. North-Holland, 1989.



Taha Integer programming. Academic Press, 1975



Wolsey Integer Programming. Wiley, 1998.

## 11. Observaciones y recomendaciones

El plagio y/o copia en cualquier proceso de la evaluación de la asignatura es un comportamiento poco ético y tendrá como consecuencia, de forma automática, el suspenso en la actividad evaluada.

Aquellos estudiantes con discapacidad o necesidades educativas especiales pueden dirigirse al Servicio de Atención a la Diversidad y Voluntariado (ADYV; <http://www.um.es/adyv/>) para recibir la orientación o asesoramiento oportunos para un mejor aprovechamiento de su proceso formativo. El tratamiento de la información sobre este alumnado es de estricta confidencialidad.

Esta asignatura no se encuentra vinculada de forma directa con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Para estudiantes sin derecho a docencia, la metodología se limita a 150h de trabajo autónomo, y la evaluación al examen final con una ponderación del 100%. No obstante, para facilitar el proceso de aprendizaje, los estudiantes sin derecho a docencia podrán seguir las prácticas de ordenador y por tanto el sistema de evaluación previsto para los estudiantes con derecho a docencia.

