

**COURSE DATA****Data Subject**

<b>Code</b>	44093
<b>Name</b>	Convexity and optimisation
<b>Cycle</b>	Master's degree
<b>ECTS Credits</b>	3.0
<b>Academic year</b>	2024 - 2025

**Study (s)**

<b>Degree</b>	<b>Center</b>	<b>Acad. Period</b>
2183 - Master's Degree in Mathematical Research	Faculty of Mathematics	1 First term

**Subject-matter**

<b>Degree</b>	<b>Subject-matter</b>	<b>Character</b>
2183 - Master's Degree in Mathematical Research	4 - Specialty in fundamental mathematics	Optional

**SUMMARY**

La asignatura presenta una panorámica general de la optimización, especialmente la optimización convexa, como una herramienta necesaria en el tratamiento de problemas modelados matemáticamente en contextos muy diversos. Se trata de una asignatura de máster que completa la formación de los alumnos tanto de forma básica (estudio de la convexidad de conjuntos y funciones, y de diferenciabilidad de estas últimas) como aplicada (algoritmos para la optimización, análisis de su convergencia, comparación entre las diversas técnicas), completada con una amplia colección de aplicaciones a situaciones de interés tanto para el estudiante con formación matemática como para el ingeniero y el profesional de otras disciplinas.



## PREVIOUS KNOWLEDGE

### Relationship to other subjects of the same degree

There are no specified enrollment restrictions with other subjects of the curriculum.

### Other requirements

Conocimientos básicos de álgebra lineal y cálculo diferencial de una y de varias variables.

### 2183 - Master's Degree in Mathematical Research

- Students should apply acquired knowledge to solve problems in unfamiliar contexts within their field of study, including multidisciplinary scenarios.
- Que los estudiantes sean capaces de aplicar los resultados y técnicas aprendidas para la resolución de problemas complejos de alguna de las áreas de las Matemáticas, en contextos académicos o profesionales.
- Que los estudiantes sepan elegir y utilizar herramientas informáticas adecuadas para abordar problemas relacionados con las Matemáticas y sus aplicaciones.

- Saber aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
- Saber elegir y utilizar herramientas informáticas adecuadas para abordar problemas relacionados con las Matemáticas y sus aplicaciones.
- Ser capaces de aplicar los resultados y técnicas aprendidas para la resolución de problemas complejos de alguna de las áreas de las Matemáticas, en contextos académicos o profesionales.

## DESCRIPTION OF CONTENTS

### 1. Introducción

- Un problema de optimización. Optimización convexa. Conjuntos convexos y funciones convexas. Mínimos locales y globales de funciones convexas.

### 2. Conjuntos convexos

- Conjuntos convexos. Envoltura convexa. Operaciones que preservan la convexidad. Ejemplos de conjuntos convexos. Separación de conjuntos convexos. Puntos extremales, teorema de Minkowski--Caratheodory.



### 3. Funciones convexas definidas en conjuntos convexos de $\mathbb{R}^n$

- Funciones convexas. Ejemplos. Operaciones que preservan la convexidad. Caracterización de funciones convexas. Distancias a conjuntos. Subgradiente.

### 4. Problemas de optimización convexa

- Terminología. Ejemplos de problemas de optimización. Extremos locales y globales. Ejemplos: funciones cuadráticas. Extremos condicionados. Proyecciones. Cambios de variable. Introduciendo variables adicionales. Ejemplos.

### 5. Problemas en forma canónica

- Clasificación de problemas en forma canónica: Programas lineales, cuadráticos, semidefinidos, cónicos. Ejemplos.

### 6. Algoritmos

- El método del descenso del gradiente. Aproximación cuadrática. Análisis de convergencia. Búsqueda de direcciones. Búsqueda inversa. Subgradientes. Variantes del método del Descenso del gradiente. Análisis de la convergencia. El método del Gradiente Conjugado.

### 7. Dualidad y optimización

- Dualidad en programación lineal. Dualidad en programación general. Las condiciones de Kuhn-Tucker.

### 8. Métodos de segundo orden

- Método de Newton. Método de las barreras. Método de puntos interiores primal-dual.

**WORKLOAD**

ACTIVITY	Hours	% To be attended
Theory classes	30,00	100
Development of individual work	10,00	0
Study and independent work	10,00	0
Readings supplementary material	5,00	0
Preparation of evaluation activities	10,00	0
Preparing lectures	5,00	0
Preparation of practical classes and problem	5,00	0
<b>TOTAL</b>	<b>75,00</b>	

**TEACHING METHODOLOGY**

Se propondrá de forma personalizada que el alumno elabore un documento de acuerdo con sus capacidades, usando el material proporcionado en el curso y se le invitará a que lo amplie con las lecturas del material dado en la bibliografía.

**EVALUATION**

La evaluación del alumno será continua y estará basada en asistencia a clase, participación en la misma, preguntas en clase y entrega y exposición de trabajos. En casos en los que por razones justificadas el alumno no pueda asistir a la totalidad de las clases se acordará otro sistema de evaluación alternativo. Más precisamente, se propone que el alumno que haya obtenido dispensa de asistencia entregue, en los plazos establecidos, el material escrito propuesto a los alumnos presenciales y que, a juicio de los instructores, pueda someterse a un control oral, vía telemática.

**REFERENCES****Basic**

- R. T. Rockafellar, Convex Analysis
- S. Boyd and L. Vandenberghe, Convex Optimization
- [//www.stat.cmu.edu/~ryantibs/convexopt](http://www.stat.cmu.edu/~ryantibs/convexopt)