



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería de  
Sistemas Informáticos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**613000134 - Optimización Exacta Y Aproximada**

### PLAN DE ESTUDIOS

61AH - Máster Universitario En Aprendizaje Automático Y Datos Masivos

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	7
8. Recursos didácticos.....	9

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	613000134 - Optimización Exacta y Aproximada
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Primer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	61AH - Máster Universitario en Aprendizaje Automático y Datos Masivos
<b>Centro responsable de la titulación</b>	61 - Escuela Técnica Superior De Ingeniería De Sistemas Informáticos
<b>Curso académico</b>	2023-24

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Carlos Quesada Gonzalez (Coordinador/a)	2105	carlos.quesada@upm.es	L - 11:00 - 13:00 X - 11:00 - 13:00 J - 11:00 - 13:00
Enrique Gutierrez Alvarez	2003	enrique.gutierrez.alvarez@u pm.es	L - 11:00 - 13:00 X - 11:00 - 13:00 J - 11:00 - 13:00

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

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Visualización Avanzada De Dtos
- Metodología Y Técnicas De Investigación

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Fundamentos matemáticos básicos: Álgebra, Análisis

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan 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

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CE04 - Identificar, analizar y resolver mediante técnicas exactas y aproximadas los problemas de optimización derivados del manejo y tratamiento de datos masivos que se explotan mediante técnicas de aprendizaje automático.

CG1 - Capacidad para aplicar el método científico y saber organizar y planificar experimentos con rigor metodológico en el ámbito del aprendizaje automático y los datos masivos

CG2 - Participar en la aplicación de mecanismos de descripción, cuantificación, análisis, interpretación y evaluación de resultados experimentales del ámbito de los datos masivos y el aprendizaje automático

CG3 - Capacidad para reunir e interpretar datos masivos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas importantes de índole científico, social o ético en el ámbito del aprendizaje automático y los datos masivos

CG4 - Capacidad de aplicar iniciativa, integración, colaboración y potenciación de la discusión crítica en el ámbito del trabajo en equipo dentro del ámbito del aprendizaje automático y datos masivos

CG5 - Participar en la transmisión de la información generada, las ideas, los problemas y las soluciones de forma oral y escrita para un público tanto especializado como no especializado

CT1 - Creatividad

CT2 - Organización y planificación

CT3 - Gestión de la información

CT4 - Liderazgo de equipos

CT5 - Trabajo en contextos internacionales

K03 - El alumno analiza los problemas de optimización derivados del ajuste y explotación de los modelos de aprendizaje automático

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA40 - Comprender y analizar algoritmos de optimización para funciones diferenciables basados en descenso de gradiente

RA41 - - Aplicar el método de Lagrange para resolver problemas de optimización con restricciones

RA42 - - Identificar y resolver problemas de programación matemática

RA43 - - Conocer la diferencia entre optimización exacta y aproximada

RA44 - - Conocer las ventajas e inconvenientes de las metaheurísticas y aplicarlas para resolver problemas de optimización.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Los objetivos generales de la asignatura Investigación Operativa son los siguientes:

Comprender y analizar algoritmos de optimización para funciones diferenciables basados en descenso de gradiente.

Aplicar el método de Lagrange para resolver problemas de optimización con restricciones.

Identificar y resolver problemas de programación matemática. Conocer la diferencia entre optimización exacta y aproximada.

Conocer las ventajas e inconvenientes de las metaheurísticas y aplicarlas para resolver problemas de optimización.

Adaptar cada técnica a las características específicas de los dominios de problemas.

Evaluar las prestaciones y eficiencia de los métodos de forma comparativa.

Trabajar sobre problemas específicos y resolverlos de forma eficiente ajustando las técnicas y sus parámetros.

Saber construir un modelo matemático que permita describir una determinada situación de forma apropiada

(modelización del problema).

Comprender las ideas básicas que están detrás de los algoritmos.

Ilustrar la resolución de problemas reales.

Identificar la técnica o técnicas que se adapten a la solución del problema planteado.

Tener la capacidad de construir programas que apliquen los métodos estudiados para la resolución de problemas reales.

Interpretar correctamente los resultados obtenidos dentro del problema concreto.

Proporcionar una base fundamental que permita al estudiante por sí mismo entender otras técnicas no recogidas en el curso y adaptarse a un campo en evolución permanente.

## 5.2. Temario de la asignatura

### 1. Descenso de gradiente

1.1. Descenso de gradiente y backpropagation.

1.2. Métodos de aceleración.

### 2. Multiplicadores de Lagrange y optimización con restricciones

2.1. Dualidad y Holgura.

2.2. Karush-Kuhn Tucker.

### 3. Programación matemática, lineal y cuadrática

3.1. Programación lineal

3.2. Programación entera

3.3. Programación no lineal

### 4. Metaheurísticas

4.1. Introducción a las metaheurísticas

4.2. Búsqueda local y por trayectorias

4.3. Introducción a técnicas avanzadas: búsqueda tabú, algoritmos genéticos, enjambre de partículas

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1				
2				
3				
4				
5				
6	<b>Clase teórico-práctica</b> Duración: 06:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	<b>Clase teórico-práctica</b> Duración: 06:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	<b>Clase teórico-práctica</b> Duración: 06:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	<b>Clase teórico-práctica</b> Duración: 06:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10	<b>Clase teórico-práctica</b> Duración: 06:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Elaboración de prácticas con presentación</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 02:00
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
10	Elaboración de prácticas con presentación	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CE04 CB6 CT1 CT4 CT5 K03 CB10 CB7 CB9 CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CT2 CT3

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
10	Elaboración de prácticas con presentación	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CE04 CB6 CT1 CT4 CT5 K03 CB10 CB7 CB9 CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CT2 CT3

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Elaboración de prácticas con presentación	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CE04 CB6 CT1 CT4 CT5 K03 CB10 CB7 CB8 CB9 CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CT2 CT3

## 7.2. Criterios de evaluación

Debido al formato modular del máster y la extensión temporal de tan sólo un mes de esta asignatura, la evaluación de la asignatura se realizará mediante la realización de unas prácticas por grupos que deberán ser expuestas.

### Convocatoria Ordinaria

Se requerirá la realización y defensa de una práctica, que podrá constar de varias tareas. Todos los detalles sobre la misma, formato de los grupos y de la defensa serán publicados con suficiente antelación en el Moodle de la asignatura. En función de lo evaluado a través de la defensa la nota podrá ser diferente para integrantes de un mismo grupo.

### Convocatoria Extraordinaria

Se requerirá la realización y defensa de una práctica, que podrá constar de varias tareas. Todos los detalles sobre la misma, formato de los grupos y de la defensa serán publicados con suficiente antelación en el Moodle de la asignatura. En función de lo evaluado a través de la defensa la nota podrá ser diferente para integrantes de un mismo grupo.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Dantzig, G. B., (1963). Linear Programming and Extensions, Princeton University Press.	Bibliografía	
Goodfellow, I. et. al. (2016) Deeplearning, MIT Press	Bibliografía	

Kinsley, H., Kukiela, D. (2020) Neural Networks from scratch	Bibliografía	
Lan, G. (2020) First-order and Stochastic Optimization Methods for Machine Learning (Springer Series in the Data Sciences)	Bibliografía	
Taha H. A. (2004), Investigación de Operaciones, Prentice Hall, México.	Bibliografía	
Talbi, E.G. (2009). Metaheuristics: From Design to Implementation, John Wiley & Sons.	Bibliografía	
Wagner H. M. (1975). Principles of Operations Research: With Applications to Managerial Decisions. Prentice-Hall.	Bibliografía	
Yang X. S. (2010). Engineering Optimization: An Introduction with Metaheuristic Applications, John Wiley & Sons.	Bibliografía	
Apuntes de la asignatura	Bibliografía	En el moodle de la asignatura
Optimisation for Data Science (2022-23). Oxford	Recursos web	