

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**543000304 - Modelos Matemáticos Para La Optimización**

### PLAN DE ESTUDIOS

54ER - D.M. En Gestión En Edificación Y En Ejecución De Obras De Rehab. Y Restaura

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2024/25 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 1. Datos descriptivos.....                       | 1  |
| 2. Profesorado.....                              | 1  |
| 3. Competencias y resultados de aprendizaje..... | 2  |
| 4. Descripción de la asignatura y temario.....   | 4  |
| 5. Cronograma.....                               | 6  |
| 6. Actividades y criterios de evaluación.....    | 9  |
| 7. Recursos didácticos.....                      | 11 |
| 8. Otra información.....                         | 13 |

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

|                                     |                                                                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la asignatura             | 543000304 - Modelos Matemáticos para la Optimización                               |
| No de créditos                      | 3 ECTS                                                                             |
| Carácter                            | Obligatoria                                                                        |
| Curso                               | Primer curso                                                                       |
| Semestre                            | Primer semestre                                                                    |
| Período de impartición              | Septiembre-Enero                                                                   |
| Idioma de impartición               | Castellano                                                                         |
| Titulación                          | 54ER - D.m. en Gestión en Edificación y en Ejecución de Obras de Rehab. y Restaura |
| Centro responsable de la titulación | 54 - Escuela Tecnica Superior De Edificacion                                       |
| Curso académico                     | 2024-25                                                                            |

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

| Nombre                                      | Despacho | Correo electrónico | Horario de tutorías<br>*                             |
|---------------------------------------------|----------|--------------------|------------------------------------------------------|
| Jose Angel Capitan Gomez<br>(Coordinador/a) | 3        | ja.capitan@upm.es  | Sin horario.<br>Concertar por<br>correo electrónico. |

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

## 3. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 3.1. Competencias

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

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

CG.AE.07. - Capacidad para desarrollar nuevas ideas en para la gestión en el sector de la edificación, comunicándolas y transfiriéndolas de forma eficaz.

CT1 - Trabajo en equipo. Equipos intermaterias

CT2 - Capacidad de búsqueda, análisis y selección de información

CT5 - Eliminación de barreras. Reconocimiento a la diversidad y la multiculturalidad.

CT6 - Adaptarse a entornos multidisciplinares, internacionales y multiculturales.

## 3.2. Resultados del aprendizaje

RA38 - Presentación y defensa pública de un trabajo, como resultado de un análisis cualitativo y cuantitativo, de nivel adecuado para un Master Universitario

RA39 - Elaborar una política óptima de inventarios

RA40 - Resolver problemas

RA5 - RA3 Conocimiento avanzados de las teorías y herramientas para la gestión de edificios

RA33 - Formular y resolver los diferentes modelos básicos de colas

RA30 - Capacidad de tomar decisiones

RA31 - Formular problemas de programación lineal

RA32 - Construir grafos apropiados para problemas dados en forma de texto o tabla

RA34 - Formular un modelo matemático del sistema de inventarios

RA35 - Obtener la solución, utilizando el algoritmo correspondiente, de los diversos problemas de optimización de redes

RA36 - Analizar y buscar información proveniente de fuentes diversas

RA37 - Aplicación práctica de los conocimientos adquiridos mediante la resolución de casos

RA41 - Resolver, mediante el software adecuado, problemas de programación lineal

## 4. Descripción de la asignatura y temario

---

### 4.1. Descripción de la asignatura

La asignatura de Modelos matemáticos para la optimización introduce los conceptos y las herramientas básicas de la investigación de operaciones. En ella se estudian cómo modelizar los problemas gestión caracterizados por tener que asignar recursos limitados a los diversos agentes de manera que se optimice el resultado global. La modelización es en términos matemáticos, lo cual permite utilizar las herramientas matemáticas para encontrar las soluciones óptimas. Todo ello se hace estudiando los problemas prototipos de situaciones habituales en la gestión: problemas de programación lineal, problemas de transporte y asignación, optimización en redes, y sistemas de colas.

La asignatura tiene un carácter eminentemente práctico, con la resolución de numerosos casos prácticos mediante el uso de software adecuado, tanto para el aprendizaje como para la evaluación.

### 4.2. Temario de la asignatura

1. Programación lineal. El método símplex
  - 1.1. Elementos de un problema de programación lineal
  - 1.2. Introducción al método símplex
  - 1.3. Software de resolución de problemas de programación lineal
  - 1.4. Análisis de sensibilidad de una solución óptima
2. Programación lineal entera
  - 2.1. Dificultad de la programación lineal entera: algoritmo de ramificación y cota
  - 2.2. Programación lineal entera binaria
3. Problemas de optimización en redes
  - 3.1. El problema del transporte
  - 3.2. El problema de asignación
  - 3.3. El problema de la ruta mínima
  - 3.4. El problema del mínimo árbol de expansión

3.5. El problema del flujo máximo

3.6. El problema del flujo de coste mínimo

4. Sistemas de colas

4.1. Elementos de probabilidad

4.2. Elementos de un modelo de colas

4.3. Modelo M/M/s

## 5. Cronograma

### 5.1. Cronograma de la asignatura \*

| Sem | Actividad tipo 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Actividad tipo 2 | Tele-enseñanza | Actividades de evaluación                                                                                                                                            |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | <b>Presentación de la asignatura. Lección 1: plantear un problema de programación lineal</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral                                                                                                                                                                                                                                                                 |                  |                |                                                                                                                                                                      |
| 2   | <b>Lección 2: resolución gráfica de problemas de dos variables</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                  |                |                                                                                                                                                                      |
| 3   | <b>Lección 3: resolución por ordenador de problemas de programación lineal.</b><br>Duración: 01:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Lección 3: resolución por ordenador de problemas de programación lineal.</b><br>Duración: 01:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio                                                                                                                 |                  |                |                                                                                                                                                                      |
| 4   | <b>Lección 4: análisis de sensibilidad de una solución óptima</b><br>Duración: 01:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Lección 4: análisis de sensibilidad de una solución óptima</b><br>Duración: 00:30<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio<br><br><b>Test de cuestiones de teoría: tema 1, programación lineal</b><br>Duración: 00:30<br>OT: Otras actividades formativas / Evaluación |                  |                | <b>Test de cuestiones de teoría: tema 1, programación lineal</b><br>ET: Técnica del tipo Prueba Telemática<br>Evaluación Progresiva<br>Presencial<br>Duración: 00:30 |
| 5   | <b>Lección 5: análisis de optimalidad y factibilidad, gráficamente y por ordenador</b><br>Duración: 01:30<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Lección 5: análisis de optimalidad y factibilidad, gráficamente y por ordenador</b><br>Duración: 00:30<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio                                                                                                   |                  |                |                                                                                                                                                                      |



|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |  |                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6  | <p><b>Lección 6: problemas de programación lineal entera, algoritmo de ramificación y cota</b><br/>Duración: 01:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Lección 6: problemas de programación lineal entera, algoritmo de ramificación y cota</b><br/>Duración: 01:00<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>                                                                                                                                                |  |  | <p><b>Entrega 1.1: problema de programación lineal. Análisis de sensibilidad de un problema de optimización.</b><br/>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br/>Evaluación Progresiva<br/>No presencial<br/>Duración: 03:00</p> |
| 7  | <p><b>Lección 7: variables binarias</b><br/>Duración: 01:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Lección 7: variables binarias</b><br/>Duración: 01:00<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>                                                                                                                                                                                                                                                              |  |  |                                                                                                                                                                                                                                  |
| 8  | <p><b>Lección 8: el problema del transporte y el problema de la asignación</b><br/>Duración: 01:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Lección 8: el problema del transporte y el problema de la asignación</b><br/>Duración: 00:30<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Test de cuestiones de teoría: tema 2, programación lineal entera</b><br/>Duración: 00:30<br/>OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>                           |  |  | <p><b>Test de cuestiones de teoría: tema 2, programación lineal entera</b><br/>ET: Técnica del tipo Prueba Telemática<br/>Evaluación Progresiva<br/>Presencial<br/>Duración: 00:30</p>                                           |
| 9  | <p><b>Lección 9: el problema de la ruta mínima</b><br/>Duración: 01:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Lección 9: el problema de la ruta mínima</b><br/>Duración: 01:00<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>                                                                                                                                                                                                                                        |  |  | <p><b>Entrega 2.1: Un problema de programación lineal entera con tomas de decisión</b><br/>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br/>Evaluación Progresiva<br/>No presencial<br/>Duración: 03:00</p>                           |
| 10 | <p><b>Lección 10: el problema del flujo de máximo y el problema del flujo de coste mínimo</b><br/>Duración: 01:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Lección 10: el problema del flujo de máximo y el problema del flujo de coste mínimo</b><br/>Duración: 00:30<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Test de cuestiones de teoría: tema 3, problemas en redes (I)</b><br/>Duración: 00:30<br/>OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> |  |  | <p><b>Test de cuestiones de teoría: tema 3, problemas en redes (I)</b><br/>ET: Técnica del tipo Prueba Telemática<br/>Evaluación Progresiva<br/>Presencial<br/>Duración: 00:30</p>                                               |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11 | <p><b>Lección 11: el problema del mínimo árbol de expansión</b><br/>Duración: 01:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Lección 11: el problema del mínimo árbol de expansión</b><br/>Duración: 01:00<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>                                                                                                         |  |  | <p><b>Entrega 3.1: Un problema de optimización sobre redes</b><br/>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br/>Evaluación Progresiva<br/>No presencial<br/>Duración: 03:00</p>                                                                                                                                                                        |
| 12 | <p><b>Lección 11: elementos de un sistema de colas</b><br/>Duración: 01:30<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Test de cuestiones de teoría: tema 3, problemas en redes (II)</b><br/>Duración: 00:30<br/>OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>                                                                                                            |  |  | <p><b>Test de cuestiones de teoría: tema 3, problemas en redes (II)</b><br/>ET: Técnica del tipo Prueba Telemática<br/>Evaluación Progresiva<br/>Presencial<br/>Duración: 00:30</p>                                                                                                                                                                   |
| 13 | <p><b>Lección 12: el modelo M/M/1 de colas</b><br/>Duración: 01:00<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Lección 12: el modelo M/M/1 de colas</b><br/>Duración: 01:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>                                                                                                                                           |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 14 | <p><b>Lección 13: el modelo M/M/s de colas</b><br/>Duración: 01:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Lección 13: el modelo M/M/s de colas</b><br/>Duración: 00:30<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Test de cuestiones de teoría: tema 4, teoría de colas</b><br/>Duración: 00:30<br/>OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> |  |  | <p><b>Test de cuestiones de teoría: tema 4, teoría de colas</b><br/>ET: Técnica del tipo Prueba Telemática<br/>Evaluación Progresiva<br/>Presencial<br/>Duración: 00:30</p> <p><b>Entrega 4.1: Un problema de un sistema de colas</b><br/>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br/>Evaluación Progresiva<br/>No presencial<br/>Duración: 03:00</p> |
| 15 | <p><b>Exposición y defensa del trabajo final de la asignatura</b><br/>Duración: 02:00<br/>OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>                                                                                                                                                                                                                                              |  |  | <p><b>Exposición y defensa del trabajo final de la asignatura</b><br/>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo<br/>Evaluación Progresiva<br/>Presencial<br/>Duración: 02:00</p>                                                                                                                                                                          |
| 16 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 17 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  | <p><b>Pruebas presencial escrita. Resolución y exposición de dos casos prácticos</b><br/>EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas<br/>Evaluación Global<br/>Presencial<br/>Duración: 02:30</p>                                                                                                                                                        |

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.

## 6. Actividades y criterios de evaluación

### 6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 6.1.1. Evaluación (progresiva)

| Sem. | Descripción                                                                                            | Modalidad                               | Tipo          | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas                 |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|----------|-----------------|-------------|----------------------------------------|
| 4    | Test de cuestiones de teoría: tema 1, programación lineal                                              | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática  | Presencial    | 00:30    | 8%              | 0 / 10      | CB6<br>CB7<br>CB8                      |
| 6    | Entrega 1.1: problema de programación lineal. Análisis de sensibilidad de un problema de optimización. | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 03:00    | 7.5%            | 0 / 10      | CB6<br>CB7<br>CT1<br>CT2<br>CT6<br>CB8 |
| 8    | Test de cuestiones de teoría: tema 2, programación lineal entera                                       | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática  | Presencial    | 00:30    | 8%              | 0 / 10      | CB6<br>CB7<br>CB8                      |
| 9    | Entrega 2.1: Un problema de programación lineal entera con tomas de decisión                           | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 03:00    | 7.5%            | 0 / 10      | CB6<br>CB7<br>CT1<br>CT2<br>CT6<br>CB8 |
| 10   | Test de cuestiones de teoría: tema 3, problemas en redes (I)                                           | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática  | Presencial    | 00:30    | 8%              | 0 / 10      | CB6<br>CB7<br>CB8                      |
| 11   | Entrega 3.1: Un problema de optimización sobre redes                                                   | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 03:00    | 7.5%            | 0 / 10      | CT1<br>CT2<br>CB6<br>CB7<br>CT6<br>CB8 |
| 12   | Test de cuestiones de teoría: tema 3, problemas en redes (II)                                          | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática  | Presencial    | 00:30    | 8%              | 0 / 10      |                                        |

|    |                                                         |                                         |               |       |      |        |                                                                   |
|----|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|-------|------|--------|-------------------------------------------------------------------|
| 14 | Test de cuestiones de teoría: tema 4, teoría de colas   | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática  | Presencial    | 00:30 | 8%   | 0 / 10 | CB6<br>CB7<br>CB8                                                 |
| 14 | Entrega 4.1: Un problema de un sistema de colas         | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 03:00 | 7.5% | 0 / 10 | CB6<br>CB7<br>CT1<br>CT2<br>CT6<br>CB8                            |
| 15 | Exposición y defensa del trabajo final de la asignatura | TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo   | Presencial    | 02:00 | 30%  | 0 / 10 | CB6<br>CT5<br>CB7<br>CT1<br>CT2<br>CT6<br>CB8<br>CB9<br>CG.AE.07. |

### 6.1.2. Prueba evaluación global

| Sem | Descripción                                                                | Modalidad                                | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas                                     |
|-----|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|------------------------------------------------------------|
| 17  | Pruebas presencial escrita. Resolución y exposición de dos casos prácticos | EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas | Presencial | 02:30    | 100%            | 5 / 10      | CB7<br>CB8<br>CB9<br>CT2<br>CB6<br>CT5<br>CT6<br>CG.AE.07. |

### 6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

| Descripción                                                                                             | Modalidad                                | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|------------------------------------------------------------|
| La evaluación extraordinaria seguirá el mismo formato que la evaluación ordinaria por solo prueba final | EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas | Presencial | 02:30    | 100%            | 5 / 10      | CG.AE.07.<br>CB7<br>CB8<br>CB9<br>CT2<br>CB6<br>CT5<br>CT6 |

## 6.2. Criterios de evaluación

### CONVOCATORIA ORDINARIA

#### Evaluación progresiva

- Resolución de casos prácticos con el ordenador no presenciales, en equipo (30%)
- Resolución de tests de cuestiones de teoría presenciales, de forma individual (40%)
- Entrega y exposición oral de un trabajo final de toda la asignatura en equipo (30%)

#### Evaluación por una prueba global

- Resolución y exposición de dos casos prácticos (100%)

### CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

- Resolución y exposición de dos casos prácticos (100%)

## 7. Recursos didácticos

### 7.1. Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre                                                               | Tipo         | Observaciones                                            |
|----------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------|
| Hillier y Lieberman , Introducción a la Investigación de Operaciones | Bibliografía | Libro de referencia para los contenidos de la asignatura |
| H.A. Taha, Investigación de Operaciones                              | Bibliografía | Libro de referencia para los contenidos de la asignatura |

|                                                               |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Q. Martin, Investigación Operativa                            | Bibliografía |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| W. L. Winston, Investigación de Operaciones                   | Bibliografía |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| F. García y otros, Problemas resueltos de Matemática Discreta | Bibliografía |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Paquete "Solver" de Hoja de Cálculo                           | Equipamiento | Se utilizará como principal software de resolución de problemas de programación lineal el paquete Solver de una hoja de cálculo, ya sea Excel de Microsoft, Open Office, Libre Office u Open Solver.                                                                                              |
| Página Moodle de la asignatura                                | Recursos web | En esta página cada alumno podrá conocer:<br />         - Organización de la asignatura, contenidos, criterios de evaluación, etc.<br />         - Contenido de cada clase para poder prepararlo con anticipación.<br />         - Actividades de evaluación y calificación obtenida en cada una. |

## 8. Otra información

---

### 8.1. Otra información sobre la asignatura

El desarrollo de esta asignatura será, principalmente, mediante el uso de software por lo cual se requiere que los estudiantes utilicen su propio equipo informático. En caso de no disponer de él, se utilizarán los equipos portátiles que la biblioteca pone a disposición de los estudiantes.

La asignatura está relacionada con los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible:

- ODS 4: Educación de calidad.
- ODS 9: Industria, innovación e infraestructura.