



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001

Escuela Politécnica de
Enseñanza Superior

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

305000125 - Investigación Operativa

PLAN DE ESTUDIOS

30GM - Grado En Matematicas

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Segundo 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.....	8
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	11

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	305000125 - Investigación Operativa
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Tercero curso
Semestre	Sexto semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	30GM - Grado en Matematicas
Centro responsable de la titulación	30 - Escuela Politecnica De Enseñanza Superior
Curso académico	2023-24

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Angela Castillo Lopez (Coordinador/a)		angela.castillo@upm.es	Sin horario. Las tutorías se fijarán a principio de curso.

* 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

- Álgebra Lineal
- Estadística
- Matemática Discreta
- Probabilidad

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Matemáticas no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE1 - Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar propiedades en distintos campos de la Matemática, para construir argumentaciones, elaborar cálculos y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.

CE2 - Conocer y comprender demostraciones rigurosas de los principales teoremas de cada área de la Matemática y extraer de ellos corolarios mediante la particularización a casos concretos.

CE4 - Abstractar las propiedades estructurales de objetos matemáticos, de la realidad observada o de otros ámbitos distinguiéndolas de aquellas puramente ocasionales.

CE5 - Comprobar con demostraciones hipótesis sobre un objeto matemático o refutarlas con contraejemplos, así como identificar errores en razonamientos incorrectos.

CE7 - Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y tecnologías de computación, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.

CE8 - Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas, buscar soluciones y resolver modelos matemáticos de sistemas reales.

CG4 - Utilizar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en la definición y planteamiento de problemas y en la búsqueda de sus soluciones tanto en contextos académicos como profesionales.

CG5 - Sintetizar conocimientos y habilidades adquiridas en el campo de la matemática en diferentes materias del plan de estudios para enfocarlas en posteriores estudios especializados, tanto en una disciplina matemática como en cualquiera de las ciencias que requieran buenos fundamentos matemáticos.

CT8 - Mostrar capacidad para comunicar ideas, problemas y soluciones, tanto a público especializado como no especializado, de manera oral y escrita.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA181 - Realizar análisis de sensibilidad de la solución a un problema de optimización lineal y su interpretación en el contexto del problema real.

RA183 - Modelizar problemas reales como procesos estocásticos. Identificar los distintos tipos de problemas, así como sus parámetros en dichos problemas.

RA184 - A partir de problemas reales plantear, modelizar y resolver procesos de Markov así como interpretar las soluciones obtenidas.

RA178 - Construir un modelo matemático de un fenómeno real. Identificar todos los componentes de este. Evaluar la calidad del modelo e interpretar los resultados.

RA179 - A partir de problemas reales plantear, modelizar y resolver problemas de optimización lineal, lineal entera y lineal binaria. Resolver los problemas planteados con los algoritmos descritos en los contenidos. Interpretar las soluciones obtenidas.

RA180 - Enunciar los problemas duales para un problema de optimización dado. Relacionar las soluciones dadas en el primal y el dual con la solución al problema real asociado.

RA185 - A partir de problemas reales plantear, modelizar y resolver problemas de teoría de colas, incluyendo la identificación de los parámetros y la posterior interpretación de los resultados obtenidos.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura cubre los fundamentos del área matemática denominada Investigación Operativa. Nos centraremos en la resolución de problemas de optimización, clasificándolos en deterministas o estocásticos según se puedan representar con modelos de uno u otro tipo. Se identifican así dos partes diferenciadas en la asignatura: en la primera parte explicaremos, aplicaremos e interpretaremos distintas técnicas de resolución de problemas de programación lineal (determinísticos), y en la segunda parte trabajaremos con procesos estocásticos, especialmente con cadenas de markov y modelos de colas.

5.2. Temario de la asignatura

1. INTRODUCCIÓN.

- 1.1. Investigación Operativa. Contextualización.
- 1.2. Principios sobre modelización. Modelos determinísticos y estocásticos.

2. MODELOS DETERMINÍSTICOS: Programación lineal.

- 2.1. Formulación de un modelo lineal.
- 2.2. Método gráfico. Región factible y puntos extremos.
- 2.3. Método del Símplex.
 - 2.3.1. Formulación algebraica.
 - 2.3.2. Soluciones básicas factibles y puntos extremos de la región factible.
 - 2.3.3. Algoritmo paso a paso. Método del símplex primal.
 - 2.3.4. Método de las penalizaciones y método de las dos fases.
- 2.4. Problema dual. Interpretación económica.
- 2.5. Análisis de sensibilidad.
- 2.6. Programación lineal entera y binaria.
 - 2.6.1. Ramificación y acotación.
 - 2.6.2. Método de los planos de corte.

3. MODELOS ESTOCÁSTICOS: Cadenas de Markov y Modelos de Colas.

3.1. Procesos estocásticos.

3.1.1. Procesos estacionarios.

3.2. Procesos markovianos.

3.2.1. Concepto y clasificación.

3.2.2. Procesos de nacimiento y muerte de parámetro discreto.

3.3. Modelos de colas.

3.3.1. Sistemas de colas de espera.

3.3.1.1. Población de clientes, distribución de las llegadas y distribución del tiempo de servicio.

3.3.1.2. Funcionamiento de la cola. Parámetros de rendimiento del sistema.

3.3.2. Modelos básicos: Colas M/M/1 y M/M/k.

3.3.3. Introducción a las redes de colas.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Secciones 1.1, 1.2, 2.1, 2.2 y 2.3.1. Ejercicios. Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Secciones 2.3.2 y 2.3.3. Ejercicios. Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	Secciones 2.3.4, 2.4 y 2.5. Ejercicios. Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	Sección 2.6. Ejercicios Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Examen Tema 2. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
5	Secciones 3.1 y 3.2.1. Ejercicios. Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	Secciones 3.2.2, 3.3.1. Ejercicios. Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	Secciones 3.3.2 y 3.3.3. Ejercicios. Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	Ejercicios de repaso. Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Examen Temas 3. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
9	Asignación de trabajos. Explicación de los pasos a seguir. Sesiones de apoyo. Duración: 05:00 AR: Aprendizaje basado en retos			
10	Sesiones de apoyo. Duración: 05:00 AR: Aprendizaje basado en retos			
11	Sesiones de apoyo. Duración: 05:00 AR: Aprendizaje basado en retos			
12	Sesiones de apoyo. Sorteo orden de presentación de los trabajos. Duración: 05:00 AR: Aprendizaje basado en retos			

13	Presentación de trabajos. Duración: 05:00 AR: Aprendizaje basado en retos			Evaluación de trabajos (Semanas 13 y 14). PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Presencial Duración: 00:15
14	Presentación de trabajos. Duración: 05:00 AR: Aprendizaje basado en retos			
15				
16				
17				Examen oral (Véase el apartado "Criterios de evaluación") PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 00:30

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.

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

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
4	Examen Tema 2.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	35%	3 / 10	CG5 CG4 CT8 CE1 CE2 CE4 CE5 CE7
8	Examen Temas 3.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	35%	3 / 10	CG5 CG4 CT8 CE1 CE2 CE4 CE5 CE7
13	Evaluación de trabajos (Semanas 13 y 14).	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:15	30%	4 / 10	CG5 CG4 CT8 CE1 CE2 CE4 CE5 CE7 CE8

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen oral (Véase el apartado "Criterios de evaluación")	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:30	100%	5 / 10	CG5 CG4 CT8 CE1 CE2 CE4 CE5 CE7 CE8

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. Criterios de evaluación

Evaluación progresiva

La evaluación progresiva consistirá en dos exámenes escritos, más la entrega y presentación de un trabajo:

1. El primer examen escrito tendrá lugar durante la última clase de la asignatura en la semana 4. Se evaluarán preguntas y ejercicios del Tema 2. Y supondrá el 35% de la nota de la asignatura. Se requiere una nota mínima de 3 sobre 10 para que cuente la nota de este examen en el cómputo de la nota final de la asignatura.
2. El segundo examen escrito tendrá lugar durante la última clase de la asignatura en la semana 8. Se evaluarán preguntas y ejercicios del Tema 3. Y supondrá el 35% de la nota de la asignatura. Se requiere una nota mínima de 3 sobre 10 para que cuente la nota de este examen en el cómputo de la nota final de la asignatura.
3. La presentación del trabajo tendrá lugar durante las horas de clase de las dos últimas semanas de curso. La entrega de la memoria se hará a través de la plataforma Moodle, como mínimo dos días antes de que tenga lugar la presentación. Las distintas partes a evaluar en el trabajo así como la puntuación correspondiente se darán a conocer con suficiente antelación. El trabajo supondrá el 30% de la nota final y se requiere una nota mínima de 4 sobre 10.

Cualquiera de estas tres actividades se podrá recuperar como parte del examen oral correspondiente a la "Evaluación global" que se explica a continuación.

Evaluación global

La evaluación global consistirá en la entrega, presentación y defensa de un trabajo en el que se utilicen varias técnicas de las aprendidas en la asignatura, tanto del Tema 2 como del Tema 3. La entrega de la memoria se hará a través de la plataforma Moodle, como mínimo dos días antes de que tenga lugar la presentación. La duración de la prueba oral será como máximo de 30 minutos y se celebrará el día y hora que correspondan a la asignatura durante el período de exámenes de la convocatoria ordinaria, por orden previamente asignado. En la fase de defensa se responderán cuestiones sobre dicho trabajo que estén relacionadas con los contenidos del Tema 2 y del Tema 3, esta parte supondrá el 35% + 35% de la nota final. La memoria y la presentación del trabajo supondrán el 30% restante de la nota final.

Evaluación convocatoria extraordinaria

La evaluación global consistirá en la entrega, presentación y defensa de un trabajo en el que se utilicen varias técnicas de las aprendidas en la asignatura, tanto del Tema 2 como del Tema 3. La entrega de la memoria se hará a través de la plataforma Moodle, como mínimo dos días antes de que tenga lugar la presentación. La duración de la prueba será de 30 minutos y se celebrará el día y hora que correspondan a la asignatura durante el período de exámenes de la convocatoria extraordinaria, por orden previamente asignado. Este trabajo supondrá el 100% de la nota final.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
"Introducción a la Investigación de Operaciones", Frederick S. Hillier y Gerald J. Lieberman. Editorial McGraw Hill.	Bibliografía	Libro básico de la asignatura.
"Investigación operativa. Modelos determinísticos y estocásticos", Sixto Ríos Insua et al., Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, S. A.	Bibliografía	
"Fundamentos de investigación de operaciones", Frederick S. Hillier y Gerald J. Lieberman. McGraw-Hill Interamericana .	Bibliografía	https://short.upm.es/v0arg

"Programación lineal y aplicaciones. Ejercicios resueltos", Sixto Ríos y otros. Editorial Ra-Ma.	Bibliografía	
"Problemas de investigación operativa : programación lineal y extensiones", Sixto Ríos. Editorial Ra-Ma.	Bibliografía	
"Investigación de Operaciones: Aplicaciones y Algoritmos", Wayne L. Winston. Editorial Thomson	Bibliografía	

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Esta asignatura aborda conceptos básicos de Investigación Operativa (IO), disciplina que resulta fundamental para la optimización de la eficiencia y la efectividad de procesos de diversa índole (industriales, administrativos, sanitarios, económicos, etc.), teniendo en cuenta las limitaciones sobre los recursos disponibles en dichos procesos. De ahí la importancia de la IO en la toma de decisiones. Consecuentemente puede contribuir a alcanzar las metas correspondientes a objetivos de desarrollo sostenible de la ONU, como el ODS8, promoviendo el crecimiento económico inclusivo, el ODS9, en particular para desarrollar infraestructuras fiables, resilientes y de calidad, así como el ODS11 (ciudades sostenibles) y el ODS12 (producción sostenible).

Por último cabe destacar que al tratarse de una asignatura en la que los alumnos aprenden a utilizar el método científico, a resolver problemas de forma efectiva y creativa, y en la que desarrollan la capacidad de análisis y evaluación de resultados para la toma de decisiones, cumple con el ODS4. En particular contribuye a la consecución de la meta 4.4 de aumentar el número de personas con las competencias profesionales y técnicas necesarias para acceder al empleo, al trabajo decente y al emprendimiento.