

**Proyecto/Guía docente de la asignatura Adaptada a la Nueva Normalidad**

Se debe indicar de forma fiel como va a ser desarrollada la docencia en la Nueva Normalidad. Esta guía debe ser elaborada teniendo en cuenta todos los profesores de la asignatura. Conocidos los espacios y profesorado disponible, se debe buscar la máxima presencialidad posible del estudiante siempre respetando las capacidades de los espacios asignados por el centro y justificando todas las adaptaciones que se realicen respecto a la memoria de verificación Si la docencia de alguna asignatura fuese en parte online, deben respetarse los horarios tanto de clase como de tutorías).

Asignatura	Introducción a la Investigación Operativa		
Materia	Matemática Discreta y Optimización		
Módulo	Rama de Ciencias		
Titulación	Grado de Matemáticas, Programa de Estudios Conjunto de Grado en Física y Grado en Matemáticas, Programa de Estudios Conjunto de Grado de Ingeniería Informática de Servicios y Aplicaciones y de Grado en Matemáticas- Infomat (VA), Programa de Estudios Conjunto de Grado de Ingeniería Informática de Servicios y Aplicaciones y de Grado en Matemáticas- Infomat (SG).		
Plan	394, 563, 5471, 5472	Código	40006
Periodo de impartición	2º cuatrimestre	Tipo/Carácter	Básica
Nivel/Ciclo		Curso	1º (excepto plan 5472)
Créditos ECTS	6		
Lengua en que se imparte	Español. Se manejarán materiales y programas informáticos en inglés.		
Profesor/es responsable/s	Pedro César Álvarez Esteban		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	pedrocesar.alvarez@uva.es		
Departamento	Estadística e Investigación Operativa		



1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

Las asignaturas del Plan de Estudios del Grado se han agrupado en materias, entendidas éstas como unidades académicas coherentes desde el punto de vista disciplinar y formativo que aglutinan diferentes asignaturas. La formación matemática integral comprende por un lado la adquisición lenta, gradual, de las competencias propias del quehacer y del pensamiento matemático, que son universales y comunes a todas las disciplinas de las matemáticas, y el dominio del lenguaje y de los métodos de las disciplinas fundamentales de las Matemáticas. Es este dominio conjunto de las disciplinas fundamentales las que dotan al matemático de la versatilidad para abordar los problemas desde diferentes planteamientos, capacitándole para adaptarse a un gran número de situaciones. Es por ello que la unidad disciplinar es uno de los criterios organizadores de las materias. Asimismo se distinguen materias por su carácter fundamental y formativo en los primeros estadios de la formación matemática, de materias más avanzadas que determinan una determinada orientación o especialización. De esta manera se facilita una visión a la vez horizontal y vertical del plan de estudios, que permite ver de forma clara y eficaz la coherencia de los objetivos de la formación. El abanico disciplinar de las Matemáticas se recorre en la denominación de las siguientes materias del Plan de Estudios: Cálculo Diferencial e Integral y Funciones de Variable Compleja, Álgebra Lineal y Geometría, Aritmética y Álgebra, Topología y Geometría Diferencial, Probabilidad y Estadística, Ecuaciones Diferenciales, Métodos Numéricos, Matemática Discreta y Optimización, y Modelización. Todas estas materias incluyen asignaturas obligatorias que se cursan en los tres primeros cursos.

Es fácil comprobar con esta organización de materias y asignaturas, que se desarrollan adecuadamente, en amplitud y profundidad, los contenidos obligatorios definidos en el Libro Blanco del Título de Grado de Matemáticas. Al mismo tiempo, se provee al Título de Grado de una identidad propia y diferenciada, sin perder su carácter generalista, que facilitará la incorporación al mercado laboral de los futuros Graduados.

En este contexto los conceptos y herramientas de modelización que se introducen en esta asignatura deben contribuir a crear inquietudes en el alumno, abriéndole nuevas perspectivas en la utilización de las Matemáticas. Por su sencillez conceptual y las escasas herramientas que se necesitan en la resolución de los problemas tratados, la ubicación idónea de esta asignatura es en un primer curso de Grado.

1.2 Relación con otras materias

Ver siguiente apartado.

1.3 Prerrequisitos

Se recomiendan conocimientos básicos de conjuntos y de Álgebra Lineal, como los que se adquieren en las asignaturas de "Matemáticas Básicas" y "Álgebra y Geometría Lineales I".



2. Competencias

2.1 Generales

G1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyado en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas.

G2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo o vocación de una forma profesional y poseer las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas.

G3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

G4. Poder transmitir, tanto de forma oral como escrita, información, ideas, conocimientos, problemas y soluciones del ámbito matemático a un público tanto especializado como no especializado.

G8. Conocer y utilizar recursos informáticos de carácter general y tecnologías de la información y las comunicaciones como medios de comunicación, organización, aprendizaje e investigación.

G9. Gestionar de forma óptima, tanto en el trabajo individual como en equipo, el tiempo de trabajo y organizar los recursos disponibles, estableciendo prioridades, caminos alternativos e identificando errores lógicos en la toma de decisiones.

G10. Tener la capacidad de trabajar en equipo, aportando orden, abstracción y razonamiento lógico; comprobando o refutando razonadamente los argumentos de otras personas y contribuyendo con profesionalidad al buen funcionamiento y organización del grupo.

2.2 Específicas

E5. Capacitar para el aprendizaje autónomo de nuevos conocimientos y técnicas.

E6. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otras técnicas.

E7. Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.

E8. Planificar la resolución de un problema en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.

E9. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.



3. Objetivos

Los principales objetivos que se pretenden alcanzar con esta asignatura son:

- Realizar una introducción a la formulación y modelado de problemas de Programación Lineal.
- Conocimiento del algoritmo símplex y métodos relacionados que permiten la resolución de los anteriores problemas.
- Conocimiento de las técnicas que ayudan a una interpretación de las soluciones obtenidas con el algoritmo símplex.
- Manejo de programas de ordenador que permitan la formulación y resolución de problemas de programación lineal.
- Introducción a los problemas de programación lineal multiobjetivo.

Y los resultados que se buscan con este aprendizaje son el desarrollo de las siguientes capacidades:

- Capacidad para formular problemas de optimización lineal.
- Capacidad para el análisis de las soluciones.
- Capacidad para la implementación de los modelos estudiados mediante software especializado.





4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: Introducción a la Investigación Operativa

Carga de trabajo en créditos ECTS: 6

a. Contextualización y justificación

Ver apartados 1 a 3 de esta Guía.

b. Objetivos de aprendizaje

- Capacidad para formular problemas de optimización lineal.
- Capacidad para el análisis de las soluciones.
- Capacidad para la implementación de los modelos estudiados mediante software especializado.

c. Contenidos

- 1.- Introducción a la Investigación Operativa y a la Programación Lineal.
 - Orígenes. Naturaleza. Panorama general.
 - El problema general de la Programación Lineal. Ejemplos.
 - Formulación de modelos básicos de Programación Lineal: asignación de actividades, mezclas, ...
- 2.- Resolución de problemas de Programación Lineal.
 - Conceptos básicos en Programación Lineal: solución factible, región factible, solución óptima, valor óptimo.
 - Estandarización de un problema de Programación Lineal.
 - Solución básica, solución básica factible.
 - Conjuntos convexos, poliedros y politopo. Puntos extremos y soluciones básicas factibles.
 - Resolución de un problema de Programación Lineal. Resolución gráfica de un problema con dos variables.
 - Tipología de soluciones.
- 3.- El algoritmo del símplex.
 - Introducción. Pivoteo y cambio de base. Mejora de una solución básica factible.
 - El algoritmo del símplex.
 - El método símplex en forma de tabla.
 - Adaptación a otras formas del modelo.
 - El método de la M y el de las dos fases.
- 4.- Dualidad. Análisis de sensibilidad y postoptimización.
 - Motivación y formulación del problema dual.
 - Relaciones primal-dual.



- Interpretación económica de la dualidad. Precios sombra.
- Motivación de la postoptimización. Análisis de sensibilidad. Costes reducidos.
- Cambios puntuales e intervalos de sensibilidad.

5.- Modelos de Programación Lineal.

- Análisis de actividades.
- Problemas de mezclas.
- El problema del transporte.
- Selección del proceso.
- Inversiones.
- Planificación agregada de la producción.

6.- Introducción a la programación lineal multiobjetivo.

- Introducción.
- Enfoques de resolución: restricciones y ponderaciones.

d. Métodos docentes

Ver apartado 5

e. Plan de trabajo

Se comunicará a los alumnos mediante la plataforma Moodle que se utilice en la asignatura y en la clase de inicio de curso.

f. Evaluación

Ver apartado 7: Sistema y características de la evaluación.

g Material docente

Esta sección será utilizada por la Biblioteca para etiquetar la bibliografía recomendada de la asignatura (curso) en la plataforma Leganto, integrada en el catálogo Almena y a la que tendrán acceso todos los profesores y estudiantes. Es fundamental que las referencias suministradas este curso estén actualizadas y sean completas. Los profesores tendrán acceso, en breve, a la plataforma Leganto para actualizar su bibliografía recomendada ("Listas de Lecturas") de forma que en futuras guías solamente tendrán que poner el enlace permanente a Leganto, el cual también se puede poner en el Campus Virtual.

g.1 Bibliografía básica

Hillier, F.S.; Lieberman G.J. Introducción a la Investigación de Operaciones. MacGraw-Hill, 1991.

Linus Schrage. Optimization Modelling with Lingo. Lindo Systems, Inc., 1994.

g.2 Bibliografía complementaria

Calvete Fernández, H.; Matero Collazos, P. Programación lineal, entera y meta. Problemas y aplicaciones. Ed. Prensas Universitarias de Zaragoza, 1994.



Martín Martín, Q.; Santos Martín, M.T.; De Paz Santana, Y.R. Investigación Operativa. Problemas y ejercicios resueltos. Ed. Prentice Hall, 2003.

Ríos Insúa, S.; Ríos Insúa, D.; Mateos, A.; Martín J. Programación lineal y aplicaciones. Ejercicios resueltos. Ed. Ra-Ma, 1997.

Winston, W.L. Investigación de Operaciones. Aplicaciones y algoritmos. Ed. Thompson, 2005, 4a edición.

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

Recursos, generalmente de elaboración propia como vídeo tutoriales, enlazados a través del Campus Virtual.

h. Recursos necesarios

La asignatura tiene como fin la introducción del estudiante a los problemas de optimización y su lenguaje. El énfasis se pone en el conocimiento de algunos conceptos básicos, métodos y aplicaciones, dejando para cursos posteriores la formalización rigurosa de los fundamentos. El material básico para la presentación de tales métodos y aplicaciones se pone a disposición de los alumnos en forma de transparencias, disponibles a través de la plataforma Moodle en el Campus Virtual de la UVa. Adicionalmente, los alumnos deberán completar este proceso, recurriendo a materiales puestos a su disposición por el profesor, o en su caso a materiales existentes en la Biblioteca (ver Bibliografía Recomendada) o en la web.

Una parte fundamental de la asignatura es la realización de prácticas con ordenador, recurriendo al software especializado del que la UVa dispone de licencias (esencialmente XPRESS). Este software está instalado en las salas de ordenadores de la Facultad de Ciencias. Adicionalmente, se pondrá a disposición del alumno a través del Campus Virtual el instalable con licencia de estudiante para posibles instalaciones en el ordenador personal del alumno.

La labor de tutoría constituye otro pilar del proceso de enseñanza/aprendizaje previsto, favoreciéndose a partir de las discusiones programadas y de los "retos" (problemas y prácticas de ordenador) propuestos.

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
6	El cuatrimestre recogido en el Calendario Académico

Añada tantas páginas como bloques temáticos considere realizar.



5. Métodos docentes y principios metodológicos

La metodología docente recogida en este apartado asume que en el escenario “Nueva Normalidad” se podrán realizar todas las actividades docentes que habitualmente eran presenciales, de forma efectivamente presencial. Sin embargo, a fecha de redacción de esta Guía (20/07/2020) no se conoce aún si los espacios que se pondrán a disposición permitirán esta presencialidad al 100% por lo que se contempla alguna variación en determinados supuestos. Para todo aquello no contemplado en la Guía se adoptarán las medidas necesarias de adaptación que sigan el “espíritu” de esta Guía. Además, el escenario 100% online se recoge en la Adenda más adelante.

Las actividades académicas presenciales previstas son las siguientes:

- **Clases de teoría y/o magistrales:** Desarrollo por el profesor en el aula del corpus teórico de la asignatura, generalmente en forma de lección magistral. Se dedicarán 22 horas en el curso.
- **Clases de problemas en el aula:** Comprende clases en las que se resuelven problemas y ejercicios, orientadas por el profesor, pero con intervenciones de los alumnos. Se dedicarán 8 horas en el curso.
- **Clases en el aula de Informática:** Comprende la realización de prácticas y clases desarrolladas en base a distintas herramientas informáticas para la asignatura. Se dedicarán 22 horas en el curso.
- **Tutorías y seminarios:** Aparte de la acción tutorial, comprende seminarios para la realización por los alumnos de problemas, bajo la supervisión del profesor, y la presentación de trabajos. Se dedicarán 2 horas en el curso. Las tutorías individuales serán presenciales y caso de necesidad se dará prioridad a las tutorías grupales, que serán por vídeo conferencia si la situación lo aconseja.
- **Pruebas de evaluación:** Comprende tanto los exámenes oficiales, como cualquier otra prueba que pueda realizarse a lo largo del curso. Se dedicarán 6 horas en el curso.
- **Dedicación del estudiante:** El estudiante deberá dedicar unas 90 horas de trabajo personal. De forma orientativa este trabajo personal se diversifica en las siguientes actividades:
 - Estudio autónomo, individual o en grupo, incluyendo la realización de ejercicios: 45 horas.
 - Preparación y redacción de ejercicios y trabajos sujetos a evaluación: 12 horas.
 - Trabajo personal en el laboratorio o con el ordenador: 30 horas.
 - Documentación: consultas bibliográficas, etc...: 3 horas.

La actividad presencial se complementará con **vídeo tutoriales y lecturas de textos**, que versarán sobre temas concretos de los contenidos de la asignatura que se pondrán a disposición de los alumnos a través del Campus Virtual.

En el caso de que en las clases en el aula no haya suficiente capacidad para albergar a los alumnos con la seguridad debida se procurará recurrir a un sistema híbrido en el que algunos alumnos asistan presencialmente a las clases, mientras que otros asistan de forma síncrona a través de vídeo conferencia. Se



establecerán turnos rotatorios en la presencialidad/no presencialidad para que todos los alumnos que lo deseen puedan asistir de forma presencial en algunas clases.

En el caso de que en las clases en el laboratorio de informática no haya suficiente capacidad para albergar a los alumnos con la seguridad debida se procurará recurrir a un sistema híbrido en el que algunos alumnos asistan presencialmente a las clases, mientras que otros asistan de forma síncrona a través de vídeo conferencia. Se establecerán turnos rotatorios en la presencialidad/no presencialidad para que todos los alumnos que lo deseen puedan asistir de forma presencial en algunas clases. Si esto no es posible de forma razonable, las clases de laboratorio se realizarán a través de vídeo conferencia síncrona.

En caso de “fuerza mayor” se podrá recurrir a clases asíncronas utilizando la denominada metodología docente inversa.





6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA ⁽¹⁾	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teóricas	22	Estudio autónomo individual o en grupo	45
Resolución de problemas en grupos reducidos	8	Preparación y redacción de ejercicios u otros trabajos	12
Clases con ordenador en el aula de informática	22	Programación/experimentación u otros trabajos con ordenador/laboratorio	30
Tutorías y seminarios, incluyendo presentaciones de trabajos y ejercicios propuestos	2	Documentación: consultas bibliográficas, Internet...	3
Sesiones de evaluación	6		
Total presencial	60	Total no presencial	90
TOTAL presencial + no presencial			150

(1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor para otro grupo presente en el aula.

7. Sistema y características de la evaluación

Criterio: cuando al menos el 50% de los días lectivos del cuatrimestre transcurran en normalidad, se asumirán como criterios de evaluación los indicados en la guía docente. Se recomienda la evaluación continua ya que implica minimizar los cambios en la adenda.

La evaluación dentro de esta asignatura tendrá dos facetas. Por un lado, la de certificación del aprendizaje del alumno, que estará basada en la valoración de la actividad en los trabajos que el alumno presentará a lo largo del curso, así como en el examen final. Por otro lado, la evaluación servirá para valorar, a través de las diversas actividades, por el profesor y por el alumno, el aprendizaje de este último de una forma continuada, lo cual posibilitará en su caso la adopción de medidas correctoras a lo largo del curso.

De forma general en la Convocatoria Ordinaria se seguirá un proceso de Evaluación Continua en el que la Calificación Final será una ponderación entre la calificación del examen final y la calificación acumulada durante el curso. Se detalla a continuación el procedimiento para asignar la calificación final.

- Los trabajos y problemas recogidos al finalizar las clases de problemas se valorarán en una escala de 0 a 10, lo que otorgará una puntuación promediada denominada A.
- Se realizarán 1 ó 2 pruebas parciales a lo largo del curso cuya puntuación en una escala de 0 a 10, permitirá obtener la puntuación media B.
- El examen final ordinario (también extraordinario) recibirá una puntuación C, en escala 0-10. Será condición necesaria para aprobar la asignatura que C sea mayor o igual que 4. El examen final consta de dos partes (escrita y con ordenador). La calificación de este examen es una ponderación al 50% de estas dos partes siempre que se alcance el 4 en ambas, en caso contrario, es la menor de ambas calificaciones.



- La calificación final (NF) de la asignatura en la Convocatoria Ordinaria será

$$NF = 0.15 \cdot A + 0.20 \cdot B + 0.65 \cdot C, \text{ si } C \geq 4$$

$$NF = C, \text{ si } C < 4$$

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Ejercicios y problemas realizados en clase o entregables como tareas en los que se podrá recurrir a la evaluación por pares, cuestionarios, etc....	15 %	
Prueba parcial a medio curso	20 %	
Examen final	65 %	(ver Conv Extraordinaria más abajo)

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN
<ul style="list-style-type: none">• Convocatoria ordinaria:<ul style="list-style-type: none">○ En la Convocatoria Ordinaria se usará exclusivamente el sistema de calificación basado en la Evaluación Continua descrito anteriormente.• Convocatoria extraordinaria:<ul style="list-style-type: none">○ Se usará de forma opcional el sistema de la Evaluación Continua, o un sistema en que el 100% de la calificación final sea el obtenido en el examen.

8. Consideraciones finales



Adenda a la Guía Docente de la asignatura

La adenda debe reflejar las adaptaciones sobre cómo se desarrollaría la formación si tuviese que ser desarrollada en modalidad online por mandato de autoridades competentes. Se deben conservar los horarios de asignaturas y tutorías publicados en la web de la UVa, indicar el método de contacto y suministrar un tiempo razonable de respuesta a las peticiones de tutoría (2-4 días lectivos). Describir el modo en que se desarrollarán las actividades prácticas. En el caso de TFG/TFM, desarrollar detalladamente los sistemas de tutorías y tutela de los trabajos.

A4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: Introducción a la Investigación Operativa

Carga de trabajo en créditos ECTS:

c. Contenidos Adaptados a formación online

Los mismos que en el caso presencial. Solamente en caso de considerarse más adecuado se suprimirá el Tema 6.

d. Métodos docentes online

Las clases presenciales se sustituirán principalmente por la vídeo conferencia síncrona.

Si se dan las circunstancias y se considera adecuado se podrá recurrir a clases asíncronas utilizando la denominada metodología docente inversa.

e. Plan de trabajo online

Se comunicará a los alumnos mediante la plataforma Moodle que se utilice en la asignatura y en la clase de inicio de curso.

f. Evaluación online

Se procurará que tanto la prueba parcial como el examen sean presenciales. En caso contrario se sustituirán por las correspondientes pruebas vídeo supervisadas.

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
6	El previsto en el Calendario Académico

Añada tantos bloques temáticos como considere.

**A5. Métodos docentes y principios metodológicos**

Los mismos que en el caso presencial, pero sustituyendo las actividades presenciales por actividades principalmente basadas en la vídeo conferencia, y usando el Campus Virtual como centro del proceso, aunque no exclusivamente.

A6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES A DISTANCIA ⁽²⁾	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Total presencial a distancia		Total no presencial	
Total presencial a distancia + no presencial			

⁽²⁾ Actividad presencial a distancia en este contexto es cuando el grupo sigue por videoconferencia la clase impartida por el profesor en el horario publicado para la asignatura.

A7. Sistema y características de la evaluación

Criterio: cuando más del 50% de los días lectivos del cuatrimestre transcurran en situación de contingencia, se asumirán como criterios de evaluación los indicados en la adenda.

Los principios de evaluación son los mismos que en el caso presencial, pero se alteran ligeramente los pesos.

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Ejercicios y problemas realizados en clase o entregables como tareas en los que se podrá recurrir a la evaluación por pares, cuestionarios, etc....	25 %	
Prueba parcial a medio curso	25 %	
Examen final	50 %	(ver Conv Extraordinaria más abajo)

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
 - En la Convocatoria Ordinaria se usará exclusivamente el sistema de calificación basado en la Evaluación Continua descrito anteriormente.
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - Se usará de forma opcional el sistema de la Evaluación Continua, o un sistema en que el 100% de la calificación final sea el obtenido en el examen.

