

## 30113 - Investigación operativa

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2020/21

**Asignatura:** 30113 - Investigación operativa

**Centro académico:** 175 - Escuela Universitaria Politécnica de La Almunia  
179 - Centro Universitario de la Defensa - Zaragoza

**Titulación:** 457 - Graduado en Ingeniería de Organización Industrial  
425 - Graduado en Ingeniería de Organización Industrial  
563 - Graduado en Ingeniería de Organización Industrial

**Créditos:** 6.0

**Curso:** 2

**Periodo de impartición:** 425 - Primer semestre  
563 - Segundo semestre

**Clase de asignatura:** Obligatoria

**Materia:** ---

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

La asignatura recoge diversas técnicas cuantitativas encaminadas a la toma de decisiones en el ámbito de la logística y la producción. El desarrollo de estas técnicas se presenta al alumno con la mayor simplificación del aparato matemático posible, incidiendo en los aspectos aplicados.

La modelización de problemas reales y su resolución mediante la teoría de la optimización introduce al alumno en la toma de decisiones.

Se persigue que el alumno sea capaz de identificar, analizar, formular y resolver problemas reales de decisión relacionados con la organización y gestión de sistemas productivos.

Será fundamental que el alumno adquiera la capacidad para determinar la mejor estrategia de actuación con el fin de mejorar el funcionamiento de un sistema y saber tomar decisiones a partir de la solución de un problema.

Se persigue un carácter práctico en el curso, donde prima la resolución de problemas y el manejo de herramientas informáticas básicas sobre el desarrollo exhaustivo de contenidos matemáticos relacionados con los temas propuestos.

### 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura a la que se refiere esta guía docente es obligatoria y forma parte de la formación básica de los estudiantes. Se encuadra en el segundo curso del plan de estudios del Grado de Ingeniería en Organización Industrial, lo que supone que el estudiante ha adquirido formación en los resultados de aprendizaje en la asignatura Matemáticas I, Matemáticas II y Estadística. Además, la Investigación Operativa proporciona destrezas en herramientas que serán de utilidad en distintas asignaturas de cursos posteriores.

Casi todas las salidas profesionales de un ingeniero en organización industrial, involucran procesos de tomas de decisiones, además de requerir una cierta destreza en el conocimiento de modelos matemáticos básicos. Por todo ello, es necesaria una formación básica en la "ciencia de las decisiones": la Investigación Operativa. La Investigación Operativa ha tenido un impacto impresionante en la mejora de la eficiencia de numerosas y diversas organizaciones en todo el mundo. Se podrían citar sus aportaciones a los problemas de producción, al uso eficiente de materiales y fiabilidad de los mismos, a la investigación básica y al desarrollo de nuevos productos. Como en las demás ciencias, la Investigación de Operaciones viene a ser una herramienta vital para los ingenieros, ya que les permite comprender fenómenos sujetos a variaciones y predecirlos o controlarlos de forma eficaz.

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Es recomendable que el estudiante posea conocimientos básicos de Álgebra Lineal y nociones básicas de Estadística. Asimismo es altamente valorable que este familiarizado con el uso de programas de cálculo simbólico y numérico, así como con el uso de hoja de cálculo, en especial EXCEL.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

**Al superar la asignatura, el estudiante adquiere las siguientes competencias:**

- C04-Capacidad para resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- C06-Capacidad para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano.
- C09-Capacidad para trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe.
- C11-Capacidad para aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.
- C18-Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: estadística y optimización.
- C28-Conocimientos y capacidades para aplicar métodos cuantitativos de decisión en las organizaciones.

## **2.2.Resultados de aprendizaje**

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados:**

- Identificar y formular modelos de investigación operativa a partir de la descripción verbal del sistema real.
- Manejar los fundamentos matemáticos necesarios para la resolución de problemas de optimización.
- Justificar el modelo elegido y la técnica de resolución empleada dado un problema de optimización.
- Utilizar programas informáticos para la resolución de los modelos propuestos.
- Elaborar un informe que presente el modelo y la técnica de resolución, analice los resultados, y proponga las recomendaciones, en lenguaje comprensible para la toma de decisiones en procesos de gestión y organización industrial.

## **2.3.Importancia de los resultados de aprendizaje**

La investigación de operaciones o investigación operativa es una manera de abordar la toma de decisiones, que se basa en el método científico y que utiliza el análisis cuantitativo. Se aplica a problemas que se refieren a la conducción y coordinación de actividades dentro de una organización. Se ha aplicado de manera extensa en áreas tan diversas como el transporte, la producción o los servicios públicos, por nombrar algunas. La formulación del problema, la construcción de un modelo matemático que resuma la esencia del problema real, y la validez de dicho modelo son aspectos fundamentales en la optimización de recursos. Justificar el modelo elegido y la técnica de resolución empleada dado un problema de optimización, es lo que da validez al propio resultado y permite la mejora en el sistema. Por otra parte es fundamental no solo saber formular un problema y resolverlo sino también expresar la solución final en un lenguaje comprensible por el grupo de personas que tienen como función implementar la solución propuesta a dicho modelo.

## **3.Evaluación**

### **3.1.Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba**

#### **PERFIL EMPRESA**

##### **Actividades de evaluación específicas**

##### **Pruebas escritas:**

A lo largo del curso se realizarán dos pruebas escritas. Versarán sobre aspectos teóricos y/o prácticos de la asignatura. Su peso en la calificación es del 65%. Los resultados de aprendizaje con los que están relacionados son el 1, 2, 3 y 4.

En las pruebas escritas se evaluará:

- el entendimiento de los conceptos matemáticos usados para resolver los problemas
- el uso de estrategias y procedimientos eficientes en su resolución
- explicaciones claras y detalladas
- la ausencia de errores matemáticos en el desarrollo y las soluciones
- uso correcto de la terminología y notación
- exposición ordenada, clara y organizada

##### **Trabajo individual:**

El alumno deberá entregar un trabajo individual. El profesor podrá exigir la defensa oral del trabajo por parte del alumno. Su peso en la nota final será de un 15%. Los resultados de aprendizaje con los que están relacionados son el 1,2, 3 , 4 y 5.

En el trabajo individual se evaluará:

- el dominio y uso correcto de los comandos del software matemático necesarios para resolver los problemas
- la correcta resolución de los problema y los métodos y estrategias matemáticas empleadas
- el detalle del código utilizado en la resolución de los problemas

- la correcta interpretación de los resultados obtenidos
- la capacidad para seleccionar el método más apropiado
- explicaciones y/o razonamientos claros y detallados a las preguntas realizadas
- el resultado y calidad final del trabajo
- la calidad y coordinación en la exposición del mismo
- el lenguaje matemático utilizado
- la calidad de las fuentes bibliográficas

### **Controles participativos:**

A lo largo del curso el alumno realizará 4 controles de tipo participativo valorados en un 5% de la nota final, que consistirán en la realización de ejercicios de tipo práctico o cuestionarios evaluativos programados a través de la plataforma virtual moodle. Los resultados de aprendizaje con los que están relacionados son el 1, 2, 3 y 4.

En los controles participativos se evaluará:

- el entendimiento de los conceptos matemáticos usados para resolver los problemas
- el uso de estrategias y procedimientos eficientes en su resolución
- explicaciones claras y detalladas
- la ausencia de errores matemáticos en el desarrollo y las soluciones
- uso correcto de la terminología y notación
- exposición ordenada, clara y organizada

### **Evaluación global.**

Los alumnos que no hayan superado la asignatura con el sistema de calificación continuada, deberán realizar en las convocatorias oficiales una prueba escrita de carácter obligatorio equivalente a las pruebas escritas y los controles participativos descritos en el punto 1 y 3, cuyo peso en la nota final será del 85%, además deberá presentar el trabajo individual que se le hayan adjudicado a lo largo del curso siendo su peso un 15% de la nota final.

## **PERFIL DEFENSA**

En este apartado se incluye la descripción de las actividades que forman parte de la evaluación de la asignatura de investigación operativa en el Centro Universitario de la Defensa de Zaragoza. Además de la descripción de estas actividades también se incluye el peso de cada una de ellas en la calificación final.

### **Actividades de evaluación.**

- Pruebas teórico-prácticas.
  - A lo largo del curso se realizarán entre 4 y 8 pruebas teórico-prácticas (entregas de ejercicios, pruebas escritas, cuestionarios...) en las que se evaluarán los contenidos relativos a los 4 primeros temas de la asignatura (metodología de la investigación operativa, programación lineal, técnicas de decisión multicriterio y programación entera). Se avisará a lo largo del curso, y con antelación suficiente, de la fecha de realización de cada una de estas pruebas. Estas pruebas constituyen el 40% de la calificación de la asignatura.
  - Prueba teórico-práctica de evaluación de los temas 5 -7 (teoría de grafos y modelos de flujo en redes, análisis de decisiones en entornos de incertidumbre y de riesgo y teoría de juegos). Esta prueba supone el 40 % de la calificación y se realizará en la fecha señalada por el Centro Universitario de la Defensa para la prueba global de la asignatura.
- Trabajos prácticos (20 % de la nota final)

Este trabajo consiste en la realización de un trabajo en grupo que se plantea como una aplicación real de los contenidos de la asignatura y que muestre la relación entre los diferentes bloques de la misma. Para su resolución, el alumnado debe resolver una serie de cuestiones y presentar un informe final de los resultados en un documento escrito. Además del documento escrito, para la evaluación de este trabajo práctico se realizarán entrevistas con el grupo. El número de participantes en cada grupo de trabajo se indicará en el momento de plantear la actividad teniendo en cuenta el número de estudiantes en cada clase.

### **En todas las actividades previas se evaluarán los siguientes aspectos:**

- La comprensión de los conceptos usados para resolver los problemas propuestos. La ausencia de errores matemáticos en el desarrollo y las soluciones.

- El uso correcto de la terminología y la notación.
- Exposición ordenada, clara y organizada. Explicaciones claras y detalladas de los procedimientos aplicados.
- La correcta interpretación de los resultados obtenidos.
- La capacidad para seleccionar el método más adecuado para resolver cada problema.
- La actitud mostrada durante el desarrollo del trabajo/actividad, siempre que esta sea una actividad presencial.
- La forma de transmitir y expresar los resultados obtenidos, bien de forma oral o mediante un documento escrito.

### **Fórmula de calificación**

La fórmula de evaluación será diferente en primera y segunda convocatoria de cada curso. A continuación, se detalla cada una de estas fórmulas de evaluación.

#### **Primera convocatoria (junio)**

$$NF = 0.4 \cdot \text{Prueba}_1 + 0.4 \cdot \text{Prueba}_2 + 0.2 \cdot N_{\text{Trabajo}_\text{práctico}}$$

En estas expresiones cada término se valora sobre 10 puntos y representa:

**NF:** Nota Final de la asignatura, una vez realizadas todas las pruebas.

**Prueba\_1:** calificación obtenida en las pruebas teórico-prácticas correspondientes a los temas 1-4.

**Prueba\_2:** calificación obtenida en la prueba teórico-práctica correspondiente a los temas 5-7.

**N\_Trabajo\_práctico:** calificación obtenida en el trabajo en grupo.

#### **Segunda convocatoria (agosto)**

Si un alumno no supera la asignatura en junio, siguiendo la normativa de la Universidad de Zaragoza, en la convocatoria de agosto el alumno debe examinarse del 100% de la asignatura, siendo su nota final de la asignatura igual a la calificación obtenida en el examen.

#### **Criterio de superación de la asignatura (nivel de exigencia)**

En cualquiera de las dos convocatorias del curso, para superar la asignatura es necesario obtener una nota final de la asignatura igual o superior a 5.

## **4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos**

### **4.1. Presentación metodológica general**

Si esta docencia no pudiera realizarse de forma presencial por causas sanitarias, se realizaría de forma telemática.

#### **PERFIL EMPRESA**

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

La asignatura está diseñada como una introducción a la teoría de la optimización y un acercamiento a la simulación de sistemas y toma de decisiones. Se engloba dentro de los créditos de formación básica de un ingeniero. Se recogen contenidos esenciales de investigación operativa como programación lineal, modelos de flujo en redes o técnicas de decisión multicriterio.

La asignatura tiene un enfoque claramente práctico al ser la Investigación Operativa una materia de carácter aplicado dentro del ámbito de la Ingeniería.

#### **PERFIL DEFENSA**

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

1. La presentación de los contenidos de la asignatura por parte del profesorado.
2. La resolución, por parte del alumnado, de problemas planteados en clase.
3. El estudio personal de la asignatura por parte del alumnado.
4. El desarrollo de prácticas, por parte del alumnado y guiadas por el profesorado, que desarrollan y complementan los conocimientos teóricos. Estas actividades prácticas pueden ser tanto actividades individuales como grupales. Dependiendo de cada actividad se desarrollarán en el aula o fuera de ella.

En el ADD estarán disponibles los contenidos teórico - prácticos básicos, la relación de problemas, los guiones de las prácticas, así como el material complementario de apoyo a la asignatura que el profesorado considere oportuno.

### **4.2. Actividades de aprendizaje**

## PERFIL EMPRESA

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

La asignatura se articula con 4 horas de clase presencial a la semana durante las 15 semanas que dura el cuatrimestre. Todas las horas se imparten en el aula de informática, se imparten conceptos teóricos que son reforzados con el trabajo práctico mediante el uso de programas de análisis estadístico.

Trabajo personal: 60 horas.

## PERFIL DEFENSA

En lo que se refiere al tipo de actividades, la asignatura comprende actividades presenciales y no presenciales.

Las actividades presenciales se clasifican en los siguientes tipos:

- Clase magistral.
- Clase de problemas y casos.
- Tutorías.

Las actividades no presenciales serán de los siguientes tipos:

- Estudio personal/individual
- Trabajo del alumnado durante el curso, tanto trabajo autónomo como trabajo en grupo.

### 4.3.Programa

## PERFIL EMPRESA

- Introducción a la optimización: Fases de un estudio de optimización: Análisis y definición del problema, formulación, solución y validación del modelo, puesta en práctica de la solución. Características de un problema de optimización: Objetivo, Variables, restricciones, datos, solución.
- Programación lineal: Formulación del Problema de programación lineal (PPL), solución gráfica del PPL, Forma canónica y forma standard. Matriz básica, programa básico óptimo. Algoritmo simplex. Método de las penalizaciones, método de las dos fases. El problema dual: formulación, programación de la producción y precios sombra. Análisis de sensibilidad: vector de disponibilidades, vector de costes, introducción de una nueva actividad, introducción de una nueva restricción.
- Flujo en redes: Redes: vértice, arco, flujo, bucle, camino, cadena, circuito, ciclo, árbol. Matriz de coste y de adyacencia. El problema de la ruta mas corta. Algoritmo de Dijkstra. El problema del flujo máximo. Algoritmo de Ford y Fulkerson. El problema del árbol de expansión mínimo. Algoritmo de Kruskal. El problema del flujo de coste mínimo. El problema del transporte. El problema de asignación
- Teoría de la decisión con incertidumbre o riesgo: Estados de la naturaleza. Alternativas o decisiones. Tabla de decisión. Criterio del valor esperado, de lo mas probable, escenario medio, de Wald o minimax o maximin o pesimista, optimista, Hurwicz, de Savage o costes de oportunidad. Árboles de decisión: nodos de azar y nodos de decisión
- Decisión multicriterio: Atributo, objetivo, nivel de aspiración, meta, criterio. Alternativa eficiente o pareto óptima. Conjunto eficiente. Matriz de pagos. Método de las ponderaciones. Método de las e restricciones. Programación compromiso. Métodos satisficentes: programación por metas ponderadas, minimax, lexicográfica.
- Teoría de juegos: Estrategias y pagos. Juegos cooperativos y no cooperativos. Equilibrio de Nash. Estrategias mixtas. Estrategias dominadas

## PERFIL DEFENSA

El contenido del curso se organiza en los siguientes temas.

1. Metodología de la Investigación Operativa.
2. Programación lineal.
  1. Modelado de problemas.
  2. Métodos de resolución.
  3. Dualidad.
  4. Análisis de sensibilidad.
  5. Interpretación de resultados.
3. Técnicas de decisión multicriterio.

1. Modelado de problemas multicriterio.
2. Métodos de resolución.
3. Interpretación de resultados.
4. Programación entera.
  1. Modelado de problemas de programación entera.
  2. Métodos de resolución.
5. Teoría de grafos y modelos de flujos en redes.
  1. Problemas de asignación
  2. Introducción a la teoría de grafos.
  3. Problema de la ruta más corta.
  4. Árbol de expansión mínima.
  5. Flujo máximo en redes.
6. Análisis de decisiones en entornos de incertidumbre y de riesgo.
7. Teoría de juegos.
  1. Clasificación y representación de juegos.
  2. Estrategias. Dominación y puntos de silla.

#### **4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave**

##### **PERFIL EMPRESA**

Los contenidos serán desarrollados a lo largo de las 15 semanas lectivas con los siguientes pesos:

1. Metodología de la Investigación Operativa. 0,5-1,5 créditos
2. Problemas de optimización lineales 2,5-3,5 créditos
3. Técnicas de decisión multicriterio 0,5-1,5 créditos
4. Análisis de decisiones en presencia de incertidumbre 1-2 créditos

##### **PERFIL DEFENSA**

El calendario de actividades relacionadas con esta asignatura se hará público a través de la plataforma Moodle que pueden consultar los alumnos matriculados en la asignatura autenticándose con su usuario y contraseña en la dirección <http://moodle2.unizar.es> Allí encontrarán el programa detallado de la asignatura, los materiales y bibliografía recomendada y otras recomendaciones para cursarla. También se puede encontrar información como calendarios y horarios a través de la página web del Centro Universitario de la Defensa: <http://cud.unizar.es>.

La impartición de las clases será a lo largo de las 15 semanas lectivas correspondientes al segundo semestre del curso. Se tratarán conceptos teóricos que serán reforzados con la aplicación práctica en resolución de ejercicios y análisis de casos prácticos mediante el uso de herramientas de tipo informático. Se realizarán pruebas escritas sobre los contenidos impartidos en esta asignatura a lo largo del curso. Además, se realizarán tareas aplicadas sobre modelización y optimización. El trabajo en el aula también será evaluado mediante un seguimiento de tipo continuado.

La descripción detallada de las actividades que se realizarán se incluye en el apartado 5.2. y a través del correspondiente curso en la plataforma Moodle (<http://moodle2.unizar.es>)

#### **4.5. Bibliografía y recursos recomendados**

##### **PERFIL EMPRESA**

Puede consultarse la bibliografía en el siguiente enlace:

[http://biblos.unizar.es/br/br\\_citas.php?codigo=30113&year=2020](http://biblos.unizar.es/br/br_citas.php?codigo=30113&year=2020)

##### **PERFIL DEFENSA**

Bibliografía disponible en:

[http://biblos.unizar.es/br/br\\_citas.php?codigo=30113&year=2020](http://biblos.unizar.es/br/br_citas.php?codigo=30113&year=2020)