INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

Programa de la asignatura

Basado en los 20 capítulos de Hillier y Lieberman

60% Exámenes	40% Prácticas

Bibliografía base

Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. Introducción a la investigación de operaciones, 9.ª edición. McGraw-Hill.

I. Descripción de la asignatura

La Investigación de Operaciones es una disciplina cuantitativa orientada al análisis sistemático de problemas de decisión en contextos donde existen objetivos definidos, alternativas de acción, restricciones y recursos escasos.

La asignatura introduce al estudiante en la formulación, solución e interpretación de modelos matemáticos para apoyar decisiones en organizaciones públicas y privadas. Se estudian modelos determinísticos y estocásticos, incluyendo programación lineal, redes, programación dinámica, programación entera y no lineal, teoría de juegos, análisis de decisiones, cadenas de Markov, teoría de colas, inventarios y simulación.

El énfasis del curso no se limita al cálculo de una solución. El estudiante deberá aprender a traducir situaciones reales en modelos, evaluar los supuestos del modelo, interpretar los resultados y reconocer sus limitaciones.

II. Objetivo general

Desarrollar en el estudiante la capacidad de formular, resolver, interpretar y evaluar modelos de Investigación de Operaciones aplicables a problemas de asignación de recursos, producción, logística, planificación y decisiones bajo incertidumbre.

III. Objetivos específicos

- Explicar la naturaleza, el origen y la utilidad de la Investigación de Operaciones.
- Identificar los componentes fundamentales de un problema de decisión.
- Formular problemas reales mediante modelos matemáticos.
- Construir y resolver modelos de programación lineal.
- Comprender la lógica del método símplex y la dualidad.
- Interpretar precios sombra y resultados de análisis de sensibilidad.
- Formular y resolver problemas de transporte, asignación y redes.
- Comprender los fundamentos de programación dinámica, entera y no lineal.
- Analizar situaciones estratégicas mediante teoría de juegos y análisis de decisiones.
- Aplicar modelos estocásticos básicos: Markov, colas, inventarios y simulación.
- Utilizar herramientas computacionales para apoyar la resolución de modelos.
- Interpretar económicamente las soluciones y evaluar su utilidad para la toma de decisiones.

IV. Metodología de enseñanza

- Exposiciones conceptuales y discusión guiada.
- Resolución de problemas y ejercicios de modelado.
- Análisis de casos aplicados.
- Prácticas individuales y grupales.

- Uso de hojas de cálculo y software de optimización.
- Interpretación económica y gerencial de los resultados.

Principio del curso: no basta con obtener una respuesta numérica; el estudiante debe poder explicar qué decisión representa, qué restricciones la determinan y qué cambia cuando se modifican las condiciones del problema.

V. Contenido de la asignatura

UNIDAD I. INTRODUCCIÓN Y MODELADO EN INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

Capítulo 1. Introducción a la Investigación de Operaciones

- Orígenes y desarrollo histórico de la IO.
- Naturaleza y características de la disciplina.
- Método científico y toma de decisiones.
- Impacto y áreas de aplicación.
- Algoritmos, computadoras y herramientas de apoyo.

Capítulo 2. Panorama del enfoque de modelado en Investigación de Operaciones

- Definición del problema y recolección de datos.
- Formulación del modelo matemático.
- Obtención de soluciones.
- Validación del modelo.
- Preparación para la implementación e implementación.
- Análisis posóptimo y mantenimiento del modelo.

UNIDAD II. PROGRAMACIÓN LINEAL

Capítulo 3. Introducción a la programación lineal

- Variables de decisión, función objetivo y restricciones.
- Forma general del modelo.
- Región factible y solución óptima.
- Método gráfico.
- Soluciones múltiples, infactibilidad y no acotación.
- Supuestos: proporcionalidad, aditividad, divisibilidad y certidumbre.

Capítulo 4. Solución de problemas de programación lineal: método símplex

- Fundamentos geométricos del método.
- Forma aumentada y variables de holgura.
- Soluciones básicas factibles.
- Variable entrante y variable saliente.
- Iteraciones y prueba de optimalidad.
- Interpretación del tableau.

Capítulo 5. Teoría del método símplex

- Fundamentos algebraicos.
- Bases y soluciones básicas.
- Forma matricial.
- Interpretación teórica del algoritmo.

Capítulo 6. Teoría de la dualidad y análisis de sensibilidad

- Problema primal y problema dual.
- Interpretación económica de la dualidad.
- Precios sombra y holgura complementaria.
- Cambios en coeficientes de la función objetivo y disponibilidad de recursos.
- Rangos permisibles y análisis posóptimo.

Capítulo 7. Otros algoritmos para programación lineal

- Símplex revisado.
- Método dual símplex.
- Algoritmos de punto interior.
- Problemas de gran escala y resolución computacional.

UNIDAD III. MODELOS ESPECIALES DE OPTIMIZACIÓN

Capítulo 8. Problemas de transporte y asignación

- Modelo de transporte: fuentes, destinos, oferta, demanda y costos.
- Balanceo del modelo.
- Problema de asignación.
- Aplicaciones logísticas y de asignación de recursos.

Capítulo 9. Modelos de optimización de redes

- Nodos, arcos y flujos.
- Ruta más corta.
- Árbol de expansión mínima.
- Flujo máximo.
- Flujo de costo mínimo.
- Problemas de transbordo.

UNIDAD IV. OPTIMIZACIÓN AVANZADA

Capítulo 10. Programación dinámica

- Etapas, estados y decisiones.
- Principio de optimalidad.
- Recursividad.
- Formulación de problemas determinísticos.

Capítulo 11. Programación entera

- Programación entera pura y mixta.
- Variables binarias.
- Restricciones lógicas.
- Costos fijos.

- Problemas de selección, localización y programación de personal.

Capítulo 12. Programación no lineal

- Funciones objetivo y restricciones no lineales.
- Óptimos locales y globales.
- Convexidad.
- Condiciones básicas de optimalidad.
- Aplicaciones económicas.

Capítulo 13. Metaheurística

- Heurísticas y metaheurísticas.
- Búsqueda local.
- Búsqueda tabú.
- Algoritmos genéticos.
- Recocido simulado.
- Optimalidad exacta versus soluciones aproximadas.

UNIDAD V. DECISIONES ESTRATÉGICAS Y BAJO INCERTIDUMBRE

Capítulo 14. Teoría de juegos

- Jugadores, estrategias y pagos.
- Juegos de suma cero.
- Estrategias puras y mixtas.
- Punto silla y dominancia.
- Aplicaciones empresariales y económicas.

Capítulo 15. Análisis de decisiones

- Decisiones bajo riesgo e incertidumbre.
- Estados de la naturaleza y alternativas.
- Matrices de resultados.
- Valor esperado.
- Árboles de decisión.
- Valor de la información y utilidad.

UNIDAD VI. MODELOS ESTOCÁSTICOS

Capítulo 16. Cadenas de Markov

- Estados y probabilidades de transición.
- Matriz de transición.
- Probabilidades de varios pasos.
- Distribuciones de estado.
- Estado estacionario.

Capítulo 17. Teoría de colas

- Procesos de llegada y servicio.
- Tasas de llegada y servicio.
- Modelo M/M/1.
- Tiempo y número esperado de clientes.

- Utilización del servidor.
- Costos de espera y capacidad.

Capítulo 18. Teoría de inventarios

- Costos de ordenar y mantener inventarios.
- Modelo EOQ.
- Punto de reorden.
- Demanda probabilística.
- Stock de seguridad.

Capítulo 19. Procesos de decisión markovianos

- Estados, acciones, transiciones y recompensas.
- Políticas y políticas óptimas.
- Decisiones secuenciales.
- Horizonte temporal y descuento.

UNIDAD VII. SIMULACIÓN

Capítulo 20. Simulación

- Naturaleza y utilidad de la simulación.
- Variables aleatorias y generación de observaciones.
- Simulación Monte Carlo.
- Simulación en hojas de cálculo.
- Diseño de experimentos.
- Interpretación, ventajas y limitaciones.

VI. Estrategia de evaluación

La calificación final será de 100 puntos, distribuida en 60 puntos de exámenes y 40 puntos de prácticas. La estructura busca que el estudiante demuestre tanto dominio conceptual como capacidad real de modelado y aplicación.

Componente	Contenido / producto	Valor
Primer examen parcial	Capítulos 1–6: introducción, modelado, programación lineal, símplex, teoría del símplex, dualidad y sensibilidad.	20%
Segundo examen parcial	Capítulos 7–13: algoritmos de PL, transporte, asignación, redes, programación dinámica, entera, no lineal y metaheurísticas.	20%
Examen final	Capítulos 14–20: teoría de juegos, decisiones, Markov, colas, inventarios, decisiones markovianas y simulación.	20%
Práctica 1	Introducción y modelado.	5%
Práctica 2	Programación lineal: formulación, método gráfico e interpretación.	10%
Práctica 3	Transporte, asignación y redes.	7.5%
Práctica 4	Programación entera y modelos avanzados.	5%

Componente	Contenido / producto	Valor
Práctica 5	Decisiones y modelos estocásticos.	7.5%
Proyecto / práctica final	Simulación y modelado aplicado.	5%

VII. Prácticas: estructura y propósito

Práctica 1. Introducción y modelado — 5%

Transformar situaciones reales en problemas estructurados identificando decisión, objetivo, variables, parámetros y restricciones.

Práctica 2. Programación lineal — 10%

Formular y resolver problemas de mezcla de productos, asignación de recursos y producción; utilizar método gráfico e interpretar la solución.

Práctica 3. Transporte, asignación y redes — 7.5%

Resolver aplicaciones de transporte, asignación, ruta más corta, flujo máximo y redes.

Práctica 4. Programación entera y modelos avanzados — 5%

Formular decisiones binarias, restricciones lógicas, localización y selección de proyectos.

Práctica 5. Decisiones y modelos estocásticos — 7.5%

Trabajar árboles de decisión, valor esperado, Markov, colas e inventarios.

Proyecto / práctica final — 5%

Seleccionar un problema real, justificar el modelo, implementar el análisis, presentar resultados, interpretarlos y discutir limitaciones.

VIII. Cronograma

Semana	Contenido
1	Capítulo 1. Introducción a la Investigación de Operaciones.
2	Capítulo 2. Enfoque de modelado.
3	Capítulo 3. Introducción a la programación lineal.
4	Capítulos 3–4. Método gráfico y método símplex.
5	Capítulos 5–6. Teoría del símplex, dualidad y sensibilidad.
6	Primer examen parcial.
7	Capítulos 7–8. Algoritmos, transporte y asignación.
8	Capítulo 9. Modelos de redes.
9	Capítulos 10–11. Programación dinámica y entera.

Semana	Contenido
10	Capítulos 12–13. Programación no lineal y metaheurísticas.
11	Segundo examen parcial.
12	Capítulos 14–15. Teoría de juegos y análisis de decisiones.
13	Capítulos 16–17. Cadenas de Markov y teoría de colas.
14	Capítulos 18–19. Inventarios y decisiones markovianas.
15	Capítulo 20. Simulación.
16	Presentación de proyectos y examen final.

IX. Bibliografía

Bibliografía básica

- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2010). *Introducción a la investigación de operaciones* (9.ª ed.). McGraw-Hill.

Bibliografía complementaria

- Taha, H. A. *Investigación de operaciones.*
- Winston, W. L. *Operations Research: Applications and Algorithms.*
- Render, B., Stair, R. M., & Hanna, M. E. *Métodos cuantitativos para los negocios.*

X. Criterios generales de evaluación

La evaluación priorizará tres capacidades:

1. Formular — Convertir un problema escrito en un modelo matemático correctamente especificado.

2. Resolver — Aplicar de manera apropiada los métodos estudiados.

3. Interpretar — Explicar qué significa la solución dentro del problema real y cuáles son sus limitaciones.