



PROGRAMA DEL CURSO II-0401 Investigación de operaciones

II SEMESTRE DEL 2019

Docentes:

Inga. Melissa Pizarro Aguilar, M.Sc. – Sede Rodrigo Facio (Coordinadora)

Ing. Marco Arias Vargas, MBA, MSc, CLM, CPIM - Sede Interuniversitaria Alajuela

Ing. Daniel Moreno Conejo, M.Sc. - Sede de Occidente

GENERALIDADES DEL CURSO

Sede Rodrigo Facio:

GRUPO: 01

CRÉDITOS: 03

HORARIO: Viernes de 13:00 p.m. a 16:00 p.m.

AULA: LAINII

HORARIO DE CONSULTA: Martes de 13:30 p.m. a 14:00 p.m. y viernes de 16:00 a 17:30 pm. Después del 20 de septiembre los horarios de atención cambian a: martes de 13:00 p.m. a 14:00 p.m. y viernes de 16:00 a 17:00 pm. **Previa cita** al correo electrónico melissa.pizarroaguilar@ucr.ac.cr, en este correo favor indicar la hora de llegada y el tiempo requerido para agendar la reunión. Las consultas se atienden en la Sala de Profesores de Ingeniería Industrial, en el sexto piso.

GRUPO: 02

CRÉDITOS: 03

HORARIO: Martes de 16:00 a.m. a 19:00 p.m.

AULA: LAINII

HORARIO DE CONSULTA: Martes de 14:00 p.m. a 16:00 p.m. **Previa cita** al correo electrónico melissa.pizarroaguilar@ucr.ac.cr, en este correo favor indicar la hora de llegada y el tiempo requerido para agendar la reunión. Las consultas se atienden en la Sala de Profesores de Ingeniería Industrial, en el sexto piso.

Sede Interuniversitaria de Alajuela:

GRUPO: 01

CRÉDITOS: 03

HORARIO: Jueves de 10:00 a.m. a 12:50 pm.

AULA: 3

HORARIO DE CONSULTA: Jueves de 09:00 am a 10:00 am y martes de 8:00 am a 8:30 am.

Previa cita al correo electrónico marco.ariasvargas@ucr.ac.cr

Sede de Occidente:

GRUPO: 01

CRÉDITOS: 03

HORARIO: Lunes de 6:00 p.m. a 8:50 pm.

AULA: Auditorio.





HORARIO DE CONSULTA: Martes de 6:00 pm a 8:50 pm.

REQUISITOS: Cálculos I, II, III, Álgebra Lineal, Probabilidad y Estadística

CORREQUISITOS: Ninguno

DESCRIPCIÓN DEL CURSO

El curso Investigación de Operaciones es un curso del cuarto semestre de la Licenciatura en Ingeniería Industrial, en el cual se estudian modelos matemáticos para la optimización de operaciones en diferentes escenarios y contextos productivos. Los modelos comprenden algoritmos que permiten maximizar el uso de los recursos críticos de las organizaciones o por el contrario minimizar aquellos que tengan involucradas variables de costo y tiempo. Mediante la construcción de los modelos, el estudiante aprenderá las rutinas que les dieron origen a los algoritmos, asimismo, se introduce el uso de software como herramienta complementaria para lograr soluciones de problemas complejos.

Este curso forma parte del área de Ingeniería de operaciones, aportando principalmente para el diseño y toma de decisiones en todo tipo de procesos.

Para el correcto aprendizaje de los conocimientos y habilidades esperados al finalizar este curso se requiere que el estudiante posea de previo, conocimientos en álgebra lineal, cálculo y probabilidad y estadística.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Al finalizar el curso el/la estudiante será capaz de analizar modelos matemáticos que le permitan buscar una solución óptima a situaciones de diversa índole que tienen lugar en las organizaciones.

Objetivos específicos:

Al finalizar el curso, el estudiante será capaz de:

1. Analizar una serie de modelos cuantitativos, su interpretación e implementación, basados en modelos matemáticos para la toma de decisiones empresariales.
2. Interpretar los factores clave de un sistema real para simularlos a través de un modelo matemático y así entender el impacto de sus aplicaciones en las empresas.
3. Aplicar software específico para la solución de modelos matemáticos asociados en las ciencias administrativas e ingeniería para poder agregar valor en las organizaciones.
4. Aplicar apropiadamente herramientas, metodologías, técnicas, modelos y simulaciones para mejorar problemas reales de las empresas.
5. Comprender todos los artículos del código de ética profesional de ingeniería para que todos los estudiantes puedan aplicarlo en su ejercicio profesional.

ATRIBUTOS DEL PERFIL DEL GRADUADO





La acreditación es un proceso de evaluación voluntario, que busca determinar si un programa formativo cumple los estándares de calidad establecidos. A nivel internacional existe el Acuerdo de Washington, el cual regula a las agencias de acreditación de programas de ingeniería, definiendo aspectos comunes a lograr en todos los programas de esta rama.

El acuerdo de Washington tiene adheridos más de 20 agencias de diferentes países, incluyendo la Canadian Accreditation Board (CEAB) y más recientemente de forma interina, la Agencia de Acreditación de Programas de Ingeniería (AAPIA) del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA).

El programa de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad de Costa Rica es reconocido como sustancialmente equivalente desde el año 2000 por la CEAB. Desde el año 2000 se cuenta con la acreditación del Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (SINAES) y a partir de 2017 por la AAPIA.

Entre los aspectos comunes definidos por el Acuerdo de Washington, se encuentra el enfoque de formación de atributos y por tanto la definición de los atributos que todo graduado de un programa de ingeniería debe cumplir.

Los atributos de los graduados se definen como: "(...) conjunto de resultados individuales evaluables, que son los componentes indicativos del potencial del graduado para adquirir la competencia para la práctica profesional" (WA, 2015).

Nuestro programa ha definido, a saber, 12 atributos; los cuales han sido desglosados cada uno, en un conjunto de indicadores medibles para demostrar que los estudiantes poseen este atributo.





Como parte del curso de Investigación de Operaciones, se aporta en la formación de los atributos anteriores; sin embargo, no se realiza la medición específica de ninguno.

ACTIVIDADES

Semana 1: Del 12 al 17 de Agosto	
Temas <ul style="list-style-type: none"> • Presentación y discusión del programa del curso • Charla de ética • Introducción a la investigación de operaciones 	<i>*Conformación de equipos de trabajo.</i> Lecturas recomendadas: <i>Capítulo 1: Introducción (Hillier)</i> <i>Capítulo 1: ¿Qué es la investigación de operaciones?</i> <i>Capítulo 2: Introducción a la programación lineal (Taha)</i>
Semana 2: Del 19 al 24 de Agosto	
Tema 1: Programación Lineal <ul style="list-style-type: none"> • Formulación y modelado de problemas de programación lineal 	<i>Capítulo 3: Introducción a la programación lineal (Hillier)</i>
Semana 3: Del 26 al 31 de Agosto	
Tema 1: Programación Lineal (continuación) <ul style="list-style-type: none"> • Formulación y modelado de problemas de programación lineal • Solución por medio del método gráfico (casos maximización y minimización) 	<i>Capítulo 4: Solución de problemas de programación lineal: método simplex</i> <i>Capítulo 3: El método simplex (Taha)</i>
Semana 4: Del 02 al 07 de Septiembre	
Tema 2: El Método Simplex <ul style="list-style-type: none"> • Caso maximización 	
Semana 5: Del 09 al 14 de Septiembre	
Tema 2: El Método Simplex (continuación) <ul style="list-style-type: none"> • Caso minimización <ul style="list-style-type: none"> ○ Método de las Dos Fases ○ Método de la Gran M 	
Semana 6: Del 16 al 21 de Septiembre	
<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de sensibilidad • Uso SOLVER de Microsoft Excel y QM para Windows, para la solución de 	<i>Capítulo 6: Teoría de la dualidad y análisis de sensibilidad (Hillier)</i> <i>Capítulo 4: Análisis de dualidad y sensibilidad (Taha)</i>





problemas de PL.	
Semana 7: Del 23 al 28 de Septiembre	
<p>Tema 3: Modelo de Transportes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción al problema de transporte • Planteamiento/Interpretación del problema • Método de la Esquina Noroeste • Método del Costo Mínimo 	<p><i>Capítulo 8: Problemas de transporte y asignación (Hillier)</i> <i>Capítulo 5: Modelo de transporte y sus variantes (Taha)</i></p> <p>Asignación del Caso I</p>
Semana 8: Del 30 de Septiembre al 05 de Octubre	
<p>Tema 3: Modelo de Transportes (continuación)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Método de Voguel • Solución utilizando método de los multiplicadores • Casos Prácticos • Uso SOLVER de Microsoft Excel y QM para Windows para la solución de problemas de transportes 	<p>Entrega del Caso I (en Mediación Virtual)</p>
Semana 9: Del 07 al 12 de Octubre	
<p>Tema 4: Modelos de asignación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulación Modelo de Asignación • Método Húngaro • Casos prácticos 	<p><i>Capítulo 8: Problemas de transporte y asignación (Hillier)</i></p>
Semana 10: Del 14 al 19 de Octubre	
<p>Tema 5: Programación y control de proyectos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción a la planeación de proyectos • Representación gráfica mediante red de actividades en arcos (AoA) • Determinación de los tiempos asociados • Ruta crítica y holguras de tiempo 	<p><i>Capítulo 8: Modelos de optimización de redes. Sección 9.8 Modelo de redes para optimizar los trueques entre tiempo y costo de un proyecto (Hillier)</i></p> <p><i>Capítulo 6: Modelos de redes. Sección 6.6.: Métodos CPM y PERT (Taha).</i></p>





Sábado 19 de octubre: Primer examen parcial de cátedra. Cubre los temas vistos hasta el tema de asignación. Hora: 9 a.m. (Reposición en la siguiente clase)

Semana 11: Del 21 al 26 de Octubre	
<p>Tema 5: Programación y control de proyectos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programación PERT Probabilístico • Cálculo de Probabilidad de Terminación del Proyecto • Programación CPM. Pert/Costo 	
Semana 12: Del 28 de Octubre al 02 de Noviembre	
<p>Tema 6: Cadenas de Markov</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción a las Cadenas de Markov • Modelado de procesos estocásticos mediante estados • Propiedad Markoviana • Matriz de transición • Ecuaciones de Chapman-Kolmogorov • Ecuaciones de balance para estado estable • Clasificación de estados • Cadenas absorbentes de Markov: aplicación en manufactura 	<p>Asignación del Caso II <i>Capítulo 8: Cadenas de Markov (Hillier)</i> <i>Capítulo 19: Proceso de decisión markoviana (Taha)</i></p>
Semana 13: Del 04 al 09 de Noviembre	
<p>Tema 6: Cadenas de Markov (Continuación)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cadenas absorbentes de Markov: aplicación en manufactura • Práctica 	<p>Entrega del Caso II (en Mediación Virtual)</p>
Semana 14: Del 11 al 16 de Noviembre	
<p>Tema 7: Teoría de colas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción a la Teoría de Colas y Líneas de Espera. • Caracterización de los Modelos de Colas • Análisis de Problemas con Población Infinita: Canal Simple y Multicanal 	<p><i>Capítulo 17: Teoría de Colas (Hillier)</i> <i>Capítulo 17: Sistemas de colas (Taha)</i></p>





<ul style="list-style-type: none"> Análisis de Problemas de Colas Población Finita: Canal Simple y Multicanal 	
Semana 15: Del 18 al 23 de Noviembre	
Tema 7: Teoría de colas (continuación) <ul style="list-style-type: none"> Resolución de ejercicios con software Práctica 	
Semana 16: Del 25 al 30 de Noviembre	
Laboratorio Final, contempla toda la materia del curso. En horario de clases.	
Semana 17: Del 01 al 06 de Diciembre	
Martes 03 de diciembre: Segundo examen parcial de cátedra cubre los temas no evaluados en el primer parcial (desde el tema 5 hasta el tema 7, posiblemente). Hora: 9 a.m.	
ENTREGA DE NOTAS FINALES: Viernes 06 de diciembre.	
Semana 18: Del 09 al 14 de Diciembre	
EXAMEN DE AMPLIACIÓN: Viernes 13 de diciembre. Hora: 9 a.m.	

DOCENTES

Sede Rodrigo Facio

Nombre: Inga. Melissa Pizarro Aguilar, M.Sc.

Correo electrónico: melissa.pizarroaguilar@ucr.ac.cr, pizarroindustrial@gmail.com

Perfil profesional y académico de la profesora: Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad de Costa Rica; M.Sc., Integrated Systems Engineering, Operations Research, The Ohio State University. Profesora de la Escuela de Ingeniería Industrial en la Universidad de Costa Rica desde el año 2008. Se ha desempeñado realizando proyectos de la Escuela, entre ellos proyectos de extensión social y en la actualidad proyectos de investigación. Ha impartido los cursos de Probabilidad y Estadística I (teoría y laboratorio), Ingeniería de Operaciones, Investigación de Operaciones. Desarrolló e impartió los cursos de Sistemas Avanzados de Distribución e Investigación de Operaciones Avanzada. Asimismo, apoya como profesora tutora a proyectos de graduación de Licenciatura y Maestría. Ha trabajado como consultora independiente. Galardonada con beca Fulbright de la Embajada de Estados Unidos para realizar sus estudios de posgrado (2011). Estudiante en el Doctorado en Educación de la Universidad de Costa Rica.

Sede Interuniversitaria de Alajuela:

Nombre: Ing. Marco Arias Vargas, MBA, M.Sc., CLM, CPIM

Teléfono: 8723-8005

Correo electrónico: marco.ariasvargas@ucr.ac.cr





Perfil profesional y académico del profesor: Master en Administración de Empresas del INCAE Business School, graduado con alta distinción, primer promedio. Magíster Scientiae en Ingeniería Industrial de la Universidad de Costa Rica y Licenciado en Ingeniería Industrial de la UCR. Certificado en Producción y en Gestión de Inventarios (CPIM). APICS. Certificado Internacional en Gestión de Logística (Logistics Management Center – Logistics Resources International). Graduado del programa ejecutivo en Cadena de Abastecimiento (PECA) del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Graduado del programa ejecutivo “Kellogg on Marketing” de la Universidad de Northwestern. Profesor de los programas de Licenciatura y Maestría en Ingeniería Industrial de la UCR en las áreas de Logística, Operaciones, Cadena de Suministros y Finanzas. Fundador y miembro de la Junta Directiva de Macrologística S. A. Además, en la empresa privada ha ejercido por más de 18 años en posiciones como Gerente de Logística, Director de Cadena de Suplencia, Director de Finanzas y Director General Corporativo. Actualmente es socio consultor en Macrologística.

Sede de Occidente:

Nombre: Ing. Daniel Moreno Conejo, M.Sc., CPIM

Correo electrónico: daniel.dmoreno@gmail.com

Perfil profesional y académico del profesor: Licenciado en Ingeniería Industrial de la Universidad de Costa Rica, "Certified in Production and Inventory Management" (CPIM) por APICS y diplomado en Proyectos con estándares del PMP por la Universidad para la Cooperación Internacional. Posee un "Máster en Soft Computing y Sistemas Inteligentes" de la Universidad de Granada, España y un "Máster en Dirección Financiera" de la Universidad de Barcelona/EAE Business School, España. Se ha desempeñado por 13 años en distintas áreas: Supply Chain (logística, planeación de demanda, proyectos, abastecimiento), Proyectos comerciales, Desarrollo y Tecnología comercial, Inteligencia de negocios y Minería de datos. Actualmente es Líder de Logística en Dos Pinos.

METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA/APRENDIZAJE

Las clases combinan explicaciones magistrales por parte de los profesores y el desarrollo de aplicaciones prácticas de los diferentes temas que se van estudiando según el cronograma. Se evaluará la participación de los estudiantes mediante el desarrollo de tareas, un laboratorio y casos en grupo, exámenes cortos y dos exámenes parciales. Los ejemplos con software se desarrollarán en la misma clase y se evaluarán en el laboratorio programado.

El curso tendrá el apoyo del aula virtual mediante la plataforma de METICS. El uso que se le dará a esta herramienta es bajo virtual, principalmente para tareas, foros, evaluaciones y otros que los profesores consideren pertinentes.

EVALUACIÓN

Las evaluaciones procuran medir el grado de apropiación tanto en el dominio del conjunto de conocimientos teóricos necesarios que sustentan decisiones de ingeniería, como la aplicación de procedimientos, métodos y técnicas especializadas que requiere el desempeño profesional.

Los exámenes son de respuesta corta o larga, de ejecución individual y prueban competencias instrumentales del tipo comprensión cognitiva.

La distribución porcentual es la siguiente:





Exámenes cortos	20%
Examen Parcial I	22,5%
Examen Parcial II	22,5%
Tarea (exposición)	5%
Laboratorio	15%
Casos	15%
Total	100%

Exámenes cortos: Los exámenes cortos se realizan sin aviso previo, cumpliendo con las disposiciones del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil (Artículo 15), cubriendo la materia de forma acumulativa.

Exámenes parciales: se realizarán conforme se indica en el cronograma y con la materia vista hasta una semana antes de la fecha del examen. **El profesor tomará la decisión sobre el tipo de examen que se realizará en el transcurso del curso, es decir, puede ser evaluado en clase o en casa, dependiendo de la complejidad del mismo.**

Laboratorios: se realizarán conforme se indica en el cronograma y el trabajo es individual.

No se repetirán exámenes cortos, parciales o laboratorios, a menos que sea por causa mayor, debidamente justificada. En caso de que sea por enfermedad deberá traer una constancia emitida por la CCSS.

Casos: consisten en casos de aplicación sobre temas del curso. Se recibirán únicamente para el día en que está programada la entrega, de lo contrario se pierden los puntos asignados.

Como parte de los criterios de evaluación se tomará en cuenta que aquel estudiante o grupo de trabajo que incurra en alguna falta grave como copia, plagio, utilización de material no autorizado o comunicación o actuación ilícita en cualquiera de las pruebas o parte de ellas, **perderá automáticamente el curso, con las consecuencias posteriores que establece la Universidad de Costa Rica.**

Sobre las evaluaciones, se consideran los siguientes artículos del régimen académico estudiantil:

Artículo 15: El profesor debe entregar, comentar y analizar el programa del curso, incluidas las normas de evaluación, con sus estudiantes, en las primeras dos semanas del ciclo lectivo correspondiente. En este mismo periodo entregará este programa a la Dirección de su unidad académica. Cuando las normas de evaluación de un curso incluyan pruebas cortas (quices o llamadas orales) que por su naturaleza no puedan ser anunciadas al estudiante, en cumplimiento del plazo establecido en el artículo 18 de este reglamento, el profesor estará obligado a especificar esta situación al entregar el programa.

Artículo 18: El estudiante debe conocer al menos con 5 días hábiles de antelación a la realización de todo tipo de evaluación lo siguiente:

- La fecha en que se realizará la evaluación.
- Los temas sujetos a evaluación. No se podrán evaluar los contenidos que los estudiantes no hayan tenido oportunidad de analizar con el profesor en el desarrollo del curso.





- c. El lugar donde se realizará la prueba, que deberá estar ubicado en el ámbito universitario o en espacios donde se desarrollen actividades académicas propias del curso.
- d. El tiempo real o duración de la prueba, mismo que será fijado previamente por el profesor de cada curso, considerando las condiciones y necesidades de los estudiantes, las particularidades de la materia y el tipo de evaluación por realizar.

OTRA INFORMACIÓN IMPORTANTE

Atención de consultas

Con el propósito de ofrecer un servicio equitativo y accesible a todos los estudiantes, los interesados en ser atendidos de manera presencial deberán solicitarlo con al menos 3 días de anticipación. Para llevar un registro de estas peticiones, los escritos deben enviarse al correo electrónico de la profesora o del profesor, según sea el caso, informando el objetivo de la consulta y el tiempo estimado para lograrlo. Se asegura el respeto al orden de ingreso de las peticiones, y se atenderán tantas como el tiempo disponible y la demanda lo permita.

Uso del celular y laptop:

Se prohíbe el uso de celular y laptop (a menos que sea para desarrollar un tema del curso con autorización del profesor o profesora) durante el desarrollo de la clase.

BIBLIOGRAFÍA

Libros de texto o Referencia principal de consulta:

Hillier, F; Lieberman G. (2004) *Introducción a la Investigación de Operaciones*. Mc Graw- Hill
Taha, H. A. (2004). *Investigación de operaciones*. Pearson Educación.

Referencias adicionales de consulta

- Gallagher, C. A. W., & Osuna, H. J. G. (1982). *Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración*.
- Monks, J. G. (1991). *Administración de operaciones*. México. Mac-Graw-Hill.
- Moskowitz, H., Wright, G. P., & Ojalvo, F. V. (1982). *Investigación de operaciones* (No. 658.57/M91oE). Prentice Hall.
- Riggs, J. L. J. L. (1994). *Sistemas de producción: planeación, análisis y control*. Limusa.
- Shambhlim James, E., & Stevens Jr, G. T. (1985). *Investigación de operaciones, un enfoque fundamental*.
- Thierauf, R. J., Grosse, R. A., & Nieto, J. M. (1976). *Toma de decisiones por medio de investigación de operaciones* (No. HD20. 5. T44 1976.). Limusa.
- Winston, W. (1994). *Investigación de operaciones: Aplicaciones y algoritmos* (V. González, traductor). México: Grupo Editorial Iberoamérica (edición inglés 1991).

