

## Plan de Estudios

### Diploma en Optimización

#### Artículo 1.- Objetivos

El Diploma en Optimización, de acuerdo con el artículo 2° de la Ordenanza de las Carreras de Posgrado de la Universidad de la República tiene por objeto:

- a) Brindar una formación más especializada que la correspondiente a los cursos de grado en el área de Optimización.
- b) Profundizar la formación del graduado en el manejo activo y creativo del conocimiento.

El Diploma se orienta a un perfeccionamiento en el área de la Optimización, ampliando en profundidad los conocimientos adquiridos en los programas de grado en Ingeniería y otras carreras afines a la temática.

Se busca formar recursos humanos altamente calificados capaces de afrontar, resolver con solvencia y creatividad los distintos desafíos del área, atendiendo a problemas reales de optimización y satisfaciendo las necesidades de la sociedad, mediante su participación en tareas de investigación, desarrollo científico y tecnológico, a través de una actitud innovadora en el ámbito público y privado.

#### Artículo 2.- Perfil del egresado

Al culminar los cursos del Diploma, el egresado del programa será capaz de:

- a) Exponer con solvencia la teoría de Optimización.
- b) Conocer sus aplicaciones, y abstraer la semántica de una realidad mediante modelos matemáticos de optimización.
- c) Llevar a la práctica el proceso de modelado matemático y optimización en problemas concretos sociales e industriales.
- d) Incorporar un proceso de mejora continua a la solución propuesta, que sea factible y a su vez se adapte a los presupuestos disponibles y restricciones reales.

#### Artículo 3°- Marco del plan de estudios.

Los aspectos reglamentarios no mencionados explícitamente se ajustan a lo establecido por los documentos: Ordenanza de las Carreras de Posgrado de la Universidad de la República, aprobado en fecha 25/09/01 por el Consejo Directivo Central y el Reglamento General de las Actividades de Posgrado y Educación Permanente de la Facultad de Ingeniería (RGP-FING), 2003.

#### Artículo 4.- Ordenamiento

Las actividades del Diploma en Optimización serán orientadas en lo general por la Comisión Académica de Posgrado de la Facultad de Ingeniería (CAP-FING) y en lo particular por la Sub Comisión Académica de Posgrados del Área de Investigación de Operaciones (SCAPA-IO) de acuerdo a la Ordenanza vigente de la Universidad de la República y al RGP-FING.

#### Artículo 5.- Requisitos mínimos de ingreso

Podrán ingresar al Diploma en Optimización quienes posean antecedentes académicos de acuerdo a lo expresado en el Artículo 13° del RGP-FING, siendo la SCAPA-IO la responsable de acreditar que la formación previa del aspirante permita la realización y aprovechamiento del Diploma.

El perfil de ingreso deseado consiste en poseer una formación que incluya los siguientes aspectos: el análisis de problemas, el manejo de abstracciones simbólicas, el manejo de herramientas matemáticas de base tales como el análisis, el álgebra, la probabilidad y la estadística, y la matemática discreta; el manejo de herramientas informáticas de base tales como el diseño de algoritmos, la programación, el diseño de sistemas de información; y poseer nociones sobre la estructura y la toma de decisiones dentro de organizaciones complejas.

Aquellos aspirantes que a juicio de la SCAPA-IO necesiten completar actividades previas, de manera de asegurar un completo aprovechamiento de las actividades del Diploma, deberán realizar estas actividades de nivelación inmediatamente después de haber sido admitidos al programa.

#### Artículo 6.- Inscripción

El aspirante deberá solicitar su ingreso a la SCAPA-IO de acuerdo a los requisitos dispuestos en el Artículo 14° del RGP-FING, conjuntamente con un plan primario de actividades.

La SCAPA-IO recomendará a la CAP-FING la aceptación de la solicitud si a su juicio el aspirante presenta méritos suficientes y si existen los recursos humanos y materiales necesarios para completar las actividades del Diploma exitosamente.

#### Artículo 7.- Formación

El estudiante deberá reunir un mínimo de 60 créditos de Actividad Programada y una cantidad de horas mínima de 300 horas presenciales. La Actividad Programada podrá estar constituida por cursos, actividades integradoras, estudios dirigidos, monografías, pasantías, actividades profesionales y académicas creativas debidamente documentadas, avaladas por la SCAPA-IO y aprobadas por la CAP-FING, y estará siempre controlada en su aprovechamiento.

La SCAPA-IO podrá proponer asignar créditos por cursos y otras actividades realizadas previamente al ingreso al Diploma. En particular, si la carrera de grado del estudiante superara los 360 créditos, se le podrá reconocer un máximo de 30 créditos excedentes obtenidos en el grado en asignaturas de contenido relacionado con el Diploma.

Sin perjuicio de que la evolución del conocimiento en el Área de Optimización requiera un ajuste en los contenidos, las materias centrales del Diploma, divididas en materias fundamentales y optativas, se detallan a continuación:

- Materias fundamentales: Programación lineal y no lineal en variables continuas y enteras, optimización multi-objetivo y en varios niveles, optimización estocástica, métodos heurísticos, algoritmos de aproximación, programación por restricciones.
- Materias optativas: Modelos combinatorios, Simulación de sistemas.

Se requerirá una formación que incluya cursos en las materias centrales cubriendo al menos 30 créditos (de los cuales al menos 20 en materias fundamentales). Los créditos restantes pueden obtenerse mediante cursos, actividades integradoras u otras actividades, pudiendo cubrir temas de las materias fundamentales y optativas, pero también otras temáticas complementarias que sean pertinentes a la formación del estudiante según el criterio de la SCAPA-IO.

La duración prevista del programa es de 12 meses. El plazo máximo establecido para completarlo es de 30 meses. En casos debidamente justificados, la SCAPA-IO podrá aprobar por única vez la solicitud de suspensión del programa de Diploma de un estudiante, por un plazo no mayor de un año, informando de esta situación a la CAP-FING. Esta suspensión puede darse en cualquier etapa del desarrollo del programa y no se computará dentro de los plazos máximos anteriormente detallados.

#### Artículo 8.- Título

Cuando el aspirante haya completado los requisitos del programa, la SCAPA-IO notificará a la CAP-FING quien propondrá al Consejo de la Facultad que disponga lo necesario para otorgar el Título de “Especialista en Optimización”.

Este diploma será firmado por el Decano de la Facultad de Ingeniería y el Rector de la Universidad de la República.



**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
COMISIÓN ACADEMICA DE POSGRADO**

**DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE POSGRADO**

**Nombre del Programa: Diploma en Optimización**

**Montevideo – 2017**



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

### 1. IDENTIFICACIÓN:

#### DE LA CARRERA

Nombre del Programa: Diploma en Optimización

Programa (especialización, maestría académica o profesional, o doctorado): Especialización

#### ÁREA ACADÉMICA

Área (Instituto/ Grupo/ Núcleo, etc.):

SCAPA Investigación de Operaciones

Instituto de Computación – Departamento de Investigación Operativa

Institutos vinculados al Área: Instituto de Computación

Contacto institucional del Programa

Nombre: Antonio Mauttone, Pablo Romero

Teléfono: 27114244

E-mail: mauttone@fingedu.uy, promero@fing.edu.uy

Programa compartido con otra Institución: NO

Nombre de la Institución:

En caso afirmativo adjuntar copia del acuerdo establecido.



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

<b>2. UBICACIÓN FÍSICA DEL PROGRAMA</b>	
2	<b>Lugar y dirección completa de la sede del programa:</b>  Facultad de Ingeniería Julio Herrera y Reissig 565
<b>Nombre y teléfono de un contacto en la Institución Sede:</b>	
	Nombre: Antonio Mauttone; Pablo Romero  Teléfono: 2711 4244
<b>Personal, instalaciones, y materiales disponibles para la realización del programa:</b>	



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

El Departamento de Investigación Operativa cuenta con un importante plantel conformado por 20 docentes, de los cuales la gran mayoría cuenta con formación de maestría o doctorado. Estos docentes dictan de forma regular un conjunto de cursos de posgrado que integrarían el programa propuesto, dirigen y participan en proyectos de investigación, en actividad profesional y de asesoramiento al medio, y en proyectos de cooperación internacional en el área. Asimismo, se cuenta con amplia experiencia en la dirección de tesis de posgrado. El Departamento es parte del Instituto de Computación, que cuenta con alrededor de 150 docentes, de los cuales un alto porcentaje posee título de posgrado (doctorado o maestría), y se espera contar con el apoyo de los mismos para participar en el programa tanto de forma estable como ocasionalmente a través de actividades puntuales. Dado el carácter multidisciplinario de la Optimización, se espera contar con aportes de otros institutos.

Se cuenta con aulas y salas de computadoras de uso compartido de la Facultad de Ingeniería, así como de equipos especializados (hardware y software) disponible en los diversos grupos de investigación del InCo, que permiten dar los recursos necesarios para la realización de los trabajos de los estudiantes del programa.

Se cuenta con acceso electrónico a revistas científicas relevantes del área a través del portal TIMBO. Asimismo se cuenta con acceso a ediciones impresas actualizadas de algunas de estas revistas y libros especializados a través de la biblioteca del Instituto de Computación.

El Departamento de Investigación Operativa cuenta con infraestructura propia de hardware de alto poder de cómputo, así como software específico en las áreas de optimización y simulación.

### 3. OBJETIVOS DEL PROGRAMA



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

### **FINALIDAD:**

El Diploma en Optimización, de acuerdo con el artículo 2° de la Ordenanza de las Carreras de Posgrado de la Universidad de la República tiene por objeto:

- Brindar una formación más especializada que la correspondiente a los cursos de grado en el área de Optimización.
- Profundizar la formación del graduado en el manejo activo y creativo del conocimiento.

El Diploma se orienta a un perfeccionamiento en el área de la Optimización, ampliando en profundidad los conocimientos adquiridos en los programas de grado en Ingeniería y otras carreras afines a la temática.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Se busca formar recursos humanos altamente calificados capaces de afrontar, resolver con solvencia y creatividad los distintos desafíos del área, atendiendo a problemas reales de optimización y satisfaciendo las necesidades de la sociedad, mediante su participación en tareas de investigación, desarrollo científico y tecnológico, a través de una actitud innovadora en el ámbito público y privado.

### **PERFIL DEL EGRESADO:**

Al culminar los cursos del Diploma, el egresado del programa será capaz de:

- Exponer con solvencia la teoría de Optimización.
- Conocer sus aplicaciones, y abstraer la semántica de una realidad mediante modelos matemáticos de optimización.
- Llevar a la práctica el proceso de modelado matemático y optimización en problemas concretos sociales e industriales.
- Incorporar un proceso de mejora continua a la solución propuesta, que sea factible y a su vez se adapte a los presupuestos disponibles y restricciones reales.



#### 4. ORGANIZACION Y NORMAS DE FUNCIONAMIENTO

3 Los aspectos reglamentarios no mencionados explícitamente se ajustan a lo establecido por los documentos: Ordenanza de las Carreras de Posgrado de la Universidad de la República, aprobado en fecha 25/09/01 por el Consejo Directivo Central y el Reglamento General de las Actividades de Posgrado y Educación Permanente de la Facultad de Ingeniería (RGP-FING), 2003.

Las actividades del Diploma en Optimización serán orientadas en lo general por la Comisión Académica de Posgrado de la Facultad de Ingeniería (CAP-FING) y en lo particular por la Sub Comisión Académica de Posgrados del Área de Investigación de Operaciones (SCAPA-IO) de acuerdo a la Ordenanza vigente de la Universidad de la República y al RGP-FING.

**Duración del Programa: 12 meses**

Número de plazas previstas (incluyendo becas si es aplicable): 50

Número mínimo de alumnos para realizar el programa: 3

#### Requisitos para obtener el título

Número de créditos mínimos de Actividad Programada: 60  
(un crédito equivale a quince horas de trabajo por parte del estudiante)

Horas presenciales mínimas de Actividad Programada: 300  
Estructura de la Actividad Programada (fundamentales y técnicas):

El estudiante deberá reunir un mínimo de 60 créditos de Actividad Programada y una cantidad de horas mínima de 300 horas presenciales. La Actividad Programada podrá estar constituida por cursos, actividades integradoras, estudios dirigidos, monografías, pasantías, actividades profesionales y académicas creativas debidamente documentadas, avaladas por la SCAPA-IO y aprobadas por la CAP-FING, y estará siempre controlada en su aprovechamiento.

La SCAPA-IO podrá proponer asignar créditos por cursos y otras actividades realizadas previamente al ingreso al Diploma. En particular, si la carrera de grado del estudiante superara los 360 créditos, se le podrá reconocer un máximo de 30 créditos excedentes obtenidos en el grado en asignaturas de contenido relacionado con el Diploma.

Sin perjuicio de que la evolución del conocimiento en el Área de Optimización requiera un ajuste en los contenidos, las materias centrales del Diploma, divididas en materias fundamentales y optativas, se detallan a continuación:

1. Materias fundamentales: programación lineal y no lineal en variables continuas y enteras, optimización multi-objetivo y en varios niveles, optimización estocástica, métodos heurísticos, algoritmos de aproximación, programación por restricciones.
2. Materias optativas: modelos combinatorios, simulación de sistemas.



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

### Ingreso

#### Perfil de ingreso

Poseer una formación que incluya los siguientes aspectos: el pensamiento lógico, la estructuración de problemas, el manejo de herramientas matemáticas de base tales como el análisis, el álgebra, la probabilidad y la estadística, y la matemática discreta; el manejo de herramientas informáticas de base tales como el diseño de algoritmos y la programación.

#### Requisitos de Ingreso

Podrán ingresar al Diploma en Optimización quienes posean antecedentes académicos de acuerdo a lo expresado en el Artículo 13° del RGP-FING, siendo la SCAPA-IO la responsable de acreditar que la formación previa del aspirante permita la realización y aprovechamiento del Diploma.

Aquellos aspirantes que a juicio de la SCAPA-IO necesiten completar actividades previas, de manera de asegurar un completo aprovechamiento de las actividades del Diploma, deberán realizar estas actividades de nivelación inmediatamente después de haber sido admitidos al programa.

#### Criterios de selección de los candidatos

La admisión tendrá en cuenta los antecedentes del candidato, pudiéndose realizar una entrevista a los aspirantes para complementar la información presentada. La CAP resolverá la admisión de los candidatos en base a los antecedentes del candidato y al informe de la SCAPA-IO.

5. CUERPO DOCENTE Y SUS ACTIVIDADES			
4	Nombre/titulación/instituto	Horas aula anuales dedicadas al programa	Horas anuales de otras actividades vinculadas al programa
	01. Dr. Héctor Cancela / Gr. 5, DT/ Fac.Ing./ In.Co.	60	30
	02. MSc. María E. Urquhart/ Gr. 5, DT / Fac.Ing./ In.Co.	30	15
	03. MSc. Omar Viera/ Gr. 5, 37 hs / Fac.Ing./ In.Co.	30	15
	04. Dr. Franco Robledo / Gr. 5, DT / Fac.Ing./ In.Co.	60	15
	05. Dr. Pablo Rodríguez Bocca / Gr. 4, 35 hs / Fac. Ing. / In.Co.	30	0
	06. Dr. Antonio Mauttone / Gr. 4, DT / Fac. Ing. / In.Co.	30	30
	07. Dra. Libertad Tansini / Gr. 3, DT/ Fac. Ing. / In.Co.	30	0
	08. Dr. Pedro Piñeyro / Gr. 3, DT/ Fac. Ing. / In.Co.	60	0
	09. Dr. Claudio Risso / Gr. 3, DT / Fac. Ing. / In.Co.	30	15
	10. Dr. Pablo Romero / Gr. 3, DT / Fac. Ing. / In.Co.	30	30
	11. MSc. Carlos Testuri / Gr. 3, 40 hs. / Fac. Ing. / In.Co.	30	0
	12. MSc. Sandro Moscatelli / Gr. 3, 30 hs. / Fac. Ing. / In.Co.	30	15
	13. Dr. Sergio Nesmachnow / Gr. 5, DT / Fac. Ing. / In.Co.	30	0
	14. Dr. Martín Pedemonte / Gr. 3, DT / Fac. Ing. / In.Co.	30	0
	15. Dr. Eduardo Canale / Gr. 3, DT / Fac. Ing. / IMERL	30	0
	16. Dr. Alfredo Piria / Gr. , Gr. 3 / IMERL	30	0

## 6. CURRÍCULA

### Asignatura nº 01 : Simulación a Eventos Discretos

Responsable de la asignatura (docente): Antonio Mauttone

Instituto: Instituto de Computación

Departamento: Investigación Operativa

Arancel:

Nº de Créditos: 10

Cupos:

Horas Presenciales: 86

Objetivos: El estudiante comprenderá y manejará la técnica de Simulación a Eventos Discretos, estando capacitado para modelar aplicaciones sencillas de problemas propios a filas de espera. Obtendrá conocimientos acerca de estructuración en simulación, sabrá aplicar las bases estadísticas necesarias para la teoría de muestreo y experimentación con el modelo. Comprenderá la necesidad de la utilización de métodos de reducción de varianza. Sabrá valorar la importancia que tiene el contar con una adecuada visualización de resultados.

Conocimientos previos exigidos: Probabilidad y Estadística, Investigación Operativa, Lenguajes de Programación.

Metodología de enseñanza: Esta asignatura es de carácter teórico-práctico, de tipo taller-proyecto. Las clases teóricas se dictan a distancia, según un cronograma que incluye dos clases semanales durante 10 semanas. Las clases de práctico-laboratorio son presenciales, se dictan una vez a la semana durante 10 semanas; tienen una duración de 2 horas y son de asistencia recomendada. Una clase presencial adicional se reserva para la evaluación final. Se estiman unas 4 horas semanales de estudio del material teórico durante 14 semanas; una proporción de estas horas son de estudio guiado a través de preguntas para autoestudio planteadas por los docentes y participación en el foro del curso. Adicionalmente se estiman 6 horas semanales durante 12 semanas para la realización del laboratorio; una proporción de estas horas son de trabajo guiado a través del cumplimiento de hitos planteados por los docentes en la realización del laboratorio y participación en el foro del curso. El laboratorio se programará utilizando la biblioteca de simulación a eventos discretos EOSimulator, desarrollada por el Departamento de Investigación Operativa del Instituto de Computación. Alternativamente se podrá utilizar la biblioteca Pascal-Sim, desarrollada por la Universidad de Southampton. En el detalle de las horas, aquellas correspondientes a clases de teórico, comprenden el 50% de las 4 horas semanales de estudio durante 14 semanas; las horas de clases de práctico corresponden a las 10 clases presenciales de 2 horas cada una; las horas de clases de laboratorio comprenden el 50% de las 6 horas semanales de trabajo de laboratorio durante 12 semanas. Las horas de consulta están incluidas en las de teórico, práctico y laboratorio, pudiéndose realizar ya sea a través de la clase presencial semanal o a distancia a través de los foros.

Forma de evaluación



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

La modalidad del curso es de tipo teórico-práctico, apoyado con trabajo de laboratorio. El dictado del teórico se realiza a distancia mientras que las clases de práctico-laboratorio son presenciales. El estudiante elaborará una serie de ejercicios y trabajos prácticos obligatorios que irán conformando un proyecto (laboratorio) que engloba los conceptos básicos y técnicas propias de simulación a eventos discretos. La evaluación del curso consta de dos partes: una entrega del laboratorio y una prueba final. La entrega y aprobación del laboratorio es eliminatoria. Aquellos estudiantes que aprueben el laboratorio, podrán rendir la prueba final escrita (individual). La nota final del curso será promediada a partir de las obtenidas en el laboratorio y en la prueba escrita.

### Temario:

Definiciones básicas. Modelado.  
Mecanismos de avance del tiempo.  
Métodos de estructuración.  
Muestreo.  
Recolección de datos. Análisis de resultados.  
Validación y técnicas de experimentación.  
Visualización.

### Bibliografía:

#### Básica:

Simulation Modelling with Pascal, Davies R. and O'Keefe R., Prentice Hall, ISBN 013811571-0, 1989.

#### Complementaria:

Simulation Modeling and Analysis 4th Edition, Law A.M., McGraw-Hill, ISBN 0-07-298843-6, 2007.

Discrete-Event System Simulation, Nelson B.L., Banks J., Carson J.S. and Nicol D.M., Prentice Hall, ISBN 9780130887023, 2000.



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

### Asignatura nº 02 : Estimación numérica Monte Carlo

Responsable de la asignatura (docente): María E. Urquhart

Instituto: Instituto de Computación

Departamento: Investigación Operativa

Arancel:

Nº de Créditos: 8

Cupos:

Horas Presenciales: 60

#### Objetivos:

Presentar las bases de los métodos de Monte Carlo como herramientas para la resolución numérica aproximada de problemas de cálculo, y particularmente de estimación de integrales y de estimación de conteos. Proporcionar al estudiante los conceptos más importantes y las herramientas prácticas para diseñar e implementar un algoritmo Monte Carlo básico incluyendo manejo de la generación y determinación del tamaño de las muestras, y análisis de las salidas para determinar los errores de aproximación esperados.

#### Conocimientos previos exigidos:

Conocimientos generales de probabilidad y estadística y de métodos numéricos.

Experiencia en algún lenguaje de programación imperativo y en el uso de bibliotecas.

#### Metodología de enseñanza:

La metodología de enseñanza es a distancia, plataforma Moodle, con participación activa del estudiante en todas las actividades del curso y con seguimiento de un tutor.

#### Forma de evaluación

Participación en los foros de discusión de cada unidad por parte del estudiante. El porcentaje de esta actividad en el total de puntos (100) será de 10 %.

La aprobación de los laboratorios (60 %).

Una prueba escrita eliminatoria (30 %).

Para la aprobación final del curso se requiere: mínimo de 60% de los puntos en cada parte.

#### Temario:

1.Introducción a los Métodos de Monte Carlo

2.Estimación de volúmenes e integrales.

3.Problemas de Conteo.

4.Generación de muestras.

5.Otros tópicos

#### Bibliografía:

Monte Carlo: concepts, algorithms and applications, G.S. Fishman, Springer, 1995.



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

### Asignatura n° 03 : Modelado y Optimización

Responsable de la asignatura (docente): Pedro Piñeyro

Instituto: Instituto de Computación

Departamento: Investigación Operativa

Arancel:

N° de Créditos: 6

Cupos: 36 (grado)

Horas Presenciales: 4

Objetivos: Que el estudiante pueda modelar y solucionar problemas de Optimización y a su vez, realizar análisis cuantitativos básicos. Aprender a programar en un lenguaje algebraico de modelado y optimización.

Conocimientos previos exigidos: Investigación Operativa, Algebra Lineal, Programación Lineal.

Metodología de enseñanza: La metodología de enseñanza es a distancia, con participación del estudiante en todas las actividades del curso y con seguimiento de un tutor. Las horas se distribuyen a proximadamente en: 10 horas de lectura de material teórico, 15 horas de participación en el foro del curso, 25 horas de realización de ejercicios y preparación para prueba escrita y 50 horas de realización de laboratorios.

#### Forma de evaluación

Una participación en un foro de discusión por parte de los grupos de trabajo (la cantidad de estudiantes por grupo dependerá de la cantidad total de estudiantes inscriptos). El porcentaje de esta actividad en el total de puntos (100) será de un máximo de 10%.

La creación de un modelo a partir de un conjunto de datos (10%).

Una única prueba escrita eliminatoria (30%).

La aprobación de 5 laboratorios (50%).

#### Temario:

1. Introducción a la Modelación.
2. Datos y modelos.
3. Método Simplex Revisado.
4. Programación Entera.
5. Software de Modelado y Optimización

#### Bibliografía:

Linear and Non Linear Programming. David G. Luenberger, Adisson Wesley, 1989.

Introducción a la Investigación de Operaciones. Hillier y Lieberman, Mc Graw Hill, 1991.

Integer and Combinatorial Optimization. George Nemhauser, Wiley, 1988.



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

---

---





## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

### Asignatura n° 04 : Fundamentos de Programación Entera

Responsable de la asignatura (docente): Carlos Testuri

Instituto: Instituto de Computación

Departamento: Investigación Operativa

Arancel:

N° de Créditos: 8

Cupos: -

Horas Presenciales: 30

Objetivos: La programación entera trata del modelado de problemas de optimización cuyas variables de decisión poseen dominio discreto o entero. El propósito es presentar la metodología junto a la formulación y la resolución de problemas. El estudiante se capacitará en técnicas generales de la temática y en algunas aplicaciones.

Conocimientos previos exigidos: Aprobación de la asignatura Introducción a la Investigación de Operaciones o demostrar conocimientos equivalentes. Conocimientos de programación lineal.

Metodología de enseñanza:

Comprende el dictado y discusión temática en clases. Además, la evaluación y extensión de formación mediante la realización de ejercicios y un proyecto o prueba final.

Forma de evaluación

La asignatura se aprueba demostrando adiestramiento, de al menos 60% del total y 25% de cada instancia de los ejercicios asignados, el proyecto o prueba final. La calificación final se pondera según los factores evaluativos: ejercicios en un 45%, proyecto o prueba final 50% y asistencia con 5%.

Temario:



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

1. Introducción con ejemplos
2. Optimalidad: relajaciones y dualidad
3. Propiedades de problemas resolubles
4. Complejidad
5. Algoritmo de ramificado y acotamiento
6. Algoritmos de planos cortantes
7. Relajación Lagrangeana y generación de columnas
8. Heurísticas

### Bibliografía:

- Nemhauser, G.L., Wolsey, L.A. Integer and combinatorial optimization. Wiley, 1988.
- Wolsey, L.A. Integer Programming. Wiley, 1998.
- Schrijver, A. Theory of linear and integer programming. John Wiley and Sons, 1998.
- Papadimitriou, C.H., Steiglitz, K. Combinatorial optimization: algorithms and complexity. Prentice Hall, 1982.
- Junger, M. et al. 50 years of integer programming 1958-2008: from the early years to the state-of-the-art. Springer, 2010.
- (Material proporcionado por el docente)



Facultad de Ingeniería  
Comisión Académica de Posgrado

**Asignatura nº 05 : Algoritmos Evolutivos**

Responsable de la asignatura (docente): Sergio Nesmachnow

Instituto: Instituto de Computación

Departamento: Centro de Cálculo

Arancel:

Nº de Créditos: 9

Cupos:

Horas Presenciales: 50

**Objetivos:**

Los objetivos del curso consisten en introducir las técnicas de computación evolutiva, presentar los Algoritmos Evolutivos (AE) y explorar el formalismo de los Algoritmos Genéricos (AG) como herramienta para la resolución de problemas de optimización, búsqueda y aprendizaje.

**Conocimientos previos exigidos:**

Fundamentos de Probabilidad y Estadística.

Fundamentos de Investigación de Operaciones.

Fundamentos de Programación.

**Metodología de enseñanza:**

Modalidad del curso: Exposiciones teóricas de una hora y media, dos veces a la semana, durante diez semanas.

Clases prácticas y de consulta para la resolución de ejercicios, dos veces por mes. Clases de monitoreo y seguimiento de mini-proyectos finales tres veces por mes (durante los dos últimos meses).

Exposiciones teóricas (carga horaria estimada: 40 horas ).

Trabajo práctico (carga horaria estimada: 60 horas ).

Dedicación personal (carga horaria estimada : 40 horas ).

**Forma de evaluación**

La evaluación se encuentra autocontenida en el curso e involucra dos etapas:

- 1) la realización de los ejercicios correspondientes a cada tema, aplicando los conceptos y métodos estudiados y
- 2) una prueba teórica o la presentación de un mini proyecto al finalizar el curso (modalidad a determinar de acuerdo al número de estudiantes).

Ambas instancias de evaluación se ponderan a los efectos de la aprobación del curso.

Temario:

1. Introducción
2. Algoritmos Genéticos: resolución de problemas y modelos
3. Fundamentos matemáticos de los Algoritmos Genéticos
4. Implementación de Algoritmos Genéticos
5. Aplicaciones de los Algoritmos Genéticos
6. Técnicas avanzadas
7. Otros Algoritmos Evolutivos
8. Algoritmos genéticos y procesamiento paralelo-distribuido

Bibliografía:



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning.  
David E. Goldberg, Addison-Wesley Pub. Co , 1989. ISBN: 0201157675.

A Genetic Algorithm Tutorial.  
Darrell Whitley, Technical Report CS-93-103, Colorado State University.

An Introduction to Genetic Algorithms (Complex Adaptive Systems).  
Melanie Mitchell, The MIT Press, 1996. ISBN: 0262133164.

Evolutionary algorithms : the role of mutation and recombination.  
William M. Spears, Springer, Berlin, 2000. ISBN: 350669507.

Multi-objective optimization using evolutionary algorithms.  
Kalyanmoy Deb, Wiley, Chichester, 2001. ISBN: 047187339X.



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

### **Asignatura n° 06 : Metaheurísticas y Optimización sobre Redes**

Responsable de la asignatura (docente): Claudio Risso

Instituto: Instituto de Computación

Departamento: Investigación Operativa

Arancel:

N° de Créditos: 11

Cupos:

Horas Presenciales: 61

#### Objetivos:

El objetivo del curso es transmitir la potencia del enfoque Metaheurístico y Técnicas Aproximadas para la resolución de problemas combinatorios, en particular aquellos relacionados al diseño de redes que surgen de diferentes aplicaciones reales.

#### Conocimientos previos exigidos:

Investigación Operativa, Probabilidad y Estadística.



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

### Metodología de enseñanza:

El curso está estructurado en tres fases:

Una fase de exposición por parte de los docentes de diferentes metaheurísticas y técnicas aproximadas y su aplicación a problemas NP-Hard que surgen de la modelización de aplicaciones reales de optimización sobre redes.

Una fase que consta de una serie de ponencias (una por cada grupo) donde cada grupo de dos estudiantes presenta un paper relacionado con una aplicación real del enfoque metaheurístico para resolver un problema de optimización sobre redes.

Una tercera fase donde cada grupo resuelve mediante alguna de las técnicas vistas en el curso un problema de estudio presentado en clase (un problema de estudio elegido sobre un total de tres problemas de estudio). Se realizará la implementación del algoritmo propuesto además de un estudio experimental del desempeño del algoritmo sobre una batería de casos de prueba. Se presentará un informe completo con la resolución del problema.

Adicionalmente, en esta fase, cada estudiante en forma individual deberá elaborar propuestas de solución para los otros dos problemas de estudio. Se deberá entregar un informe con los algoritmos diseñados, la justificación de las metodologías de base utilizadas, y la explicación de la customización realizada. No se pedirá implementar los algoritmos en estos dos casos.

Durante esta etapa, se brindarán algunas clases de consulta (al menos 3 clases de consulta) por parte de los docentes para guiar a los estudiantes en la resolución de los tres problemas de estudio presentados en clase.

### Forma de evaluación

Para la evaluación se tendrá en cuenta:

15% la presentación de un paper y el cuestionario de preguntas para otros dos trabajos de otros dos grupos.

60% el informe con el problema de estudio abordado.

25% el informe individual con las propuestas de solución de los otros dos problema de estudio presentados en clase.

Quien no realice la presentación o algunos de los dos informes escritos será reprobado.

### Temario:

- i) Problemas NP-Hard. Optimización combinatoria. Complejidad. Clases de algoritmos. Búsqueda global vs. búsqueda local.
- ii) Taxonomía de metaheurísticas (técnicas determinísticas y probabilísticas; trayectorias y poblaciones).
- iii) Metaheurísticas más empleadas: Simulated Annealing (SA); Tabu Search (TS); Variable Neighborhood Search (VNS); Greedy Randomized Adaptive Search Procedure (GRASP); Trayectorias múltiples, multi-arranque (Iterated LS, Variable LS); Algoritmos Genéticos (AG); Ant Systems (AS); Scatter Search (SS); Algoritmos Meméticos.
- iv) Estrategias: intensificación y diversificación. Elección de parámetros. Análisis de resultados.
- v) Modelo RNN (Random Neural Network) y su aplicación como técnica de optimización.
- vi) Presentación (por parte de los docentes) de diversas aplicaciones reales de problemas de optimización sobre redes que han sido resueltos eficientemente mediante un enfoque metaheurístico. Estas ponencias buscarán cubrir las metodologías más empleadas y diferentes formas de customización a problemas de optimización relevantes. En particular algunos de los trabajos a presentar son publicaciones realizadas por los docentes en diferentes tareas de investigación realizadas.
- vii) Presentación (por parte de los estudiantes) de una serie de trabajos de optimización sobre redes seleccionados por los docentes.



Bibliografía:

- Essays and surveys in metaheuristics. C.C. Ribeiro, P. Hansen. Kluwer, 2001.
- Meta-heuristics: advances and trends in local search paradigms for optimization. Stefan Voss, Silvano Martello, Ibrahim H. Osman and Catherine Roucairol (eds.). Kluwer Academic Publishers, 1999. ISBN: 0-7923-8369-9.
- Local Search in Combinatorial Optimization (Wiley-Interscience Series in Discrete Mathematics and Optimization)". E. Aarts and J.K. Lenstra (eds.), John Wiley and Sons, 1997. ISBN: 0471948225.
- Meta-heuristics : theory and applications. Osman, Ibrahim H.; Kelly, James P. eds.. Kluwer, 1996. ISBN: 0-792397-002.
- Facts, conjectures, and improvements for simulated annealing. Salamon, Peter; Sibani, Paolo; Frost, Richard. Siam, 2002. ISBN: 0898715083 .
- Genetic Algorithms in search, optimization, and machine learning. David E. Goldberg. Addison-Wesley, 1989. ISBN 0201157675.
- Swarm intelligence: from natural to artificial systems - Eric Bonabeau and Marco Dorigo and Buy Theraulaz - Oxford University Press - 1999 - ISBN 019513159 2.
- Surveys in combinatorial optimization. Martello, Silvano ed. North-Holland, 1987. ISBN: 0-444-70136-2.
- Integer programming and combinatorial optimization . Proceedings of the 6th International IPCO Conference. Bixby, Robert E.; Boyd, Andrew E.; Ríos Mercado, Roger Z., eds. Springer 1998. Lecture Notes in Computer Science; 1412. ISBN: 354064590X .
- T.A. Feo and M.G.C. Resende (1995) Greedy randomized adaptive search procedures. J. of Global Optimization, 6:109-133, 1995.
- L. Pitsoulis and M.G.C. Resende (2002) Greedy randomized adaptive search procedures. In P.M.Pardalos and M.G.C.Resende, editors, Handbook of Applied Optimization, pp. 168-181, Oxford University Press.
- M.G.C. Resende and C.C. Ribeiro (2003) Greedy randomized adaptive search procedures. In F. Glover and G. Kochenberger, editors, Handbook of Metaheuristics, pp. 219-249, Kluwer Academic Publishers, 2003.
- P. Festa and M.G.C. Resende (2002) GRASP: An annotated bibliography. In C.C. Ribeiro and P. Hansen, editors, Essays and Surveys on Metaheuristics, pp. 325-367, Kluwer Academic Publishers, 2002
- Glover, F. and M. Laguna. (1997). Tabu Search. Kluwer, Norwell, MA.
- Glover, F. "Tabu Search - Part I", ORSA Journal on Computing 1989 1: 3, 190-206.
- Glover, F. "Tabu Search - Part II", ORSA Journal on Computing 1990 2: 1, 4-32.
- J. De Vicente, J. Lanchares, R. Hermida, "Placement by Thermodynamic Simulated Annealing, Physics Letters A, Vol. 317, Issue 5-6, pp.415-423, 2003.
- V. Cerny, A thermodynamical approach to the travelling salesman problem: an efficient simulation algorithm. Journal of Optimization Theory and Applications, 45:41-51, 1985.
- E. Gelenbe. Stability of the random neural network model. Neural Computation, 2(2):239-247, 1990.
- E. Gelenbe and F. Batty. Minimum cost graph covering with the Random Neural Network. Computer Science and Operations Research. (New York: Pergamon), pages 139-147, 1992.
- E. Gelenbe, V. Koubi, and F. Pekergin. Dynamical Random Neural Network approach to the Traveling Salesman Problem. In Proceedings of the IEEE Symposium on Systems Engineering in the Service of Humans, pages 630635. Systems Man and Cybernetics 1993



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

### Asignatura nº 07 : Optimización bajo Incertidumbre

Responsable de la asignatura (docente): Carlos Testuri

Instituto: Instituto de Computación

Departamento: Investigación Operativa

Arancel:

Nº de Créditos: 6

Cupos:

Horas Presenciales: 30

#### Objetivos:

Introducir a la metodología y la modelación de incertidumbre en problemas de programación matemática, el estudio de beneficios, desventajas y desafíos. Capacitar en técnicas generales de la materia y en algunas aplicaciones.

#### Conocimientos previos exigidos:

Conocimientos básicos de programación lineal y teoría de probabilidades.

#### Metodología de enseñanza:

Comprende el dictado y discusión temática en 20 clases (30h). Además, la evaluación y extensión de la formación mediante la realización de ejercicios (3 instancias, 24h) y un proyecto o prueba final (36h).

#### Forma de evaluación

La asignatura se aprueba demostrando adiestramiento (de al menos 60%) en los ejercicios asignados, el proyecto o prueba final y la asistencia a las clases. La calificación final se pondera según los factores evaluativos: ejercicios en un 45%, proyecto o prueba final 50% y asistencia/participación con 5%.

#### Temario:

1. Introducción con ejemplos.
2. Formalización de la modelación estocástica.
3. Propiedades básicas y teoría.
4. Valor de la información.
5. Métodos de resolución.
6. Métodos de aproximación y muestreo.

#### Bibliografía:

Introduction to Stochastic Programming, J.R. Birge, F. Louveaux, Springer, 1997.

Stochastic Programming, P. Kall, S.W. Wallace, Wiley, 1994.



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

---

---



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

### Asignatura n°08 : Diseño Topológico de Redes

Responsable de la asignatura (docente): Franco Robledo

Instituto: Instituto de Computación

Departamento: Investigación Operativa

Arancel:

N° de Créditos: 10

Cupos:

Horas Presenciales: 64

#### Objetivos:

La determinación de la topología de redes de alto porte son problemas combinatorios usualmente de orden de exponencial en su resolución exacta. En la práctica, encontrar soluciones factibles que mejoren en pocos puntos porcentuales soluciones ya existentes, redundando en ahorros significativos para las empresas constructoras.

El propósito central del curso es introducir a la metodología y la modelación de problemas de diseño de redes con altos niveles de conectividad de forma de obtener topologías de bajo costo robustas ante fallas en links y/o servidores. El estudiante se capacitará en tópicos inherentes a la modelación de problemas de diseño de la estructura topológica de redes con niveles de supervivencia preestablecidos y la resolución aproximada de éstos mediante el diseño de heurísticas a medida.

#### Conocimientos previos exigidos:

Conocimientos básicos de teoría de grafos y teoría de probabilidades

#### Metodología de enseñanza:

Comprende el dictado y discusión temática en 26 clases (52 horas totales, 2 teóricos por semana de dos horas cada uno).

Cuatro clases de consulta de dos horas cada una (total 8 horas).

Evaluación escrita de 4 horas (se evalúa la componente teórica del curso).

Evaluación y extensión de formación mediante la realización de un proyecto final (100 horas de dedicación estimada para la elaboración del trabajo final).

#### Forma de evaluación

Evaluación escrita final y un proyecto final realizado una vez terminado el dictado de clases teóricas.

#### Temario:

1. Introducción - Motivación.
2. Fundamentos básicos de la Teoría de Grafos.
3. Conectividad en Grafos.
4. Diseño de redes con niveles de sobrevivencia prefijados.
5. Resultados estructurales para redes con desigualdad triangular entre los costos de los arcos.
6. Algoritmos clásicos de diseño topológico: Heurística de Steiglitz, Heurística de Goemans-Bertsimas, etc.
7. Introducción a la Confiabilidad Estructural.
8. Heurísticas a medida como herramientas de diseño.
9. Resolución Heurística-Greedy de los problemas.
10. Presentación de los problemas de diseño topológico que deberán resolver los estudiantes.



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

**Bibliografía:**

Design of Survivable Networks, Mechthild Stoer. Spring-Verlag 1992. (3-540-56271-0).

Graph Theory, Reinhard Diestel. Springer 1997. (0-387-98210-8).

The Combinatorics of Network Reliability. Oxford University Press 1987. (0-19-504920-9).

(y otra proporcionada por el docente)



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

### Asignatura nº 09 : Modelos combinatorios de confiabilidad en redes

Responsable de la asignatura (docente): Franco Robledo

Instituto: IMERL

Departamento: Laboratorio de Probabilidad y Estadística

Arancel:

Nº de Créditos: 10

Cupos:

Horas Presenciales: 54

#### Objetivos:

En el curso se estudiarán diferentes modelos de Network Reliability analizando los casos donde el cálculo de la confiabilidad se realiza bajo la hipótesis de:

- Fallan las aristas y los nodos son perfectos.
- Fallan los nodos y las aristas son perfectas.
- Fallan tanto aristas como nodos.

Se analizarán modelos de cálculo exactos y modelos estimados. Además de cotas y cálculos de la confiabilidad para clases particulares de grafos.

El estudio de los Modelos de Confiabilidad en Redes tiene altísima aplicación en el diseño de redes de telecomunicaciones, en particular en la planificación robusta de redes de fibra óptica de área metropolitana. El estudiante tendrá conocimientos teóricos sobre el cálculo exacto de la Confiabilidad de una Red (conociendo las probabilidades de operación de sus componentes), la NP-Hardness del problema, como calcular casos particulares polinomiales para ciertas topologías de grafos, estimación de cotas, así como de métodos de estimación como ser Monte Carlo con Reducción de Varianza, RVR, etc.

#### Conocimientos previos exigidos:

Investigación Operativa, Probabilidad y Estadística

#### Metodología de enseñanza:

- Horas clase (teórico): 36
- Horas clase (práctico): 10
- Horas clase (laboratorio):
- Horas consulta: 8
- Horas evaluación:
- Subtotal horas presenciales: 54
- Horas estudio:
- Horas resolución ejercicios/prácticos: 100
- Horas proyecto final/monografía:
- Total de horas de dedicación del estudiante: 154

#### Forma de evaluación

15% la presentación de un paper sobre Network Reliability.  
70% el informe con la carpeta de problemas resueltos.  
15% asistencia a clase.

Temario:

- i) Presentación del problema de Confiabilidad en Redes. Definiciones y conceptos. Indicadores de Confiabilidad.
- ii) Modelos Probabilísticos de Confiabilidad.
- iii) Métodos Monte Carlo para el Cálculo de la Confiabilidad.
- iv) Estudio del Método RVR (Recursive Variance Reduction).

Bibliografía:

Boesch, A. Satyanarayana, C. Suffel, On residual connectedness network reliability, 1052-1798/91, DIMACS Series in Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science, Volume 5, 1991.

Hector Cancela, Mohamed El Khadiri, The Recursive Variance-Reduction Simulation Algorithm for Network Reliability Evaluation, IEEE Transactions on Reliability, Vol. 52, No. 2, June 2003.

Dov Bilka, Johanne Bechta Dugan, Network s-t Reliability Bounds using a 2 Dimensional Reliability Polynomial, 0018-9529/94, IEEE Transactions on Reliability, vo. 43, No. 1, March 1994.

Don Torrieri, Calculation of Node-Pair Reliability in Large Networks with Unreliable nodes vertex cutsets of undirected graphs, IEEE Transactions on Reliability, Vol. 43, No. 3, September 1994.

Charles J. Colbourn, The Combinatorics of Network Reliability. ISBN 0-19-504920-9, Oxford University Press, Inc., New York, USA, 1987.

Patvardhan, V.C. Prasad, V. Prem Pyara, Vertex Cutsets of Undirected graphs, 0018-9529/95, IEEE Transactions on Reliability, Vol. 44, No. 5, June 1995.

Una carpeta con los papers a presentar por los estudiantes en el curso.

Referencias bibliográficas adicionales de referencia que tendrán los estudiantes. Dichas referencias se les otorgará en forma oportuna.



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

### Asignatura nº 10 : Optimización con aplicación a la planificación con incertidumbre

Responsable de la asignatura (docente): Alfredo Piria

Instituto: IMERL

Departamento:

Arancel:

Nº de Créditos: 10

Cupos: 20

Horas Presenciales: 60

#### Objetivos:

El curso incluye el estudio de problemas de optimización lineal y no lineal, en particular aquellos en que existe incertidumbre en los datos, conocidos como de programación estocástica. Se desarrollarán los modelos y herramientas algorítmicas necesarias para la resolución de algunos problemas, así como la fundamentación teórica de esos algoritmos. Como aplicación se tratarán programas usados en problemas de diseño y planificación. En el trabajo práctico se usará preferentemente el software Matlab.

#### Conocimientos previos exigidos:

Los del ciclo matemático de la Facultad, incluyendo métodos numéricos.

#### Metodología de enseñanza:

Horas clase (teórico): 30

Horas clase (práctico): 21

Horas clase (laboratorio):

Horas consulta:

Horas evaluación: 9

o Subtotal horas presenciales: 60

Horas estudio: 15

Horas resolución ejercicios/prácticos: 75

Horas proyecto final/monografía:

o Total de horas de dedicación del estudiante: 1 50

#### Forma de evaluación

Entrega obligatoria de resultados de un conjunto de problemas propuestos (del orden de 10) y aprobación de un examen final.

#### Temario:





## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

- 1) Conceptos generales de programación no lineal  
Métodos cuasi-newton para problemas sin restricciones, condiciones de Kuhn-Tucker y sensibilidad, programación cuadrática secuencial en problemas con restricciones.
- 2) Algoritmos de programación lineal y dinámica  
Algoritmo Simplex y métodos de punto interior en problemas lineales. Programación dinámica.
- 3) Relajación y Dualidad  
Relajación lagrangeana. Condiciones de dualidad débil y fuerte.  
Aplicaciones a problemas de ingeniería y economía.
- 4) Métodos de descomposición  
Descomposición por precios y por cortes de Benders.
- 5) Programación estocástica  
Modelos de escenarios, con recurso, y multietapas. Método de Benders anidado, de hedging progresivo y de splitting de variables. Programación dinámica estocástica.
- 6) Aplicación a problemas de planificación

### Bibliografía:

- Convex Analysis and Minimization Algorithms. J.B. Hiriart-Urruty, C. Lemarechal, Springer Verlag – 1993.
- Programmation Mathématique. Minoux, M. - Dunod - 1983.
- Introduction to Stochastic Programming. Birge, J y Louveaux, F. - Springer Verlag 1997.
- Practical Optimization. P. Gill, W. Murray, M. Wright, Academic Press, 1981.
- Nonlinear programming. D. Bertsekas, Athena Scientific, 1999.
- Convex Optimization. S. Boyd, L. Vanderberghe, Cambridge Univ. Press, 2004.
- Numerical Optimization: Theoretical and practical aspects. C. Lemarechal, F. Bonnans, C. Sagastiazabal, Springer Verlag, 2006. C. Sagastiazabal, Springer Verlag, 2006.



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

### Asignatura nº 11 : Algoritmos de Aproximación

Responsable de la asignatura (docente): Pablo Romero

Instituto: Instituto de Computación

Departamento: Investigación Operativa

Arancel:

Nº de Créditos: 10

Cupos:

Horas Presenciales: 80

#### Objetivos:

La optimización posee un amplio espectro de aplicaciones en Ingeniería. En la construcción de soluciones a problemas de optimización se disponen de métodos exactos (Análisis extremal, Dualidad, Exhaustividad) y métodos aproximados (Teoría de Punto Fijo, Análisis Numérico, Metaheurísticas).

Los algoritmos de aproximación construyen una aproximación a la solución óptima mediante un factor constante de proximidad. El objetivo del curso es ganar familiaridad con la construcción de algoritmos de aproximación para una gran variedad de problemas de optimización combinatoria.

Conocimientos previos exigidos: Fundamentos de Teoría de Grafos.

#### Metodología de enseñanza:

Se brindarán 24 clases teórico - prácticas, y clases de consulta en horarios de conveniencia a fijar con los estudiantes. Las siguientes clases consistirán en la presentación oral individual de artículos, como parte integral de la aprobación del curso. Esta instancia de evaluación será acompañada de la resolución de la lista de problemas entregada en clase.

- Horas clase (teórico): 48
- Horas clase (práctico): 12
- Horas clase (laboratorio): 0
- Horas consulta: 15
- Horas evaluación: 5
- Subtotal horas presenciales: 80 • Horas estudio: 20
- Horas resolución ejercicios/prácticos: 20
- Horas proyecto final/monografía: 30
- Total de horas de dedicación del estudiante: 150

Forma de evaluación: El curso se aprueba mediante la asistencia a clase, presentación oral de un artículo y la resolución de una lista de problemas.

Temario:



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

- 1) Introducción:
  - Motivación del curso
  - Fundamentos de Teoría de Grafos
  - Nociones sobre complejidad computacional
  - Lista de Karp
- 2) Emparejamientos y Cubrimientos
  - Cubrimiento de aristas
  - Emparejamientos maximales
  - Construcción de un 2-Factor en Cubrimiento de aristas
  - Familias extremales rígidas
  - Certificados negativos y clase co-NP
  - Problemas bien caracterizados
  - Teorema de Konig-Egerváry
- 3) Cubrimiento de Conjuntos
  - Heurística golosa. Factor armónico.
  - Cubrimiento por niveles
  - Frecuencia y factores
  - Optimalidad del factor armónico
- 4) Árboles de Steiner y TSP
  - Formulación básica. Variantes.
  - Problema métrico de Steiner, Aproximabilidad
  - Construcciones basadas en árboles de costo mínimo
  - Inaproximabilidad de TSP
  - Aproximabilidad de TSP métrico
  - Teorema de Christofides
  - Teorema de Monma
  - Construcción de redes métricas 2-nodo conexas
- 5) Teorema Fuerte de Dualidad en Programación Lineal
  - Teorema de Dualidad
  - Aplicaciones: relajación y aleatorización
- 6) Problemas Abiertos

Bibliografía:



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

"Approximation Algorithms". Vijay Vazirani. Springer-Verlag New York, USA. ISBN 3-540-65367-8, 2001.

"The complexity of theorem-proving procedures". Stephen Cook. Proceedings of the third annual ACM symposium on Theory of computing. ACM, New York USA, 1971.

"Reducibility Among Combinatorial Problems". Richard Karp. Complexity of Computer Computations, p. 85-103. Springer US. ISBN 978-1-4684-2001-2, 1972.

"Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness". Michael Garey, David Johnson. W. H. Freeman & Company, New York, USA. ISBN 0716710447, 1979.

"Paths, trees, and flowers". Jack Edmonds. Canadian Journal of Mathematics, vol. 17, p. 449-467, 1965.

"The Design of Approximation Algorithms". David Williamson, David Shmoys. Cambridge University Press, New York, USA. ISBN 0521195276, 2011.



# Facultad de Ingeniería

## Comisión Académica de Posgrado



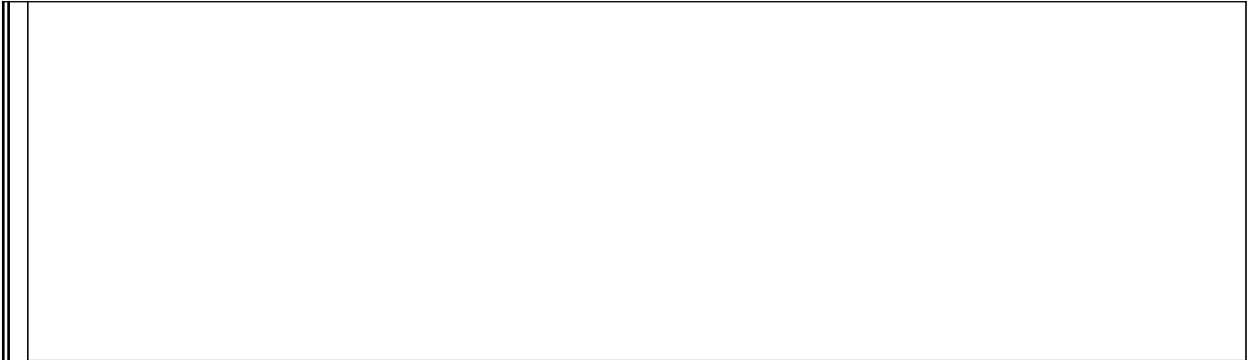

## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado




## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado




**Facultad de Ingeniería  
Comisión Académica de Posgrado**







## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

### 7. INFORMACIONES COMPLEMENTARIAS

#### Antecedentes del Programa

Año de comienzo de actividades:

El programa no ha sido dictado anteriormente, por lo que no tiene antecedentes directos.

**Detalle de actividades**  
**Año de ingreso**  
**Aspirantes ingresados**  
**Avance cursos (%)**  
**Avance tesis (%)**  
**Abandonos**  
**Egresados**

**Otras informaciones pertinentes: Ejemplo de implementación**

Se indican a continuación tres ejemplos de Implementación del Programa:

**Perfil Fundamental: realizar los siguientes siete cursos fundamentales.**

Estimación Numérica Monte Carlo (Semestre 1)  
Optimización con aplicación a la planificación con incertidumbre (Semestre 1)  
Fundamentos de Programación Entera (Semestre 1)  
Optimización bajo Incertidumbre (Semestre 1)  
Metaheurísticas y Optimización sobre Redes (Semestre 2)  
Modelado y Optimización (Semestre 2)  
Algoritmos de Aproximación (Semestre 2)

Trayectorias con intensificación en ciertas áreas

**Perfil “Métodos Aproximados”, con los siguientes 7 cursos:**

Estimación Numérica Monte Carlo (Semestre 1)  
Optimización con aplicación a la planificación con incertidumbre (Semestre 1)  
Computación de Alta Performance (Semestre 1)  
Metaheurísticas y Optimización sobre Redes (Semestre 2)  
Algoritmos de Aproximación (Semestre 2)  
Simulación a Eventos Discretos (Semestre 2)  
Algoritmos Evolutivos (Semestre 2)

**Perfil “Redes”, con los siguientes 7 cursos:**

Estimación Numérica Monte Carlo (Semestre 1)  
Optimización con aplicación a la planificación con incertidumbre (Semestre 1)  
Modelos Combinatorios de Confiabilidad de Redes (Semestre 1)  
Diseño Topológico de Redes (Semestre 2)  
Metaheurísticas y Optimización sobre Redes (Semestre 2)  
Algoritmos de Aproximación (Semestre 2)



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

### 8. SUB-COMISIÓN ACADÉMICA DEL ÁREA

SCAPA de Investigación de Operaciones

Integrantes titulares: Héctor Cancela, Franco Robledo, Omar Viera, María Urquhart.

Integrantes suplentes: Antonio Mauttone, Sandro Moscatelli, Claudio Riso, Pablo Romero, Libertad Tansini.

Firmas:

Lugar y fecha: **Montevideo, 23 de noviembre de 2017**

**Firmas**

### 9. APROBACIONES PARTICULARES

5 Fecha de aprobación Comisión/es Instituto/s del Área (o sector equivalente) :

*(Nº de expediente y anexar resolución)*

Fecha de aprobación Consejo de Facultad de Ingeniería

*(Nº de expediente y anexar resolución)*

Homologación Comisión Académica Posgrado UdelaR

*(Nº de expediente y anexar resolución)*



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

Aprobación por el Consejo Directivo Central  
(*N° de expediente y anexar resolución*)

### 10. ANEXOS

*Curriculum vitae actualizado de cada docente participante del programa*



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado