

### Formulario de Aprobación Curso de Posgrado

**Asignatura:** Herramientas para el diseño y análisis de redes de transporte urbano de pasajeros  
(Si el nombre contiene siglas deberán ser aclaradas)

**Profesor de la asignatura**<sup>1</sup>: Dr. Ing. Antonio Mauttone, Gr. 4, Instituto de Computación  
(título, nombre, grado o cargo, Instituto o Institución)

**Profesor Responsable Local**<sup>1</sup>: -  
(título, nombre, grado, Instituto)

**Otros docentes de la Facultad:** -  
(título, nombre, grado, Instituto)

**Docentes fuera de Facultad:** -  
(título, nombre, cargo, Institución, país)

**Instituto ó Unidad:** Instituto de Computación

**Departamento ó Area:** Departamento de Investigación Operativa

<sup>1</sup> Agregar CV si el curso se dicta por primera vez.

(Si el profesor de la asignatura no es docente de la Facultad se deberá designar un responsable local)

**Horas Presenciales:** 44

(se deberán discriminar las mismas en el ítem Metodología de enseñanza)

**Nº de Créditos:** 8

(de acuerdo a la definición de la UdelaR, un crédito equivale a 15 horas de dedicación del estudiante según se detalla en el ítem metodología de la enseñanza)

**Público objetivo y Cupos:** El curso está orientado a estudiantes que poseen conocimientos básicos sobre grafos y optimización, principalmente de los posgrados en Investigación de Operaciones, Informática e Ingeniería Matemática. El curso tiene un cupo máximo de 30 estudiantes (compartido con estudiantes de grado). En caso de superarse el cupo, se dará prioridad a estudiantes de posgrados que estén trabajando en sus tesis en temas relacionados con el contenido del curso.

(si corresponde, se indicará el número de plazas, mínimo y máximo y los criterios de selección. Asimismo, se adjuntará en nota aparte los fundamentos de los cupos propuestos. Si no existe indicación particular para el cupo máximo, el criterio general será el orden de inscripción en el Depto. de Posgrado, hasta completar el cupo asignado)

#### Objetivos:

##### Generales:

- Comprender y manejar herramientas de la Investigación de Operaciones, en particular la optimización, aplicables a problemas de diseño y análisis de redes de transporte urbano de pasajeros.
- Entender la importancia del abordaje sistémico de dichos problemas, mediante una visión de la red como entidad conformada por diferentes componentes que interactúan entre sí, cuyo diseño deriva en niveles específicos de costo y servicio.

##### Específicos:

- Entrenarse en el proceso de modelado de problemas de transporte urbano de pasajeros en términos de una red, sobre la cual se definen modelos y algoritmos de optimización.
- Conocer las técnicas de optimización existentes aplicables a estos problemas, sus posibilidades y limitaciones.
- Trabajar sobre problemas concretos de redes de transporte urbano de pasajeros tanto privado (autos, bicicletas) como público (ómnibus, trenes).
- Conocer aspectos avanzados del modelado de redes de transporte urbano de pasajeros.

**Conocimientos previos exigidos:**

Conceptos de grafos y optimización. Conocimiento de algún lenguaje de programación.

**Conocimientos previos recomendados:**

Conocimientos específicos en optimización (programación lineal y entera) y diseño de redes.

---

**Metodología de enseñanza:**

(comprende una descripción de la metodología de enseñanza y de las horas dedicadas por el estudiante a la asignatura, distribuidas en horas presenciales -de clase práctica, teórico, laboratorio, consulta, etc.- y no presenciales de trabajo personal del estudiante)

La modalidad del curso es de tipo teórico-práctico, incluyendo trabajo de laboratorio. En las clases de teórico se exponen los temas de la unidad curricular y para la mayoría de las mismas se dicta una clase de práctico donde el estudiante trabaja en la resolución de ejercicios sobre los temas de teórico correspondientes, con asistencia del docente. Tanto las clases de teórico como las de práctico son presenciales. El trabajo de laboratorio es apoyado por las actividades realizadas en las clases de práctico, así como por clases de consulta.

- Horas clase (teórico): 22
- Horas clase (práctico): 7
- Horas clase (laboratorio): 7
- Horas consulta: 6
- Horas evaluación: 2
  - Subtotal horas presenciales: 44
- Horas estudio: 30
- Horas resolución ejercicios/prácticos: 22
- Horas proyecto final/monografía: 24
  - Total de horas de dedicación del estudiante: 120

**Forma de evaluación:**

La evaluación consta de dos partes: entregas del laboratorio y prueba final. La entrega y aprobación del laboratorio es eliminatoria. Aquellos estudiantes que aprueben el laboratorio podrán rendir la prueba final (individual). El puntaje total será promediado a partir de los puntajes obtenidos en el laboratorio y en la prueba final. El curso contempla únicamente la modalidad de exoneración, no existiendo la instancia de examen. Para exonerar se requiere tener al menos el 60% del puntaje total.

---

**Temario:**

1. Transporte urbano de pasajeros: Contexto y relevancia del problema.
2. Análisis y diseño de redes: Importancia de las redes en el contexto del transporte urbano de pasajeros. Modelado de la estructura de la red (nodos, arcos), demanda, costos y niveles de servicio.
3. Técnicas y herramientas de la Investigación de Operaciones: Modelos descriptivos y prescriptivos. Optimización, programación matemática y heurísticas.
4. Elementos básicos de programación matemática: Lenguaje de modelado, caracterización de problemas, métodos de resolución, herramientas de software.
5. Modelo básico de optimización de redes de transporte urbano: Múltiples demandas, flujos, capacidades, presupuesto, costos fijos y variables.
6. Redes de transporte privado: Modelado del comportamiento de conductores de autos (flujos en equilibrio), optimización de la red de calles (construcción, expansión de capacidad, orientación).
7. Redes de transporte público: Modelado del comportamiento de pasajeros (múltiples líneas, tiempo de espera), optimización de la red de recorridos (trazados, frecuencias).
8. Modelos avanzados: Múltiples objetivos y niveles de decisión.

---

**Bibliografía:**

(título del libro-nombre del autor-editorial-ISBN-fecha de edición)

- 
- Cancela, H; Mauttone, A; Urquhart ME (2015) Mathematical programming formulations for transit network design. *Transportation Research Part B: Methodological* 77:17–37.
  - Ceder, A; Wilson, NHM (1986) Bus network design. *Transportation Research Part B: Methodological* 20(4):331–344.
  - Hillier, F; Lieberman, G (2015) *Introduction to Operations Research*. McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-352345-3. ISBN 0-07-352345-3.
  - Magnanti, T; Wong, R (1984) Network design and transportation planning: models and algorithms. *Transportation Science* 18(1):1–55.
  - Ortúzar, J de D; Willumsen, L (2011) *Modelling Transport*. John Wiley & Sons. ISBN: 9780470760390.
  - Sheffi, Y (1985) *Urban Transportation Networks: Equilibrium Analysis with Mathematical Programming Methods*. Prentice Hall.
  - Spiess, H; Florian, M (1989) Optimal strategies: a new assignment model for transit networks. *Transportation Research Part B: Methodological* 23(2):83–102.
  - Teodorovic, D; Janic, M. (2017) *Transportation Engineering: Theory, Practice and Modeling*. Butterworth-Heinemann. ISBN: 978-0-12-803818-5.
  - Zanjirani, R; Miandoabchi, E; Szeto, WY; Rashidi, H (2013) A review of urban transportation network design problems. *European Journal of Operational Research* 229(2):281–302.
  - Ahuja, R; Magnanti, T; Orlin, J (2013) *Network Flows: Theory, Algorithms, and Applications*. Pearson. ISBN-10: 1292042702. ISBN-13: 978-1292042701.
  - Bard, JF (1998) *Practical Bilevel Optimization, Algorithms and Applications*. Springer US. Print ISBN 978-1-4419-4807-6. Online ISBN 978-1-4757-2836-1.
  - Ceder, A (2015) *Public Transit Planning and Operation: Modeling, Practice and Behavior, Second Edition*. ISBN-10: 1466563915. ISBN-13: 978-1466563919.
  - Ehrgott, M (2005) *Multicriteria Optimization*. Springer Berlin - Heidelberg. Print ISBN 978-3-540-21398-7. Online ISBN 978-3-540-27659-3.
-

**Datos del curso**

---

**Fecha de inicio y finalización:** De principios de agosto a mediados de noviembre.

**Horario y Salón:** Dos clases semanales de dos horas cada una, en horario y salón a determinar.

---