

## PROGRAMA DE CURSO

### ANÁLISIS DE SISTEMAS DE TRANSPORTE

#### A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Civil (DIC)					
Nombre del curso	Análisis de sistemas de transporte	Código	CI3141	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Transportation Systems Analysis</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	2	Trabajo personal	5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	IN2201: Economía, MA2002: Cálculo avanzado y aplicaciones					

#### B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que el estudiantado maneje los fundamentos del análisis de sistemas de transporte a partir de una comprensión profunda de su funcionamiento y que, de esta manera, se evalúe el efecto de modificaciones en sistemas sencillos, considerando la interacción con la ciudad. Este propósito se desarrollará y deberá evidenciarse en el diseño de un sistema de transporte sencillo que responde a una necesidad de movilidad detectada, a nivel de perfil/prefactibilidad utilizando herramientas de modelación estratégica.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Concebir, formular y aplicar modelos para la resolución de problemas relacionados con obras y sistemas de ingeniería civil.

CE2: Interpretar y evaluar los métodos, herramientas y tecnologías utilizadas y sus resultados, siendo estas computacionales, experimentales, numéricas o analíticas, en la resolución de problemas asociados a obras y sistemas de ingeniería civil.

CE3: Concebir y diseñar obras y sistemas de ingeniería civil que interactúen con el medio ambiente natural y social con criterios de sustentabilidad logrando cuantificar el potencial impacto del proyecto, generando con ello, sistemas óptimos de mitigación y adaptación.

CE4: Identificar e incorporar los elementos de incertidumbre inherentes a todo proyecto de ingeniería civil, en la concepción, diseño, ejecución y administración de los proyectos.

**CG1: Comunicación académica y profesional**

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

**CG4: Trabajo en equipo**

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

**CG5: Sustentabilidad**

Concebir y aplicar nuevas estrategias de solución a problemas de ingeniería y ciencias en el marco del desarrollo sostenible, considerando la finitud de recursos, la interacción entre diferentes actores sociales, ambientales y económicos, además de las regulaciones correspondientes.

**CG6: Innovación**

Generar ideas viables y novedosas para solucionar problemas reales, sobre la base de una comprensión profunda de las necesidades de usuarios dentro de un sistema u organización, considerando el contexto.

**C. Resultados de aprendizaje:**

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1	RA1: Utiliza herramientas matemáticas para determinar cómo las componentes de un sistema de transporte (transporte, actividades y flujos) se integran en modelos que permiten representarlo.
CE2, CE3	RA2: Diseña un perfil/prefactibilidad de un sistema de transporte, considerando herramientas de modelación, aspectos de nivel de servicio, movilidad detectada, interconexión con el medioambiente y relación entre componentes, para evaluar el efecto de diversas modificaciones sobre dicho sistema.
CE4	RA3: Identifica y analiza componentes de incertidumbre asociados a los sistemas de transporte, a fin de determinar su impacto en el diseño de soluciones a problemas de transporte.



**fcfm**

Escuela de Ingeniería  
y Ciencias  
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



**dic** INGENIERÍA CIVIL  
UNIVERSIDAD DE CHILE

Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	<p>RA4: Redacta una minuta sobre el diseño de un sistema de transporte sencillo, utilizando convenciones de escritura académica (lenguaje objetivo, claro y preciso), a fin de reportar los antecedentes y resultados de la propuesta.</p> <p>RA5: Elabora una presentación grabada acerca del diseño propuesto, considerando en la exposición la audiencia a la que se dirige, claridad en las ideas y capacidad de síntesis respecto de su propuesta.</p>
CG4	<p>RA6: Trabaja con su equipo en los entregables, en un marco de responsabilidad y profesionalismo frente a la tarea y a su equipo, relacionándose respetuosamente con sus compañeros de trabajo.</p>
CG5	<p>RA7: Evalúa los posibles impactos y externalidades de los proyectos de transporte, a nivel social, económico y ambiental (emisiones de CO<sub>2</sub>), considerando sus alcances a corto, mediano y largo plazo.</p>
CG6	<p>RA8: Genera alternativas de intervención viables y novedosas para solucionar una necesidad de movilidad detectada en un sistema de transporte específico a pequeña escala, considerando la situación actual del sistema a intervenir, los requerimientos y el comportamiento de los usuarios.</p>

#### D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA7	El problema del transporte	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Sistema de actividades. 1.2. Sistema de transporte y patrón de viajes. 1.3. Definiciones. Origen, destino, medios, operador, usuario, etc. 1.4. Mercados Puntuales. 1.5. Transporte Sustentable. 1.6. Ciclo de vida de un proyecto.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>Identifica y relaciona los distintos componentes del sistema de transporte, a partir de ejemplos.</li> <li>Clasifica acciones tomadas o planteadas por alguna entidad, considerando los componentes del sistema que afecta y cuáles son los potenciales efectos.</li> <li>Identifica y analiza la naturaleza multiproductiva del fenómeno de transporte y los niveles de agregación requeridos para modelar un sistema de esta naturaleza.</li> <li>Describe los elementos principales que apuntan a la sustentabilidad de sistemas de transporte.</li> <li>Identifica las etapas del ciclo de vida de un proyecto, considerando el nivel de profundidad del análisis requerido en cada una de ellas.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		Ortúzar y Willumsen (2011). Jara-Díaz (2007). Manheim (1979). <b>Bibliografía complementaria proyectos:</b> MDS-Sectra (2013). MDS-MOP (2014). MDS-Sectra (2010). MDS-Sectra (2008).	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA2, RA3, RA4, RA6, RA8	Demanda de transporte	4,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>2.1. Caracterización del usuario: los sub-problemas de cuánto, cómo y dónde viajar o enviar. Descripción detallada y descripción agregada. Matriz origen – destino. Propósitos de viajes.</p> <p>2.2. Zonificación y periodización.</p> <p>2.3. Generación de viajes: el uso del suelo y tipo de viajes; modelos agregados usando estructura espacial.</p> <p>2.4. Modelos de clasificación y regresión.</p> <p>2.5. Distribución de viajes: modelo de factor de crecimiento, modelo gravitacional, modelo de entropía.</p> <p>2.6. Partición Modal: caracterización, modelos de elección discreta, valor subjetivo del tiempo.</p> <p>2.7. Enfoques integrados: generación, distribución y partición modal; enfoque secuencial; enfoque jerárquico.</p> <p>2.8. Modelos basados en actividades.</p> <p>2.9. Modelos de demanda de carga.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analiza críticamente y aplica modelos de demanda de transporte en modalidad predictiva.</li> <li>2. Reconoce las principales dificultades que presenta la modelación de la demanda de transporte.</li> <li>3. Formula modelos <i>ad-hoc</i> de demanda de transporte para casos concretos.</li> <li>4. Desarrolla un diagnóstico de un sistema de transporte sencillo, identificando una necesidad de movilidad, considerando la situación actual del sistema a intervenir, los requerimientos y el comportamiento de los usuarios.</li> <li>5. Genera alternativas de intervención viables y novedosas para solucionar una necesidad de movilidad detectada.</li> <li>6. Elabora un reporte/minuta de los resultados de la modelación de un sistema de transporte.</li> <li>7. Planifica organizadamente su trabajo y tiempo, utilizando instrumentos de gestión, para cumplir con las tareas asignadas dentro del equipo.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		<p>Ortúzar y Willumsen (2011). Cascetta (2009). Sectra (2013).</p>	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA3, RA4, RA6	Modelos oferta	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>3.1. Modelos de Oferta: Sistemas cíclicos: simple, con carga de retorno, general; los casos <math>t(k)</math>.</p> <p>3.2. Teoría de la circulación: el problema <math>t(q)</math>, diagrama espacio - tiempo. Variables y relaciones; flujo, velocidad, concentración; capacidad de medios fijos.</p> <p>3.3. Función de transporte con demanda endógena: reglas de operación y nivel de servicio; capacidad y flujo.</p> <p>3.4. Diseño de flota y tripulación de sistemas portadores.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseña la oferta de transporte público y privado para una demanda dada en sistemas cerrados.</li> <li>2. Identifica y analiza los aspectos fundamentales de la circulación de vehículos en vías.</li> <li>3. Desarrolla un modelo de demanda/oferta y diseño preliminar de un sistema de transporte sencillo.</li> <li>4. Elabora un reporte/minuta, coherente y preciso sobre el desarrollo de un modelo de demanda/oferta y diseño preliminar de un sistema de transporte.</li> <li>5. Evalúa en forma continua el cumplimiento de las metas y objetivos, en el contexto del trabajo en equipo, realizando ajustes oportunos en las actividades.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		<p>Gálvez (1978). Fernández (2008). Blais et al (1990).</p>	



Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA2, RA4, RA5, RA6, RA7, RA8	Equilibrio	4,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>4.1. Noción del Sistema: descripción física de la red de transporte; estado del sistema: flujos, costos, niveles de servicio (O-D, modos, rutas, arcos).</p> <p>4.2. Equilibrio: equilibrio multimercado; equilibrio multimodal; equilibrio en autotransporte: óptimo del usuario y óptimo del sistema.</p> <p>4.3. Análisis de cambios en el sistema: estática comparativa; noción de costos y beneficios; el caso multimercado; impacto en el sistema de actividades.</p> <p>4.4. Identificación de factores exógenos.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Predice el equilibrio en condiciones de oferta y demanda dada en casos sencillos que pueden ser resueltos analíticamente.</li> <li>2. Identifica el óptimo del sistema en condiciones de oferta y demanda dada en casos sencillos que pueden ser resueltos analíticamente.</li> <li>3. Evalúa el impacto, en términos de consumo de recursos, que tendría el aplicar medidas como restricción de uso de arcos o tarificación vial.</li> <li>4. Calcula las tarifas óptimas en condiciones de oferta y demanda dada, en casos sencillos que pueden ser resueltos analíticamente.</li> <li>5. Desarrolla un modelo de equilibrio y elabora una minuta con una presentación final grabada del diseño de un sistema de transporte sencillo que responde a la necesidad de movilidad detectada.</li> <li>6. Analiza los impactos o beneficios de un proyecto de transporte en los aspectos ambiental, social y económico, en escalas globales y locales, en alcances de corto, mediano y largo plazo.</li> <li>7. Elabora una presentación final grabada, utilizando en forma básica y adecuada elementos de la comunicación oral: dicción, fluidez, entonación, ritmo, contacto visual y manejo del tiempo.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		Ortúzar y Willumsen (2011). Cascetta (2009). Sectra (2013).	

### E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

El curso considera las siguientes estrategias:

- Clases expositivas.
- Resolución de problemas.
- Aprendizaje basado en proyectos.
- Análisis de casos.
- Experiencias de laboratorio computacionales.

### F. Estrategias de evaluación:

*Al inicio del curso el cuerpo académico a cargo informará sobre el tipo de evaluación a realizar, la cantidad y ponderaciones correspondientes.*

El curso considera las siguientes instancias de evaluación:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje asociado a la evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2 controles orientados a evaluar los aspectos teóricos-analíticos de métodos y enfoques vistos en el semestre.</li> </ul>	En ellos se evalúan los resultados de aprendizaje RA1, RA3 y RA7.
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 3 entregas parciales sobre evaluación del diseño de sistema de transporte sencillo. Cada entrega parcial considera además la resolución de un conjunto de problemas analíticos como tarea.</li> </ul>	Las entregas parciales que evalúan los resultados de aprendizaje RA2, RA4, RA6, RA7, RA8 son: <ol style="list-style-type: none"> <li>i) Necesidad, diagnóstico e identificación de alternativas a nivel de idea/Planificación del proyecto semestral;</li> <li>ii) Evaluación de alternativas a nivel de idea mediante un análisis de oferta y demanda preliminar;</li> <li>iii) Modelo de demanda/oferta y diseño preliminar de alternativa seleccionada a nivel de perfil/pre factibilidad.</li> </ol>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1 entrega final en que se presenta el diseño definitivo y evaluación de alternativa a nivel de perfil/prefactibilidad. Incluye la presentación grabada e informe final.</li> </ul>	Con esta actividad se evalúan los resultados de aprendizaje RA1, RA2, RA3, RA4, RA5, RA6, RA7, RA8.



## G. Recursos bibliográficos:

### Bibliografía obligatoria:

- [1] Cascetta, E. (2009). Transportation systems analysis: models and applications (Vol. 29). Springer Science & Business Media.
- [2] Fernández, R. (2008). Elementos de la teoría del tráfico vehicular (pp. 40-48). Universidad de Los Andes.
- [3] Jara-Díaz, S. (2007) Transport economic theory. Emerald.
- [4] Ortúzar, J. de D., & Willumsen, L. G. (2011). Modelling transport. John Wiley & Sons.

### Bibliografía complementaria:

- [5] Blais, J. Y., J. Lamont, and J. M. Rousseau. (1990). "The HASTUS Vehicle and Manpower Scheduling System at the Societe de transport de la Communaute urbaine de Montreal." Interfaces 20, no. 1: 26-42.
- [6] Gálvez, T. (1978) Análisis de operaciones en sistemas de transporte. Publicación ST-INV/04/78 de la Sección Ingeniería de Transporte, Universidad de Chile.
- [7] Manheim, M.L. (1979) Fundamentals of transportation system analysis. Vol.1. MIT Press, Boston.
- [8] MDS-Sectra (2013) Manual de Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana (MESPIVU). Ministerio de Desarrollo Social y Ministerio de Transportes.
- [9] MDS-Sectra (2010). Análisis y desarrollo: Metodología evaluación ferroviaria.. Ministerio de Desarrollo Social y Ministerio de Transportes.
- [10] MDS-MOP (2014) Metodología de Evaluación de Proyectos de Infraestructura Aeroportuaria. Ministerio de Desarrollo Social y Ministerio de Obras Públicas.
- [11] MDS-Sectra (2008/) MESPE: Metodología para análisis de sistemas de transporte en grandes ciudades y ciudades de tamaño medio. Ministerio de Desarrollo Social y Ministerio de Transportes.

## H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Otoño, 2022
Elaborado por:	Angelo Guevara, Marcela Munizaga
Validado por:	Validación general académicos del Departamento de Ingeniería Civil
Revisado por:	Área de Gestión Curricular