

TRANSPORTES: PROBLEMA DE LARGA GEOGRAFIA.

- Importante rol cumple en este rubro el Grupo de Transporte del Departamento de Industrias.
- Interrelaciones entre el transporte y las estructuras socioeconómicas nacionales.
- Adaptación y desarrollo de metodologías compatibles con esa realidad socioeconómica.
- Interés científico sobrepasa motivación inicial de resolver problemas.
- Transporte Marítimo.
- Transporte Urbano.

Desde 1968, cuando llevó a cabo un estudio para el Ministerio de Obras Públicas relacionado con ampliaciones portuarias en Antofagasta, el Grupo de Transporte del Departamento de Industrias de nuestra Facultad ha contribuido y participa activamente en la solución de los numerosos problemas de transporte a lo largo del accidentado territorio nacional. NOTICIAS ha querido destacar, a grandes rasgos, los puntos más sobresalientes en el quehacer de este grupo de Transporte, altamente especializado, encabezado por Juan Escudero y Roberto Riveros.

Existen fuertes interrelaciones entre el transporte y las estructuras económicas y sociales del país, y la solución de los problemas de transporte en Chile requiere de la adaptación y desarrollo de metodologías que sean compatibles con esa realidad. El Grupo de Transporte ha tenido que enfrentar la comprensión de esas interrelaciones así como las particularidades nacionales de los sistemas de transporte y comportamiento de sus usuarios. Esta necesidad superpone un interés científico a la motivación inicial de resolver problemas.

Pasando a considerar situaciones específicas, en el estudio del transporte marítimo, uno de los asuntos de la mayor importancia es el del cabotaje nacional. El tráfico de carga ha decrecido osten-

siblemente. Causa: obsolescencia técnica de la flota mercante la que es superada por el transporte en camión. Frente a esto han surgido tecnologías de transporte marítimo y tecnologías intermodales marítimo-terrestres que podrían zanjar esta cuestión.

Otro asunto: los "cuellos de botella", también en el tráfico marítimo. Se ha llegado al punto de saturación. El grupo de Transporte señala posibles soluciones.

Los puertos de la Zona Central son los más afectados por el fuerte tráfico, motivado principalmente por las políticas de apertura al comercio internacional. El Departamento de Industrias mantiene disponible un conjunto de modelos, de fácil operación y suficientemente generales como para ser usados con ventajas en puertos de uso heterogéneo, como lo son, en general, los chilenos.

Dejando atrás la costa e incursionando en la ciudad, el Grupo advierte que solamente en Santiago, la tarifa de la locomoción colectiva significa un monto superior a los cien millones de dólares al año. La interrelación entre el mercado de transporte y el mercado de suelo urbano es fuerte. El transporte urbano se transforma en uno de los campos de aplicación del Análisis de Sistemas.

NOTICIAS

Las particularidades hacen que el problema del transporte urbano en Chile sea tan diferente de los de las naciones desarrolladas, que impiden el uso directo de la metodología y sistema computacional elaborados por ellas. Por este motivo es imprescindible desarrollar en Chile metodologías y herramientas analíticas que permitan abordar esta familia de problemas.

Entre los campos más recientemente incorporados a la preocupación de Roberto Riveros y Juan Escudero, están los problemas de Planificación de la Locomoción Colectiva y de incidencia del transporte urbano sobre los niveles de contaminación atmosférica. Ellos participan con investigadores de otros Departamentos de la Facultad, en un proyecto encargado por el gobierno, cuyo fin es proponer medidas para reducir la contaminación en el Área Metropolitana.

GRUPO DE TRANSPORTE

El problema del Transporte ha sido tradicionalmente uno de los más importantes y fructíferos campos de aplicación de la Ingeniería de Sistemas. Tanto el orden de magnitud de este fenómeno y su complejidad, así como el hecho de que corrientemente las decisiones en juego presentan efectos no marginales, hacen necesarios enfoques de análisis que consideren en su cabalidad las múltiples interrelaciones y múltiples objetivos característicos de este campo y la concurrencia de variadas especialidades y disciplinas.

El Departamento de Industrias mantiene un Grupo de Transporte, cuyos integrantes conjugan una capacidad que a lo largo de su trayectoria le ha permitido abordar una amplia gama de problemas.

ORIGENES

Este grupo se inició en 1968 en el Centro de Planeamiento de la Facultad. En esa oportunidad se llevó a cabo un estudio para el Ministerio de Obras Públicas, a fin de evaluar eventuales ampliaciones portuarias en Antofagasta. Para este efecto se contó con la colaboración de expertos de BCEOM (Francia), quienes ofrecieron los primeros cursos sobre Planificación y Economía

de Transporte. Paralelamente, CEPLA empezó a desarrollar aplicaciones de Programación Matemática a la distribución de bienes en Chile, a la localización de las instalaciones correspondientes y a la selección de inversiones en vialidad. De ahí se consolidó un núcleo de investigadores que pasó a constituir un área de estudios en sistemas de transporte. Posteriormente, a este núcleo se sumó un grupo de especialistas en Planificación Urbana y Regional, de donde surgió el interés en transporte urbano como un campo de confluencia.

MEZCLA DE ESPECIALIDADES

A pesar de su similitud básica que los hace abordables mediante un enfoque común, los problemas de cada uno de estos campos, así como las decisiones que están típicamente en juego, difieren principalmente en cuanto a la tecnología involucrada, los niveles a los cuales se discuten las decisiones, los objetivos perseguidos y los agentes económicos que intervienen. Por lo tanto, las metodologías desarrolladas para cada uno son también diferentes, al igual que la mezcla de especialidades que participan en ellos.

Los elementos unificantes que permiten manejar esta diversidad de problemas con un grupo pequeño y especializado son, por una parte, el enfoque de sistemas que proporciona la metodología básica de trabajo y, por otra, el apoyo de las demás áreas del Departamento de Industrias, que aportan disciplinas básicas tales como Investigación Operativa, Economía, Econometría y Sistemas de Información.

INTERRELACIONES

Por otra parte, la naturaleza misma del transporte implica fuertes interrelaciones entre esta actividad y las estructuras económicas y sociales del territorio en el cual se desenvuelve. Esto, en general, hace que no sean directamente aplicables o transportables las metodologías estandarizadas desarrolladas en otros países con mayor tradición en el tema. La solución de problemas de transporte en un país como Chile —acotaron Juan Escudero y Roberto Riveros— requiere de la adapta-



Juan Escudero y Roberto Riveros, investigadores del Departamento de Industrias, sección Transportes.

ción y desarrollo de metodologías que sean compatibles con su realidad física y socioeconómica. Como consecuencia, el Grupo de Transporte a lo largo de su trayectoria se ha tenido que enfrentar a la comprensión de estas interrelaciones, así como a las particularidades nacionales del funcionamiento de los sistemas de transporte y del comportamiento de sus usuarios. Esta necesidad superpone un interés científico a la motivación inicial de solucionar problemas.

Los principales logros de este grupo están en los campos de sistemas Marítimo-Portuarios y en Transporte Urbano.

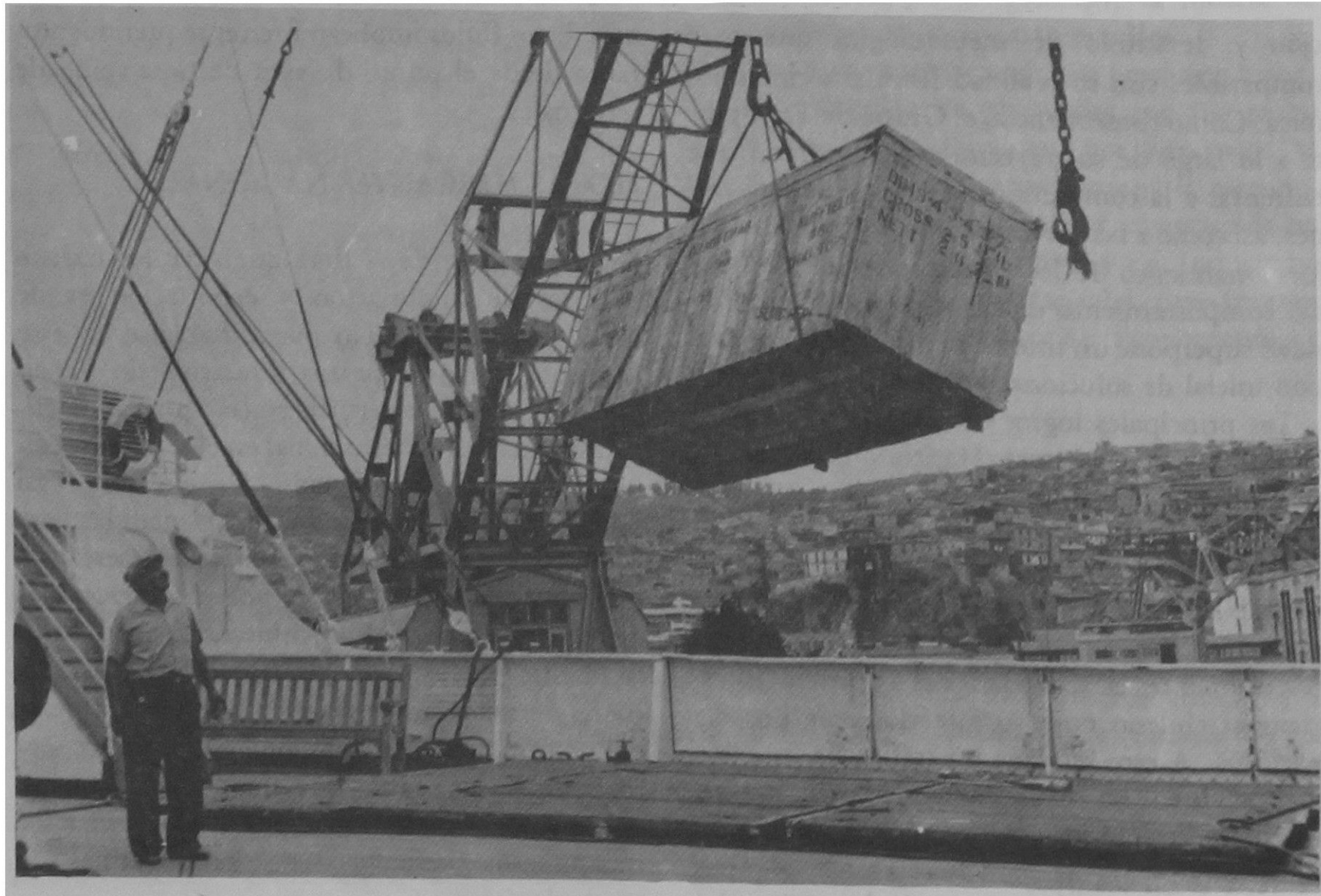
PUERTOS Y TRANSPORTE MARITIMO

Prácticamente la totalidad del comercio internacional chileno entra o sale del país por vía marítima. A esto se suma un tráfico de cabotaje que, si bien ha experimentado una merma sostenida durante los últimos años, sigue siendo insustituible para la movilización de algunas materias primas claves para el desarrollo del

país. Estos flujos implican fuertes requerimientos tanto desde el punto de vista de flota como de terminales.

FLOTAS MERCANTES NACIONALES

La mayor parte de la flota que sirve los tráficos chilenos de importación y exportación es de bandera extranjera. No puede hablarse en este caso, por lo tanto, de una limitación de capacidad: el país puede recurrir en cualquier momento a un mercado internacional en el que es marginal y al cual está integrado. Sin embargo, casi todos los países del mundo toman medidas para proteger el desarrollo de sus flotas mercantes nacionales, principalmente por consideraciones de seguridad nacional. El gobierno chileno históricamente ha adoptado este tipo de medidas, las cuales permanecen parcialmente vigentes a pesar del proceso de "liberalización" de todos los sectores de la economía, que tiende precisamente —agregaron los investigadores— a eliminar los tratamientos preferenciales y otras formas de proteccionismo.



EN BUSCA DE SOLUCIONES

El problema de la protección de la Marina Mercante es una situación típica de compatibilización de objetivos múltiples, por una parte, mientras por otra se tienen innumerables agentes económicos nacionales y extranjeros y diversas tecnologías aplicadas a distintos tráficos. El Grupo de Transporte del Departamento de Industrias ha realizado contribuciones a este debate, a través de la medición del impacto de los tratamientos preferenciales sobre los distintos agentes económicos que intervienen en este sistema, tomando en cuenta las restricciones impuestas por la estructura de este mercado internacional, así como las condiciones físicas y tecnológicas en que se desenvuelve.

CABOTAJE NACIONAL

Otra contribución interesante en aspectos de flota mercante se refiere al cabotaje nacional. "Estos tráficos, especialmente los de carga general (en oposición al transporte de graneles) —indicaron— ha venido decreciendo ostensiblemente. La principal causa de esta decadencia es la relativa obsolescencia técnica de la flota mercante, la cual está siendo superada por el transporte en camión tanto en cuanto a costos como en tiempo de viaje, frecuencia de servicio, confiabilidad de los plazos y riesgos para la carga".

Frente a esto, durante los últimos años han surgido nuevas tecnologías de transporte marítimo y tecnologías intermodales marítimo-terrestre que, se vislumbra, podrían cambiar el equilibrio de esta competencia entre barco y camión para algunos tipos de tráfico. Los trabajos del grupo de transporte del Departamento de Industrias en este campo han estado orientados a discernir cuáles de las nuevas tecnologías podrían competir exitosa y eficientemente y en qué tráficos. Para ello ha sido necesario analizar tanto las estructuras de mercado de los transportes por camión y por nave de cabotaje, así como las posibilidades de sustitución entre ambos, dados los respectivos tipos de usuario a lo largo del territorio.

TRAFICO SATURADO

Los "cuellos de botella" más importantes para el tráfico marítimo son, sin duda, los puertos. Estos terminales, principalmente los de la Zona Central y la VIII Región del país, están cercanos a su punto de saturación. "La solución intuitiva a este problema (construir nuevos puertos o ampliar los existentes) se enfrenta con el grave inconveniente de que la costa es poco apropiada para estos fines, ya que es abierta, abrupta y presenta grandes profundidades a poca distancia mar adentro. Esto implica —manifestaron Juan Escudero y Roberto Riveros— grandes costos de inversión en los pocos lugares donde ello podría ser físicamente posible con las actuales tecnologías".

SOLUCIONES POSIBLES

Sin embargo, existen dos tipos de soluciones que pueden ser aplicadas en forma de alternativa o complementaria a las ya citadas. Ellas son:

- Restringir los flujos vía tarificación o racionamiento, y
- mejorar la eficiencia en el uso de los puertos existentes, a través de mejoras tecnológicas y/o reorganización de las operaciones.

La utilización racional de estas opciones de política, así como la forma y oportunidad en que conviene hacerlo requiere de un conocimiento profundo acerca de cómo cada una de ellas afecta tanto al gobierno que provee la infraestructura, como a los usuarios del sistema (importadores, exportadores) y a los sectores laborales y empresariales relacionados, puntualizaron.

AGENTES MULTIPLES

Otra vez se tiene un caso de múltiples agentes económicos, cada uno de los cuales interviene en el problema con distintos objetivos y tiene la posibilidad de controlar una parte del sistema interactuando con los demás. "Cada opción de política afectará positivamente y en distinto grado a algunos, mientras al mismo tiempo afectará negativamente a otros —afirmaron—".

NOTICIAS

Faenas Portuarias



“Para evaluar políticas en este campo se requiere, por lo tanto, una visión amplia y una consideración integrada de las opciones. Estas consideraciones han conducido al grupo de Transporte a centrar sus esfuerzos en el análisis del sistema portuario y sus interrelaciones, el modelamiento de este sistema mediante técnicas de investigación operativa, así como en el desarrollo de técnicas de evaluación de proyectos especialmente orientadas a sistemas marítimo-portuarios”.

MODELOS

El Departamento mantiene disponible un conjunto de modelos de fácil operación, realizados en el computador de la Facultad, que son suficientemente generales como para ser usados con ventaja en puertos de uso heterogéneo como son en general los puertos nacionales.

Estos modelos han sido utilizados exitosamente para analizar políticas de operación y desarrollo de los puertos de la Zona Central, que son los más afectados por el fuerte aumento de tráfico motivado por las políticas de apertura al comercio internacional. Dichas aplicaciones incluyen predicciones de demanda portuaria, así como de los impactos de la eventual incorporación de nuevos tipos de naves, diversas estrategias de especialización y diversas opciones de incorporación de equipos de tecnología más avanzada.

TRANSPORTE URBANO

Los movimientos de las personas en las grandes ciudades consumen cantidades enormes de recursos físicos y humanos. Por ejemplo, solamente las tarifas de locomoción colectiva de Santiago significan un monto superior a los 100 millones de dólares al año.

Por otra parte, la fluidez de dichos movimientos es una condición para el funcionamiento eficiente de la ciudad, como un conjunto.

MERCADO DEL TRANSPORTE Y MERCADO DE SUELO URBANO

Los viajes son motivados en gran parte por las personas que habitan en un lugar de la ciudad

y desarrollan sus actividades en otros lugares diferentes. La demanda por viajes, por lo tanto, está condicionada por la localización de las distintas actividades urbanas, tales como residencias, comercio, industrias, establecimientos educacionales y servicios. De aquí surge una fuerte interrelación entre el mercado del transporte y el mercado del suelo urbano.

TRES RECURSOS

Para hacer posible estos viajes, la ciudad cuenta con tres recursos principales: infraestructura (principalmente vialidad, líneas férreas), vehículos de locomoción colectiva y automóviles. Cada uno de estos subsistemas, a su vez, depende de un gran número de agentes económicos, los cuales toman sus decisiones separadamente de acuerdo a sus propios objetivos y normas de comportamiento. Sin embargo, las decisiones de cada agente repercuten en mayor o menor grado sobre todos los demás.

ENERGIA

El transporte urbano es además, uno de los principales consumidores de dos tipos de recursos que se hacen cada vez más críticos para la sociedad: energía y medio ambiente.

Y, debido justamente a la cantidad y relevancia de estas características, el transporte urbano fue uno de los primeros campos de aplicación del Análisis de Sistemas y continuará siendo uno de los más importantes.

PARTICULARIDADES

El transporte urbano en Chile presenta dos particularidades que lo hacen especialmente interesante como campo de estudios: a) la importancia relativa de la locomoción colectiva frente al automóvil (70 a 80% del total de viajes, frente al 10 a 20% en las ciudades de Estados Unidos y otros países desarrollados); y, b) la institucionalidad del sector, particularmente la presencia de miles de pequeñas firmas privadas que ofrecen servicios de locomoción colectiva bajo una supervisión cada vez más liberal del Estado. En el caso

NOTICIAS



de Santiago, se añade como campo de interés la reciente incorporación del Metro como alternativa y complemento a los otros medios de transporte —señalaron los investigadores Roberto Rivero y Juan Escudero.

METODOLOGIAS PROPIAS

Estas particularidades hacen que los problemas de transporte urbano en Chile sean tan diferentes a los de los países desarrollados, como para impedir el uso directo de las metodologías y sistemas computacionales elaborados en ellos. Por este motivo es imprescindible desarrollar en nuestro país las metodologías y herramientas analíticas que permitan abordar esta familia de problemas.

POLITICAS Y PROYECTOS

Para evaluar políticas y proyectos de transporte urbano, es necesario predecir al menos los siguientes aspectos:

- La demanda por servicios de transporte en la ciudad con sus características de origen, destino y modo de transporte.
- La oferta de servicios, tanto en lo que se refiere a las redes o infraestructura de transporte, como a los servicios de locomoción (automóviles y locomoción colectiva).
- El equilibrio del sistema, al que se llega por interacción entre Oferta y Demanda, y que se manifiesta en una estructura de flujos vehiculares en los distintos arcos de la red.

DEMANDA

Dentro del campo de predicción de demanda, la principal complejidad surge de que, contrariamente al caso corriente en economía, donde en mercado se transa un producto que tiene sólo unos pocos artículos complementarios o sustitutos, en transporte urbano cada combinación de un origen con un destino y un modo de viajar constituye un producto, mientras un gran número de otras combinaciones constituyen productos

cercanamente relacionados. Esto obliga a estimar en forma simultánea las demandas para grandes grupos de productos complementarios o sustitutos.

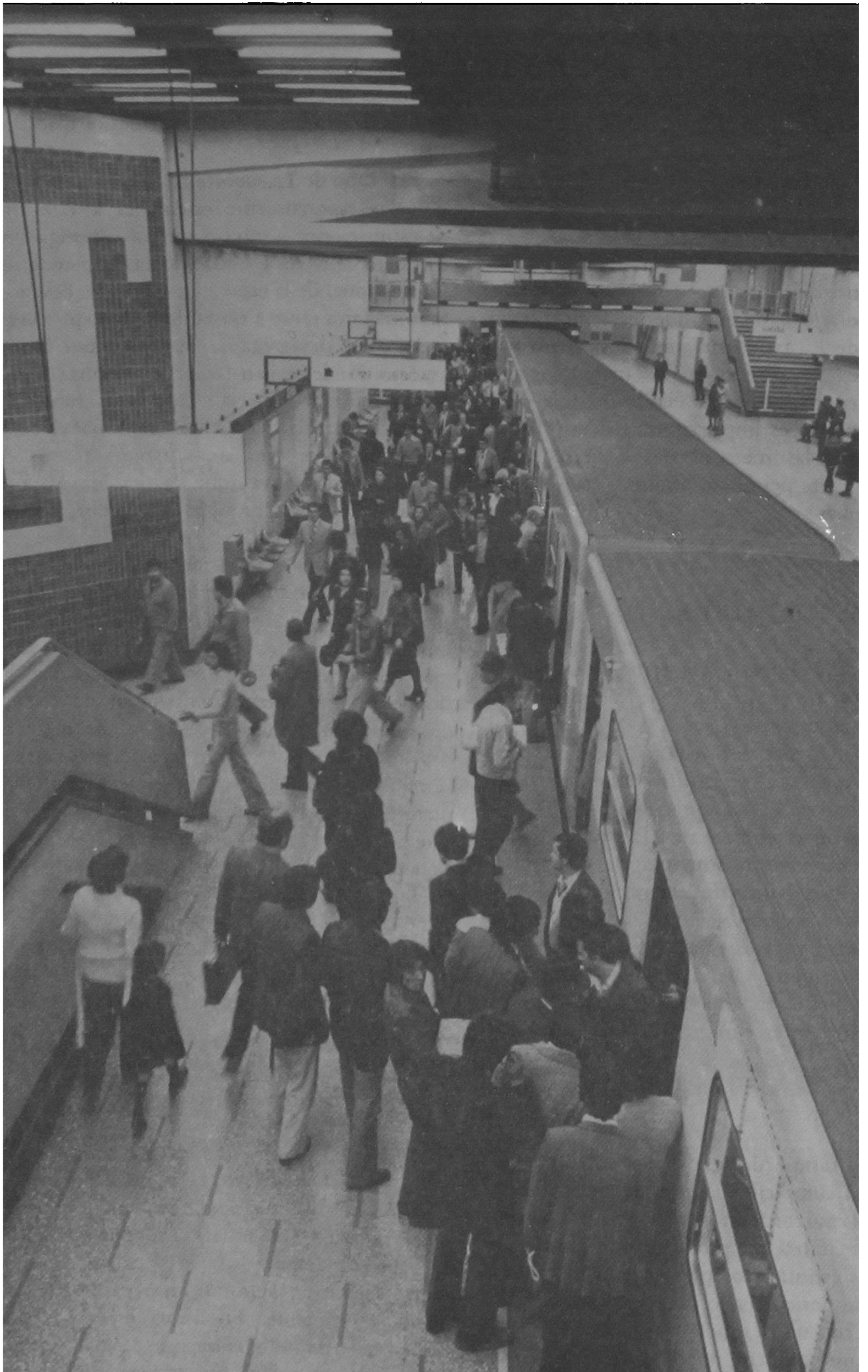
El Grupo de Transporte ha desarrollado metodologías especialmente orientadas a este tipo de estimaciones —informaron los investigadores Escudero y Rivero. De acuerdo a la nomenclatura internacional de la especialidad, se han llevado a cabo trabajos tanto a través de los enfoques agregados como desagregados, siendo en este último aspecto donde se han alcanzado resultados más trascendentes. “Especialmente —dijeron— los resultados que se refieren a elección modal frente a opciones que incluyen distintas formas de locomoción colectiva (que es una de las particularidades del problema chileno), tienen interés internacional”.

Varias versiones de modelos desagregados de demanda han sido implementadas para analizar políticas de transporte en Santiago y Valparaíso. Debido a que esta línea de trabajo lleva más de cinco años produciendo resultados, ha sido posible efectuar recientemente un trabajo de validación de los modelos comparándolos con los resultados. “Se ha podido constatar así la notable precisión con que, por ejemplo, fueron predichos en su oportunidad los impactos de la extensión de la Línea 1 del Metro hasta Salvador. Esto establece el poder de este tipo de herramientas tanto para la evaluación de proyectos como para el análisis de políticas de operación y control en sistemas de transporte urbano chilenos”, indicaron Roberto Rivero y Juan Escudero.

MODELOS EXTRANJEROS NO SON APROPIADOS PARA CHILE

Más allá de estos resultados, la comprensión acerca del problema llevó al Grupo de Transporte a la conclusión de que determinadas complejidades encontradas en la situación chilena no podían ser apropiadamente tratadas mediante los paquetes computacionales norteamericanos, usados inicialmente. En forma especial, estos paquetes fueron originalmente diseñados para modelar la situación típicamente encontrada

NOTICIAS





en los Estados Unidos de elección gruesa entre automóvil y locomoción colectiva. Con el objeto de seguir avanzando en el modelamiento de la elección entre opciones caracterizadas por subconjuntos dentro de los cuales hay mayor similitud, tales herramientas están siendo mejoradas y reemplazadas por el nuevo "modelo Logist correlacionado" que quedará próximamente implementado en el computador de CEC.

PLANIFICACION DE LA LOCOMOCION COLECTIVA

Entre los campos más recientemente incorporados a la preocupación del Grupo de Transporte

del Departamento de Industrias, hay dos que merecen especial mención: En primer lugar, está el problema de Planificación de la Locomoción Colectiva. "Como fuera señalado inicialmente, esta actividad se caracteriza por una estructura institucional que constituye una rareza a nivel mundial. Solamente en Santiago, más de mil pequeñas empresas privadas conjugan sus esfuerzos para producir un servicio que, si bien no sobresale por su calidad y comodidad, sí es notable por su cobertura, frecuencia y bajo precio", afirmaron los académicos del Departamento de Industrias, Juan Escudero y Roberto Rivero. "Lo que es aún más particular —añadieron— es que esas empresas son en su mayoría rentables sin necesidad de subsidios estatales".



DILEMA PARA EL ESTADO

Tal como lo demuestra la experiencia de los últimos años, un sistema como éste tiene mucho que ganar de una política que fomente su competitividad. Esto hace crítico el dilema para el Estado, de imponer las reglamentaciones y controles mínimos, que aseguren el bienestar de la comunidad, sin afectar el dinamismo y flexibilidad del sector. Ello requiere una comprensión amplia de la estructura de este mercado, el comportamiento de las empresas y sus mecanismos de coordinación, así como de la forma cómo interactúan con sus usuarios.

MODELOS DE SIMULACION

Actualmente se encuentran en desarrollo modelos de simulación que incorporan los mencionados comportamientos, los cuales permitirán, por una parte, predecir los impactos de diferentes enfoques de reglamentación y control y, por otra, las consecuencias esperadas de la incorporación de nuevos servicios o modificaciones en la forma de operar de los actuales.

TRANSPORTE URBANO Y CONTAMINACION

En segundo lugar, está el problema de la incidencia del transporte urbano sobre los niveles de contaminación atmosférica. El Grupo de Transporte del Departamento de Industrias está participando en colaboración con investigadores de otros Departamentos de la Facultad, en un proyecto encargado por el Gobierno destinado a proponer medidas para reducir la contaminación en el Area Metropolitana.

Los vehículos aportan una parte considerable de algunos de los contaminantes más peligrosos. Los esfuerzos del proyecto en este sentido están orientados, primero a cuantificar dicha incidencia y, segundo, a analizar la posibilidad y consecuencia de medidas económicas (impuestos) y de reglamentación. Este proyecto debe entregar sus resultados a principios de 1981 y, por la importancia del tema, se espera que de ahí en adelante permanezca como uno de los campos de interés central del Grupo de Transporte. Por otra parte, la naturaleza del problema hace que ésta sea una área natural de colaboración con otros grupos de la Facultad.