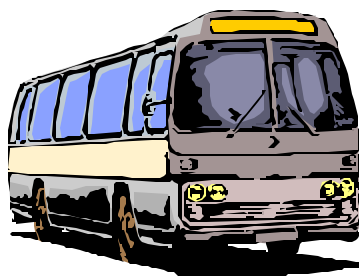




REPUBLICA DE CHILE  
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

# DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE SANTIAGO LINEAMIENTOS DE ACCIÓN



## DOCUMENTO DE DISCUSION



ViReb  
*Ingenieros Consultores*

**BEAUCHEFF 993**

TELÉFONO (562) 689 1700 FAX (562) 689 1569

[www.vireb.cl](http://www.vireb.cl), [vireb@vireb.cl](mailto:vireb@vireb.cl)

SANTIAGO - CHILE

SANTIAGO, MARZO DE 2000

## INDICE DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>5</b>
1.1	GENERALIDADES.....	5
1.2	DESARROLLO HISTORICO DEL TRANSPORTE URBANO .....	6
<b>2</b>	<b>ANTECEDENTES EXISTENTES .....</b>	<b>12</b>
2.1	OPERACIÓN DEL TP DE SANTIAGO .....	12
2.2	REGULACION DEL TP DE SANTIAGO .....	15
2.3	POLITICA DE TRANSPORTE URBANO DEL NUEVO GOBIERNO .....	16
<b>3</b>	<b>AGENTES INVOLUCRADOS: SUS INTERESES .....</b>	<b>19</b>
3.1	SUBSECRETARIA DE TRANSPORTES.....	19
3.2	PROVEEDORES DE LOS SERVICIOS: LOS EMPRESARIOS.....	20
3.3	LOS USUARIOS.....	22
3.4	LOS PARLAMENTARIOS Y PARTIDOS POLITICOS.....	22
3.5	CARABINEROS DE CHILE .....	23
3.6	LAS UNIVERSIDADES .....	24
3.7	CEPAL.....	24
3.8	LOS AUTOMOVILISTAS .....	25
3.9	SECTRA .....	25
<b>4</b>	<b>DIAGNOSTICO .....</b>	<b>26</b>
<b>5</b>	<b>ANALISIS .....</b>	<b>28</b>
5.1	TECNOLOGÍAS INTERMEDIAS: DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS .....	28
5.2	DISCUSIÓN CAPACIDAD DE TRANSPORTE.....	29
5.3	DISCUSIÓN OBJETIVOS E IMPACTOS POTENCIALES DE LAS TI.....	33
5.4	CRITICAS A LA METODOLOGÍA TRADICIONAL DE EVALUACION. ....	35
<b>6</b>	<b>COMENTARIOS Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>37</b>
6.1	¿PORQUÉ LAS TECNOLOGÍAS INTERMEDIAS DE TRANSPORTE PÚBLICO? .....	37
6.2	ESTRUCTURA TARIFARIA Y ESQUEMA DE RECORRIDOS.....	39
6.3	TERMINALES DE INTERCAMBIO .....	39

## INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla N° 1: Evolución de los automóviles por persona .....	6
Tabla N° 2: Evolución de los viajes/día - persona .....	6
Tabla N° 3: Evolución Parque Vehicular .....	9
Tabla N° 4: Valor Subjetivo del Tiempo (\$/min) .....	13
Tabla N° 5: Importancia relativa de atributos.....	13
Tabla N° 6: Gastos de un autobús urbano licitado (\$ Marzo 1999) .....	21
Tabla N° 7: Capacidades prácticas de paraderos de buses.....	32
Tabla N° 8: Comparación capacidad de transporte.....	33
Figura N° 1: Red de Metro año 2000 .....	8
Figura N° 2: Evolución Parque de Vehículos Livianos.....	9
Figura N° 3: Partición Modal Año 1999 .....	10
Figura N° 4: Perfiles de Carga principales ejes de Santiago .....	14
Figura N° 5: Componentes de una Estación de Transferencia .....	29
Figura N° 6: Estación Dividida en Línea .....	30



## **PRESENTACION**

El presente documento ha sido confeccionado a partir de la asesoría técnica denominada *Diagnóstico y análisis del sistema de transporte público de Santiago: Lineamientos de Acción*, desarrollado por ViReb Ingenieros Consultores, para la Coordinación General de Concesiones (en adelante, CGC), y tiene por finalidad enriquecer la discusión en torno a los temas relacionados con la cátedra CI53G, Ingeniería de Tránsito.

El presente documento ha sido estructurado en seis capítulos. El capítulo 1 presenta una introducción al tema de la asesoría y un resumen histórico de la evolución del transporte urbano de la ciudad de Santiago. El capítulo 2 detalla los antecedentes recopilados y resumidos relativos a la operación del transporte público de Santiago, la legislación vigente y un resumen del plan de acción propuesto al nuevo gobierno. El capítulo 3 desarrolla los planes de acción y opiniones de los principales agentes involucrados con el transporte urbano de Santiago. El capítulo 4 presenta un diagnóstico de la situación actual, al calor de los antecedentes y opiniones recopiladas. El capítulo 5 está centrado en el análisis de las principales prestaciones operativas de las tecnologías intermedias, en especial en lo relativo a las capacidades de transporte, los impactos potenciales de la implantación de dichas tecnologías y la necesidad de modificar la actual metodología de evaluación de proyectos de transporte, con la finalidad de incorporar otras externalidades. Finalmente, el capítulo 6 detalla las principales conclusiones y comentarios del autor.



## 1 INTRODUCCION

### 1.1 GENERALIDADES

Existe consenso en cuanto a que el transporte público (en adelante, TP) debe ser el modo predominante debido al uso más eficiente que hace de la infraestructura vial urbana, siendo a su vez, sustentable económica y ambientalmente en el largo plazo. En este sentido, se han impulsado diversas políticas de nivel sectorial, tendientes a que esto sea efectivo, siendo la más significativa hasta la fecha la licitación de vías, entendido como un mecanismo de regulación y normalización para la operación del transporte público masivo de superficie y la construcción de una nueva línea de Metro, incorporando tecnología de punta al subsector. Asimismo, se ha definido la conveniencia de implementar corredores de transporte público y se ha intentado impulsar medidas de desincentivos del uso indiscriminado del automóvil particular, tales como la tarificación céntrica de Santiago, propósito que no ha podido ser llevado a la práctica. Sin embargo, es clara la falta de modernización tecnológica y de gestión operacional y empresarial que presenta el actual sistema de TP de las principales ciudades del país.

En este sentido, la existencia de la Ley de Concesiones abre un espacio y genera oportunidades para avanzar decididamente en la modernización del TP, incorporando al sector privado y los mecanismos de asociación público – privado en relación a la gestión operacional y financiera del sistema, así como a la necesaria renovación tecnológica. Esto implica una serie de cambios relacionados con aspectos institucionales, y principalmente una definición clara de qué es lo que se quiere en materia de TP para la ciudad, lo que debe ir acompañado de una clara y decidida voluntad política para su materialización.

Nace así la gran interrogante respecto de qué tipo de TP es el que requiere Santiago, o mejor aún, qué lineamientos de acción son los que manejan y/o pretenden desarrollar los diversos actores del subsector transporte, específicamente en relación a la ciudad de Santiago.

De acuerdo a lo expuesto, el objetivo principal del presente documento consiste en Diagnosticar y Analizar el actual Sistema de Transporte Público de la ciudad de Santiago, caracterizando las diversas líneas de acción que se pretende desarrollar en el mediano plazo.

Para salvaguardar los intereses estratégicos de la CGC, las principales fuentes de información han sido la documentación escrita, publicada o informal, que se ha podido recopilar, así como entrevistas de carácter no oficial.

## 1.2 DESARROLLO HISTORICO DEL TRANSPORTE URBANO

Los primeros antecedentes recopilados se remontan al año 1965, en que fue creada la "Oficina de Proyectos Especiales de Equipamiento Metropolitano", dependiente de la Dirección de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas, cuyo objetivo era buscar soluciones definitivas para determinados problemas de urbanismo, entre los cuales se contaban los de tránsito y transporte en la ciudad de Santiago.

En 1966, existía un tranvía santiaguino y un servicio ferroviario suburbano (MOP, 1965), la tasa de motorización alcanzaba a 0,018 autos por persona (Tabla N° 1). Los pronósticos de especialistas indicaban que para 1990 la población capitalina sería del orden de 5.480.000 habitantes y de 550.000 automóviles (BCEOM, 1968). El transporte colectivo, que alcanzaba las 4.700 unidades (Programa Chile-California, 1966), estaba reglamentado y parcialmente operado por la Empresa de los Transportes Colectivos del Estado (ETC), que era propietario de los conocidos trolebuses.

**Tabla N° 1: Evolución de los automóviles por persona**

AÑO	1966	1977	1991
TASA	0,018	0,060	0,090

FUENTE: MOP,1965; SECTRA,1991

En 1977, la tasa de motorización había crecido a 0,060 autos por persona. El transporte público permanecía bajo el mismo régimen reglamentario, el Metro había iniciado su operación, pero el tranvía estaba extinto y los trenes suburbanos agonizaban. Un 80% de los viajes se realizaba en transporte público y cada habitante efectuaba en promedio 1,14 viajes diarios (SECTRA, 1991).

**Tabla N° 2: Evolución de los viajes/día - persona**

AÑO	1966	1977	1991
TASA	s.i.	1,14	2,12

FUENTE: MOP,1965; SECTRA,1991

Al llegar 1991, ya había 0,09 autos por persona, para cada uno de los 4.500.000 habitantes, los que realizaban un promedio de 2,12 viajes por día. El transporte público desregulado consideraba unos 13.500 buses circulando y había vuelto el servicio de trenes suburbanos a Rancagua y precariamente a Tiltill.

La construcción de la Línea 1 de Metro comenzó durante 1969, con excavaciones en el sector de la actual estación Las Rejas. El servicio fue inaugurado oficialmente el 15 de Septiembre de 1975. La primera extensión de la Línea 1, hasta la estación Salvador, concluía en 1977 y luego, en 1980, se completaba su trazado actual hasta Escuela Militar. En marzo de 1978 se inauguraba el primer tramo de la Línea 2: Los Héroes - Franklin. En Diciembre del mismo año esta línea era extendida hasta la estación Lo Ovalle y en 1987 se completaba su actual trazado hasta la estación Puente Cal y Canto. En 1991, el Gobierno toma la decisión de ampliar la Red de Metro mediante la construcción de una tercera línea, denominada Línea 5, de acuerdo al plan original de la red, inaugurada el día 5 de abril 1997.

<b>L1</b>	1er. Tramo San Pablo-La Moneda	8.2 km	15 . Sept. 1975
<b>L1</b>	2do. Tramo La Moneda-Salvador	3.2 km	31 . Mar. 1977
<b>L2</b>	1er. Tramo Los Héroes -Franklin	4.9 km	31 . Mar. 1978
<b>L2</b>	2do. Tramo Franklin-Lo Ovalle	4.8 km	21. Dic. 1978
<b>L1</b>	3er. Tramo Salvador-Escuela Militar	4.5 km	22 . Ago. 1980
<b>L2</b>	3er. Tramo Los Héroes -Puente Cal y Canto	1.7 km	15 . Sept 1987
<b>L5</b>	1er. Tramo Baquedano-Bellavista de La Florida	10.3 km	05 . Abr. 1997
<b>L5</b>	2do. Tramo Baquedano-Santa Ana	2.8 km	03. Mar. 2000

El sistema de transporte actual de la ciudad, posee una red de metro de tres líneas (poco más de 40 kilómetros en total), que transporta del orden de 890.000 pasajeros diariamente.

El trazado de la Línea 1, que sigue el eje oriente-poniente de la ciudad, tiene una longitud de 15,88 kilómetros y cuenta con 24 estaciones, que van desde San Pablo, en la comuna de Lo Prado, hasta Escuela Militar, en la comuna de Las Condes.

En esta línea se encuentran las estaciones ubicadas en el centro mismo de la ciudad, esto es, La Moneda, Universidad de Chile y Santa Lucía, así como otras que conectan con centros de actividad comercial, de servicios, ferrocarriles y terminales de buses interprovinciales. Por su ubicación así como por la gran cantidad de pasajeros transportados diariamente, esta es la línea principal de Metro.

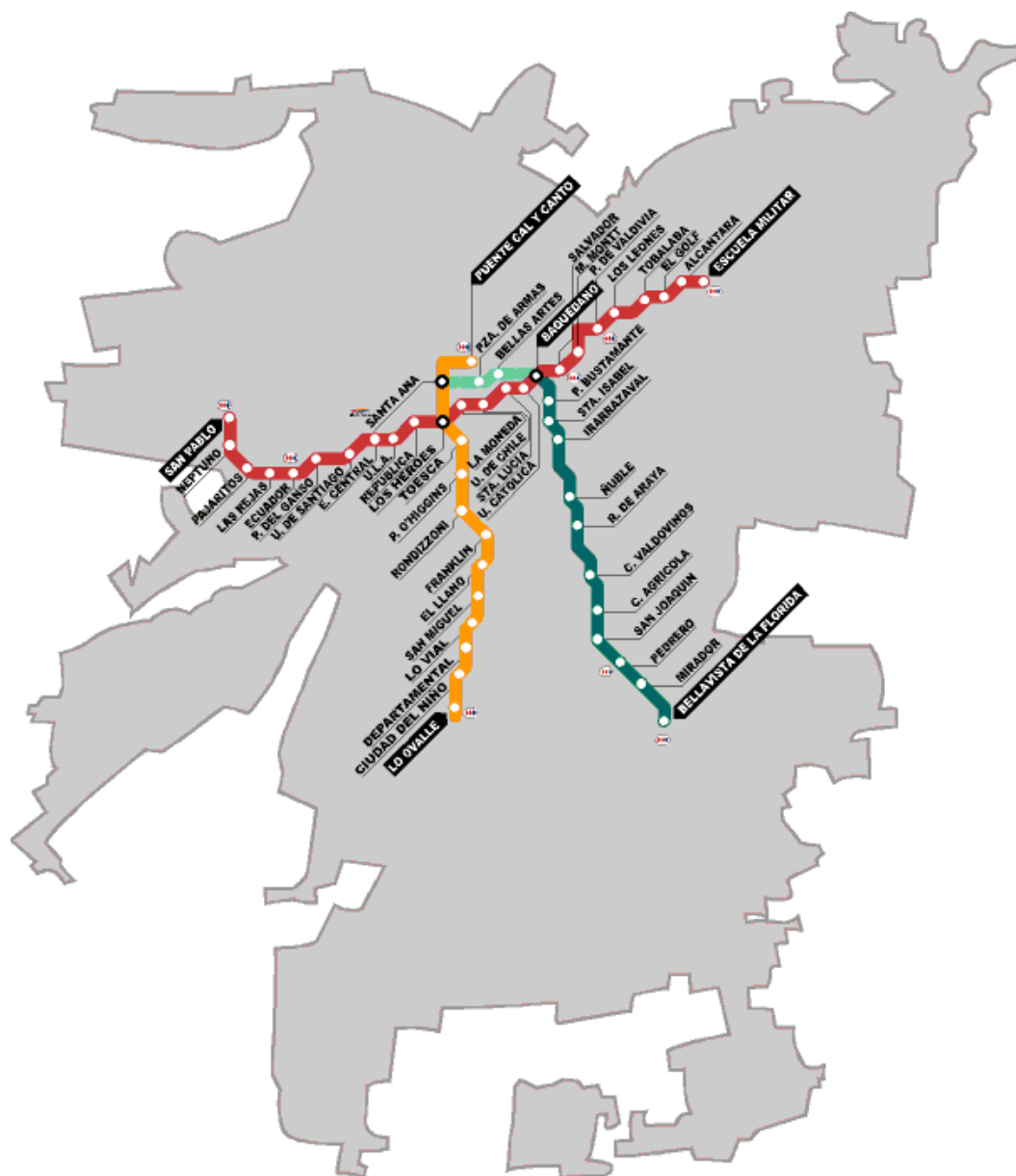
La Línea 2, cuyo trazado sigue el eje norte-sur de la ciudad, tiene una longitud de 11,4 kilómetros y cuenta con 12 estaciones que van desde Lo Ovalle, en la comuna de La Cisterna, hasta Puente Cal y Canto, en la comuna de Santiago.

Por el sur, esta línea recorre la Gran Avenida José Miguel Carrera, arteria a la que ha aportado un gran desarrollo comercial y residencial. Más al centro, combina con la Línea 1 en la estación Los Héroes, para terminar en estación Puente Cal y Canto, sector comercial y de servicios que ha sido revitalizado por la red de Metro.

Inaugurada en abril de 1997, la Línea 5 es la mayor obra de infraestructura pública realizada en Chile durante la última década. Su trazado de 13,1 kilómetros, que puede ser recorrido en tan sólo 18 minutos, se inicia en la estación Santa Ana, que permite combinar con Línea 2 y culmina en el paradero 14 de Av. Vicuña Mackenna, donde se ubica su terminal, Bellavista de La Florida y el terminal Metrobus del mismo nombre, cuyos recorridos permiten el desplazamiento de pasajeros hasta el extremo Sur Oriente de la ciudad.

A lo largo de su trayecto atraviesa 6 comunas (Santiago, Providencia, Ñuñoa, Macul, San Joaquín y La Florida). De sus 15 estaciones, todas las cuales están equipadas con sistemas de acceso para minusválidos, 8 son subterráneas, 1 está a nivel de superficie y 6 se ubican en un viaducto, o vía elevada de 6 kilómetros y 6 metros promedio de altura.

**Figura N° 1: Red de Metro año 2000**





Respecto de la evolución del parque vehicular de la Región Metropolitana, las estadísticas del INE de vehículos en circulación del año 1998 (ultimo año con estadísticas disponibles), indicaban un tamaño de 767.602 vehículos livianos, el cual ha aumentado en 6,8% como promedio anual entre 1995 y 1998.

**Tabla N° 3: Evolución Parque Vehicular**

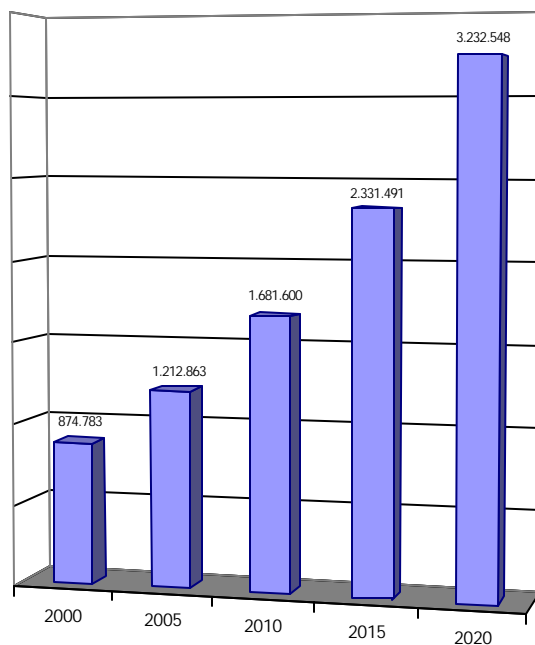
AÑO	VL	TAXIS	BUS	TAXICOL
1995	630.942	45.721	12.218	6.129
1998	767.602	50.963	13.159	8.919
TASA	6,8%	3,7%	2,5%	13,3%

FUENTE: INE, 2000

De mantenerse esta tendencia, significa que durante el presente año el parque vehicular de la Región Metropolitana alcanzará a las 875.000 unidades de vehículos livianos (automóviles, jeep, camionetas, motocicletas), cifra que se duplicará el año 2011 (1.795.000 unidades) y triplicará el año 2017 (2.657.000 unidades).

Respecto de los taxis básicos, entre 1995 y 1998 su crecimiento promedio ha sido 3,7%. Sin embargo, desde 1999 el parque ha sido congelado, por cuanto se espera una tasa nula para el corto plazo. El caso de los buses ha sido diferente, desde comienzos de la licitación de vías, el crecimiento ha sido moderado con una tasa de 2,5% promedio anual. De los 15.000 buses estimados para el presente año, cerca de 9.000 operan bajo el régimen de licitación de vías.

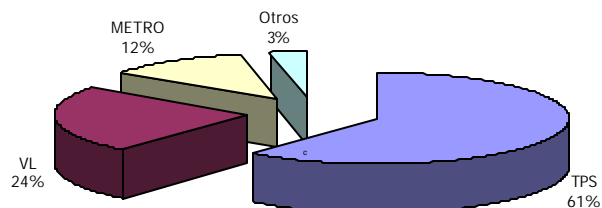
**Figura N° 2: Evolución Parque de Vehículos Livianos**



El parque de taxis colectivos sin duda ha sido el de mayor crecimiento, producto principalmente de la falta de regulación y de una política clara al respecto. Considerando los vehículos livianos, taxis y taxis colectivos, el presente año circularán cerca de 950.000 vehículos, doblandose el año 2011 y triplicándose el año 2017.

Cada día se producen del orden de 7,4 millones de viajes motorizados, de los cuales 4,5 millones se realizan en transporte público de superficie, 1,8 millones en automóvil, 880.000 en Metro y el resto en otros modos de transporte (Dourthé, A. et al, 1999).

**Figura N° 3: Partición Modal Año 1999**



La distancia promedio en automóvil o en transporte público es de 9 a 10 km, con una velocidad promedio de 22 km/hr en auto y 13 km/hr en bus o su equivalente en tiempo de viaje promedio de 26 minutos en auto y 44 minutos en bus (Fernández, 1994).

Desde la óptica del desarrollo urbano, en el año 1970 las comunas centrales albergaban un 50,1% de la población y las comunas de la periferia a un 23%; en el año 2000 el área central acoge sólo el 23% y la periferia un 54,2%. Este fenómeno, de acuerdo a proyecciones INE y evaluaciones MINVU, debería continuar acentuándose, previéndose que el año 2022 el área central acogerá al 14,6% de la población, el área pericentral al 18,6% y el área periférica al 66,8%.

Se estima que en el año 2005 la región contará con 6,5 millones de habitantes, cifra que se elevará a 6,9 millones en el año 2010. Es decir; 438.825 habitantes más en el Gran Santiago, dentro de cinco años (SECPLAC, 1999).

Actualmente, Santiago posee del orden de 1.000.000 de hogares con 5,5 millones de habitantes que viven en una superficie de 50.000 hectáreas y producen el 42% del PGB nacional. La densidad promedio es cercana a los 90 hab/hás aumentando a 175 hab/hás en comunas de bajos ingresos (por ejemplo, San Ramón) y 24 hab/hás en comunas de altos ingresos como Vitacura (CTU, 1990).

En países desarrollados, la cantidad de viajes que se efectúan en buses es menor, pero no menos importante. En Londres la partición modal de los viajes en un día laboral es de 50% en automóvil, 20% a pie, 15% en tren y metro, 10% en bus y 5% en otros modos (Departament of Transport, 1991). O sea, más de 2 millones de los viajes diarios se hacen en bus. Aún en calles principales de ciudades de los Estados Unidos de América más del 60% de los pasajeros transportados van sobre buses (Transportation Research Board, 1994).



Algunas conclusiones a partir de estos antecedentes son:

- (i) La mayor proporción de los viajes diarios en Santiago se realizan en transporte público, siendo la caminata y el automóvil privado el segundo y tercer modo predominante;
- (ii) La política y planeación gubernamental debería orientarse a preservar esta tendencia para satisfacer las necesidades de los actuales y futuros viajeros;
- (iii) El crecimiento del parque vehicular, que en promedio presenta un 6,6% anual, es más acelerado que la tasa de crecimiento de la población, que presenta una tasa promedio de 1,2% para la Provincia de Santiago en los últimos 10 años;
- (iv) La tendencia indica un creciente número de vehículos per cápita - desde 0,018 en 1966 hasta 0,090 en 1991, lo que implica un crecimiento promedio anual del 16% - los cuales incrementarán la exigencia de oferta vial.

El punto principal derivado de estas conclusiones es que si esta tendencia continúa, y las inversiones en infraestructura vial no crecen acorde, la actual congestión vehicular crecerá llegando a niveles similares a los observados en otras ciudades tales como Caracas, Sao Paulo y Los Angeles, entre otras.

Esta afirmación implica que las opciones posibles son:

- (i) Aumentar la capacidad vial mediante la construcción de infraestructura vial;
- (ii) Aumentar la capacidad de transporte de personas, no de vehículos, mediante el uso eficiente de sistemas de transporte masivo.
- (iii) Mejorar la gestión de tránsito, medida que ha impulsado la SECTRA mediante la red de semáforos sincronizados (SCAT) y rediseño de intersecciones y ejes.

Obviamente, la primera opción no es la más adecuada, por cuanto cualquier cambio que aumente los usuarios de automóvil y disminuya los de TP aumentará el costo de viaje para todos (Mogridge,1987) y los flujos tienen la habilidad de sobreponerse a cualquier aumento de la capacidad vial (Goodwin,1992). Además, la opción iii) ya ha sido desarrollada, en consecuencia, se debe optimizar la capacidad de transporte (nº personas/hora) en vez de la capacidad vial (nº vehículos/hora).

## 2 ANTECEDENTES EXISTENTES

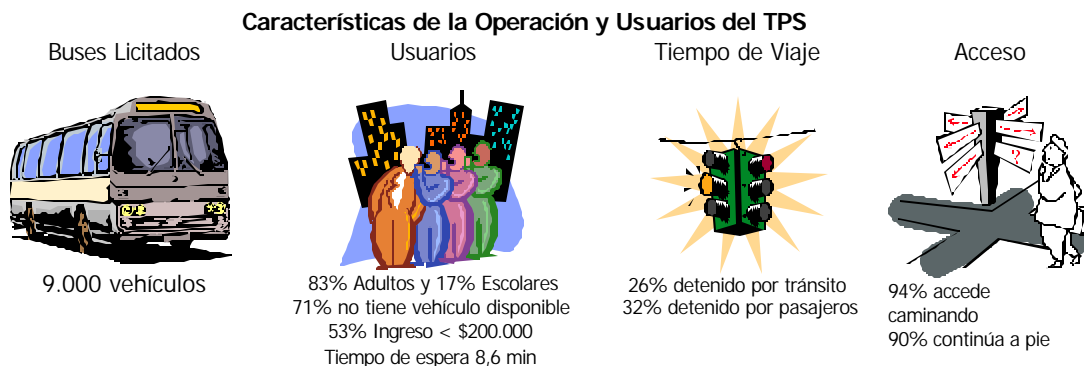
La asesoría recopiló toda la información disponible que se consideró relevante dado el contexto del estudio. En especial fueron considerados estudios del sistema de transporte público y estudios sobre desarrollo urbano. Entre estos estudios destaca sin duda la Encuesta a Usuarios de Transporte Público realizada por la SEREMITT de la región metropolitana recientemente, así como la XVI Encuesta de Viajes en Metro, efectuada durante el mes de Noviembre de 1999; el estudio Análisis Modernización de Transporte Público, II Etapa, realizado por SECTRA durante 1999 y antecedentes del estudio "Diagnóstico del Plan Regional de Desarrollo Urbano" del Ministerio de Vivienda y Urbanismo. El detalle de la bibliografía considerada se presenta en Anexo Bibliográfico y Referencias.

Se estima que, en términos generales, el material analizado contiene antecedentes de valor para la presente asesoría, por lo cual se ha realizado un resumen con énfasis en lo que pueda ser de utilidad a los objetivos perseguidos. El detalle se presenta a continuación.

### 2.1 OPERACIÓN DEL TP DE SANTIAGO

La mayor cantidad de antecedentes aquí reportados han sido recopilados del estudio de la SEREMITT de 1997, de trabajos presentados en Congresos Chilenos de Ingeniería de Transporte y Transito y del estudio de análisis y modernización del TP, II Etapa realizado por SECTRA.

En la actualidad, el sistema licitado de transporte público de Santiago está conformado por 9.000 buses los que sirven unos 4,5 millones de viajes diarios, de los cuales un 83% equivale a pasajeros adultos y un 17% a escolares, lo que en términos de ingresos por pasajes significa un tamaño de mercado cercano a los US\$2,0 millones diarios.



Respecto de las características operacionales, el tiempo de espera promedio alcanza los 8,6 minutos con un tiempo de espera máximo de 60 minutos. Lamentablemente no existen antecedentes relativos a la varianza del tiempo de espera. Un 94% de los usuarios accede al transporte público caminando, un 4% lo hace desde otro bus, un 1% desde el Metro y un 1% desde el resto de modos (Taxi, Taxi Colectivo, Auto Chofer, Auto Acompañante). Respecto del egreso, un 90% continúa viaje a pie, un 8% en bus, 1,5% en Metro y el 0,5% restante en otros modos.

Los buses en su operación gastan del orden de un 26% del tiempo de viaje en detenciones debidas al tránsito y un 32% en detenciones por movimiento de pasajeros. Esto implica que sistemas de transporte público masivos con mejor gestión operativa redundarían en notable beneficio social.

De los usuarios del transporte público reglamentado, un 71% no posee disponibilidad de vehículo y un 53% percibe ingreso familiar mensual inferior a \$200.000.

El valor subjetivo del tiempo, es decir; lo que los usuarios de transporte público están dispuestos a pagar por cada minuto de tiempo que se ahorran en movilizarse, expresado en unidades de \$/minuto, depende del estrato socioeconómico según el detalle de Tabla N° 4.

**Tabla N° 4: Valor Subjetivo del Tiempo (\$/min)**

Estrato	VST Viaje	VST Espera	VST Caminata
Bajo	9,02	4,87	4,36
Alto	15,12	8,16	7,31

FUENTE: SEREMITT, 1997

Esto implica que para el estrato bajo, la valoración del tiempo de espera es similar a la del tiempo caminando, pero el tiempo de viaje lo valoran al doble. Similar situación sucede con el estrato alto, con la diferencia que la valoración nominal es el doble aproximadamente.

Estos resultados son coincidentes con los reportados en Ortúzar, J. et al. (1991) y detallados en Tabla N° 5.

**Tabla N° 5: Importancia relativa de atributos**

Atributo	Ingreso Bajo	Ingreso Medio	Ingreso Alto
Costo	29,50	4,88	1,45
Tpo. de viaje	9,85	5,04	2,62
Riesgo de accidentes	6,13	2,86	1,72
Comodidad	4,47	2,01	1,54
Tiempo de espera	2,50	1,62	1,67
Pasajeros de pie	1,06	1,00	1,00
Variabilidad tpo. espera	1,00	1,65	1,41

FUENTE: Ortúzar, et al., 1991

Algunas conclusiones interesantes de destacar son:

- ✓ el **tiempo de trasbordo** se ubica, en todos los estratos, en ordenes de magnitud inferiores, lo cual avala la posibilidad de diseñar sistemas de transporte público masivo integrados;
- ✓ El costo del viaje es el atributo principal en el caso de los ingresos bajos y medios (en este caso ocupa el segundo lugar en importancia, después del tiempo de viaje);
- ✓ Para los usuarios de ingresos altos, los atributos principales son el tiempo de viaje, el riesgo de accidentes, el tiempo de espera, la comodidad y el costo, en orden decreciente

En consecuencia, asumiendo como válidos estos resultados, se concluye que sistemas de TP que optimicen el tiempo de viaje, minimicen el riesgo de accidentes y tiempo de espera, y mejoren la comodidad, atraerán a usuarios de ingresos altos. En el caso que los costos se mantengan más o menos similares a los actuales, también atraerán a usuarios de ingresos medios y bajos. Lo interesante es que corredores de transporte público con tecnologías intermedias (entendiéndose por tecnología intermedia de transporte público a un sistema en superficie que otorgue una capacidad de transporte que sea mayor que la de un bus operando en la calle en condiciones normales, pero menor a la de un sistema de metro en sitio propio), presentan este tipo de características.

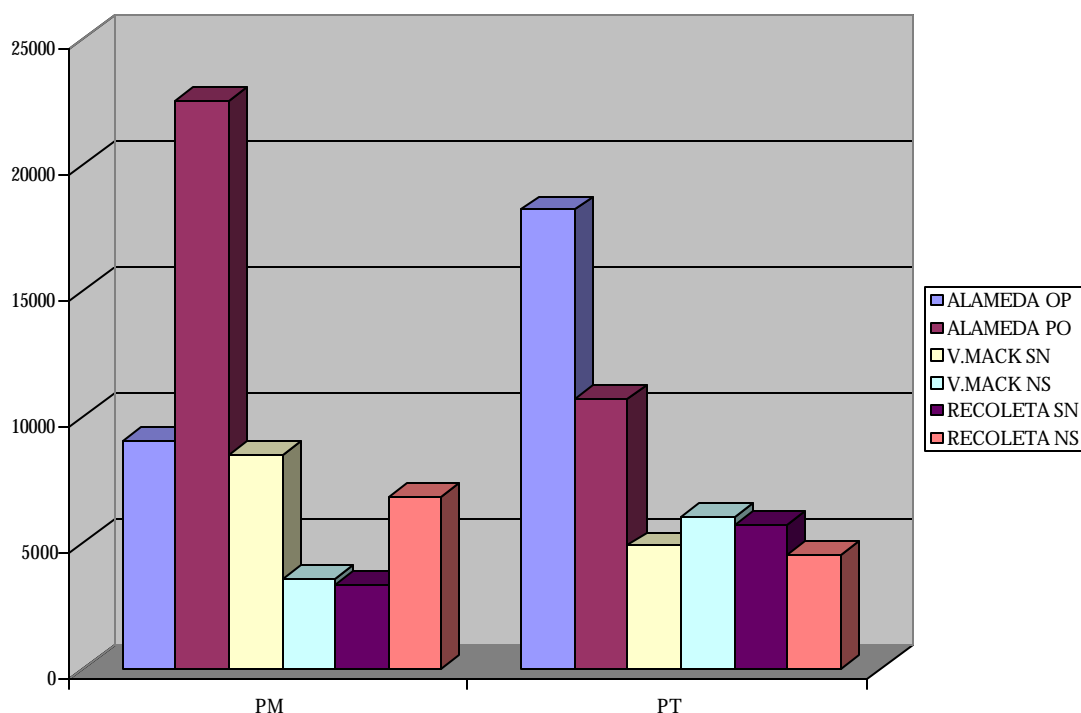
Respecto de los perfiles de carga (Figura N° 4), el eje Alameda en sentido oriente – poniente presenta 3.700 pax/hr como mínimo en Avda. Las Rejas y 14.400 pax/hr como máximo en Avda. Portugal, en el Punta Mañana. En cambio, en el Punta Tarde presenta 11.800 pax/hr en Avda. Las Rejas y 24.600 pax/hr en Avda. Ecuador. El mismo eje en sentido poniente – oriente, presenta 16.500 pax/hr en Avda. Las Rejas y 28500 pax/hr en Covadonga (Avda. Ecuador) en

el Punta Mañana. En el Punta Tarde presenta 6.350 pax/hr en Avda. Las Rejas y 15.000 pax/hr en Avda. Santa Rosa.

El eje Vicuña Mackenna presenta en sentido sur – norte 4.250 pax/hr al inicio en Puente Alto y 12.750 pax/hr a la altura de Avda. Vespucio para llegar a 9.200 pax/hr en Avda. Rancagua, en la Punta Mañana. En la Punta Tarde, presenta 8.000 pax/hr en Avda. Rancagua y 1760 pax/hr en Puente Alto. En sentido norte – sur, en Punta Mañana presenta 1370 pax/hr en Clavero (Puente Alto) y 5.800 pax/hr en Diagonal Paraguay. En el Punta Tarde presenta 1.100 pax/hr en Clavero y 10.900 pax/hr en Camino Agrícola.

El eje Recoleta en sentido sur – norte en Punta Mañana llega a los 5.600 pax/hr en Antonia Lope de Bello disminuyendo a menos de 1.000 pax/hr desde Avda. Zapadores al norte. En el Punta Tarde alcanza los 10.360 pax/hr en Dominica, disminuyendo a menos de 1.000 pax/hr en Carlos Aguirre Luco. En el sentido norte – sur, en la Punta Mañana comienza con 1.000 pax/hr en Jacaranda y alcanza los 12.700 pax/hr en Lircay. En la Punta Tarde, alcanza los 1.000 pax/hr desde Aguirre Luco y llega a 8.050 pax/hr en Antonia Lope de Bello.

**Figura N° 4: Perfiles de Carga principales ejes de Santiago**



Respecto de los orígenes destino a nivel de sectores, el par Sur – Centro presenta el mayor número de viajes diarios (modo bus y combinaciones, adultos y escolares), alcanzando a 172.900 viajes / día. Lo sigue el par Occidente – Centro con 162.750 viajes / día y el par Oriente – Centro con 159.100 viajes / día.

Interesante es destacar que los viajes intra sectores son los de mayor magnitud. El sector Oriente presenta un total de 413.400 viajes / día. Lo sigue el sector Sur con 394.200 viajes / día y el sector Occidente con 295.100 viajes / día.

De los perfiles de carga mencionados, se deduce que sistemas de corredores de buses y/o tecnologías intermedias tienen en algunos corredores específicos de Santiago, altas posibilidades de operar, por cuanto estas tecnologías comienzan a ser atractivas para cargas desde los 4.000 pasajeros / hora – sentido y hasta los 20.000 pasajeros / hora – sentido.



## 2.2 REGULACION DEL TP DE SANTIAGO

La mayor cantidad de antecedentes aquí reportados ha sido recopilados de trabajos presentados a Congresos Chilenos de Ingeniería de Transporte y Tránsito, por el actual Ministro de Transportes y Telecomunicaciones y Secretario Regional Ministerial de Transportes y Telecomunicaciones, los cuales han sido un panegírico de los objetivos que pretendía el sistema, pero no de lo que en definitiva ha resultado.

La historia del transporte público en Santiago muestra profundos cambios en las últimas tres décadas, pasando desde una fuerte regulación estatal de los años setenta y anteriores, a la desregulación total de los años ochenta, y finalmente a la regulación parcial de los años noventa, implementada a través de la llamada Ley de Licitación de Vías para el transporte público, que permite a la autoridad regular la operación de los servicios en aquellas áreas de la ciudad que presentan problemas de congestión, contaminación y seguridad.

A partir del año 1991 el sistema de transporte público de la ciudad de Santiago, sufrió profundos cambios. El decreto 212/92 del MINTRATEL definió un registro nacional de los servicios de transporte público y características mínimas de seguridad, frecuencia y apariencia del conductor. El decreto 112/91 definió las principales características del diseño físico de los buses (tamaño, espacio entre asientos, puertas, etc.), mediante la incorporación de un *bus patrón*, diseño que se ha incorporado a los nuevos estándares de fabricación chilena e importación. Se prohibió la importación de vehículos usados y se estableció la obligatoriedad de que los nuevos chasis y carrocerías de buses estuvieran especialmente diseñados para servicios de transporte público. Se estableció un programa de normas restrictivas para las emisiones de los buses. Desde 1990 hasta 1994, se redujeron los niveles de opacidad permitidos (emisiones de material particulado) desde un 32% hasta un 9%. Desde Septiembre de 1996 todo nuevo motor de vehículo de transporte público debe cumplir norma EPA-94 (o su equivalente, EURO-2), (Dourthé, et al 1999).

Básicamente, la licitación de vías es una herramienta técnica y legal que permite a la autoridad administrar el uso de las vías por parte de los servicios de transporte público, cuando ello se justifique. Es decir; disponer del uso de las vías para determinados tipos de vehículos o servicios de transporte público, mediante procedimientos de licitación pública que deben fundamentarse en análisis técnicos.

Hasta la fecha, se han desarrollado tres licitaciones (1992,1994 y 1998), los criterios técnicos de adjudicación e importancia relativa han ido variando según la experiencia adquirida y objetivos perseguidos. Los criterios generales más importantes han sido (Dourthé, et al, 1999):

- ✓ Trazados y Frecuencias. Se fija el trazado y frecuencia máxima permitida dentro del área regulada, pudiendo modificarse – de común acuerdo con la autoridad competente – en aquellos casos de aumento desmedido de la demanda, lo cual en la práctica no necesariamente se ha cumplido.
- ✓ Edad de los vehículos. Se define un límite de edad, actualmente 10 años (la primera licitación consideró 18 años como máximo) para buses tradicionales y 4 años para buses con tecnología no contaminante.
- ✓ Capacidad de los vehículos. Se incentiva el uso de vehículos de mayor tamaño (uso más eficiente del espacio público).
- ✓ Formalización de Operadores. En las licitaciones anteriores, se exigía la agrupación de los operadores en empresas o asociaciones y un representante legal. En la última licitación, esta exigencia no fue considerada, por asumirse que se ha alcanzado un grado razonable de formalización.
- ✓ Tarifas. Se establecen cuatro tarifas posibles, para que los operadores escojan la que les sea más conveniente. Se establece una fórmula de reajustabilidad futura de las tarifas. Sin

embargo, en la práctica se han establecido dos tarifas, una para pasajeros adultos y otra para escolares.

La licitación actualmente vigente estableció un período de vigencia de los contratos de 5 años, la cual finalizará en Marzo de 2003, cubriendo unos 270 km<sup>2</sup> de superficie (50% de cobertura de área urbana de Santiago). La aplicación de esta política ha permitido reducir el parque vehicular de 13.500 a 9.000 vehículos; reducir la edad promedio de 14 años a 4,5 años; aumentar la capacidad promedio de los vehículos, dado que los taxibuses prácticamente han salido del sistema y los nuevos vehículos tienen mayor capacidad que las tecnologías antiguas.

El mayor logro según la autoridad, ha sido la estabilización de las tarifas, las cuales (descontando la inflación) se han mantenido más o menos estables alrededor de los 30 centavos de dólar desde 1991. Sin embargo, el reciente conflicto de Febrero del 2000 dice lo contrario. Desafortunadamente, la formalización de las empresas no ha tenido los resultados esperados dado que la mayoría de éstas son empresas *de papel*, ya que la autoridad no les obliga a adquirir un capital de empresa y existen desincentivos tributarios para formalizarlas.

Licitación de Vías			
Parque de Buses	Contratos	Edad Promedio	Tarifa
de 13.500 a 9.000 vehículos	5 años cobertura de 270 km <sup>2</sup> (50% área urbana de Stgo.)	de 14 años a 4,5 años	Estable en US\$0,30 desde 1991

A partir de estos antecedentes, es claro que el principal objetivo de la autoridad es mantener, para un nivel de servicio razonable – en comparación con el nivel de servicio existente hasta la década del 80 – un nivel tarifario bajo, por cuanto el usuario mayoritario del sistema es de bajos ingresos. Sin embargo, también es claro que esta política es totalmente cortoplazista, por cuanto los operadores se sentirán agobiados financieramente en el corto plazo.

Si bien este objetivo es consecuente con la política de gobierno, en el sentido de proveer a la mayoría de la población un medio de transporte razonable a un precio accesible, necesariamente requiere ser complementado con objetivos que desincentiven el uso indiscriminado del automóvil, no con mecanismos de disuasión si no que con la aparición de modos de transporte alternativos que sean atractivos para el segmento medio y alto.

### 2.3 POLITICA DE TRANSPORTE URBANO DEL NUEVO GOBIERNO

Aunque oficialmente no ha sido definida cual será la política oficial del sexenio y para el largo plazo (2000 – 2010, por ejemplo), existen documentos programáticos que entregan elementos de por donde iría la nueva política. Al respecto, la mayor cantidad de antecedentes aquí reportados ha sido recopilados del Plan de Desarrollo del Sistema de Transporte Urbano, Gran Santiago, Período 2000 – 2010, informe desarrollado por un equipo multidisciplinario de profesionales, y propuesto a la candidatura del Presidente Electo.

Los objetivos específicos de la política de transporte urbano propuesta por S.E. el Presidente de la República en Agosto de 1996, son incentivar el uso del transporte público, incentivar el uso racional del automóvil, e incentivar una adecuada armonía con el desarrollo urbano y el medio ambiente.

Para alcanzar el logro de estos objetivos, se ha propuesto modernizar el transporte público, mediante la construcción de vías exclusivas, modernización tecnológica del material rodante, racionalización de estructura de recorridos, desarrollo de nuevas líneas de metro y/o prolongación de existentes, desarrollo de trenes de cercanía, generación de sistemas de TP de alto estándar y el establecimiento de un sistema de integración tarifaria; adicionalmente se ha propuesto internalizar los Costos de Usuarios del Transporte Privado, mediante la Ley de Concesiones (dado que la Ley de Tarificación Vial no cuenta con la mayoría necesaria en el



Senado), ejecutando el concesionamiento de 600 km de vías exclusivas y de vialidad urbana, permitiendo así financiar parcialmente las inversiones asociadas al TP de superficie. Como complemento, se pretende potenciar la Gestión de Uso de Suelo, mediante la definición de medidas de políticas y mecanismos que permitan orientar la localización de actividades, con el fin de racionalizar la futura demanda por transporte (medidas tales como cambios en tendencia de localización de hogares y de servicios y equipamientos). Mayores detalles del programa de acción y de las formas de financiamiento propuestas pueden encontrarse en el documento referido. Sin embargo, es conveniente resaltar el grado de avance en lo que respecta a corredores exclusivos de transporte público, tecnologías intermedias y futuras líneas de Metro.

En este contexto, se han desarrollado diversos estudios de prefactibilidad de vías exclusivas de buses. En todos los casos, se ha diseñado y evaluado desde el punto de vista social la construcción de un corredor segregado central para el transporte público, bajo el supuesto que operen los actuales buses y se mantengan las estructuras de recorridos y tarifas existentes. El diseño físico de la faja central permite mediante modificaciones menores, compatibilizar su geometría y operación con la implementación de tecnologías intermedias, a excepción de las estaciones de transferencia, **aspecto no abordado a la fecha**.

El detalle de los corredores evaluados considera:

1. Eje Vicuña Mackenna, entre Américo Vespucio y Puente Alto. Anteproyecto Finalizado.
2. Eje Independencia - Vivaceta, entre Santa María y Américo Vespucio. Anteproyecto Finalizado.
3. Eje Santa Rosa, entre Alameda y Lo Ovalle. Ingeniería de Detalle Finalizada.
4. Eje Gran Avenida y Par San Diego / Nataniel Cox. Ingeniería de Detalle Finalizada en 2/3 y anteproyecto en ejecución en el tramo restante.
5. Eje Tobalaba entre Providencia y Puente Alto. Anteproyecto Finalizado.
6. Eje Pajaritos entre Alameda y Pedro Aguirre Cerda. Anteproyecto Finalizado.
7. Eje Grecia entre Vicuña Mackenna y Tobalaba. Tramo Tobalaba – Doctor Johow, anteproyecto en Ejecución; Tramo Doctor Johow – Crescente Errázuriz, construido; Tramo Crescente Errázuriz y Vicuña Mackenna, Ingeniería de Detalle Finalizada.
8. Anillo Intermedio, Anteproyecto Finalizado.
9. Anillo Américo Vespucio, Ingeniería Finalizada.
10. Eje Alameda entre Matucana y Las Rejas, Anteproyecto Finalizado.
11. Eje Recoleta entre Santa María y Américo Vespucio, Anteproyecto Finalizado.
12. Eje San Pablo, entre Matucana y Américo Vespucio, Anteproyecto Finalizado.

Respecto de la extensión de la red de Metro, se propone el siguiente programa de inversiones:

- (i) Construcción de una línea hacia Maipú, incluyendo el ramal hacia calle Placer (Anteproyecto en Fase de Término).
- (ii) Construcción de una extensión operacional de Línea 2 por Recoleta y habilitación de estación de transferencia que integre a la Red, las demandas de los corredores de Independencia y Recoleta (Anteproyecto en Ejecución).
- (iii) Extensión Línea 2 al sur, hasta Américo Vespucio. (Inicio Anteproyecto en primer trimestre del año 2000).
- (iv) Extensión Línea 5 al poniente hasta Matucana y habilitación de estación de transferencia que integre demandas de corredores San Pablo, Mapocho, José Joaquín Pérez y Carrascal. (Inicio Anteproyecto en primer trimestre del año 2000).
- (v) Extensión Línea 1 al oriente (Inicio anteproyecto año 2001) a través de Ley de Concesiones, incluyendo una estación de transferencia en las inmediaciones del nudo Apoquindo/Manquehue.

Respecto de la modernización del parque rodante, se propone llevarlo a cabo a través de la implementación de tecnologías intermedias, en los corredores de TP que cuentan con vías



exclusivas centrales. A la fecha, los análisis recién están comenzando con el estudio de prefactibilidad para el Eje Vicuña Mackenna, entre Américo Vespucio y Puente Alto.

En SECTRA, (1999) se identifica como eje susceptible de incorporar tecnologías intermedias al eje Vicuña Mackenna, respecto del cual existe además una iniciativa privada para habilitar tecnología O-Bahn. En esta perspectiva, el eje por calle Placer también podría ser incluido como parte de este programa.

Según la propuesta, en función de las posibles ampliaciones de la Red de Metro, de los trenes suburbanos, los corredores exclusivos y las tecnologías intermedias, las estaciones de transferencia que se podrían construir en el período son las siguientes:

- (i) Readequación del terminal de intercambio Línea 5, junto con una posible estación en Puente Alto.
- (ii) Nueva estación de transferencia en Recoleta, que permita integrar corredores de buses de Recoleta e Independencia.
- (iii) Nueva estación de transferencia en Línea 2 en Américo Vespucio, incluida en el proyecto de extensión.
- (iv) Nueva estación de transferencia en Alameda / Santa Rosa, probablemente no requiriéndose una estación similar a casos anteriores. Posiblemente bastará con habilitar retornos adecuados a buses que no cruzan Alameda hacia el norte.
- (v) Nueva estación de transferencia en Maipú para integrar al Metro los recorridos de la zona. Esta estación no está incluida en el proyecto de Metro.
- (vi) Nueva estación de transferencia en Matucana, que permita integrar corredores de zona norte con prolongación de Línea 5 al poniente.
- (vii) Nueva estación de transferencia en zona Grecia - Bustamante para integrar Línea 5 con corredor Grecia.
- (viii) Nueva estación de transferencia en las inmediaciones de Apoquindo - Manquehue, que permitirá integrar Línea 1 con recorridos de zona oriente, incluido proyecto de prolongación Línea 1 al oriente.

### 3 AGENTES INVOLUCRADOS: SUS INTERESES

A partir de los contactos propios del asesor y de la Coordinación General de Concesiones se confeccionó una lista de los diversos agentes involucrados con el tema bajo estudio. A partir de dicha información, originalmente se definieron pautas de entrevistas específicas a cada agente, en función de los intereses propios de cada organismo. Sin embargo, por solicitud expresa de la CGC, dichas entrevistas no se realizaron a la totalidad de los agentes. Como método alternativo, se optó por analizar sus lineamientos de acción a partir de documentación escrita y/o entrevistas informales.

Cabe señalar que las opiniones que a continuación se expresan, no necesariamente son compartidas por el consultor, existiendo en algunos casos, divergencia de diagnóstico y opinión.

#### 3.1 SUBSECRETARIA DE TRANSPORTES

Respecto del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, la Ley N°18.059 de 1981, lo define como organismo Rector Nacional de Tránsito y dispone que dicha secretaría sea el organismo normativo nacional encargado de proponer políticas en materia de tránsito por calles y caminos y demás vías públicas o abiertas al uso público y de coordinar, evaluar y controlar su cumplimiento.

Así mismo, la Ley N°18.290 señala al MINTRATEL diversas facultades y atribuciones, entre las que destaca el establecer las características técnicas de construcción, dimensiones y condiciones de seguridad, presentación y mantenimiento de los vehículos; determinar las normas a que deberán ajustarse en su operación los servicios de locomoción colectiva de pasajeros y de taxis; prohibir por causa justificada la circulación de todo vehículo o de tipos específicos de vehículos por determinadas vías públicas; y autorizar en casos calificados, que una avenida o calle sea destinada a un uso distinto del tránsito de vehículos. En consecuencia, la subsecretaría debe definir normas y reglamentos, así como fiscalizar su cumplimiento.

En este contexto, la subsecretaría de transporte, dependiente del nuevo ministerio de obras públicas y transporte, junto a las demás dependencias de este nuevo ministerio en formación, serán las instancias institucionales claves para la implementación de proyectos de corredores con vías exclusivas para ser utilizado por tecnologías intermedias de transporte público.

La opinión del Ministerio respecto de la contaminación ambiental indica que si bien los buses producen contaminación ambiental, al igual que todos los vehículos de combustión interna, es claro que el problema más agudo hoy día lo presenta el material particulado<sup>1</sup>. La fuente más importante de este contaminante es el polvo levantado por la circulación de los vehículos en las calles. Existen más de 9.000 buses y más de 750.000 automóviles y vehículos livianos operando en Santiago, todos los cuales levantan polvo. Una segunda fuente de material particulado son los motores diesel que utilizan los buses y en menor medida los automóviles no catalíticos. En este contexto, la opinión de la autoridad es que las normas técnicas exigidas para los nuevos buses (EPA-91 y EPA-94) junto con los procesos de racionalización y modernización del sistema de transporte público, deberán reducir sustancialmente el aporte de los buses a este problema. Actualmente la mitad de los buses que operan en Santiago ya cumplen con las normas mencionadas, y la renovación del parque continúa aumentando estas cifras.

La opinión del Ministerio respecto de la congestión, es que existen casi 80 automóviles por cada bus que opera en Santiago, lo cual sugiere cuál es la responsabilidad real del transporte público en el problema de congestión. Si a ello se suma el hecho de que los 9.000 buses sirvan 4,5 millones de viajes en tanto que los automóviles sólo sirven a 1,7 millones diarios, resulta claro

---

<sup>1</sup> Existen antecedentes de que CONAMA ha encargado un nuevo estudio que establece que los factores de contaminación más perjudiciales para la salud no son el PM10, que es el que normalmente se mide. Sin embargo, hasta la fecha, el consultor no cuenta con antecedentes para modificar su afirmación.

cuál es el modo de transporte socialmente más eficiente, en términos de contaminación y espacio vial requerido por pasajero transportado.

La opinión del Ministerio respecto de la congestión, es que existen casi 80 automóviles por cada bus que opera en Santiago, lo cual sugiere cuál es la responsabilidad real del transporte público en el problema de congestión. Si a ello se suma el hecho de que los 9.000 buses sirvan 4,5 millones de viajes en tanto que los automóviles sólo sirven a 1,7 millones diarios, resulta claro cuál es el modo de transporte socialmente más eficiente, en términos de contaminación y espacio vial requerido por pasajero transportado.

Respecto de la actual estructura operacional de los recorridos, en opinión de las autoridades de la subsecretaría de transportes (MINTRATEL), ésta básicamente responde los requerimientos de la demanda. Si embargo, en opinión del consultor, ésta no es la óptima desde el punto de vista social por cuanto – en ningún caso - ha sido diseñada por especialistas.

### **3.2 PROVEEDORES DE LOS SERVICIOS: LOS EMPRESARIOS**

Las opiniones aquí vertidas han sido principalmente recopiladas a partir del órgano de expresión con que cuenta el gremio: la revista "sobre ruedas", con las publicaciones del año 1999 y primer trimestre de 2000.

Según la fuente, el mayor de los problemas lo constituye el nivel tarifario con que operan. A principios de 1998, para la última licitación, el gremio se presenta con la tarifa máxima que las bases permitían, esto es \$190, es decir; sin ninguna competencia entre las empresas prestadoras del servicio. Estudios de costos desarrollados por los operadores de esa época señalaban que la tarifa que financiaba los costos de operación era de \$230. Estudios similares desarrollados por la Universidad Católica de Valparaíso en enero de 2000 permitieron, unilateralmente, subir las tarifas a \$270.

Los ingresos asociados a la venta de boletos considera un promedio de 11.400 adultos y 2.374 escolares mensualmente (SEREMITT, 1997) a tarifas de \$180 y \$60 en Marzo de 1999. Esto implica un ingreso mensual de MM\$2,13 aproximadamente. Como resultado de estas tarifas, según el gremio, los empresarios del sector han tenido que renegociar deudas, soportar retiros e incautaciones judiciales a sus vehículos, eliminar la mantención preventiva y minimizar la mantención correctiva. Estos antecedentes son corroborados por trabajos científicos (ver Jara-Díaz et al., 1997) que indicarían la necesidad de subsidiar la tarifa del transporte público de superficie, puesto que, asumiendo optimalidad de operación, estos estarían funcionando sin cubrir costos de operación. Al respecto, cabe resaltar que estos estudios no presentan los antecedentes que permiten efectuar dichas conclusiones, por cuanto no es del todo clara la fuente de información.

**Tabla N° 6 Gastos de un autobús urbano licitado (\$ Marzo 1999)**

<b>GASTOS FIJOS</b>		
REMUNERACION FIJA DE CHOFERES	\$	218.000
LEYES SOCIALES EMPLEADOR	\$	12.753
AGUINALDO FIESTAS PATRIAS Y NAVIDAD	\$	18.167
FONDO INDEMNIZACION POR AÑOS DE SERVICIO	\$	18.167
GASTOS ADMINISTRATIVOS	\$	280.000
ESTACIONAMIENTO NOCTURNO BUSES	\$	60.000
REVISIONES TECNICAS, PERMISOS DE CIRCULACION	\$	10.000
SEGUROS (ACCIDENTES, DAÑOS, INCENDIOS, ETC.)	\$	147.420
CUOTA MENSUAL CREDITO BUS	\$	1.158.547
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$</b>	<b>1.923.054</b>
<b>GASTOS VARIABLES SEGUN KILOMETROS RECORRIDOS</b>		
COMBUSTIBLES	\$	656.125
NEUMATICOS	\$	138.894
REPARACION Y NEUMATICOS	\$	13.889
MANTENCION Y REPARACION BUS	\$	200.000
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$</b>	<b>1.008.908</b>
<b>GASTOS VARIABLES SEGUN PASAJEROS TRANSPORTADOS</b>		
REMUNERACION VARIABLE CHOFER (7,0%)	\$	224.523
LEYES SOCIALES EMPLEADOS (0,38%)	\$	12.188
REEMPLAZO CHOFER (0,63%)	\$	20.207
FONDO INDEMNIZACION (0,58%)	\$	18.605
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$</b>	<b>275.523</b>
<b>GASTO TOTAL</b>	<b>\$</b>	<b>3.207.485</b>

FUENTE: Beya, J. 1999.

Durante el primer semestre de 1999 fue publicado en el Diario Oficial el Decreto Supremo que reglamenta las escuelas de conductores profesionales, elaborado por el MINTRATEL. Dichas escuelas serán las encargadas de impartir los conocimientos, destrezas y habilidades necesarias para que los egresados puedan optar a una licencia de conductor Clase A, para conducir vehículos de transporte de pasajeros o de carga. Sin embargo, se ha ido postergando sucesivamente la entrada en vigencia de su obligatoriedad para los nuevos conductores.

Respecto de la conversión de vehículos diesel a gas, en opinión del gremio, la experiencia nacional e internacional es negativa, debido principalmente a que se trata de un vehículo de muy alto valor; con tecnología y mantención extremadamente elevada; repuestos que no se encuentran fácilmente al alcance de los empresarios; con deficiente rendimiento en relación al diesel; menor autonomía de trabajo y apenas dos lugares en Santiago, para cargar los cilindros, que además, tiene un lento proceso de llenado.

Si bien los buses a gas natural no emiten partículas, sí emiten gases que vienen a configurar el ozono negativo del que Santiago está saturado. En adición, si la mayor parte del parque de buses de Santiago fuera a gas, crearía un efecto invernadero tremendamente nocivo. La improvisación y confusión que existe en este tema son graves y por ello los transportistas de pasajeros insisten en que es necesario que los núcleos científicos, principalmente las universidades, definan cual debe ser el mejor combustible.

Respecto de la implantación de los cobradores automáticos, la opinión del gremio es que ha implicado toda una revolución en el transporte remunerado de pasajeros. Una transformación que comienza en la base del sistema de cobro. La estructura operacional cambia drásticamente, del tradicional sistema de inspectores de garita y administrativos que estaban todo el día, lápiz en mano, elaborando informes, se pasa a sistemas computacionales en red, confiables, rápidos y eficientes, que permiten un manejo dinámico de la información. Se cambia la tradicional

recaudación del conductor al empresario al término de cada turno por una recaudación centralizada que obliga a modificar hábitos de todos los protagonistas del proceso. Adicionalmente, el cobro automático provoca un impacto en el comportamiento del usuario, hoy todos tienen problemas con el cobrador automático, especialmente los pasajeros que se enfrentan con una máquina que no conocen, que no habla y que puede fallar a pesar de su avanzada tecnología. La posición del gremio, es a favor de modificar el sistema de cobro de tal manera que no circule dinero en los buses, es decir; se cancele el pasaje con tarjetas que se puedan adquirir en kioscos, almacenes o negocios de la ciudad. Un sistema de este tipo eliminaría los asaltos a conductores y el desvalijamiento de terminales. Entre sus planes estratégicos, este año pretenden implantar el cobro de pasaje en los escolares con esa tarjeta, introduciendo así el nuevo sistema.

### 3.3 LOS USUARIOS

Estos son los agentes principales del sistema por cuanto proveen el sustento financiero para que existan servicios de transporte público y todas las actividades económicas relacionadas, no presentan un mínimo grado de organización que les permite ejercer un poder de influencia real sobre el resto de los agentes del sistema, debido principalmente a la inexistencia de la percepción de que una acción concertada de usuarios organizados, generaría un cambio en las condiciones del servicio, y que las acciones que ellos pudieran efectuar no conllevaría un efecto de presión sobre el resto de los agentes.

Sin embargo, existen grupos ambientalistas (Greenpeace, Furiosos Ciclistas) que se encuentran desarrollando diversos eventos en torno a mejorar el actual sistema de transporte público. Al respecto, desde Agosto de 1999 funciona la RED CIUDADANA, tarea iniciada por el Consejo Nacional de Consumidores y Greenpeace – Chile, cuya finalidad es trabajar por un mejor transporte público y fomentar el uso de los medios de transporte de una forma convivial, vale decir; que ayude a nuestra convivencia, cuidando la seguridad, comodidad y libertad de todos. El espíritu que fomenta esta iniciativa es que si cada usuario mejora gradualmente la forma como utiliza los medios particulares y públicos de transporte, se contribuye a formar una nueva cultura ciudadana y se avanza en el desarrollo de soluciones eficientes, más que mediante meros esfuerzos técnicos y de infraestructura.

En consecuencia, desde la óptica de los usuarios, existen los organismos y el deseo de mejorar el actual sistema de TP de Santiago, por lo cual debieran apoyar cambios tecnológicos y operacionales.

### 3.4 LOS PARLAMENTARIOS Y PARTIDOS POLITICOS

Desde el punto de vista institucional, el Artículo 19 N°21 de la Constitución Política del Estado, consagra el derecho a desarrollar cualquiera actividad económica que no sea contraria a la moral, al orden público o a la seguridad nacional, respetando las normas legales que la regulen. No obstante, la misma disposición señala que el Estado y sus organismos podrán desarrollar actividades empresariales o participar en ellas sólo si una ley de quórum calificado los autoriza. En consecuencia, la operación de corredores exclusivos y/o nuevas tecnologías, debe ser explotada por particulares, salvo que exista ley de quórum calificado, siendo necesario el apoyo de los parlamentarios y partidos políticos.

Sin embargo, existe una posibilidad de que sea el Estado quien explote indirectamente los nuevos servicios, si así lo desea. La Ley N°18.772 de 1989, que estableció las normas para transformar la Dirección General de Metro en Sociedad Anónima, autorizó al Estado para desarrollar actividades empresariales de servicio de pasajeros mediante ferrocarriles metropolitanos urbanos y suburbanos u otros medios eléctricos complementarios y servicios anexos. Esto, mediante una sociedad anónima formada por el Fisco de Chile y la Corporación de Fomento de la Producción. Así, el giro de la nueva Empresa de Transporte de Pasajeros Metro S.A., es la realización de todas las actividades propias del servicio de transporte de pasajeros en ferrocarriles metropolitanos u otros medio eléctricos complementarios y las anexas a dicho giro,



pudiendo con tal fin constituir o participar en sociedades y ejecutar cualquier acto u operación relacionados con el objeto social.

En el mismo contexto, la Ley N°18.695, Orgánica Constitucional de Municipalidades, establece que las municipalidades podrán desarrollar, directamente o con organismos de la Administración del Estado, funciones relacionadas con el transporte y tránsito público. En consecuencia, las municipalidades también se encuentran jurídicamente habilitadas para desarrollar actividades empresariales relacionadas con el transporte de pasajeros.

Concluyendo, desde el punto de vista regulatorio, es factible que el Estado indirectamente sea quien explote estas nuevas tecnologías, mediante sociedades anónimas entre Metro S.A. y terceros; o bien las municipalidades; o que sean los privados directamente, mediante la tutela de MINTRATEL, para lo cual debe ejercer en plenitud sus facultades normativas a objeto de compatibilizar la operación del sistema en su conjunto.

Independiente de quien sea quien explote estas tecnologías y corredores, es necesario modificar la Ley N°18.290 (de Tránsito) con la finalidad de reconocer la existencia de corredores exclusivos y fijar las normas de circulación que correspondan.

Respecto de la construcción de las obras, éstas pueden ser llevadas a cabo por las Intendencias Regionales, las Municipalidades, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo o el Ministerio de Obras Públicas. Si bien no es posible jurídicamente realizar un proceso de licitación pública dirigido a cumplir ambos propósitos (construcción y explotación) por cuanto ninguna de las Secretarías de Estado se encuentra legalmente facultada para delegar sus potestades públicas, no existe inconveniente alguno para que éstas se coordinen y desarrollen los procesos paralela y complementariamente.

### **3.5 CARABINEROS DE CHILE**

Si bien no se realizaron consultas directas a este agente, por los motivos mencionados al comienzo del capítulo, es factible puntualizar la opinión de Carabineros de Chile respecto de los lineamientos de acción que debieran ser de su preferencia.

Es claro que el actual sistema de TP de superficie posee, al menos, dos problemas graves en los cuales se ve inmiscuida la fuerza pública. El primero lo son los reiterados asaltos a buses de locomoción colectiva y el segundo al elevado número de accidentes en que se ven involucrados los buses.

Lo interesante del caso es que con una política de integración tarifaria que contemple el pago en otro lugar, no en el vehículo, prácticamente se eliminan los asaltos a buses. Primero porque dentro del vehículo no debiera circular dinero de los pasajes y segundo porque en estado de régimen, los usuarios no debieran requerir dinero para movilizarse.

En adición, un cambio tecnológico (que no necesariamente implica tecnología intermedia) y cambio operacional (corredores exclusivos), implica una drástica reducción de la tasa de accidentes. Antecedentes internacionales que comparan situaciones antes / después, indican que los accidentes en términos de millones de pasajeros - kilómetros al año, disminuyen de 4,0 para el autobús urbano a 1,6 para los Metro Ligeros o Tranvías. En términos de millones de vehículos - kilómetros, disminuye de 45 para el autobús a 39 para el Metro Ligero o Tranvías.

En consecuencia, una política de integración tarifaria y una de renovación tecnológica y operacional del actual STP de Santiago, debiera ser apoyada por la Institución, puesto que permitiría destinar personal a otras actividades, relacionadas con la seguridad ciudadana.

Un punto importante de destacar es la necesidad de modificar la actual Ley de Tránsito, en el sentido de incorporar los corredores de transporte público, así como las normas de circulación que correspondan.





### 3.6 LAS UNIVERSIDADES

En opinión de profesionales de este sector, análisis operacionales de tecnologías intermedias, a nivel internacional, no son aplicables en Santiago, debido principalmente al nivel de demanda al cual son sometidos. Los estudios nacionales analizados indican que el cálculo de la capacidad del sistema ha sido obtenido erróneamente. Existe nota técnica al respecto. Esto implica que las tecnologías intermedias no necesariamente mejoran el sistema, en muchos casos empeoran.

Respecto de las tarifas, existen diversos estudios que indicarían la necesidad de aplicar un subsidio a las empresas operadoras de TP. Existen referencias en Actas del VIII congreso, Pág. 271. Quizás la mejor justificación sea la abundante evidencia internacional respecto del subsidio al transporte público en los países desarrollados, que tienen internalizados, como política, el ofrecer buena calidad de servicio

Se vislumbra un problema en el caso de concesiones de corredores y/o STP a privados: falta de planificación integral del STP de Santiago. Esto implica la necesidad de, antes de aceptar cualquier idea, definir lo que Santiago requiere como STP. Adicionalmente, normar respecto del análisis, diagnóstico, diseño y evaluación de STP para poder evaluar con una misma medida y poder asegurar la calidad técnica de los trabajos realizados por privados. Adicionalmente, las nuevas ideas de corredores presentadas mediante el mecanismo de concesiones, están normalmente comprometidas con tecnologías específicas de ciertos fabricantes, lo cual implica que no siempre la solución será la más adecuada.

### 3.7 CEPAL

Entre los organismos internacionales consultados se encuentra CEPAL, quien mediante el Oficial a cargo de la Unidad de Transporte, Sr. Ian Thomson, nos indicó su posición respecto del tema.

Respecto del actual sistema de transporte público, en primera instancia es bastante aceptable en comparación con sistemas similares de Sudamérica. La cobertura es razonable y posee elevada frecuencia. Sin embargo, para lograr avanzar en términos de la actual política de desincentivo al uso del automóvil, es necesario implementar servicios de transporte público que atraigan a estos usuarios, ya que es claro que el actual sistema no los atrae, sino que por el contrario los repele.

Según el especialista, esta meta es posible lograrla con sistemas ejecutivos (pasajeros sólo sentados) con tarifas que bordeen los US\$2,0 por pasajero. Si bien se han desarrollado experimentos de ésta naturaleza recientemente en Santiago (Licitación de Sistemas Ejecutivos), estos han fracasado debido al excesivo recelo de las autoridades centrales al exigir topes de tarifas máximas, lo cual implica los mismos problemas que actualmente acontecen con los empresarios. Sin embargo, es factible revertir esta situación, mediante la implementación de sistemas ejecutivos con tope de tarifa mínima, así los usuarios del automóvil debieran ser atraídos por este nuevo sistema de transporte.

Respecto de regular la congestión mediante la tarificación vial, se piensa que en la teoría, es una muy buena herramienta de análisis. Sin embargo, luego de casi 10 años desde los primeros estudios realizados nacional e internacionalmente, aún no es posible implementarla debido a problemas tecnológicos (más que teóricos) y de rechazo ciudadano. En consecuencia, si bien hoy en día a nivel gubernamental se habla de tarificación por zonas, es poco probable que se logre algún avance serio en este aspecto, nuevamente debido a problemas de rechazo ciudadano. Como solución a este problema, se sugiere controlar aquellas áreas, en donde exista congestión, mediante la regulación de los estacionamientos (la tarifa principalmente), esquema utilizado exitosamente en diversas ciudades del mundo y que forma parte de los principios básicos de toda Gestión Integral de Tránsito.

Respecto del Metro, ciudades como Santiago con su elevada (aún) participación del TP en los viajes diarios, lo requieren por su captación de usuarios del automóvil más que usuarios del





tradicional TP de buses. Sin embargo, debido a su elevado costo de inversión, es interesante su construcción y explotación por parte del sector privado.

Por último, respecto de las tecnologías intermedias, si bien los montos de inversión por unidad de longitud son más baratos en comparación con Metros, y son capaces de transportar capacidades algo inferiores, en comparación con sistemas de convoy de buses simples y/o articulados, son claramente más costosos (inversión y mantención) y no presentan ventajas en términos de capacidad de transporte.

### **3.8 LOS AUTOMOVILISTAS**

Desde la óptica e intereses de los automovilistas, consultados diversos usuarios y representantes de Automóvil Club de Chile (informalmente), estos apoyarán todo esfuerzo que involucre cambio tecnológico y operacional del actual sistema de transporte público. La razón principal radica en que asumen que cualquier cambio tecnológico estaría asociado a una disminución del parque circulante de buses, debido a una mejor racionalización de la operación del sistema y a que nuevos sistemas de metros ligeros o tranvías tienen un nivel de servicio (confort, seguridad, limpieza) muy superior al actual sistema de TP.

### **3.9 SECTRA**

El análisis de los lineamientos de acción que pretende materializar este agente, en torno al transporte público de Santiago, se apoya sobre la base del calendario de proyectos que pretende desarrollar y/o ha desarrollado en el último tiempo.

Según la proposición de desarrollo del transporte urbano, se ha modificado el programa de trabajo de SECTRA para el año 2000, asegurando la ejecución de los análisis de prefactibilidad de las extensiones de Línea 2 al sur y Línea 5 al poniente.

Dado que los análisis de las extensiones de la Red de Metro deben ser desarrollados integralmente, desde el punto de vista del sistema de transporte, es necesario que formen un sistema coherente con las vías exclusivas que las alimentan, los terminales de intercambio y la reestructuración de recorridos y tarifas. En consecuencia, es razonable considerar que la línea de acción de SECTRA será la propuesta al Presidente Electo.



## 4 DIAGNOSTICO

La información proporcionada por el análisis de los estudios anteriores, consultas a los agentes involucrados y lectura de trabajos científicos, ha permitido confeccionar un diagnóstico de la situación, el cual se desarrolla a continuación.

Desde el punto de vista de los usuarios y automovilistas, cualquier cambio en el actual sistema de transporte de superficie, que implique actualización tecnológica, integración operacional o integración tarifaria, debiera ser bien visto. Las razones son de diversa índole. Por un lado, los usuarios del transporte público asumen que el nivel de servicio del sistema mejorará, manteniendo más o menos estables las tarifas. Por otro, los automovilistas asumen que la racionalización traerá aparejada una disminución de los buses en circulación, disminuyendo la congestión.

Independiente de los argumentos técnicos a favor o en contra de estas consideraciones, lo interesante de destacar es que la opinión pública estaría de acuerdo con el cambio. Es más, existen grupos ambientalistas que apoyarían dicho cambio.

Desde la óptica de Carabineros de Chile, el cambio también sería bien visto, principalmente porque disminuirían los asaltos a conductores (si existe integración tarifaria) y se reducirían los accidentes de tránsito, según experiencia internacional antes / después, con sistemas de metro ligero o tranvías frente a buses tradicionales.

Hasta donde es posible vislumbrar, la mayoría de los parlamentarios y partidos políticos debieran estar a favor del cambio. La razón principal es que ambas candidaturas presidenciales afirmaron que el sistema de transporte público debía modernizarse. Muy probablemente las desavenencias se produzcan en torno a los métodos para implementar el cambio y dicha modernización, en especial en los mecanismos de financiamiento.

Respecto de los proveedores del servicio de transporte público. Todo indica que en el caso de implementar sistemas de cobro automático integrados, estos debieran acoger la medida favorablemente, por cuanto identifican claramente las ventajas de dicho sistema. De igual forma sucede en el caso de la operación en corredores exclusivos, por cuanto la experiencia que poseen (Corredor de Avda. Grecia) es bastante positiva. Interesante es destacar que si bien, dicho corredor no funciona en forma óptima, por los motivos técnicos y administrativos conocidos, la impresión del gremio (y de los usuarios) es que ha producido beneficios a todos los involucrados.

También es clara la posición del gremio de empresarios al momento que el Gobierno intente introducir nuevas tecnologías: se opondrán. Lo interesante es que los argumentos esgrimidos son válidos, por cuanto reflejan situaciones que no han sido resueltas: deficiencia de lugares de abastecimiento (en el caso de tecnología a gas); elevado costo de inversión en los vehículos; necesidad de conocimientos técnicos altamente especializados para su mantención; inexistencia de una política clara en torno a la subvención; entre otros. Sin embargo, es claro que el argumento más convincente para su oposición es que la **inserción de tecnologías intermedias introducirá un nuevo agente al sector: las empresas de transporte público**, lo que implicará que su actual poder de negociación ante la autoridad se debilitará en forma directamente proporcional a la proliferación de nuevas empresas de transporte. Por cuanto, no es claro que el actual gremio de transporte público sea capaz de realizar las inversiones y modificaciones necesarias para administrar empresas de transporte, principalmente debido a su actual característica de cartel y baja capacidad de gestión empresarial y de capacidad de inversión o endeudamiento.

Respecto de las universidades y organismos internacionales especialistas, el principal temor de éstos agentes es que la autoridad intente introducir tecnologías intermedias argumentando que éstas solucionarán los problemas de congestión. Existen ejemplos prácticos más que suficientes para concluir que las TI no solucionan el problema de congestión. En consecuencia, estos



agentes debieran oponerse a este tipo de cambio, en los términos aquí expuestos. Por el contrario, si la argumentación para introducir modernización al actual sistema de transporte público es que debiera desarrollarse una política integral del sistema, que involucre una integración tarifaria realista, corredores de vías exclusivas de transporte público para buses o TI dependiendo del nivel de carga (pasajeros / hora - sentido) de los corredores, que estos sean alimentados por sistemas de buses como los actuales mediante recorridos transversales, que en las estaciones de transferencia modal existan diseños adecuados, facilidades para peatones y estacionamientos disuasivos, es factible que tanto universidades como organismos internacionales apoyen el cambio.

Para ello, falta mayor información entre todos los agentes involucrados y el Gobierno. No es suficiente que un pequeño grupo de profesionales, supuestamente con mayor experiencia, sean los depositarios de la solución para el STP de Santiago. Quizás si lo sean desde el punto de vista político, pero no necesariamente desde el punto de vista operativo y de diseño, en donde las nuevas generaciones de profesionales normalmente son los depositarios del conocimiento que acompaña el cambio.

## 5 ANALISIS

### 5.1 TECNOLOGÍAS INTERMEDIAS: Definición y Características

Se entiende por tecnología intermedia de transporte público a un sistema en superficie que otorgue una capacidad de transporte que sea mayor que la de un bus operando en la calle en condiciones normales, pero menor a la de un sistema de metro en sitio propio. En consecuencia, entre las principales tecnologías intermedias es posible mencionar las siguientes, que poseen las características que se indican.

Características	BC	BDC	BA	BBA	TB	TBA	VGL	VGR	TM-ML
Energía	D, G, B	D	D, G	D	E	E	D, G	E, D	E
Conducción	Libre	Libre	Libre	Libre	Semilibre	Semilibre	Guiado	Libre/Guiado	Guiado
Largo (m)	8 a 15	12 a 13	16 a 18	22 a 25	12 a 13	16 a 18	12 a 15	25	18 a 55
Alto (m)	3,0 a 3,5	4,0 a 4,3	3,0 a 3,5	3	3,5 a 3,7	3,0 a 3,5	S.D	3,2	3,1 a 3,6
Ancho (m)	2,5 a 2,7	2,5 a 2,7	2,5 a 2,7	2,7	2,5 a 2,7	2,5 a 2,7	S.D	2,5	2,2 a 2,7
Cantidad de Puertas	2 a 3	1 a 2	2 a 4	4 a 5	1 a 3	2 a 4	S.D	8	2 a 4 /carro
Ancho de Puertas (m)	0,9 a 2,0	0,9 a 2,0	0,9 a 2,0	0,9 a 2,0	0,9 a 1,3	0,9 a 1,3	S.D	n. d.	1,0 a 2,0
Velocidad Máxima aprox. (km/hr)	100	70	70	60	70	60	100	70	100
Radio de Giro (m)	10 a 12	10 a 12	10 a 12	10 a 12	11 a 12	11 a 12	400 a 500	12	12 a 35
Altura del Piso (mm)	250 a 600	250 a 600	250 a 600	360 a 600	250 a 600	260 a 600	S.D	320 a 350	270 a 600
Vida Útil estimada (años)	12 a 15	13 a 15	13 a 15	13 a 15	13 a 15	13 a 15	S.D	30	30
Capacidad del Vehículo (pas/veh)	100 a 120	80 a 120	130 a 180	190 a 250	70 a 110	130 a 180	100 a 120	205	250 a 438
Capacidad en vía mixta (veh/hr)	100 a 160	100 a 160	80 a 120	n. d.	100	80	n. d.	n. d.	n. d.
Capacidad en vía segregada (veh/hr)	120 a 180	120 a 180	120 a 180	80 a 120	120 a 150	120 a 150	180	60	60
Carga Máxima	21600	21600	32400	30000	16500	27000	21600	12300	26280
Costo Vehículo (Miles US\$)	140 a 210	165 a 185	200 a 260	300	450	650	n. d.	1500 a 1600	1600 a 2700
Inversión Vía (Miles US\$/km)	890	890	890	890	1890	1890	980	2,45	3100
Operación (US\$/veh-km)	0,28 a 0,35	0,38	0,46 a 0,51	0,57	0,44	0,7	0,33 a 0,52	0,97 a 1,07	1,87
Mantenimiento Veh (US\$/veh-km)	0,07 a 0,10	0,1	0,13 a 0,15	0,17	0,28	0,48	0,08 a 0,14	0,64 a 0,71	1,35
Mantenimiento Infra. (US\$/veh-km anual)	0,06 a 0,12	0,05 a 0,11	0,06 a 0,15	0,08 a 0,20	0,09 a 0,14	0,09 a 0,12	0,06 a 0,15	0,08 a 0,22	0,16

FUENTE: Elaboración Propia a partir de SECTRA, 1999

La nomenclatura considera:

BC: bus convencional de 1 piso

BDC: bus doble cabina, 2 pisos

BA: Bus articulado

BBA: Bus Biarticulado

TB: Trolebus

TBA: Trolebus Articulado

VGL: Vehículo Guiado Lateral

VGR: Vehículo Guiado con Riel

TM-ML: Tranvía Moderno - Metro Ligero

Según estos antecedentes, los sistemas de guiado libre pueden alcanzar, en condiciones óptimas de operación, cargas máximas de 30.000 pasajeros / hora-sentido. Hasta donde se sabe, en Sao Paulo, se han observado cargas máximas de 20.000 pasajeros / hora-sentido en corredores de buses convencionales, pero con un nivel de hacinamiento muy superior a los observados en los corredores de mayor carga en Santiago.

Respecto de los sistemas de guiado semilibre (Trolebuses), las cargas máximas teóricas varían entre los 16.500 y los 27.000 pasajeros / hora-sentido. Para el caso de los sistemas guiados lateral, las cargas máximas teóricas alcanzan a 21.600 pasajeros / hora-sentido. Los sistemas de metro ligero o de tranvías modernos, alcanzan cargas máximas teóricas de 26.000 pasajeros / hora-sentido.

Analizando el resto de características de los sistemas de guiado libre, es interesante observar que en general, éstas son similares, por cuanto las ventajas de uno sobre otro debieran radicar principalmente en la relación costo / capacidad de transporte. Un punto interesante de destacar es que la tecnología de guiado lateral, presenta capacidades de transporte teóricas similares a los sistemas de guiado libre (bus, bus doble cabina), pero características operativas más deficientes, en especial su radio de giro y exigencias de diseño en intersecciones bastante restrictivas.

Respecto del sistema de tranvía moderno o metro ligero, interesante es destacar que su capacidad de transporte teórica es superior a los niveles de carga máximos observados en corredores de Santiago y que sus características operativas son similares a las del resto de los sistemas. Sin embargo, lo más destacable es que – si bien la inversión en vía es la más elevada, pero no comparable a metros convencionales - sus costos de operación y mantenimiento son similares o incluso inferiores al de otras tecnologías.

Algunas características de última generación, que poseen prácticamente todas las tecnologías mencionadas, ya sea como opcionales o por defecto, son el piso bajo, inclinación lateral, rampa de acceso, rampa ascensor, reducción de ruido, puertas anchas, ventanas amplias y sistema de información al usuario. Sin embargo, quedan dudas respecto de la forma de determinar, en todos los estudios analizados, la capacidad de transporte de las tecnologías. Al respecto, el acápite siguiente desarrolla un modelo teórico – práctico a partir de la experiencia de más de 10 años del autor en el tema.

## 5.2 DISCUSION CAPACIDAD DE TRANSPORTE

Normalmente la capacidad de un sistema de transporte se obtiene considerando la capacidad del vehículo, en términos de pasajeros / vehículo, y el flujo vehicular máximo posible, en términos de vehículos / hora. Así, la multiplicación de ambas variables permite estimar la capacidad de transporte, en términos de pasajeros / hora transportados.

Esta forma de determinar la capacidad de transporte es un buen indicador al momento de efectuar análisis preliminares de diversas tecnologías. Sin embargo, en el caso de análisis más profundos, es necesario considerar que los principales cuellos de botella para la circulación de vehículos de transporte público, en corredor, son los lugares donde se realiza la transferencia de pasajeros (estaciones de transferencia), asumiendo que las condiciones de gestión de tráfico son óptimas. En consecuencia, **la capacidad de transporte de un sistema de transporte público está determinada principalmente por la capacidad de sus estaciones de transferencia.**

Conceptualmente, una estación de transferencia ubicada en la calle puede ser entendida como un dispositivo vial compuesto por los siguientes elementos (ver Figura N°4):

- ✓ Un área de parada para los vehículos
- ✓ Un andén para los pasajeros

El *área de parada* es una zona definida de la calzada donde los vehículos se detienen a tomar y dejar pasajeros y está compuesta de uno o varios sitios destinados a acomodar a los vehículos.

El *andén* es una zona definida de la plataforma vial donde los pasajeros esperan a los vehículos y donde las operaciones de subida y bajada tienen lugar. Puede ser una porción de la vereda u otro lugar especialmente acondicionado, como una isla peatonal.

**Figura N° 5: Componentes de una Estación de Transferencia**



Las áreas de parada y andenes pueden combinarse para acomodar al flujo de vehículos que para y a la demanda de pasajeros que sube y baja, dando lugar a dos tipos de estaciones de transferencia: simples y divididas.

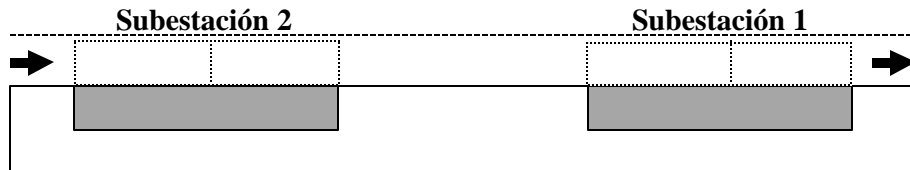
- ✓ Estación simple: si el flujo de vehículos y la demanda de pasajeros son bajos, bastará una estación compuesta por un área de parada y uno o más sitios para acomodarlos, como muestra la Figura 4.



- ✓ Estación dividida: si el flujo y la demanda son mayores se requerirá de más de un área de parada, dividiendo una gran estación en varias simples más pequeñas, denominadas subestaciones.

Las áreas de parada, sitios y andenes pueden disponerse de diversas formas, de acuerdo con el espacio disponible y las reglas de utilización: en línea, en paralelo, en ángulo (Figura N° 6).

**Figura N° 6 Estación Dividida en Línea**



En el caso de las tecnologías intermedias, las estaciones se ubican en la calzada, por lo cual su capacidad puede relacionarse con otros dispositivos viales, como las intersecciones. La función principal de los vehículos en una intersección es cruzar por ella. Luego, la capacidad de un acceso a una intersección es el máximo número de vehículos que pueden entrar a la intersección por unidad de tiempo. Esta capacidad es el inverso del intervalo medio entre vehículos cuando hay una cola tratando de entrar. Es decir:

$$Q_i = \frac{3600}{h_i} \quad (1)$$

Donde :

$Q_i$  : capacidad del acceso i (veh/h)  
 $h_i$  : intervalo medio entre vehículos de la cola (s)

De igual modo, la capacidad de una estación se puede definir como "el máximo número de vehículos por unidad de tiempo que pueden entrar al área de parada" (Gibson et al, 1989). Esta capacidad está ligada al intervalo medio entre vehículos cuando hay una cola tratando de entrar a la estación.

Al igual que en otros terminales, la función principal de los vehículos en una estación es detenerse para transferir pasajeros, en lugar de sólo cruzar por el área de parada. Luego, el máximo número de vehículos que pueden entrar a la estación estará relacionado con el tiempo durante el cual el área de parada está ocupada por vehículos. Es decir:

$$Q_E = \frac{3600}{t_o} \quad (2)$$

Donde :

$Q_E$  : capacidad de una estación (veh/h)  
 $t_o$  : tiempo de ocupación del área de parada (s)

El tiempo de ocupación del área de parada depende de los siguientes factores:

$t_l$  : tiempo de frenado y aceleración en la estación (s);  
 $t_p$  : tiempo detenido transfiriendo pasajeros (s);  
 $t_e$  : esperas internas por cualquier causa (s);  
 $n$  : número de sitios de la estación;

n/s : tiempo necesario para recorrer la estación (s);  
s : flujo de saturación de la vía de la estación (veh/s).

Si el área de parada está destinada a un solo vehículo (un sitio), pero no libre de obstrucciones, entonces (Fernández, 1998):

$$t_o = t_l + t_p + t_e + \frac{1}{s} = t_c + t_p + t_e \quad (3)$$

Donde :

$t_c = t_l + 1/s$  : tiempo de despeje del sitio (s)

El tiempo  $t_l$  de aceleración y frenado estará condicionado por el tipo de vehículos que sirven la estación y su forma de conducción. Así:

$$t_l = \frac{1}{2} \left( \frac{V_r}{a} + \frac{V_r}{f} \right) = \frac{V_r}{\gamma} \quad (4)$$

Donde :

$V_r$  : velocidad media de recorrido de los vehículos entre estaciones (m/s)  
 $a$  : tasa media de aceleración de los vehículos ( $m/s^2$ )  
 $f$  : tasa media de frenado de los vehículos ( $m/s^2$ )  
 $\gamma$  : media armónica de las tasas de aceleración y frenado ( $m/s^2$ )

El tiempo  $t_p$  para transferir pasajeros depende de cantidad de pasajeros que suben y bajan de cada vehículo en la estación. Esto se puede expresar como:

$$t_p = \begin{cases} \beta_0 + (\beta_1 p_s + \beta_2 p_b) \dots \dots, subidas / bajadas\_sucesivas \\ \beta_0 + \max\{\beta_1 p_s; \beta_2 p_b\} \dots, subidas / bajadas\_simultaneas \end{cases} \quad (5)$$

Donde :

$b_o$  : tiempo muerto por detención - v.g. abrir/cerrar puertas - (s)  
 $b_1$  : tiempo marginal de subida por pasajero (s/pax)  
 $b_2$  : tiempo marginal de bajada por pasajero (s/pax)  
 $p_s$  : número de pasajeros que sube al vehículo (pax)  
 $p_b$  : número de pasajeros que baja del vehículo (pax)

Las esperas internas  $t_e$  se deben a fenómenos dentro del área de parada, pero que no están relacionados con la transferencia de pasajeros. Tal como en otros terminales, es el período durante el cual un vehículo no puede acceder o abandonar la estación debido a restricciones impuestas por los otros vehículos o por condiciones de seguridad del tráfico.

La interdependencia entre las componentes de  $t_o$  en estaciones de sitios múltiples forma un complejo sistema de interacción entre pasajeros y vehículos en su interior, lo que hace difícil estimar el valor de la capacidad con expresiones analíticas, excepto para condiciones muy particulares. Tal es el caso de las fórmulas del Highway Capacity Manual (TRB, 1985 y 1994) y la de operaciones en convoy (Szász et al, 1978). Por ello, se han desarrollado modelos de simulación, como IRENE (Gibson et al, 1989) y PASSION (Fernández, 1998). Algunos valores de capacidad calculados con IRENE para paraderos de buses de sitios múltiples son mostrados en la Tabla N° 7.

Se ha observado que un funcionamiento apropiado de una estación se obtiene para grados de saturación menores a 0,6 (Gibson y Fernández, 1995). Éste será el grado de saturación práctico de estaciones de transferencia (notar la diferencia con el valor 0,9 en semáforos). En tales circunstancias, la longitud media de cola a la entrada de la estación será de 0,5 vehículos, o sea, a lo más 1 vehículo en cola el 50% del tiempo, y la demora media resultará de aproximadamente 60 segundos por vehículo.

En resumen, las capacidades necesarias para que estaciones simples operen eficientemente están entre 60 y 160 vehículos por hora. Además, la influencia de intersecciones semaforizadas cercanas puede producir reducciones de hasta un 40% en la capacidad (Gibson y Fernández, 1996). Como regla práctica muy general, se puede considerar un valor de 30-60 veh/h-sitio, dependiendo principalmente de la tasa de subida de pasajeros por vehículo.

**Tabla N° 7: Capacidades prácticas de paraderos de buses**

Tipo de Operación	ORDEN <sup>1</sup>				DESORDEN <sup>2</sup>
Tasa Subida (pax/veh)	12	8	4	2	8
Tasa Bajada (pax/veh)	6	4	2	1	4
Número de Sitios	CAPACIDAD PRACTICA <sup>3</sup> (veh/h)				
2	60	80	100	130	70
3	80	105	125	160	80

FUENTE : Gibson y Fernández (1995)

<sup>1</sup> Disciplina FIFO, vehículos paran una vez en el sitio más próximo a la salida.

<sup>2</sup> Adelantamiento permitido (AP), detenciones múltiples y en cualquier sitio.

<sup>3</sup> Estimada para un grado de saturación 0,6.

Se presenta a continuación un análisis comparativo de capacidad entre las tecnologías descritas anteriormente, asumiendo que la capacidad de transporte depende de la capacidad de transferencia de pasajeros de la estación, según el modelo teórico descrito.

Las condiciones de operación supuestas, consideran:

- Tasa de subida de pasajeros :  $p_s = 4$  pax/veh
- Tasa de bajada de pasajeros :  $p_b = 2$  pax/veh
- Velocidad de recorrido :  $V_r = 36$  km/h
- Tasa de aceleración :  $a = 0,8$  m/s<sup>2</sup>
- Tasa de frenado :  $f = 1,2$  m/s<sup>2</sup>
- Tiempo muerto por detención :  $\beta_0 = 1,0$  s
- Tiempo marginal de subida :  $\beta_1 = 3,5$  s/pax
- Tiempo marginal de bajada :  $\beta_2 = 1,5$  s/pax
- Flujo de saturación de la vía :  $s = 900$  veh/h
- Uso de puertas : diferenciado para subir y bajar



**Tabla N° 8 Comparación capacidad de transporte**

TIPO TECNOLOGIA	MODELO	TRADICIONAL	ERROR (%)
Bus convencional	9.969	21.600	117%
Bus 2 pisos	10.604	21.600	104%
Bus Articulado	16.529	32.400	96%
Bus Biarticulado	22.769	30.000	32%
Trolebus	9.537	16.500	73%
Trolebus Articulado	17.932	27.000	51%
Guiado Lateral	9.781	21.600	121%
Tranvía GLT	29.343	12.300	-58%
Tren Liviano Urbano LRV1	34.914	26.280	-25%

FUENTE: Elaboración Propia

A partir de la Tabla N° 8, se puede concluir que la estimación tradicional de la capacidad de transporte es errónea, por cuanto sobrestima la capacidad de los buses y trolebuses, con sistema libre o guiados lateralmente, y claramente subestima la capacidad de tranvías modernos y metros ligeros.

En consecuencia, el diseño operacional y físico del corredor y especialmente de la estación de transferencia, de cualquier tecnología intermedia (en términos de número de sitios, tasas marginales de subida y bajada, tasas de aceleración / frenado promedio, uso especificado de puertas, etc.), es primordial en cualquier estudio que analice su implementación, por cuanto, como se ha demostrado, **las estimaciones tradicionales de capacidad de transporte son erróneas.**

### 5.3 DISCUSION OBJETIVOS E IMPACTOS POTENCIALES DE LAS TI

La instalación de una TI es un instrumento de política de transporte capaz de contribuir al cumplimiento de un amplio rango de objetivos de interés para la comunidad. Sin embargo, la consecución de estos objetivos no está exenta de problemas, debido a que una TI, en sí misma, puede provocar efectos potencialmente negativos que es necesario considerar para su atenuación.

**Mejorar la accesibilidad y movilidad urbanas.** Una TI puede incrementar los niveles de movilidad y accesibilidad urbanas, ya que ofrece una mejora sustancial de la calidad del sistema de transporte público, capaz de captar usuarios del vehículo privado. Sin embargo, durante la construcción, son de particular importancia las dificultades de circulación impuestas a otros vehículos derivadas del posible cierre de calles, por lo que es necesario evaluar los efectos cuidadosamente y proponer medidas de gestión de tráfico adecuadas para mitigarlos. Asimismo, es necesario un análisis del tráfico generado como consecuencia de los trabajos de construcción.

Para aprovechar al máximo la flexibilidad de una TI y reducir los costos de construcción, una gran parte de las operaciones del mismo se deben realizar en superficie, compartiendo, en diferente grado, el espacio vial con el resto del tráfico de vehículos y peatones. Como consecuencia de ello, particularmente en el caso de plataforma parcialmente reservada, se producen una serie de efectos potencialmente negativos que es necesario tener en cuenta. Los más significativos son:

- Reducción del espacio para el tráfico de vehículos y peatones
- Reducción del espacio para estacionamiento
- Reducción de accesibilidad a propiedades adyacentes
- Aumento de demoras y tiempos de viaje en vehículo privado, y a veces, a pie.

Para mitigar estos efectos se pueden adoptar diversas medidas de costo relativamente bajo, entre las que cabe citar:



- Aumentar en cierta medida el ancho de la calzada, mediante la adquisición de suelo adicional
- Reducir el ancho de las pistas
- Reducir el ancho de las aceras o establecer pavimentos continuos compartidos
- Eliminar plazas de estacionamiento en la vía
- Dada la necesidad de que todas las intersecciones Ti / tráfico estén reguladas por semáforos, fundamentalmente por motivos de seguridad, se debe estudiar la posibilidad de cerrar algunas con poco tráfico, ya que la excesiva regulación incrementa las demoras para el tráfico de vehículos
- Debido a la necesidad de protección de los virajes a la izquierda de los automóviles cuando circulan en paralelo al corredor, puede ser conveniente añadir pistas de segregación del tráfico que vira, si este es importante. Si el flujo que vira es bajo, la introducción de señales de aviso accionadas por la TI en la llegada a la intersección puede ser una solución más eficaz
- Reconfiguración geométrica de la calzada, como cambios de trazado de cunetas, relocalización de paraderos de autobuses, etc.
- Medidas de gestión de tráfico, como convertir calles de doble sentido en calles de sentido único, reasignación a rutas alternativas, etc.
- Rediseño del sistema de regulación en los cruces para aumentar su eficiencia operacional.

**Mejorar la Calidad ambiental urbana.** Una TI ofrece amplias ventajas sobre el vehículo privado y sobre los autobuses, en términos de impacto ambiental. Además, en la medida que reduce el uso del vehículo privado en recorridos urbanos, disminuye su circulación y necesidades de estacionamiento, facilitando la movilidad peatonal.

Minimizar el impacto ambiental de la actividad de transporte en los centros urbanos es un objetivo de política de transporte que ha recibido atención creciente en los últimos años. En especial el efecto invernadero y, en el corto plazo, el excesivo nivel de ruido y vibraciones, polución atmosférica, intrusión visual y conflictos con peatones.

La instalación de una TI puede contribuir a minimizar estos efectos negativos que afectan a la calidad ambiental, aunque tampoco está exento de problemas y limitaciones. En particular, es un emisor de ruido y vibraciones, los vehículos y la infraestructura pueden tener una intrusión visual negativa, emite algunas sustancias contaminantes y puede generar conflictos con el tráfico de vehículos y peatones que afecten las condiciones de seguridad.

La intrusión visual puede mitigarse si el diseño de la infraestructura y de los vehículos se realiza en armonía con el tejido urbano en donde se insertará el sistema. De particular importancia resulta la adopción de diseños estéticos de los postes y la catenaria del sistema de alimentación eléctrico.

En términos de contaminación atmosférica, las emisiones de sustancias contaminantes en la fase de construcción son las habituales de toda obra de ingeniería civil. Durante la operación del sistema las emisiones son mínimas, con sólo dos fuentes poco significativas: partículas del sistema de frenado y ozono en el arco eléctrico del sistema de alimentación. En cualquier caso, la TI presenta ventajas con respecto a otros sistemas de transporte para reducir la contaminación ambiental, en particular en comparación con los automóviles y los autobuses.

La evaluación del riesgo de accidentes, como consecuencia de la operación de una TI, tiene una doble vertiente. Por un lado la valoración de los accidentes en los que se ven implicados vehículos de TI y, por otro lado, la reducción de accidentes en otros modos como consecuencia de la transferencia de pasajeros a la TI. Como se mencionó anteriormente, antecedentes existentes para EEUU, indican que los accidentes en términos de millones de pasajeros - kilómetros al año, disminuyen de 4,0 para el autobús urbano a 1,6 para los tranvías modernos. En términos de millones de vehículos - kilómetros, disminuye de 45 para el autobús a 39 para el tranvía moderno.

**Renovación Urbana.** Un sistema de tranvía moderno o metro ligero puede actuar como catalizador para el desarrollo local de áreas donde se dan otras condiciones que generan confianza de los inversionistas inmobiliarios, comerciantes e industriales, y también puede influir en la localización precisa de las actividades dentro del área.

**Reducción del Gasto Público en el Sistema de Transporte.** Una TI puede reducir el gasto público global en el sistema de transporte de una ciudad, a través de la disminución de la presión para la construcción de carreteras urbanas, en la medida que el nuevo modo de transporte colectivo de calidad **produzca una captación de viajeros actuales del vehículo privado**. La consecución de éste objetivo exige, normalmente, combinar la instalación de la TI con la integración de la oferta de TP (reestructuración de servicios existentes de autobús y coordinación con el nuevo modo), y potenciar el viaje combinado vehículo privado – TI, facilitando puntos de intercambio (estacionamientos park and ride, kiss and ride) y penalizando el acceso en vehículo privado a zonas centrales de la ciudad, la cual puede ser mediante la gestión de las tarifas por estacionamiento en dichas zonas.

En consecuencia, existen beneficios asociados a la implementación de TI, los cuales no necesariamente corresponden a los recursos normalmente considerados en la evaluación social tradicional, al menos en Chile. El siguiente acápite discute este tópico.

#### 5.4 CRITICAS A LA METODOLOGÍA TRADICIONAL DE EVALUACION.

En Chile, la forma tradicional y definida por el organismo de planificación (Mideplan) para evaluar socialmente los proyectos de inversión en infraestructura pública, es mediante el cálculo del VAN, TIR o relación B/C que arrojan tales proyectos, cuantificando, a precios sombra o sociales, los distintos factores de las inversiones y los ahorros de consumo de recursos que produce un determinado proyecto con respecto a una situación base.

Según el autor, este sistema es insuficiente para la toma de decisiones de inversión por parte de las autoridades económicas y políticas. Esta limitante se expresa en que no logra incorporar todos los impactos negativos o positivos que un determinado proyecto puede generar, incluyendo sólo aquellos para los cuales existen instrumentos o metodologías que permiten su cuantificación monetaria.

La forma que adopta el técnico evaluador es enunciar éstas posibles fuentes de costos o beneficios como “externalidades”, sin que éstas constituyan elementos que incidan en definitiva sobre la conveniencia social de llevar a cabo o descartar determinado tipo de proyectos, en circunstancia de que estas externalidades pueden ser más relevantes que los propios resultados de las relaciones económicas costo beneficio. Por ejemplo, el conjunto de impactos derivados del tráfico es función del grado de saturación de los dispositivos viales. Es decir, de la razón entre el flujo y la capacidad. Pero sus efectos pueden apuntar en diferentes direcciones: a igual capacidad, mayores flujos producen mayor congestión, polución, ruido y segregación. Un menor flujo, por su parte, significa mayores velocidades, las que se traducen en menor contaminación, pero aumentan la intimidación y la gravedad de los posibles accidentes (mayor riesgo). Por el contrario, mayor flujo implicaría menor velocidad, y por lo tanto menor riesgo e intimidación. Por lo tanto, la sola disminución del grado de saturación, o sea, una menor congestión, no significa una disminución de todos los impactos; otros pueden empeorar.

La situación descrita lleva, en no pocas oportunidades, a entregar señales o resultados erróneos, parciales o sesgados a las autoridades que en definitiva tienen que adoptar las decisiones de inversión.

En el caso específico de las obras viales de construcción, mejoramiento o ampliaciones de capacidad, las fuentes únicas de beneficios que se consideran en los proyectos son los ahorros de tiempo de viaje, los ahorros de costos de operación de los vehículos y los ahorros de accidentes.



Alternativamente, existen métodos que permiten superar las dificultades descritas. Uno de estos métodos es el que se conoce como de "evaluación multicriterio o multiobjetivo". En términos simples, el método consiste en evaluar en forma simultánea y agregada un conjunto de objetivos previamente definidos, objetivos que en algunos casos pueden ser contradictorios entre sí, de modo de obtener como resultado un índice o "indicador de utilidad" para cada objetivo y para la sumatoria de ellos, de cada alternativa de proyecto con respecto a una situación base, lo que permite a su vez la comparación de entre diferentes alternativas de proyecto.

Inicialmente, se deben formular los objetivos generales, estratégicos, y de política que deben concretarse en el proceso de planificación, en objetivos operativos. Luego, se deben establecer los criterios de valorización de cada uno de estos objetivos y sus correspondientes indicadores, de modo de permitir la medición del grado de cumplimiento de dichos objetivos de una forma precisa. Esto último se logra mediante el establecimiento de escalas, no necesariamente cuantitativas, de cada indicador.

Los pasos siguientes consisten en definir la agregación del conjunto de objetivos y la ponderación relativa de cada uno de ellos, existiendo diversas técnicas que no es del caso detallar en este documento, así como el hecho de que es posible la utilización de diferentes sistemas o métodos de evaluación multicriterio.

Resumiendo, la aplicación de métodos multicriterio de evaluación permite flexibilidad según los objetivos económicos, sociales, ambientales u otros que se definan para determinadas regiones, comunas, o ciudades, de acuerdo a objetivos específicos de política territorial o urbana. Por lo tanto, es altamente atractivo considerar éste tipo de metodologías de evaluación para analizar la conveniencia de implementar tecnologías intermedias.



## 6 COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

### 6.1 ¿Porqué las Tecnologías Intermedias de Transporte Público?

De acuerdo con todos los antecedentes revisados y analizados, los TI surgen como un modo de transporte colectivo moderno y atractivo tanto para el usuario de transporte público actual, como para el usuario de automóvil. En consecuencia, esta tecnología se presenta como la respuesta del mercado a los problemas de movilidad en ciudades cuyos volúmenes de demanda no pueden ser satisfechos en condiciones aceptables por los sistemas de transporte de superficie convencionales y que no justifican las elevadas inversiones de un sistema de infraestructura totalmente independiente como el metro o ferrocarril de cercanías.

El actual nivel de servicio del transporte público aparece como el elemento clave para conseguir un transporte de calidad y con capacidad adecuada para demandas intermedias, a costos aceptables.

Los sistemas de metro convencional y ferrocarril suburbano ofrecen un buen nivel de servicio, pero sus elevados costos de inversión y la rigidez de explotación limitan su campo de aplicación a las grandes aglomeraciones urbanas (capacidades superiores a 20.000 pasajeros / hora-sentido). Para aminorar estos problemas, surgen los Sistemas Automáticos Guiados, con vehículos más pequeños y con total automatización, lo que exige reserva de plataforma en la totalidad del trazado.

Los sistemas de transporte de superficie convencionales no requieren de reserva explícita, aún cuando presentan mejores capacidades de transporte en este caso. El aumento del grado de reserva de la plataforma de estos modos conduce al Autobús en Camino Propio (guiado por el conductor o por la vía) y al metro ligero (o tranvía moderno).

El metro ligero surge como un modo con al menos un 40% de su trazado reservado, como resultado de la mejora de las líneas de tranvía de algunas ciudades europeas. En su concepción actual, se caracteriza por la existencia de tramos de cada tipo de infraestructura, en porcentajes que fundamentalmente dependen de los orígenes del sistema, pero con una tendencia clara a elevar el porcentaje de plataforma reservada, total o parcialmente. La mayor independencia de la infraestructura permite conseguir mejores niveles de servicio, pero los costos de inversión son también bastante más elevados, sobre todo si es necesaria la segregación en túnel.

El metro ligero aparece como el sistema de capacidad intermedia de mayor versatilidad para resolver los problemas de movilidad en las aglomeraciones urbanas (6.000 a 20.000 pasajeros / hora-sentido), existiendo más de 300 instalaciones en el mundo; mientras que los Sistemas Automáticos Guiados (4.000 a 8.000 pasajeros / hora-sentido), han encontrado su mayor aplicabilidad en la resolución de problemas de transporte específicos en centros de actividad tales como aeropuertos, parque de atracciones y grandes centros comerciales.

El autobús con camino propio, es una solución a considerar en corredores de demanda media - baja (menor a 8.000 pasajeros / hora-sentido), aunque existen dificultades para la integración en el tejido urbano y por lo tanto para su instalación en ciudades consolidadas. La introducción de la tecnología de guiado por la vía presenta ventajas marginales, pero probablemente no compensan la menor flexibilidad asociada con el guiado (rigidez ferroviaria), aunque en corredores de accesibilidad limitada, que permiten recorridos largos sin abandonar la plataforma, pueden ser una alternativa a considerar.

El transporte guiado automático presenta ventajas frente al metro convencional para volúmenes de demanda entre 10.000 y 20.000 pasajeros / hora-sentido, debido a sus menores costos de inversión en infraestructura (vehículos más pequeños y de menor gálibo) y su mayor flexibilidad de explotación, dando un nivel de servicio equivalente, o incluso superior (mayor frecuencia). El automatismo integral reduce algo las necesidades de personal pero los costos de



funcionamiento se incrementan por mantención y software, llegando a ser similares al ahorro en personal.

El metro ligero o tranvía moderno se caracteriza por una gran flexibilidad de trazado de las líneas (diferentes grados de reserva de plataforma), de funcionalidad, de costos y de nivel de servicio. Existen experiencias con demandas entre 2.000 y 20.000 pasajeros / hora-sentido, con niveles de servicio cercanos al de los sistemas automáticos, si se tiene una elevada proporción de plataforma reservada. Su facilidad de integración en el tejido urbano, pudiendo incluso penetrar sin problemas en zonas comerciales, peatonales y de recreo, le dan un carácter único como sistema de transporte compatible con el resto de actividades de la comunidad urbana. En muchos aspectos, lo más convincente del metro ligero es su extendido uso. Actualmente existen más de 300 sistemas en explotación en el mundo.

Respecto de las configuraciones urbanas más adecuadas, las características del sistema de transporte de una ciudad condicionan y posibilitan la instalación de sistemas de metro ligero o tranvías modernos (SML) adaptados a cada situación concreta. Así:

- ✓ En ciudades que disponen de una red de tranvías, el SML surge como resultado de una modernización y mejora de la misma, tanto de la infraestructura como del material rodante. Esta transformación se ha producido mayoritariamente en las ciudades del centro y norte de Europa.
- ✓ En ciudades cuyo sistema de transporte público se apoya fundamentalmente en una red de autobuses, el SML surge como un nuevo modo de transporte en los corredores de mayor demanda, donde las líneas de autobuses no pueden ofrecer capacidades similares, y si lo hacen, es a un nivel de servicio bastante inferior (Sao Paulo, por ejemplo). La orientación debe ser a mejorar la calidad e imagen del STP para captar nuevos usuarios y reducir el impacto ambiental del STP tradicional.
- ✓ En ciudades con tradición ferroviaria, en las que algunas líneas de metro o ferrocarril de cercanía se han quedado obsoletas o están inutilizadas, el SML surge como la solución de mejor relación calidad / costo para la modernización del STP, fundamentalmente debido a la posibilidad de reutilización de las plataformas ferroviarias existentes.

Las funciones de un SML dentro de una ciudad o área metropolitana son diversas y normalmente vinculadas a los orígenes del sistema.

- ✓ En ciudades de tamaño medio se configura como modo de transporte principal para viajes intra urbanos y radiales de conexión del centro con los barrios en corredores de mayor demanda. Los autobuses juegan un papel alimentador / distribuidor del SML y de modo de transporte suplementario en aquellos corredores cuya demanda es insuficiente para justificar una línea de ML. (Hannover, Goteborg, Zurich, Calgary).
- ✓ En grandes ciudades suele actuar como alimentador / distribuidor de otros sistemas de transporte de mayor capacidad (metro, ferrocarril suburbano) o como servicio suplementario de estos sistemas en los corredores de demanda intermedia (Munich, París, Manchester, Los Angeles).
- ✓ El SML admite otras aplicaciones suburbanas e incluso interurbanas, para conectar una ciudad principal con una ciudad satélite o para conectar dos ciudades situadas a corta distancia.

## 6.2 ESTRUCTURA TARIFARIA Y ESQUEMA DE RECORRIDOS

Es clara la necesidad de establecer para la ciudad de Santiago una nueva estructura tarifaria y un nuevo esquema de recorridos de superficie para el TP, aprovechando el próximo llamado a licitación de recorridos. Respecto de la estructura tarifaria, cualquiera que ésta sea necesariamente debe incorporar un nuevo sistema de cobro. Al respecto, los operadores han indicado su intención a favor de modificar el actual sistema de cobro por uno que no contemple la transacción de dinero en el bus. Se piensa en tarjetas que se puedan adquirir en kioscos, almacenes o negocios de la ciudad. Los beneficios directos estarían relacionados con la disminución de asaltos a chóferes y garitas, así como a los usuarios, quienes podrían movilizarse sólo con la tarjeta, sin la necesidad de llevar dinero en efectivo. Una muy buena oportunidad de implementar este sistema es coordinarse con el gremio y apoyarlos en su intención de implementarlo con los escolares.

Respecto de un nuevo esquema de recorridos, se sabe que existe cierto avance en el tema, sin embargo, existe cierta duda respecto de con qué herramientas metodológicas se realiza dicho estudio y los plazos asociados a dicho análisis. Al respecto, en opinión del autor, han pasado 4 años desde que se comenzó el plan de modernización del transporte público y, hasta la fecha, no hay indicios de que exista un esquema de recorridos óptimo, por parte de los organismos competentes. Esta realidad, muy probablemente se deba a la miopía de tener que evaluar sistemas de transporte público mediante la metodología tradicional de evaluación económica, lo que implica considerar el modelo tradicional de cuatro etapas (ya sea secuencial o de equilibrio simultáneo).

En consecuencia, si la **exigencia política es que los cambios efectivamente se produzcan, es necesario modificar radicalmente tanto la óptica de evaluación como los métodos de modelación de los sistemas**. Si bien la actual metodología de modelación es la correcta (modelos de simulación estratégicos), es posible obtener resultados similares en plazos menores mediante el *expertise* nacional. Para ello, con los antecedentes existentes, basta con definir corredores de TP troncales, así como circuitos alimentadores transversales, sin necesidad de modelar la ciudad en su conjunto.

No deja de ser relevante el hecho que la línea de acción de SECTRA considere una cantidad no despreciable de estaciones de transferencias, ubicadas en lugares específicos de la ciudad, los cuales claramente no han sido escogidos mediante el uso de modelos estratégicos (por cuanto éstos no son capaces de evaluar ubicaciones de este tipo de estaciones). En subsidio, han sido escogidos apoyándose en la experiencia de los profesionales de área y conocimiento propio de la forma de funcionar de nuestra ciudad, pudiendo haber desarrollado modelos matemáticos que permitieran determinar las ubicaciones óptimas (la teoría para este tipo de modelos existe y es ampliamente conocida). Surge de inmediato la interrogante: ¿porqué no utilizar criterios similares para identificar los corredores troncales y, luego, mediante el mismo conocimiento, definir los circuitos alimentadores?. Según el conocimiento del autor, un estudio de éstas características, con la información existente, no debiera demorar más de tres a cuatro meses, con un equipo de profesionales de primera línea, con elevado conocimiento de diseño de facilidades al transporte público y demanda de transporte, por sobre el conocimiento teórico de modelación de redes urbanas.

## 6.3 TERMINALES DE INTERCAMBIO

Es correcto pensar que un adecuado sistema de TP de superficie requerirá de terminales de intercambio modal. Al respecto, hasta donde se sabe, no existen normas nacionales relativas al diseño operacional y físico de este tipo de infraestructura, y la experiencia capitalina no ha sido la más adecuada (terminales de Lo Ovalle y Bellavista de La Florida), siendo un tema que se debe desarrollar a la brevedad, para lo cual existe el conocimiento en el ámbito nacional.

Por último, de la lectura de las diversas ideas propuestas por privados así como de las observaciones efectuadas por los organismos públicos correspondientes, es clara la necesidad

de confeccionar a la brevedad un documento que norme respecto de los estudios de demanda, diseños geométricos y operativos que deben regir las presentaciones de privados al calor de la Ley de Concesiones.

A modo de resumen, las principales conclusiones nacidas al calor de la asesoría son:

- ✓ Existen diversas iniciativas privadas que se encuentran ligadas a las tecnologías intermedias que ofrecen los proveedores (los que normalmente financian los estudios e iniciativas). Esto implica que necesariamente existirán conflictos al momento de definir las exigencias de un llamado a concurso. Por lo tanto, se sugiere identificar los corredores más trascendentales de la ciudad y declararlos de interés público, para no restringirse a una tecnología específica. Entre estos, se sugiere considerar, al menos, los corredores siguientes: Avda. Vicuña Mackenna, Avda. Tobalaba, Avda. Pajaritos, Avda. Américo Vespucio, Avda. Recoleta, Avda. Independencia, Avda. San Pablo, Avda. Santa Rosa, Avda. Irrazábal y Ñuble – Quinta Normal.
- ✓ La CGC debe realizar todos los esfuerzos necesarios para lograr gerenciar el tema de concesiones de sistemas de transporte público, para evitar convertirse en un mero hacedor de bases de licitación. Esto, debido a su comprobada y exitosa experiencia en concretar proyectos de inversión y por su experiencia en los mecanismos financieros y de regulación que hagan atractivo el negocio para el sector privado
- ✓ Es necesario disponer de nuevos métodos de evaluación, complementarias o alternativas a las tradicionales, que permitan incorporar la mayor cantidad de impactos, positivos o negativos, que generan las distintas alternativas de tecnologías intermedias de transporte público
- ✓ Es necesario normar respecto del diseño físico y operativo de corredores de transporte público y estaciones de transferencia.
- ✓ Es necesario investigar sistemas de integración tarifaria vigentes a nivel internacional, para exigir el más adecuado por bases de licitación, cuando sea requerido.
- ✓ Los tranvías modernos y metros ligeros aparecen como las tecnologías intermedias de mayor potencial a nivel urbano.
- ✓ Es necesario velar que los diseños e implementación de tecnologías intermedias en corredores troncales de la ciudad, no rigidicen futuras ampliaciones de Metro.



## REFERENCIAS

BCEOM, SOFRETU, CADE (1968). **Estudio del sistema de transporte metropolitano de Santiago de Chile**. Ministerio de Obras Públicas y Transporte, 1968.

Beya, Jorge. (1999). **Drama Autobusero**. Sobre Ruedas, Marzo – Abril 1999, Pág. 19.

Cárdena, Luz Alicia. (1998). **The “Road Capacity” of the chilean master plan. Is it good enough for shaping a sustainable built environment?**. IV International sustainable Development Conference. Leeds. England. Abril 1998.

CITRA-CIS, 1991. **Estudio de Análisis de Estrategias de Desarrollo de Transporte Urbano**. Informe Final para el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

CTU (1990). **Estraus. Estudio de Evaluación y Desarrollo del Sistema de Transporte Urbano de la ciudad de Santiago**. Santiago.

Department of Transport (1991) **London Area Transport Survey**. HMSO, London.

Dourthé, A., Malbrán, H. y Wityk, M. (1999). **Regulación del Transporte de superficie: La experiencia de Santiago de Chile**. Secretaría Ministerial de Transportes y Telecomunicaciones Región Metropolitana.

Fernández, R. (1994). **Gestión de Tránsito Urbano**. División Ingeniería de Transporte. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile.

Fernández, R. (1998). **Modelling bus stop interactions**. PhD Thesis, University of London (Unpublished).

Fernández, R. y Valenzuela, E. (1999) **Bases para una Gestión Ambiental de Tránsito**. IX Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte. Octubre 1999.

Gibson, J., I.Baeza and L.G. Willumsen (1989). **Bus-stops, congestion and congested bus-stops**. Traff. Engn. Control 30(6), 291-302.

Gibson, J. y R. Fernández (1995). **Recomendaciones para el Diseño de Paraderos de Buses de Alta Capacidad**. Apuntes de Ingeniería 18(1). Ediciones Universidad Católica de Chile, 35-50.

Gibson, J. y R. Fernández (1996). **Efecto de una intersección semaforizada aguas abajo sobre la capacidad de un paradero de buses con sitios múltiples**. Apuntes de Ingeniería 19(4). Ediciones Universidad Católica de Chile, 31-40.

Hensher, Davir. (1999) **A bus-based transitway or light rail? Continuing the saga on choice versus blind commitment**. Road & Transport Research, Vol 8, N°3. September 1999.

Jara-Díaz, S. y Gschwender, A. (1997) **Tarifas Optimas en Transporte Público Programado**. Actas del VIII Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte.

MOP, 1965. Ministerio de Obras Públicas. **Necesidad de un Plan Regulador para el transporte metropolitano de Santiago 1965 – 1966**, Santiago, sin fecha.

Ortúzar, J. et al. (1991). **Análisis de niveles de servicio en transporte público**. Actas V Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte. Santiago, 1991.

Programa Chile-California (1966). **Encuesta de origen y destino del movimiento de personas en el Gran Santiago**. 1966.



SECTRA (1999) **Análisis Modernización de Transporte Público, II Etapa** Informe Final.

SECTRA (1991). **Encuesta Origen Destino de viajes del Gran Santiago**. 1991.

SEREMITT, 1997. **Estudio de Demanda del Sistema de Transporte Público de Superficie de Santiago**. Secretaría Regional Ministerial de Transporte y Telecomunicaciones, Región Metropolitana.

Smith, Neil and Hensher, Neil (1998) **The future of exclusive busway: the Brazilian experience**. Transporte Review, vol 18, N°2. 1998.

Szász, P.A. L. de Montana y E.O. Ferreira (1978). **COMONOR: Ordinated bus convoy**. Technical Paper 9, Companhia de Engenharia de Trafego, São Paulo.

Transportation Research Board (1994) **Highway Capacity Manual**. 3rd Edition, Washington D.C.

TRB (1985 y 1994). **Highway Capacity Manual**. Transportation Research Board, Special Report 209, National Research Council, Washington D.C.

TRB (1997). **Operational Analysis of Bus Lanes on Arterials**. Transportation Research Board, TCRP Report 26, National Research Council, Washington D.C.

## BIBLIOGRAFIA

Allport, R.J. (1981). The costing of bus, light rail transit and metro public transport systems. Traffic Engineering and Control 22, 633-639.

Brown, N., Fernández, R., Kean, A., Lynas, J. Silva, P. and Tyler, N. (1997). Response to the government consultation document "Developing an integrated transport policy". University of London Centre for Transport Studies Working Paper.

Fernández R. (1999). Tecnologías Intermedias de Transporte Público. Apuntes de Docencia. Universidad de Chile.

Fernández R. (1998). Modelling bus-stop interactions. PhD Thesis, University of London.

Fernández, R. (1998). Análisis del problema del transporte urbano. Ciencia al Día 1(3) <http://sunsite.dcc.uchile.cl/ciencia>.

Fernández R. y Tyler N. (1995). Modelación de las interacciones en paraderos de buses. Actas del VII Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte, Santiago.

Fernández R. (1993). An expert system for preliminary design and location of high-capacity bus-stops. Traffic Engineering and Control 34(11).

Fernández, R. y Valenzuela, E. (1999). Incorporación de la capacidad y rendimiento de paraderos en programas de simulación de tráfico. Paper presentado y aceptado en el XI Congreso Panamericano de Ingeniería de Tránsito y Transporte, Porto Alegre, Brasil.

Fernández, R., Brown, N. y Tyler, N. (1997). Accessible public transport routes in Brighton. Task 1: Western Road, Churchill Square are interim report. University of London Centre for Transport Studies Working Paper.

Gibson J., Fernández R. y Albert, A. (1997). Operación de paraderos formales en Santiago. Actas del VIII Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte, Santiago.

Gibson J. y Fernández R. (1996). Efecto de una intersección semaforizada aguas abajo sobre la capacidad de un paradero de buses con sitios múltiples. Apuntes de Ingeniería 19(4), 31-40. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Gibson J. y Fernández R. (1996). How can the design of bus-stops help in reducing congestion? CODATU VII Actes de Conférence Tome 2, New Delhi.

Gibson J. y Fernández R. (1995). Recomendaciones para el diseño de paraderos de buses de alta capacidad. Apuntes de Ingeniería 18(1). Pontificia Universidad Católica de Chile.

Hensher, D.A. (1999) A bus-based transitway or light rail? Continuing the saga on choice versus blind commitment. Road & Transport Research, Vol 8, N°3. 3-21.

Jara-Díaz, S. (1996). The role of pricing in the Santiago public transport system. Estudios de Economía 23, 59-75.

Smith, n. and Hensher, D. (1998). The future of exclusive busway: the Brazilian experience. Transport Reviews, Vol 18, N°2. 131-152.

Tyler, N. y Fernández, R. (1996). Integración del diseño de paraderos en las medidas de prioridad a los buses. IX Congreso Panamericano de Ingeniería de Tránsito y Transporte, La Habana



Valenzuela, E. y Baeza, I. (1991) Influencia del diseño de bus, paradero y modalidad de operación sobre la duración de la detención de buses en paraderos. Actas del V Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte. Santiago, 1991.

Valenzuela, E. y Gibson, J. (1989) Caracterización de la circulación de buses por medio de trayectorias espacio - tiempo. Actas del IV Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte. Valparaíso, 1989.

La Aventura del Monorriel. Revista Ercilla N°3.072, 17 de Noviembre de 1999.

Estudio de Demanda del Sistema de Transporte Público de Superficie de Santiago. SEREMITT (1997).

Por qué las inversiones en el transporte público no reducen la congestión de tránsito urbano, Unidad de Transporte, CEPAL.

Valor del tiempo en evaluación de proyectos: el dilema Chileno, por Juan de Dios Ortúzar. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Una evaluación crítica de algunos aspectos del desarrollo del sistema de transporte urbano de Santiago. División de Transporte, CEPAL.

Un análisis del concesionamiento de autopistas urbanas, con referencia a los casos de la Costanera Norte de Santiago de Chile y del eje Javier Prado de Lima, Perú. Unidad de Transporte, CEPAL.

Gerenciamento de Transporte Público Urbano. Instruções Básicas. Manual 9. Integração de Transporte Público Urbano. Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP). 1996.

Análisis Idea Privada N°171: Sistema de Transporte Masivo sobre el Canal San Carlos.

Análisis Idea Privada N°169: Sistema de Transporte Rápido para el corredor Avda. Los Pajaritos.

Análisis Idea Privada N°168: Sistema de Transporte Rápido para el corredor Canal San Carlos, Santiago.

Análisis Idea Privada N°165: Sistema de Transporte Rápido para el corredor Vicuña Mackenna.