

Modelación directa de demanda en ferrocarriles metropolitanos
para la evaluación de inversiones en reactivación de capacidad.

Marcelo E. Lascano Kežić, M. Sc.

Tesis

Director: Dr. Daniel Lema

Maestría en Evaluación de Proyectos

Instituto Tecnológico de Buenos Aires
Universidad del Centro de Estudios Macroeconómicos de la Argentina

Buenos Aires - 2015

Salvo aclaración, fotos y figuras son del autor.

Í N D I C E

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1 Planteo y objetivo.....	5
2. ESTADO DE LA CUESTIÓN :	11
2.1 La demanda de transporte como variable negativa:	11
2.2 Definición del tiempo de viaje como variable a minimizar.....	13
2.3 La importancia de las trazas troncales de transporte urbano:.....	15
2.3 Velocidad y capacidad:.....	19
2.4 Troncalización y tiempo de viaje	21
2.5 Troncalizar en Buenos Aires.....	23
3. METODOLOGÍA: LA MODELACIÓN DIRECTA PARA ESTACIONES EN EJES TRONCALES DE TRANSPORTE	27
3.1 Utilidad y alcance de la modelación directa de demanda.....	27
3.2 Antecedentes en modelación directa de demanda.....	30
3.4 Procedimiento general y la cuestión de la oferta de servicio como variable explicativa.....	31
3.5 Aplicación en Buenos Aires metropolitana.	36
3. 6 Datos y descripción de la variables:.....	39
4. RESULTADOS MODELACIÓN.....	45
4.1 exploración preliminar de la venta de boletos en el año 2000.....	45
4.2 Panel 1996-2001	49
4.3 Conclusión:	52
5. SOLUCIÓN PROPUESTA A TRAVÉS DE UN CASO TESTIGO: APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE ESCENARIO DE INVERSIÓN	55
5.1 Presentación del caso testigo: corredor ferroviario en La Matanza.....	56
5.2 Especificaciones para la aplicación del modelo directo de demanda	61
5.3 Monetización del Cálculo de ahorros de tiempo y monetización de ahorros en confort.....	62
5.4 Escenario de inversión y de ahorros esperados.....	63

6. RESULTADOS EVALUACIÓN:	69
ANEXO I: SEGMENTACIÓN DE LA ESTIMACIÓN EN BRUTO.	77
ANEXO II: HIPÓTESIS PARA EL REEMPLAZO DE CADENAS DE VIAJE Y CÁLCULO DE AHORROS DE TIEMPO.	83
5.4 Cálculo del ahorro de tiempo	84
AGRADECIMIENTOS:	87
BIBLIOGRAFÍA:	87

1. INTRODUCCIÓN

Buenos Aires, ciudad y área metropolitana, cuenta con once líneas ferroviarias adaptadas para la operación de servicios de transporte de pasajeros. Constituyen el sistema troncal de transporte para flujos cotidianos. En algunas líneas el servicio es frecuente y tiene alguna calidad. En otras, el servicio es de muy baja frecuencia y de mala calidad, a pesar de recorrer áreas tan pobladas como las líneas con buen servicio. Esta situación excepcional permite proyectar el desempeño de la inversión en una traza ociosa.

Este estudio tiene por objetivo evaluar el rendimiento de la inversión para equiparar el servicio de las líneas con malas prestaciones. Se hará énfasis en el estudio de la demanda de las líneas que funcionan bien, cuyas características pueden transferirse a las líneas con mal funcionamiento, mediante aplicación de la modelación directa. Es en este ítem de la evaluación del proyecto donde no se cuenta con información sólida, ya que los pequeños volúmenes de pasajeros que estas líneas con mal funcionamiento mueven en la actualidad están lejos de representar la demanda potencial.

Por otro lado, es efectivamente cierto, al contrario de lo desconocido de la demanda potencial, el costo de las inversiones en infraestructura y material rodante, que puede tomarse de proyectos efectivamente concretados.

1.1 Planteo y objetivo

Con el aumento de la congestión dentro y alrededor de la extensa área central de Buenos Aires, los servicios troncales ferroviarios han comenzado a resultar cada vez más atractivos, al mantener el tiempo de viaje. Para zonas residenciales ubicadas a más de 10 y menos de 35 kilómetros de distancia, aumenta el diferencial de tiempo de viaje entre, los desplazamientos por calles, avenidas y autopistas, por un lado, y el transporte público sobre trazas segregadas de la red semafórica la congestión, por el otro. Este fenómeno se produce en en varias grandes metrópolis (de Grange, 2010; Ferreira da Luz, 2010; Lascano y Cohen, 2012), que en muchos casos cuentan con un red troncal de transporte público constituida por trazas ferroviarias. En el caso de la capital de la

Argentina, el deterioro reciente (<15 años) del servicio metropolitano, o los cambios recientes en su situación institucional puede considerarse como una fase pasajera, que no modifica el rasgo sobresaliente: el diferencial de velocidad intrínseco a la tecnología ferroviaria en grandes ciudades.

Al insertarse en una ciudad con congestión creciente y verificar bajo nivel de aprovechamiento, se considera que existe aún demanda potencial no atendida por la red troncal metropolitana de Buenos Aires (Martínez, 1999; Orduna, 2001; Lascano y Cohen, 2009; Müller, 2011; UNSAM Foro, 2013).

En Buenos Aires, la demanda mostró su preferencia por el transporte público rápido ya hace dos décadas, cuando la congestión era menor que hoy. Entre 1995 y 1998, el número de boletos emitidos en las estaciones metropolitanas tuvo un aumento real, posterior al blanqueo en la venta de pasajes, que puede estimarse en torno al 35% (Lascano, en preparación). La intensidad de este aumento muestra que el uso del servicio ferroviario estaba retenido, bloqueado, por distintas deficiencias, entre las cuales estaban entonces, hacia 1994, el delito abordo, la falta de limpieza y deterioro de los espacios de uso, baja oferta, la impuntualidad y la cancelación repentina de frecuencias.

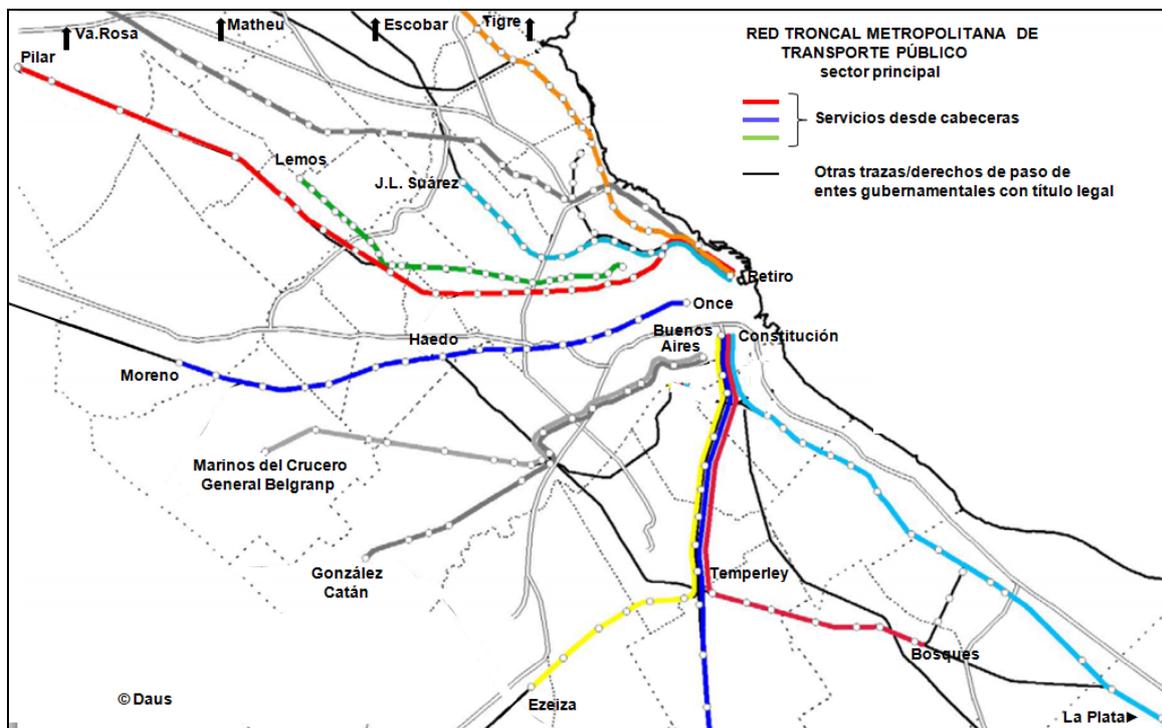


Fig 1: Red troncal de transporte público en Buenos Aires y su área metropolitana. Servicios operados (color) y trazas subutilizadas o inactivas.

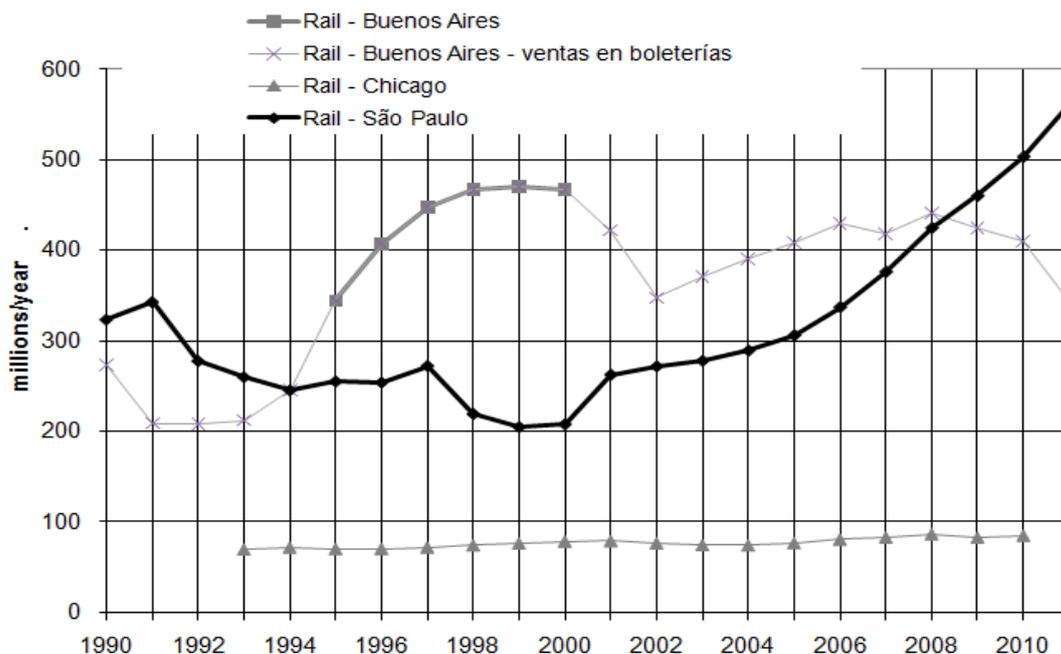


Fig. 2: evolución reciente de la venta de boletos o pasajeros pasantes por molinetes, en tres sistemas ferroviarios metropolitanos. En Buenos Aires, la venta de boletos fue representativa de la demanda hasta 2001. En todos los casos, las cifras corresponde a pasajeros entrantes al sistema

El Estado Federal, propietario y titular del servicio, implementó en ese momento un esquema de concesión de la operación, con contratos sujetos a metas establecidas y control de desempeño, reteniendo la fijación de la tarifa y desarrollando un pequeño plan de inversiones. Si bien se trató de un esquema de limitado alcance (Gutiérrez, 1998), que no asumió el planeamiento (Gutiérrez, 1998; Kippes, 1999), y mostró dificultades en el desarrollo de los controles (Ozslak et al., 2000; Felder, 2001; Raspall Galli, 2004; Rebelo, 2006), logró remover aquellas barreras estructurales y poner en evidencia el diferencial del tiempo de viaje (Lascano y Cohen, 2012), atributo de transporte al que da gran importancia cada persona al diseñar sus “modalidades de viaje”. De forma que, en poco tiempo, la demanda comenzó a crecer por delante de los aumentos de frecuencia que pudieron implementarse con el parque rodante disponible. En 1998 se registra el máximo con 455 millones de pasajeros transportados en los 505 kilómetros de red metropolitana (segmentos en color en la fig. 1), y con 24 millones en los servicios de cercanías en un radio de 100 kilómetros (en negro en la fig. 1). Durante los dos años siguientes, la demanda total se mantuvo estable.

A partir de estas premisas, se evaluará la inversión para incrementar las frecuencias sobre una de líneas ociosas con las que cuenta el AMBA, la línea que cubre el sudeste metropolitano entre las estaciones Buenos Aires y Marinos del Crucero General Belgrano, denominada “línea a Marinos”. Se estudia el comportamiento de la demanda en líneas con buena frecuencia, para estudiar la respuesta potencial en otras líneas donde el servicio se presta con muy baja frecuencia y/o en forma deficiente. Estableciendo la inversión para aumentar la frecuencia, se proyecta, mediante los resultados de la denominada “modelación directa”, la demanda que podrá ser captada por el equipamiento puesto en servicio. La inversión en cuestión puede asumir dos estándares: uno, en el que se aumenta la frecuencia sin electrificación, y otro en el que se pasa directamente a la electrificación de la línea. En el primer caso se reemplaza e incrementa el parque rodante, mientras que en el segundo además hay una inversión en el sistema de alimentación energético: tendido de catenaria, estaciones transformadoras, etc.

Como es de rigor para las inversiones en trazas de transporte troncales, una parte sustantiva de la viabilidad depende de la demanda. En efecto, ya sea a través de la recaudación tarifaria, o a través de la valuación de la reducción en los tiempos de viaje de los individuos.

En el caso de Buenos Aires, la inversión en trazas troncales de transporte masivo no se realiza de cero, como en San Pablo o Bogotá, sino a partir de trazas preexistentes. Se aprovechan los insumos disponibles, en particular el derecho lineal de paso y los predios de las estaciones. Estos insumos reducen el margen en el que pueden plantearse opciones tecnológicas: como viaductos elevados, carriles pavimentados en superficie o túneles contradirían el aprovechamiento de la infraestructura preexistente.

Los costos típicos ferroviarios son conocidos por obras realizadas. La falta de información está en la demanda. Sobre todo si, como en el caso que tomaremos de referencia, el servicio existente es reducido y de mala calidad, y por lo tanto la demanda actual no refleja la potencial. Se hará, entonces, énfasis en la demanda.

Para construir un modelo directo de demanda se utilizan los datos relevados por la Secretaría de Transporte de la Nación, correspondientes a la demanda registrada entre

1996 y 2001, por estación, por mes. Se relevan y estudian las frecuencias y volumen de oferta prestados en el período. Finalmente se utiliza información demográfica del AMBA, correspondiente al Censo de Población y Vivienda de 2001, de alta definición espacial, incorporados a un sistema de información geográfica para dar mayor consistencia a la identificación de patrones y rasgos básicos.

Para estimar los costos de inversión y operación se utilizan fuentes secundarias y entrevistas con expertos.

Luego de esta introducción, este estudio se organiza en cinco secciones y una sección final de reflexiones sobre los resultados. A continuación, en la segunda sección, se plantea el Estado de la cuestión, en este caso la configuración de la demanda cotidiana de transporte en un medio congestionado, como son las ciudades, y las consecuencias sobre las necesidades de infraestructura. En la tercera sección se presenta la técnica de modelación directa de demanda y la particularidad metodológica en torno al tema de la oferta que surge de su aplicación en ciudades con predominio del transporte público y tasas importantes de crecimiento. Luego, la cuarta sección despliega los resultados de la modelación directa para los ferrocarriles metropolitanos de Buenos Aires. La quinta parte presenta la Solución Propuesta, ilustrando la situación de base antes del proyecto y la metodología de evaluación de las mejoras en las condiciones de traslado para los usuarios del proyecto en funcionamiento. La sexta sección ilustra los resultados de la evaluación, retomando los conceptos presentados en la segunda, y subrayando la gravitación de las cifras de demanda en su cálculo. Finalmente, se proponen algunas reflexiones para restablecer la importancia de las inversiones en grandes proyectos.

2. ESTADO DE LA CUESTIÓN :

2.1 La demanda de transporte como variable negativa:

La evaluación de inversiones en transporte debe abordar la estimación de la demanda, como en el caso de cualquier proyecto. Pero debe tener en cuenta su naturaleza negativa. Koppelman (2006) plantea que, a nivel individual, la elección entre modos, a la hora de realizar un viaje, se realiza entre opciones que conllevan distintos niveles de desutilidad: el transporte no se consume en forma deseada, sino a raíz de la heterogeneidad del territorio: los empleos, los lugares de actividades sociales, no se hallan en los mismos espacios donde se ubican las viviendas. Esta compartimentación del espacio geográfico dispuesto como un plano bidimensional, impone la necesidad de desplazarse. Y lo inevitable no se suprime, sino que se minimiza. Aquí yace la diferencia entre la demanda de transporte de la del resto de los bienes y servicios. Puede insistirse sobre este aspecto, observando cómo incluso difiere de la demanda de otros servicios públicos. Las personas no necesariamente buscan ajustar su consumo de electricidad o agua a lo que estrictamente necesitan. Un individuo puede mostrar hábitos de derroche o de ahorro moderado en ambos casos. Pero nadie permanece sobre un transporte público una o dos paradas más, ni aún cuando la distancia adicional está cubierta por la tarifa (por ejemplo, en los sistemas de tarifa plana, como el subte), en contraste con el recargo proporcional en los casos del agua y la electricidad.

La particularidad del transporte de pasajeros surge de la participación de la persona en el proceso: el consumo de un traslado se realiza contando con su plena presencia física. Para cerrar la presentación del carácter *Sui Generis* de la demanda de transporte debe ser separado, a su vez, del consumo de transporte realizado con fines recreativos, durante el proceso de transporte en sí mismo, o asociado al consumo de actividades recreativas en el lugar de destino, en cuyos casos el consumo del paisaje o la oferta turística de destino son sustituíbles. Se trata además del tránsito de vehículos más bien en rutas y autopistas interurbanos si bien puede tener una presencia, aunque porcentualmente ínfima, en el universo de la demanda de transporte al interior de la ciudad.

La insustituibilidad de un traslado entre un punto “A” y un punto “B”, ambos en una misma ciudad, merece alguna consideración adicional, ya que es el origen del valor económico de los proyectos de transporte¹. En efecto, las personas eligen dónde adquirir una vivienda, pero no eligen la localización de su trabajo, o de su lugar de estudio. O, al menos, como señala Voith (1997) la frecuencia en los cambios de residencia y de localización de trabajo son distintas, más aún si una gran ciudad centraliza gran parte de su actividad en su área central principal. En definitiva, nos interesa descartar aquí la idea, frecuentemente alegada, de descentralización urbana, no como proceso ya existente, incluso en Buenos Aires (ver Vecslir y Cicollella, 2011), sino como política de descongestionamiento: solucionar el transporte a través de los usos del suelo, arrojando el problema fuera de la esfera de decisión y acción de la planificadores y gestores del sistema de transporte. Así, el tratamiento de los problemas, en particular, la asignación de fondos del presupuesto público a inversiones de capital, queda postergado. Aquí yace una parte no menor de la histórica falta de inversión en los ferrocarriles metropolitanos. Reconociendo el aporte de las herramientas del planeamiento territorial, este trabajo se limitará a analizar las inversiones necesarias en algunas trazas ferroviarias ociosas, que vinculan zonas residenciales del área metropolitana con su área central.

En este punto podemos explorar la principal consecuencia de la insustituibilidad de los traslados: la convergencia de un gran número de personas hacia un área geográfica reducida. El problema de la congestión es consecuencia de esta concentración de los flujos de transporte. Esto se agudiza en las grandes metrópolis: el número de personas moviéndose desde y hacia una porción reducida de la metrópolis es grande.

Desde el punto de vista de los individuos, la congestión genera un consumo adicional de transporte, respecto a un tiempo hipotético de viaje con disponibilidad óptima de infraestructura. En la reducción de este adicional se mueve la ingeniería de la planificación y la delimitación de un valor económico, referidos ambos al esfuerzo adicional en realizar un traslado.

¹ En particular en grandes metrópolis donde los efectos sobre los usos del suelo sólo pueden ser marginales o de difícil atribución al proyecto de transporte.

Los proyectos de transporte tienen por objetivo asegurar la fluidez de los traslados que se realizan al interior de la ciudad. Cuando los gobiernos no están sujetos a restricciones presupuestarias severas, el objetivo es restablecer aquellas condiciones de viaje sin demoras. Por lo tanto, una inversión de transporte urbano debe evaluarse en primer lugar sobre la base de la reducción de los tiempos de viaje de los individuos que residen o trabajan en el área de influencia del proyecto. El protagonismo de los ahorros de tiempo en la evaluación de proyectos de transporte urbano se ha reforzado últimamente, a raíz del crecimiento de la congestión sobre todo, pero vale mencionar también el cambio en la valorización social del tiempo. En esta ocasión sólo abordaremos el primer aspecto.

2.2 Definición del tiempo de viaje como variable a minimizar.

El tiempo de viaje corresponde al total de minutos insumidos por un traslado, desde que se abandona un edificio, un actividad, hasta que se alcanza otra. Se contabiliza distinguiendo diferentes componentes. La investigación económica ha identificado que los usuarios dan importancia distinta a cada uno de estos componentes. Por ejemplo, las elasticidades son mayores para los tiempos de espera, que para los tiempos durante los cuales se produce el desplazamiento en sí mismo (TCRP, 2004; Transport Research Limited, 2004; Small y Verhoef, 2007).

Un concepto transversal a estos elementos es el de ahorro de tiempo, que refleja en forma sintética la eficacia funcional de la metrópolis; para una misma estructura física urbana, definida por magnitudes geodésicas, pueden considerarse distintos sistemas de transporte. De aquí resultarán distintos tiempos de viaje. La literatura referida a este tema se origina sobre todo en la economía (Por ejemplo, Thomson, 1974; Button, 1993; Jara Días, 2000; Small y Verhoef, 2007). En los Estados Unidos existe un corpus técnico sobre el tiempo vinculado a la velocidad y al uso del automóvil, de difundida aplicación en el campo profesional (National Academy of Sciences (EE.UU), 2010). También en este país la comparación de tiempos de viaje se hace sobre la base de que en transporte público resultan mayores, implicando una relación unívoca con segmentos de demanda cautivos. En este mismo país, parte importante de la investigación académica sobre el factor tiempo también se relaciona con la tecnología carretera. En

Francia el tratamiento de los ahorros va asociado a los sistemas de transporte público (Boiteaux, 1994; Francia, 1997; Quinet, 2000). Sin embargo, puede observarse que su contabilización constituye una tarea en sí misma, generando diferencias según diferentes metodologías. Uno de los primeros debates de este tipo, en torno a la proporcionalidad del valor del ahorro de tiempo a la suma de minutos fue protagonizada por Small y Hensher (1978), cuando en los EE.UU. se retomaba la política de inversiones en transporte público. Refiriéndose a un contexto más relevante al escenario urbano de Buenos Aires, Lleras (2003) identificó diferencias sobre la base de las preferencias reveladas de “usuarios” y “no usuarios” de un sistema de troncalización, distinción presentada por Ardila (2005) en su contribución al debate en torno a la evaluación *ex -post* del sistema de carriles exclusivos para colectivos urbanos de Bogotá (Transmilenio). Por otra parte, Cervero cuestiona la validez de los ahorros de tiempo, al sostener que varios estudios demuestran que las mejoras en velocidad más bien producen viajes de mayor distancia, anulando el ahorro estimado para el sistema sin proyecto. Sin embargo, basa su crítica en evidencia recogida en los EE.UU. y el Reino Unido. Es decir, en sistemas territoriales carentes de corredores urbanos por entero cautivos del transporte público y con tiempos de viaje en colectivo por fuera de la escala usual en estos países. Estos dos elementos impiden transferir el cuestionamiento, dado que aún el servicio mejorado de transporte público que analizaremos aquí estará lejos de ofrecer las holgadas condiciones de calidad y frecuencia existentes, por ejemplo, en el Reino Unido por un mejor servicio de transporte público, o por mayor capacidad vial en los EE.UU.

Otros cuestionamientos no aluden a la consistencia en sí de la comparación de tiempos de viaje antes y después de un proyecto, pero sí la definición del tiempo de demora como magnitud negativa. Lyons y Urry (2005) cuestionan fuertemente la suposición de que el tiempo de viaje es inexorablemente algo a ser minimizado, vinculando esta tesis al incremento de las distancias de viaje cuando aumenta la velocidad, en forma similar a lo sostenido por Cervero. Es interesante notar que esta observación se refiere sobre todo a la demanda de viajes diarios pero en espacios no congestionados, escenario netamente contrastante con la situación al interior de las grandes metrópolis. Con un enfoque similar, Jain y Lyons (2008) indagan en las actividades positivamente elegidas que realizan los usuarios del transporte público, aunque sin plantear si, de no tener la obligación de invertir tiempo en trasladarse, el tiempo se utilizaría realizando esas

mismas actividades, es decir, las posibles a bordo de un transporte². También Páez y Whalen (2010) parten del posible valor positivo del tiempo de viaje, pero determinan que se trata de los viajeros activos (ciclistas, caminantes) que, puede agregarse, controlan el desarrollo de la trayectoria y obtienen un beneficio explícito durante el traslado. Asimismo, encuentran que en el transporte público el tiempo no sólo representa un costo por su carácter de tiempo cesante, si no por factores como el ambiente social y la calidad de instalaciones de transporte. Es decir, todas las investigaciones que han buscado un camino alternativo confirman que el consumo de tiempo en transporte asume irreductiblemente un signo negativo.

La preocupación por el incremento de los tiempos de viaje ha alcanzado la gestión y cabe mencionar que las autoridades gubernamentales han venido monitoreando la evolución de los tiempos de viaje durante días hábiles, ya sea mediante los resultados de las encuestas de transporte como mediante sensores en las calzadas de las principales avenidas y autopistas.

En verdad el valor del tiempo es un tema genérico sólo en una primera aproximación, y debe estudiarse específicamente para cada tipo de demanda de transporte. Este trabajo se concentra sobre viajes en un área metropolitana grande, con calles, avenidas y autopistas congestionadas durante los picos matinales y vespertinos (que son cada vez más largos). Estos viajes son de alta recurrencia, es decir, 3 a 5 veces por semanas, ida y vuelta, y son mayoritariamente laborales (Argentina 2008, INTRUPUBA).

2.3 La importancia de las trazas troncales de transporte urbano:

Los grandes ciudades enfrentan cuestiones de transporte propias, diferentes a las que encaran ciudades medianas o pequeñas (Thomson, 1977). El manejo de los tiempos de

² Este aspecto muestra las múltiples situaciones que se vuelve necesario analizar cuando se ramifica excesivamente el planteo de la naturaleza de los ahorros de tiempo. Un individuo puede tener preferencia por capitalizar su tiempo de viaje trabajando en su computadora, por lo cual sería más adecuado usar un transporte público con servicio de internet, o realizando llamadas telefónicas de trabajo, en cuyo caso le convendría utilizar su automóvil. Pero estos análisis, no reflejan el mercado laboral mayoritario, menos el de los demandantes de transporte del AMBA y, en verdad, dejan de lado la verdadera cuestión: el diferencial de tiempo de las trazas troncales, de alto costo de capital, respecto a la red vial urbana. Volviendo, una vez más, a Thomson, se trata de un problema intrínseco a una urbe de gran tamaño.

viaje en áreas metropolitanas de gran escala se realiza a través de las infraestructuras de transporte denominadas “troncales” (Vuchick, 1980, 1999; Hidalgo, 2005). Son las trazas de alta capacidad cuyos itinerarios unen la zona central, “el centro”, con los distintos cuadrantes del área urbana, mayormente donde reside la población. En la cartografía asumen la apariencia de una estructura ósea que sostiene el “cuerpo” de la “mancha urbana”, es decir, la superficie construida de la ciudad. Más allá del efecto visual en los mapas, funcionalmente cumplen un rol configurador al concentrar los movimientos desde los intersticios y canalizarlos, a mayor velocidad, hacia las zonas centrales, durante las mañanas e, inversamente, durante las horas vespertinas, distribuirlos desde las zonas centrales en forma centrífuga y, luego, desde sus ejes hacia los intersticios.

Comúnmente se entiende que las estrategias de troncalización equivalen a la provisión de servicios de transporte público (Vasconcelos, 1996; Zarattini, 2004). Si bien esto es cierto para una gran mayoría de casos, no debe olvidarse que también las autopistas cumplen este rol en varios casos. En cuanto al transporte público, puede hablarse de tres tipos de infraestructuras que cumplen un rol troncalizador. Las trazas con una implantación bajo la red de calzadas de calles y avenidas, o elevados, en la que los vehículos (trenes) se mueven segregados por completo del tránsito en superficie. Las trazas en superficie con restricciones parciales programadas, por ejemplo, los ferrocarriles metropolitanos, son muy similares, sobre las que pueden determinarse en forma estructural las llamadas precauciones, donde el conductor del vehículo rutinariamente debe reducir la velocidad. Es decir, el desplazamiento, exento de imprevistos, está segregado de saturación de tránsito en calles y avenidas. Por último, y abarcando una gama de combinaciones muy variable en cuanto al nivel de segregación, están las troncalizaciones por medio de colectivos sobre la calzada vial en base al uso preferencial o exclusivo de uno o dos carriles en avenidas, sujetos en alguna medida a las restricciones de desplazamientos por el tránsito perpendicular a la traza, moduladas por la red semafórica.

Los grandes proyectos tienen por objetivo concentrar los itinerarios de numerosos viajeros con el objetivo de ganar economías de escala y de densidad en la provisión de servicios de transporte (Kippes, 2014). Estas economías, a su vez, justifican los costos de construir y operar vías segregadas respecto de los tráficos locales de cada barrio, de

forma de posibilitar el tránsito de vehículos a mayor velocidad y producir así reducciones en los tiempos de viaje para un gran volumen de usuarios. En las urbes de más de 10 millones de personas, dos elementos se conjugan, con el resultado de deteriorar exponencialmente los tiempos de viaje.

- a) Los volúmenes de pasajeros que se dirigen hacia y desde el centro de la ciudad son muy importantes, estableciendo la condición de base para que se produzca la congestión en calles y avenidas.
- b) Los volúmenes de tránsito en superficie generan la necesidad de optimizar los flujos en cruces mediante semaforización, permitiendo sólo velocidades menores a las del flujo libre. LA propia optimización del sistema limita las velocidades operativas.
- c) Las distancias medias entre las zonas residenciales y el centro son mayores, con lo cual los tiempos de viaje, aún si no existiera la congestión, tenderían a ser altos para un porcentaje importante de la población.

Cuando una ciudad grande no cuenta con suficientes infraestructuras de transporte, estos factores efectivamente se combinan, resultando en tiempos de viaje altos para los desplazamientos cotidianos. Muchos ejemplos constatan, por omisión o por defecto, esta ecuación. Nueva York, Chicago, Londres y París concentran una parte muy importante de su actividad en su zona central, y manejan satisfactoriamente los tiempos de viaje de sus flujos de ingreso y egreso al centro. San Pablo, Buenos Aires, Ciudad de Méjico y Bogotá cuentan con equipamientos destacados. Sin embargo, sus niveles de ocupación y la congestión en calles y avenidas marcan la insuficiencia de la capacidad del sistema de transporte público.

El contraste entre estos dos grupos de ejemplos indica que el gran tamaño de las ciudades, efectivamente, fija las condiciones para que se produzca congestión, pero es la disponibilidad de infraestructuras troncales el factor determinante del desempeño del sistema, en particular para el mantenimiento de los tiempos de viaje en general. Es la Regla de Oro del Transporte Público, formulada por Thomson (1977) (a veces mencionada como la paradoja de Downs-Thomson) en su pionero trabajo sobre el transporte en la grandes ciudades:

“la calidad del transporte privado tiende a asemejarse a la del transporte público”

En este punto estamos ya en condiciones de presentar la importancia de las infraestructuras troncales. La regla de Thomson subraya que no son tan sólo un equipamiento del sistema de transporte público, sino del sistema en general. Su desempeño condiciona el de la componente, el transporte individual, del que formalmente no es parte. Desde este punto de vista abordaremos la evaluación de proyectos troncales de transporte público, siguiendo, en cuanto sea posible, la consideración de tiempos de viaje externos al proyecto (ver debate en la Revista de Ingeniería de la Universidad de Los Andes, de Colombia, sobre el proyecto de troncalización de colectivos urbano “Transmilenio” en Bogotá, Ardila, 2005; Echeverry et al., 2005; Peñalosa, 2005).

Sin embargo, la relación entre infraestructuras troncales de transporte público y tiempo de viaje no está del todo establecida como un elemento básico, como una categoría *sin equa non*. Por ejemplo, al presentar el ciclo negativo entre motorización y transporte público, Ortúzar (2000) equipara transporte público a los sistemas de buses urbanos, sobrerrepresentando la incidencia del tránsito de automóviles sobre el sistema en general, entrando en contradicción con la paradoja de Thomson. Este ejemplo refleja una falencia persistente en la literatura. Y también en la práctica. El Índice de Congestión que la Universidad de Texas elabora para una serie de ciudades de los EE.UU. se calcula sobre la base de los tiempos de viaje en automóvil solamente. La parcialidad de este criterio se advierte cuando la ciudad con mayor congestión resulta ser una de las que posee uno de los sistemas de metro más rápidos del país, y de mejor calidad, sino del mundo. Así es que al mencionársela al pasar, como sobrentendida, se subestima la importancia de la cuestión del tiempo de viaje urbano y la incidencia de las infraestructuras troncales.

Finalmente, en los últimos años el tema del aumento de los tiempos de viaje comienza a convivir con nuevos conceptos transversales a la política de transporte, en general originados en contextos en los que se han realizado grandes inversiones y las ciudades han desacelerado su crecimiento. En tales condiciones, completamente ajenas a los países con procesos intensivos de crecimiento, la *policy* puede encarar cuestiones de sintonía fina, como la eficiencia energética, la sostenibilidad presupuestaria y la desincentivación de la demanda de transporte.

La forma y tamaño de las grandes urbes, en particular en países en crecimiento, evoluciona en forma adversa al mantenimiento de los tiempos de viaje. La mayor población satura los sistemas existentes, mientras que el crecimiento físico implica mayores distancias medias. La cuestión de los tiempos de viajes debe entonces continuar ocupando el primer plano en grandes urbes de fuerte crecimiento metropolitano, por el aumento de la demanda y por el aumento de las distancias medias. Los proyectos que se encaren, con mayor o menor capacidad de inversión pública, pueden incorporar otros criterios en el proceso de priorización, pero teniendo siempre presente que operan sobre un escenario cuyo atributo más deteriorado es el tiempo de viaje medio.

Este estudio aborda el estudio de grandes volúmenes de demanda, casi exclusivamente dependientes del transporte público, de crecimiento reciente, ubicados a importantes distancias respecto a los principales centros de actividad cotidiana de Buenos Aires. El cálculo de la demanda potencial es, casi automáticamente, un relevamiento de los excesos de tiempo de viaje que impone el sistema actual, por la falta de servicios troncales.

2.3 Velocidad y capacidad:

¿Cuál es el nexo entre las infraestructuras troncales y el desplazamiento rápido? Aquí cabe formular el problema con toda su dramatismo: la velocidad debe ser posible durante la hora pico, y para volúmenes muy importantes de personas. Esta meta parece poco realista contrapuesta a la creencia ya arraigada de que las grandes ciudades son artefactos “necesariamente” congestionados.

El movimiento sin demoras de un vehículo requiere contar con una traza segregada de la congestión. Para ello, la infraestructura lineal de desplazamiento deberá tener tres características:

Dos características físicas:

Segregación lateral: desplazamiento guiado del vehículo, sujeto a físicamente a un encarrilamiento, con uso exclusivo.

Segregación longitudinal: la traza no tiene interferencias o discontinuidades estructurales a lo largo de su desarrollo. La señalización por colores es un elemento de seguridad, no de optimización de la capacidad entre dos flujos perpendiculares.

Una característica operativa:

El ingreso, egreso y desplazamiento de los vehículos sobre la traza se realiza bajo la coordinación de un operador principal o único.

Estos caracteres posibilitan algunos parámetros de calidad del servicio. La segregación lateral evita ineficiencias debida a la operación no guiada de múltiples vehículos, así como la pérdida de capacidad por exceso en el ingreso de vehículos. La continuidad longitudinal evita las detenciones y arranques innecesarios. Por otro lado, la sujeción al carril, junto con el control conjunto de los vehículos que transitan la traza, posibilita la operación conjunta de 4 a 9 módulos, aumentando la capacidad de la sección transversal, mediante el aumento del tamaño de cada frecuencia. En San Pablo, Brasil, los importantes cambios introducidos en la red de colectivos, con severas dificultades institucionales, tuvo por objetivo troncalizar recorridos, es decir, agregar la oferta en segmentos de servicio, para maximizar el rendimiento del escaso espacio vial. (Zarattini, 2004). Si bien el objetivo fue logrado, el desplazamiento libre de los colectivos articulados mostró el menor alcance de una tecnología sin guía en el desplazamiento.



Fig. 2: Vehículo con desplazamiento sujeto a carril. Fotos de Sergio Mazzi y F/ Giolo, (2014), tomadas de Skyscrapercity, Monotrilho Expresso Tiradentes.

Llegados a este punto del análisis, debe advertirse que, así como el gran tamaño produce ciertos problemas de transporte urbano, las soluciones para estos problemas no deben trasladarse caprichosamente a ciudades medianas o pequeñas. Incrementar la capacidad del sistema de transporte mediante infraestructuras troncales es privativo de ciudades con altos volúmenes de demanda concentrados hacia y desde el área central. Es en este tipo de geografías donde las distancias medias de viaje y los niveles de congestión son lo suficientemente altos como para que el pasajero vea reducido su tiempo de viaje si se concentra la oferta de transporte en corredores segregados, a los que se accede mediante servicios alimentadores. El caso de Santiago de Chile (Morandé y Doña, 2007), ciudad de menos de 6 millones de habitantes, mostró cómo la troncalización excesiva fuerza trasbordos y puede deteriorar los tiempos de viaje sustantivamente.

2.4 Troncalización y tiempo de viaje

Troncalizar es bajar tiempo de viaje, ya que los volúmenes de demanda justifican los costos de construcción de las infraestructuras lineales segregadas. Se trata en verdad de un círculo virtuoso, ya que al aumentar la velocidad, aumenta el número de pasajeros que pueden atravesar la sección transversal por unidad del tiempo. A los fines de este estudio, nos centraremos en la primera componente, en las mayores velocidades de desplazamiento que permite la segregación de la infraestructura. En particular, tendremos en cuenta la magnitud de la diferencia entre la velocidad del transporte segregado y la velocidad sobre la grilla de calles en hora pico.

Aquí cabe presentar la amplitud de los impactos de los ahorros de tiempo. El diferencial del proyecto nuevo, segregado, aumenta la captación total del transporte público, ya que absorbe los usuarios previos e incorpora usuarios del transporte individual. Es decir, el potencial de reasignación de los servicios rápidos y previsibles no debe vincularse unívocamente con demanda “cautiva”.

Por otro lado, la aparición de un eje rápido en un mar de congestión resultará en un aumento del número de trasbordos. Y se mencionó antes que los trasbordos son una penalidad para el pasajero, ya que insume tiempo muerto y un itinerario peatonal para combinar un servicio alimentador y uno troncal. En el cálculo de los tiempos de viaje



Fig. 3: La traza es independiente de los cruces y discontinuidades de la red de calles y avenidas, así como de las restricciones impuestas por la semaforización. A su vez, cabe resaltar que la entrada de vehículos está claramente bajo el control de la operadora quien, además de la flota de vehículos, opera la traza. La foto de arriba es de Pablo Mazzi (Skycrapercity).



Fig. 4: Línea 9 de servicios metropolitanos en San Pablo, Brasil. Esta traza, construída hace más de un siglo, fue acondicionada para ofrecer transporte de pasajeros recién hace 15 años. En la foto, cuando el servicio era operado aún con formaciones de cuatro coches, cada 6 minutos. Hoy el servicio opera con ocho coches cada tres minutos, y así y todo no logra atender toda la demanda en hora pico, transportando 600.000 pasajeros por día hábil. Web de la Companhia Paulista de Trens Metropolitanos.

con proyectos y en diseño de las componentes física de inversión se tendrá en cuenta especialmente este tema.

2.5 Troncalizar en Buenos Aires

Buenos Aires cuenta con una red ferroviaria metropolitana extensa, de unos 520 kilómetros lineales de trazas-itinerarios, que cubren el municipio de la Ciudad y los 24 metropolitanos. Muchas de estas líneas están equipadas para la corrida hacia el área central (macrocentro) de servicios en forma sostenida y con buen volumen por frecuencia, más allá de las mejoras estructurales y de calidad que estén pendientes. Pero en algunas líneas el equipamiento aún responde al nivel de uso previsto al momento de su construcción. Esto ha dado lugar a que la oferta prestada en diferentes líneas de la

red metropolitana sea notablemente heterogéneo (Lascano y Cohen, 2009). Sin embargo, la existencia de una traza, convergente hacia el macrocentro, pero subequipada, constituye una reserva de capacidad. Se dispone de una traza de transporte cuya capacidad puede incrementarse si se adapta su equipamiento a los nuevos niveles de demanda.

Debe notarse que esta disponibilidad de trazas heredadas es más bien la excepción. Las metrópolis dotadas de redes ferroviarias construídas entorno al cambio de siglo XIX-XX en general registran bajos índices de crecimiento. Buenos Aires combina las dos circunstancias, y es así que sus trazas heredadas cobran una importancia que no tuvieron cuando su construcción. Quizás la comparación con San Pablo, en Brasil, puede dar dimensión a la oportunidad con la que cuenta Buenos Aires. Con una población varios millones mayor, la metrópolis paulista cuenta con tan sólo 252 kilómetros de trazas ferroviarias. Sin embargo, transportan hoy más pasajeros, a raíz de las inversiones de aumento de capacidad y actualización realizadas en los últimos diez años (Lascano y Cohen, 2012). De entre las trazas ferroviarias de Buenos Aires subutilizadas o sin uso (Lascano-Cohen, 2009) la estimación de demanda y evaluación desarrolladas en este estudio abordan una de las que cubren el eje Sudoeste metropolitano.

Es así como la troncalización de flujos de pasajeros en Buenos Aires cuenta con este capital de trabajo, que permite el mejor de los mundos, ya que la faja física para el desplazamiento segregado de la congestión:

- Ya existe, lo cual es un ahorro sustancial de tiempo en implementación.
- Costo cero o marginal
- No hay exposición a costos políticos
- No quita capacidad vial a otros vehículos

Se puede aumentar la capacidad de transporte, rápidamente, y a menor costo. En cuanto al desempeño del vehículo (proyecto en funcionamiento):

- maximización de la capacidad ofrecida por operación coordinada de vehículos
- Segregación lateral – control en el uso conjunto de varios vehículos o conjuntos de vehículos

- Segregación longitudinal – desplazamiento sin interferencia de flujos perpendiculares (semaforizados)
- Desplazamiento estable.

Un elemento que no debe pasarse por alto es que los ejes heredados cuentan también con espacio para el desarrollo y adecuación de las estaciones, ya sea para generar los necesarios centros de trasbordo, ya sea para construir las instalaciones para pasajeros con movilidad reducida, siempre conveniente ya que los dispositivos especiales quedan fuera del módulo vehicular. Los “cuadros de estación” son una reserva de capacidad configurada específicamente para atender la cuestión de los trasbordos.

3. METODOLOGÍA: LA MODELACIÓN DIRECTA PARA ESTACIONES EN EJES TRONCALES DE TRANSPORTE

La modelación de demanda y flujos de transporte se compone típicamente de cuatro pasos, y es comúnmente denominada de “cuatro etapas” (Ortúzar, 2000). Una primera, aborda los viajes generados por cada hogar, en general los viajes al trabajo. Es interesante aquí destacar que, al igual que en la vida real, el ciclo del transporte comienza en zonas residenciales, y a la mañana. Nuestro enfoque hará énfasis en estos aspectos. Luego, la segunda etapa de la modelación estudia la distribución de esos viajes en el territorio. Esta parte del trabajo estadístico se origina en los fuertes procesos de descentralización-suburbanización de las ciudades estadounidenses, y puede asumir menos relevancia en el caso de las ciudades fuera de este país. La tercera etapa aborda cómo se reparte la demanda generada entre las opciones de transporte disponibles. La cuarta, también fuertemente vinculada al predominio del automóvil en los Estados Unidos, proyecta los itinerarios que seguirán los flujos vehiculares en calles, avenidas y, sobre todo, autopistas. De hecho, los modelos de transporte se originan cuando la suburbanización masiva y la construcción de autopistas alcanza su pico en los EE.UU³. A raíz del predominio del transporte público en ciudades de los países en desarrollo se han concebido también modelos exclusivamente de transporte público.

3.1 Utilidad y alcance de la modelación directa de demanda.

En lo posible, la evaluación de proyectos de transporte debe respaldarse en un modelo de cuatro etapas. Incluso, existen modelos de mayor sofisticación, concebidos más recientemente, en los que las estimaciones de distribución y reparto modal se hacen en forma conjunta, también en forma combinada con viajes no relativos al trabajo. Contar con un modelo integral debe ser la meta, y toda metrópoli como Buenos Aires debería

³ Por ejemplo el *Chicago Area Transport Study*, de mediados de los '60 que desde su mismo título, omitiendo términos como “área metropolitana”, o “ciudad”, que implican un polo principal, plantea la realidad de una urbe, multidireccional, no centralizada.

poder evaluar con esta herramienta los impactos de grandes proyectos en términos de ahorros de tiempo, reasignación de itinerarios, cambios en los trasbordos, etc.

Sin embargo, la construcción de un modelo completo constituye un objetivo múltiple, ante todo de naturaleza gubernamental, sujeto a plazos temporales, disponibilidades presupuestarias, generación y gestión de bases de datos costosas, así como del ámbito institucional estable, la previsibilidad en los plazos y los recursos humanos de alta calificación técnica para operarlo. Se trata de un camino largo, durante el cual es necesario contar con herramientas intermedias para permitir dar algún tipo de respuesta sistemática a las necesidades de estimación de demanda. Los modelos directos, como el que desarrollaremos aquí, permiten una primera aproximación a la estimación de demanda, sin reemplazar la necesidad de desarrollar modelos completos (Cervero, 2006).

La tarea de parametrizar las variables que explican el movimiento de personas a través de un modo de transporte puede abordarse directamente con las estadísticas de uso de este modo. Se aprovecha información preexistente, como el número de pasajeros pasantes por molinetes o la cantidad de boletos vendidos por estación. Estos datos son, además, un registro exhaustivo, y por lo tanto no existen riesgos de sesgos por diseño muestral. Al mismo tiempo, no implican un costo generado en sí por la tarea de modelización, como las encuestas origen-destino que requieren los modelos clásicos, ya que aprovecha datos disponibles. Por ejemplo, la venta de boletos genera un registro por la propia naturaleza de la tarea, que puede ser utilizado para un fin no previsto, como la modelización. La reducción en el costo por obtención de datos, así como por procesamiento, es muy significativa, y se puede contar con información actualizada más frecuentemente y realizar modelizaciones que incorporen explícitamente cambios a corto y mediano plazo.

Sin embargo, la modelación directa puede realizar aportes nuevos, y no sólo constituye una opción a raíz de la facilitación técnica y menor costo. Existen al menos cuatro razones relativas a la calidad y tipo de información que aprovechan. En primer lugar, la naturaleza exhaustiva, no muestral de la información. Ya existen, aunque bajo formatos que tienen mucho de experimental, estudios de aprovechamiento de las grandes bases de datos surgidas con los sistemas electrónicos de emisión de pasajes y control en los

accesos (la “Big Data” procesadas en algunos estudios, ver por ejemplo, Zhao, 2004; Gupta, 2006). En muchos casos, la dimensión de las base de dato es mucho menor que en estos ejemplos, y se combinan con información de los censos demográficos y económicos (Voith, 1991; Lane et al., 2006; Gutiérrez Puebla et al., 2011; Duduta, 2013). Un segundo aporte que debe mencionarse es la relevancia de la respuesta conjunta de la demanda, y no sólo aquella que resulta de la suma de las respuestas a nivel individual (con predominio de las modelaciones de *discrete choice*). Tempranamente Voith (1997) señaló que es la respuesta conjunta de un barrio, una localidad (“*community*”) la que importa a la hora de estimar la respuesta a largo plazo de la demanda a cambios en el servicio de transporte. En tercer lugar, y siguiendo a Cervero (2006), la modelación directa surge como una herramienta ante la necesidad de identificar la respuesta de la demanda conjunta en pequeña escala, a las características del entorno de una estación, a veces agregadas y disueltas en macrozonas de los modelos de cuatro etapas. La escala de trabajo es particularmente relevante para ciudades densas incluso en los suburbios, como es el caso de Buenos Aires, en las que los anclajes de los servicios troncales de transporte manejan diariamente grandes volúmenes de pasajeros. Por último, un cuarto aporte posibilitado por la modelación directa es la mejora en la modelación de los sistemas de transporte público. Aquí también gravita la cuestión de la escala de la información. Al abarcar la totalidad de un área metropolitana, en las encuestas origen destino los sistemas de transporte público pasan a un segundo plano, aún si para el área central tienen una importancia mayor y son clave para gestionar los tiempos de viajes en general, el consumo de espacio y la contaminación sonora. De modo que el diseño del muestreo, que es a escala metropolitana, puede sesgar notoriamente la representación del uso del transporte público. La última encuesta origen-destino llevada a cabo en Chicago, EE. UU., subrepresentó los viajes en metro y ferrocarril metropolitano, justamente cuando experimentaban un aumento en el número de pasajeros⁴.

En el contexto de las ciudades con áreas centrales predominantes, los tiempos de viaje de las trazas troncales hacen relevante revisar los resultados que puede producir la

⁴ Este problema asume varias ramificaciones. Por ejemplo, los sesgos se amplifican en el cálculo de pasajeros kilómetro de cada tipo de transporte, dificultando la evaluación de aspectos tales como la real distribución modal, la eficacia de subsidios (usualmente medidos por pasajeros, y no por pax-km) y la eficiencia energética.

aplicación de regresiones múltiples. En Buenos Aires, además, algunas trazas ferroviarias operan frecuencias muy bajas, por lo cual el cálculo de la demanda potencial asume relativa importancia, ya que estas trazas ofrecen la posibilidad de conformar ejes troncales nuevos.

3.2 Antecedentes en modelación directa de demanda.

La modelación del movimiento de pasajeros en una parada o estación (punto de anclaje) a partir de variables demográficas del entorno, servicios conexos, posición relativa y oferta de transporte se ha constituido en una práctica cada vez más frecuente. Una primera aplicación para estaciones residenciales es desarrollada en el marco del Transit Cooperative Research Program a mediados de los '90 (Estado Unidos, 1996), aunque ya el estudio de Voith (1991, 1997) parte de este enfoque, si bien no con el objetivo de modelizar el número de movimientos pasantes por el anclaje. Otras contribuciones en la reunión anual de la Transportation Research Board de la Academia Nacional de Ciencias de los EE. UU. muestran su establecimiento como práctica aceptada. Es desde el mundo profesional (ver ejemplos en los que se aplicó, en Cervero, 2006) que este método pasa a la investigación aplicada. El estudio de Kuby et al. (2004), constituye uno de los primeros aportes de este tipo, si bien sus resultados muestran alcance incipiente. Luego, Lane et al. (2006) actualizan el reporte del TCRP para servicios de cercanías (*commuter*) y tranvías, y Usvyat et al. (2009) realizan una exploración, modelando sólo para estaciones residenciales de servicios ferroviarios metropolitanos. En cuanto a la definición del área de influencia, Gutiérrez et al. (2011) indagan en la aplicación del método a la demanda media de días hábiles para 151 estaciones servidas por una sola línea en el subte de Madrid, haciendo énfasis en la definición del área de influencia peatonal. Guerra et al. (2012) indagan en las variables que explican el movimiento de pasajeros ya para 1400 estaciones en trazas troncales, focalizando en el problema del radio total del área de influencia, e intentando obtener un modelo de validez general y no sólo para una ciudad. Y finalmente, Duduta (2013) propone una modelización para el metro de Ciudad de Méjico, excluyendo las estaciones centrales y las terminales externas.

En el caso de Buenos Aires, los estudios sobre el uso de los servicios ferroviarios, que constituyen la red troncal metropolitana, son muy escasos (por ejemplo, Rebelo, 2006;

Lascano y Cohen, 2009), y se trata de un área cuyo abordaje está prácticamente inexplorado. En la actualidad pueden aprovecharse los datos generados entre 1994 y 2001 más algunos cortes de la información generada por la INTRUPUBA y otras encuestas realizadas recientemente.

3.4 Procedimiento general y la cuestión de la oferta de servicio como variable explicativa

El objetivo central de la modelización es estimar la respuesta de la demanda a la puesta en servicio de las líneas ferroviarias ociosas del área metropolitana de Buenos Aires.

Tomando como variable dependiente el movimiento de pasajeros en un punto de anclaje (estación), la modelación directa analiza la incidencia de tres tipos de factores :

- Caracteres del área de influencia
- Caracteres del servicio
- Caracteres territoriales a escala metropolitana

La exploración se conduce a través de regresiones múltiples. Para el caso de estudio que nos ocupa debe aclararse un rasgo específico de las áreas metropolitanas grandes, sujetas aún a altas tasas de crecimiento, que condiciona las modelaciones directas.

Se trata del rezago de la oferta respecto a la demanda. Este problema es común a las capitales de países con marcados procesos migratorios, internos o externos. El aumento no vegetativo de la población provoca la saturación de los servicios públicos urbanos, aún cuando se mejora y amplía su provisión. El caso paradigmático es San Pablo en Brasil (World Bank, 2007), donde también las inversiones recientes en transporte han quedado sobrepasadas por la demanda (Lascano y Cohen, 2012) , produciendo un efecto limitado sobre la sensación de congestión y sobrecarga del sistema.

Esta aclaración es necesaria ya que algunos, aunque no todos, de los estudios citados en el apartado anterior, excluyen la cantidad de servicios como variable explicativa, sea frecuencia, sea frecuencia por tamaño de la frecuencia. Voith advierte este problema potencial, pero lo hace hacia el final de su estudio, luego de comparar los resultados de regresiones simples y en dos etapas, y señala que:

“a pesar de estas consideraciones, la frecuencia y la tarifa pueden resultar menos endógenas de lo que esperaríamos por dos razones. En primer lugar, agregar una frecuencia sobre una línea aumenta el nivel de servicio a todas o la mayoría de sus estaciones, de forma que incluso estaciones con demanda débil registran un incremento del servicio...”

Lo que Voith señala aquí respecto a las estaciones de demanda débil alude a la demanda que en parte no responde en forma directa a las características socioeconómica del entorno, o a su propensión a emitir viajes hacia el área central. Hay un parte de la demanda que responderá directamente a la mayor disponibilidad de servicio. Esto se amplifica en el caso de mega ciudades con gran porcentaje de la población usuaria del transporte público o altos costos para el uso del automóvil. Ahora bien, cabe contemplar el efecto inverso, cuando la oferta es insuficiente.

Aunque se trate de factores que no suelen consignarse en el marco del análisis estadístico, Voith conecta la afirmación citada con su conocimiento sobre las prácticas y percepciones de los operadores de la autoridad de transporte del sistema que analiza. Voith formó parte durante varios años del directorio de la operadora de los ferrocarriles metropolitanos de Filadelfia, y es con una experiencia directa que mejora la interpretación de sus resultados cuantitativos. La incorporación de este tipo de evidencia anecdótica también se vuelve necesaria en el caso de los ferrocarriles metropolitanos de Buenos Aires.

En los estudios que excluyen la oferta como variable explicativa, subyace el supuesto de que los operadores monitorean el ajuste de la cantidad de servicio ofrecido (frecuencia o frecuencia por cantidad de coches), y que por lo tanto es el número de pasajeros lo que determina la cantidad de servicio ofrecido. Efectivamente esto puede ser así. Y lo es para los sistemas que, por ejemplo, estudian Kuby et al. (2004), Usvyat et al. (2009) y Guerra et al. (2012).

Para Buenos Aires, y durante el período bajo estudio (1996-2001), el criterio no explicitado que guió a los operadores y a la Secretaría de Transporte fue el de poner en servicio el material rodante disponible en su totalidad, bajo el supuesto, explícito en los contratos de concesión, de que la demanda aumentaría sustantivamente. Pero la realidad superó aún estas expectativas y, al contrario de los que sucedió con los ferrocarriles

metropolitanos de San Pablo (Lascano, 2006), la demanda aumentó muy rápidamente (Martínez, 1999, 2007; Agosta y Martínez, 2007), principalmente por los factores señalados por Lascano y Cohen (2009). Puede afirmarse sin vacilar que el desempeño de los operadores fue controlado no tanto por la demanda, como por los plazos que requería la puesta al día de vagones y locomotoras (ver entrevistas a gerentes comerciales de concesionarios, revistas Realidad Ferroviaria o Rieles, 1998 y 1999). Es una situación inversa a aquella en la que los operadores cuentan con capacidad en la traza, y con material rodante, para dimensionar la oferta en forma pareja a la demanda. También marca una distancia con estos casos, la inexistencia de niveles de importancia de cambios de vivienda, que modifican la densidad en torno a una estación residencial, así como la baja incidencia de los cambios de tarifa por la ausencia de alternativas con tiempos de viaje competitivos.

Existe un antecedente en la modelación directa en países en desarrollo que parece confirmar esta restricción de la frecuencia sobre el uso. (Duduta, 2013), en el que ganan protagonismo variables de la oferta de acceso a una estación, como el número de servicios alimentadores (busetas no oficiales).

En el caso de Buenos Aires, el rezago de la oferta parece ser más intenso en algunas líneas que en otras. Y esto permite desarrollar una metodología por comparación, y mejorar la comprensión de la cuestión.

En efecto, entre 1996 y 1998 en todas las líneas se produjo un aumento de la demanda. Pero esto respondió a escenarios iniciales y condiciones estructurales muy heterogéneas que luego, en 1999-2000, determinó que la incidencia de la recesión económica en la venta de boletos fuera distinta. Un grupo de líneas mostró leves pérdidas en la venta de boletos, y otro grupo registró aún mayor crecimiento. Podemos fijar las características de estos dos comportamientos:

- Líneas con buen parque rodante disponible, que desarrollaron buen nivel de servicio en los primeros tres años de concesión, que aquí delimitaremos como de al menos cuatro servicios/hora (15 minutos o menos de intervalo). Por el uso relativamente consolidado en forma previa, es decir con un escenario inicial bueno, estas líneas entran en el régimen de concesión con buena dotación de

material rodante y estaciones de relativa calidad en sus instalaciones. A partir de 1999 estas líneas registran leves decrecimientos en la venta de boletos.

- Líneas con escaso parque rodante: en estos casos, el escenario inicial muestra deficiencias severas. Durante los primeros años se mejora la calidad, y el problema de la oferta sólo logra abordarse hacia el final del período, 1999 y 2000. Lo notable de estos casos fue que, en medio del aumento de la recesión económica, la venta de boletos en las estaciones de estas líneas siguió aumentando. Tal era en estos casos el rezago de la oferta respecto a la demanda. Este comportamiento resulta más indicativo aún, ya que se trató de estaciones que atienden zonas del AMBA de nivel socio-económico medio bajo y bajo.

Tratándose de servicios usados masivamente, debe notarse que en ambos casos el nivel de servicio fue condicionante. Pero en cuanto a la primera situación, la merma ocurrida a partir de 1999 muestra que el nivel de servicio de 1998 comenzaba a aproximarse a un equilibrio con la demanda. Decimos “comenzaba” porque el aumento de la venta de boletos en las estaciones más cercanas a la ciudad, así como la recuperación pos 2002, muestran que si la oferta pudo ser relativamente adecuada, lo fue por una caída en la demanda total, que se reemplazó parcialmente, y sólo parcialmente, sobre la misma línea.

En contraste, en el caso del segundo grupo, la demanda desatendida alcanzaba dimensión suficiente para compensar la pérdida de usuarios producida por el deterioro de la economía, y la reducción total de los viajes generados en el área de influencia de las estaciones del segundo grupo. Pero, y estos es aún más indicativo de la demanda desatendida, con aumento de la oferta, se llegó a aumentar el número de usuarios pasantes por esas estaciones.

La figura 5 sintetiza estas dos situaciones que acabamos de describir para el AMBA, válida para sistemas de transporte en metrópolis de crecimiento rápido, y la de nivel de servicio pleno que modelan los estudios en ciudades sin rezago en la oferta. Ante la misma variación absoluta en la cantidad de transporte ofrecida (ΔQ_1), la demanda reacciona con diferente magnitud ($\Delta R_1 > \Delta R_2 > \Delta R_3$), dependiendo del escenario inicial, cuando se produce el aumento del nivel de servicio.

Para aproximarnos al problema de la incidencia de la frecuencia, modelaremos primero las estaciones del primer grupo, unas 87. Este grupo permite explorar la respuesta que la demanda tendrá ante la oferta, pero sin que ésta sea el factor determinante en forma excluyente. Se busca que las variaciones también sean producto de los distintos niveles socio-económicos, de la posición relativa de la estación en la línea y de la posibilidad de que en el área de influencia de la estación exista una concentración de usos del suelo que atraigan viajes (centralidad metropolitana). Más adelante se definen estas y otras variables testeadas.

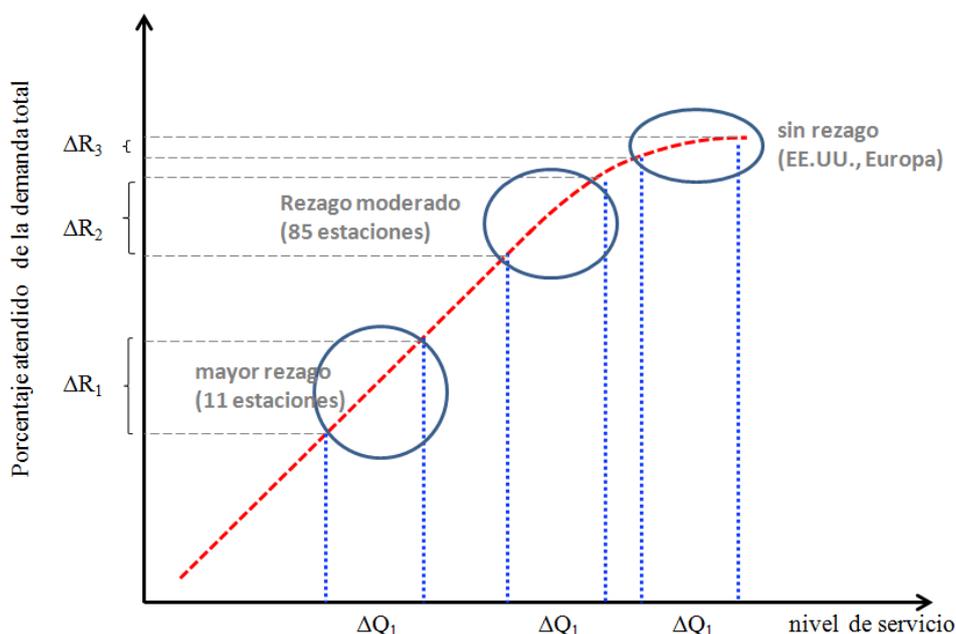


Figura 5: respuestas diferenciales de la demanda a igual incremento en la oferta, desde escenarios iniciales distintos, de mayor o menor rezago respecto a la demanda potencial total. Explicado en el texto.

Adicionalmente, se presentarán las regresiones agregando las 13 estaciones, con un total de 100, es decir, combinando las 87 del primer grupo con las 13 del segundo. Será una forma de verificar si, efectivamente, la posición de los dos grupos sobre la curva de la figura 5 es la supuesta. Aquí se desea probar que donde la demanda reaccionó tardíamente, y en medio de la recesión, la oferta fue el limitante principal. Y que por lo tanto, estos datos no sirven para modelar la demanda en un proyecto diseñado con niveles de oferta como los existentes en las líneas con el escenario inicial bueno.

Con este fin, primero se condujo una modelación exploratoria con la venta de boletos por estación del año 2000. Luego se indagó en mayor profundidad, mediante un modelo con un panel de datos para el período 1996-2001. En ambos casos se trabajó primero con el grupo de 87, y luego con el ampliado de 87+13.

3.5 Aplicación en Buenos Aires metropolitana.

3.5.1 Modelación exploratoria año 2000:

Se eligió procesar las cifras de venta mensual de boletos por estación del año 2000, al ser el más próximo al censo 2001. Se obtuvo un valor mensual promedio para cada estación seleccionada, tomando las cifras entre agosto y noviembre de 2000. Este promedio es la variable dependiente del análisis desarrollado en esta investigación, y la denominaremos venta mensual o venta mensual promedio.

Se seleccionaron estaciones metropolitanas que representaran condiciones similares en cuanto a dos aspectos:

- 1) ausencia de oferta competitiva de servicios de colectivo superpuesta. Esto determinó que sólo se eligieran estaciones situadas a 10 o más kilómetros del área central de Buenos Aires. Se verificó la gravitación de este factor, sobre todo hacia el Sur, donde los tiempos de viaje por colectivo se reducen para los servicios con itinerarios sobre la autopista, sin peaje, 9 de Julio Sur.
- 2) disponibilidad amplia del servicio: se seleccionaron estaciones sólo de aquellas líneas metropolitanas en las que el crecimiento de la demanda alcanzó su potencial relativo en relación con el nivel de ocupación y el consumo de la capacidad de las frecuencias en las estaciones previas. Este aspecto resulta de los cambios en la composición de la demanda ocurrida en los últimos años del período, comentada por Lascano y Durango Cohen (2009).

Con estos dos criterios resultaron seleccionadas las 87 estaciones correspondientes a la primera situación. Para las 13 estaciones en las que el crecimiento de la venta de boletos continuó hasta 2000, se tuvo en cuenta:

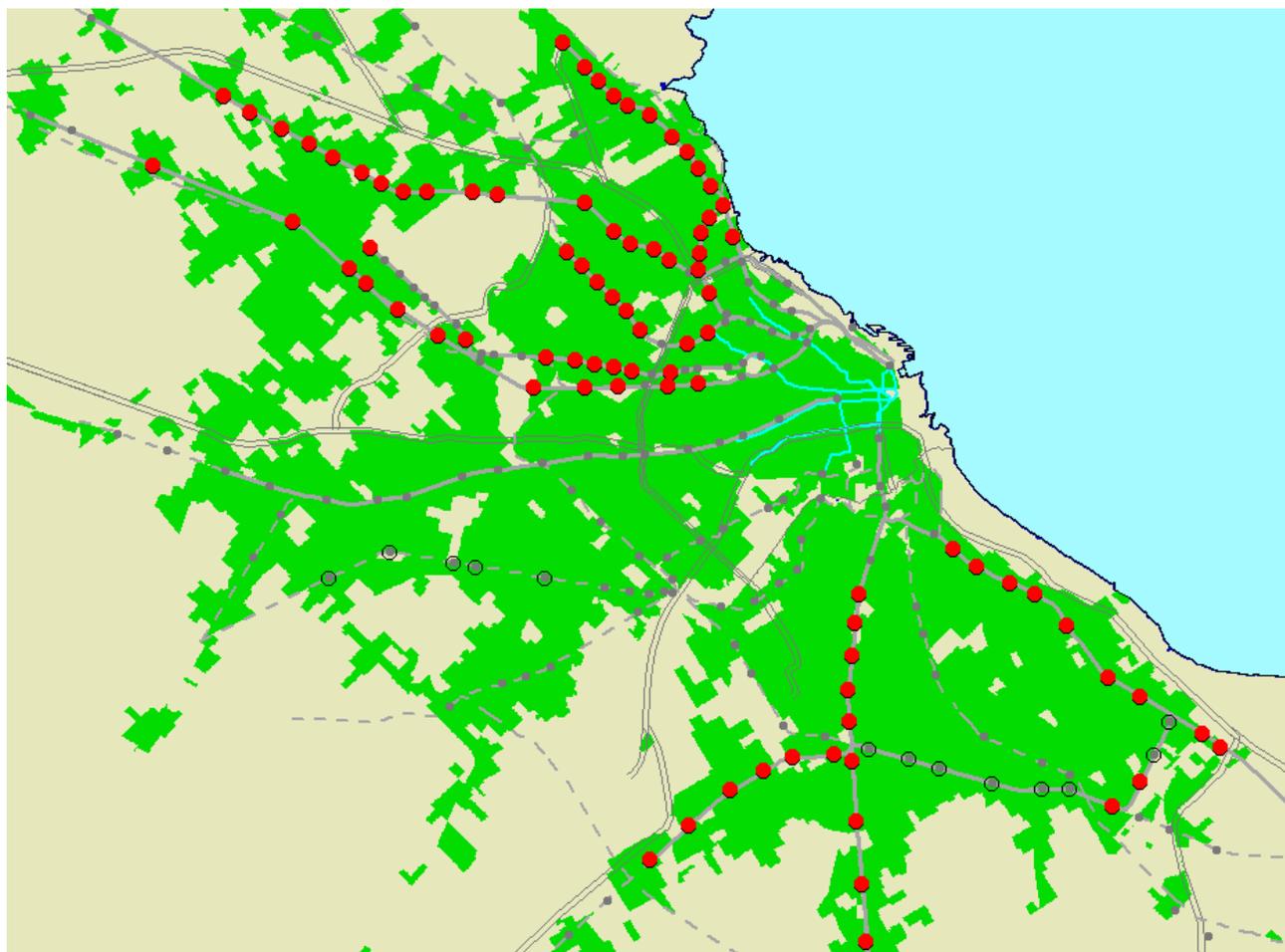


Fig 6: en rojo, 87 estaciones; con círculo transparente, 13 estaciones. Descripción en el texto. Como referencia, se presenta el tejido urbano (en verde, radios urbanos INDEC 2001), autopistas (trazo transparente) y red de subtes en la Ciudad (celeste delgado).

- 1) que la estación estuviera fuera de la primera corona. Algunas estaciones más cercanas registraron aumentos en su uso entre 1998 y 2000 como resultado de la caída de la demanda en las estaciones más externas. (ver Lascano y Cohen, 2009) Se trata de una situación que responde a un problema de capacidad en un tramo específico de la línea, y no de un problema en toda su extensión
- 2) que la venta de boletos mensual promedio de 2000 fuera superior a la de 1998.

Del total de la red metropolitana quedan fuera:

- 1) las estaciones de la línea Once-Moreno (Sarmiento). Este servicio se presta sujeto a una sobreutilización que no constituye un ideal para implementar en las líneas con capacidad ociosa. Adicionalmente, al estar muy por sobre la media del resto del sistema, sus ventas mensuales en estaciones condicionarían la

obtención de parámetros en las regresiones. Se trata de niveles de tráfico de pasajeros que no es deseable ni se busca reproducir.

- 2) Una situación similar existe al otro extremo de la escala, para las estaciones con venta mensual por debajo de los 50.000 boletos.
- 3) Estaciones superpuestas: particularmente Hurlingham y Rubén Darío. Esta situación de superposición no se repite para las líneas cuya demanda se busca proyectar.
- 4) Estaciones de los ramales externos, operados con intervalos mayores a los 60 minutos, con material rodante, vías y estaciones con serias limitaciones.

Se testearon aproximadamente 300 modelos, con diferentes especificaciones de variables. Para todas las variables se exploró la contribución explicativa de su valor natural, logarítmico y exponencial. Al resultar incrementada la contribución explicativa mediante la forma exponencial, se condujo una variación de la potencia por décimas de unidad para verificar la más eficaz, y a modo de análisis de sensibilidad. Esto a su vez funcionó como test indirecto de la consistencia de la contribución estadística de las demás variables, dado que el cambio de coeficiente de una variable puede alterar los coeficientes de otras cuando esta segunda variable surge de una asociación estadística espúrea. Luego de este procedimiento se seleccionaron las variables explicativas mediante una incorporación tipo *stepwise* de las más significativas.

3.5.2 Modelación con datos de panel, 1996-2001.

La misma variable dependiente se modela para seis años, para cada estación. Se inicia el período en 1996, porque para entonces los concesionarios habían removido las principales falencias de gestión del servicio, y comenzaban a implementarse aumentos de frecuencia con el material rodante disponible, que también hacia este momento comenzaba a salir de los talleres de reparación.

Se eligió interrumpir la serie en 2001, no tanto con motivo de la crisis, sino por la falta de representatividad que posteriormente afecta las cifras de venta de boletos, como indicadora de la demanda. El aumento de subsidios dispuestos a partir de 2002 cambió radicalmente las condiciones de desenvolvimiento de las concesiones: la tarifa perdió importancia en los ingresos totales, perdiendo gradualmente así el concesionario

incentivo para controlar el acceso al servicio. Es cierto que los controles continuaron, pero de forma selectiva: en las principales estaciones residenciales y en las grandes terminales centrales, y menos o casi nada en las de menor importancia, de forma que es incierto exactamente en cuáles sí y cuáles no.

Las variables explicativas son las mismas, se agrega la incidencia de la contracción económica hacia los últimos años.

La población se consideró estable. Si bien algunos municipios suburbanos efectivamente registraron incrementos demográficos entre los censos de 1991 y 2001, se consideró que la magnitud, por un lado, y velocidad, por otro, de los cambios en la frecuencia del servicio fueron de mayor importancia que el crecimiento demográfico parcial 1996-2001. Sobre todo porque la mayoría, aunque no todos, de los cambios en la frecuencia se produjeron entre 1996 y 1999, es decir, durante sólo tres años. Igualmente importante fue la magnitud de la contracción económica, segundo motivo para dejar de lado la ulterior contribución del crecimiento demográfico en algunos municipios. Cabe finalizar esta justificación agregando que Voith en sus trabajos estabiliza la población para una década entera, un plazo mayor al nuestro.

3. 6 Datos y descripción de la variables:

3.6.1 Definición de zonas de influencia

Área de Influencia Inmediata (Polígonos de Thyssen):

- Descripción: área abarcada en un radio de 600 metros desde la estación.

- Se contabilizó en el Área de Influencia Inmediata:

Población total

Población con condición de ocupado

Población con cobertura de salud

- Concepto: Esta densificación expresa la ventaja del acceso peatonal al servicio. El umbral de 600 metros apunta a capturar la incidencia de este entorno donde se produce una concentración espacial de viviendas, buscardas, entre otros motivos, por su proximidad a un transporte veloz hacia la Ciudad y el macrocentro. Por esta última

razón puede asumirse que quienes residen en este entorno poseen una mayor propensión al uso del servicio que quienes residen a mayor distancia

Área de influencia indirecta:

- Descripción: áreas poligonales excluyentes (Thyssen), como se ilustra en la figura 7, con centroide en cada estación. Se realizaron ajustes discrecionales donde la configuración de los polígonos no resultada ajustada a las discontinuidades del entramado de calles.

- Se contabilizó en el Área de Influencia Indirecta:

Población total

Población con condición de ocupado

Población con cobertura de salud

- Concepto: Además de los pasajeros que llegan a la estación a pie, existe otro grupo que llega mediante otro modo de transporte, los denominados viajes con trasbordo. Lascano y Durango-Cohen (2009) señalan un aumento sustancial de la población cubierta por el servicio, si para cada

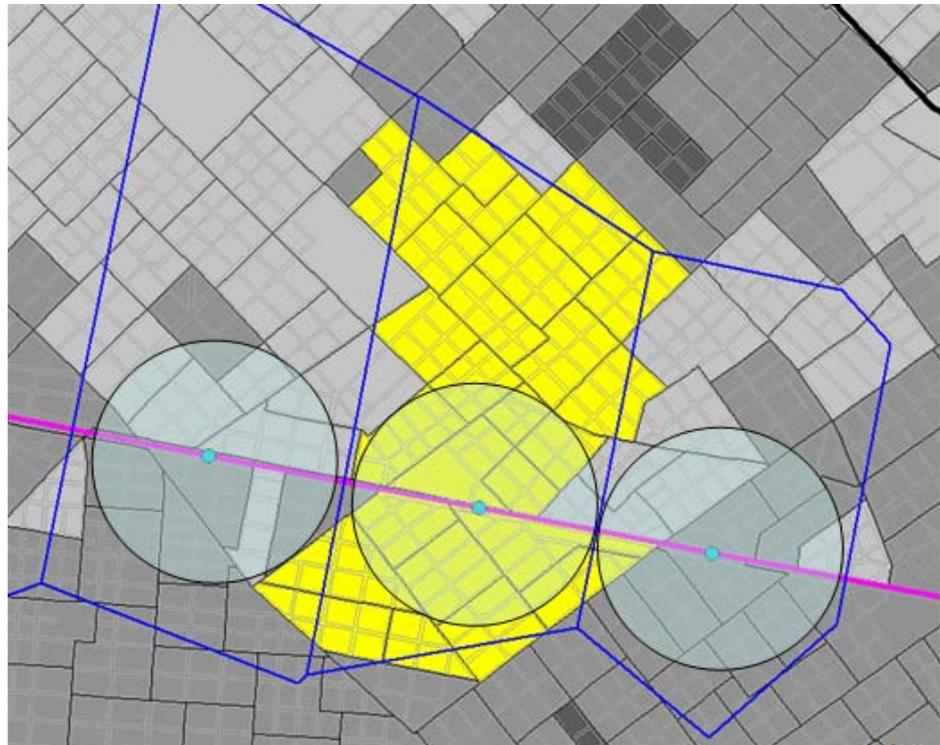


Fig. 7: Delimitaciones testeadas en los modelos corridos. En línea Azul los polígonos de Thyssen. El círculo representa un radio de 600 metros. En amarillo, los radios censales con centroide dentro del polígono de Thyssen.

estación se considera un área mayor a la influencia peatonal directa, en forma simultánea a una menor propensión al uso del tren en relación o lo esperable dentro de radio de 600 metros.

Entre los modos de acceso se cuentan los servicios de colectivos urbanos, y la bicicleta. Otros medios como el automóvil propio, o a la moto, o el remis sólo constituyen una parte menor de los viajes con trasbordo (Argentina, INTRUPUBA, 2008). Adicionalmente, las estaciones metropolitanas en general conservan su diseño original, muy previo a la difusión del automóvil, que, acoplado con el tejido urbano de su entorno impiden el montaje de grandes estacionamientos y tampoco facilitan el ingreso, estacionamiento momentáneo y egreso de vehículos motorizados (*kiss and ride*). En contraste, sí ha existido algún nivel de adaptación para bicicletas, con el montaje de estructuras en las que el usuario puede dejar su rodado al llegar, donde permanece, bajo vigilancia, hasta su regreso, contra el pago de una tarifa específica (Puparelli, 2001).

Considerando estos rasgos de los trasbordos externos en las estaciones del AMBA, en este trabajo se identificará con la denominación “área de influencia indirecta” al área donde se originan, en residencias, viajes que utilizan el servicio metropolitano mediante un trasbordo desde otro modo. En el siguiente apartado se explicará el procedimiento seguido para una delimitación preliminar de estas áreas.

3.6.2 Atributos de los individuos:

Población total: población total en hogares, censo 2001.

- Descripción: número personas censadas, por radio censal.
- Concepto: proporcionalidad general entre la población y la demanda de transporte

Condición de ocupado:

- Descripción: número de individuos con ocupación laboral, según el censo 2001.
- Concepto: aumento de la movilidad por trabajo y otros motivos, posibilitados por la existencia de un ingreso.

Nivel socio-económico:

- Descripción: número de individuos con algún tipo de plan médico, según el censo 2001.
- Concepto: el nivel socio-económico determina la propensión a realizar viajes de una persona, que se incrementa proporcionalmente. El Censo no indaga en el ingreso de las personas u hogares, pero sí en algunas características que pueden indicar en forma aproximada el nivel relativo socio-económico. Por ejemplo, la adopción por parte de los individuos o de las familias de un sistema de cobertura de salud. Este aspecto se relaciona con la capacidad de previsión, en el caso de quién paga una obra social prepaga, o con el empleo en blanco y los descuentos para obras sociales gremiales. Torrado (1994) ha señalado la existencia de hábitos de postergamiento del gasto como uno de los rasgos que identifica los niveles de ingreso medio y medio alto. Desde el punto de vista espacial, en todos los corredores del AMBA, el porcentaje de individuos con cobertura de salud muestra un muy alto nivel de coincidencia con indicadores anecdóticos de ingreso, tales como diferenciales zonales de cotización inmobiliaria y de segmentación de marcas-índice en centros comerciales.

3.6.3 Características del servicio

Nivel de Servicio/Oferta:

- Descripción: número medio de plazas por hora, sentido descendente (hacia el macrocentro), entre las 06:00 a 09:00 horas, hora de llegada a terminales en la Ciudad.
- Concepto: la cantidad de servicio puesta a disposición incide en el porcentaje de usuarios potenciales que pueden ser captados, a través de cada estación.

Cantidad de centralidades en estaciones previas:

- Descripción: número de centralidades en las estaciones previas (en sentido ascendente), según las centralidades identificadas en este estudio.
- Concepto: esta variable podría capturar el efecto de alguna demanda “reversa” que incremente en forma significativa los totales mensuales, o podría reflejar el mayor consumo del servicio en las estaciones previas y, por lo tanto, una menor disponibilidad del servicio.

Tecnología eléctrica:

- Descripción: variable binaria, igual a “1” si se trata de un servicio electrificado, o “0” si es prestado mediante tracción de locomotoras.
- Concepto: el objetivo es evaluar si existiría una incidencia específica de las ventajas del paquete tecnológico de una línea electrificada, incluyendo mayor velocidad, mayor adecuación funcional del material rodante, e incorporación de ajustes en funcionalidad de estaciones.

3.6.4 Posición relativa

Estación cabecera de servicios:

- Descripción: variable binaria, igual a “1” si la estación es cabecera de servicios, aún si es intermedia para servicios originados en cabeceras más externas, o “0” si es una estación intermedia sin ningún tipo de servicio originado allí.
- Concepto: esta variable tiene por objetivo señalar la captación adicional de demanda que se produce en las estaciones desde las que parten los servicios, con disponibilidad plena de la capacidad. Esto complementa la información de las áreas de influencia indirecta, ya que los servicios producen una “superposición” del área de influencia de la estación cabecera con las áreas de influencia de las demás estaciones. Una identificación de este fenómeno requeriría información sobre el origen real de los pasajeros que utilizan la estación cabecera, no disponible para este estudio. Sin embargo, cabe aclarar que los datos mensuales han permitido corroborar este tema: por ejemplo, las variaciones en la demanda de la estación Ituzaingó, anterior a una estación cabecera (Castelar) son coherentes con las variaciones en las estaciones más externas de la línea Once-Moreno (ver Lascano y Durango-Cohen, 2009).

Distancia al centro:

- Descripción: distancia desde la estación hasta la Terminal, a lo largo de la traza, más la distancia adicional hasta el obelisco, en kilómetros.
- Concepto: existen dos aspectos a tener en cuenta con la distancia desde el macrocentro : por un lado, el incremento en el diferencial de tiempo de viaje entre el servicio ferroviario y el transporte colectivo. Tratándose de un dato disponible, indicativo de la importancia relativa del servicio, se explorará su incidencia estadística en la predicción de la venta mensual de boletos.

Cantidad de líneas de colectivo

- Descripción: cantidad de líneas de colectivo que pasan por la estación, típicamente pasantes por el perímetro del cuadro de estación, o entornos articulados como plazas, avenidas, alineamiento comerciales, etc.
- Concepto: esta variable es indicativa de la articulación efectiva que existe entre la estación y un área de influencia más allá del entorno peatonal. A mayor cantidad de líneas de colectivo, es probable que una estación acumule mayor demanda.

3.6.5 Variaciones en la actividad económica

- Descripción: índice en la variación de la actividad económica, con base =100 en 1996. Se testeó el PIB anual, el PBI del trimestre IV (más superpuesto con los cuatro meses que forman el promedio de la variable dependiente), la variación del consumo privado, la variación en la actividad de la construcción.
- Concepto: durante la segunda mitad del período 1996-2001 se contrae la economía, con la consecuente reducción de la movilidad de las personas, sea por menor empleo, sea por menor consumo. Los impactos en la venta de boletos son visibles, y se volvió necesario individualizarlo.

La siguiente tabla presenta las magnitudes de la variable dependiente y de las explicativas exploradas

Tabla 1: variables de utilizadas en el testeó de modelos.

	Valor		
	Máximo	Medio	Mínimo
boletos vendidos 2000, media ago-nov	830718	217686	45090
población total thyssen, 2001	225592	47680	7451
población total 600 metros, 2001	25647	7977	2371
Porcentaje de cobertura de salud, thyssen, 2001	87.7	58.0	31.1
Porcentaje de cobertura de salud, 600 metros, 2001	89.2	67.5	33.6
Población 18-65, thyssen, 2001	116135	25172	4067
Población 18-65, 600 metros, 2001	14383	4523	1678
líneas de colectivo, 2006	56.0	14.1	0
Frecuencia (coches/hora pico), 2000	95.7	29.7	10.5
Centralidades en est. ascendentes	6.0	1.6	0.0
distancia al centro	48.6	23.3	10.6
número de estaciones ascendentes	17.0	7.2	0

4. RESULTADOS MODELACIÓN

4.1 exploración preliminar de la venta de boletos en el año 2000

4.1.1 Resultados del modelo general

Tabla 2: modelo preliminar para la situación de rezago moderado (87 estaciones).

Dependent Variable: BOL_EST
Method: Least Squares
Date: 04/17/15 Time: 12:43
Sample: 1 87
Included observations: 87
White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
POBL_THY_F	1.648023	0.288611	5.710189	0.0000
CAB_EXT	59623.24	41186.10	1.447655	0.1517
CENTRLDD	54674.62	22281.79	2.453780	0.0163
LIN_COL*LIN_COL	94.62032	19.58212	4.831975	0.0000
LOG(DESV_CS57)	17295.98	5676.738	3.046817	0.0031
CNT_ASC	-17725.06	4727.920	-3.749018	0.0003
OFERTA	4281.894	967.8674	4.424050	0.0000
C	-47179.53	21475.91	-2.196858	0.0310
R-squared	0.869512	Mean dependent var	217685.6	
Adjusted R-squared	0.857950	S.D. dependent var	175506.8	
S.E. of regression	66147.63	Akaike info criterion	25.12461	
Sum squared resid	3.46E+11	Schwarz criterion	25.35136	
Log likelihood	-1084.921	F-statistic	75.20300	
Durbin-Watson stat	1.619408	Prob(F-statistic)	0.000000	

La tabla 2 muestra el modelo obtenido para la venta de boletos en 2000. Se logró explicar un 87% de la emisión mensual de boletos, algo por sobre los niveles obtenidos en modelaciones para otras ciudades del mundo. La figura 8 muestra la dispersión entre los valores reales y los modelados.

La población total resulta ser la variable de mayor incidencia explicativa específica. La población en un radio de 600 metros no resultó significativa, ni siquiera desglosándola del polígono de thysen y corriendo un modelo con ambas variables, en cuyo caso tampoco mejoró la eficacia agregada del modelo. Esto es coincidente con los resultados de Usvyat et al. (2009).

La población ocupada no resultó significativa, ni en términos absolutos, ni en términos porcentuales, ni tampoco en forma desglosada respecto de la población total, en cuyo caso tampoco mejoró la eficacia agregada del modelo.

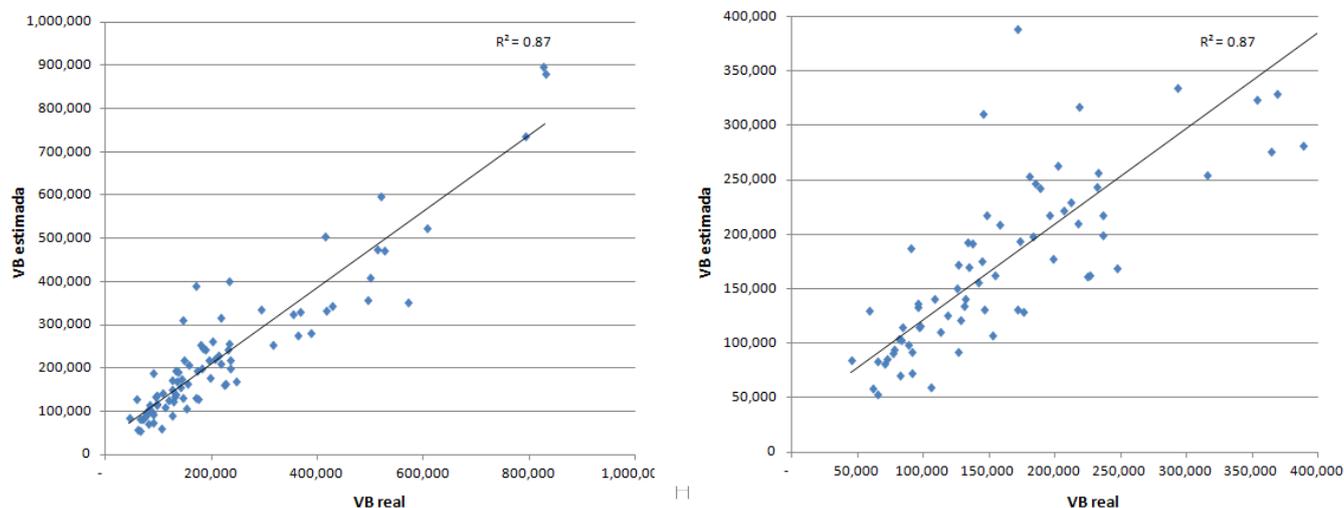


Figura 8: izquierda, VB mensual real y modelada. Derecha, ampliación en torno al valor medio de la variable dependiente.

El porcentaje de la población con cobertura de salud resulta significativo, medido en términos de desvío respecto al nivel medio de los usuarios (INTRUPUBA, 2008), expresado como logaritmo natural. La configuración como desvío delimita tres situaciones: nivel de ingreso por debajo de la media, nivel de ingreso medio y nivel de ingreso por sobre la media. Por caracterizar el nivel socio-económico del área de influencia, es importante darle un marco de interpretación. Ofrecemos el siguiente: para la primera situación, existiría un uso adicional del servicio ferroviario por falta de disponibilidad de un vehículo privado, con mayor cantidad de viajes, por ejemplo, durante horas valle, sábados y domingos. En la segunda situación, convive el uso del ferrocarril con la propiedad de un automóvil pero sin capacidad ilimitada de afrontar el costo de bolsillo de uso del automóvil, y los viajes tienden a ser menos fuera de la hora pico. En la tercera situación, los hogares poseen un vehículo privado y la capacidad de afrontar el costo de bolsillo del auto es mayor. En este caso, el tráfico adicional en la estación ferroviaria podría estar dado por los empleos asociados a zonas residenciales de mayores ingresos. Es sugestivo, en este sentido, el importante tráfico inverso detectado en 2006 en la línea Retiro-Tigre durante la hora pico matinal, sin par en el resto de los corredores (Argentina, INTRUPUBA 2008), algunos de los cuales

registraban calidad de servicio superior en ése momento. Incluso las variaciones anuales entre 1998 y 2006 sugieren la misma lectura tomando en cuenta el perfil demográfico de los municipios del caso. Esta hipótesis es, entonces, consistente con otras fuentes de datos, y queda planteada aquí como un capítulo a ampliar con mayores datos.

La incidencia de la oferta es de gran importancia. Se obtuvo la mayor contribución mediante la forma natural. Esta se exploró sobre la base de la frecuencia, elevando la frecuencia media horaria de hora pico, y luego multiplicándola por la oferta de lugares por formación, de modo de separar la frecuencia del nivel de ocupación. Los servicios ferroviarios metropolitanos de Buenos Aires mostraban en 2000 una gran amplitud de frecuencias, con intervalos desde los 25 minutos hasta los 4, implicando muy distintas posibilidades de legibilidad entre los usuarios.

En cuanto a la tecnología eléctrica, no resultó relevante. En algunos modelos iniciales mostró alguna significatividad, la cual desapareció al ajustar la expresión de la frecuencia, según lo explicado en el párrafo anterior. Entre las variables que no quedaron dentro del modelo figuraron la distancia al centro, significativa en modelaciones directas para otras ciudades (Liu et al., 2014).

Como indica la tabla arriba, la condición de cabecera externa resultó significativa, aún cuando el modelo especifica un mismo valor para todos los casos. Si bien el estadístico “t” resultó por debajo del valor crítico para $n=87$, el carácter difuso de los límites del área de influencia de una cabecera externa, amerita incluirlo en el modelo. También este aspecto deja margen para obtener una formulación para cada caso de esta condición locacional.

La cantidad de líneas de colectivo también resultó altamente significativa, lo cual es consistente con los porcentajes de trasbordos globales reportados por la INTRUPUBA (Argentina, 2008) para los servicios metropolitanos. La forma con mayor contribución estadística resultó ser la exponencial. Esta característica puede entenderse en el sentido referido para la frecuencia: una mayor cantidad de líneas hacia la estación multiplica las opciones para un usuario que se dirige hacia ella, y por lo tanto también en este eslabón de la cadena se reduce la demora programada.

Finalmente, la individualización de las centralidades metropolitanas mostró una contribución bajo dos formas. La primera, con signo positivo, como rasgo territorial que genera un adicional de tráfico. Al igual que en el caso de la *dummy* para las cabeceras de servicio, el estadístico “t” resultó holgadamente por sobre el valor crítico, aún tratándose de un mismo valor para todos los casos, aún tratándose de un flanco por donde pueden explorarse mejoras explicativas.

La segunda contribución resultó de contabilizar las áreas centrales en las estaciones anteriores a cada estación en sentido hacia el centro. Con signo negativo, esta variable es consistente con las situaciones de sobreocupación de las formaciones típicas de los servicios ferroviarios de Buenos Aires, que hacia el año 2000 estuvieron lejos de solucionarse.

4.1.2 Resultados de los tres modelos adicionales

El modelo general, efectivamente, obtiene a la variable “población” como la de mayor poder explicativo, reflejando lo esperable en forma intuitiva: una proporción entre el número de potenciales viajeros hacia el centro y el número de viaje realizados. Será interesante revisar qué sucede cuando se elimina la variable “oferta” y cuando se incorporan las 13 estaciones adicionales con fuerte rezago en la oferta. La tabla 3 muestra los coeficientes y estadísticos “t” para las cuatro especificaciones, resultantes de las combinaciones posibles, : el modelo general y las otras tres.

Tabla 3: Cambios en los coeficiente de la variable “población” en las cuatro especificaciones.

	con variable oferta			sin variable oferta		
	Coeficiente	t-St.		Coeficiente	t-St.	
Rezago moderado	1.64	5.71	esp. 1	2.49	4.79	esp.2
Todas	0.53	1.99	esp. 3	0.77	1.54	esp.4

La especificación 1 es la del modelo general, comentada en los párrafos previos. En la especificación 2, “ población” asume parte del peso explicativa de “oferta”, pero el

estadístico “t” indica un menor ajuste. En la 3, “población” pierde incidencia y precisión, que son capturadas por “oferta”. Finalmente en la 4, en paralelo a la fila superior, el coeficiente “población” aumenta, pero nuevamente pierde precisión. En este último caso puede encuadrarse el modelo obtenido por Duduta (2013) para ciudad de Méjico. Para cerrar este análisis de las cuatro especificaciones, la tabla 4 muestra los cambios en el R² ajustado y en el estadístico “F”.

Tabla 4 cambios en el rendimiento general de las cuatro especificaciones.

	con variable oferta			sin variable oferta		
	R ² ajustado	F-St.		R ² ajustado	F-St.	
Rezago moderado	0.86	75.2	esp. 1	0.77	49.1	esp.2
Todas	0.81	64.4	esp. 3	0.65	31.3	esp.4

Leyendo esta tabla desde la especificación 1 hacia la 2 y hacia la 3 puede confirmarse la pertinencia de evaluar la incidencia de la oferta pero junto a las demás variables. La especificación 4 muestra la importancia de no construir la modelación en forma automática, por ejemplo, incluyendo todas las estaciones para las cuales hay estadísticas, cosa ya adoptada como estándar por los antecedentes en la literatura (ver marco teórico y metodología).

Al combinar el potencial de viajeros en el área de influencia (“población”) con el transporte realizable (“oferta”), la especificación 1 resulta la más adecuada para evaluar la demanda potencial en área metropolitanas con gran escala en la demanda y probabilidad de que la oferta quede consumida en forma inmediata a su puesta en funcionamiento.

4.2 Panel 1996-2001

4.2.1 Resultados del modelo general

La tabla 5 muestra el modelo general con los datos en panel

Tabla 5: modelo de datos de panel, efectos fijos

Dependent Variable: BOL_EST
Method: Panel Least Squares
Date: 04/17/15 Time: 16:36
Sample: 1 6
Cross-sections included: 87
Total panel (balanced) observations: 522

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
POB_THY	1.650800	0.122502	13.47572	0.0000
CAB_EXT	63513.44	10099.51	6.288767	0.0000
LIN_COL*LIN_COL	109.9189	7.371716	14.91090	0.0000
LOG(DESV_CS57)	18028.89	3021.310	5.967245	0.0000
CNT_ASC	-13104.30	2284.138	-5.737088	0.0000
OFERTA_P	4296.625	253.9304	16.92048	0.0000
CONSTR_IV^DIST	18.24109	3.455468	5.278906	0.0000
C	-96776.42	13568.41	-7.132478	0.0000
R-squared	0.853799	Mean dependent var	209859.2	
Adjusted R-squared	0.851807	S.D. dependent var	172033.5	
S.E. of regression	66225.63	Akaike info criterion	25.05473	
Sum squared resid	2.25E+12	Schwarz criterion	25.11998	
Log likelihood	-6531.284	F-statistic	428.8139	
Durbin-Watson stat	0.071618	Prob(F-statistic)	0.000000	

El mejor modelo obtenido retiene las variables identificadas en la fase preliminar, excepto la “condición de centralidad”. Por lo tanto, este modelo preserva el número de variables.

En cuanto a las diferencias en los coeficientes, “oferta” cobra mayor importancia explicativa, con un estadístico “t” algo por sobre el resultante para “población”, aunque este último sigue revistiendo importancia principal. Pero aquí hay que tener en cuenta que “oferta” tiene en este caso no sólo variación entre estaciones sino también a lo largo de seis años. El incremento en la incidencia de “oferta” respecto al modelo preliminar 1 estaría reflejando cómo los aumentos en la oferta quedaban consumidos en forma casi inmediata por demanda adicional, a medida que iba incrementándose la frecuencia entre 1996 y 1999/2000.

En cuanto a la incidencia de la variación de la actividad económica, ingresa al modelo a partir de la variación en la actividad de la construcción, y lo hace ponderada por la distancia desde el área central. Esto es consistente con el porcentaje alto de usuarios de los servicios metropolitanos de ingreso medio bajo y bajo, que residente en forma muy predominante en la segunda corona del AMBA. Sin embargo, la incidencia de este

factor, si bien significativa, resultó notablemente menor a la de las variaciones en la oferta. De forma que la construcción de una base de datos en panel efectivamente resultó relevante, dada los incrementos en la oferta principalmente, y secundariamente por los cambios en la actividad económica.

Finalmente, no se obtuvo una mejora en el poder explicativo del modelo. Esto puede deberse a que la disponibilidad del servicio es heterogénea a lo largo de la red, y el perfil de la demanda semejante en todas, respondiendo de la misma manera una línea y otra cuando la frecuencia es baja, ya sea en 1996 o en 2000. Dicho de otro modo, estos resultados sugieren que la importancia de la heterogeneidad contenida en cada corte temporal es mayor a la que imprimió la economía como escenario de fondo. De todas formas, dada su naturaleza intrínsecamente rezagada respecto a la demanda, la oferta ameritaba un análisis pormenorizado. Las cifras de venta de boletos entre 1996 y 2001 ofrece esa posibilidad.

4.2.2 Resultados de los tres modelos adicionales

Al igual que en la exploración preliminar, cambia la importancia de “población” para cada especificación, con algunas diferencias. El coeficiente para la especificación 2 aumenta pero, a diferencia de lo visto para el modelo general, no se reduce el estadístico “t” si no que aumenta. Para las especificaciones 3 y 4 se mantiene lo visto en la exploración preliminar. El coeficiente se reduce junto al estadístico “t”.

Tratándose de modelaciones con un mayor tratamiento de su incidencia, cabe destacar qué resultados se obtienen para “oferta” entre las cuatro especificaciones. En principio, la oferta de servicio ferroviario, y luego debe sumarse el análisis de la cantidad de líneas de colectivo pasantes por la estación, que es también un condicionante del acceso al transporte ferroviario desde fuera del radio peatonal/medios no motorizados. En el párrafo previo podemos reconocer que , al retirar la variable “oferta”, parte del poder explicativo para la situación de rezago moderado lo asume “población”. Al incorporar las 13 estaciones de rezago pronunciado, en cambio, la contribución de “población ” resulta menor, mientras el coeficiente para “oferta” es mayor.

En ambas comparaciones también se obtiene un coeficiente mayor para el cuadrado de “lin_col”. Un 10% entre la especificación 1 y 2, y mucho mayor cuando se incorporan las 13 estaciones de rezago pronunciado. Debe notarse que la mayor diferencia para el coeficiente para las especificaciones 3 y 4 respecto a la 1. Siempre teniendo en cuenta la menor su capacidad explicativa, los valores resultantes en estos dos casos remarcen la situación de escasez de servicio. Y marcan que no sólo se trata de un rezago en las operaciones ferroviarias. La escasez se registra también en cuanto a servicio de colectivo alimentadores.

Tabla 6: Cambios en los coeficiente de las variables “oferta” y “cantidad de líneas de colectivo” en las cuatro especificaciones.

PANEL			con variable oferta			sin variable oferta		
			Coeficiente	t-St.		Coeficiente	t-St.	
Rezago moderado	oferta		4282.0	4.42	esp. 1	-		esp.2
	lin_col*lin_col		94.6	4.83	esp. 1	106.7	3.4	esp.2
Todas	oferta		5552.2	5.98	esp. 3	-		esp.4
	lin_col*lin_col		131.7	6.39	esp. 3	185.0	5.99	esp.4

4.3 Conclusión:

Se armó un primer modelo general para la venta de boletos, expresada como el promedio para el año 2000. Luego, se amplió la base de datos para dimensionar la menor o mayor incidencia del problema de la oferta, mediante un panel de datos que abarca un período en el que se incrementaron las frecuencias en situaciones diversas. Los resultados del modelo general no difieren sustancialmente de los obtenidos con el panel. El coeficiente algo más importante para “oferta” para la especificación 1 con el panel refleja las situaciones en que la demanda se adelantó a los incrementos de oferta, una vez mejorados o removidos los atributos “barrera” al uso del servicio.

El modelo general refleja el funcionamiento del sistema en su máxima capacidad disponible, cuando pudo ser puesto en funcionamiento la totalidad del material rodante disponible. Al mismo tiempo, hacia 2000 se había logrado consolidar un hábito de uso.

De forma que la venta de boletos de este año resume las condiciones de servicio, y de comportamiento del usuario más parecidas a las que se desea reproducir en un proyecto bajo condiciones normales de diseño y funcionamiento.

Para el cálculo de la demanda potencial en el proyecto de referencia se utilizará entonces el modelo general.

5. SOLUCIÓN PROPUESTA A TRAVÉS DE UN CASO TESTIGO: APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE ESCENARIO DE INVERSIÓN

En este apartado aplicamos el modelo directo de predicción de demanda obtenido a un eje ferroviario subutilizado del Área Metropolitana, y realizamos la evaluación de un proyecto para realizar un primer nivel de mejora del servicio y aumento de la oferta.

Buenos Aires ha alcanzado un gran tamaño y presenta una particularidad: registra crecimiento rápido en la demanda de transporte público, fenómeno típico de las metrópolis de economías en transición, y, en forma simultánea, cuenta con reservas de capacidad heredada, rasgo más frecuente en países que vivieron etapas tempranas de dotación de infraestructura. El desarrollo de esta investigación se dirige sobre todo a poner en valor estas viejas trazas que hoy cobran nueva importancia.

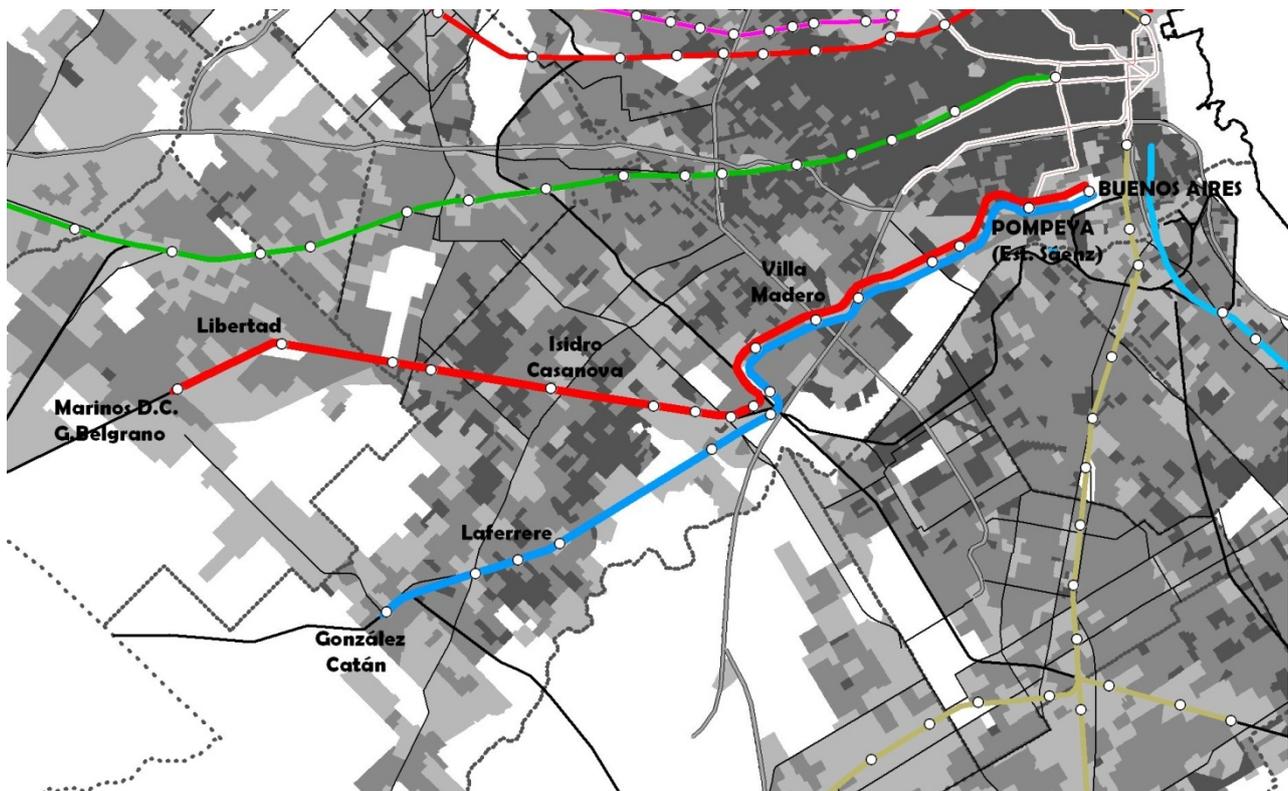


Figura 9: en rojo, traza de la línea a Marinos, sobre el corredor Sudoeste/Oeste del AMBA. Se representan también: en azul, itinerario de servicio y traza de la otra línea que compone el sector operativo denominado “Belgrano Sur”, y que comparte la operación entre Buenos Aires y Tapiales. En verde, línea metropolitana Once-Moreno. En la ciudad, figuran las líneas de subte con trazo blanco. En celeste: red de subte de la Ciudad. En tonos grises, niveles de densidad demográfica, según el censo 2001.

5.1 Presentación del caso testigo: corredor ferroviario en La Matanza.

Probablemente el caso más ostensible de reserva de capacidad sea la línea ferroviaria entre las estaciones Buenos Aires (en el barrio porteño de Barracas) y Marinos del Crucero General Belgrano (ver línea roja en fig. 1), en adelante “línea a Marinos”, denominación de uso común entre los escasos usuarios actuales. Aplicaremos el modelo de demanda obtenido a este eje ferroviario, que ha quedado rodeado por un denso poblamiento ocurrido en los últimos 50 años, en forma bien posterior a su construcción. El cuadro 4 ilustra la importancia del poblamiento a lo largo de la traza. Presenta las cifras de residentes a lo largo de la línea a Marinos y de la línea a Moreno (más conocida como “el Sarmiento”).

Tabla 7: Población residente en corredores residenciales

2010		Segmento	total pobl
	1	estaciones Liniers-Moreno	747,236
10 cuadras	2	estaciones AB-Marinos ext	550,603
+avenidas	3	estaciones Q-Gcatán ext	427,088
		2/1	73.7%
		3/1	57.2%

En efecto, la línea a Marinos cruza el corazón del extenso Municipio de la Matanza y el Sur del Municipio de Merlo. Ante la escasez y precariedad del servicio prestado en la actualidad, la demanda de transporte larga generada en su franja de influencia, o debe dirigirse mayormente hacia las estaciones de la línea Once-Moreno o debe tomar un colectivo que circula por la grilla urbana congestionada y semaforizada. Así, se produce un incremento del tiempo de viaje, se genera un trasbordo y se requiere el pago de una tarifa adicional. Otra parte de la demanda larga generada en otra sección de la franja de influencia usa el servicio de colectivos, con tiempos de viaje marcadamente prolongados.

La puesta en valor del servicio sobre la línea a Marinos significará la llegada de un servicio troncal hacia el centro, modificando trasbordos y reduciendo tiempos de viaje y costos cuali- y cuantitativos. Se trata de una oportunidad extraordinaria, ya que la condición de base permite una puesta a punto rápida de la infraestructura, logrando a corto plazo un aumento muy importante de la oferta metropolitana de transporte, con un

costo muy conveniente, y sin situaciones de exposición institucional o impactos ambientales o territoriales nuevos. La traza, estaciones, talleres y pasos a desnivel ya existen, y soportan un uso, aunque residual, lo suficientemente sostenido, no para canalizar la demanda potencial, claro está, pero sí para haber mantenido inserta en el contexto urbano local la funcionalidad troncal de transporte.

5.1.1 Análisis de demanda actual en la traza troncal a poner en valor:

Los espacios físicos de la traza están enteramente libres, bajo el ejercicio efectivo de dominio del Estado Nacional. El equipamiento de seguridad en pasos a desnivel es deficiente, con predominio de barreras manuales. En cuanto a la capacidad, recientemente se adaptó la terminal céntrica para permitir la operación de más frecuencias. Sin embargo, subsisten dos cuellos de botella de relevancia para alcanzar las frecuencias que se evaluarán aquí. El empalme entre las estaciones Aldo Bonzi y Tapiales posee un diseño deficiente, superpuesto a aparatos de vía y mal articulado con la pendiente. La resolución de este sector es indispensable para mejorar el servicio. Un segundo punto crítico es el paso a nivel sobre la Av. Sáenz, en la Ciudad, tema de importancia sobre todo para el tránsito vehicular local, pero que expone al servicio



Fig. 10: Andenes e infraestructura de vía en estación Buenos Aires, luego de la renovación total y ampliación.



Fig. 11: Andén descendente tipo, aún sin elevar, construido en los últimos 7 años con losas impermeables, borde amarillo y sendero para no videntes. Se trata de una mejora respecto a la situación previa, en la que persistían andenes de tosca y carbonilla, pero sigue un formato arquitectónico inadecuado para la demanda potencial. La reforma de las estaciones es probablemente el componente físico que mayor esfuerzo de rediseño y construcción requiera.

ferroviario a accidentes y a eventuales limitaciones en la disponibilidad de la capacidad de la traza.

En cuanto a las estaciones son las mismas del diseño original, con andenes cortos, edificios pequeños, pensados para un servicio ferroviario rural, sin interfaces diseñadas adecuadamente ni con el suficiente espacio para el trasbordo con colectivos, o bicicleta-rios, aún cuando los cuadros de estación ofrecen amplias superficies. Se han incorporados algunas mejoras como el enlosamiento de los andenes y algunos puentes peatonales con escaleras fijas. Al momento en que se redactan estos párrafos el Gobierno está contratando e iniciando la elevación de los andes. De realizarse esta obra con la calidad alcanzada en la línea Retiro-Pilar, se lograría una mejora importante para el usuario.

5.1.2 Uso existente

Las trazas ferroviarias que cubren el corredor Sudoeste del AMBA, las líneas estación Buenos Aires-González Catán, y Estación BA-Marinos del Crucero General Belgrano, constituyen dos de los “pasillos”, derechos de paso, heredados de la época de auge ferroviario hasta mediados del siglo XX. Se trata de dos corredores construidos cuando la mancha urbana no se había expandido hacia este sector metropolitano. Desde

entonces la población de los municipios de La Matanza y Merlo ha crecido exponencialmente, superando los dos millones de habitantes.

Sin embargo, el uso del transporte ferroviario no acompañó el crecimiento de la población, lo cual puede apreciarse en la figura 12. La venta de boletos en las distintas estaciones es hoy similar a la que registró en 1969 (Argentina, 1972). También a mediados de los '80 y a fines de los '90 se alcanzó el valor, aún no superado, de 16,5 millones de boletos vendidos anualmente, como muestra la Fig. 1. Con una población en el área servida que se multiplicó, esto ha resultado de que el equipamiento de las trazas no se ha jerarquizado.

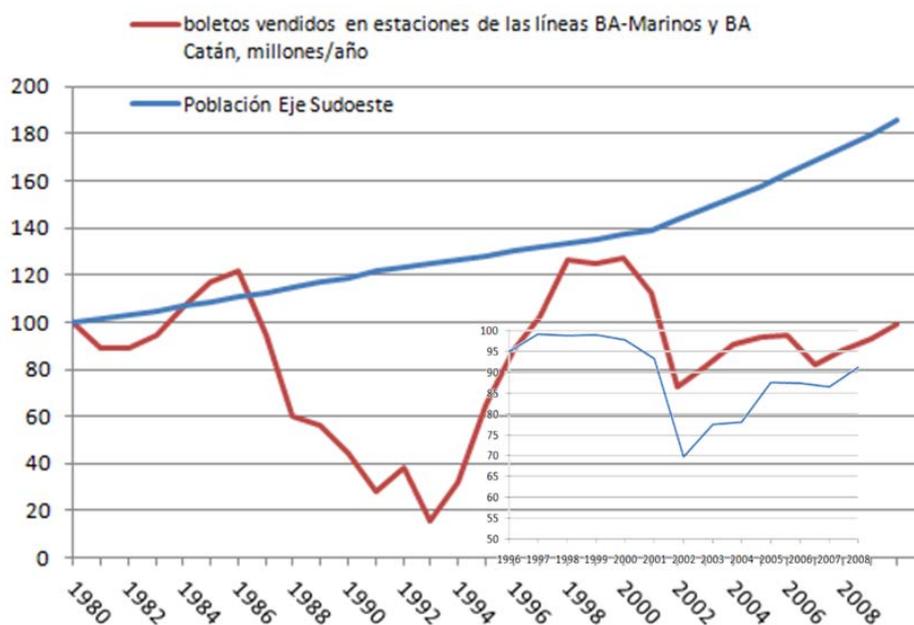


Fig. 12: evolución de la población en los Municipios de La Matanza y Merlo, y de la venta de boletos en estaciones de las líneas ferroviarias del Corredor Sudoeste, 1980-2010. Superpuesto, índice de calidad del servicio, 1996-2008. Las cifras de venta de boletos pueden tener distinto nivel de representatividad del movimiento real de pasajeros, antes de 1994 y después de 2001. Sobre datos de la Secretaría de Transporte de la Nación.

Es interesante hacer algún énfasis sobre lo sucedido a fines de los '90, que comprueba que el techo de 16 millones de boletos es producto de la falta de oferta. Los pocos datos, consignados en la tabla 8, son consistentes al respecto. Muestran un comportamiento con fuertes síntomas de demanda desatendida: la demanda aumenta significativamente cuando la frecuencia alcanza niveles mínimamente visibles para el usuario, y se conjuga con seguridad a bordo y en estaciones. Un ejemplo: cuando se finalizó la renovación de sus vías a fines de 1998, y se logró llevar la frecuencia de la

línea a Marinos a un servicio cada media hora por sentido, la demanda aumentó, pero el dato revelador es que lo hizo en medio de una recesión y aumento del desempleo y la subocupación. Esto se muestra en la tabla 8, donde se aprecia el aumento posterior a 1998, así como la reducción en la línea a Catán. Esto es particularmente significativo, ya que el aumento de la oferta fue positivo, pero aún permaneciendo en un nivel muy bajo para un servicio metropolitano, poco legible para el usuario. La respuesta de la demanda a partir de 1998 también fue significativa porque la traza cubre zonas residenciales de niveles de ingreso medio-bajo y bajo. La reducción global de la demanda de transporte que seguramente se produjo en esos municipios fue simultánea a una reasignación de pasajeros desde los servicios de colectivo hacia el servicio con menor tiempo de viaje, el servicio de la línea a Marinos.

Los datos posteriores de venta de boletos por estación mostraron la continuación de esta tendencia pero, por alguna razón, en 2006 el operador llevó la frecuencia a la mitad. Sin embargo, como puede apreciarse en la tabla 9, la demanda sólo se redujo un 18%, lo cual lleva nuestra imaginación a niveles de sobreocupación de coches bastante importantes. Sobreocupación, por lo demás, que pudimos constatar en campo en aquél entonces, en hora pico.

Tabla 8: Cambios en la venta de boletos, desde 1995 al máximo alcanzado, y entre 1998 y 2000.

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	95/max	98/00
Buenos Aires	29,040	40,247	43,363	55,650	65,386	64,868	66,270	64.7%	1.4%
Dr. A. Sáenz	47,807	77,349	89,447	107,001	126,138	112,197	114,701	63.1%	-9.1%
V. Lugano	20,528	33,124	38,669	44,368	56,333	55,986	58,049	75.2%	3.0%
V. Madero	16,130	29,474	37,835	46,486	58,761	61,034	62,473	112.0%	6.3%
Querandí	0	11,224	13,036	14,277	18,818	18,491	18,595	67.7%	-1.2%
Laferrere	0	142,758	169,867	197,113	214,808	193,072	186,944	50.5%	-13.0%
Km. 26	0				62,657	58,320	57,977	n.a.	-7.5%
Independencia	0	86,598	103,264	122,891	130,371	115,204	116,443	50.5%	-10.7%
G. Catán	0	126,176	140,247	159,796	179,323	161,318	147,878	42.1%	-17.5%
Aldo Bonzi	4,706	6,530	10,291	11,796	13,297	17,412	18,223	179.1%	37%
Mendeville	1,892	3,118	4,849	6,546	8,816	8,855	9,103	192.0%	3%
J. Ingenieros	1,395	2,467	4,042	5,702	7,254	8,742	9,938	302.9%	37%
Villegas	4,935	7,555	11,723	15,124	17,978	17,202	17,104	138.0%	-5%
I. Casanova	7,078	12,790	19,446	25,034	31,483	35,624	38,103	197.9%	21%
R. Castillo	13,318	25,925	38,337	50,081	59,554	69,298	71,855	177.2%	21%
M. Gómez	7,143	14,819	22,949	28,175	32,763	39,185	38,976	164.4%	19%
Libertad	13,376	22,135	32,197	36,095	40,853	44,161	44,129	99.5%	8%
M.C.G. Belgrano	16,384	29,693	42,862	48,197	53,094	58,950	62,890	111.8%	18%

Sobre la media mensual agosto-noviembre de cada año. Grisado oscuro: variaciones en las estaciones principales de la línea BA-Catán. Grisado suave: variaciones en las estaciones principales de la línea BA-Marinos. Datos de la CNRT. Sobre datos de la Secretaría de Transporte de la Nación.

Tabla 9: Cambios en la venta de boletos, Antes y después de la reducción de la frecuencia en 2006.

	max 2000	max 2005	max 2010	variación
Villegas	18,207	12,489	12,026	-33.95%
I. Casanova	39,550	32,188	26,092	-34.03%
R. Castillo	74,043	66,460	53,305	-28.01%
M. Gómez	42,475	41,996	32,286	-23.99%
Libertad	47,739	51,593	41,222	-13.65%
M.C.G. Belgrano	66,312	80,008	72,097	8.72%
Frecuencias/día hab	39	28	21	-46.15%

Sobre datos de la Secretaría de Transporte de la Nación.

5.2 Especificaciones para la aplicación del modelo directo de demanda

Para obtener la venta de boletos estimada en estaciones residenciales, se aplicó el Modelo General, con las siguientes especificaciones:

- 1) Población actualizada a 2010 para los polígonos de Thyssen:

Los datos demográficos son del censo 2010, también desagregados por radio censal.

- 2) Incremento de líneas de colectivo alimentadoras

Se trata de un elemento que excede los entes del Estado a cargo de las inversiones en transporte, pero es fundamental abordarlo, ya que para todo proyecto de troncalización deben dimensionarse los servicios alimentadores. Se modeló el sistema incrementando las líneas de colectivo en estaciones ubicadas sobre las arterias principales de la red de calles y avenidas

- 3) Frecuencia de un servicio cada 12' en hora pico.

Se trata de un nivel de frecuencia adecuado al volumen demográfico existente a lo largo de la traza, y que puede propender a integrar la demanda entre las estaciones residenciales a medida que madure el proyecto. Es, además, la frecuencia a la que ha tendido toda la red metropolitana.

- 4) Segmentación de la estimación en bruto para cada estación: de la cifra en bruto se estima a) un ajuste por menor cantidad de viajes entre estaciones residenciales y excentricidad relativa de terminal cabecera. b) un valor correspondiente a 21 días hábiles promedio. c) para estos 21 días, volumen

atribuible a horas pico y horas valle. d) proporción de viajes largos, es decir, hasta las cabeceras en la Ciudad, de los viajes en horas pico. f) se agrega al valor de cada estación, la proporción que le corresponde de las ventas de boletos realizadas en la cabeceras en la ciudad. En el Anexo I se detalla el procedimiento adoptado.

5.3 Monetización del Cálculo de ahorros de tiempo y monetización de ahorros en confort.

Primero se buscó identificar el ingreso medio del público usuario. Para el cálculo del ingreso medio de los pasajeros, se tomó el registrado en 2006 mediante la INTRUPBA para los usuarios de la línea Retiro-Villa Rosa, de perfil socio económico semejante. Ajustada por inflación.

Para el cálculo del valor del tiempo se siguieron los criterios de Calmet y Capurro (2011), quienes estudian el valor del tiempo para segmentos de demanda que comparten los rasgos clave de la demanda actual y potencial del proyecto que evaluamos aquí: segmentos socio-económicos sin propiedad de automóvil en el hogar o sin capacidad para cubrir costos de uso urbano semanal y, al mismo tiempo, con empleos de baja calificación y jornadas laborales extendidas y acceso sólo a medios de transporte públicos altamente deficientes en tiempo de viaje. Este último elemento es clave para dimensionar el valor del tiempo que orientará la reasignación.

Cabe ampliar aquí el razonamiento acerca de la extensión de la jornada laboral y el uso alternativo del tiempo, de la mano de los minutos que el usuario “ya no dedica a viajar”. En efecto, el tiempo de ocio puede tener valor mayor a tiempo de trabajo. Dado lo prolongado o intensivo de la jornada laboral para muchos empleos de baja calificación, la aceptación de una hora adicional de trabajo implica un esfuerzo más que proporcional. Esta diferencia refleja, en verdad, la valoración relativa del ocio, respecto al trabajo. Si parte excesiva del tiempo extra-laboral debe dedicarse al transporte, se está trasladando al tiempo de viaje la valoración relativa ocio-trabajo.

Recordemos que el análisis de ahorros en los tiempos de viaje para segmentos de ingreso medio-bajo y bajo, presupone el cambio de tiempos de viaje para orígenes y

destinos fijos. Cambian la forma de resolver el viaje pero no cambia la suma de puntos de origen y puntos de destino del agregado de usuarios. Esta aclaración es importante, ya que no deben transferirse a escenarios urbanos cálculos de demanda inducida, usuales para proyectos de infraestructura vial interurbana. Boiteux (1994) señala la importancia de tomar la distribución inicial de pares origen-destino, incluso cuando los proyectos de transporte no cambian los tiempos de viaje sino que permiten alcanzar más distancia con igual tiempo de viaje, rebatiendo con años de anticipación la crítica de Cervero, consignada al comienzo de este estudio. El Corredor Sudoeste, ya hemos dicho, posee grandes similitudes con los suburbios de bajos ingresos de Lima, y es dable excluir procesos de descentralización como los de París, aludidos Boiteux, o procesos de alargamiento de los viajes, como los destacados por Cervero.

Para el cálculo de las mejoras en confort, se siguieron los valores de referencia identificados por Kroes et al. (2013). Se consideró que las ganancias en confort comienzan a perderse al año de entrada en funcionamiento, a un ritmo del 2% anual, por el aumento vegetativo de la demanda. Este ítem es de gran importancia por el alto nivel de sobreocupación con el que se desempeña el sistema actual. Se tomaron valores más exigentes para hora pico, y menos ambiciosos para las horas valle. Es esperable que el valor económico de este ítem sea importante también porque se está calculando sobre para un volumen de demanda para el cual al mismo tiempo se produce una reducción de los tiempos de viaje. No se calculó el efecto sobre el confort en la línea Once-Moreno por derivación de pasajeros al proyecto.

Para la contabilización de los tiempos de viaje actuales y futuros se construyen escenarios, de acuerdo con el conocimiento de las cadenas de viajes más usuales entre los usuarios. En el Anexo II se detallan estos escenarios. Básicamente se distinguen los usuarios existentes, tomando las ventas medias de boletos de 2000, y los usuarios nuevos. Una parte de los usuarios nuevos son actuales usuarios del servicio Once-Moreno, pero la mayoría son usuarios de servicios de colectivo con tiempos de viaje muy prolongados. En el Anexo II se detallan los criterios seguidos al respecto.

5.4 Escenario de inversión y de ahorros esperados.

Tabla 10: escenario de inversión moderado e inversiones esperables sin proyecto.

ítem	Inversión - dólares estadounidenses				Sin proyecto
	Con proyecto	costo unitario	cantidad	comentarios	
Coches nuevos	80,000,000.0	1,000,000.0	80	6 coches x formación, fuente, compra realizada recientemente por el Estado Nacional	0.0
sistema de barreras automáticas	2,704,180.6	270,418.1	10	Fuente: pliego Bs As-Ros	2,704,180.6
Señalamiento	28,500,000.0	1,000,000.0	28.5	Fuente: Evaluación Const.-LP	0.0
renovación de vía y aparatos de vía	30,847,800.0	684,000.0	330000.0	28 de renovación, 14.5 al 50%+ 20 aparatos de vía, Fuente: Evaluación Const.-LP	15,423,900.0
cercos perimetral	13,087,000.0	287,500.0	45.5	malla schullman, Fuente: Evaluación Const.-LP	13,087,000.0
Acondicionamiento talleres de Tapiales	20,000,000.0	20,000,000.0	1	Inversión realizada recientemente por el Estado Nacional	10,000,000.0
Actualización estaciones	50,000,000.0	10,000,000.0	5	numero de referencia, considerando renovación completa de accesos, instalación de señalética, iluminación, construcción de pasillos a desnivel, acondicionamiento perimetral para facilitar trasbordos y ciclistarios	16,666,666.7
viaducto elevado en Sáenz, 50%	50,000,000.0	100,000,000.0	50%	Fuente: referencia obras GCBA-AUSA en la Ciudad de Buenos Aires	25,000,000.0
Tapiales, dupl. empalme, aparatos de vía, acondicionamiento traza.	70,000,000.0	70,000,000.0	1	Fuente: referencia obras GCBA-AUSA en la Ciudad de Buenos Aires	10,000,000.0
centro de trasbordo Isidro Casanova, con cruce a desnivel	56,100,000.0	56,100,000.0	1	Fuente: referencia obras GCBA-AUSA en la Ciudad de Buenos Aires	20,000,000.0
subtotal	401,238,980.6				112,881,747.3
supervisión y estudios	20,061,949.0	5%		del total	
TOTAL	421,300,929.6				112,881,747.3

Se presenta un escenario de inversión moderado, sin electrificación, con renovación total del parque rodante, renovación intensiva de las estaciones, renovación de vía, reemplazo de cambios y cruces, nuevo sistema de señalización y comunicaciones y resolución de tres puntos críticos: viaducto sobre la avenida Sáenz, empalme en Tapiales y cruce a desnivel con estación en Av. Juan Manuel de Rosas (Isidoro Casanova). La tabla 10 detalla las inversiones consideradas.

Los costos de referencia fueron tomados de diferentes fuentes, todas con buen nivel de precisión para esta fase del análisis. Para el material rodante, se tomó el costo de los coches recientemente comprados para la línea a Catán, a partir de un escenario servicios cada 12 minutos en hora pico, 15 en hora valle, y el cálculo resultante de coches-kilómetro, 180% por encima de los corridos en 2000. Se tomaron costos de la evaluación de la obra de electrificación de la línea Constitución-La Plata (Banco Interamericano de Desarrollo, 2013), así como de documentos de licitación para la renovación de vías entre Retiro y Rosario Sur (Argentina ADIF, 2015). En este caso se contabilizaron los costos específicos del sector Tapiales-Marinós, y aquellos compartidos entre Estación Buenos Aires-Tapiales, de los cuales se tomó el 50%. Para los puntos críticos se tomaron los costos de distintas obras de pasos a desnivel recientemente llevados a cabo por el GCBA, de complejidad similar (ver AUSA 2015).

Con el fin de evaluar el costo total que enfrenta la sociedad para lograr un aumento de la frecuencia, se contabilizaron costos de obras ya realizadas, como los nuevos talleres en Tapiales.

A la derecha de la tabla 10, se consignan las inversiones que sería esperable se realizaría sin el proyecto, sobre la base del mantenimiento del servicio diesel con tracción con locomotoras.

Se calculó el costo operativo a partir de varios ítem. Primero, el monto estimado para las erogaciones en recursos humanos, duplicando la planta existente en 2000 (datos CNRT). Se tomaron las remuneraciones actuales, mencionadas en diferentes documentos disponibles en los portales de las operadoras. Se calculó el costo en combustible esperable para el nuevo monto de coches-kilómetro, asumiendo un consumo por coche-km equivalente a 2/5 del consumo con la tecnología actual, muy

antigua tecnológicamente y desgastada por el paso del tiempo. Se consideró la duplicación del consumo actual de electricidad. Se consideraron gastos de mantenimiento de la infraestructura fija (estaciones, pasos a nivel, sist. de telecomunicaciones, coches, vía) equivalentes a un 2% anual de costo de capital correspondiente. Por otro lado, se consideró para ellos un aumento del 1% anual.

Se calculó el ahorro en operaciones por menor uso del transporte por colectivo, a partir de la cantidad estimada de pasajeros por día hábil que captará el proyecto. Se encontró que esta cantidad es aproximadamente la que corresponde a los servicios operados por la línea 96. Si bien el impacto tiene que ver con viajes largos, de incidencia sobre el uso de varias líneas, para simplificar se tomó esta línea como referencia. A partir de documentos del sistema de subsidios a colectivos (SISTAU) se obtuvieron los montos de consumo de gasoil y los subsidios correspondientes a este ítem y otros para la línea 96. No se contabilizó el ahorro en el mantenimiento de la calzada ni la mejora ambiental derivada de la reducción de ruido. Sin embargo, se remarca su importancia y se subraya la importancia de que se contabilización sea llevada a cabo en los entes Estatales a cargo del proyecto.

No se consideró el ahorro por reducción de accidentes. Al menos para el caso que evaluamos, este ítem, usual en evaluaciones de grandes inversiones, presenta ambigüedades cuya suma es incierta, no siendo factible adoptar supuestos sin evitar sobreestimar los beneficios. En efecto, una parte mayoritaria de la demanda nueva se traslada en colectivo, por lo cual sería necesario conocer la accidentología de este proceso de transporte. Por otro lado, nada asegura que con un aumento sustantivo de la frecuencia sobre la línea a Marinos no habrá un aumento de las ocasiones de accidente. Por lo tanto, sería poco consistente pensar en una “reducción”. Esta situación surge porque la línea a Marinos está prácticamente en desuso: si no se la asocia con frecuencia destacada de accidentes, es sencillamente a causa de lo esporádico del servicio y de su lentitud. Por estos motivos, dejamos de lado este tema en esta ocasión. Por lo demás, es muy poco probable que, en un contexto de grandes ganancias en tiempo, constituya una contribución más que marginal.

Se consideró un 5% sobre el total invertido en concepto de supervisión de obras y estudios ambientales y urbanos de inserción funcional.

5.5 Tasa de descuento:

Dado la naturaleza a largo plazo de este tipo de proyectos, en consonancia con el diseño de los financiamientos que para ellos prestan los organismos multilaterales, se toma como referencia general una tasa del 7%. Por otro lado, es un valor que mencionan estudios de importancia, como el de Ardila (2005) o la revisión de evaluaciones de Ginés de Rus (2008). Para completar el panorama, se descuentan los beneficios también al 9 y al 12%, siguiendo el criterio de Ardila para infraestructuras troncales en Bogotá.

Queda claro que para este tipo de proyectos, el problema no está en la tasa de descuento, que puede tomarse de la práctica. Más bien, los resultados confirmarán la importancia de mejorar las estimaciones de demanda factibles, de acuerdo al objetivo que se propuso este estudio.

5.6 Plazo:

También en este caso se adopta un plazo usual en este tipo de proyectos, de tres décadas. Vías y material rodante tienen un plazo de servicio en torno a este tiempo. Pero hay componentes que lo exceden, en particular, el tratamiento de los cuellos de botella. Para estos, no existe una técnica para establecer un valor residual, ya que crean capacidad física, que no se desgastan con el tiempo. Piénsese en el túnel de la línea A de subtes: enrioladura y sistema de comunicaciones deben renovarse al cabo de cierto tiempo, pero la luz del túnel permanece intacta. Y debe resaltarse que estas habilitaciones de capacidad a desnivel, suelen ser las componentes más onerosas: el movimiento de tierra, el montaje de estructuras suspendidas consumen parte importante de las inversiones. El problema, quizás insoluble, o que al menos no abordaremos aquí, es la inexistencia de una técnica para contabilizar el total de los beneficios que generan. Este problema metodológico también contribuye a colocar el cálculo de los beneficios en un escenario conservador.

6. RESULTADOS EVALUACIÓN:

1. Venta de boletos por estación

La siguiente tabla muestra la venta de boletos estimada por estación para la línea a Marinos. Cada cifra incluye el total del movimiento relacionado con la demanda del Área de Influencia Indirecta, es decir, la que registraría su venta en la propia estación y la que registraría la venta en las cabeceras centrales.

Tabla 11:

	Venta mensual de boletos, estimada, propia y en cabeceras
Aldo Bonzi	58,043
Mendeville	61,745
José Ingenieros	86,179
Justo Villegas	220,807
Isidoro Casanova	480,716
Rafael Castillo	404,111
Merlo Gómez	244,268
Libertad	236,566
MCGB	388,429
Total	2,180,864

Los resultados están en línea con los valores de corredores de perfil similar, por ejemplo, la línea Retiro-Villa Rosa o Burzaco-Glew. de 2007, estaciones de donde es probable que el control del ingreso asegure bastante calidad en el dato. Por ejemplo, de Burzaco o Longchamps, o Casanova, Castillo, Gómez de la tríada Grand Bourg-Polvorines-Nogués, con las salvedades mencionadas en el Anexo I.

Las tablas 12 y 13 muestran, por estación, para horas pico y valle, el total de minutos ahorrados para las etapas viejas y para las nuevas, junto a los minutos equivalentes en confort. Se advierte que no son las estaciones más lejanas en distancia las que registrarían mayores ahorros de tiempo, sino aquellas cuya demanda depende más de los servicios de colectivo. Las últimas tres estaciones tienen ahorros importantes, pero sobre todo a raíz de que el servicio ferroviario, que ya utilizan, se “acerca a sus domicilios”. Para Rafael Castillo, Isidro Casanova (en el corazón de La Matanza) y

Tabla 12: beneficios percibidos por los pasajeros, horas pico. Montos en pesos argentinos de 2015.

	hora pico						hora pico						
	AHORRO TOTAL TIEMPO. Minutos			AHORRO trasbordos. Minutos			MEJORA CONFORT. Minutos Equivalentes			AHORRO TARIFARIO POR CAMBIOS EN CADENAS			
	ahorro nuevos	ahorro pax viejos	TOTAL				ahorro nuevos	ahorro pax viejos	TOTAL	ahorro trasb a O-M	dif I	dif II	TOTAL
Aldo Bonzi	562,743	203,232	765,975				351,007	145,590	496,597		\$ 37,082	\$ -	37,082
Mendeville	901,542	111,862	1,013,403				565,440	80,021	645,461		\$ 56,898	\$ -	56,898
José Ingenieros	1,563,738	132,174	1,695,912				972,805	94,762	1,067,567		\$ 84,111	\$ -	84,111
Justo Villegas	4,785,489	230,127	5,015,616		(580,347)		2,312,426	167,930	2,480,355		\$ 229,696	\$ (67,243)	162,452
Isidoro Casanov	11,389,510	503,489	11,892,999		(1,679,666)	(580,347)	5,426,352	380,717	5,807,070		\$ 498,597	\$ (145,964)	352,633
Rafael Castillo	5,193,467	962,151	6,155,619		(888,230)	(296,077)	3,497,855	749,182	4,247,037	\$ 226,369	\$ -	\$ (10,292)	216,078
Merto Gómez	2,473,165	487,298	2,960,463		592,153	556,010	1,788,969	396,120	2,185,089	\$ 708,508	\$ -	\$ -	708,508
Libertad	2,040,842	562,265	2,603,107		511,113	511,113	1,555,322	468,926	2,024,248	\$ 651,297	\$ -	\$ -	651,297
MCGB	3,884,975	776,973	4,661,948		880,245	880,245	2,963,721	679,462	3,643,183	\$ 1,121,671	\$ -	\$ (223,499)	1,121,671
			36,765,043		1608,722)				22,596,607	\$ 2,707,845	\$ 906,384	\$ (223,499)	\$ 3,390,730

Tabla 13: beneficios percibidos por los pasajeros, horas valle

	hora no pico						hora no pico						
	AHORRO TOTAL TIEMPO. Minutos. Hora no pico.			AHORRO trasbordos. Minutos			MEJORA CONFORT. Minutos Equivalentes			AHORRO TARIFARIO POR CAMBIOS EN CADENAS			
	ahorro nuevos	ahorro pax viejos	TOTAL				ahorro nuevos	ahorro pax viejos	TOTAL	ahorro trasb a O-M	dif I	dif II	TOTAL
Aldo Bonzi	149,202	77,422	226,624				68,145	40,366	108,511		\$ 13,722	\$ -	13,722
Mendeville	245,222	42,614	287,836				112,764	22,175	134,939		\$ 21,245	\$ -	21,245
José Ingenieros	415,455	50,352	465,807				189,126	26,281	215,407		\$ 31,441	\$ -	31,441
Justo Villegas	1,236,221	87,667	1,323,888		(217,194)	(217,194)	483,565	46,878	530,443		\$ 85,963	\$ (25,166)	60,797
Isidoro Casanov	2,857,494	191,805	3,049,299		(628,578)	(628,578)	1,116,949	107,633	1,224,582		\$ 186,589	\$ (54,624)	131,965
Rafael Castillo	1,485,596	366,534	1,852,130		220,835	(331,252)	765,251	213,929	979,180	\$ 84,421	\$ -	\$ (3,838)	80,583
Merto Gómez	764,011	185,637	949,648		207,509	207,509	430,753	114,704	545,457	\$ 264,423	\$ -	\$ -	264,423
Libertad	663,485	214,196	877,682		190,541	190,541	396,613	136,870	533,484	\$ 242,801	\$ -	\$ -	242,801
MCGB	1,198,083	295,990	1,494,073		328,487	328,487	733,175	201,125	934,300	\$ 418,581	\$ -	\$ -	418,581
			10,526,866		1228,662)				5,206,301	\$ 1,010,226	\$ 338,960	\$ (83,628)	\$ 1,265,558

Justo Villegas los ahorros son los más importantes.

También para estas tres estaciones es interesante ver cómo, en el caso de la demanda nueva, los trasbordos compensarían parcialmente los ahorros de tiempo. La metodología adoptada dispone que el 60% de la demanda nueva (etapas nuevas, ver Anexo II) llegará mediante un trasbordo, ya que estas estaciones se ubican en la intersección con grandes avenidas (Av. Juan Manuel de Rosas-ex Ruta 3, y Av Crovara respectivamente). Sin embargo, esta componente de signo negativo alcanza totales estimados un orden de magnitud menor a los ahorros de tiempo y ganancias en confort.

De igual forma, los trasbordos inciden en el total tarifario de la cadena completa. Los viajes que antes con malos tiempos de viajes pero sin trasbordo, alcanzaban el centro por colectivo, con una tarifa larga, ahora acceden a la estación con una tarifa local por colectivo, y luego abonan el servicio ferroviario. Tomando la mitad del valor actualizado de la tarifa vigente en 2000, la “segmentación” en dos etapas de esta parte del recorrido puede no quedar compensada por la tarifa adoptada para el servicio ferroviario, bastante menor, en consonancia con la relación actual, que no siempre fue así, entre las tarifas de ambos servicios. Se alcanzaron valores de muy pequeño orden de magnitud. Como siempre en estos casos, el escenario adoptado puede variarse, y los valores absolutos son referenciales, y sobre todo lo que resulta de interés es evaluar la incidencia del ítem en la contabilidad de la evaluación.

Como se consigna en los Anexos I y II, para los viajes largos durante horas valle, se consideraron menores diferenciales de tiempo de viaje entre modos y menores niveles de ocupación (de acuerdo con los niveles especificados por Kroes et al., 2013), lo que resulta en menores ahorros de tiempo y ganancias en confort. Así y todo, puede destacarse los ahorros de tiempo desde Isidro Casanova, lo cual confirma la posición de aislamiento extremo de este sector metropolitano.

Cabe aquí remarcar la pertinencia de la contabilización de las ganancias en confort, que se deriva de la calidad de la oferta actual de transporte. Nada novedoso es observar que el servicio Once-Moreno está completamente sobreutilizado, pero debe agregarse que los servicios actuales sobre la línea a Marinos y los servicios de colectivo largos muestran niveles similares de sobreutilización. En síntesis, la oferta de transporte para

el corredor Sudoeste no sólo posee malos tiempos de viaje, sino que es insuficiente. De aquí que la ganancia de confort debe computarse, por lo agudamente deficiente de la situación actual.

Cabe volver aquí sobre la condición estrictamente minimizadora del consumo de transporte que realiza la demanda cotidiana. A este “deseo/rechazo” del servicio se refieren las cifras presentadas en esta sección. Y es interesante contrastar este rasgo esencial del problema, con la magnitud de las cifras. En efecto, a diferencia de lo que puede ocurrir con el cálculo de demanda potencial para un producto o servicio sustituible, la desutilidad que representa el consumo del servicio de transporte no obsta a su carácter de necesidad transversal: personas de todas las edades y perfiles necesitan trasladarse. La tendencia a minimizar, a nivel individual, de cada persona, no contradice que la sumatoria de los consumos minimizados resulte en grandes volúmenes de demanda.

A continuación, la tabla 14 resume los ahorros de tiempo, las ganancias en confort y el balance de minutos por cambios en trasbordos. Las cifras de cada ítem, pico y no pico, se suman, se anualizan mediante un factor 11.4, y se pasan a dólares. Este valor anualizado, mostrado en la tabla 14, entra a la tabla de flujo de fondos (tabla 16).

Tabla 14: resumen de ahorros de minutos, mensual, en pesos argentinos: por tiempos de viaje, confort y trasbordos cesantes y trasbordos nuevos.

DIAS HABILES - viajes largos solamente						
PICO			NO PICO			
tiempo	confort	trasbordos	tiempo	confort	trasbordos	
minutos ahorrados	min ahorr equiv	minutos ahorrados	minutos ahorrados	min ahorr equiv	minutos ahorrados	
36,765,043	22,596,607	-608,722	10,526,986	5,206,301	-229,652	
612,751	376,610	(10,145)	175,450	86,772	(3,828)	horas
\$ 28,788,835.03	\$ 17,694,253.40	\$ (476,658.95)	\$ 8,243,147.19	\$ 4,076,789.33	\$ (179,829.14)	cash horas

Montos en AR\$ de 2015.

Como es usual en este tipo de proyectos, el valor de los ahorros de tiempo resulta el rubro más significativo, y contribuye con la mitad de los beneficios, por debajo de lo usual en Europa, donde este porcentaje alcanza frecuentemente el 80%.

Es interesante comentar el valor de las mejoras en confort, sobre todo teniendo en cuenta que se consideró que el proyecto permitiría pasar del máximo de ocupación al nivel inmediatamente menos saturado de la escala de Kroes et al. Es decir, el criterio fue sumamente conservador. Así y todo, el valor alcanzado es de gran importancia, ya que la leve mejora se multiplica por una cantidad importante de pasajeros, y para reducciones en tiempo de viajes significativas. Pero en el diseño de la vida del proyecto, el peso total dado a la mejora en confort es menor, ya que se consideró su reducción progresiva (ver tabla 16).

Tabla 15: ingresos del proyecto, todos los rubros contabilizados. Valores anuales, en dólares.

recaudación, anual	USD 9,000,433
ahorro de t, anual	USD 35,180,383
ahorro de t, trasbordo, anual	(USD 623,664)
mejora confort, anual	USD 20,682,491
ahorro tarifario neto, anual	USD 4,423,474
total, anual	USD 68,663,117

Finalmente presentamos el flujo de fondos del proyecto. El Valor Presente Neto obtenido es muy significativo. Y puede agregarse que excepcional, ya que las condiciones de la línea a Marinos no se repiten para las demás trazas ociosas del área metropolitana. Por ejemplo, si bien para el denominado P1, los niveles de demanda podría resultar similares, las inversiones necesarias son sustantivamente mayores, si bien es estimable que un proyecto como el analizado aquí seguiría siendo económico en esta traza del Sur metropolitano. Esta es una primera reflexión a la luz del VPN obtenido.

Una segunda observación se dirige al alcance de las inversiones. La poca o casi ninguna discusión en torno a las inversiones pendientes en el corredor Sudoeste suele priorizar la línea a Catán, para la cual se ha sostenido que una electrificación es económicamente inviable, y relega la línea a Marinos. Mal comienzo si hay demanda potencial creciente, y un acumulado de décadas de inversiones pendientes. De hecho, el material rodante comprado recientemente se afectará casi exclusivamente al servicio a Catán, lo cual obviamente desconoce, no digamos, una estimación sistemática de la demanda potencial, sino los indicadores más obvios, como los que muestra la tabla 7. Al aplicar

Tabla 16: flujo de fondos de la situación con proyecto. Montos en dólares estadounidenses.

año de funcionamiento	Recaudación, anual	Ahorros de tiempo, anual	ahorro de t, trasbordo, mensual	inversión		ahorro de combustible INTRA MODO	Ahorro x menor transport en colectivo	inversiones no realizadas	gastos corrientes, tti	TOTAL	VPN	Tasa de desc	TOTAL	\$796.7	\$633.8	
				421.3	531.2						7%	375.4				12%
	millones de dólares estadounidenses															
1	9.0	35.2	(0.6)	20.7	4.4	0.5	19.9	38.6	(18.8)	108.9	101.8		99.9	97.3		
2	9.1	35.5	(0.6)	20.3	4.5	0.5	19.9	0.0	(18.9)	70.2	61.3		59.1	56.0		
3	9.2	35.9	(0.6)	19.9	4.5	0.5	19.9	0.0	(19.1)	70.1	57.2		54.1	49.9		
4	9.3	36.2	(0.6)	19.5	4.6	0.5	19.9	0.0	(19.3)	70.0	53.4		49.6	44.5		
5	9.4	36.6	(0.6)	19.1	4.6	0.5	19.9	51.9	(19.5)	121.9	86.9		79.2	69.1		
6	9.5	37.0	(0.7)	18.7	4.6	0.5	19.9	0.0	(19.6)	69.9	46.6		41.7	35.4		
7	9.6	37.3	(0.7)	18.3	4.7	0.5	19.9	0.0	(19.8)	69.9	43.5		38.2	31.6		
8	9.6	37.7	(0.7)	18.0	4.7	0.5	19.9	0.0	(20.0)	69.8	40.6		35.0	28.2		
9	9.7	38.1	(0.7)	17.6	4.8	0.5	19.9	0.0	(20.2)	69.8	38.0		32.1	25.2		
10	9.8	38.5	(0.7)	17.2	4.8	0.5	19.9	14.6	(20.3)	84.4	42.9		35.7	27.2		
11	9.9	38.9	(0.7)	16.9	4.9	0.5	19.9	0.0	(20.5)	69.8	33.2		27.0	20.1		
12	10.0	39.2	(0.7)	16.6	4.9	0.5	19.9	0.0	(20.7)	69.8	31.0		24.8	17.9		
13	10.1	39.6	(0.7)	16.2	5.0	0.5	19.9	0.0	(20.9)	69.8	29.0		22.8	16.0		
14	10.2	40.0	(0.7)	15.9	5.0	0.5	19.9	0.0	(21.1)	69.9	27.1		20.9	14.3		
15	10.3	40.4	(0.7)	15.6	5.1	0.5	19.9	0.0	(21.3)	69.9	25.3		19.2	12.8		
16	10.4	40.8	(0.7)	15.3	5.1	0.5	19.9	0.0	(21.4)	69.9	23.7		17.6	11.4		
17	10.6	41.3	(0.7)	15.0	5.2	0.5	19.9	0.0	(21.6)	70.0	22.2		16.2	10.2		
18	10.7	41.7	(0.7)	14.7	5.2	0.5	19.9	0.0	(21.8)	70.1	20.7		14.9	9.1		
19	10.8	42.1	(0.7)	14.4	5.3	0.5	19.9	0.0	(22.0)	70.1	19.4		13.6	8.1		
20	10.9	42.5	(0.8)	14.1	5.3	0.5	19.9	7.7	(22.2)	78.0	20.1		13.9	8.1		
21	11.0	42.9	(0.8)	13.8	5.4	0.5	19.9	0.0	(22.4)	70.3	17.0		11.5	6.5		
22	11.1	43.4	(0.8)	13.5	5.5	0.5	19.9	0.0	(22.6)	70.4	15.9		10.6	5.8		
23	11.2	43.8	(0.8)	13.3	5.5	0.5	19.9	0.0	(22.8)	70.6	14.9		9.7	5.2		
24	11.3	44.2	(0.8)	13.0	5.6	0.5	19.9	0.0	(23.0)	70.7	13.9		8.9	4.7		
25	11.4	44.7	(0.8)	12.7	5.6	0.5	19.9	0.0	(23.2)	70.8	13.0		8.2	4.2		
26	11.5	45.1	(0.8)	12.5	5.7	0.5	19.9	0.0	(23.4)	71.0	12.2		7.6	3.7		
27	11.7	45.6	(0.8)	12.2	5.7	0.5	19.9	0.0	(23.7)	71.1	11.4		6.9	3.3		
28	11.8	46.0	(0.8)	12.0	5.8	0.5	19.9	0.0	(23.9)	71.3	10.7		6.4	3.0		
29	11.9	46.5	(0.8)	11.7	5.8	0.5	19.9	0.0	(24.1)	71.5	10.0		5.9	2.7		
30	12.0	46.9	(0.8)	11.5	5.9	0.5	19.9	0.0	(24.3)	71.6	9.4		5.4	2.4		

el modelo directo de demanda sobre el “pato feo” Marinos, este estudio ya cuestiona el enfoque tradicional. Imposible encarar el problema dando un salto directo, desde la subutilización hasta la electrificación.

Los resultados obtenidos sugieren que no puede descartarse sin fundamento la electrificación de la línea a Marinos. Un proyecto de electrificación implicaría ahorros

de tiempo aún mayores, por la mejor aceleración y frenado del material rodante, y por lo tanto también debería esperarse una captación demanda aún mayor. Este es básicamente el aporte que puede realizar este estudio, sobre la base de una estimación preliminar de la demanda y un cálculo de los beneficios derivados, sobre la base del diseño de escenario inicial y uno futuro.

La magnitud de los beneficios estimados a partir de la modelización directa y la metodologías adicionales, confirma que debe avanzarse en la obtención y el procesamiento de datos más desagregados, que permitan refinar los resultados desarrollados aquí.

ANEXO I: SEGMENTACIÓN DE LA ESTIMACIÓN EN BRUTO.

Para transformar las cifras modeladas para cada estación del proyecto, es necesario segmentar el total, que tiene una agregación mensual. En primer término, debe abordarse el hecho de que las 87 estaciones del modelo tienen una terminal con mejor posición relativa al Macrocentro, que la Estación BA. Luego, debe considerarse que La demanda de transporte no es igual en días hábiles que en fines de semana. Y no es igual en hora pico que en horas valle. A su vez, las ventas mensuales agrupas viajes largos, hasta las cabeceras internas de las líneas, y un porcentaje visible de viajes más cortos.

Los ahorros de tiempo se dan sobre todo durante horas pico de días hábiles, para los viajes largos. Sobre la base de una serie de supuestos basados en la experiencia y la evidencia anecdótica, presentamos a continuación el procedimiento para obtener una cantidad estimada de viajes largos durante horas pico de días hábiles.

1) Ajuste por menor conveniencia relativa de cabecera: si entre las 87 estaciones se hubiera contado con un subgrupo asociado a una cabecera algo menos conveniente que Constitución, Lacroze, Once y Retiro, se hubiera podido evaluar estadísticamente la menor captación de demanda residencial que provocaría esa menor conveniencia relativa. Sin embargo, la realidad es que la mayor lejanía relativa de la Est. BA puede incidir sobre la opción de muchos pasajeros que, por ejemplo, podría decidir seguir usando el servicio Once-Moreno por la mejor ubicación de Once para llegar a destino final en el Macrocentro. Constituye una mejor, innegable ajustar hacia abajo la cifra obtenida en la aplicación del modelo directo a las estaciones del proyecto.

Asimismo, existe un segundo efecto, similar, resultante de la implantación poco estructurante de la traza por su bajo uso. Este efecto lleva también a un ajuste hacia abajo. Y se trata del hecho de que la traza que no integra los barrios/localidades de cada estación en un corredor suburbano funcional-histórico:

Este atributo es clave para los viajes entre estaciones residenciales, sobre todo durante horas valle, sábados y domingos. Para una aproximación cuantitativa a este tema, ver Lascano y Cohen (2009).

Los sectores que recorre la traza Aldo Bonzi-MCGB se han integrado funcionalmente con centralidades fuera del área de la traza. Esto implica que muchos viajes cortos, que en las líneas consolidadas se dan a lo largo del troncal ferroviario, no pueden ser captados por el servicio ferroviario en este caso. La modelación se basa mayoritariamente en las ventas de boletos sobre líneas consolidadas, de forma que es pertinente un ajuste hacia abajo. Esta situación se registra en una línea ferroviaria plenamente activa, la Lacroze-Lemos, que no atiende ninguna centralidad metropolitana. Los datos de la INTRUPUBA muestran el efecto: la demanda es similar a la de otras líneas durante hora pico, pero cae mucho más en horas valle. El mismo efecto se produce durante sábados y domingos respecto a días hábiles.

Los dos efectos descriptos, que conllevan ajustar las cifras hacia abajo, no puede ser especificados por la modelación directa agregada a nivel mensual. Con el fin de corregir la muy probable, o segura, sobreestimación que puede producir el modelo, se tomará un porcentaje parcial de la estimación bruta del modelo, de todas las estaciones, de acuerdo a la demanda atribuible a días hábiles (dh), días sábado (ds) y días domingo (dd). Para identificar la demanda atribuible a días hábiles, se desagregó VB Residencial Total estimada de acuerdo a:

$$\text{VBR total estimada en bruto} = (d h * 21) + (d s * 5) + (d d * 4)$$

VBR total estimada en bruto es la variable dependiente de los modelos obtenidos, $ds = dh * 0.6$ y $dd = dh * 0.4$, entonces puede estimarse un valor medio para días hábiles:

$$\begin{aligned} \text{VBR dh estimación bruta} &= \text{VBR total estimada en bruto} / (21 + 5 * 0.6 + 4 * 0.4), \\ &= \text{VBR total estimada en bruto} / 25.6 \end{aligned}$$

El ajuste hacia abajo, para obtener la venta de boletos media en estaciones residenciales durante días hábiles, se realizó de acuerdo a:

$$\text{VBR dh ajustado} = \text{VBR h} * 0.8$$

Que es el día sobre el cual se realizarán los cálculos de ahorro de tiempo y otros beneficios; No se calculan beneficios para los viajes que sirva el proyecto durante fines

de semana. Mediante este procedimiento, sólo se toma menos del 75% de la VBR estimada en bruto. De este 75%, para una parte mayoritaria se aplicarán, entre otros, los ahorros de tiempo y mejoras de confort en hora pico, y para una parte menor, ahorros moderados en tiempo y confort. La metodología parte entonces de una base conservadora. A continuación se desarrolla en forma integral.

2) Consideraciones metodológicas para vincular las estimaciones de venta de boletos al cálculo de beneficios

En efecto, se consideró que el uso del servicio será limitado fuera de las horas pico, también por tratarse de una traza no madura como corredor funcional-histórico, por lo tanto, la venta de boletos relativa a las horas pico corresponderá al 70% de la venta del día hábil ajustado, un porcentaje algo menor al verificado para la línea Lacroze-Lemos, según:

$$VBHPR = VBR \text{ dh ajustado} * 0.7.$$

Que es la venta de boletos “durante” todas las horas pico del mes, en estaciones residenciales, o atribuibles al movimiento durante tales horas. Puede utilizarse como proxy del volumen de pasajeros movido en todas las horas pico del mes en una estación.

Luego, se consideró que el 80% de los viajes en hora pico son lo que denominaremos “largos”, es decir, con un extremo en la estación residencial y otro en las cabeceras principales (Sáenz y Buenos Aires), de acuerdo a

$$VBHPR \text{ largo: } VBHPR * 0.8$$

VBHP total : Cálculo adicional de viajes Ida y Vuelta cuya venta se registra en las cabeceras de servicio centrales, punto de llegada en la Ciudad durante hora pico de la mañana.

La VBHPR se registra en las estaciones residenciales, pero también en la venta de boletos en las cabeceras centrales. El comportamiento visto en la tabla 8 muestra que hacia fines de 2000, la demanda no sólo creció a pesar de la recesión, en las estaciones

de captación residencial de la línea M, sino que también aumentó en las cabeceras Buenos Aires y Sáenz. Es importante detenerse en el análisis de este incremento en la venta mensual de boletos en las cabeceras. Estas terminales, con predominio de descenso en horas pico de la mañana, también canalizan los viajes desde la línea a González Catán, la cual con mayor oferta mueve más pasajeros. Pero debe recordarse que perdió el 13% de su movimiento entre 1998 y 2000. De forma que el incremento del movimiento en las cabeceras debe asociarse a la línea Marinos. Más específicamente, este leve incremento es simultáneo a las pérdidas en la línea G, y a los incrementos sobre la línea a Marinos, de forma que refleja un balance entre el cambio opuesto en la demanda de ambas.

De forma que puede plantearse razonablemente que la venta de boletos desde las cabeceras representa demanda de viajes largos. Por lo tanto, el porcentaje que la venta de boletos en cabeceras representa sobre la venta de boletos en estaciones residenciales completa la contabilización de viajes largos. Este porcentaje debió obtenerse a nivel de las dos líneas, M y G, ya que la venta de boletos en Buenos Aires y Sáenz se da de manera agregada. Resulta en un 13.25% de las ventas realizadas en el resto del sector operativo “Belgrano Sur”.

A su vez, como los viajes a las cabeceras son más predominantes en horas pico, y menos en horas valle, sábados y domingo, se incrementará un 20% esta proporción, de forma que a las cifras obtenidas para cada estación se les agregará un $13.25\% * 1.2$, 15,9%, según:

$$\text{VBHP Total largos} : \text{VBHPR largo} * (1 + (0.1325 * 1.2))$$

Con este último cómputo se contabilizan, entonces, en cada estación, todos los viajes/etapas largos en HP que tienen un extremo en cada estación. Para simplificar, se denominará VBHP al total mensual del movimiento relacionado con una estación durante horas pico, sea que la venta del boleto se haya registrado en la propia estación o en la cabecera central. El siguiente esquema resume lo desarrollado hasta aquí

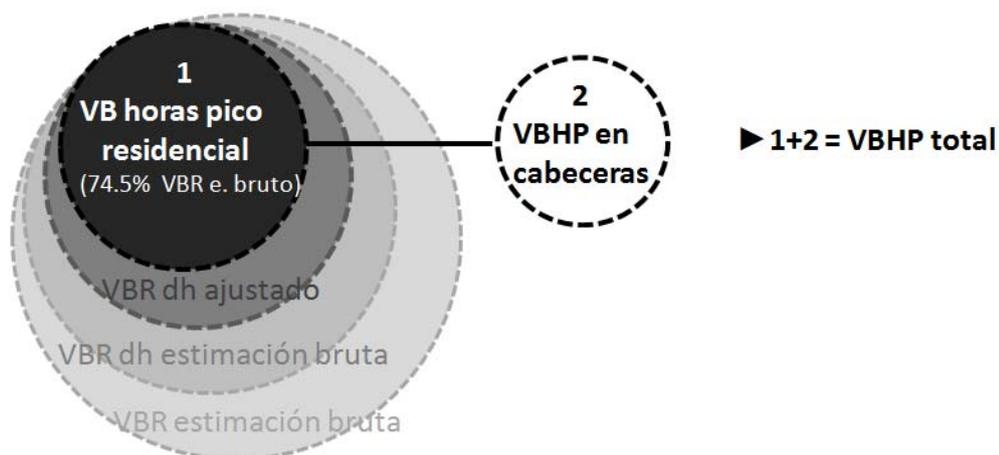


Fig. 12:

Cada boleto, cada pasajero pasante, representa una etapa de viaje. Si en origen y destino el pasajero accede a y egresa de el servicio en forma peatonal, la etapa coincide con el viaje, tomando como viaje el itinerario completo puerta a puerta. Pero en porcentaje importante de casos, es esperable que, como en toda la red metropolitana, el servicio ferroviario sea complementado por otros medios (Ver INTRUPUBA, Argentina 2008). Por esta razón, es conveniente referirse a las “etapas” que transporta el servicio. Y la venta de boletos refleja exactamente la cantidad de etapas que realiza el servicio, es decir, la intersección entre el servicio y la cadena de una persona entre sus puntos de origen y destino. La estimación de la venta de boletos refleja la estimación de etapas que se espera realizará el servicio. La estimación de VBHP contabiliza las etapas sujetas a las mejoras que introducirá el servicio.

ANEXO II: HIPÓTESIS PARA EL REEMPLAZO DE CADENAS DE VIAJE Y CÁLCULO DE AHORROS DE TIEMPO.

Etapas nuevas y etapas viejas:

Se tomará el nivel medio mensual de uso correspondiente al año 2000 como “situación de base”, es decir, como la cantidad de etapas ya canalizadas a través del servicio actual. Este primer componente se ve afectada por los cambios en el servicio ferroviario solamente. Dado el altísimo nivel de ocupación que registraron entonces las formaciones, consideraremos que este factor es un disuasorio y que el servicio sólo se vuelve atractivo para quienes acceden a él fácilmente. Por lo tanto, consideraremos que se trata de etapas con origen peatonal en el entorno de la estación residencial. Esta cantidad de etapas se verá afectada entonces por la mayor velocidad del servicio y la mejora de confort, ambos cambios en el propio servicio ferroviario.

Para obtener las “etapas viejas” se procedió de la misma forma que para obtener VBHP, obteniendo un día hábil tipo, y considerando que el 70% de los viajes se realizan en hora pico.

La diferencia entre VBHP y las etapas viejas corresponderá a las “etapas nuevas”, correspondiendo a viajes reasignados desde el servicio Once-Moreno y desde el colectivo, de forma que:

$$\text{VBHP (etapas largas durante hora pico)} = \text{etapas nuevas} + \text{etapas viejas}$$

Para las etapas nuevas se asumirán cadenas de viaje “previas al proyecto”. De estas cadenas resultarán ahorros en tarifa de colectivo hasta la estación, ahorro por eliminación de trasbordo, y ahorro de tarifa de este colectivo hasta la estación. En la siguiente sección se explican estos escenarios, de la mano del cálculo en los ahorros de tiempo.

Luego de haber presentado estos supuestos metodológicos, vale volver sobre la importancia de los resultados de la modelación directa. Los supuestos, lejos de indicar una limitación de la modelación, la potencian, ya que:

- 1) Sin resultado bruto, no es posible siquiera comenzar a razonar una cuantificación de los beneficios.
- 2) Los ajustes son necesarios porque se pasa de lo general (el modelo) a un caso concreto. El caso concreto comparte con el modelo general la mayoría de sus características, pero allí donde el analista puede identificar fehacientemente una distancia entre el perfil territorial general modelado y el corredor en particular, no sólo es razonable, sino más bien perentorio aplicar una corrección.
- 3) Los ajustes y ponderaciones aplicados **en todos los casos** tienden a un escenario conservador, es decir, a ajustar la estimación hacia abajo.

En definitiva, en esta parte del estudio, el trabajo se asimila al de calibración de los modelos de cuatro etapas.

5.4 Cálculo del ahorro de tiempo

Etapas largas durante hora pico= Etapas nuevas + etapas viejas

Para las etapas nuevas, se trabajó sobre la base de dos grupos:

- 1) Un primer grupo, correspondiente a las estaciones que captarán viajes largos hasta ahora realizados accediendo a estaciones de la línea Once-Moreno. Para las estaciones Marinos, Libertad y Merlo Gómez los Minutos ahorrados resultan de

$$= (\text{ahorro}_{\text{tren}}) * \text{etapas viejas} + (\text{ahorro}_{\text{tren}} + \text{ahorro}_{\text{colectivo}}) * (0.6 * \text{etapas nuevas}) + (\text{ahorro}_{\text{tren}} - T) * (0.4 * \text{etapas nuevas})$$

Donde

a) se considera que el 60% de las etapas nuevas ahorran el tiempo en el servicio ferroviario, y ahorran el viaje de trasbordo para alcanzar la estación, es decir ahora en vez de dirigirse a una estación de la línea Once-Moreno, ahora se dirigen directamente, a pie o en bicicleta, a alguna de la línea a Marinos.

b) se considera que el 40% de las etapas siguen tomando un colectivo para acceder a una estación, pero ahora acceden al servicio ferroviario en la línea a Marinos, por lo que no ahorran el colectivo de trasbordo, pero sí ahorran el tiempo en el servicio ferroviario.

El siguiente esquema resume el criterio espacial. Los radios de los círculos son aproximados y reflejan el concepto de mayor o menos proximidad subyacente en los criterios.

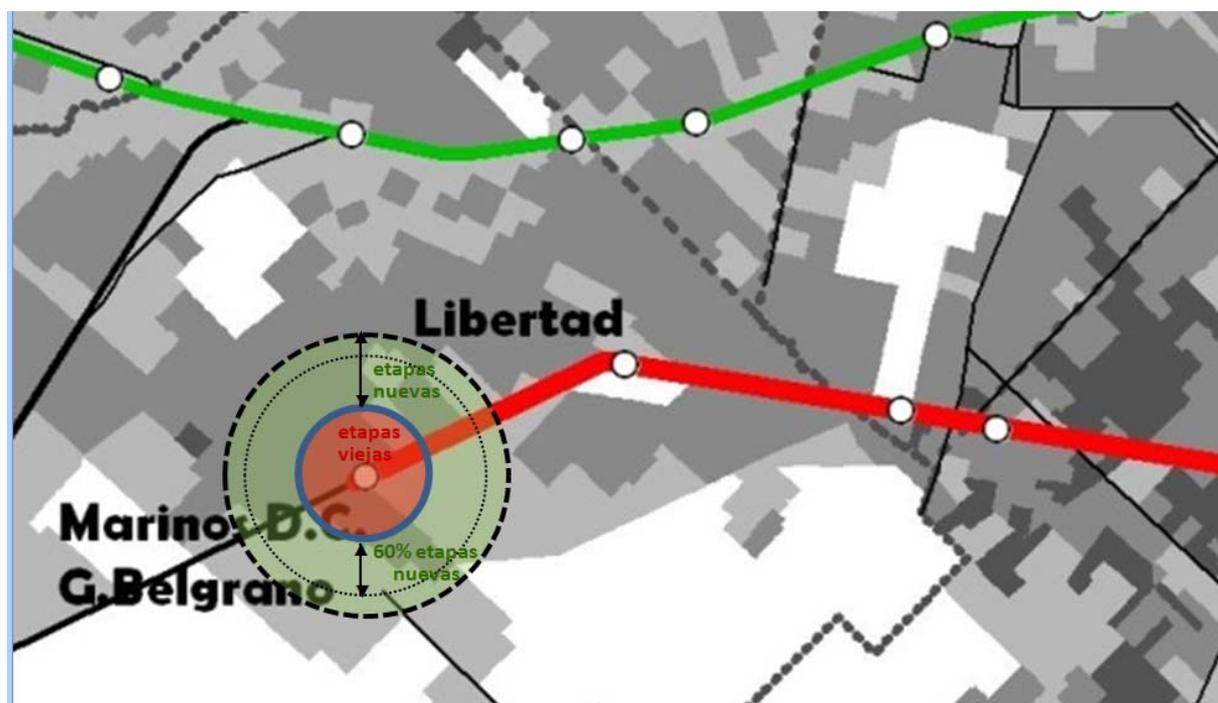


Fig. 13: esquema conceptual del un escenario de cadenas de viaje. Todas las etapas nuevas son viajes que hasta el proyecto trasbordan hacia la línea Once-Moreno. Con el proyecto, 60% de ellas accede por medio no motorizado al servicio mejorado.

Para la estación Rafael Castillo:

Se considera que la mitad de su área de influencia corresponde a la situación recién descrita para tres estaciones. La otra mitad de su área de influencia puede atribuirse a un mercado donde los viajes nuevos que capta el proyecto, se realizan enteramente por colectivo. Esta segunda situación se describe para las siguientes cuatro estaciones.

- 2) Un segundo grupo de estaciones. Para las estaciones Isidoro Casanova, Justo Villegas, José Ingenieros, Mandeville y Aldo Bonzi:

En estos casos, el ahorro de tiempo se mide enteramente respecto a un viaje hacia el macrocentro realizado netamente en colectivo por la grilla de avenidas y calles. Para Las estaciones Isidoro Casanova y Justo Villegas se asumieron escenarios de 60-40% para los pasajeros nuevos, al igual que para el primer grupo de estaciones. Para las restantes, con una zona de influencia pequeña, se asumió que todos los pasajeros nuevos acceden a pie.

Para este segundo grupo de estaciones, en la que se generan trasbordos nuevos, se consideró que el tiempo insumido por el trasbordo es de 5 minutos. Se consideró que su incidencia en la sumatoria de tiempos equivale a 2.5 veces el tiempo real, de acuerdo a lo consignado en BID 2013. Esto incide principalmente

Para ambos grupos se consideraron los cambios tarifarios. Se tomaron las tarifas de colectivos vigente hacia 2000, en términos reales. Se tomó el 50% de las tarifas vigentes en 2000 para el servicio ferroviario.

La mejora de confort se calculó para la etapa ferroviaria, pero también para las etapas en colectivo.

AGRADECIMIENTOS:

A la Fundación Museo Ferroviario por permitirnos consultar repetidamente los itinerarios de los servicios metropolitanos, 1995-2001. Al Dr. Daniel Lema por dirigir esta tesis .

BIBLIOGRAFÍA:

- Agosta, R., Martínez, J. (2007). Urban railway concessions in Buenos Aires: lessons learned for the different stakeholders. WCTR XI World Congress on Transport Research Society. Berkeley, CA, May 2007.
- Ardila Gómez, A. (2005). Cinco cuestionamientos y una recomendación a los autores del artículo “una evaluación económica del sistema Transmilenio”. *Revista de Ingeniería de la Universidad de los Andes* 22, 151-162.
- Argentina. Ministerio de Economía. Secretaría de Transporte. Comisión Nacional de Regulación del Transporte (CNRT). Estadísticas mensuales de las concesiones metropolitanas de Ferrocarril 1994-2001. Disponible anteriormente en www.cnrt.gov.ar
- Argentina (2008): Secretaría de Transporte. INTRUPUBA. Resultados definitivos.
- Argentina (2015). Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Autopistas Urbanas S.A.. Faggiani et al, presentación sobre pasos a desnivel. Sin referencias.
- Boiteux, M. (1994). Transport: pour un meilleur choix des investissements. Commissariat General du Plan Transport 2010. La Documentation Française. París.
- Button, K. (1993). Transport economics. 2da Ed. Aldershot: Edward Elgar.
- Calmet, D., Capurro, J. (2011). El tiempo es dinero. Cálculo del valor del tiempo social en Lima metropolitana para usuarios de transporte público. *Estudios Económicos* 20, 73-86.

- Cervero, R. (2006). Alternative approaches to modeling the travel-demand impacts of smart growth. *Journal of the American Planning Association* 72 (3), 285-295.
- Cervero, R., Castellanos, C., Sarosa, W., Rich, K. (1995). Rail access modes and catchment areas for the BART system. En “BART @ 20” Study, Working Paper 307. Transportation Center, University of California, Berkeley.
- Cervero, R. (2011). Beyond travel time savings. The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. Washington D.C.
- de Grange, L. (2010). El gran impacto del Metro. *EURE* 36 (107), 125-131.
- Duduta, N. (2013). Direct ridership model of Mexico City’s bus rapid transit and metro systems. *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board* 2394, 93-99.
- Echeverry, J., Ibáñez, A., Moya, A. (2005). Una evaluación económica del sistema Transmilenio. *Revista de Ingeniería de la Universidad de los Andes* 21, 151-162.
- Felder, R. (2001). La privatización y regulación de los ferrocarriles en la Argentina. *Gestión y Política Pública* X (1), 145-182.
- Ferreira da Luz, L. (2010). Avaliação da modernização da CPTM. Universidad de San Pablo. Tese de Doutorado.
- Gupta, S. (2006). Understanding transit travel behavior: the value added by smart cards. MSc thesis in Transportation. MIT. Disponible on line.
- Gutiérrez, A. (1998). Crónica de una renegociación anunciada. La historia no oficial de la concesión de los servicios ferroviarios suburbanos de pasajeros. *Realidad Económica* 157, 92-119.
- Gutiérrez, J., Cardozo, O., García-Palomares, J. (2011). Transit ridership forecasting at station level: an approach based on distance-decay weighted regression. *Transport Geography* 19, 1081–1092.
- Guerra, E., Cervero, R., Tischler, D. (2012). The half mile circle: does it best represent transit station catchments? *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board* 2276, 101–109.
- Hidalgo, D. (2005). Comparación de alternativas de transporte público masivo – una aproximación conceptual. *Revista de Ingeniería de la Universidad de los Andes* 21, 94–105.
- Jain, J., Lyons, G. (2008). The gift of travel time. *Transport Geography* 16, 81-89.
- Jara-Díaz, S.R. (2000). Allocation and valuation of travel-time savings. In: Hensher, D., Button, K.J. (Eds.), *Handbook of transport modeling*. Elsevier Science Ltd., Oxford, Pergamon, pp. 303–319.

- Kippes, G. (1999). Concesiones del ferrocarril de pasajeros y el subterráneo. En Artana, D.; Navajas, F., Ubiztondo, S., (directores), La regulación de la competencia y de los servicios públicos. FIEL.
- Kippes, G. (2014). La economía del transporte por ferrocarriles. En Jornadas de Economía del Transporte. Instituto Argentino del Transporte. Buenos Aires.
- Kroes, E., Kouwenhoven, M., Debrincat, L., Pauget, N. (2013). On the value of crowding in public transport for the Île-de-France. Discussion Paper No. 2013-18. International Transport Forum at the OECD.
- Kuby, M., Barranda, A., Upchurch, C. (2004). Factors influencing light-rail station boardings in the United States. *Transportation Research Part A* 38, 223–247.
- Lane, C., Di Carantonio, M., Usvyat, L. (2006). Sketch models to forecast commuter and light rail ridership: Update to TCRP report 16. *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board* 1986, 198–210.
- Lascano, M., Durango Cohen, P. (2009). Análisis de la utilización de los ferrocarriles metropolitanos de Buenos Aires con datos de la INTRUPUBA. Actas del XV Congreso Latinoamericano de Transporte Público.
- Lascano, M., Durango Cohen, P. (2012). The transportation systems of Buenos Aires, Chicago and Sao Paulo. City centers, infrastructure and policy analysis. *Transportation Research Part A* 42, 100-119.
- Lascano, M. en preparación. Demand response to a low-cost investment scheme in Buenos Aires' metropolitan railways.
- Lleras, G. (2003). Bus rapid transit: Impacts on travel behaviour in Bogotá. Tesis de Maestría, Massachusetts Institute of Technology. Disponible on-line.
- Liu, C., Erdogan, S., Ma, T., Ducca, F. (2014). How to increase rail ridership in Maryland? Direct ridership models (DRM) for policy guidance. 93rd Annual Meeting of the Transportation Research Board. Washington DC.
- Lyons, G., Urry, J. (2005). Travel time use in the information age. *Transportation Research Part A* 39, 257–276
- Martínez, J. (1999): Infraestructura y servicios ferroviarios de pasajeros, en Plan Urbano Ambiental, tomo IV, Estudios de transporte y circulación urbana. Primera etapa. Informe final. GCBA. Buenos Aires.
- Martínez, J. (2007). El ciclo de las reformas traumáticas: 1976-2006, en Nueva historia de los ferrocarriles en la Argentina, M.J. López y Jorge Waddell eds. Lumière. Buenos Aires.

- Morandé, F., Doña, J. (2007). *Transantiago: el remedio que está matando al paciente*. Trabajos de investigación en políticas públicas. Universidad de Chile. Santiago.
- Müller, A. (2013). *El transporte en la región metropolitana de Buenos Aires, ¿hacia el colapso?* Documento de Trabajo CESP 24. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Buenos Aires.
- Orduna, M. (2001). *Red de Expreso Regional*. FADU. UBA. Buenos Aires.
- Ozslak, O., Felder, R., Forcinito, K. (2000). *La capacidad regulatoria del Estado en la Argentina*. Documento del Área de Investigación de Privatización y Regulación de Servicios Públicos. FCE. Universidad de Buenos Aires.
- Páez, A., Whalen, K. (2010). *Enjoyment of commute: a comparison of different transportation modes*. *Transportation Research Part A* 40, 537–549.
- Penalosa, E. (2005). *Comentarios al artículo “una evaluación económica del sistema Transmilenio”*. *Revista de Ingeniería de la Universidad de los Andes* 21, 151-162.
- Puparelli, S. (2001). *Estudio redes para la circulación no motorizada en comunas del AMBA*. Informe final. Documento del Banco Mundial.
- Quinet, E. (2000). *Evaluation methodologies of transportation projects in France*. *Transport Policy* 7, 24-34.
- Raspall Galli, D. (2004). *Control, incentives and penalties in the transit contracting process*. M. Sc. Thesis, Department of Civil and Environmental Engineering, MIT.
- Rebelo, J. (2006). *The Buenos Aires suburban railways and subway concessions: lessons learned*. Actas del XII Congreso de la CODATU.
- Small, K., Verhoef, E. (2007). *The economics of urban transportation*. Abingdon: Routledge.
- TCRP, (1996). *Estados Unidos. National Research Council. Transit Cooperative Research Program. Transit and urban form*. TCRP Report 16. Volume I. Washington DC. Transport Research Board.
- TCRP, (2004). *Report 95: Traveler Response to Transportation System Changes, Chapter 9: Transit Scheduling and Frequency*. Transportation Cooperative Research Program, Report 95, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C. Lead author: Evans, J.
- Thomson, J. (1974). *Teoría económica del transporte*. Alianza editorial. Madrid.
- Thomson, J. (1977). *Great cities and their traffic*. Victor Gollancz. Londres.

- Torrado, S. (1994): Estructura social de la Argentina: 1945-1983, Ediciones de la Flor, (segunda ed.), Buenos Aires.
- Universidad Nacional de San Martín Foro (2013). Una estrategia para la rehabilitación de los ferrocarriles metropolitanos de Buenos Aires. Edición Digital. Instituto de Transporte Universidad Nacional de San Martín. Disponible on-line.
- Transport Research Limited (2004). The demand for public transport: a practical guide. TRL Report 593. London.
- Usvyat, L., Meckel, L., Dicarlantonio, M., Lane, C. (2009). Sketch model to forecast heavy rail ridership. 88th annual meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C.
- Vecslir, L, Ciccolella, P. (2011). Relocalización de las actividades terciarias y cambios en la centralidad en la Región Metropolitana de Buenos Aires. *Norte Grande* 49, 63-78.
- Vidal Koppmann, S. (2002). Transformaciones socio-espaciales en el área metropolitana de Buenos Aires: barrios exclusivos y pueblos privados. *Contribuciones Científicas GÆA* 14, 425-434.
- Voith, R. (1991). The long run elasticity of commuter rail demand. *Journal of Urban Economics* 30, 360-372.
- Voith, R. (1997). Fare levels, service levels and demographics: what determines commuter rail ridership in the long run? *Journal of Urban Economics* 41, 176-197.
- World Bank, (2007). São Paulo: inputs for a competitive City Strategy, Report no. 37324-BR.
- Zarattini, C. (2004). Circular (ou não) em São Paulo. *Revista dos Transportes Públicos da ANTP* 101, 47-63.
- Zhao, J. (2004). The planning and analysis of automated data collection systems: rail transit OD matrix inference and path choice modeling examples. M.C.P. thesis MIT. Available on-line <http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/28752>

AD MAJOREM DEI GLORIAM

Anica, ti si uvijek bila moja najljepša čuvarica