



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERÍA

**PRUEBA CONTROLADA
ALEATORIZADA SOBRE
RESPUESTA DE USUARIOS ANTE
ABONOS DEL TRANSPORTE PÚBLICO**

OWEN MARTIN BULL HEREÑU

Tesis para optar al grado de
Magíster en Ciencias de la Ingeniería

Profesores Supervisores:
JUAN CARLOS MUÑOZ A.
HUGO SILVA M.

Santiago de Chile, Agosto, 2018

© 2018, Owen Bull H.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERÍA

**PRUEBA CONTROLADA
ALEATORIZADA SOBRE
RESPUESTA DE USUARIOS ANTE
ABONOS DEL TRANSPORTE PÚBLICO**

OWEN MARTIN BULL HEREÑU

Tesis presentada a la Comisión integrada por los profesores:

JUAN CARLOS MUÑOZ A.

HUGO SILVA M.

PATRICIA GALILEA A.

KENZO ASAHI

IGNACIO LIRA C.

Para completar las exigencias del grado de
Magíster en Ciencias de la Ingeniería

Santiago de Chile, Agosto, 2018

*A la memoria de mi padre,
Alberto Bull,
el ingeniero;
y por ende a su Creador,
Sustentador
y Señor.*

AGRADECIMIENTOS

¡Den gracias al Señor, porque él es bueno! *Su fiel amor perdura para siempre.*
[Sal 136:1]

Después de tres años de tesis, uno concluye que este proceso siempre se trató de madurar. Una idea de investigación, el criterio profesional, la priorización de actividades, los vínculos asimétricos y aquellos más bien horizontales. ¿Cuál de estos procesos se hace en soledad? Recibir cosas de manera gratuita muchas veces nos descoloca, pero no puedo sino reconocer que es precisamente el color que ha permeado el lienzo que ahora corto. Por eso, es mi bien exclamar ¡gracias!

JuanCa: gracias por la idea y los fondos. Hugo: gracias por enfocarme antes de presentar en el CChIT. Y bueno, a ambos gracias por la confianza, la atención, la instrucción, la paciencia, la alegría, la creatividad, la disposición al diálogo. Gracias porque su ejemplo de madurez es una inspiración vívida que espero seguir imitando. Será una forma de continuar adelante sin dejarlos en mi baúl de anécdotas.

En la misma línea, mis agradecimientos van con muchos profesionales que desinteresadamente prestaron atención y compartieron su perspectiva: En primer lugar, a Pablo Guarda. Sin ti no habríamos llegado a la prueba controlada aleatorizada, y todo el comienzo habría sido solo caos autocomplaciente. A Patricia Galilea, expresión de cariño y profesionalismo al servicio de las personas y el conocimiento. A Kenzo Asahi, erudito en el arte de encausar humanamente la investigación que se le presente. A Tomás Rau, Francisco Gallego y Diego Escobar, economistas de renombre con paciencia aún mayor. A Marco Batarce, por recibirnos con Pablo y donarnos su punto de vista. A Juan de Dios Ortúzar y Paula Iglesias, por atender al diseño del diario de viajes. A Luis Rizzi, por insistir en que desistiéramos de buscar una disposición al pago. A Sebastián Raveau, que me llevó a aprehender una mejor explicación de la metodología. A Juan Carlos Herrera, que en un acto de desprendimiento compartió su PC indefinidamente.

Que llegáramos a tener una planilla de cálculo con datos conllevó un séquito de inversiones personales. Gracias a cada contacto que nos abrió las puertas hacia los trabajadores que participaron. Gracias a los que me confiaron sus cuentas CMR para poder operar. Gracias a Joaquín Oliva por su entrega hasta el último diario de viajes. Gracias a Daniela Núñez por hacer de los 1 y 0 un problema para los *webmaster* de las tarjetas bip! online. ¡Gracias totales a cada participante que se sumó a nosotros!

A nivel institucional, me siento en deuda con cada empresa y agrupación que se sumó a la toma de datos. Así también con CMR que nos asistió oportunamente con la tecnología necesaria para llevar a cabo el experimento. Con mi alma mater creo que no me podré pelear nunca. Y al departamento de transporte: son un milagro. Su cultura saca lo mejor de nosotros y lo potencia. Su presencia llegó hasta los momentos más difíciles de mi estadía académica. Además, Kathy, Juve y Marina, un privilegio para mi reír con ustedes.

El diario vivir del “ala norte” no tiene nombre. Incontables son las conversaciones provechosas. Y entre los gestos de amor agradezco a Mariana el computador, a Seba la pantalla, a Hernán su compañía al medir, a Pipe las explicaciones, a Nico por revisar la encuesta, a Aris por arreglar el mundo conmigo, a Jaime por compartir el gusto por Westworld, a Willy por el matri, a Tiz y Andre por llevarme a todas partes, a Tyger por las risas, y hasta a la Eli por los videos. A todos los demás representados en estos valientes. Solo podemos decir ¡qué pasillo!

El Grupo Bíblico Universitario se lleva mi corazón. Desde Gustavo Sobarzo hacia arriba, gracias a todos los que componen este movimiento. Gracias a las DENes con las que trabajé dentro de mi tesis: Naty, Lily, Rubén, Pame, Gonza y Jona. Vidas inspiradoras, esfuerzos compartidamente retroalimentadores. ¡A mi núcleo! A Tuto y Kari, Marco Méndez y cada uno: Obrigado! Gracias también a mi comunidad de fe local, mi iglesia, que con sus oraciones y palabras de afirmación cimentaron cada paso.

Finalmente, gracias infinitas a mi madre, mis hermanos y sus familias respectivas, que significaron un apoyo continuo. Gracias a toda mi familia por estar ahí, sin importar los resultados, comprendiendo las ausencias y celebrando las presencias. Espero contar con una vida y el coraje para entregarme también a ustedes.

A cada amigo, a cada compañero, a cada testigo: no sabes lo glorioso de nuestro intercambio.

Después de esto oí en el cielo un tremendo bullicio, como el de una inmensa multitud que exclamaba: «¡Aleluya! La salvación, la gloria y el poder son de nuestro Dios [Ap 19:1]

No a nosotros, Señor, no a nosotros, sino a tu nombre da gloria; por tu misericordia, por tu fidelidad. [Sal 115:1]

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS		ii
ÍNDICE DE TABLAS		vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....		viii
RESUMEN.....		ix
ABSTRACT.....		x
1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Objetivos y metodología utilizada	4
1.2	Contenido	5
2	MARCO TEÓRICO.....	6
2.1	Definición, beneficios y críticas a los abonos de transporte público	6
2.2	Impacto en la movilidad por la implementación de abonos.....	12
2.3	Gratuidad en transporte público	16
2.3.1.	Experiencias colectivas de transporte público gratuito.....	18
2.3.2.	Estudios de transporte público gratuito sobre individuos	26
2.4	Prueba controlada aleatorizada	29
3	DISEÑO EXPERIMENTAL Y OBTENCIÓN DE DATOS.....	34
3.1	Selección y obtención de la muestra	34
3.2	Recolección de datos.....	40
3.3	Selección de grupos de tratamiento y control	46
4	DATOS DISPONIBLES.....	50
4.1	Descripción de la muestra disponible	50
4.2	Información de los diarios de viajes	52
4.3	Validación del uso de la tarjeta bip!.....	53

5	RESULTADOS.....	57
5.1	Regresiones lineales estimadas	57
5.2	Efecto del pase dentro de la muestra.....	59
5.3	Heterogeneidad del efecto con respecto a uso de transporte público.....	61
5.4	Heterogeneidad del efecto con respecto a distancia del hogar a red de metro.....	65
5.5	Heterogeneidad del efecto con respecto a nivel de ingreso	67
5.6	Heterogeneidad del efecto con respecto a motorización.....	75
5.7	Efecto sobre otros modos de transporte	77
5.8	Discusión de los resultados	79
6	CONCLUSIONES	82
	BIBLIOGRAFÍA	86
	ANEXOS	91
	Anexo A: Encuesta de caracterización impresa.....	92
	Anexo B: Diario de viajes impreso y hojas adicionales.....	95
	Anexo C: Test de balance de variables consideradas	99
	Anexo D: Resultados completos de regresiones	104
	Anexo E: Resultados de regresiones principales excluyendo parte de la muestra.....	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Resumen investigaciones sobre transporte público gratuito.....	25
Tabla 3-1. Porcentaje de viajes por propósito sin considerar retornos al hogar según EOD Santiago 2012.	35
Tabla 3-2. Porcentaje de fuerza laboral en Región Metropolitana según rama de actividad económica y su inclusión en el estudio.	37
Tabla 3-3. Fechas de inicio de las semanas de toma de datos y de gratuidad.....	45
Tabla 4-1. Tamaño de la muestra inicial y deserciones	51
Tabla 4-2. Descripción y balance de la muestra de los grupos de tratamiento y control.	52
Tabla 4-3. Promedio y desviación estándar de la diferencia individual entre el número de viajes validados con tarjeta bip! y diario de viajes.	54
Tabla 5-1. Resultado del efecto sin interacciones.....	60
Tabla 5-2. Resultado del efecto considerando interacción con viajes en transporte público en tres grupos.	62
Tabla 5-3. Resultado del efecto considerando interacción con viajes en transporte público.....	63
Tabla 5-4. Resultado de regresiones para número de viajes totales y sin transporte público considerando interacción con diferentes niveles de uso de transporte público...64	64
Tabla 5-5. Resultado del efecto considerando interacción con distancia a red de metro desde el hogar.....	66
Tabla 5-6. Resultado del efecto considerando interacción con niveles de ingreso monetario familiar.	68
Tabla 5-7. Resultado del efecto considerando interacción con niveles de ingreso monetario familiar per cápita.	69
Tabla 5-8. Resultado de regresiones para número de viajes totales y sin transporte público considerando interacción con diferentes niveles de ingreso monetario familiar	73
Tabla 5-9. Número de viajes en transporte público y totales promedio en línea base para diferentes cortes de ingreso.....	75

Tabla 5-10. Resultado del efecto considerando interacción con motorización.....	76
Tabla 5-11. Resultado de regresiones para número de viajes totales y sin transporte público considerando interacción con disponibilidad declarada de automóvil.....	77
Tabla 5-12. Resultado de regresiones para número de viajes en diferentes modos	78
Tabla 5-13. Resultados con 5% de significancia con muestra completa, muestra reducida y Bootstrap	81
Tabla C-1. Balance de la muestra de los grupos de tratamiento y control.	99
Tabla D-1. Resultado del efecto considerando interacción con distancia a red de metro desde el hogar.	104
Tabla D-2. Resultado del efecto considerando interacción con niveles de ingreso monetario familiar.	107
Tabla D-3. Resultado del efecto considerando interacción con niveles de ingreso monetario familiar per cápita.	110
Tabla D-4. Resultado de regresiones para número de viajes totales y fuera del transporte público considerando interacción con niveles de ingreso monetario familiar	113
Tabla E-1. Resultado del efecto considerando interacción con viajes en transporte público con muestra reducida.	115
Tabla E-2. Resultado del efecto considerando interacción con distancia a red de metro desde el hogar con muestra reducida.	116
Tabla E-3. Resultado del efecto considerando interacción con niveles de ingreso monetario familiar con muestra reducida.....	117
Tabla E-4. Resultado del efecto considerando interacción con niveles de ingreso monetario familiar per cápita con muestra reducida.	120
Tabla E-5. Resultado del efecto considerando interacción con motorización con muestra reducida.	122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. América Latina y el Caribe: población urbana por tipo de ciudad en porcentajes, 1950-2030. Fuente: Montero y García, 2017.....	1
Figura 3-1. Ubicación geográfica de las fuentes laborales incluidas en la muestra.....	39
Figura 3-2. Semanas consideradas en toma de datos.....	41
Figura 5-1. Valor de los coeficientes de β para los cortes de ingreso monetario familiar $> X$ durante las semanas 2 y 3 vs. valores de los cortes X en miles de pesos mensuales ...	70
Figura 5-2. Valor de los coeficientes de β para los cortes de ingreso monetario familiar per cápita $> X$ durante las semanas 2 y 3 vs. valores de los cortes X en miles de pesos mensuales	71

RESUMEN

La presente tesis busca cuantificar cambios en patrones de viaje debido a la posesión de un abono de transporte público por dos semanas. En segunda instancia se estudia las diferencias de este impacto a lo largo de la muestra considerando entre las personas sus distintas intensidades de uso de transporte público previo a la intervención, la distancia desde sus hogares a la red de metro, su nivel de ingreso y de motorización.

Para abordar los objetivos se recurrió a una prueba controlada aleatorizada. El grupo de cerca de 150 trabajadores de Santiago que compuso la muestra, fue dividido aleatoriamente entre un grupo de tratamiento y uno de control. Mientras que a todos se les pidió información de sus viajes durante tres semanas, solo al primer grupo se le facilitó una tarjeta bip! para que utilizaran gratis Transantiago por las últimas dos. De esta manera, las diferencias en los totales de viajes semanales entre un grupo y otro se estimaron mediante regresiones lineales robustas a heteroscedasticidad interpretándose como efectos causados por la posesión de la tarjeta.

Quienes aumentaron de manera estadísticamente significativa sus viajes son los usuarios más frecuentes de transporte público (por sobre cinco, siete o nueve viajes semanales antes de recibir un pase), los usuarios con mayores recursos (ingresos monetarios familiares por sobre \$1.300.000) y quienes reconocen tener un automóvil disponible. Se estima que entre los nuevos viajes a corto plazo se encuentran algunos que de todas maneras no se habrían hecho en otros modos en ausencia de la tarjeta (fenómeno de generación) y que hay viajes no motorizados que se vieron incentivados.

Mayores tamaños de muestra y de tiempos de experimentación podrían especificar mejor el impacto en la movilidad que estos instrumentos tendrían sobre la población, considerando también otros grupos sociales.

ABSTRACT

An experiment was conducted to quantify the changes in mobility patterns brought about by the provision of a free travel pass for an urban public transport system (buses and Metro). The participants were workers chosen from a cross-section of employers in Santiago, Chile. Comprising a sample of about 150 persons, they were randomly assigned to a treatment group and a control group. Whereas all participants provided personal information and kept records of every trip they took during the three-week experiment, the treatment group alone was furnished with a free system fare pass for the latter two weeks of the period. Using linear regression models together with the trip records data, the estimated differences in total trips between the two groups as a whole were interpreted as the impacts of possessing the pass. Also estimated were the differences in the effect of the pass as a function of treatment group members' previous public transport use intensity, the proximity of a Metro station, household income and private car availability. The regression results showed that the participants who registered statistically significant increases in public transport trips were those who already made frequent use of the system (recording more than 5, 7 or 9 trips weekly before the experiment), were in relatively high income groups (household incomes greater than 1,300,000 million Chilean pesos per month) or had access to a private car. At least some of the increase was likely attributable to the generation of new trips as opposed to the substitution of trips that would otherwise simply have been made by a different transport mode. Larger sample sizes, longer experimental periods and the inclusion of participants from other social groups would no doubt yield a more accurate and more detailed determination of the impacts of a season pass on the population's mobility behaviour.

1 INTRODUCCIÓN

Los países de Latinoamérica y el Caribe han presentado una tendencia a la metropolización de su población urbana en las últimas décadas. Esto es definido como “una marcada tendencia de concentración de la población en grandes ciudades con más de 1 millón de habitantes” (Montero y García, 2017, p. 15). Como se observa en la figura 1-1, la proporción de población urbana asentada en ciudades de más de un millón de habitantes ha subido desde un 25% en 1950 a un 40% hoy en día.

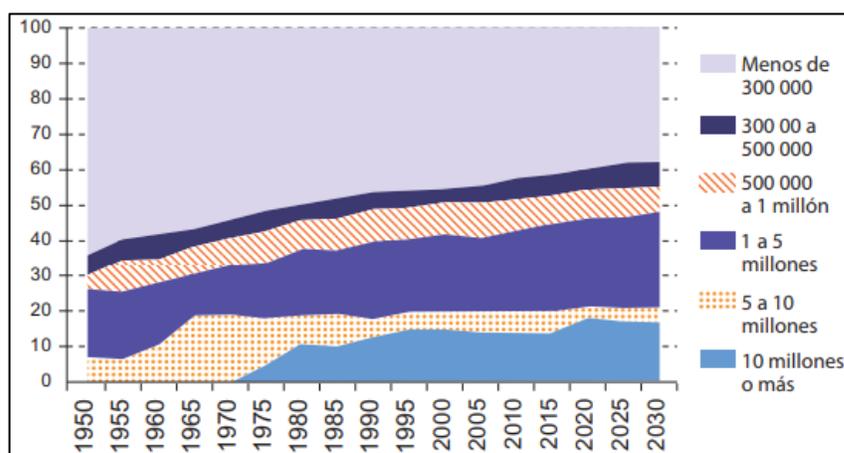


Figura 1-1. América Latina y el Caribe: población urbana por tipo de ciudad en porcentajes, 1950-2030. Fuente: Montero y García, 2017.

Tal crecimiento sostenido de los núcleos urbanos exige un aumento en la demanda por viajes dentro de ellos. En la medida que esto ocurre, aumentan también las externalidades negativas asociadas a los modos de transporte usados para estos viajes. Dentro de éstas, es posible mencionar las emisiones de gases, generación de ruido y accidentes. Dentro de estos costos sociales, es necesario añadir consideraciones propias de la dimensión espacial. Al ser el desplazamiento un fenómeno físico, siempre existe una capacidad asociada a cada modo disponible, entendida como el número de personas o vehículos que pueden llegar a ser servidos en cada instante dentro de algún tramo a

considerar. Adicionalmente, a medida que la capacidad de algunos componentes del sistema de transporte comienza a ser alcanzada por la demanda, se genera el fenómeno de la congestión. Esto implica que las decisiones de algunos usuarios respecto de cómo, dónde y a qué hora viajar, afecta a otros usuarios del sistema. Lo anterior se puede manifestar tanto en el confort de quienes viajan en vehículos más saturados, como también el incremento del tiempo de viaje de cada persona afectada, tanto por mayores tiempos de espera como de circulación. Ésta es probablemente la externalidad negativa de mayor impacto social.

Ante estas circunstancias es esperable que el Estado actúe privilegiando e incentivando el uso de modos de transporte más eficientes en el uso de los recursos como el espacio público, insumos contaminantes, etc. Recientes estimaciones de Rizzi y De La Maza (2017) apuntan a que en Santiago de Chile, los costos marginales externos por pasajero-kilómetro en hora punta ascienden a US\$0,41 para vehículo bencinero y US\$0,04 para bus. Haciendo eco de esta dispar realidad, la Comisión Asesora Presidencial Promovilidad Urbana (2014) reconoce la importancia de la “promoción del uso de modos no motorizados de transporte”, y también del “privilegio al transporte público masivo”.

Al argumento a favor de privilegiar al transporte público por la reducción de externalidades, es posible añadir una componente social adicional. Como Mohring (1972) expuso, debido a economías de escala propias del caso, una consecuencia del aumento de la demanda de transporte masivo cuando va aparejada de un aumento socialmente óptimo de frecuencias y servicios ofrecidos, es que los costos medios percibidos por cada usuario caen. Esto se debe a la reducción de los tiempos de espera y de acceso de los pasajeros. De esta manera, mientras más usuarios de transporte público haya, mejor puede ser el servicio para todos ellos si la inversión en la oferta de transporte se ajusta correctamente. Por otro lado, si las personas que optan por este modo disminuyeran, se alcanza el efecto contrario.

Una forma de atraer usuarios o retener los ya existentes es aumentando la calidad del servicio mediante mejoras a la infraestructura, la operación, los vehículos, entregando facilidades de intermodalidad, etc. Aunque los efectos visibles de cada una de estas alternativas sean diferentes, en la práctica corresponden a una reducción de los costos asociados al viaje de cada individuo. En esta misma línea, una forma alternativa de reducir los costos percibidos corresponde a la reducción de la tarifa. Contraargumentos a esta idea indican una baja elasticidad cruzada entre el costo de la tarifa y el uso de modos motorizados privados, el alto costo alternativo de los fondos públicos y descubrimientos empíricos sobre el aumento de la ineficiencia en el uso de los recursos de incrementarse el subsidio al sistema (Basso y Silva, 2014). Si bien son elementos a considerar, no se niegan los efectos positivos e incluso progresivos que puede tener este tipo de reducción de costos al usuario, que por lo demás conlleva un menor nivel de intervención del espacio público. En este sentido, se ha propuesto incluso rebajarla a un valor cero para Santiago (Cerdeira y Muñoz, 2016), así como ya se hace en la capital de Estonia, Tallin, para los ciudadanos residentes. Una estrategia alternativa y que persigue fines similares corresponde a la venta de abonos mensuales o semanales, que permite al portador el mismo acceso ilimitado a una red de transporte público por un período definido. La diferencia se centra en que este medio de pago puede ser vendido a diferentes precios o entregado de manera focalizada en la población.

Es de esperar que quienes presenten un gasto mayor en transporte público al precio por el cual puedan acceder a uno de estos pases, lo compren, obteniendo un ahorro individual. Esto fidelizaría a actuales usuarios. Sin embargo, también es posible esperar que gente que no incurre en ningún uso del sistema considere empezar a hacerlo. Esto último, porque para una persona, cada viaje potencialmente realizable en transporte masivo podría tener un beneficio inferior a la tarifa individual, pero la suma de todos ellos ser superior al costo del pase mensual. El mismo argumento podría aplicarse a quienes actualmente son usuarios de este modo para una parte de sus viajes.

Por otro lado, los altos índices de evasión registrados en los buses de Transantiago, que van de 19,2% a 34,6% desde el 2012 a la fecha (Programa Nacional de Fiscalización, 2018), hacen considerar los pases como una alternativa de financiamiento que debiera reducir el grupo que deliberadamente no paga su pasaje. Esto se propone en el trabajo de Quiroz (2015) y ha sido públicamente considerado en su momento por el ministro de transporte y telecomunicaciones de Chile Andrés Gómez-Lobo (Fernández y Astudillo, 2016).

Ya sea por las razones antes expuestas, o por otro tipo de consideraciones como el aumento de la accesibilidad de usuarios cautivos de transporte público, es fundamental estimar el impacto que esta política tarifaria tendría en sus usuarios para poder evaluarla de mejor manera.

1.1 Objetivos y metodología utilizada

El objetivo fijado para esta investigación, por tanto, es conocer el cambio en la movilidad, entendida como patrón de viajes, de las personas que se ven expuestas a la posesión de un pase de transporte público en el corto plazo. Esto se estudia particularmente sobre cambios en la intensidad del uso de diferentes modos de transporte antes y después de recibir un abono. Además se investiga la relación de estos cambios en transporte público con cuatro dimensiones:

1. Intensidad de uso de transporte público previo a intervención
2. Distancia desde el hogar a la red de metro
3. Nivel de ingreso
4. Nivel de motorización

Se escogió por otro lado limitar la población de estudio y por ende las conclusiones solo al grupo de trabajadores de Santiago.

Se ha utilizado una prueba controlada aleatorizada donde más de 150 personas respondieron un diario de viajes por tres semanas. Aproximadamente la mitad de ellos recibió una tarjeta bip! con la que pudo viajar gratuitamente durante la segunda y tercera semana. La otra mitad correspondió a un grupo de control al que igualmente se siguió. De esta manera y por medio de regresiones lineales sobre los datos recolectados se abordaron los objetivos antes expuestos.

Con lo anterior es posible considerar las consecuencias en la movilidad de la posesión de un pase incluso para quienes en principio no estarían dispuestos a gastar en adquirir uno, como podría ocurrir con personas de bajos recursos o que no se ven atraídos en principio por este modo.

1.2 Contenido

El desarrollo del contenido continúa en el capítulo dos con el marco teórico. Dentro de éste se aportan consideraciones económicas a la inclusión de pases a la oferta tarifaria, resultados observados en experiencias de implementación de abonos y de transporte público gratuito, y una presentación de la metodología de pruebas controladas aleatorizadas a la que recurrimos junto a la justificación de su uso. Posteriormente se comparte en el tercer capítulo el diseño experimental en detalle junto a la obtención misma de los datos utilizados, y en el cuarto se presenta un resumen de los indicadores principales de la base de datos. Finalmente, en el quinto capítulo se exponen los resultados, y en el sexto las conclusiones además de futuras líneas de investigación.

2 MARCO TEÓRICO

Este capítulo aborda dos grandes temas. En primer lugar, se presentan diferentes trabajos que han estudiado la implementación de abonos, tanto desde el punto de vista del impacto en los viajes dentro de la ciudad como desde sus efectos económicos. Por otro lado, como el diseño experimental abordado en esta tesis consideró la entrega de pases gratuitos para el sistema integrado de transporte público, en este capítulo se abordan también algunos estudios respecto a los cambios en la movilidad por contar con tarifa cero en el acceso a este servicio, y una breve descripción de la herramienta llamada prueba controlada aleatorizada.

2.1 Definición, beneficios y críticas a los abonos de transporte público

Si bien los abonos de transporte público se ofrecen a diferentes precios dependiendo muchas veces de características personales del comprador, la definición general apunta a entregar acceso ilimitado de viajes dentro de un sistema de transporte público por un período determinado de tiempo (White, 1981). En la práctica, muchas veces estos sistemas se refieren a subconjuntos de la red de transporte público, por ejemplo incluyendo solo servicios de buses, o ciertas líneas del metro.

En su trabajo, White (1981) describe una lista de beneficios de este medio de pago, como ahorro de tiempo en detenciones por no necesitar cobrar a los usuarios durante la circulación, disminución del personal requerido abordo, integración de diferentes líneas de buses o modos de transporte, entre otros. Sin embargo, nuevas tecnologías o la implementación de autoridades metropolitanas de transporte han logrado abordar varios de esos aspectos. Luego, lo que continúa como el principal impacto distintivo de los abonos es la inducción de “viajes extras” en el sistema de transporte público. Estos viajes corresponden a aquellos que no se hubieran efectuado o se hubieran hecho a través de otros modos de transporte de no ser por el nulo costo tarifario que representan

para el usuario del pase. Cada uno de ellos conlleva un aumento de la utilidad en el pasajero. Por otro lado White también menciona que estos pases han abierto la posibilidad para que los empleadores inviertan en beneficios de transporte para sus empleados, ofreciendo estos pases a un precio menor que en el mercado regular.

Si este modo de pago penetrara efectivamente en la sociedad como una forma de acceso al transporte público, cambiaría los patrones de viaje de las personas, generando externalidades positivas o negativas que es necesario comprender para una buena evaluación de sus impactos. Si disminuyeran los viajes en auto durante hora punta, podría estimarse un efecto positivo en el bienestar social por reducción de congestión vial y contaminación, además de un aumento en la eficiencia del uso de los recursos como el combustible o el deterioro más pausado de los vehículos privados. Si, por otro lado, se empezara a usar el transporte público en vez de modos de transporte activo, como la caminata o la bicicleta, podría estimarse un efecto negativo en la salud de los nuevos usuarios. En cualquier caso, como indica Mohring (1972), el aumento de viajes en transporte público conlleva una externalidad positiva para todos los usuarios de este sistema, puesto que una mayor demanda justificaría más servicios y mayores frecuencias, que reducirían los tiempos de caminata y espera de quienes de antemano ya usaban este modo de transporte.

Doxsey (1984) desarrolla un argumento en contra de la conveniencia financiera para el operador de vender pases. Éste consiste en que dada una curva de demanda de viajes en transporte público diferente para cada persona, al ofrecerse un pase a un determinado precio, cada usuario se encuentra en una de las siguientes tres categorías: (a) El precio del pase es inferior al gasto actual del usuario, en cuyo caso comprará el abono reduciendo los ingresos del operador, (b) el precio del pase es superior al gasto actual más cualquier ganancia personal por nuevos viajes que podría hacer el usuario, en cuyo caso no se cambiará de modo de pago y (c) el precio del pase es mayor al gasto actual del usuario pero inferior al gasto actual más la ganancia por nuevos viajes que podría realizar, en cuyo caso compraría el pase y el operador aumentaría su recaudación.

Dado que para los casos (a) se observa una pérdida de recursos y para (b) no se producen cambios, el único tipo de usuario que podría reportar ganancias que compensen las pérdidas de (a) es el tipo (c). Sin embargo, dada la baja elasticidad-precio de la demanda por transporte público, este grupo debería ser más bien pequeño en comparación con los otros dos, concluyendo en una negativa rentabilidad total de los pases.

Doxsey llevó a cabo un estudio empírico por medio de encuestas a usuarios del sistema de transporte público en Atlanta. En marzo de 1979 se aumentó el valor del boleto individual y se introdujo un pase mensual por el costo de 40 viajes unitarios. Durante mayo se le consultó a 4.651 personas por su nivel de uso semanal del transporte público antes y después del cambio, construyendo así curvas individuales de demanda. Luego de calibrar un modelo logit que representa la elección entre comprar un pase o boletos individuales, se confirmó la hipótesis de que mientras más ganancia haya para el usuario en la compra de un boleto, más probable es que compre uno. Así, los usuarios del tipo (c), con bajas ganancias, presentan una menor probabilidad de cambio en su modo de pago en comparación a los del tipo (a). Su artículo termina estimando el dinero que los operadores ahorrarían al eliminarse los pases mensuales en ese sistema, interpretando este monto como una subvención a los usuarios que les permite realizar un determinado número de viajes que no harían con la otra estructura tarifaria.

Sin embargo, como lo hace notar White en comentarios posteriores (White y Doxsey, 1985), el análisis empírico de Doxsey incluye solamente un corte temporal dos meses después de los cambios introducidos en la tarifa, y una referencia al comportamiento previo entregada en el mismo instante por los usuarios. Por un lado, las inferencias presentadas no se pueden extender al largo plazo, por lo que no se deben tomar como concluyentes respecto a la aplicación de estas medidas. Y por otro, asumen que no hay razones externas a las nuevas tarifas que hayan causado parte del cambio de comportamiento observado, excepto para quienes no usaban transporte público y empezaron a hacerlo mediante la adquisición de pases mensuales. En estas situaciones,

Doxsey asumió una elasticidad-precio igual a cero, con lo que no se considera el aumento de la recaudación debido a este perfil de nuevo usuario. Tampoco se evalúa el impacto asociado a los usuarios que no abandonaron este modo de transporte producto de la existencia del pase. Lo anterior, por lo tanto, implica una subestimación del beneficio de la medida. En la misma dirección, White (1981) ya recomendaba introducir los pases a un precio reducido, aumentando en paralelo el valor de los boletos individuales con el fin de que la mayor cantidad de gente posible se sumara a la nueva modalidad de pago. Luego de esto, se podría aumentar el valor del abono alcanzando un mejor equilibrio financiero sin perder a los usuarios, dado que los pases presentan una menor elasticidad-precio (en valor absoluto) que los boletos individuales. Una prueba de esto se encuentra en el trabajo de Gschwender y Jara-Díaz (2007) sobre elasticidades en la demanda de transporte público. Por otro lado, luego de la revisión de varios casos internacionales, Matas (2004) concluye que la implementación de abonos no necesariamente exige un aumento del subsidio al sistema de transporte público.

Desde el punto de vista teórico, Carbajo (1988) desarrolla un modelo microeconómico donde encuentra tarifas óptimas para un pase y un boleto individual que se ofrecen al mismo tiempo en el mercado y que maximizan el beneficio social. Considerando todos estos desarrollos y argumentos, Gschwender (2007) recomienda la inclusión de este sistema de pago en el transporte público de Santiago.

Jara-Díaz et. al (2016) extienden el trabajo de Carbajo (1988) permitiendo un efecto ingreso de la demanda. Como parte de su metodología, consideran que cada uno de los usuarios que conforman un grupo humano representado escoge la misma forma de acceder al transporte público: mediante la compra de abonos o de boletos individuales. Luego de resolver un caso de estudio en Santiago, concluyen que sin cambiar las utilidades para el operador, se aumenta en cerca de un 30% los viajes de los usuarios de los ocho primeros deciles de ingreso per cápita, que en el caso de Santiago presentan ingresos medios menores al promedio de la población. Los últimos dos deciles

disminuirían su uso del sistema de transporte colectivo, dado que el valor óptimo del boleto se encuentra por sobre el valor actual del sistema.

Además, se ha manifestado una crítica a la eficiencia del uso de los recursos en el caso de los abonos temporales. Fearnley (2005) argumenta que esta modalidad de pago no es eficiente desde el punto de vista de maximización de la recaudación sujeto a no perder usuarios o nivel de servicio. Esto se debería a que muchos compradores de este pase serían viajeros que regularmente usan el servicio en hora punta, que es cuando resulta más costoso brindar un servicio tanto para el operador como para la sociedad debido a sus externalidades (mayor congestión, contaminación, etc.). Precisamente quienes infligen mayores gastos en el sistema tendrían un mayor descuento, generándose un incentivo a realizar incluso más viajes de los actuales sin percibir ningún costo adicional. El autor reconoce que esta crítica puede suavizarse al considerar ciertas restricciones a los pases que vayan de la mano con horarios o sectores en los que el costo marginal de servir a los pasajeros sea menor. Finalmente, Fearnley también aclara que sus conclusiones las realiza exclusivamente desde el punto de vista de la eficiencia como ya se describió, sabiendo que hay más razones (sociales, ambientales, etc.) por las que se deben decidir políticas como las tarifas del transporte público. El autor reconoce que tampoco analiza en conjunto la posibilidad de que otros modos de transporte alternativos presenten costos para el usuario inferiores a los costos sociales que imputan (como el caso del automóvil en congestión).

El aspecto negativo de sus conclusiones respecto a los abonos puede, por tanto, ser reconsiderado si se analiza en conjunto con los demás modos de transporte. Si bien atraer nuevos usuarios al sistema de transporte público en horarios con congestión disminuyendo la tarifa percibida por medio de abonos implica mayores costos para el sistema (ya sea por aumentar la relación entre afluencia y capacidad o aumentar la capacidad en el mediano y largo plazo), esto puede ser preferible si es que eso disminuye las externalidades producidas por el transporte motorizado privado. Y en el caso de que se movilice a suficiente gente, debería ser más rentable socialmente invertir

incluso en mejoras al nivel de servicio. En forma paralela, medidas de este estilo podrían ayudar a fidelizar a usuarios que en su ausencia podrían cambiarse a estos modos menos eficientes. Todo esto no impide que se pueda vender más de un tipo de pase (acotados o no acotados a ciertos horarios) a diferentes precios, perfeccionando la eficiencia de estos medios de pago.

Por otro lado, un aspecto social importante a considerar en una política como esta, son los altos niveles de evasión como los que presenta Santiago. Entre los años 2012 y 2017 se tuvo índices de evasión entre 19,2% y 34,6% con una media de 25,21% (Programa Nacional de Fiscalización, 2018). Quiroz (2015) hace una recopilación de medidas de tipo tarifaria en conjunto con subsidios dirigidos a personas de bajos ingresos que se pueden ejecutar para reducir la intensidad de ocurrencia de este fenómeno. Una de las opciones consiste precisamente en ofrecer abonos temporales. De esta manera, para el grupo de personas que los adquieran, no existiría ningún tipo de evasión (a menos que se requiera que marquen su tarjeta en los validadores y no puedan hacerlo por razones circunstanciales). Si bien Quiroz concluye que ofrecer tarifas sociales, entendidas como tarifas rebajadas a ciertos grupos de menos recursos, es una mejor solución, bien podría combinarse una con otra. Esta alternativa consideraría la venta de pases mensuales a un menor costo a quienes pertenezcan a deciles de menos ingresos, sin excluir la venta de viajes individuales a menor precio.

Considerando lo anteriormente expuesto, la alternativa tarifaria de los abonos de transporte público presenta diferentes beneficios que invitan a considerarla. Sin embargo, su inclusión podría acarrear un desbalance financiero ya sea por consideraciones de disponibilidad o eficiencia en el uso de recursos. Si bien existe una discusión al respecto en base a la teoría y la práctica, la mayoría de los argumentos se vinculan al cambio en la movilidad de los usuarios. Por esto, estudiar el comportamiento de los potenciales y regulares usuarios de transporte público en posesión de un abono es particularmente valioso. En esa misma línea se desarrollan las siguientes subsecciones.

2.2 Impacto en la movilidad por la implementación de abonos

La implementación de abonos se remonta al desarrollo de políticas públicas para la promoción y mejora del transporte público en la década de 1960. Pucher y Kurt (1995) comentan que Hamburgo sería la primera de las ciudades que probó en 1967 crear una autoridad que coordinara e integrara los modos de transporte público disponibles. De esta manera se buscaba ofrecer una experiencia de viaje orientada al usuario, donde los transbordos fueran considerados en la planificación de los servicios individuales, y las personas contarán con una tarifa integrada a pesar de haber distintos operadores. La idea sería imitada en más ciudades (Múnich 1972, Rin-Ruhr 1980, Viena 1985 y Zúrich 1990). A estos esfuerzos se le atribuyen los aumentos en el número de usuarios hasta 1993, que oscilan entre 16% y 50%.

Una de sus medidas corresponde a la de la venta de abonos mensuales o anuales a precios atractivos para usuarios frecuentes. Los precios de los pases mensuales oscilarían entre 20 y 30 veces uno individual, y los anuales serían más baratos que comprar 12 mensuales. Más aún, estos pases se ofrecerían a un precio preferencial a empresas para que a través de ellas los adquirieran sus trabajadores. Si bien entre lo que desarrollan los autores no existe una separación del efecto promedio que tuvo esta oferta tarifaria en el aumento del número de pasajeros transportados, no se puede negar el profundo impacto de éste en las ciudades. En cada una de ellas se observa que al menos el 50% de los usuarios los utilizaba en 1993.

Por su parte, Gilbert y Jalilian (1991) analizan la implementación en Londres de diferentes pases, como la Travelcard en 1983, que permitía el transbordo gratuito entre bus y metro (y desde 1989 con el tren británico también), y la Capitalcard que permitía el transbordo entre el tren y el tren liviano. Los autores toman información de compra de abonos y boletos entre 1972 y 1987 para luego estimar mediante simulación el efecto de los pases al comparar el comportamiento de los usuarios en un escenario sin ellos. Así, concluyen que por cada año que se vendieron las Travelcards, los viajes en bus

aumentaron entre 6,7% y 16,9%, mientras que los viajes en metro habrían sido un 7,3% menores el primer año, pero después habrían aumentado incluso hasta en 10,1% en 1987. Las transacciones de boletos individuales también se vieron modificadas. El impacto de estos pases hizo que se disminuyeran entre un 4,7% y 19,5% las ventas de los boletos de metro, pero hizo que aumentara la venta de boletos de bus entre 2,7% y 8,7%. Una posible explicación para esto es que los nuevos viajes en bus que habrían realizado los poseedores de estos abonos los hayan hecho acompañándose por otras personas que debían pagar su propia tarifa, o que quienes compraron abonos por un tiempo, acostumbrados a los recorridos en bus que conocieron, los continuaran usando a lo largo del tiempo a pesar de no renovar sus pases (ahora pagando los viajes individuales).

FitzRoy y Smith (1999) revisan el ya mencionado caso de Zúrich, aunque enfatizando el efecto de los abonos implementados desde 1985. Al mismo tiempo analizan el efecto de los pases en otras ciudades suizas como Basilea, Berna (con implementación de pases en 1984) y Ginebra (desde 1987), usando datos provenientes entre 1971 y 1996. Mediante diferentes regresiones buscan explicar los cambios en los niveles de demanda de transporte público con el valor de la tarifa promedio, una medida de densidad de kilómetros de servicios por km², la frecuencia de los servicios, el ingreso per cápita y una variable *dummy* para los años en que cada ciudad contaba con pases. Se añadió una variable extra para la ciudad de Basilea que en 1987 amplió la validez de la tarjeta a toda la región, y una para Berna que en 1990 permitió el uso del mismo pase entre diferentes operadores.

Como resultado, los efectos estimados fueron menores para Zúrich (entre 5% y 6% de nuevo viajes debidos a los abonos) y mayores en Berna, donde en particular el pase de 1990 que permitía su uso entre diferentes operadores habría generado entre 14% y 20% más viajes. Por otro lado, el método SUR (seemingly unrelated regression) mide por separado para cada ciudad cada uno de los efectos antes incluidos en una sola regresión.

Este método arrojó aumentos desde 8% en viajes en Zúrich y Basel hasta 23% por la ampliación de las facultades del pase de Berna en 1990.

El caso de Madrid es analizado por Matas (2004), ciudad que desde 1986 comenzó a aplicar decididas medidas para favorecer al transporte público. Como parte de un continuo proceso de suburbanización que relocizara parte de la población de la ciudad en zonas periféricas de la región manteniendo los puestos de trabajo en la capital, el número total de usuarios del transporte público descendió continuamente hasta 1985. El cambio fundacional sería la creación del Consorcio de Transportes de Madrid (CTM) en 1986, que cumpliría una función similar a la de las autoridades de transporte descritas por Pucher y Kurt (1996). Una de sus medidas fue la inclusión en 1987 de los Abono Transportes.

Los viajes anuales realizados en el sistema cambiaron casi linealmente desde 951 millones en 1986 hasta 1.549 millones en 2001. Mediante regresiones se intentó explicar estos viajes en función de variables de servicio, económicas, sociodemográficas y en referencia al cambio en la estructura tarifaria considerando los abonos mencionados. El impacto de estos últimos resultó ser de un aumento en el corto plazo de 3,4% de viajes en bus y 5,3% de viajes en metro. Por otro lado, en el largo plazo este impacto crece hasta un 7,1% y 14,9% respectivamente. Quizás uno de los elementos más interesantes es que se concluye que el proceso de suburbanización en el largo plazo habría aportado por su lado un 15% más de viajes en bus; sin embargo, esto probablemente no habría sido tan pronunciado si es que no hubiesen existido los abonos que permitían transbordar gratis entre servicios de buses y metro.

Dargay y Pekkarinen (1997) analizan los pases introducidos para las localidades cercanas a las ciudades finlandesas de Oulu y Kuopio, en 1993 y 1995 respectivamente. En estas regiones se quiso favorecer al transporte público en un contexto de viajes interurbanos y en un país con altos niveles de ingreso dentro del panorama mundial, circunstancias que hacen muy atractivo al auto privado. Entonces, se consideró la venta

de abonos regionales, a los que se fueron sumando diferentes comunidades y operadores con el tiempo. En este caso la alternativa de bajo costo correspondía a los paquetes de 40 viajes de cierta distancia y ruta disponibles a un precio preferencial, siendo estos subsidiados entre el gobierno local y el estatal.

Hasta 1995, un 6% de los viajes en bus de Oulu y un 20% de Kuopio serían realizados con estos abonos. Sin embargo, respecto a los objetivos de hacer más atractivo al transporte público ante el auto privado, no se pudo comprobar, a partir de las regresiones, que debido a aumentos en el precio de la bencina la gente considerara comprar estos pases. Lo que sí se pudo observar es que ante estos cambios de precio habría un aumento de viajes por persona con abono. La interpretación de esto indica que el incremento de los costos de usar vehículo particular por medio de la gasolina no implicaría que los usuarios frecuentes se conviertan en usuarios constantes del bus, sino que quienes ya tienen un pase usen aún menos su auto y más el transporte público. Por otro lado, se obtuvo de encuestas realizadas a algunos usuarios de este medio de pago, que de la muestra, un 14% en 1994 y un 20% en 1995 reconocieron haber usado antes el auto como modo principal de transporte.

En resumen, las investigaciones realizadas apuntan a la existencia de un aumento de viajes en transporte público debido a la inclusión de los abonos como una opción dentro del esquema tarifario. Cuando se reportan, estos efectos son diferentes en cada ciudad, oscilando entre 3% y 23% y mostrándose mayores en el largo plazo en comparación con el corto plazo. Se puede también encontrar evidencia de que los nuevos viajes pueden provenir de la sustitución de modos privados motorizados como en el caso de Oulu y Kuopio. Sin embargo, no existe mayor identificación de los tipos de personas que compararon pases ni de quienes cambiaron sus modos de transporte. Adicionalmente, el efecto medido o estimado de los pases puede confundirse con otros acontecimientos o procesos transversales como bien lo reconoce Matas (2004) con respecto a la suburbanización de Madrid. Esto último hace que los resultados se interpreten como las mejores aproximaciones disponibles, pero potencialmente sesgados a la hora de

considerarlos como los efectos promedios causados por la inclusión de abonos entre los modos de pago. Finalmente, los estudios expuestos pertenecen a ciudades o regiones metropolitanas europeas con otros niveles de ingreso y características socioeconómicas en comparación a Latinoamérica, otorgándole mayor interés a un estudio realizado en Chile.

2.3 Gratuidad en transporte público

El presente estudio consiste en identificar cambios en el patrón de viajes de personas a las que se les entrega un pase liberado de transporte público sin cobrarles dinero por él. Una forma de estimar este cambio de movilidad es a través de las elasticidades-precio del transporte público que se han reportado en la literatura. La primera aproximación que en general se utiliza en la literatura es la llamada regla de Simpson-Curtin (Curtin, 1968). Ésta se obtuvo del promedio de elasticidades observadas por cambios de tarifa en 11 ciudades de EE.UU., resultando un valor de -0,3. El valor presentado indicaría que dejar de cobrar la tarifa por transporte público generaría un 30% de viajes adicionales en el sistema. Holmgren (2007) toma como fuente una mayor cantidad de estudios realizados a la fecha y estima que el promedio de 81 elasticidades es -0.38, valor cercano a la regla ya mencionada. Sin embargo, desarrolla un modelo de regresión lineal concluyendo que los mejores estimadores de elasticidad en el corto plazo para Europa es -0,75 y para Norteamérica y Australia -0,59. Litman (2017) realiza una revisión más amplia de elasticidades incluyendo estudios que abordaron aquellas relacionadas a transporte público de EEUU y Reino Unido.

Si bien estas cifras sirven como referencia, no permite estimar de forma directa el aumento de demanda ante una rebaja total de la tarifa por varias razones. Por un lado, las elasticidades se definen como cambios marginales en una dimensión ante cambios marginales en otra variable. En este sentido, el valor de la elasticidad puede cambiar dependiendo del punto de partida de la variable modificada (en este caso, tarifa), y el

resultado puede igualmente diferir si es que el cambio en la variable no es (como corresponde a un 100% de rebaja). Por otro lado, Hodge et al. (1994) consideran la existencia de un costo psicológico asociado a tener que pagar una tarifa, por pequeña que ésta sea, que también es percibido por el usuario. De esta manera, al no cobrarse una entrada al sistema, la reducción de costo para el usuario sería mayor que el valor de la tarifa, lo que sería indicativo de que el aumento de demanda debiera ser mayor que la estimada a través de la elasticidad. Esta hipótesis es comprobada por Shampanier et al. (2007), quienes concluyen después de una serie de experimentos ofreciendo chocolates a distintos precios en EE.UU. que la gratuidad en los productos añade una sobre-reacción al consumo. Esta demanda “excesiva” que no sigue el análisis microeconómico tradicional de diferencia simple entre valor percibido por el comprador y el precio del bien, recibe su mejor explicación en la inclusión de un valor afectivo adicional por el simple hecho de que un producto se ofrezca gratis. Dicho de otra forma, existiría un costo psicológico fijo por el mero hecho de gastar dinero, incluso si es que corresponde a algunos centavos.

Sin embargo, en el caso de la demanda por transporte de personas el costo para el usuario nunca es cero, aunque no se cobre tarifa. Siempre hay un costo objetivo para el usuario que consiste en el tiempo invertido en viajar, por lo que podría esperarse que el efecto adicional en la demanda producto de la gratuidad no sea tan acentuado en la demanda de transporte público. Como prueba de esta teoría sobre transporte público, Cools et al. (2016) realizaron una encuesta de preferencias declaradas con 670 personas de la región de Flandes, Bélgica. Se les consultó en nueve ocasiones por sus elecciones de modo considerando tres escenarios de precios para tres motivos distintos. Al igual que las pruebas de Shampanier et al. (2007), presentan en cada escenario distintos precios por el uso de cada modo disponible, pero reduciendo o aumentando todas las opciones en el mismo monto. Así, uno de los escenarios siempre consideraba una tarifa cero para el transporte público, y la misma reducción de €0,50 (valor del transporte público) para los demás modos. De esta forma, resultó posible separar el factor de la gratuidad en el proceso de decisión de las personas respecto de la diferencia actual de

precios entre las opciones. Los resultados indicaron que la gratuidad como elemento independiente afectaba positivamente a la demanda de este modo para los viajes al trabajo o estudios y a las compras, y con menor significancia estadística a los viajes por recreación.

2.3.1. Experiencias colectivas de transporte público gratuito

En la misma línea, es de interés consultar por resultados de experiencias en las cuales se ha ofrecido transporte público gratuito a grandes grupos de la población. Una ventaja de recurrir a estos casos es que una gran cantidad de perfiles se ve expuesta a este beneficio independiente de su disposición al pago por un abono. Sin embargo, el efecto de la gratuidad sobre grupos de personas que viajan juntas debiera ser diferente al caso en que se ofrecen pases individuales liberados de pago. Mientras la gratuidad transversal facilita que grupos de amigos o familiares decidan en conjunto utilizar el transporte público gozando del beneficio, los poseedores de abonos individuales viajando en grupo deben considerar que los que no poseen el beneficio incurrirán en el pago de una tarifa. La gratuidad universal, también debiera influir en una visión social del transporte diferente a la que existe cuando el acceso es restringido de una u otra manera por una tarifa. Por otro lado, estas intervenciones generan importantes cambios que impactan directamente en el nivel de servicio. Por ejemplo, se debería aumentar la capacidad del sistema anticipándose a un aumento de demanda, los buses circularían más rápido disminuyendo tiempos de viaje, y asimismo se podrían generar viajes de pasajeros conflictivos, disminuyendo la sensación de seguridad o aumentando la tasa de delincuencia a bordo. Finalmente, al igual que en los estudios sobre implementación de abonos, en los estudios sobre gratuidad se observó a un gran número de personas a lo largo de un determinado período de tiempo, dentro del que ocurren más situaciones que afectaron a los mismos ciudadanos de diferentes formas, dificultando la estimación de los verdaderos efectos promedio de la gratuidad.

Baum (1973) recopila algunas fuentes de información disponibles en su momento respecto a cambios de movilidad ante transporte público gratuito. Menciona dos casos de en los que se ofrecieron servicios de buses gratuitos que circulaban desde sectores con estacionamientos hacia sectores comerciales, implementados en 1968 y 1969 en Hanover y Dortmund días antes de navidad. Por este medio se buscaba reducir los viajes de compras en auto a propósito de las fiestas de fin de año. Habiéndose hecho una amplia difusión de estas alternativas, solamente fueron utilizados por cerca de 2.600 autos en cada caso, considerándose un resultado desilusionante.

Schneider y Starling (1974) mencionan que en Wilkes-Barre, Pensilvania se dejó el transporte público sin tarifa por 101 días como parte de las medidas de mitigación del huracán Agnes. Junto a esto se aumentó la capacidad del sistema en un 76% y se apoyó con publicidad. Las condiciones anteriores en conjunto a la situación de crisis (falta de autos, dinero y empleos), permitieron que los viajes diarios en transporte público subieran de 11.500 a 24.000. Posterior al restablecimiento de una tarifa baja, los viajes diarios descendieron solamente en 4.000, lo que puede considerarse como una aproximación al efecto promedio de la tarifa cero sobre la demanda. Sin embargo, este efecto estuvo en cualquier caso mediado por las consecuencias de la catástrofe, que a menos de cuatro meses de iniciada, sin duda continuó ejerciendo su influencia dentro de las actividades y la disponibilidad de modos de transporte como el automóvil particular.

En Mercer County, Nueva Jersey, a partir de marzo 1978 se proveyó de transporte público gratuito durante el horario valle (que originalmente costaba la mitad de la tarifa de horario punta) por un año (Studenmund y Connor, 1982). Los resultados en la respuesta de la población se obtuvieron a través de entrevistas telefónicas, presenciales en centros de actividades y a bordo de los buses. Adicionalmente se registraron mediciones periódicas de volúmenes observados de pasajeros y otras encuestas específicas. Los cambios de movilidad indicaron un aumento de viajes en transporte público atribuible a la medida entre 25% y 30% en base a la tendencia y temporalidad vistas previamente. Se estimó que el 14% de estos viajes se habría cambiado desde el

horario punta, el 69% se hubiera hecho en otros modos y un 15% habría sido generado. De estos viajes nuevos destaca que el 77% habría sido realizado por jóvenes menores de 25 años, quienes realizaban el 51% de los viajes de ese bloque horario; y también que un 78% de los viajes nuevos habría sido realizado por miembros de familias con ingreso mensual por sobre los US\$10.000, quienes realizaban originalmente el 42% de los viajes de ese horario. Por otro lado, se estimó una reducción de 30.000 millas-vehículo por semana en comparación a las 21.000.000 millas-vehículo/semana recorridas en Trenton. De esta manera, no se habría tenido éxito en una reducción significativa de la congestión. Finalmente, cerca de un 29% de los viajes nuevos en transporte público habrían sido sustituciones desde la caminata.

A partir de febrero de 1978 se ofreció transporte público gratuito en la ciudad de Denver, Colorado, también en horario valle por el período de un año (Singell y Schifferli, 1983). En esta ciudad, si bien se observó un aumento de 74% en los viajes en transporte público, una regresión lineal que corrige este efecto por el ingreso personal nacional, el total de empleos en Denver, un índice del costo de usar transporte privado y una variable para la temporada de verano, concluye que solo un 27% del efecto se debe a la eliminación de la tarifa.

Hodge et al. (1994) realizan una síntesis de experiencias en EE.UU. Como parte de su compilación reportan que en Austin, Texas se ofreció gratuidad por 15 meses desde octubre de 1989. Se registró un aumento de 75% de pasajeros, si bien reconocen que hubo más factores involucrados en esa adición. Como aspecto negativo, una de las razones por las que este sistema se dio por concluido, consistió en el aumento de pasajeros no deseados. De hecho, al reintroducir la tarifa, la cifra de incidentes reportados incluyendo pasajeros intoxicados descendió de 52 durante el último mes a un promedio mensual de casi 21 por los siguientes cuatro meses. Considerando también otros ejemplos, Hodge et al. concluyen que los sistemas de transporte público que se convierten en gratuitos pueden esperar al menos un aumento de 25% de viajes, y probablemente el aumento esté más cerca del 50%.

Storchmann (2003) aborda uno de los casos más dramáticos de aumento de demanda por transporte público gratuito. El pueblo de Templin, Alemania, con 14.000 habitantes, eliminó su tarifa en diciembre de 1997. Esta localidad aumentó casi 13 veces sus viajes en el sistema de transporte público en tres años: desde 41.360 pasajeros por año a 350.000 en 1998 y 512.000 en el 2000. Se encontró de entrevistas que entre un 10% y un 20% de estos nuevos viajes reemplazaba el uso del auto particular, mientras los demás viajes reemplazaban principalmente modos no motorizados. Por otro lado, no se menciona algún número de viajes generados por la gratuidad en sí.

En el año académico 2003-2004 se ofreció a los estudiantes menores de 26 años pertenecientes a instituciones de educación superior de habla flamenca en Bruselas la posibilidad de reembolsarles casi la totalidad del costo de un pase anual de transporte público. De esta manera, solo por €10 al año podían utilizar cuan seguido desearan los modos integrados. Entre los resultados recopilados por De Witte et al. (2006) al aplicar 1618 encuestas a estudiantes flamencos, se encuentra que un 47% solicitó el pase, y de esa cantidad el 89% reconoció usar su pase al menos una vez a la semana. De entre los 677 alumnos que contestaron la encuesta y utilizaron su pase, 57 reconocieron usar más frecuentemente el transporte público que antes (por inferencia 8,4% de quienes consiguieron y utilizaron su pase). Dentro de ellos un 26% habría generado en promedio 1,7 nuevos viajes a la semana que no hubieran sido hechos en otros modos. De las mismas 57 respuestas, 32 contaban con la posibilidad de usar un auto, ya sea porque poseían uno, podían arrendar o los podían llevar. Dos tercios de ellos reconocen haber escogido en ocasiones el transporte público antes que la opción de transporte privado debido a que les resultaba más barato, descontando en promedio 82,4 vehículo-km a la semana por estudiante. Finalmente, como menciona el mismo equipo en otra publicación (Macharis et al., 2006), el aumento de viajes debido a la gratuidad derivó principalmente en un aumento de la frecuencia de visitas a los lugares usualmente visitados por estas personas en vez de un incremento en el número de lugares accedidos. La mejor explicación estaría vinculada al perfil histórico cultural de esta sociedad, dado que mientras un 81% de los estudiantes franceses vive dentro de Bruselas, apenas un 36% de

los estudiantes flamencos lo hace, sosteniendo en promedio una relación distinta con la ciudad.

La revisión más extensiva de experiencias de transporte público gratuito la lideró Volinski (2012). Además de algunos de los casos anteriores, agrega experiencias como la de Topeka, Kansas, que en mayo de 1988 no cobró por el uso de transporte público. Se estima que aumentó su demanda en 93%, compuesto por un 83,2% de aumento en días de semana y 153,4% en sábados. Hodge et al. (1994) mencionan que en el 36% de los nuevos viajes, el usuario tuvo la oportunidad de usar un auto. Por otro lado Hasselt, Bélgica observó un aumento de 1.200% en sus pasajeros considerando las cifras del 2001, después de haber tomado una serie de medidas favorables al transporte público, entre las que se encontraba la eliminación de su tarifa en 1997. En la Isla de Hawái, donde se retiró la tarifa de US\$1 durante 2005, la demanda aumentó desde 425.000 a 1.300.000 viajes anuales, correspondiente a un aumento de más de un 200%. En Asheville, Carolina del Norte, se implementó gratuidad por tres meses en el 2006, aumentando su demanda en cerca de un 60%. Por siete meses del 2007 la ciudad de Milton, Canadá, dejó de cobrar durante el horario entre 9:00 y 15:00, aumentando su demanda promedio en 63%. Finalmente, en Changning, China, se registró un aumento de 550% de viajes después de dos años de eliminar su tarifa, en 2008.

Posteriormente, en abril de 2013, la ciudad de Gaoping, China implementó también la gratuidad de su servicio de transporte público (Shen y Zheng, 2015). En esta ciudad el aumento de la demanda consistió de un 320% durante días laborales. Comparando información de 2015 y 2012 se descubre que las particiones modales de la caminata y bicicleta disminuyeron un 4% cada uno y que la del auto se mantuvo en 9%. Sin embargo, puede considerarse un buen indicador dado que la tasa de motorización venía creciendo un 15% anual, y la cantidad de familias que no planificaban adquirir un vehículo particular aumentó.

Una de las experiencias de mayor interés por ser la ciudad de mayor tamaño con servicio de transporte público gratuito vigente, es la de la capital de Estonia, Tallin. Luego de haber disminuido el costo de la tarifa en un 40% para los habitantes de la ciudad, además de entregar otros descuentos al 24% de la población y eximir de pago al 36%, el sistema de transporte público pasó a ser gratuito para los ciudadanos locales en enero de 2013 (Cats et al, 2014). Durante los primeros 4 meses de la introducción de esta medida se registró un aumento de 2,8% en la demanda. Sin embargo, al intentar separar el efecto de la misma de otras mejoras al transporte público mediante regresiones lineales, se concluyó que a la gratuidad se debía solo el 1,2%. Al bajar un 10,6% el largo de viaje promedio, se asume que hubo un traspaso modal desde modos activos. Un análisis más completo con información encuestas realizadas a finales del 2013 (Cats et al, 2017), informa que mientras el número de viajes diarios por habitante se mantiene en 1,98, los viajes en transporte público por ciudadano inscrito aumentaron un 16%. La partición modal de esta opción habría cambiado de 55% a 64%, mientras que en el resto de Estonia descendió de 23,1% a 22,9%. En Tallin se disminuyó un 10% los viajes en auto y un 40% las caminatas. Los mayores aumentos se produjeron entre las edades 15-19 y 60-74, entre gente desempleada y de bajos ingresos. Quienes disminuyeron su uso fueron los pertenecientes al grupo de mayores ingresos (por sobre €1000 mensuales), probablemente por aumento de la tasa de ocupación en los buses. En cualquier caso, mientras que este grupo bajó su porcentaje de viajes realizados en transporte público de 39% a 31%, también descendió su porcentaje de viajes en auto, de 59% a 50%, aumentando la caminata.

De esta manera, se han observado desde la década de 1960 diferentes experiencias de reducción total de la tarifa de transporte público en búsqueda de nuevos usuarios, esperando reducir con ello las externalidades negativas de modos de transporte motorizado privado. Como se resume en la Tabla 2-1, los estudios indican aumentos mayores o iguales al 25% en la demanda y que pueden llegar a ser mayores a 1.000%, con excepción del reciente caso de Tallin, donde después de un año se registró un 14% de incremento. Es posible asociar este aumento a descensos en el uso de modos activos y

de autos privados, dominado las cantidades de los primeros a las de los segundos. Como lo comenta Holmgren (2007) y lo demuestran los seguimientos de Templin y Tallin, los efectos son menores en el corto plazo, probablemente porque se desarrolla un proceso de adaptación en la población. En general, los efectos son mayores cuando la gratuidad cubre también el horario punta. Esta oportunidad afectaría mayormente a jóvenes, adultos mayores y personas de menos recursos, aunque en las encuestas de la experiencia de Bruselas indican que solo un 8,4% de los alumnos habría aumentado su uso del transporte público.

Todos estos datos son indicativos de que los cambios en movilidad ante un acceso gratuito al transporte público dependen de las circunstancias de cada sistema y ciudad, destacándose por ejemplo el alto porcentaje inicial de uso de buses urbanos en Tallin en 2012, donde el incremento porcentual fue menor. Por otro lado, la ausencia de grupos de control implica la existencia de sesgos que dificultan concluir causalidad en los cambios de movilidad. De hecho, en algunos casos, reconociendo la coexistencia de factores que incentivaron el uso del transporte público, se utilizaron regresiones lineales para estimar el verdadero efecto promedio de esta medida, pero que en el mejor de los casos corresponde a aproximaciones del verdadero efecto. Finalmente, cabe destacar que, como se expone en la tabla 2-1, la mayoría de las experiencias mencionadas ocurrieron hace más de diez años, representan a ciudades de Norteamérica, Asia y Europa, y casi todos los casos las poblaciones de estudio consideraron 500.000 personas o menos. El presente estudio busca por tanto explorar en varios aspectos de manera novedosa y más rigurosa los cambios en patrones de viaje de alguna población debido a la gratuidad en transporte público.

La siguiente subsección aborda estudios con metodologías más similares a la presente investigación, analizando la respuesta de individuos ante la oferta de un pase ilimitado por cierto tiempo.

Tabla 2-1. Resumen investigaciones sobre transporte público gratuito.

Elaboración personal en base a artículos citados en el cuerpo además de U.S. Bureau of the Census, 1972

Lugar	Periodo	Tamaño	Resultado	Comentarios
Denver, Colorado	Febrero 1978 - Enero 1979	1.500.000	27% más viajes (en un año)	
Austin, Texas	Octubre 1989 - Diciembre 1990	500.000	75% más viajes (en un año)	Los problemas con pasajeros indeseados ayudaron a su término
Tallin, Estonia	Enero 2013 - Ahora	420.000	14% más viajes (en un año)	10% menos de viajes en auto y 40% menos de viajes a pie
Mercer County, Nueva Jersey	Marzo 1978 - Febrero 1979	300.000	Entre 25% y 30% más viajes (en un año)	Baja sustitución de auto, 29% de caminata. Efecto principalmente entre jóvenes y personas de mayores ingresos
Isla de Hawái, Hawái	2005 - 2011	174.000	206% más viajes (en seis años)	Año de comparación: 2011. Se eliminó habiendo costado US\$1
Topeka, Kansas	Mayo 1988	120.000	93% más viajes (en un mes)	Aumento mayor en fines de semana
Gaoping, China	Abril 2013 - Ahora	72.100	320% más viajes en días laborales (en dos años)	Menor partición modal no motorizada y mantiene 9% autos
Hasselt, Bélgica	1997 - 2013	70.000	1.200% más viajes (en cuatro años)	Año de comparación: 2001.
Asheville, Carolina del Norte	Tres meses en 2006	70.000	60% más viajes (en tres meses)	
Wilkes-Barre, Pensilvania	101 días en 1972	60.000	17% más viajes (en tres meses)	Circunstancias de catástrofe
Milton, Canadá	Siete meses en 2007	54.000	63% más viajes (en siete meses)	
Changning, China	Julio 2008 - Ahora	53.000	550% más viajes observando 2010 (en dos años)	Año de comparación: 2010.
Bruselas, Bélgica	Año académico 2003 - 2004	22.000* alumnos	2,2% de quienes consiguieron y usaron pase aumentaron 1,7 viajes semanales	Solo 36% de estudiantes flamencos de Bruselas vive en la ciudad
Templin, Alemania	Diciembre 1997 - Ahora	14.000	1.138% más viajes (en tres años)	Año de comparación: 2000. 10% - 20% sería sustitución de auto, el resto transporte no motorizado
Suburbios Hanover y Dortmund	Navidad 1968 y navidad 1969	-	Solo 2.600 viajes en auto evitados	Resultados mucho menores a los esperados

*Número de estudiantes flamencos que podían optar al pase rebajado

2.3.2. Estudios de transporte público gratuito sobre individuos

Como aproximación a la respuesta de las personas por medio de escenarios hipotéticos, De Witte et al. (2008) comparten una encuesta realizada en 2005 a 1.276 trabajadores de Bruselas con domicilio fuera de la ciudad. De los 536 que usaban el auto como modo para acceder a su oficina, 9% dijo que seguramente se cambiaría al uso del transporte público si es que recibieran un pase, mientras que un 39% lo pensaría. Esta realidad deja de ser completamente ficticia a la hora de considerar que desde el mismo año el gobierno ofrece a las empresas cubrirles el 20% de los abonos para sus trabajadores si es que ellas están dispuestas a pagar el 80%.

Desde el punto de vista de las preferencias reveladas, Daly y Zachary (1977) comparten los resultados de la calibración de un modelo de elección de modo de transporte para el viaje al trabajo con 1167 habitantes de siete ciudades de Inglaterra en 1975. Mediante un modelo *logit* comparó las preferencias reveladas de elección entre transporte público y auto particular para dos grupos de trabajadores: quienes estaban contratados por operadores de transporte público y por ende podían viajar gratis en el sistema, y otros trabajadores que sí debían pagar una tarifa, pero que se asemejaban en una serie de aspectos al primer grupo. Concluye que un 21,9% de los usuarios de automóvil que no necesitan su vehículo en el trabajo y que viajan en hora punta se cambiarían al transporte público de hacerse éste gratis.

Quizás la prueba aleatorizada más grande que se ha realizado para descubrir el cambio de movilidad dentro de viajes al trabajo corresponde a la de Thørgesen (2009). Luego de un proceso de selección contactó a 597 habitantes de Copenhagen con licencia de conducir y en posesión de al menos un auto. Aleatoriamente escogió a 373 para regalarles un pase mensual en transporte público. Los resultados en la intensidad de uso de modos se midió antes y después de la intervención con la pregunta: ¿Cuántos de los últimos diez viajes al trabajo/estudio se realizaron en transporte público? Los resultados arrojaron una duplicación del número de viajes en transporte público desde un 5% a un

10%. La encuesta se repitió 5 meses después, observando que el porcentaje se redujo, pero solo a un 7%, indicando que parte del efecto de los pases se mantuvo en el mediano plazo.

Abou Zeid et al. (2012) abordan también el grupo de trabajadores usuarios de automóvil empíricamente. Dentro de tres organizaciones suizas, se escogió a 30 trabajadores que eran usuarios habituales de automóvil, y que se autoseleccionaron luego de una invitación masiva. Se les solicitó a los participantes que rellenaran un diario de viajes por tres semanas específicas del año 2008, siendo la primera de referencia. Se les entregó a todos ellos un pase de transporte público de entre dos y cuatro semanas de duración, comenzando desde el octavo día del estudio y se les solicitó que escogieran al menos dos o tres días de esa misma semana para utilizar el transporte público en el viaje al trabajo. Si bien durante la tercera semana siguieron rellenando su diario de viajes, no se les solicitó ningún otro tipo de comportamiento especial. Si bien nadie cambió de preferencia modal definitivamente, 10 de los 30 participantes viajaron al trabajo al menos una vez más en transporte público durante la tercera semana, mientras que en la primera (sin pase) nadie lo hizo. Se volvió a contactar a los participantes cerca de un año después para complementar algunas informaciones. Cinco de los 25 participantes que pudieron ser contactados reconocieron haber usado el transporte público más frecuentemente incluso una vez que ya se había acabado el período del pase. Ahora bien, cabe resaltar el sesgo producido por la autoselección en esta prueba, dado que la proporción de personas dispuestas a cambiar de modo probablemente es mayor dentro que fuera de ella.

Finalmente, Fujii y Kitamura (2003) pusieron el foco en automovilistas universitarios. Se aleatorizó dentro de un grupo de 43 estudiantes interesados de la universidad de Kyoto, Japón, la pertenencia al grupo de tratamiento. De esta forma 23 estudiantes recibieron un pase de un mes de duración para utilizar el sistema de buses de transporte público de manera gratuita, además de un mapa con las rutas del sistema. Los participantes debieron responder tres encuestas: una antes de comenzar, al finalizar el

mes de duración del pase, y un mes después de la segunda encuesta. La forma de reportar frecuencia de uso del transporte público fue simplemente seleccionar entre seis opciones discretas que iban desde “casi todos los días, varias veces al día” hasta “nunca”. Luego de la conversión de esta escala a viajes mensuales se concluyó que hubo un cambio significativo de 4,1 a 9,3 viajes promedio mensuales en bus en el grupo de tratamiento al comparar el mes de referencia con el del pase. Esto correspondería a un aumento de más del 100% de la frecuencia original. No se indica un número de viajes totales mensuales, pero si se suponen 50, el aumento significaría solo un 10% de ellos. Si bien para el mismo grupo no se encontró diferencia significativa entre el primer y tercer mes (ambos sin acceso gratuito a un pase), sí se observa un promedio de 5,0 para el último, insinuando un posible efecto remanente de la experiencia. Respecto a la frecuencia de uso del automóvil no se registraron cambios significativos.

Las intervenciones antes mencionadas muestran que es posible cambiar en el corto plazo el modo de transporte de algunos automovilistas al transporte público de contar con un pase, y que una fracción de ese efecto puede permanecer tiempo después. Estos cambios ocurrieron aproximadamente entre un 5% y un 10% de los viajes, que se diferencia del 21% pronosticado en 1977 por Daly y Zachary.

Como el objetivo de los artículos que estudiaban el efecto empírico de poseer un abono se enfocaban en los cambios de percepción y actitud de los usuarios, no se cuenta con información más detallada de los cambios de movilidad experimentados. Por la misma razón, se consideraron exclusivamente grupos de automovilistas y en uno de los tres casos se consideran particularmente estudiantes universitarios de una misma institución. Por otro lado, en dos de los tres casos se cuenta con muestras inferiores a 50 personas, donde en una de las dos no se consideró un grupo de control. Si bien corresponden a limitaciones válidas, dificultan concluir efectos de la posesión de un pase en grupos más representativos de la sociedad. Finalmente, cabe volver a mencionar que el presente estudio aporta información desde una realidad diferente a la Europa y Asia, expuestas en las investigaciones anteriores.

El presente estudio se suma a la lista de aquellos que abordan la pregunta de los cambios provocados por poseer un acceso ilimitado al sistema de transporte público utilizando una metodología experimental. A continuación se presenta y comparten algunos detalles sobre la misma.

2.4 Prueba controlada aleatorizada

El actual trabajo ocupa la metodología de las pruebas controladas aleatorizadas. Como lo plantean Duflo et al. (2007), su utilidad surge del interés de saber el efecto causal de una intervención sobre una muestra a analizar. Para esto es necesario no solamente tener mediciones de los indicadores de interés en la población afectada luego de la aplicación del estímulo, sino que también claridad sobre cuál habría sido la situación en ausencia del mismo. Naturalmente, hay tipos de estudios en las ciencias exactas que pueden ser desarrollados en ambientes controlados y que permiten saber por adelantado el estado de los materiales utilizados de no ser expuestos a un determinado procedimiento. Sin embargo, éste no es el caso en sistemas más complejos como el comportamiento humano.

Para abordar esta dificultad surge como solución contar con un grupo de control, que de ser suficientemente similar al grupo de tratamiento (el grupo tratado), permite obtener una referencia de lo que se hubiera observado en el último grupo de no ocurrir la intervención. Así, la diferencia entre las magnitudes representativas de ambos estados indica el efecto promedio de aquello que se está probando.

Sin embargo, no es indiferente la forma en la que se conforma cada grupo. En la literatura se conoce como el “sesgo de selección” a la existencia de diferencias preexistentes que influyen en el resultado a medir entre la población que se desea analizar y en este caso el grupo de tratamiento o control. Por ejemplo, si un preuniversitario ofrece becas a los mejores alumnos de un colegio, no es posible concluir

los efectos de atender a estas clases comparando los resultados de la Prueba de Selección Universitaria (prueba nacional estandarizada) de los beneficiados con los demás compañeros de generación. En este caso el grupo de control tendría una composición diferente en cuanto a rendimiento académico, circunstancia que con seguridad influirá al realizarse la prueba de selección. Por lo tanto, la forma insesgada de lidiar con la asignación de una muestra a un grupo u otro es mediante un proceso de aleatorización. De ser correctamente realizado, la esperanza del resultado a medir para ambos grupos en ausencia de tratamiento es la misma, permitiendo asociar cualquier diferencia estadísticamente significativa a la intervención realizada, y por lo tanto que las conclusiones tengan validez interna.

Para concretar las inferencias, es posible realizar el análisis de diferencia de medias correspondiente a través de una regresión lineal. De esta forma se busca encontrar el valor y significancia estadística del efecto del tratamiento por el coeficiente de la siguiente ecuación (Duflo et al., 2007).

$$Y_i = \alpha + \beta \cdot T_i + \sum_j \theta_j \cdot x_{j,i} + \epsilon_i \quad (2.1)$$

En (2.1) se iguala el efecto medido en la variable Y de cada observación i con un intercepto que representa el valor medio de Y para el grupo de control; un término de error ϵ , el efecto promedio del tratamiento en β dado que amplifica la variable muda T , activada solo en el caso de que i pertenezca al tratamiento; y otros parámetros de control x_j amplificados por sus propios coeficientes. Cabe destacar que de contarse con una línea base de los valores de Y previo a la experimentación, ésta puede incluirse como nueva variable x_j , para así disminuir el efecto del error dentro de la regresión.

La literatura ha provisto también la forma de relacionar el tamaño de muestra con el tamaño del efecto que puede ser detectado empíricamente dado el comportamiento de ciertas variables. Bloom (1995) hace notar que dada una distribución del coeficiente de β , es necesario considerar un margen de seguridad a la hora de rechazar la hipótesis nula, que se refiere a que el tratamiento tiene efecto cero. Si hablamos de una variable positiva, mientras mayor sea el valor del coeficiente, menos probable es que la distribución de β esté efectivamente centrada en cero, rechazándose así con más seguridad esta hipótesis. Visto desde otra perspectiva, es posible fijar de antemano un valor mínimo para el valor absoluto de β con el que se puede considerar que éste efectivamente es distinto de cero, dada una varianza de su distribución. La probabilidad asociada a que este margen de seguridad sea insuficiente para un descarte correcto de la hipótesis nula se llama significancia, representada como α , por lo que una baja significancia implica mayor seguridad en la inferencia.

Por otro lado, teniendo claridad sobre esta cota mínima que se estima en base a la distribución t-Student, también es deseable que la mayor proporción posible de las observaciones con las que se determina la distribución de β se encuentre por sobre esta cota. Por construcción, si es que el coeficiente β tomara el valor de la cota mínima antes mencionada, implicaría que un 50% de los casos medidos se encuentran por debajo de esta cota. Si se desea disminuir este porcentaje, o aumentar el de la fracción que se encuentra sobre la cota, denominado como poder y representado por κ , es necesario añadir un nuevo valor de seguridad por sobre la cota mínima mencionada. Este último también se calcula en base a la distribución t-Student.

La suma de ambos valores es considerado el Efecto Mínimo Detectable (EMD), que es mayor a menor tamaño de muestra, significancia, mayor varianza de la variable medida y poder. También influye la proporción de la muestra que se encuentra en el grupo de control, siendo un 50% lo que minimiza el EMD, y qué tan correlacionada se encuentra la línea base a la variable dependiente. La expresión matemática obtenida de Duflo et al.

(2007) y considerando el término $(1 - R^2)$ incluido por Bloom (1995) corresponde a la siguiente.

$$EMD = (t_{(1-\kappa)} + t_{\alpha}) * \sqrt{\frac{1 - R^2}{P(1 - P)}} \sqrt{\frac{\sigma^2}{N}} \quad (2.2)$$

En ella se observan la distribución-t obtenida para las variables de poder (κ) y significancia (α), porcentaje de la muestra correspondiente al grupo de tratamiento (P), la varianza de la variable a comparar (σ^2), el poder explicativo de una regresión que relaciona el valor de la línea base con el resultado a medir en ausencia de tratamiento (R^2) y el tamaño final de la muestra (N).

Las pruebas controladas remontan su origen formal al año 1747, cuando James Lindt probó seis posibles tratamientos para el escorbuto entre 12 pacientes arriba de un barco (Thomas, 1997). Los signos positivos más visibles y rápidos en observarse se obtuvieron del consumo de naranjas y limones, sentando un precedente experimental contrastado bajo las mismas condiciones con enfermos expuestos a otros tratamientos. Después de eso, Fisher y Neyman, vinculados al ámbito de la agricultura, fueron durante los años 1920 los primeros en conceptualizar la aleatorización como elemento clave de la experimentación (Levitt y List, 2009). Finalmente, durante la segunda mitad del siglo XX se extendieron los alcances de este tipo de estudio a la evaluación de programas sociales, incluyendo ahora la respuesta de personas que se ven expuestas a diferentes circunstancias. Hoy es posible encontrar este tipo de evaluaciones en educación (Glewee y Kremer, 2006), en el cálculo del efecto de microcréditos sobre el desarrollo (Banerjee et al, 2015), e incluso en la estimación de impactos de la corrupción en la administración de licencias de conducir (Bertrand et al, 2006).

También es útil recurrir a esta metodología en el presente caso de cambios en movilidad debido a la posesión de un pase temporal. Sin grupo de control, la única referencia de

intensidad de uso de un modo de transporte es la línea base del grupo tratado. Sin embargo, no es difícil pensar en situaciones puntuales que afectan transversalmente los viajes de diferentes grupos en la sociedad durante una semana sin que se replique en otra: Lluvia, eventos masivos como conciertos o partidos de fútbol, restricciones vehiculares por condiciones ambientales, días feriados, interrupciones operativas en la red de metro, o simplemente la existencia de un evento particular dentro de una empresa que afecte los horarios de viaje de sus empleados. Por eso, es posible comparar los datos de movilidad de cada día, si al aleatorizarse la pertenencia al grupo de tratamiento se considera, por ejemplo, que cada empresa esté representada proporcionalmente.

3 DISEÑO EXPERIMENTAL Y OBTENCIÓN DE DATOS

Como ya se ha mencionado, el diseño experimental considerado para perseguir los objetivos de la tesis es una prueba controlada aleatorizada, más conocido en inglés como *randomized controlled trial*. Para eso se escogió un grupo de interés a representar, un tamaño de muestra para observar cierto tamaño de efecto, se desarrollaron herramientas de encuesta para recopilar información y, finalmente, se contactaron a las personas que participarían.

A esta toma de datos hay que sumarle una prueba piloto que se hizo con cerca de 30 personas en julio de 2016. Si bien no se depuraron los datos numéricos de la experiencia, se obtuvieron diferentes aprendizajes de la puesta en marcha del diseño experimental. Entre otros, la prueba de los instrumentos y la tecnología de la tarjeta bip!, y el descarte de objetivos paralelos en la investigación.

3.1 Selección y obtención de la muestra

El estudio se enfocó en la fuerza laboral de Santiago. Corresponde a un grupo de interés para la prueba de los abonos, porque, en primer lugar sus viajes al trabajo representan un 26% de todos los viajes hechos en Santiago sin considerar aquellos hechos con el propósito de volver a casa (48% de todos los viajes) (SECTRA, 2015). Ese porcentaje aumenta a un 33% en los días laborales, siendo en ellos el propósito con más viajes, como muestra la tabla 3-1. En segundo lugar, la realización de estos viajes se vincula directamente con la productividad del país, por lo que resulta sencillo justificar su vinculación con políticas públicas. En tercer lugar, especialmente para los casos en que se cuenta con un contrato, es más sencillo controlar diferentes parámetros relacionados a la situación socioeconómica de empleadores y empleados para la adjudicación de este tipo de beneficios. Y finalmente, existen experiencias internacionales en que empresas pagan parte de los viajes en transporte público de sus trabajadores, siendo el estado

quien completa el costo monetario de los mismos, como en Bélgica desde el 2005 (De Witte et. al, 2008).

Tabla 3-1. Porcentaje de viajes por propósito sin considerar retornos al hogar según EOD Santiago 2012.

Fuente: SECTRA, 2015

Motivo de viaje	Porcentaje en día promedio	Porcentaje en día laboral
Al trabajo o por trabajo	25,6%	33,1%
Al estudio o por estudio	5,8%	17,4%
De salud	2,8%	3,5%
Visitar a alguien	9,1%	4,4%
Buscar o dejar a alguien	4,9%	7,9%
Comer o tomar algo	1,5%	2,1%
Buscar o dejar algo	1,1%	1,4%
De compras	28,1%	16,3%
Trámites	5,9%	6,8%
Recreación	10,7%	3,5%
Otra actividad	4,4%	3,4%

Por otro lado, este grupo presenta importantes simplificaciones prácticas para la puesta en marcha de un estudio como el nuestro, dado que regularmente los miembros deben asistir a un mismo lugar para desarrollar sus labores. De esta forma, se dejaron afuera a grupos muy relevantes pero más difíciles de aglutinar regularmente como dueñas de casa, personas desempleadas y jubilados.

Dentro de todos los perfiles laborales se incluyeron restricciones adicionales para quienes pasaran a formar parte de nuestra muestra. Dado que nuestra toma de datos terminaría contrastando solo tres semanas entre sí, se decidió excluir a las personas cuyos turnos de trabajo no fueran comparables entre una semana y otra. De esta manera no se incluyeron trabajadores con turnos que implicarían, por ejemplo, asistir una semana al centro laboral en horario am y otra en horario pm.

Además, se tomó la decisión de excluir a quienes tuvieran acceso a la Tarjeta Nacional Estudiantil y también a descuentos de tarifa en metro de adulto mayor. Así podríamos comparar exclusivamente a las personas que enfrentan un mismo costo monetario de usar el transporte público. Por su parte, quienes tuvieran planificado no asistir al trabajo durante más de cuatro días de dentro de las dos primeras semanas del estudio, no fueron incluidos.

Para seleccionar los espacios laborales en los que enfocar los esfuerzos de conseguir contactos, recurrimos a la Encuesta Nacional de Empleo realizada por el INE (2016). El trimestre móvil disponible para el momento en que se realizó la revisión correspondía a octubre – diciembre de 2015. De ahí se obtuvieron las proporciones de trabajadores por rama de actividad económica para la Región Metropolitana. De esta manera los esfuerzos se concentraron en alcanzar instituciones dedicadas a las ramas con mayor proporción de trabajadores, si bien el objetivo tampoco fue lograr una distribución de la muestra que fuera representativa de Santiago. En la tabla 3-2 se muestran los porcentajes correspondientes a cada rama y se marcan aquellas en las que finalmente sí se pudo tener representación en la muestra, asignándoles un número como código.

Tabla 3-2. Porcentaje de fuerza laboral en Región Metropolitana según rama de actividad económica y su inclusión en el estudio.

Fuente: INE, 2016

Rama de actividad económica	Porcentaje	Número asignado
Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres do	22,37%	1
Industrias manufactureras	12,64%	2
Construcción	9,05%	3
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	8,64%	4
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	8,17%	No incluido
Enseñanza	7,69%	5
Hogares privados con servicio doméstico	6,90%	6
Servicios sociales y de salud	5,32%	7
Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	4,48%	8
Hoteles y restaurantes	3,91%	9
Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales	3,35%	No incluido
Intermediación financiera	3,22%	10
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	2,82%	No incluido
Explotación de minas y canteras	0,93%	No incluido
Suministro de electricidad, gas y agua	0,44%	No incluido
Organizaciones y órganos extraterritoriales	0,05%	No incluido
Pesca	0,03%	No incluido

La rama económica con mayor número de empleados que no se pudo incluir a pesar de los esfuerzos involucrados, fue la de Transporte, almacenamiento y comunicaciones. Abarca un 8,17% de los puestos de trabajo de la Región Metropolitana.

Por otro lado, consideramos relevante la proporción de trabajadores por cuenta propia, que según la misma encuesta corresponden a un 20,1% del total. Entonces, se contactó a una institución de desarrollo social que trabaja y reúne semana a semana a diferentes grupos de microemprendedores para capacitarlos y otorgarles beneficios financieros que

difícilmente obtendrían en la banca tradicional. Si bien no se alcanzó en la muestra total que fueran la misma proporción antes expuesta, se logró contar con un grupo de personas.

De la misma encuesta, consideramos importante que solo un 81% de asalariados posee un contrato directamente con la empresa donde trabaja. Por esto, incluimos asimismo trabajadores de una empresa de servicios de aseo que trabaja en el formato de subcontratación.

Cabe destacar que si bien utilizamos diferentes contactos para alcanzar a los trabajadores involucrados, nunca se incluyeron en la muestra a familiares directos del equipo investigador.

En la figura 3-1 se muestra un mapa con las ubicaciones de las fuentes laborales masivas en azul y los hogares en los que se ofrece servicio doméstico por parte de las personas incluidas en el estudio en rojo.

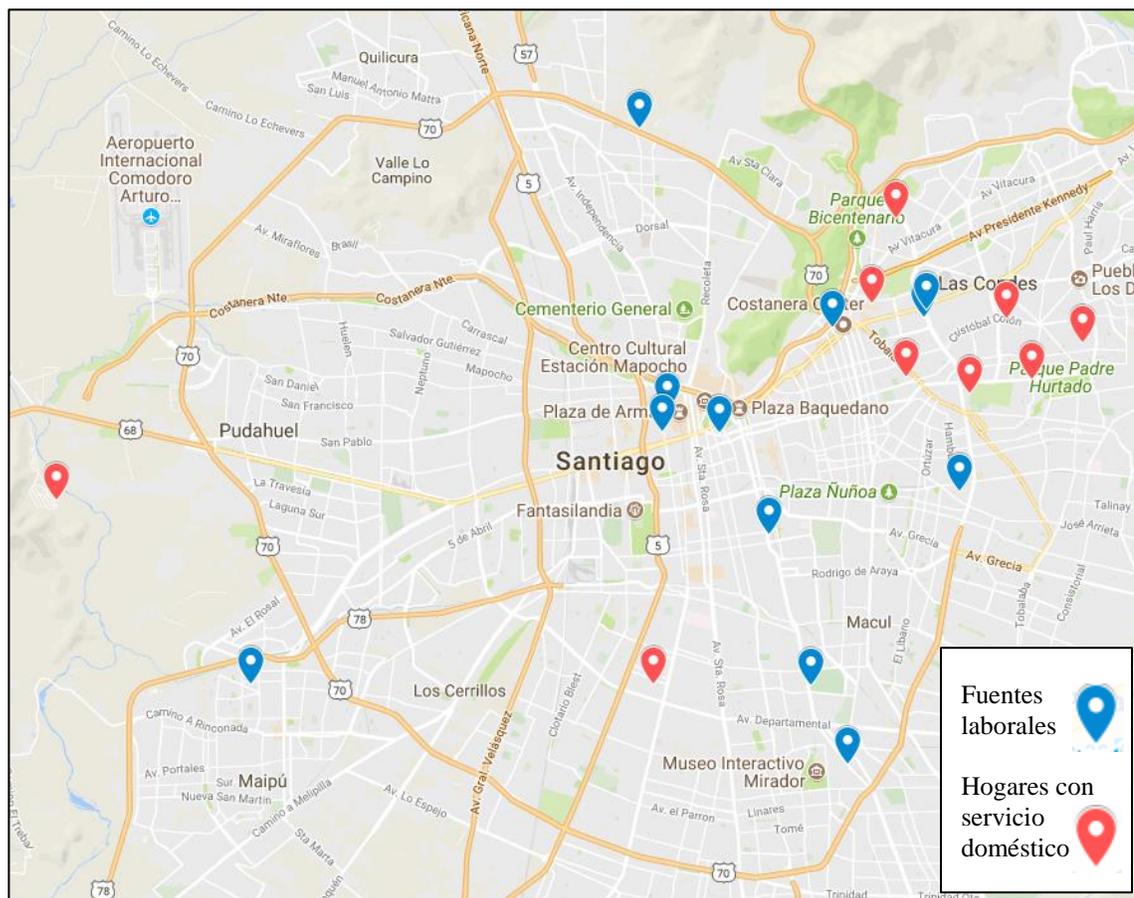


Figura 3-1. Ubicación geográfica de las fuentes laborales incluidas en la muestra.

Fuente: Elaboración propia en base a Google Maps

Dada la limitación de recursos para desarrollar la investigación, se estimó que en primera instancia sería posible trabajar con 200 personas. Para decidir si el tamaño de muestra sería apropiado al estudio, se consideraron los cálculos desarrollados por Bloom (1995) mencionados en el Capítulo 2. Si bien se recogieron diferentes variables de interés, la principal a medir corresponde al número de viajes a la semana en transporte público, realizándose la recolección de una línea base de datos. Se asumió que los viajes a la semana en transporte público para cada persona estarían altamente correlacionados entre sí, por lo que para el cálculo del EMD expuesto en (2.2) se tomó un R^2 de 80%. Por otro lado, en el piloto con cerca de 30 personas se estimó para el número de viajes a

la semana en transporte público una desviación estándar cercana a 5. Considerando un poder de 80%, significancia de 5% y una proporción de 50% de la muestra en el grupo de tratamiento, se concluyó que 200 personas entregarían un efecto mínimo detectable de 0,885 viajes adicionales a la semana. Así, se consideró esta muestra con su efecto respectivo como suficientes. Ésta sería la meta de personas a incluir.

3.2 Recolección de datos

Desarrollar una prueba controlada aleatorizada considera diferentes beneficios que facilitan la toma de datos. Uno de ellos es que se pueden combinar levantamientos de datos realizados diferidamente en un mismo resultado, dado que en cada etapa se cuenta no solo con grupos de tratamiento, sino que también los de control respectivos. De esta forma las diferencias transversales que se presentan en la variable a medir debido a la temporalidad en la que se registraron, además de poder controlarse en una regresión, deberían ocurrir balanceadamente entre quienes reciben un tratamiento y quienes no.

Considerando lo anterior, en una primera instancia de las tomas definitivas de datos, participaron 3 empresas, donde los interesados comenzaron a registrar sus viajes durante la semana del 17 de octubre. Si bien no comenzaron todos el mismo día, hubo un día particular para el inicio de cada empresa. Lo mismo ocurrió en la segunda toma de datos, incluyéndose 10 instituciones cuyos trabajadores comenzaron en distintos días de la semana del 20 de marzo de 2017. El esquema del proceso en cada fuente laboral se despliega en la figura 3-2.

Empresa	Octubre 2016											Noviembre 2016														
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A	Semana 1					Semana 2					Semana 3															
B				Semana 1				Semana 2				Semana 3														
C			Semana 1				Semana 2				Semana 3															
	Marzo 2017											Abril 2017														
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
D				Semana 1				Semana 2				Semana 3														
E				Semana 1				Semana 2				Semana 3														
F				Semana 1				Semana 2				Semana 3														
G			Semana 1				Semana 2				Semana 3															
H			Semana 1				Semana 2				Semana 3															
I		Semana 1				Semana 2				Semana 3																
J				Semana 1				Semana 2				Semana 3														
K				Semana 1				Semana 2				Semana 3														
L			Semana 1				Semana 2				Semana 3															
M				Semana 1				Semana 2				Semana 3														

Figura 3-2. Semanas consideradas en toma de datos.

Fuente: Elaboración propia

Conversamos dentro de cada institución sobre la forma en la que podríamos contactar a los trabajadores que calzaban con las características de la muestra. De esta forma pudimos contactar y explicarle personalmente a la mayoría la forma de proceder en este estudio. En algunos casos esto se pudo hacer a través de charlas informativas, en otros solamente dispusimos de momentos de reuniones comunes para explicar la información, y en otros recurrimos a llamadas telefónicas o los contactos de quienes los contratan (especialmente de servicio doméstico).

Junto con el paso anterior, se le solicitó a quienes se sumaron a la investigación que firmaran un consentimiento informado. En él se detallaba quiénes conformamos el equipo investigador y cómo contactarnos, los objetivos del estudio, las características de su participación ya sea que quedarán seleccionados para el grupo de tratamiento o control, los beneficios que recibirían al participar, la confidencialidad con que se

tratarían sus datos, y la libertad que tenían de retirarse de la toma de datos sin ningún tipo de consecuencia.

Posteriormente, se recopiló información personal en una encuesta de caracterización. En algunos casos se difundió en formato online y en otros en papel. Se prefirió difundir en el formato digital para quienes trabajaban constantemente con computadores, eliminando el proceso de traslado y digitación por parte de terceros de esa información. La encuesta preguntaba por nombre, sexo, fecha de nacimiento, número de tarjeta bip, dirección, número de habitantes en el hogar, ingresos líquidos del hogar, si la red de metro se encuentra a una distancia caminable para el encuestado, número de vehículos en el hogar y si es que el encuestado tenía disponibilidad para usar alguno, además de número de teléfono y correo de contacto. La versión impresa de la encuesta se encuentra en el Anexo A. Cabe destacar que no siempre se respondieron todas las preguntas. Con el paso del tiempo se intentó recuperar lo omitido, sin embargo, el objetivo se logró solo parcialmente. La situación final con respecto a los datos de la muestra se expresa en la sección 4.2.

A todos los participantes se les solicitó que por 3 semanas predefinidas reportaran todos sus viajes en un diario de viajes. En particular, las consultas correspondían al motivo de cada viaje, hora de inicio desde que se dejaba el lugar de actividad, hora de término correspondiente al arribo al destino, comuna de destino y modo de transporte. No se les solicitó más información con el objetivo de que fuera simple familiarizarse con el instrumento y también se evitara un efecto de fatiga por la duración del estudio. Si bien los viajes a pie también debían registrarse, se dejó a criterio de las personas decidir cuándo es que el viaje era tan corto que se convertía en irrelevante como para registrarlo. En el caso de que preguntaran por la distancia mínima para anotarlos, se les respondió con dos cuabras. La prioridad en este sentido era que quienes registraban los viajes lo hicieran consistentemente, sin reportar en ocasiones viajes que en otras no lo hacían.

El diseño físico y la redacción de las opciones se basó en el diario de viajes utilizado en la EOD 2001 (SECTRA, 2002) y consistió en una página por día con espacio para 6 viajes. Además se agregaron dos páginas al final para escribir más de 6 viajes en días diferentes. La versión online consideraba una encuesta por día registrado con alta flexibilidad en el número de viajes que se podían ingresar

Al igual que la encuesta de caracterización, el diario de viajes se entregó en algunas fuentes laborales de manera física y en otras se difundió en formato online. Se prefirió mantener homogeneidad en la forma de responder en cada institución. Hubo solamente una excepción que concretamente no implicó una dificultad logística. La versión impresa de la encuesta se encuentra en el Anexo B.

Una vez iniciado el proceso, además del contacto del investigador responsable se les dejaba la invitación a los participantes para ante cualquier duda o noticia no dudaran en contactarlo. Sumado a eso se procuró visitar a la mayoría de las empresas y demás instituciones para resolver dudas de reportes y mantener una disposición viva en la participación del experimento. Hubo un par de empresas en las que por la naturaleza de sus labores se prefirió potenciar la comunicación por mail en vez de las visitas, que habrían implicado recorrer muchos puestos de trabajo y potencialmente distraer en exceso a los demás trabajadores. En estos casos en que además se contaba con reportes de viajes online, se procuró incentivar con fuerza al inicio de la toma de datos la persistencia en hacer este proceso diariamente entre quienes tenían algunos días de atraso.

En el caso de las personas que quedaron seleccionadas para ser parte del grupo de tratamiento, se procuró entregar una tarjeta bip! que estuviera conectada a una cuenta de postpago CMR, que permite viajar con un límite de 8 viajes diarios y después cancelar los viajes en la cuenta mensual de la tarjeta. En algunos casos de la toma de datos 2016 hubo que recurrir a entregar una bip! cargada con el máximo de dinero posible, equivalente a \$25.000, que en ningún caso fue insuficiente para realizar todos los viajes

deseados dentro de las 2 semanas. Respecto al límite de 8 viajes, resultó ser también un valor suficiente para emular la posibilidad de viajes “ilimitados”, dado que ningún participante reportó la necesidad de más durante el estudio

Se les solicitó a los beneficiados que utilizaran las tarjetas de manera personal e intransferible. Esto permitiría observar los efectos de la gratuidad para trasladarse sobre un individuo sin que este beneficio se traspase a amigos y/o familia. Implementar un abono de estas características exige contar con un sistema de pago personalizado y debidamente fiscalizado. A pesar de que hoy no se cuenta con eso, esto podría cambiar si se avanza en la inclusión de dispositivos tecnológicos para reconocimiento facial. Hay tecnología activa en ciudades de Brasil y se ha estado probando en Talcahuano, Concepción (Fernández, 2017).

En la mayoría de los casos se pudo respetar el plazo de tres semanas consecutivas previsto, entregando en la gran mayoría de los casos la bip! a los miembros del grupo de tratamiento con un día de anticipación para que no se les perdiera ni tuvieran la oportunidad de usarla antes. Sin embargo, en el caso de las instituciones educativas y de apoyo a microempresarios presentamos complicaciones tecnológicas que nos hicieron retrasar el inicio de sus semanas de gratuidad en 1 y 3 días respectivamente. Se le solicitó al grupo de control que continuaran reportando sus viajes hasta los días en los que se debió extender la toma de datos en ambos casos para cumplir con 2 semanas enteras de comparación. De esta forma pudimos mover en ambas instituciones la referencia del inicio de la primera semana a considerar en la misma cantidad de días. Así no solo las 3 semanas del estudio fueron días de corrido, sino que también se aumentó la cantidad de días efectivamente reportados en ambas organizaciones. Como referencia se presentan en la tabla 3-3 tanto las fechas de inicio de la toma de datos de cada institución como las de las semanas de gratuidad para el grupo de tratamiento.

Tabla 3-3. Fechas de inicio de las semanas de toma de datos y de gratuidad.

Fuente: Elaboración propia

Rama de actividad económica	Fuente laboral	Tipo de institución	Inicio toma datos	Inicio gratuidad
2	A	Manufacturera	17-10-2016	24-10-2016
1	B	Vendedora de enseres	20-10-2016	27-10-2016
9	C	Hotel	19-10-2016	26-10-2016
5	D	Colegio	24-03-2017	31-03-2017
1	E	Microempresarios	24-03-2017	31-03-2017
3	F	Construcción	24-03-2017	31-03-2017
4	G	Diseñadora de Softwares	22-03-2017	29-03-2017
4	H	Diseñadora de Softwares	22-03-2017	29-03-2017
10	I	Liquidadora de seguros	21-03-2017	28-03-2017
8	J	Servicio público	24-03-2017	31-03-2017
7	K	Red de salud	24-03-2017	31-03-2017
4	L	Servicio de aseo	23-03-2017	30-03-2017
6	M	Servicio doméstico	24-03-2017	31-03-2017

Al finalizar las tres semanas de registro de viajes, se procedió a retirar los diarios de viaje y las tarjetas bip!, además de realizar el pago comprometido de \$15.000 a cada persona del grupo de control. Este monto es casi idéntico al costo de realizar 20 viajes en hora punta de metro (\$14.800), que sería el gasto de ida y vuelta en este modo durante 10 días hábiles. De esta forma se buscaba generar cierta igualdad entre el beneficio percibido de pertenecer a un grupo y otro.

Luego de una inspección visual y también después de la digitación del contenido de los diarios, se observaron diferentes detalles mal o dudosamente registrados. Como ejemplo, en algunos casos faltaban horarios o modos de transporte, y en otros se reportaban viajes

extremadamente largos o días sin retorno al hogar. Se intentó completar o confirmar la mayor cantidad de información posible, sin lograr un 100% de éxito.

Para la toma de datos 2017 se entregó además una hoja adicional donde se solicitaba la revisión a los mismos participantes de sus viajes reportados. En este documento se hacía especial énfasis en los errores más observados dentro de los reportes obtenidos en la toma de datos 2016. Para quienes respondieron el diario de viajes online, se les entregaron sus respuestas impresas, dado que no contaban con ningún tipo de acceso a estas. En la hoja se les consultaba también si es que usaron efectivamente la misma tarjeta bip que habían reportado inicialmente, si es que le pagaron a alguien más algún viaje con su tarjeta, alguien les pagó a ellos con su tarjeta y si es que compraron boletos de metro para realizar viajes. Si bien la información no fue muy detallada, se pudo hacer algunos ajustes a la base de datos. Un ejemplo de las hojas adicionales entregadas se encuentra en el Anexo B. El número de días-persona que en cualquier caso terminó generando dudas se menciona en la sección 4.2.

Cabe destacar que el periodo de recolección de datos se extendió en más de dos meses después de terminadas las semanas de reporte, principalmente debido a que hubo personas que tomaron vacaciones o tuvieron periodos extensos de licencia posterior al tiempo de estudio.

Tanto los datos de las encuestas de caracterización como de los diarios de viajes en versión física fueron traspasados por una persona contratada para este propósito. A modo de verificación, se tomaron algunos reportes al azar y se compararon con la información virtual, confirmándose la calidad de este trabajo.

3.3 Selección de grupos de tratamiento y control

El objetivo de conformar un grupo de tratamiento y uno de control es poder contar con un contrafactual para inferir una referencia al valor que habría tomado la variable a

observar entre las personas a las que se les aplica una intervención si es que no se les hubiera aplicado. De esta manera, conviene construir dos grupos que sean lo más parecidos posibles. Si bien se podría considerar un sinnúmero de variables sobre las cuales controlar que ambos grupos no se diferencien tanto, corresponde priorizar aquellas que pudieran estar más vinculadas a las diferencias del efecto de la gratuidad producido dentro del grupo de tratamiento. En particular, se consideraron hasta 3 de ellas: La fuente laboral de los trabajadores, la intensidad de uso de transporte público y la posibilidad de acceder caminando al metro.

Desde otro punto de vista, lograr que los grupos de tratamiento y control se encuentren balanceados en torno a las últimas dos variables resulta de interés por una razón adicional. Como se pretende estudiar diferencias en el efecto de poseer el pase en torno a qué tan frecuente usan las personas el transporte público y qué tan cerca viven del metro, se necesita que estas variables no presenten medias muy diferentes entre quienes reciben una tarjeta bip! para viajar gratis y quienes no. Así, también se veló porque el proceso de asignación aumentara las probabilidades de que se lograra un balance en estas características.

La aleatorización que determinó la pertenencia de cada persona a un grupo u otro ocurrió dentro de cada fuente laboral como primer criterio. De esa manera se pudo obtener dos secciones de la muestra total balanceadas por cada fuente laboral. Esto hace sentido sobre todo al pensar que cualquier circunstancia que pudiera afectar a alguno de los centros laborales en cuanto a su movilidad (cierres estaciones de metro específicas, accidentes de tráfico, tratamiento diferenciado entre empresas de días feriados) no debería impactar en el resultado grueso de este estudio.

Para incorporar la segunda variable a la división, solo se disponía del indicador proveniente de las validaciones de las tarjetas bip! que cada persona declaró como propia y de uso principal. Esta información se encuentra online para los últimos 90 días. De esta manera, al interior de la muestra de trabajadores de cada fuente laboral se separó

a quienes habían reportado a tiempo el número de su tarjeta o la no posesión de ninguna, de quienes no lo hicieron. Dentro del primer conjunto se procedió a obtener un promedio de viajes por semana para las fechas previas al inicio de la toma de datos. Se decidió separar a los miembros de esta parte de la muestra en 3 *clusters*: (a) quienes habían realizado al menos 10 viajes validados por semana, (b) quienes habían realizado menos de 3 y (c) quienes habían realizado entre 3 y 10. Se quiso representar de alguna manera a través de esos límites a quienes validaban al menos una ida y vuelta al trabajo en transporte público por día hábil, y por otro lado a quienes no alcanzaban a completar dos idas y regresos por semana en transporte público. Si bien en la encuesta de caracterización se consultaba por la tenencia de una segunda tarjeta bip!, no se alcanzó a proveer el número de todas ellas a tiempo. De lo anterior se desprende que para fines de esta aleatorización hay personas cuyas validaciones fueron subestimadas. Sin embargo, asumir un valor promedio de viajes para las segundas tarjetas y sumarlas a los viajes observables no necesariamente habría sido más cercano a la realidad. Algunas de estas otras tarjetas reconocieron posteriormente ser usadas en casos de emergencia, por lo que pueden perfectamente no haber sido usadas en los 90 días consultados.

Finalmente, en la mayoría de los casos en que quedaron *clusters* conformados por menos de cuatro personas, se hicieron colapsar con el *cluster* más cercano. Las únicas excepciones ocurrieron en dos empresas de la primera toma de datos, donde quedaron configurados dos *clusters* con menos de cuatro personas. Por otro lado, si un *cluster* quedaba con al menos ocho personas, se revisaba la posibilidad de dividirlo en dos con al menos cuatro personas cada uno introduciendo el criterio de cercanía al metro desde el hogar, entendido como una disposición a caminar esa distancia. Este criterio surge de la respuesta que las personas indicaron ante la consulta: “Supongamos que Ud. está en su casa y va a comenzar un viaje en metro. ¿De cuáles formas usted llegaría hasta él?”. Entre las opciones disponibles se encontraba la de “caminando”.

Con los estratos seleccionados, se asignó un número aleatorio entre 0 y 1 a cada persona en una planilla Excel. El posterior proceso de conformación del grupo de tratamiento y

control fue de la siguiente manera: En una primera división se consideraron para tratamiento aquellos que poseían los números asignados mayores dentro de cada *cluster*. En el caso de que el *cluster* tuviera un número impar de personas, se observaba el valor de la mediana entre todos los números y en el caso de que fuera mayor a 0,5 se consideraba a esa persona como parte del tratamiento. Como segundo ajuste, en el caso de que el total de personas en el grupo de tratamiento dentro de una fuente laboral difiriera en más de una unidad con el grupo de control, se escogía a una persona de un *cluster* impar desbalanceado en el mismo sentido que el total de la fuente laboral para que se cambiara al grupo que necesitaba ser compensado. La selección del individuo se basó también en los números aleatorios generados, escogiendo a quien tenía el mayor número estando asignado a control en el caso de que se buscara un nuevo miembro para tratamiento, o a quien tenía el número menor y estuviera asignado a tratamiento si faltaba añadir más controles. El último ajuste se repitió hasta que se cumpliera que ambos grupos no difirieran en más de una persona por fuente laboral. Esta implementación de precauciones procuró lograr al mismo tiempo una muestra aleatoria y balanceada.

En cualquier caso, ante la posibilidad de que este último ajuste (que en la práctica cambió de grupo a dos personas) hubiera podido interferir en la estimación de los errores estándar de los coeficientes de interés, se realizó un procedimiento de tipo Bootstrap que validó las conclusiones obtenidas en este estudio. A este procedimiento se hace referencia en la sección 5.8.

4 DATOS DISPONIBLES

En este capítulo se presentan las características principales de la muestra de personas involucradas en el experimento, además de una mención a la información de validaciones bip! de la que se disponía.

4.1 Descripción de la muestra disponible

Si bien se logró contactar a un total de más de 200 personas, la muestra presentó dos tipos de deserciones. Una ocurrió antes de la aleatorización, en la mayoría de los casos por haber sido incluidos erradamente trabajadores con acceso a una Tarjeta Nacional Estudiantil, y otra cantidad por falta de información respecto a los procedimientos (en particular durante la toma de datos 2016), entre otras razones. El otro tipo de deserción correspondió al que ocurrió posterior a la distribución de las personas entre tratamiento y control. La mayoría de esos casos estuvieron relacionados a licencias prolongadas y cambios de trabajo, que repercutió en que no pudiéramos tener una declaración de viajes realizados.

La tabla 4-1 muestra el número de personas contactadas por fuente laboral, además de las que finalmente no estuvieron disponibles a continuar o resultaron no ser elegibles. También se muestran las cantidades de personas que desertaron después de ser seleccionadas para pertenecer al grupo de tratamiento o de control. Estos últimos corresponden a 48 personas cuyas respuestas de los diarios de viaje no se encuentran disponibles, ya sea porque no pudieron rellenarlos correctamente, o porque decidieron dejar de reportar, entre otras razones. Este último fenómeno puede inducir un sesgo en la muestra, dado que no es posible rescatar de otra forma sus viajes de manera fidedigna.

Tabla 4-1. Tamaño de la muestra inicial y deserciones

Fuente: Elaboración propia

Fuente laboral	Número de contactados	Deserción pre aleatorización	Deserción post aleatorización	Muestra final	Control	Tratamiento
A	47	4	4	39	20	19
B	29	11	5	13	5	8
C	13	0	5	8	4	4
D	32	1	9	22	12	10
E	10	0	5	5	2	3
F	9	1	3	5	2	3
G	24	4	3	17	7	10
H	14	2	3	9	5	4
I	17	2	2	13	6	7
J	8	0	1	7	4	3
K	7	2	2	3	2	1
L	13	0	5	8	3	5
M	11	0	1	10	4	6
Total	234	27	48	159	76	83

Como se menciona en la sección 3.3, la construcción de los grupos de tratamiento y control busca generar dos muestras comparables. De ser así, es posible considerar el comportamiento observado de uno como el contrafactual del otro, y la causa del efecto medido se considera el tratamiento aplicado. Si bien en ningún caso los miembros de un grupo son iguales a los demás, sí es posible verificar bajo algunos parámetros su similitud. La tabla 4-2 describe algunas características muestrales recogidas en la encuesta de caracterización para quienes efectivamente se pudo recabar. La tabla incluye un análisis de balance entre los grupos de tratamiento y control, mediante un test estadístico en el que la hipótesis nula consiste en que las medias de estos grupos se asemejan. Los resultados aseguran que ambas muestras están balanceadas en estas variables a un 5% de significancia.

Tabla 4-2. Descripción y balance de la muestra de los grupos de tratamiento y control.

Fuente: Elaboración propia

Variable	Media	Desviación estándar	Valor mínimo	Valor máximo	Tamaño muestra	Media control	Media tratamiento	valor-p
Sexo [1=hombre]	0,60	0,49	0	1	159	0,62	0,58	0,61
Edad [años]	41,6	12,4	20	70	158	42,6	40,7	0,33
Distancia caminando al trabajo [km]	10,9	10,4	0,0	98,0	158	12,2	9,6	0,11
Número de miembros en hogar	3,9	2,0	1	14	154	3,9	3,9	0,89
Ingreso monetario familiar [\$]	1.216.172	1.043.281	140.000	7.000.000	143	1.203.975	1.228.540	0,89
Ingreso monetario familiar per cápita [\$]	390.518	381.414	28.000	2.000.000	139	410.253	370.497	0,54
Número de auto-móviles en hogar	0,62	0,70	0	3	156	0,65	0,59	0,58
Número de viajes en transporte público en semana 1	8,48	4,68	0	18	159	7,99	8,94	0,20

4.2 Información de los diarios de viajes

A pesar de las revisiones de los diarios de viaje por parte del equipo investigador y de parte de los mismos trabajadores, se encontró una serie de preguntas sin responder. De los 3311 días-persona que se consideran en la muestra (155 personas con 21 días y 4 con los primeros 14), se reconocen 103 que no fueron contestados. Estas omisiones están relacionadas a 42 personas, de las que 25 pertenecen al grupo de tratamiento. Solo en un caso hubo más de 3 omisiones dentro de una misma semana. 57 días-persona

corresponden a días sábado o domingo, incrementando las probabilidades de que haya habido efectivamente días sin viajes al no necesitar asistir al trabajo.

Por otro lado, se reconocen 35 días-persona en los que muy probablemente falta al menos un viaje, ya sea de ida a algún lado o retorno al hogar. Aparecen involucradas 22 personas, de las que 15 pertenecen al grupo que recibió gratuidad. No se asoció esta condición en el reporte a ninguna persona para más de 4 días.

Además de lo anterior, se contó finalmente con 14 viajes sin motivo declarado, 19 que no presentaron un horario de inicio y/o fin de viajes, 19 sin comuna indicada de destino (ni tampoco imputable cuando el viaje era retorno al hogar) y 15 que no indicaron el modo de transporte.

Para no imputar datos errados y reconociendo el sesgo al subreporte, los días, viajes y detalles no ingresados no se reemplazaron. La implicancia de lo anterior es que al hacer la comparación de número de viajes de un modo en particular por semana, los días y viajes no reportados, al igual que los viajes sin modo declarado no sumaron al total. Sin embargo, de ocurrir este fenómeno en ambos grupos sin distinción, todas las inferencias que resultan de la comparación de ambos grupos en torno a los viajes no deberían verse modificadas por este hecho. Por otro lado, los demás detalles no ingresados no afectaron de ninguna manera a estos cálculos.

4.3 Validación del uso de la tarjeta bip!

En el trabajo actual se tuvo acceso a una base de datos con información limitada sobre las validaciones bip! de las tarjetas entregadas a los participantes y de las declaradas como propias por ellos, provista por Empresa de Transporte de Pasajeros Metro S.A. Específicamente se disponía del valor asociado a cada transacción (monto de recarga o cobro según el caso), una referencia a si cada validación ocurrió en el metro o en un bus,

su día de ocurrencia y una hora registrada entre 1:00 y 12:59. Este último dato no permitía saber si es que la validación ocurrió en horario AM o PM.

Con el propósito de comparar ambas fuentes de información sobre los viajes de las personas, se calculó la diferencia para cada persona entre el número de viajes validados en las tarjetas bip! asociadas (ya sea declarada por ellos como propia o aquella entregada como instrumento del estudio para el grupo de tratamiento según correspondiera) y la cantidad de viajes declarados cada semana. De este indicador personal se obtienen las siguientes medias para cada grupo, junto a la desviación estándar entre paréntesis del parámetro, expuestas en la tabla 4-3. Como se observa, la tendencia es que haya más viajes validados que aquellos registrados en el diario de viajes.

Tabla 4-3. Promedio y desviación estándar de la diferencia individual entre el número de viajes validados con tarjeta bip! y diario de viajes.

Fuente: Elaboración propia

Grupo	Semana 1	Semana 2	Semana 3
Tratamiento	1,41 [3,77]	0,12 [2,25]	0,33 [2,22]
Control		1,27 [3,46]	1,02 [3,59]

Al existir diferencias entre esta fuente de información y los diarios de viaje, se decidió trabajar con los últimos, dado que su naturaleza permitiría analizar con más consistencia las diferencias en los viajes. Mientras que en los diarios está presente el subreporte como sesgo tanto para personas con gratuidad como sin ella, son pocas las situaciones que podrían llevar a un sobrerreporte en cualquiera de los dos grupos (como por ejemplo, anotar como viajes distintos las diferentes etapas de un solo viaje). Sin embargo, la información de las tarjetas bip! debe ser entendida exclusivamente desde el punto de vista de las validaciones y no necesariamente desde la movilidad. Principalmente, la evasión en los buses del sistema Transantiago ha tomado valores entre 28,4% y 34,6% desde el tercer trimestre de 2016 y el segundo trimestre de 2017, con una media de

31,18% (Programa Nacional de Fiscalización, 2018). Por lo anterior, un aumento de validaciones debido a la posesión de un pase gratuito puede significar una disminución de la evasión sin significar un incremento en los viajes realizados. Pero a lo anterior habría que agregar más factores que influyen de maneras distintas en el total de validaciones. Tomando algunos ejemplos de esto último, es posible pensar en el uso de boletos de metro como modo alternativo de acceso, la falta de cobro de otro viaje por ser asumido por el sistema como otra etapa (factores que subdimensionan la movilidad), los viajes cancelados a otras personas con la misma tarjeta (factor de sobredimensión de los viajes) y la posibilidad de que el número de tarjeta registrado no corresponda a la tarjeta efectivamente utilizada (factor que yerra completamente el indicador).

A pesar de lo anterior, sí se decidió revisar la congruencia entre los viajes declarados y los viajes validados con las tarjetas bip! prestadas. A pesar de la gratuidad, es posible que algunos viajes declarados no hayan sido pagados con tarjeta por varias razones. Por lo tanto, en vez de revisar si es que las declaraciones tenían una contraparte en las validaciones, se decidió tomar estas últimas y buscar la existencia de un viaje reportado en un instante cercano. Para eso se transformaron los horarios de los diarios al formato de números entre 1:00 y 12:59, y se verificó la existencia de un viaje declarado 60 minutos antes o después de cada validación, “emparejando” así de manera única cada validación con un viaje declarado en caso de ser posible.

Luego de observar las tasas de validaciones que contaban con una pareja dentro del diario de viajes, se consideraron nueve casos de personas como críticos. Estos tenían menos de un 60% de validaciones emparejadas, presentando al mismo tiempo más de dos viajes validados. Personas con dos viajes validados o menos y uno o dos errores no se consideraron críticos, por no juzgarse como diferencias tan importantes. Sin embargo, dado que todo este tipo de diferencias aún pueden producirse debido a una mala calidad del reporte y no con certeza al mal uso del bien prestado, se decidió dejar dentro de la muestra a estas personas, fundamentado en que estos errores podrían estarse cometiendo también en el grupo de control y sacar estos casos exclusivamente del tratamiento podría

sesgar los resultados. De todas maneras, se hizo un chequeo que se expone en la discusión de los resultados (sección 5.8) para revisar si los resultados cambiaban significativamente excluyendo esta parte de la muestra.

5 RESULTADOS

A continuación se exponen los resultados de las inferencias obtenidas de los datos que conforman la muestra disponible.

5.1 Regresiones lineales estimadas

El procedimiento se basa en la asignación aleatoria de cada individuo i al grupo de tratamiento. Esto permite considerar la regresión lineal (5.1) como especificación de la regresión expuesta por Duflo et. al (2007), para estimar el efecto promedio de recibir un pase sobre la cantidad de viajes semanales realizados en diferentes modos,

$$S_{k,i} = \beta \cdot T_i + \gamma \cdot S_{1,i} + \sum_j \theta_j \cdot x_{j,i} + \epsilon_{k,i} \quad (5.1)$$

En la regresión anterior, $S_{k,i}$ es la variable de resultado observado para la semana $k \in \{2,3\}$ y para el individuo i . Este resultado corresponde al número de viajes que comparten alguna característica, como puede ser “haber sido realizado en transporte público”. De las demás variables, T_i vale 1 cuando el individuo pertenece al grupo de tratamiento y 0 en otro caso. Así, β es el coeficiente que captura el efecto del tratamiento. $S_{1,i}$ corresponde a la línea base (medida en la semana 1) del resultado que se intenta predecir, y $x_{j,i}$ son las demás variables de control, que en este caso correspondieron solamente a variables mudas que valen 1 cuando el individuo i pertenece a la fuente laboral j . β , entonces, corresponde al cambio de viajes que comparten las características descritas promedio que sólo experimentan quienes recibieron una tarjeta y que no se explica por otros factores, entre la semana k y la 1. Cabe destacar que la línea base no se encuentra sesgada por pertenecer o no al grupo de

tratamiento, dado que es al final de este plazo que se le informó de su condición a los participantes.

Por otro lado, es posible ajustar la regresión (5.1) para estudiar también la posible heterogeneidad del efecto del tratamiento según otras variables consideradas. Por ejemplo, si hay un mayor impacto dentro del grupo de tratamiento en las personas que no poseen un auto en su hogar. En este caso la regresión estimada comprende los siguientes términos:

$$S_{k,i} = \beta \cdot T_i + \delta \cdot d_i \cdot T_i + \mu \cdot d_i + \gamma \cdot S_{1,i} + \sum_j \theta_j \cdot x_{j,i} + \epsilon_{k,i} \quad (5.2)$$

En la regresión, δ acompaña a la interacción de la variable d_i con la pertenencia al grupo de tratamiento. Como d_i corresponde a una variable muda (por ejemplo $d_i = 1$ si i posee un ingreso mayor a X , 0 en otro caso), β representa el efecto del tratamiento sobre el grupo que no comparte la característica representada por d_i (en el ejemplo, β representaría el efecto sobre las personas con ingreso $\leq X$). El efecto del tratamiento sobre el grupo que sí comparte la característica representada por d_i está dado por $\beta + \delta$. Las demás variables corresponden a lo explicado de la regresión (5.1).

Las variables consideradas para el estudio de heterogeneidad en el efecto son cuatro: Intensidad de uso de transporte público, distancia al metro desde el hogar, nivel de ingreso y disponibilidad de automóvil. Lo importante en cualquier caso es considerar para cada una de estas variables si es que los grupos de tratamiento y control se encuentran balanceados. Los resultados de este análisis de balance en la mayoría de los casos probados resulta positivo, aprobando la posibilidad de estimar los modelos. Las únicas instancias para las que esto no se cumple se expresan en los anexos asociados a las siguientes secciones y no merman las conclusiones generales que sí se pueden obtener con las demás regresiones. En la tabla 4-2 se presentan los resultados del análisis

de balance para parte de las variables. El análisis para todas las demás se encuentran en el Anexo C.

Cada caso fue estimado con regresiones lineales robustas a heterocedasticidad, utilizando el programa R versión 3.4.3. Se utilizó el método de White (1980) de la matriz de covarianza consistente heteroscedástica, disponible dentro del software.

Para analizar en mayor profundidad cada uno de los casos que resultan ser estadísticamente significativos, es necesario tener en cuenta que los nuevos viajes en transporte público pueden deberse exclusivamente a dos fenómenos: Viajes que en otro escenario no se habrían realizado, llamado generación (o demanda inducida); y viajes que se habrían llevado a cabo en otros modos de transporte, llamado sustitución. Para intentar detectar evidencia respecto de generación de viajes producto de contar con un pase, se estima el efecto del tratamiento en el número total de viajes declarados en el diario de viajes. De tener un efecto estadísticamente significativo, podría asociarse al volumen de viajes generados (dado que el total de viajes realizados habría aumentado). Para intentar detectar evidencia respecto de sustitución de viajes se estima el efecto del tratamiento en el número total de viajes que no incluyeron ninguna etapa en bus o metro. De tener un efecto negativo estadísticamente significativo, correspondería a presencia de sustitución de viajes (porque habrían disminuido los viajes en los demás modos). Las regresiones mencionadas se aplicaron para aquellos cortes de niveles de uso del transporte público, niveles de ingreso monetario familiar y disponibilidad de automóvil que entregaron resultados estadísticamente significativos cuando la variable dependiente correspondió a los viajes realizados en transporte público.

5.2 Efecto del pase dentro de la muestra

Se estimó la regresión sin interacciones (5.1) para la semana 2 con 159 observaciones y la semana 3 con 155. Se procedió tomando en cuenta las variables de control expresadas

en la sección 5.1. Se estimaron también las regresiones sin variables de control más que la línea base para su comparación y variables mudas por empresa. La tabla 5-1 las resume considerando los valores de errores estándar entre paréntesis.

Tabla 5-1. Resultado del efecto sin interacciones.

Fuente: Elaboración propia

Elemento	Coefficiente	Semana 2	Semana 3
Tratamiento	β	0,54 (0,455)	0,363 (0,472)
Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	8,013	7,819
Tamaño muestra	N	159	155

El tamaño de la muestra varía de acuerdo a la disponibilidad de respuestas con respecto a las variables incluidas. Como controles se consideran $S_{1,i}$ y una *dummy* por empresa. Errores estándar robustos en paréntesis. * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$

Si bien existe un valor positivo como diferencia de medias entre los grupos de tratamiento y control tanto para la semana 2 como la semana 3, lo que era esperable, éste no es significativo. Por un lado, el efecto de la gratuidad en el corto plazo para este grupo puede ser simplemente inexistente, o puede necesitar de una muestra más grande para ser descubierto con significancia estadística. Sin embargo, esto también puede estar escondiendo cierta heterogeneidad considerable con respecto a diferentes tipos de individuos de la muestra cuyo promedio no es significativo. Esta hipótesis es posible de ser probada mediante la estimación de (5.2).

5.3 Heterogeneidad del efecto con respecto a uso de transporte público

Como se mencionó en la sección 3.3, se consideró que el efecto de la gratuidad podría ser distinto principalmente si el usuario hace un uso más o menos frecuente del transporte público. Entonces, se revisó en primer lugar la interacción del efecto con los mismos cortes en las que se intentó dividir a los subgrupos para aleatorizarlos: separar a quienes hicieron en la primera semana 3 o menos viajes en transporte público, quienes hicieron 10 o más, y quienes hicieron más de 3 pero menos de 10. De alguna forma esto buscaba representar a quienes hacen cinco *tours* semanales en transporte público o más, a quienes no alcanzan a hacer dos, y los otros usuarios intermedios. Se utilizó una regresión levemente diferente de (5.2) detallada en (5.3), donde se eliminó la variable de viajes en la primera semana. $d_{2,i}$ vale 1 si es que la persona realizó entre 4 y 9 viajes en transporte público la primera semana y $d_{3,i}$ vale 1 si es que realizó 10 o más. De esta forma β concentra el efecto del grupo de personas que realizaron 3 viajes en transporte público o menos en la primera semana.

$$S_{k,i} = \beta \cdot T_i + \sum_{l=2}^3 (\delta_l \cdot d_{l,i} \cdot T_i + \mu_l \cdot d_{l,i}) + \sum_j \theta_j \cdot x_{j,i} + \epsilon_{k,i} \quad (5.3)$$

Los resultados para la semana 2 y semana 3 se exponen en la tabla 5-2. En esta ocasión, para observar los efectos del tratamiento sobre cada uno de estos subgrupos, y siguiendo la lógica expuesta en 5.1, se calcularon $\beta + \delta_2$ y $\beta + \delta_3$. De esta forma, es posible observar el efecto del tratamiento directamente sobre cada subgrupo considerado.

Tabla 5-2. Resultado del efecto considerando interacción con viajes en transporte público en tres grupos.

Fuente: Elaboración propia

Elemento	Coefficiente	Semana 2	Semana 3
Tratamiento viajero infrecuente ($S_{1,i} \leq 3$)	β	-0.311 (0.962)	1.352 (1.343)
Tratamiento viajero medio ($4 \leq S_{1,i} \leq 9$)	$\beta + \delta_2$	-1.073 (1.457)	-0.328 (1.251)
Tratamiento viajero frecuente ($S_{1,i} \geq 10$)	$\beta + \delta_3$	1.619*** (0.532)	0.368 (0.565)
Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	8.013	7.819
Tamaño muestra	N	159	155

El tamaño de la muestra varía de acuerdo a la disponibilidad de respuestas con respecto a las variables incluidas. Como controles se consideran $\sigma_{l,i}$ con l según corresponda y una *dummy* por empresa. Errores estándar robustos en paréntesis. * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$

De esta forma, se observa que tampoco hay un efecto estadísticamente significativo de la gratuidad en el corto plazo por pertenecer a alguna de estas categorías durante la semana 3, pero sí para la semana 2. En particular, un efecto promedio de 1,6 viajes adicionales en transporte público para quienes se consideraron en este estudio como los usuarios frecuentes.

Para completar el análisis, se consideró también separar a la muestra entre los que realizaron como mínimo X viajes en transporte público durante la primera semana y el resto, tomando varios valores para X . De esta forma las comparaciones se realizan siempre entre dos subgrupos y no entre tres, como en el caso anterior. Los resultados de cada uno de estos cortes son analizados con la regresión de la forma (5.2) eliminando la variable $S_{1,i}$. De esta forma d_i toma el valor de 1 cuando el individuo i realizó una cantidad igual o mayor a X viajes en transporte público durante la primera semana. Así, β concentra el efecto del grupo de personas que realizaron estrictamente menos de X viajes en transporte público en la primera semana. La tabla 5-5 muestra los cortes probados.

Tabla 5-3. Resultado del efecto considerando interacción con viajes en transporte público.

Fuente: Elaboración propia

Corte en número de viajes en transporte público	Elemento	Coefficiente	Semana 2	Semana 3
X=2	Tratamiento en viajero menos frecuente ($S_{1,i} < X$)	β	0,894 (1,021)	1,995 (1,586)
	Tratamiento en viajero más frecuente ($S_{1,i} \geq X$)	$\beta + \delta$	0,746 (0,66)	0,158 (0,565)
X=4	Tratamiento en viajero menos frecuente ($S_{1,i} < X$)	β	-0,171 (0,983)	1,409 (1,351)
	Tratamiento en viajero más frecuente ($S_{1,i} \geq X$)	$\beta + \delta$	1,095* (0,635)	0,326 (0,537)
X=6	Tratamiento para $S_{1,i} < X$	β	0,054 (0,975)	1,205 (1,23)
	Tratamiento para $S_{1,i} \geq X$	$\beta + \delta$	1,175** (0,583)	0,373 (0,519)
X=8	Tratamiento para $S_{1,i} < X$	β	0,25 (0,941)	1,31 (1,155)
	Tratamiento para $S_{1,i} \geq X$	$\beta + \delta$	1,283** (0,571)	0,398 (0,518)
X=10	Tratamiento para $S_{1,i} < X$	β	-0,695 (1,062)	0,566 (1,046)
	Tratamiento para $S_{1,i} \geq X$	$\beta + \delta$	1,612*** (0,552)	0,336 (0,583)
X=12	Tratamiento en viajero menos frecuente ($S_{1,i} < X$)	β	0,446 (0,841)	0,561 (0,808)
	Tratamiento en viajero más frecuente ($S_{1,i} \geq X$)	$\beta + \delta$	0,973 (0,768)	-0,127 (0,617)
TOTAL	Media de viajes en control	$(1 - T)S_k$	8,013	7,819
	Tamaño muestra	N	159	155

El tamaño de la muestra varía de acuerdo a la disponibilidad de respuestas con respecto a las variables incluidas. Como controles se consideran σ_i y una *dummy* por empresa. Errores estándar robustos en paréntesis. *p<0,1 ; **p<0,05 ; ***p<0,01

Como se transmite en los resultados de las regresiones presentadas, nuevamente en ninguno de los cortes se observa un efecto diferenciado para varios niveles de uso de transporte público para la tercera semana. Por otra parte, para la semana 2 se encontraron diferencias estadísticamente significativas con 5% de significancia para quienes realizaron más de cinco, siete o nueve viajes en transporte público durante la primera semana y recibieron el tratamiento. Estas corresponden a valores entre 1,2 y 1,6 viajes adicionales.

Los resultados de las regresiones que buscan explicar a través de la generación o sustitución a los aumentos antes mencionados se presentan en la tabla 5-4

Tabla 5-4. Resultado de regresiones para número de viajes totales y sin transporte público considerando interacción con diferentes niveles de uso de transporte público

Fuente: Elaboración propia

Corte en número de viajes en transporte público	Elemento	Coeficiente	Número total de viajes		Número de viajes sin transporte público	
			Semana 2	Semana 3	Semana 2	Semana 3
X=6	Tratamiento para $S_{1,i} \geq X$	$\beta + \delta$	1,208** (0,605)	0,586 (0,718)	0,434 (0,494)	0,566 (0,626)
X=8	Tratamiento para $S_{1,i} \geq X$	$\beta + \delta$	1,057* (0,606)	0,34 (0,751)	0,365 (0,511)	0,495 (0,664)
X=10	Tratamiento para $S_{1,i} \geq X$	$\beta + \delta$	1,865*** (0,646)	0,914 (0,844)	0,466 (0,531)	0,723 (0,728)
TOTAL	Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	14,645	14,208	6,632	6,389
	Tamaño muestra	N	159	155	159	155

El tamaño de la muestra varía de acuerdo a la disponibilidad de respuestas con respecto a las variables incluidas. Como controles se consideran σ_i , $S_{1,i}$ y una *dummy* por empresa. Errores estándar robustos en paréntesis. *p<0,1 ; **p<0,05 ; ***p<0,01

En este caso es posible apreciar que mientras la variable construida para detectar sustituciones no explicaría el aumento de viajes en transporte público para los usuarios

más frecuentes durante la semana 2, la variable que se asocia a la generación de viajes sí lo hace. Presenta un valor positivo y cercano al módulo de los coeficientes correspondiente expuestos en la tabla 5-3, además de ser estadísticamente significativo para dos de tres cortes. De esta forma, la mejor hipótesis para el aumento de viajes corresponde a la realización de viajes que sin el pase no se habrían realizado.

Una explicación tentativa para la no repetición de estos viajes adicionales en la tercera semana corresponde a que algunos usuarios se vieron atraídos a la idea de probar nuevos viajes durante la semana 2 que antes no hacían y que no terminaron por convencerlos. Así, estos viajes “de prueba” serían una reacción exclusiva del corto plazo.

5.4 Heterogeneidad del efecto con respecto a distancia del hogar a red de metro

La forma de proceder en este caso es similar a la última expuesta en la sección 5.3 donde se impusieron cortes de las variables para las que se generó tanto la variable de control como la de interacción para cada regresión. En los casos expuestos se volvió a incluir la variable de línea base y la de pertenencia a una fuente laboral.

Usando la regresión (5.2), se sigue la lógica de que d_i toma el valor de 1 cuando la distancia del hogar es superior o igual a X . β entonces muestra el efecto del grupo de personas que viven caminando a una distancia menor a X del metro más cercano. En la tabla 5-5 se observan cortes representativos de los resultados encontrados, exponiendo solo el valor de β y de $\beta + \delta$. La totalidad de los cortes estimados se encuentra en la tabla D-1 del Anexo D.

Tabla 5-5. Resultado del efecto considerando interacción con distancia a red de metro desde el hogar.

Fuente: Elaboración propia

Corte en metros de distancia a red de metro	Elemento	Coefficiente	Semana 2	Semana 3
X=750	Tratamiento para quien vive más cerca ($dist < X$)	β	0,915 (0,855)	0,581 (0,861)
	Tratamiento para quien vive más lejos ($dist \geq X$)	$\beta + \delta$	0,392 (0,546)	0,283 (0,567)
X=1.500	Tratamiento para $dist < X$	β	1,455** (0,631)	1,027 (0,653)
	Tratamiento para $dist \geq X$	$\beta + \delta$	-0,487 (0,683)	-0,371 (0,669)
X=2.250	Tratamiento para $dist < X$	β	1,52*** (0,555)	1,04* (0,615)
	Tratamiento para $dist \geq X$	$\beta + \delta$	-1,569** (0,784)	-0,988 (0,631)
X=3.500	Tratamiento para $dist < X$	β	1,044** (0,507)	0,731 (0,531)
	Tratamiento para $dist \geq X$	$\beta + \delta$	-2,061* (1,081)	-1,51** (0,708)
X=4.500	Tratamiento para $dist < X$	β	0,881* (0,492)	0,621 (0,515)
	Tratamiento para $dist \geq X$	$\beta + \delta$	-1,804 (1,204)	-1,268 (0,852)
TOTAL	Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	8,013	7,819
	Tamaño muestra	N	158	154

El tamaño de la muestra varía de acuerdo a la disponibilidad de respuestas con respecto a las variables incluidas. Como controles se consideran σ_i , $S_{1,i}$ y una *dummy* por empresa. Errores estándar robustos en paréntesis. *p<0,1 ; **p<0,05 ; ***p<0,01

Los resultados indican que β obtuvo valores positivos estadísticamente significativos para siete cortes distintos entre $X=1.500$ y $X=3.500$ para la semana 2, manifestando

aumentos entre 1,04 y 1,63 viajes semanales en transporte público para quienes viven más cerca de la red. Sin embargo, todos estos resultados se sostienen en la medida que los cuatro grupos formados sean comparables (personas localizadas por encima y debajo del corte, a la vez habiendo controles y tratamientos). Si bien en cada caso el test-t expuesto en Anexo C indica que los grupos se encuentran balanceados, en la práctica las regresiones estimadas concluyen que en un corte para cada semana ($X=2.250$ y $X=3.500$ respectivamente), se encuentra un efecto estadísticamente significativo y negativo para quienes recibieron un pase y viven más lejos del metro. Dada la naturaleza aleatoria de la asignación de las personas al grupo de tratamiento, la explicación para este caso es que coincidentemente, quienes recibieron una tarjeta y viven más lejos del metro, realizaron menos viajes en transporte público (o quienes viven más cerca hicieron más) por alguna razón no conocida ni controlada en las regresiones. Por esta razón, los resultados obtenidos bajo esta categorización del efecto dentro del tratamiento no se consideran dentro de las inferencias y conclusiones de este estudio.

5.5 Heterogeneidad del efecto con respecto a nivel de ingreso

Como queda expuesto en la tabla 4-2, la información de ingreso monetario familiar y el número de integrantes por hogar no se pudo obtener para todos los participantes por igual. Entonces, tanto el análisis por nivel de ingreso como por nivel de ingreso per cápita se realizaron con muestras reducidas.

En la tabla 5-6 se presentan algunos de los resultados por cortes de ingreso monetario familiar para 143 personas en el caso de la semana 2 y para 140 personas en el caso de la semana 3, mientras que en la tabla 5-7 está lo obtenido para los cortes de ingreso monetario familiar per cápita con 139 personas para la semana 2 y 136 para la semana 3. En ambas tablas se sigue la lógica de que d_i toma el valor de 1 cuando el ingreso es menor o igual a X . β entonces muestra el efecto del grupo de personas con ingresos

superiores a X. Las tablas con todos los cortes corresponden a la tabla D-2 y tabla D-3 del Anexo D respectivamente.

Tabla 5-6. Resultado del efecto considerando interacción con niveles de ingreso monetario familiar.
Fuente: Elaboración propia

Corte en miles de pesos mensuales	Elemento	Coefficiente	Semana 2	Semana 3
X=1.000	Tratamiento para $ing > X$	β	0,896 (0,62)	1,137 (0,901)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,283 (0,66)	-0,487 (0,588)
X=1.500	Tratamiento para $ing > X$	β	1,367* (0,699)	2,219*** (0,847)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,324 (0,562)	-0,59 (0,594)
X=2.000	Tratamiento para $ing > X$	β	1,984** (0,884)	3,185*** (1,132)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,171 (0,509)	-0,432 (0,54)
X=2.500	Tratamiento para $ing > X$	β	4,142*** (0,851)	1,988 (1,414)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,223 (0,485)	-0,13 (0,542)
TOTAL	Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	8,111	7,841
	Tamaño muestra	N	143	140

El tamaño de la muestra varía de acuerdo a la disponibilidad de respuestas con respecto a las variables incluidas. Como controles se consideran σ_i , $S_{1,i}$ y una *dummy* por empresa. Errores estándar robustos en paréntesis. *p<0,1 ; **p<0,05 ; ***p<0,01

Tabla 5-7. Resultado del efecto considerando interacción con niveles de ingreso monetario familiar per cápita.

Fuente: Elaboración propia

Corte en miles de pesos mensuales	Elemento	Coefficiente	Semana 2	Semana 3
X=300	Tratamiento para $ing > X$	β	0,8 (0,614)	0,847 (0,886)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,454 (0,626)	-0,351 (0,602)
X=500	Tratamiento para $ing > X$	β	1,258 (0,859)	2,666** (1,236)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,212 (0,51)	-0,523 (0,536)
X=900	Tratamiento para $ing > X$	β	0,218 (1,33)	1,323 (1,38)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,098 (0,475)	0,002 (0,54)
X=1.200	Tratamiento para $ing > X$	β	3,833*** (0,859)	0,686 (1,375)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,069 (0,456)	0,153 (0,543)
TOTAL	Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	8,029	7,746
	Tamaño muestra	N	139	136

El tamaño de la muestra varía de acuerdo a la disponibilidad de respuestas con respecto a las variables incluidas. Como controles se consideran σ_i , $S_{1,i}$ y una *dummy* por empresa. Errores estándar robustos en paréntesis. * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$

Además se presentan los gráficos que resumen la tendencia de los coeficientes de β para los cortes de ingreso $>X$ de las semanas 2 y 3. En forma de cuadrado se exponen los resultados estadísticamente significativos.

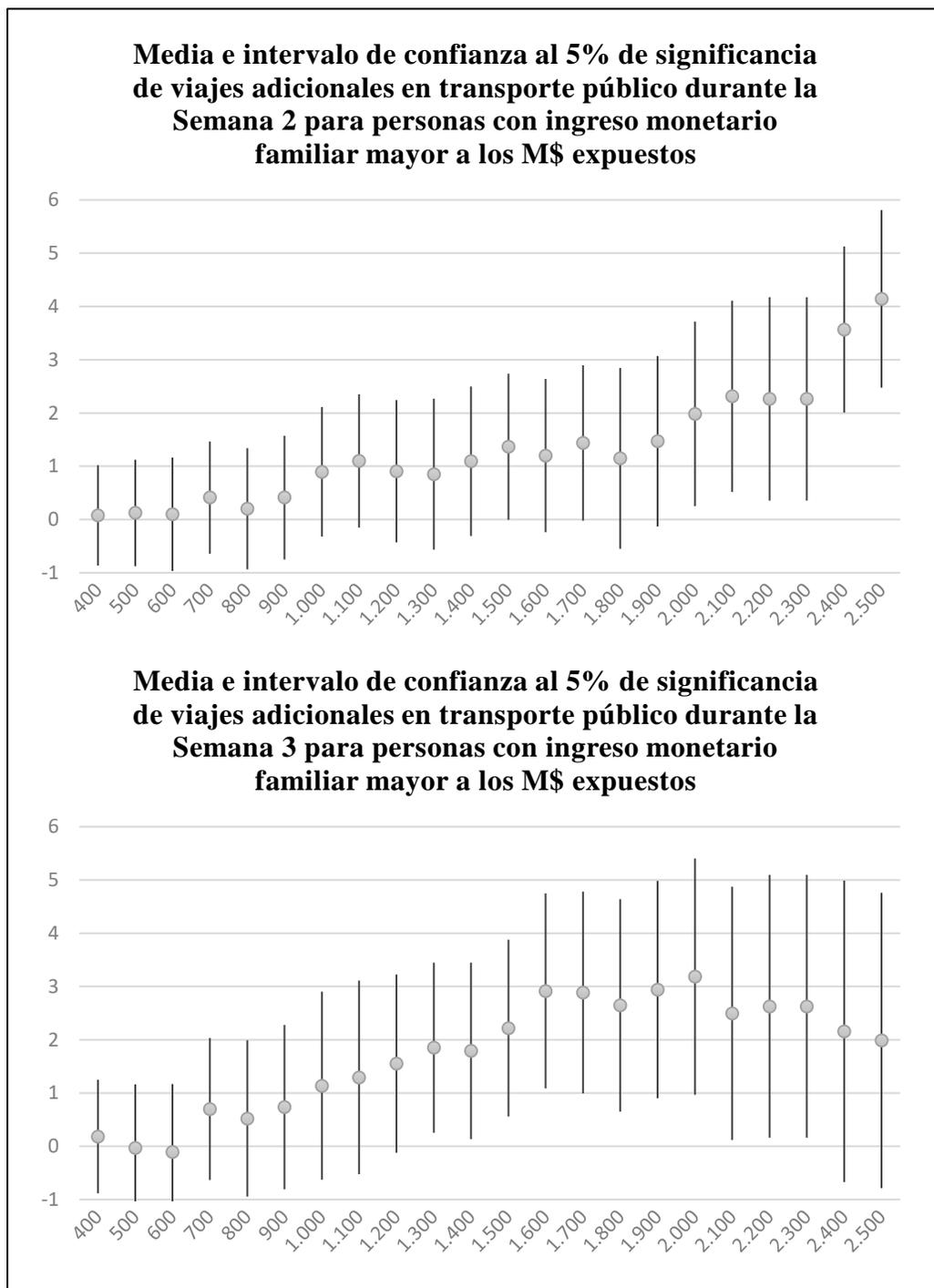


Figura 5-1. Valor de los coeficientes de β para los cortes de ingreso monetario familiar $> X$ durante las semanas 2 y 3 vs. valores de los cortes X en miles de pesos mensuales
Fuente: Elaboración propia

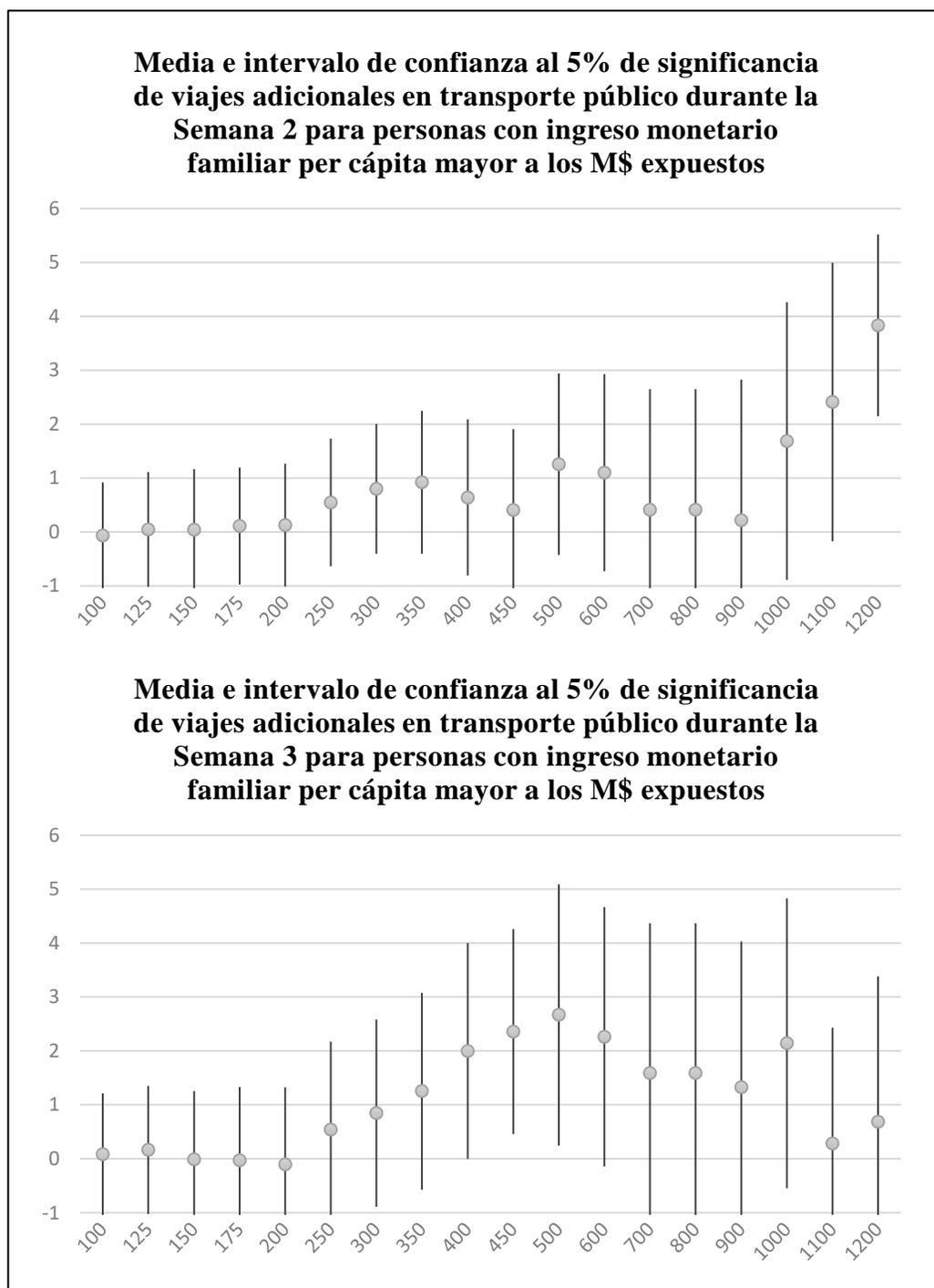


Figura 5-2. Valor de los coeficientes de β para los cortes de ingreso monetario familiar per cápita > X durante las semanas 2 y 3 vs. valores de los cortes X en miles de pesos mensuales

Fuente: Elaboración propia

Las tablas y gráficos anteriores muestran la tendencia encontrada para los diferentes cortes. En la semana 2 hubo un aumento estadísticamente significativo en el número de viajes en transporte público para las personas cuyos hogares perciben ingresos mayores a \$2.000.000. En el caso del ingreso per cápita, esto solo se observa para el último corte realizado ($X=1.200$) donde β representa solo a siete personas entre las que se encuentran tres controles.

Por otro lado, para la tercera semana se observa un aumento en los viajes para quienes poseen un ingreso familiar mayor a \$1.300.000 así como con la mayoría de los cortes superiores a éste, mientras que se observa lo mismo para quienes cuentan con un ingreso per cápita mayor a \$450.000 ó \$500.000. Estas diferencias en número de viajes oscilan entre 1,85 y 3,19. No es de extrañarse que las diferencias estadísticamente significativas que se presentan en más de un corte consecutivo desaparezcan luego de cierto umbral, dado que luego de cierto punto tiene sentido que ya no se encuentre una masa crítica entre las observaciones recolectadas suficiente para identificar una diferencia en viajes entre ambos grupos.

Dada la continuidad de los resultados estadísticamente significativos observados en torno a los diferentes cortes de ingreso, se resume que quienes pertenecen a hogares con ingresos mayores aumentaron en promedio sus viajes en transporte público por poseer un pase. El nivel de ingreso a partir del cual se observa este fenómeno es superior en el caso de la segunda semana en comparación a la tercera.

Los resultados para las regresiones con las variables dependientes que buscan explicar generación y sustitución en este caso se encuentran en el Anexo D. Tanto ahí como en el resumen de la tabla 5-8 se consideran solamente cortes con resultados significativos en cuanto al efecto en el nivel de ingreso monetario familiar.

Tabla 5-8. Resultado de regresiones para número de viajes totales y sin transporte público considerando interacción con diferentes niveles de ingreso monetario familiar

Fuente: Elaboración propia

Corte en miles de pesos mensuales	Elemento	Coeficiente	Número total de viajes		Número de viajes sin transporte público	
			Semana 2	Semana 3	Semana 2	Semana 3
X=1.500	Tratamiento para $ing > X$	β	3,092*** (1,087)	1,957 (1,364)	1,605 (1,116)	-0,601 (1,428)
X=2.000	Tratamiento para $ing > X$	β	4,429*** (1,533)	3,298* (1,751)	2,359 (1,631)	-0,423 (1,838)
X=2.500	Tratamiento para $ing > X$	β	5,171*** (1,673)	1,879 (2,391)	1,012 (1,685)	-1,083 (2,43)
TOTAL	Media de viajes en control	$(1 - T)S_k$	14,806	14,319	6,694	6,478
	Tamaño muestra	N	143	140	143	140

El tamaño de la muestra varía de acuerdo a la disponibilidad de respuestas con respecto a las variables incluidas. Como controles se consideran σ_i , $S_{1,i}$ y una *dummy* por empresa. Errores estándar robustos en paréntesis. * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$

De los resultados, es posible observar que quienes recibieron una tarjeta y poseen mayores ingresos, realizaron en total más viajes durante la segunda semana. Estos valores en cada caso exceden el módulo de viajes adicionales en transporte público dentro de esta semana, identificados para los cortes iguales y superiores a $X = 2.000$. Esto significaría que el abono produjo en el corto plazo viajes adicionales no solamente en bus o metro sino que también en otros modos. De esta forma, nuevamente la generación de viajes sería el origen de este aumento en la intensidad de viajes en transporte público.

Por otro lado, ni la generación ni la sustitución de viajes explica completamente el aumento de viajes en transporte público para la tercera semana de quienes tienen más ingreso. Ningún resultado resultó ser estadísticamente significativo. De esta forma no es

posible asociar completamente la explicación de los viajes adicionales a ninguno de estos dos procesos.

Hay al menos dos argumentos por los cuales la generación podría considerarse un efecto más fácil de producir entre quienes perciben mayores ingresos. En primer lugar, la inversión necesaria para realizar una actividad nueva va más allá de los costos de transporte. Muchas veces visitar a alguien, ir a comer o a ver una película requiere de un desembolso de dinero mayor. Siguiendo esta línea, quienes tienen más ingresos se encuentran en mejores condiciones para abordar el precio asociado a la inducción de viajes nuevos al sistema.

Por otro lado, según la primera encuesta nacional de empleo y calidad de vida (MINSAL et al, 2011), los hombres que ganan más dinero trabajan más horas. Sin embargo, estas diferencias podrían verse compensadas y tal vez superadas por los tiempos diariamente destinados al traslado al trabajo. En el caso de ser así, la cantidad de horas disponibles dentro del día podría explicar si es que las personas de mayores ingresos tienen más horas al día para realizar nuevos viajes. En el caso de las mujeres, la tendencia entre horas trabajadas e ingreso es inversa, presentando un promedio de horas laborales semanales menor a medida que se consideran tramos de mayores salarios.

Como alternativa, para estudiar la factibilidad de sustitución de viajes desde otros modos entre personas de mayores ingresos, se puede analizar el promedio de viajes en transporte público en la línea base, además de los viajes totales realizados tanto para la gente de mayores y menores ingresos. En la tabla 5-9 se muestra esta información para los cortes de ingreso monetario de interés.

Tabla 5-9. Número de viajes en transporte público y totales promedio en línea base para diferentes cortes de ingreso

Fuente: Elaboración propia

Corte en miles de pesos mensuales	Promedio viajes en transporte público para ingresos $\leq X$	Promedio viajes en transporte público para ingresos $> X$	Promedio viajes totales para ingresos $\leq X$	Promedio viajes totales para ingresos $> X$
X = 1.000	9,1	7,3	14,6	16,1
X = 1.500	8,5	7,9	14,7	16,7
X = 2.000	8,6	7,0	14,9	17,1

De los datos no solo se obtiene que efectivamente las personas de menos recursos hacen más viajes en transporte público, sino que además las personas de más recursos hacen más viajes en total. Este panorama aclara la existencia de una mayor cantidad de viajes en modos diferentes al bus y el metro entre las personas de más ingresos, lo que favorece para ellos la posibilidad de sustituir viajes.

5.6 Heterogeneidad del efecto con respecto a motorización

Para este análisis se consideraron como variables mudas si es que hay auto en el hogar y si tiene disponible auto. Mientras que la primera variable se calcula en base a respuestas objetivas, la segunda corresponde a la pregunta expuesta luego de consultar por el número de autos en el hogar: “Si es que tiene alguno ¿Generalmente puede usar uno cuando quiere?”

En cada caso, los resultados de las regresiones se exponen tanto para β cuando d_i hace referencia a una posesión de auto como para $\beta + \delta$. Todo esto en la tabla 5-10 junto al número de persona que se incluyen en cada muestra, debido a la información disponible.

Tabla 5-10. Resultado del efecto considerando interacción con motorización.

Fuente: Elaboración propia

Variable interactuada	Elemento	Coefficiente	Semana 2	Semana 3
Hay auto	Tratamiento sin auto	β	0,315 (0,771)	0,34 (0,624)
	Tratamiento con auto	$\beta + \delta$	0,875 (0,541)	0,404 (0,727)
	Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	8,041	7,843
	Tamaño muestra	N	156	152
Tiene auto disponible	Tratamiento sin auto disp.	β	0,079 (0,646)	-0,283 (0,581)
	Tratamiento con auto disp.	$\beta + \delta$	1,64*** (0,62)	1,737** (0,77)
	Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	8,041	7,843
	Tamaño muestra	N	155	151

El tamaño de la muestra varía de acuerdo a la disponibilidad de respuestas con respecto a las variables incluidas. Como controles se consideran σ_i , $S_{1,i}$ y una *dummy* por empresa. Errores estándar robustos en paréntesis. *p<0,1 ; **p<0,05 ; ***p<0,01

De lo anterior se observa que así como se espera una correlación de la posesión de automóvil particular con nivel de ingreso, no se infiere que quienes tienen vehículo particular presenten un cambio sus viajes en transporte público de manera estadísticamente significativa en comparación con los demás durante ambas semanas.

Sin embargo, se aprecia un incremento de entre 1,6 y 1,7 viajes en transporte público para quienes declararon tener auto generalmente a disposición durante ambas semanas y fueron parte del grupo de tratamiento. Esto no significa necesariamente que los viajes adicionales realizados corresponden a sustituciones de viajes en automóvil, pero estos resultados abren la posibilidad de que así sea.

La tabla 5-11 muestra la heterogeneidad de las regresiones de generación y sustitución con respecto a la disponibilidad declarada de automóvil.

Tabla 5-11. Resultado de regresiones para número de viajes totales y sin transporte público considerando interacción con disponibilidad declarada de automóvil

Fuente: Elaboración propia

Elemento	Coeficiente	Número total de viajes		Número de viajes sin transporte público	
		Semana 2	Semana 3	Semana 2	Semana 3
Tratamiento con auto disp.	$\beta + \delta$	3,307*** (0,78)	4,202*** (0,916)	1,736** (0,854)	2,666** (1,235)
Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	14,716	14,271	6,676	6,429
Tamaño muestra	N	155	151	155	151

El tamaño de la muestra varía de acuerdo a la disponibilidad de respuestas con respecto a las variables incluidas. Como controles se consideran σ_i , $S_{1,i}$ y una *dummy* por empresa. Errores estándar robustos en paréntesis. *p<0,1 ; **p<0,05 ; ***p<0,01

De la última tabla se extrae que una vez más la generación de viajes explicaría el aumento de viajes en transporte público durante las dos semanas. A diferencia de los usuarios intensivos de transporte público, definidos y analizados en la sección 5.3, quienes tienen a disposición un automóvil habrían generados nuevos viajes durante las dos semanas que duró el tratamiento.

5.7 Efecto sobre otros modos de transporte

Para complementar el análisis anterior, se estimó la regresión (5.1) reemplazando la variable $S_{x,i}$ por el total de viajes realizados en la semana x por la persona i en otros modos, o en un subconjunto de modos de transporte público. De esta forma, la variable β representa el cambio de viajes para esos modos. Los resultados en cada caso se exponen en la tabla 5-12.

Tabla 5-12. Resultado de regresiones para número de viajes en diferentes modos

Fuente: Elaboración propia

Modo	Elemento	Coefficiente	Semana 2	Semana 3
Alguna etapa en bus	Tratamiento	β	-0,269 (0,401)	-0,233 (0,384)
	Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	6,461	5,667
Alguna etapa en metro	Tratamiento	β	0,774** (0,387)	0,401 (0,437)
	Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	5,842	5,736
Alguna etapa en bus y ninguna en metro	Tratamiento	β	-0,323 (0,302)	-0,157 (0,261)
	Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	2,171	2,083
Alguna etapa en metro y ninguna en bus	Tratamiento	β	0,716** (0,307)	0,428 (0,288)
	Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	2,276	2,153
Solo viajes que incluyeran metro y bus	Tratamiento	β	0,011 (0,256)	-0,092 (0,351)
	Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	3,566	3,583
No motorizado	Tratamiento	β	0,389 (0,287)	0,844*** (0,314)
	Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	1,776	1,556
Alguna etapa en Auto, taxi o motocicleta	Tratamiento	β	0,375 (0,408)	-0,088 (0,521)
	Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	4,75	4,681
Solo etapas en Auto, taxi o motocicleta	Tratamiento	β	0,368 (0,402)	-0,034 (0,518)
	Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	4,566	4,444
Total	Tamaño muestra	N	159	155

El tamaño de la muestra varía de acuerdo a la disponibilidad de respuestas con respecto a las variables incluidas. Como controles se consideran $S_{1,i}$ y una *dummy* por empresa. * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$

De las regresiones anteriores se extrae que para esta muestra, la posesión de un pase no produjo en el corto plazo cambios estadísticamente significativos en la intensidad de uso de diferentes modos de transporte, con excepción de dos casos. El primero hace referencia a un aumento en la segunda semana de los viajes que utilizaron el metro como una etapa, ya sea que hayan usado el bus en otra o no. Una explicación para que la diferencia de medias de esta variable haya obtenido un valor-p menor a 0,05 y no así el conjunto de viajes en transporte público para el mismo periodo, es que el pase generó por un lado en las personas nuevos viajes en el metro y puede haber sustituido algunos hechos fuera del transporte público; pero también puede haber sustituido algunos que se realizaban solo en bus. De hecho, la diferencia de viajes que utilizaron bus y en ninguna etapa metro fue negativa al analizar el efecto del pase en la segunda o tercera semana. Esta circunstancia podría explicarse desde la diferencia de precio existente entre ambos modos específicos dentro del transporte público, que en hora punta asciende a \$100 si se llega a validar alguna etapa en metro. Esta diferencia desaparece en presencia del pase.

Finalmente, los viajes no motorizados (bicicleta y caminata) aumentaron durante la tercera semana en presencia del pase. Esto parece ir en contra de lo expuesto en la literatura respecto al transporte público gratuito, cuyo impacto debería reducir la intensidad de uso de estos modos. Sin embargo, esto no quiere decir que no haya habido sustitución de viajes a pie o en bicicleta por viajes en Transantiago, sino que por sobre ese potencial efecto se descubre un aumento en los viajes totales que escogieron estos modos.

5.8 Discusión de los resultados

En primer lugar, se procedió a calcular nuevamente los modelos de diferencias de viajes en transporte público de las secciones 5.2, 5.3, 5.5 y 5.6 excluyendo a nueve personas del tratamiento identificadas en la sección 4.3 como inconsistentes al comparar sus validaciones bip! y declaración de viajes. Las diferentes tablas están en el Anexo E. De

este ejercicio, los únicos resultados diferentes corresponden a la pérdida de significancia estadística del efecto del pase para algunos cortes, que no afectan la tendencia interpretada anteriormente con la muestra completa. Los mayores cambios se producen para los resultados de los cortes más altos de ingreso en el análisis para la semana 3. Sin embargo, otros cortes inferiores mantienen la conclusión de que quienes poseen mayores ingresos aumentaron sus viajes en transporte público.

Y en segundo lugar, el último ajuste a la distribución aleatoria de los miembros de la muestra entre los grupos de tratamiento y control mencionado en 3.3 pudo haber afectado al cálculo del error estándar de la variable de interés (β o $\beta + \delta$ dependiendo del caso). Es debido a lo anterior que se utilizó el método Bootstrap para recalculer los coeficientes con su nivel de significancia.

Utilizando la notación de Eichler (2004), teniendo una muestra X es posible estimar un parámetro θ donde $\hat{\theta} = s(X)$ es el estadístico que lo estima. El procedimiento Bootstrap para analizar la robustés de los resultados obtenidos de la muestra total es el siguiente:

1. Obtener B muestras aleatorias con reposición independientes de tamaño N .
2. Evaluar $\hat{\theta}^{(b)} = s(X^{(b)})$ para $b = 1, \dots, B$
3. Obtener $\hat{\theta}$ de Bootstrap como la media de $\hat{\theta}^{(b)}$ para $b = 1, \dots, B$
4. Obtener el error estándar de $\hat{\theta}$ de Bootstrap como la desviación estándar de $\hat{\theta}^{(b)}$ para $b = 1, \dots, B$

Luego de realizar este procedimiento para los resultados más relevantes de este estudio, se concluye que las tendencias interpretadas en el cuerpo de esta tesis no varían. En la tabla 5-11 se marca con un 1 los resultados con 5% de significancia entre las diferentes regresiones de interés, resaltando aquellas que cambiaron tanto en el análisis de muestra reducida como de Bootstrap.

Es por todo lo anterior que los resultados expuestos en el cuerpo se consideran respaldados por las validaciones realizadas.

Tabla 5-13. Resultados con 5% de significancia con muestra completa, muestra reducida y Bootstrap

Fuente: Elaboración propia

Elemento a revisar	Muestra original		Muestra reducida		Bootstrap	
	Semana 2	Semana 3	Semana 2	Semana 3	Semana 2	Semana 3
Efecto en la muestra						
Número de viajes en transporte público						
>2						
>4					1	
>6	1				1	
>8	1		1		1	
>10	1		1		1	
>12						
Ingreso en miles de pesos mensuales						
>900						
>1000						
>1100		1			1	
>1200						1
>1300		1		1		1
>1400		1		1		1
>1500		1		1	1	1
>1600		1		1		1
>1700		1		1		1
>1800		1		1		1
>1900		1		1		1
>2000		1	1	1	1	1
>2100	1	1	1		1	1
>2200	1	1	1		1	1
>2300	1	1	1		1	1
>2400	1	1	1		1	
>2500	1		1		1	
Tratamiento con auto						
Tratamiento con auto disponible	1	1	1	1	1	1

6 CONCLUSIONES

A través de una prueba controlada aleatorizada se ha buscado determinar el efecto promedio sobre el patrón de viajes en una muestra de trabajadores de Santiago por poseer un pase ilimitado de transporte público durante dos semanas. Los resultados del estudio pueden considerarse como una aproximación del efecto de corto plazo de un abono, sin tomar en cuenta el impacto de que el usuario vea reducido el dinero disponible por tener que costear la tarjeta (efecto ingreso), dado que no existió ningún cobro por participar. Las conclusiones son de interés dado que los cambios que este medio de pago produce en la movilidad forman parte central de la discusión respecto a su implementación.

Por medio de regresiones lineales se calculó la diferencia de viajes semanales en transporte público producto de la posesión de una tarjeta bip! que no necesitaba recargarse para funcionar. Esta diferencia no resultó ser estadísticamente significativa para el grupo de tratamiento completo, por lo que no es posible reconocer un efecto sobre el total de la muestra. Sin embargo, al considerar diferencias en los viajes realizados por subgrupos, se estiman efectos estadísticamente significativos tanto para la primera como para la segunda semana de prueba.

En el primer caso se descubrió para las personas con mayor intensidad de uso de transporte público (más de cinco, siete o nueve viajes en este modo durante la semana base, aquella sin intervención) un aumento de entre 1,2 y 1,6 viajes. Este incremento se presenta sobre una media de 8 viajes realizados por el grupo de control durante la misma semana de estudio. Para el mismo período se estimaron aumentos de 1,6 viajes para quienes mencionan tener disponibilidad de automóvil, y aumentos de más de 2,2 viajes para quienes poseen ingresos monetarios familiares mayores a \$2.00.000 ó ingresos monetarios familiares per cápita mayores a \$1.200.000. En el segundo caso solo se observaron aumentos para quienes poseían mayores ingresos y reconocían disponibilidad de automóvil. En particular, incrementos entre 1,9 y 3,2 viajes para

personas con ingresos monetarios familiares superiores a \$1.300.000 ó mayores a \$450.000 per cápita, sobre una media de 7,8 dentro del grupo de control. Incrementos de 1,7 para usuarios de auto particular. En otras palabras, si bien no se encontró un aumento de viajes en general por tener un pase, sí se observó este efecto entre las personas que realizan un uso intensivo del transporte público, quienes perciben mayores ingresos y quienes tienen a disposición un automóvil para cuando desean usarlo.

Como estos aumentos pueden deberse a viajes que no se habrían realizado en ningún otro modo (fenómeno de generación) o a los que se habrían hecho de todas maneras en otro modo (fenómeno de sustitución), se intentó cuantificar ambos efectos mediante nuevas regresiones. En la mayoría de los casos se considera la generación de viajes como la mejor explicación disponible. Sin embargo, es posible destacar que las personas de mayores ingresos realizan en promedio más viajes fuera del transporte público, entregándoles más alternativas de viajes para sustituir. Por otro lado, al analizar el impacto del pase en diferentes modos, se descubren aumentos de viajes no motorizados y de viajes que usaron metro como alguna etapa de su viaje.

Si bien la asignación aleatoria del tratamiento a las personas de la muestra permite obtener resultados internamente válidos del efecto promedio, la extensión de estos a una población mayor, como puede ser el conjunto de todos los trabajadores contratados de Santiago, corresponde a un supuesto fuerte. Entonces, las conclusiones obtenidas deben leerse como tendencias válidas para un grupo determinado que pueden iluminar posibles tendencias del conglomerado mayor al que representan.

Estas tendencias deben entenderse también bajo las características limitadas en las que fueron experimentadas. En particular, el estudio probó el efecto de la gratuidad en transporte público durante solo dos semanas. Esto quiere decir que las personas no se vieron expuestas a la posibilidad de modificar su comportamiento en el mediano plazo, reorganizando sus actividades regulares, como sí podrían haberlo hecho en un lapso mayor de tiempo. A pesar de esto, estas circunstancias aún son altamente comparables

con algunas políticas públicas, como lo pueden ser las promociones temporales. De hecho, Fearnley (2013) defiende este tipo de medidas como una de las pocas en las que proveer de transporte público gratuito se puede justificar en términos de efectividad y racionalidad económica, dado que aumenta el nivel de conocimiento de los servicios. Por otro lado, también ha habido medidas como las implementadas en París, donde para reducir la contaminación ambiental se ha restringido la circulación de la mitad de los vehículos particulares por algunos días, proveyendo a la vez de transporte público gratuito (EFE, 2014; The Note, 2015).

Este estudio sugiere que personas de mayores recursos y poseedoras de automóvil realizarían más viajes en transporte público si contaran con un abono. Lo mismo ocurriría con quienes ya son usuarios intensivos de transporte público. Considerando todos estos resultados, una consecuencia es que podría existir un espacio en el mercado si es que estos países se ofrecieran a precios más bien elevados (como podría ser el mismo precio que costaría realizar una tasa de 10 viajes semanales), dado que gente de alto poder adquisitivo encuentra beneficios en este producto, así como quienes ya gastan las mayores sumas de dinero per cápita en el sistema (porque realizan más viajes en él). Cabe destacar que, como se expuso en la revisión bibliográfica, tanto las elasticidades-precio como los efectos de los países en las ciudades son mayores en el largo plazo, por lo que los efectos observados en este estudio podrían aumentar. Por sobre este análisis, no puede dejar de mencionarse que también hay razones para justificar la entrega de estos países a un precio menor a determinados grupos sociales.

Por otro lado, este estudio sugiere que de existir los abonos, los viajes no motorizados podrían no verse mermados, sino que hasta incluso incentivados. Así, herramientas como ésta o incluso aquellas conocidas como *park and ride* (disminución de los costos de estacionamiento y/o tarifa de transporte público aparcando un vehículo privado en una estación de intercambio modal) podrían reducir efectivamente externalidades de transporte propias de este modo de transporte privado.

Entre las posibles extensiones de la investigación sobre la base de datos recolectada, es posible pensar diferentes análisis. Por ejemplo, considerar como variable de interacción a rangos de tiempo promedio de viaje al trabajo, observar solamente ciertos motivos de viaje, viajes realizados en determinados rangos horarios, rangos de distancia considerando distancias promedio entre comunas, rangos de tiempos de viaje, y viajes exclusivamente realizados en días laborales o no laborales.

Entre extensiones que precisarían de nuevas tomas de datos, puede considerarse un aumento de la misma base disponible, repitiendo la experiencia con más personas. Podría ser un incremento de datos que permita diferenciar finalmente algún efecto promedio sobre toda la muestra (considerando la posibilidad de que actualmente no se haya podido descubrir exclusivamente debido a su tamaño reducido), y que idealmente ayude a aproximar mejor la proporción de trabajadores por rubro a la proporción existente en Santiago. Podría también considerarse tiempos de experimentación más largos y así descubrir las diferencias con los resultados ya expuestos. Finalmente, es posible pensar en otros grupos de interés, como dueñas de casa, adultos mayores o abiertamente trabajadores independientes, tanto en la capital como en otras urbes nacionales. Cualquiera de estas extensiones puede considerarse de interés a la hora de estimar con mayor precisión las consecuencias en movilidad de la existencia de los abonos, con el fin de evaluar correctamente políticas públicas que adhieran al mejoramiento de sistemas de transporte público en Chile.

En cualquier caso, vale la pena recordar que la implementación de pases temporales de transporte público necesitaría de una importante fiscalización en su uso, a lo que la tecnología de cámaras biométricas podría ayudar.

BIBLIOGRAFÍA

Abou-Zeid, M., Witter, R., Bierlaire, M., Kaufmann, V., y Ben-Akiva, M. (2012). Happiness and travel mode switching: findings from a Swiss public transportation experiment. *Transport Policy*, 19(1), 93-104.

Banerjee, A., Karlan, D., y Zinman, J. (2015). Six randomized evaluations of microcredit: Introduction and further steps. *American Economic Journal: Applied Economics*, 7(1), 1-21.

Basso, L. J., y Silva, H. E. (2014). Efficiency and substitutability of transit subsidies and other urban transport policies. *American Economic Journal: Economic Policy*, 6(4), 1-33.

Baum, H. J. (1973). Free public transport. *Journal of Transport Economics and Policy*, 3-19.

Bloom, H. S. (1995). Minimum detectable effects: A simple way to report the statistical power of experimental designs. *Evaluation review*, 19(5), 547-556.

Carbajo, J. C. (1988). The economics of travel passes: non-uniform pricing in transport. *Journal of Transport Economics and Policy*, 153-173.

Cerda, L., y Muñoz, J. C. (25 de mayo de 2016). Transantiago gratuito. *La Tercera*. p. 6.

Cats, O., Reimal, T., y Susilo, Y. (2014). Public Transport Pricing Policy: Empirical Evidence from a Fare-Free Scheme in Tallinn, Estonia. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2415), 89-96.

Cats, O., Susilo, Y. O., y Reimal, T. (2017). The prospects of fare-free public transport: evidence from Tallinn. *Transportation*, 44(5), 1083-1104.

Comisión Asesora Presidencial Promovilidad Urbana. (2014). Problemas de la Movilidad Urbana: Estrategia y Medidas para su Mitigación. Recuperado de: <http://mtt.gob.cl/wp-content/uploads/2015/01/InformePromovilidad.pdf>

Cools, M., Fabbro, Y., y Bellemans, T. (2016). Free public transport: A socio-cognitive analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 86, 96-107.

Curtin, J. F. (1968). Effect of fares on transit riding. *Highway Research Record*, (213).

Daly, A., y Zachary, S. (1977). *The effect of free public transport on the journey to work* (No. TRRL Supp Rpt 338 Monograph).

Dargay, J., y Pekkarinen, S. (1997). Public transport pricing policy: empirical evidence of regional bus card systems in Finland. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (1604), 146-152.

De Witte, A., Macharis, C., y Mairesse, O. (2008). How persuasive is ‘free’ public transport?: a survey among commuters in the Brussels Capital Region. *Transport Policy*, 15(4), 216-224.

De Witte, A., Macharis, C., Lannoy, P., Polain, C., Steenberghen, T., y Van de Walle, S. (2006). The impact of “free” public transport: The case of Brussels. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 40(8), 671-689.

Doxsey, L. B. (1984). Demand for unlimited use transit passes. *Journal of Transport Economics and Policy*, 7-22. Doxsey, L. B. (1984). Demand for unlimited use transit passes. *Journal of Transport Economics and Policy*, 7-22.

Duflo, E., Glennerster, R., y Kremer, M. (2007). Using randomization in development economics research: A toolkit. *Handbook of development economics*, 4, 3895-3962.

EFE. (14 de marzo de 2014) Transporte público gratis en París hasta el domingo para combatir la contaminación. Recuperado de: <http://www.abc.es/natural-vivirenverde/20140314/abci-transporte-francia-contaminacion-201403141056.html>

Eichler, M. (2004). Introduction to the Bootstrap [Material de clase]. Statistics 24600, The University of Chicago, Chicago, Illinois.

Fearnley, N. (2005). Efficient pricing of urban public transport with budget constraints. En 9 Conference on Competition and Ownership in Land Transport.

Fearnley, N. (2013). Free fares policies: impact on public transport mode share and other transport policy goals. *International Journal of Transportation*, 1(1), 75-90.

Fernández, O. (24 de mayo de 2017). Transantiago: evalúan instalar cámaras de reconocimiento facial para frenar evasión. *La Tercera*.

Fernández, O. y Astudillo, D. (2016). Transportes plantea pase mensual para reducir la evasión. *La Tercera*. Recuperado de: <http://diario.latercera.com/edicionimpresa/transportes-plantea-pase-mensual-para-reducir-la-evasion/>

FitzRoy, F., y Smith, I. (1999). Season tickets and the demand for public transport. *Kyklos*, 52(2), 219-238.

Fujii, S., y Kitamura, R. (2003). What does a one-month free bus ticket do to habitual drivers? An experimental analysis of habit and attitude change. *Transportation*, 30(1), 81-95.

Gilbert, C. L., y Jalilian, H. (1991). The demand for travel and for travelcards on London Regional Transport. *Journal of Transport Economics and Policy*, 3-29.

Glewwe, P., y Kremer, M. (2006). Schools, teachers, and education outcomes in developing countries. *Handbook of the Economics of Education*, 2, 945-1017.

Gschwender, A. (Octubre de 2007). TOWARDS AN OPTIMAL PRICING SYSTEM IN THE URBAN PUBLIC TRANSPORT: WHAT CAN WE LEARN FROM THE EUROPEAN EXPERIENCE?. En *XIII Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte*.

Gschwender, A., y Jara-Díaz, S. R. (2007). Elasticidades de la demanda del transporte público urbano: síntesis e interrelaciones. *Ingeniería de Transporte*, 13(1).

Hodge, D. C., Orrell III, J. D., y Strauss, T. R. (1994). *FARE-FREE POLICY: COSTS, IMPACTS ON TRANSIT SERVICE, AND ATTAINMENT OF TRANSIT SYSTEM GOALS. FINAL REPORT* (No. WA-RD 277.1).

Holmgren, J. (2007). Meta-analysis of public transport demand. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(10), 1021-1035.

INE. (2016). Encuesta Nacional de Empleo. Trimestre móvil octubre – diciembre 2015. Jara-Díaz, S., Cruz, D., y Casanova, C. (2016). Optimal pricing for travelcards under income and car ownership inequities. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 94, 470-482.

Levitt, S. D., y List, J. A. (2009). Field experiments in economics: The past, the present, and the future. *European Economic Review*, 53(1), 1-18.

Litman, T. (2017). Transit price elasticities and cross-elasticities.

Macharis, C., De Witte, A., Steenberghen, T., Van de Walle, S., Lannoy, P., y Polain, C. (2006). Impact and assessment of “free” public transport measures: lessons from the case study of Brussels. *Eur Transp Trasp Eur*, 32, 26-48.

Matas, A. (2004). Demand and revenue implications of an integrated public transport policy: the case of Madrid. *Transport Reviews*, 24(2), 195-217.

MINSAL, DT, ISL. (2011). Primera encuesta nacional de empleo, trabajo, salud y calidad de vida de los trabajadores y trabajadoras en Chile ENETS 2009-2010.

Mohring, H. (1972). Optimization and scale economies in urban bus transportation. *The American Economic Review*, 62(4), 591-604.

Montero, L., y García, J. (2017). Panorama multidimensional del desarrollo urbano en América Latina y el Caribe.

Programa Nacional de Fiscalización. (2018). Índice de Evasión de Transantiago Cuarto Trimestre de 2017. Recuperado de: <http://www.fiscalizacion.cl/wp-content/uploads/2016/10/Indice-Evasion-Oct-Dic17.pdf>

Pucher, J., y Kurth, S. (1995). Verkehrsverbund: the success of regional public transport in Germany, Austria and Switzerland. *Transport policy*, 2(4), 279-291.

Quiroz, M. (2015). *Diseño de un mecanismo tarifario y de subsidio dirigido a personas de bajos ingresos y estimación de efectos sobre la evasión en Transantiago* (Memoria para optar al título de ingeniero civil). Universidad de Chile, Santiago.

Rizzi, L. I., y De La Maza, C. (2017). The external costs of private versus public road transport in the Metropolitan Area of Santiago, Chile. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 98, 123-140.

Scheiner, J. I., y Starling, G. (1974). The political economy of free-fare transit. *Urban Affairs Quarterly*, 10(2), 170-184.

SECTRA (2002). Encuesta Origen – Destino de Santiago. Coordinación de Planificación y Desarrollo, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Gobierno de Chile.

SECTRA (2015). Encuesta Origen – Destino de Santiago. Coordinación de Planificación y Desarrollo, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Gobierno de Chile.

Shampanier, K., Mazar, N., y Ariely, D. (2007). Zero as a special price: The true value of free products. *Marketing science*, 26(6), 742-757.

Shen, J. X., y Zheng, S. K. (2015). Fare-free public transit service: experience from Gaoping city of China. *Advances in Transportation Studies*.

Singell, L. D., y Schifferli, E. (1983). The Denver Free Fare Project as a “Habit Breaker”. *Transportation science*, 17(4), 464-470.

Storchmann, K. (2003). Externalities by Automobiles and Fare-Free Transit in Germany—A Paradigm Shift?. *Journal of Public Transportation*, 6(4), 5.

Studenmund, A. H., y Connor, D. (1982). The free-fare transit experiments. *Transportation Research Part A: General*, 16(4), 261-269.

The Note. (24 de marzo de 2015). Prohibición vehicular reduce contaminación en París. Recuperado de: <http://www.thenote.cl/category/prohibicion-vehicular-reduce-contaminacion-en-paris/>

Thomas, D. P. (1997). Sailors, scurvy and science. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 90(1), 50-54.

Thøgersen, J. (2009). Promoting public transport as a subscription service: Effects of a free month travel card. *Transport Policy*, 16(6), 335-343.

U.S. Bureau of the Census (1972). Census of population and housing: 1970 Census Tracts. Final Report PHC(1)-233 Wilkes-Barre-Hazleton, Pa. SMSA.

Volinski, J. (2012). *Implementation and outcomes of fare-free transit systems* (No. 101). Transportation Research Board.

White, P. R. (1981). "Travelcard" Tickets in Urban Public Transport. *Journal of Transport Economics and Policy*, 17-34.

White, P. R., y Doxsey, L. B. (1985). Demand for Unlimited Use Transit Passes Comment and Rejoinder. *Journal of transport economics and policy*, 19(3), 305-311.

ANEXOS

Anexo A: Encuesta de caracterización impresa

Institución: **Estudio: Respuesta de usuarios ante abonos del transporte público****Encuesta de caracterización**

¡Muchas gracias por participar de este estudio!
Agradecemos que conteste las siguientes preguntas

1. Nombre:
2. Apellidos:
3. Sexo: Hombre / Mujer
4. Fecha Nacimiento: / /
5. Cargo en la empresa:
6. Horas que trabaja acá a la semana:
7. ¿Estudia o tiene otro trabajo?: Sí / No Cuál?

8. Solo si tiene una tarjeta bip y si es que la tiene a mano, número de la tarjeta:



- No tengo una bip / No la tengo acá
9. ¿La comparte con alguien más?: Sí / No / No tengo
10. ¿Tiene más bip que use?: Sí / No / No tengo ninguna

10. Dirección donde vive (o intersección cercana a su hogar):

Comuna:

11. ¿Cuántas personas viven en su hogar (contándolo a usted)?:

12. Anote los ingresos **líquidos** de su hogar. *Luego sumaré todo*

Sueldo líquido 1: \$ Sueldo líquido 2: \$

Sueldo líquido 3: \$ Sueldo líquido 4: \$

Pensiones: \$ Otros ingresos al mes: \$

¿Cuáles no puede aproximar?:

Continúa atrás

13. Marque los medios de transporte con los que hizo al menos un viaje la semana pasada:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Bicicleta | <input type="checkbox"/> Auto (como chofer o no) |
| <input type="checkbox"/> Taxi colectivo | <input type="checkbox"/> Motocicleta |
| <input type="checkbox"/> Taxi, radiotaxi, Uber o similar | <input type="checkbox"/> Con ninguno de estos |

14. ¿Hizo algún viaje la semana pasada que era imposible de hacer en transporte público?: Sí / No

15. Supongamos que Ud. está en su casa y va a comenzar un viaje en metro. ¿De cuáles formas usted llegaría hasta él?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Caminando | <input type="checkbox"/> Taxi colectivo |
| <input type="checkbox"/> Bicicleta | <input type="checkbox"/> Auto |
| <input type="checkbox"/> Bus | <input type="checkbox"/> Otro: _____ |
| <input type="checkbox"/> Taxi o equivalente | |

16. ¿Cuántos autos hay en su hogar?: / No tengo
Si es que tiene alguno ¿Generalmente puede usar uno cuando quiere?
Sí / No

16. ¿Cuántas motos hay en su casa? / No tengo
Si es que tiene alguna ¿Puede usar alguna de esas cuando quiere?
Sí / No

Mail:

Celular:

¡Muchas gracias por sus valiosas respuestas!

Anexo B: Diario de viajes impreso y hojas adicionales

Estudio: Respuesta de usuarios ante abonos del transporte público

Diario de viajes

Número de participante

¡Muchas gracias por aceptar participar de este estudio!

Complete su registro **diariamente**. Le recomendamos revisarlo en la noche, contando el número de lugares que visito durante el día y **verificando que tenga todas las idas y vueltas registradas**. Si necesita más espacio, **use la hoja adicional** para anotar **CADA** viaje

Cada día hay que:

1. Rellenar la fecha
2. Si no se hizo ningún viaje, rellenar las razones
3. Si se realizó al menos uno, rellenar en cada línea

Día / Mes

10 / 12

Marque esta casilla si es que no realizó ningún viaje

Descansar

Calendario de días completados

Semana 1						
1	2	3	4	5	6	7
Semana 2						
8	9	10	11	12	13	14
Semana 3						
15	16	17	18	19	20	21

2 VIAJE OK

a. Anotar OK para cada viaje realizado

b. Anotar el PROPÓSITO

c. Anotar HORA de inicio y fin de viaje (Verifique si está marcada la casilla AM/PM)

d. Anotar la COMUNA de destino

e. Anotar los MEDIOS DE TRANSPORTE usados

Al trabajo Al estudio Volver a casa
 Por trabajo De compras Buscar/dejar alguien
 Trámites Ver a alguien Buscar e dejar algo
 Comer o tomar algo De salud Otro

Comuna: **Pudahuel**

HORA: **9:18**
 a.m. p.m.

TODOS LOS MEDIOS **Taxi colectivo y Metro**

Día / Mes
 /

¿POR QUÉ NO REALIZÓ NINGÚN VIAJE?

Cada línea es un viaje. Cada viaje corresponde a una ida o a un regreso.
(Ir y volver a un lugar son 2 viajes. Ir al trabajo, pasar a comprar algo y después a la casa son 3)

Si realiza más de 6 viajes, continúe anotándolos en las hojas adicionales.



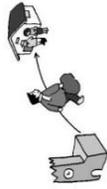
VIAJE	¿Qué fue a hacer?	¿A qué hora salió de su origen?	¿Cuál fue la comuna de destino?	¿A qué hora llegó a destino?	¿Qué medio(s) de transporte usó? Puede ser: - Auto (chofer o acompañante) - Bus sin transbordo - Bus con transbordo - Solo Metro - Metro y Bus - Enteramente a pie - En bicicleta - Taxi colectivo - Taxi, radiotaxi, UBER o similar - Motocicleta
1 <input type="checkbox"/> OK	Al trabajo <input type="checkbox"/> Al estudio <input type="checkbox"/> Volver a casa <input type="checkbox"/> Por trabajo <input type="checkbox"/> De compras <input type="checkbox"/> Buscar/dejar alguien <input type="checkbox"/> Trámites <input type="checkbox"/> Ver a alguien <input type="checkbox"/> Buscar o dejar algo <input type="checkbox"/> Comer o tomar algo <input type="checkbox"/> De salud <input type="checkbox"/> Otro <input type="text"/>	: a.m. <input type="checkbox"/> p.m. <input type="checkbox"/>	COMUNA DESTINO	: a.m. <input type="checkbox"/> p.m. <input type="checkbox"/>	TODOS LOS MEDIOS UTILIZADOS
2 <input type="checkbox"/> OK	Al trabajo <input type="checkbox"/> Al estudio <input type="checkbox"/> Volver a casa <input type="checkbox"/> Por trabajo <input type="checkbox"/> De compras <input type="checkbox"/> Buscar/dejar alguien <input type="checkbox"/> Trámites <input type="checkbox"/> Ver a alguien <input type="checkbox"/> Buscar o dejar algo <input type="checkbox"/> Comer o tomar algo <input type="checkbox"/> De salud <input type="checkbox"/> Otro <input type="text"/>	: a.m. <input type="checkbox"/> p.m. <input type="checkbox"/>	COMUNA DESTINO	: a.m. <input type="checkbox"/> p.m. <input type="checkbox"/>	TODOS LOS MEDIOS UTILIZADOS
3 <input type="checkbox"/> OK	Al trabajo <input type="checkbox"/> Al estudio <input type="checkbox"/> Volver a casa <input type="checkbox"/> Por trabajo <input type="checkbox"/> De compras <input type="checkbox"/> Buscar/dejar alguien <input type="checkbox"/> Trámites <input type="checkbox"/> Ver a alguien <input type="checkbox"/> Buscar o dejar algo <input type="checkbox"/> Comer o tomar algo <input type="checkbox"/> De salud <input type="checkbox"/> Otro <input type="text"/>	: a.m. <input type="checkbox"/> p.m. <input type="checkbox"/>	COMUNA DESTINO	: a.m. <input type="checkbox"/> p.m. <input type="checkbox"/>	TODOS LOS MEDIOS UTILIZADOS
4 <input type="checkbox"/> OK	Al trabajo <input type="checkbox"/> Al estudio <input type="checkbox"/> Volver a casa <input type="checkbox"/> Por trabajo <input type="checkbox"/> De compras <input type="checkbox"/> Buscar/dejar alguien <input type="checkbox"/> Trámites <input type="checkbox"/> Ver a alguien <input type="checkbox"/> Buscar o dejar algo <input type="checkbox"/> Comer o tomar algo <input type="checkbox"/> De salud <input type="checkbox"/> Otro <input type="text"/>	: a.m. <input type="checkbox"/> p.m. <input type="checkbox"/>	COMUNA DESTINO	: a.m. <input type="checkbox"/> p.m. <input type="checkbox"/>	TODOS LOS MEDIOS UTILIZADOS
5 <input type="checkbox"/> OK	Al trabajo <input type="checkbox"/> Al estudio <input type="checkbox"/> Volver a casa <input type="checkbox"/> Por trabajo <input type="checkbox"/> De compras <input type="checkbox"/> Buscar/dejar alguien <input type="checkbox"/> Trámites <input type="checkbox"/> Ver a alguien <input type="checkbox"/> Buscar o dejar algo <input type="checkbox"/> Comer o tomar algo <input type="checkbox"/> De salud <input type="checkbox"/> Otro <input type="text"/>	: a.m. <input type="checkbox"/> p.m. <input type="checkbox"/>	COMUNA DESTINO	: a.m. <input type="checkbox"/> p.m. <input type="checkbox"/>	TODOS LOS MEDIOS UTILIZADOS
6 <input type="checkbox"/> OK	Al trabajo <input type="checkbox"/> Al estudio <input type="checkbox"/> Volver a casa <input type="checkbox"/> Por trabajo <input type="checkbox"/> De compras <input type="checkbox"/> Buscar/dejar alguien <input type="checkbox"/> Trámites <input type="checkbox"/> Ver a alguien <input type="checkbox"/> Buscar o dejar algo <input type="checkbox"/> Comer o tomar algo <input type="checkbox"/> De salud <input type="checkbox"/> Otro <input type="text"/>	: a.m. <input type="checkbox"/> p.m. <input type="checkbox"/>	COMUNA DESTINO	: a.m. <input type="checkbox"/> p.m. <input type="checkbox"/>	TODOS LOS MEDIOS UTILIZADOS

Día / Mes

 /

HOJA ADICIONAL

Utilícela si un día realizó más de 6 viajes



Cada línea es un viaje. Cada viaje corresponde a una ida o a un regreso.

(Ir y volver a un lugar son 2 viajes. Ir al trabajo, pasar a comprar algo y después a la casa son 3)

	¿Qué fue a hacer?	¿A qué hora salió de su origen?	¿Cuál fue la comuna de destino?	¿A qué hora llegó a destino?	¿Qué medio(s) de transporte usó? Puede ser: - Auto (chofer o acompañante) - Bus sin transbordo - Bus con transbordo - Solo Metro - Metro y Bus - Enteramente a pie - En bicicleta - Taxi colectivo - Taxi, radiotaxi, UBER o similar - Motocicleta
VIAJE 7 <input type="checkbox"/> OK	Al trabajo <input type="checkbox"/> Al estudio <input type="checkbox"/> Volver a casa <input type="checkbox"/> Por trabajo <input type="checkbox"/> De compras <input type="checkbox"/> Buscar/dejar alguien <input type="checkbox"/> Trámites <input type="checkbox"/> Ver a alguien <input type="checkbox"/> Buscar o dejar algo <input type="checkbox"/> Comer o tomar algo <input type="checkbox"/> De salud <input type="checkbox"/> Otro <input type="text"/>	: a.m. <input type="checkbox"/> p.m. <input type="checkbox"/>	COMUNA DESTINO	: a.m. <input type="checkbox"/> p.m. <input type="checkbox"/>	TODOS LOS MEDIOS UTILIZADOS
VIAJE 8 <input type="checkbox"/> OK	Al trabajo <input type="checkbox"/> Al estudio <input type="checkbox"/> Volver a casa <input type="checkbox"/> Por trabajo <input type="checkbox"/> De compras <input type="checkbox"/> Buscar/dejar alguien <input type="checkbox"/> Trámites <input type="checkbox"/> Ver a alguien <input type="checkbox"/> Buscar o dejar algo <input type="checkbox"/> Comer o tomar algo <input type="checkbox"/> De salud <input type="checkbox"/> Otro <input type="text"/>	: a.m. <input type="checkbox"/> p.m. <input type="checkbox"/>	COMUNA DESTINO	: a.m. <input type="checkbox"/> p.m. <input type="checkbox"/>	TODOS LOS MEDIOS UTILIZADOS
VIAJE 9 <input type="checkbox"/> OK	Al trabajo <input type="checkbox"/> Al estudio <input type="checkbox"/> Volver a casa <input type="checkbox"/> Por trabajo <input type="checkbox"/> De compras <input type="checkbox"/> Buscar/dejar alguien <input type="checkbox"/> Trámites <input type="checkbox"/> Ver a alguien <input type="checkbox"/> Buscar o dejar algo <input type="checkbox"/> Comer o tomar algo <input type="checkbox"/> De salud <input type="checkbox"/> Otro <input type="text"/>	: a.m. <input type="checkbox"/> p.m. <input type="checkbox"/>	COMUNA DESTINO	: a.m. <input type="checkbox"/> p.m. <input type="checkbox"/>	TODOS LOS MEDIOS UTILIZADOS
VIAJE 10 <input type="checkbox"/> OK	Al trabajo <input type="checkbox"/> Al estudio <input type="checkbox"/> Volver a casa <input type="checkbox"/> Por trabajo <input type="checkbox"/> De compras <input type="checkbox"/> Buscar/dejar alguien <input type="checkbox"/> Trámites <input type="checkbox"/> Ver a alguien <input type="checkbox"/> Buscar o dejar algo <input type="checkbox"/> Comer o tomar algo <input type="checkbox"/> De salud <input type="checkbox"/> Otro <input type="text"/>	: a.m. <input type="checkbox"/> p.m. <input type="checkbox"/>	COMUNA DESTINO	: a.m. <input type="checkbox"/> p.m. <input type="checkbox"/>	TODOS LOS MEDIOS UTILIZADOS
VIAJE 11 <input type="checkbox"/> OK	Al trabajo <input type="checkbox"/> Al estudio <input type="checkbox"/> Volver a casa <input type="checkbox"/> Por trabajo <input type="checkbox"/> De compras <input type="checkbox"/> Buscar/dejar alguien <input type="checkbox"/> Trámites <input type="checkbox"/> Ver a alguien <input type="checkbox"/> Buscar o dejar algo <input type="checkbox"/> Comer o tomar algo <input type="checkbox"/> De salud <input type="checkbox"/> Otro <input type="text"/>	: a.m. <input type="checkbox"/> p.m. <input type="checkbox"/>	COMUNA DESTINO	: a.m. <input type="checkbox"/> p.m. <input type="checkbox"/>	TODOS LOS MEDIOS UTILIZADOS
VIAJE 12 <input type="checkbox"/> OK	Al trabajo <input type="checkbox"/> Al estudio <input type="checkbox"/> Volver a casa <input type="checkbox"/> Por trabajo <input type="checkbox"/> De compras <input type="checkbox"/> Buscar/dejar alguien <input type="checkbox"/> Trámites <input type="checkbox"/> Ver a alguien <input type="checkbox"/> Buscar o dejar algo <input type="checkbox"/> Comer o tomar algo <input type="checkbox"/> De salud <input type="checkbox"/> Otro <input type="text"/>	: a.m. <input type="checkbox"/> p.m. <input type="checkbox"/>	COMUNA DESTINO	: a.m. <input type="checkbox"/> p.m. <input type="checkbox"/>	TODOS LOS MEDIOS UTILIZADOS

Anexo C: Test de balance de variables consideradas

Como se menciona en la sección 5.1, a continuación se presenta el análisis de balance para las demás variables no incluidas en la tabla 4-2. No resultaron balanceados los cortes de ingreso mensual \leq \$700.000 e ingreso per cápita \leq \$250.000.

Tabla C-1. Balance de la muestra de los grupos de tratamiento y control.

Fuente: Elaboración propia

Variable	Media	Desviación estándar	Valor mínimo	Valor máximo	Tamaño muestra	Media control	Media trat.	valor-p
1 si viajó en t. púb. \geq 2 veces en semana 1	0,85	0,36	0	1	159	0,82	0,88	0,27
1 si viajó en t. púb. \geq 4 veces en semana 1	0,79	0,41	0	1	159	0,76	0,82	0,39
1 si viajó en t. púb. \geq 6 veces en semana 1	0,74	0,44	0	1	159	0,71	0,76	0,49
1 si viajó en t. púb. \geq 8 veces en semana 1	0,70	0,46	0	1	159	0,68	0,72	0,60
1 si viajó en t. púb. \geq 10 veces en semana 1	0,57	0,50	0	1	159	0,51	0,63	0,15
1 si viajó en t. púb. \geq 12 veces en semana 1	0,31	0,46	0	1	158	0,24	0,37	0,07
1 si vive a dist. \geq 250m de red de metro	0,94	0,23	0	1	158	0,96	0,93	0,36
1 si vive a dist. \geq 500m de red de metro	0,83	0,38	0	1	158	0,88	0,78	0,09
1 si vive a dist. \geq 750m de red de metro	0,66	0,48	0	1	158	0,64	0,67	0,73
1 si vive a dist. \geq 1.000m de red de metro	0,58	0,50	0	1	158	0,54	0,61	0,37
1 si vive a dist. \geq 1.250m de red de metro	0,49	0,50	0	1	158	0,49	0,50	0,87

Tabla C-1. Continuación

Variable	Media	Desviación estándar	Valor mínimo	Valor máximo	Tamaño muestra	Media control	Media trat.	valor-p
1 si vive a dist. \geq 1.500m de red de metro	0,46	0,50	0	1	158	0,47	0,44	0,66
1 si vive a dist. \geq 1.750m de red de metro	0,41	0,49	0	1	158	0,43	0,39	0,58
1 si vive a dist. \geq 2.000m de red de metro	0,34	0,48	0	1	158	0,34	0,34	0,99
1 si vive a dist. \geq 2.250m de red de metro	0,32	0,47	0	1	158	0,30	0,33	0,72
1 si vive a dist. \geq 2.500m de red de metro	0,25	0,44	0	1	158	0,22	0,28	0,42
1 si vive a dist. \geq 3.000m de red de metro	0,22	0,41	0	1	158	0,22	0,21	0,80
1 si vive a dist. \geq 3.500m de red de metro	0,16	0,37	0	1	158	0,16	0,16	0,99
1 si vive a dist. \geq 4.000m de red de metro	0,13	0,34	0	1	158	0,13	0,13	0,96
1 si vive a dist. \geq 4.500m de red de metro	0,12	0,33	0	1	158	0,12	0,12	0,95
1 si vive a dist. \geq 5.000m de red de metro	0,11	0,31	0	1	158	0,11	0,11	0,93
1 si vive a dist. \geq 5.500m de red de metro	0,08	0,27	0	1	158	0,08	0,07	0,89
1 si vive a dist. \geq 6.000m de red de metro	0,07	0,26	0	1	158	0,07	0,07	0,86
1 si tiene ingreso mon. fam. \leq \$400.000	0,11	0,32	0	1	143	0,10	0,13	0,58
1 si tiene ingreso mon. fam. \leq \$500.000	0,22	0,41	0	1	143	0,19	0,24	0,52
1 si tiene ingreso mon. fam. \leq \$600.000	0,29	0,46	0	1	143	0,25	0,34	0,25

Tabla C-1. Continuación

Variable	Media	Desviación estándar	Valor mínimo	Valor máximo	Tamaño muestra	Media control	Media trat.	valor-p
1 si tiene ingreso mon. fam. <= \$700.000	0,39	0,49	0	1	143	0,29	0,49	0,01
1 si tiene ingreso mon. fam. <= \$800.000	0,48	0,50	0	1	143	0,40	0,55	0,08
1 si tiene ingreso mon. fam. <= \$900.000	0,51	0,50	0	1	143	0,44	0,58	0,11
1 si tiene ingreso mon. fam. <= \$1.000.000	0,58	0,50	0	1	143	0,50	0,66	0,05
1 si tiene ingreso mon. fam. <= \$1.100.000	0,61	0,49	0	1	143	0,54	0,68	0,10
1 si tiene ingreso mon. fam. <= \$1.200.000	0,68	0,47	0	1	143	0,64	0,72	0,31
1 si tiene ingreso mon. fam. <= \$1.300.000	0,70	0,46	0	1	143	0,68	0,72	0,63
1 si tiene ingreso mon. fam. <= \$1.400.000	0,71	0,45	0	1	143	0,71	0,72	0,90
1 si tiene ingreso mon. fam. <= \$1.500.000	0,73	0,45	0	1	143	0,72	0,73	0,89
1 si tiene ingreso mon. fam. <= \$1.600.000	0,76	0,43	0	1	143	0,74	0,79	0,46
1 si tiene ingreso mon. fam. <= \$1.700.000	0,78	0,42	0	1	143	0,76	0,79	0,72
1 si tiene ingreso mon. fam. <= \$1.800.000	0,80	0,40	0	1	143	0,81	0,80	0,97
1 si tiene ingreso mon. fam. <= \$1.900.000	0,83	0,38	0	1	143	0,83	0,82	0,80
1 si tiene ingreso mon. fam. <= \$2.000.000	0,85	0,36	0	1	143	0,86	0,83	0,62
1 si tiene ingreso mon. fam. <= \$2.100.000	0,87	0,34	0	1	143	0,89	0,85	0,44

Tabla C-1. Continuación

Variable	Media	Desviación estándar	Valor mínimo	Valor máximo	Tamaño muestra	Media control	Media trat.	valor-p
1 si tiene ingreso mon. fam. <= \$2.200.000	0,87	0,33	0	1	143	0,90	0,85	0,30
1 si tiene ingreso mon. fam. <= \$2.300.000	0,87	0,33	0	1	143	0,90	0,85	0,30
1 si tiene ingreso mon. fam. <= \$2.400.000	0,90	0,31	0	1	143	0,93	0,86	0,17
1 si tiene ingreso mon. fam. <= \$2.500.000	0,91	0,29	0	1	143	0,94	0,87	0,14
1 si tiene ingreso mon. fam. p.c. <= \$100.000	0,15	0,36	0	1	139	0,16	0,14	0,84
1 si tiene ingreso mon. fam. p.c. <= \$125.000	0,24	0,43	0	1	139	0,21	0,28	0,41
1 si tiene ingreso mon. fam. p.c. <= \$150.000	0,31	0,46	0	1	139	0,26	0,36	0,18
1 si tiene ingreso mon. fam. p.c. <= \$175.000	0,37	0,49	0	1	139	0,30	0,45	0,07
1 si tiene ingreso mon. fam. p.c. <= \$200.000	0,42	0,49	0	1	139	0,34	0,49	0,07
1 si tiene ingreso mon. fam. p.c. <= \$250.000	0,49	0,50	0	1	139	0,40	0,58	0,03
1 si tiene ingreso mon. fam. p.c. <= \$300.000	0,56	0,50	0	1	139	0,51	0,61	0,27
1 si tiene ingreso mon. fam. p.c. <= \$350.000	0,62	0,49	0	1	139	0,57	0,67	0,25
1 si tiene ingreso mon. fam. p.c. <= \$400.000	0,68	0,47	0	1	139	0,63	0,74	0,16
1 si tiene ingreso mon. fam. p.c. <= \$450.000	0,71	0,46	0	1	139	0,67	0,74	0,39
1 si tiene ingreso mon. fam. p.c. <= \$500.000	0,78	0,42	0	1	139	0,74	0,81	0,33

Tabla C-1. Continuación

Variable	Media	Desviación estándar	Valor mínimo	Valor máximo	Tamaño muestra	Media control	Media trat.	valor-p
1 si tiene ingreso mon. fam. p.c. <= \$600.000	0,83	0,38	0	1	139	0,81	0,84	0,68
1 si tiene ingreso mon. fam. p.c. <= \$700.000	0,87	0,34	0	1	139	0,87	0,87	0,97
1 si tiene ingreso mon. fam. p.c. <= \$800.000	0,87	0,34	0	1	139	0,87	0,87	0,97
1 si tiene ingreso mon. fam. p.c. <= \$900.000	0,89	0,31	0	1	139	0,90	0,88	0,76
1 si tiene ingreso mon. fam. p.c. <= \$1.000.000	0,93	0,26	0	1	139	0,93	0,93	0,98
1 si tiene ingreso mon. fam. p.c. <= \$1.100.000	0,94	0,23	0	1	139	0,94	0,94	0,98
1 si tiene ingreso mon. fam. p.c. <= \$1.200.000	0,95	0,22	0	1	139	0,96	0,94	0,69
1 si tiene automóvil en hogar	0,50	0,50	0	1	156	0,53	0,48	0,52
1 si tiene automóvil en hogar disponible para usar	0,35	0,48	0	1	155	0,39	0,32	0,36

Anexo D: Resultados completos de regresiones

Como se menciona en las secciones 5.4 a 5.6, a continuación se incluyen las tablas con todos los cortes en los cuales se estudió la heterogeneidad del efecto de poseer un pase.

Tabla D-1. Resultado del efecto considerando interacción con distancia a red de metro desde el hogar.

Fuente: Elaboración propia

Corte en metros de distancia a red de metro	Elemento	Coefficiente	Semana 2	Semana 3
X=250	Tratamiento para quien vive más cerca ($dist < X$)	β	1,999 (4,271)	-1,573 (1,879)
	Tratamiento para quien vive más lejos ($dist \geq X$)	$\beta + \delta$	0,443 (0,442)	0,415 (0,493)
X=500	Tratamiento para $dist < X$	β	1,538 (1,631)	0,304 (1,322)
	Tratamiento para $dist \geq X$	$\beta + \delta$	0,369 (0,494)	0,495 (0,53)
X=750	Tratamiento para $dist < X$	β	0,915 (0,855)	0,581 (0,861)
	Tratamiento para $dist \geq X$	$\beta + \delta$	0,392 (0,546)	0,283 (0,567)
X=1.000	Tratamiento para $dist < X$	β	1,396* (0,737)	0,918 (0,813)
	Tratamiento para $dist \geq X$	$\beta + \delta$	-0,101 (0,59)	-0,052 (0,603)
X=1.250	Tratamiento para $dist < X$	β	1,293* (0,665)	0,956 (0,688)
	Tratamiento para $dist \geq X$	$\beta + \delta$	-0,195 (0,644)	-0,164 (0,627)

Tabla D-1. Continuación

Corte en metros de distancia a red de metro	Elemento	Coefficiente	Semana 2	Semana 3
X=1.500	Tratamiento para $dist < X$	β	1,455** (0,631)	1,027 (0,653)
	Tratamiento para $dist \geq X$	$\beta + \delta$	-0,487 (0,683)	-0,371 (0,669)
X=1.750	Tratamiento para $dist < X$	β	1,626*** (0,605)	1,051 (0,647)
	Tratamiento para $dist \geq X$	$\beta + \delta$	-0,942 (0,684)	-0,6 (0,665)
X=2.000	Tratamiento para $dist < X$	β	1,576*** (0,583)	0,921 (0,633)
	Tratamiento para $dist \geq X$	$\beta + \delta$	-1,376* (0,715)	-0,618 (0,642)
X=2.250	Tratamiento para $dist < X$	β	1,52*** (0,555)	1,04* (0,615)
	Tratamiento para $dist \geq X$	$\beta + \delta$	-1,569** (0,784)	-0,988 (0,631)
X=2.500	Tratamiento para $dist < X$	β	1,106** (0,545)	0,943 (0,574)
	Tratamiento para $dist \geq X$	$\beta + \delta$	-1,063 (0,886)	-1,089* (0,612)
X=3.000	Tratamiento para $dist < X$	β	1,041** (0,526)	0,755 (0,56)
	Tratamiento para $dist \geq X$	$\beta + \delta$	-1,229 (0,929)	-1,008 (0,624)
X=3.500	Tratamiento para $dist < X$	β	1,044** (0,507)	0,731 (0,531)
	Tratamiento para $dist \geq X$	$\beta + \delta$	-2,061* (1,081)	-1,51** (0,708)
X=4.000	Tratamiento para $dist < X$	β	0,851* (0,499)	0,654 (0,523)
	Tratamiento para $dist \geq X$	$\beta + \delta$	-1,329 (1,132)	-1,34* (0,773)

Tabla D-1. Continuación

Corte en metros de distancia a red de metro	Elemento	Coefficiente	Semana 2	Semana 3
X=4.500	Tratamiento para $dist < X$	β	0,881* (0,492)	0,621 (0,515)
	Tratamiento para $dist \geq X$	$\beta + \delta$	-1,804 (1,204)	-1,268 (0,852)
X=5.000	Tratamiento para $dist < X$	β	0,798 (0,488)	0,556 (0,509)
	Tratamiento para $dist \geq X$	$\beta + \delta$	-1,459 (1,32)	-0,95 (0,938)
X=5.500	Tratamiento para $dist < X$	β	0,672 (0,479)	0,537 (0,497)
	Tratamiento para $dist \geq X$	$\beta + \delta$	-0,765 (1,716)	-1,499 (1,175)
X=6.000	Tratamiento para $dist < X$	β	0,661 (0,472)	0,524 (0,493)
	Tratamiento para $dist \geq X$	$\beta + \delta$	-0,859 (1,915)	-1,344 (1,244)
TOTAL	Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	8,013	7,819
	Tamaño muestra	N	158	154

Tabla D-2. Resultado del efecto considerando interacción con niveles de ingreso monetario familiar.

Fuente: Elaboración propia

Corte en miles de pesos mensuales	Elemento	Coefficiente	Semana 2	Semana 3
X=400	Tratamiento para mayores ingresos ($ing > X$)	β	0.079 (0.48)	0.182 (0.545)
	Tratamiento para menores ingresos ($ing \leq X$)	$\beta + \delta$	0.708 (1.387)	0.219 (1.35)
X=500	Tratamiento para $ing > X$	β	0.125 (0.509)	-0.031 (0.609)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0.22 (0.988)	0.96 (0.815)
X=600	Tratamiento para $ing > X$	β	0.101 (0.544)	-0.105 (0.649)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0.227 (0.776)	0.817 (0.715)
X=700	<i>No balanceado</i>			
X=800	Tratamiento para $ing > X$	β	0,202 (0,58)	0,523 (0,749)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,036 (0,737)	-0,259 (0,665)
X=900	Tratamiento para $ing > X$	β	0,413 (0,593)	0,736 (0,788)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,157 (0,72)	-0,386 (0,64)
X=1.000	Tratamiento para $ing > X$	β	0,896 (0,62)	1,137 (0,901)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,283 (0,66)	-0,487 (0,588)
X=1.100	Tratamiento para $ing > X$	β	1,099* (0,638)	1,293 (0,926)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,403 (0,633)	-0,477 (0,574)

Tabla D-2. Continuación

Corte en miles de pesos mensuales	Elemento	Coefficiente	Semana 2	Semana 3
X=1.200	Tratamiento para $ing > X$	β	0,905 (0,682)	1,553* (0,854)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,202 (0,59)	-0,466 (0,607)
X=1.300	Tratamiento para $ing > X$	β	0,85 (0,723)	1,852** (0,815)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,172 (0,572)	-0,543 (0,608)
X=1.400	Tratamiento para $ing > X$	β	1,093 (0,717)	1,792** (0,845)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,262 (0,562)	-0,472 (0,603)
X=1.500	Tratamiento para $ing > X$	β	1,367* (0,699)	2,219*** (0,847)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,324 (0,562)	-0,59 (0,594)
X=1.600	Tratamiento para $ing > X$	β	1,2 (0,735)	2,916*** (0,935)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,197 (0,54)	-0,665 (0,563)
X=1.700	Tratamiento para $ing > X$	β	1,437* (0,744)	2,889*** (0,966)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,234 (0,534)	-0,609 (0,561)
X=1.800	Tratamiento para $ing > X$	β	1,149 (0,867)	2,646** (1,018)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,099 (0,524)	-0,463 (0,549)
X=1.900	Tratamiento para $ing > X$	β	1,469* (0,817)	2,941*** (1,041)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,129 (0,521)	-0,46 (0,546)

Tabla D-2. Continuación

Corte en miles de pesos mensuales	Elemento	Coefficiente	Semana 2	Semana 3
X=2.000	Tratamiento para $ing > X$	β	1,984** (0,884)	3,185*** (1,132)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,171 (0,509)	-0,432 (0,54)
X=2.100	Tratamiento para $ing > X$	β	2,312** (0,916)	2,498** (1,213)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,186 (0,502)	-0,275 (0,544)
X=2.200	Tratamiento para $ing > X$	β	2,264** (0,975)	2,629** (1,26)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,149 (0,5)	-0,282 (0,543)
X=2.300	Tratamiento para $ing > X$	β	2,264** (0,975)	2,629** (1,26)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,149 (0,5)	-0,282 (0,543)
X=2.400	Tratamiento para $ing > X$	β	3,567*** (0,795)	2,158 (1,444)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,198 (0,489)	-0,123 (0,549)
X=2.500	Tratamiento para $ing > X$	β	4,142*** (0,851)	1,988 (1,414)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,223 (0,485)	-0,13 (0,542)
TOTAL	Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	8,111	7,841
	Tamaño muestra	N	143	140

Tabla D-3. Resultado del efecto considerando interacción con niveles de ingreso monetario familiar per cápita.

Fuente: Elaboración propia

Corte en miles de pesos mensuales	Elemento	Coefficiente	Semana 2	Semana 3
X=100	Tratamiento para mayores ingresos ($ing > X$)	β	-0,063 (0,501)	0,085 (0,574)
	Tratamiento para menores ingresos ($ing \leq X$)	$\beta + \delta$	0,927 (0,856)	0,471 (1,072)
X=125	Tratamiento para $ing > X$	β	0,047 (0,542)	0,163 (0,607)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,34 (0,711)	0,225 (0,939)
X=150	Tratamiento para $ing > X$	β	0,04 (0,574)	-0,015 (0,646)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,301 (0,627)	0,572 (0,814)
X=175	Tratamiento para $ing > X$	β	0,11 (0,554)	-0,028 (0,693)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,137 (0,714)	0,413 (0,715)
X=200	Tratamiento para $ing > X$	β	0,128 (0,583)	-0,106 (0,73)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,058 (0,652)	0,429 (0,67)
X=250	<i>No balanceado</i>			
X=300	Tratamiento para $ing > X$	β	0,8 (0,614)	0,847 (0,886)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,454 (0,626)	-0,351 (0,602)
X=350	Tratamiento para $ing > X$	β	0,923 (0,676)	1,252 (0,931)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,402 (0,587)	-0,426 (0,571)

Tabla D-3. Continuación

Corte en miles de pesos mensuales	Elemento	Coefficiente	Semana 2	Semana 3
X=400	Tratamiento para $ing > X$	β	0,641 (0,738)	1,998* (1,022)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,197 (0,543)	-0,571 (0,552)
X=450	Tratamiento para $ing > X$	β	0,41 (0,764)	2,358** (0,969)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,021 (0,533)	-0,737 (0,553)
X=500	Tratamiento para $ing > X$	β	1,258 (0,859)	2,666** (1,236)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,212 (0,51)	-0,523 (0,536)
X=600	Tratamiento para $ing > X$	β	1,102 (0,932)	2,262* (1,227)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,096 (0,497)	-0,266 (0,552)
X=700	Tratamiento para $ing > X$	β	0,411 (1,143)	1,586 (1,418)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,084 (0,481)	-0,041 (0,551)
X=800	Tratamiento para $ing > X$	β	0,411 (1,143)	1,586 (1,418)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,084 (0,481)	-0,041 (0,551)
X=900	Tratamiento para $ing > X$	β	0,218 (1,33)	1,323 (1,38)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,098 (0,475)	0,002 (0,54)
X=1.000	Tratamiento para $ing > X$	β	1,686 (1,313)	2,143 (1,371)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,006 (0,465)	0,022 (0,539)

Tabla D-3. Continuación

Corte en miles de pesos mensuales	Elemento	Coeficiente	Semana 2	Semana 3
X=1.100	Tratamiento para $ing > X$	β	2,412* (1,317)	0,284 (1,095)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,022 (0,459)	0,172 (0,54)
X=1.200	Tratamiento para $ing > X$	β	3,833*** (0,859)	0,686 (1,375)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,069 (0,456)	0,153 (0,543)
TOTAL	Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	8,029	7,746
	Tamaño muestra	N	139	136

Tabla D-4. Resultado de regresiones para número de viajes totales y fuera del transporte público considerando interacción con niveles de ingreso monetario familiar

Fuente: Elaboración propia

Corte en miles de pesos mensuales	Elemento	Coeficiente	Número total de viajes		Número de viajes sin transporte público	
			Semana 2	Semana 3	Semana 2	Semana 3
X=1.300	Tratamiento para $ing > X$	β	3,029*** (1,059)	1,407 (1,272)	2,052* (1,128)	-0,745 (1,356)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,53 (0,639)	0,312 (0,718)	0,863 (0,563)	1,141* (0,641)
X=1.400	Tratamiento para $ing > X$	β	3,087*** (1,094)	1,675 (1,313)	1,854* (1,1)	-0,495 (1,365)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,549 (0,63)	0,218 (0,714)	0,974* (0,568)	1 (0,65)
X=1.500	Tratamiento para $ing > X$	β	3,092*** (1,087)	1,957 (1,364)	1,605 (1,116)	-0,601 (1,428)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,623 (0,629)	0,155 (0,7)	1,093* (0,554)	1,021 (0,636)
X=1.600	Tratamiento para $ing > X$	β	2,834** (1,156)	1,579 (1,474)	1,546 (1,151)	-1,672 (1,557)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,801 (0,608)	0,351 (0,693)	1,109** (0,541)	1,255* (0,643)
X=1.700	Tratamiento para $ing > X$	β	3,175*** (1,214)	1,694 (1,481)	1,657 (1,215)	-1,406 (1,573)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,759 (0,603)	0,36 (0,693)	1,109** (0,535)	1,169* (0,629)
X=1.800	Tratamiento para $ing > X$	β	3,507** (1,363)	2,166 (1,539)	2,264 (1,373)	-0,743 (1,599)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,781 (0,589)	0,287 (0,682)	0,994* (0,524)	0,954 (0,627)
X=1.900	Tratamiento para $ing > X$	β	4,051*** (1,458)	2,848* (1,597)	2,498 (1,518)	-0,48 (1,728)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,749 (0,579)	0,22 (0,675)	0,977* (0,51)	0,898 (0,612)

Tabla D-4. Continuación

Corte en miles de pesos mensuales	Elemento	Coeficiente	Número total de viajes		Número de viajes sin transporte público	
			Semana 2	Semana 3	Semana 2	Semana 3
X=2.000	Tratamiento para $ing > X$	β	4,429*** (1,533)	3,298* (1,751)	2,359 (1,631)	-0,423 (1,838)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,774 (0,588)	0,252 (0,659)	1,034** (0,518)	0,912 (0,598)
X=2.100	Tratamiento para $ing > X$	β	3,675** (1,72)	2,405 (1,877)	1,267 (1,617)	-0,721 (2,036)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,87 (0,59)	0,391 (0,67)	1,15** (0,528)	0,923 (0,608)
X=2.200	Tratamiento para $ing > X$	β	4,13** (1,825)	2,323 (1,971)	1,793 (1,672)	-0,841 (2,083)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,849 (0,589)	0,431 (0,667)	1,09** (0,529)	0,959 (0,604)
X=2.300	Tratamiento para $ing > X$	β	4,13** (1,825)	2,323 (1,971)	1,793 (1,672)	-0,841 (2,083)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,849 (0,589)	0,431 (0,667)	1,09** (0,529)	0,959 (0,604)
X=2.400	Tratamiento para $ing > X$	β	6,084*** (1,869)	3,101 (2,277)	2,513 (2,036)	0,257 (2,265)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,772 (0,573)	0,415 (0,648)	1,036** (0,512)	0,758 (0,624)
X=2.500	Tratamiento para $ing > X$	β	5,171*** (1,673)	1,879 (2,391)	1,012 (1,685)	-1,083 (2,43)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,848 (0,57)	0,534 (0,64)	1,141** (0,505)	0,876 (0,617)
TOTAL	Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	14,806	14,319	6,694	6,478
	Tamaño muestra	N	143	140	143	140

Anexo E: Resultados de regresiones principales excluyendo parte de la muestra

Como se menciona en la sección 5.9, se procedió a calcular nuevamente los modelos de diferencias de viajes en transporte público de las secciones 5.2, 5.3, 5.5 y 5.6 excluyendo a nueve personas del tratamiento identificadas en la sección 4.3 como inconsistentes al comparar sus validaciones bip! y declaración de viajes. Así como se concluye en el cuerpo de la tesis, los cambios en el nivel de significancia estadística de algunos resultados no implica un cambio en las conclusiones del trabajo.

Tabla E-1. Resultado del efecto considerando interacción con viajes en transporte público con muestra reducida.

Fuente: Elaboración propia

Elemento	Coefficiente	Semana 2	Semana 3
Tratamiento	β	0,567 (0,475)	0,373 (0,493)
Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	8,013	7,819
Tamaño muestra	N	150	146

Tabla E-2. Resultado del efecto considerando interacción con distancia a red de metro desde el hogar con muestra reducida.

Fuente: Elaboración propia

Corte en número de viajes en transporte público	Elemento	Coefficiente	Semana 2	Semana 3
X=2	Tratamiento en viajero menos frecuente ($S_{1,i} < X$)	β	0,682 (1,089)	1,929 (1,846)
	Tratamiento en viajero más frecuente ($S_{1,i} \geq X$)	$\beta + \delta$	0,588 (0,68)	0,009 (0,573)
X=4	Tratamiento para $S_{1,i} < X$	β	-0,348 (1,003)	1,374 (1,469)
	Tratamiento para $S_{1,i} \geq X$	$\beta + \delta$	0,94 (0,652)	0,168 (0,541)
X=6	Tratamiento para $S_{1,i} < X$	β	0,104 (0,991)	1,168 (1,284)
	Tratamiento para $S_{1,i} \geq X$	$\beta + \delta$	1,116* (0,605)	0,331 (0,509)
X=8	Tratamiento para $S_{1,i} < X$	β	0,317 (0,959)	1,288 (1,196)
	Tratamiento para $S_{1,i} \geq X$	$\beta + \delta$	1,219** (0,592)	0,351 (0,502)
X=10	Tratamiento para $S_{1,i} < X$	β	-0,776 (1,07)	0,671 (1,092)
	Tratamiento para $S_{1,i} \geq X$	$\beta + \delta$	1,389** (0,583)	0,02 (0,598)
X=12	Tratamiento para $S_{1,i} < X$	β	0,524 (0,851)	0,728 (0,821)
	Tratamiento para $S_{1,i} \geq X$	$\beta + \delta$	0,73 (0,84)	-0,616 (0,635)
TOTAL	Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	8,013	7,819
	Tamaño muestra	N	150	146

Tabla E-3. Resultado del efecto considerando interacción con niveles de ingreso monetario familiar con muestra reducida.

Fuente: Elaboración propia

Corte en miles de pesos mensuales	Elemento	Coefficiente	Semana 2	Semana 3
X=400	Tratamiento para $ing > X$	β	0,056 (0,498)	0,035 (0,572)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	1,02 (1,62)	1,786 (1,165)
X=500	Tratamiento para $ing > X$	β	0,103 (0,522)	-0,133 (0,639)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,214 (1,099)	1,359* (0,747)
X=600	Tratamiento para $ing > X$	β	0,082 (0,563)	-0,144 (0,69)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,222 (0,851)	0,944 (0,673)
X=700	<i>No balanceado</i>			
X=800	Tratamiento para $ing > X$	β	0,132 (0,64)	0,465 (0,854)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,062 (0,769)	-0,23 (0,667)
X=900	Tratamiento para $ing > X$	β	0,351 (0,64)	0,681 (0,879)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,163 (0,753)	-0,362 (0,652)
X=1.000	Tratamiento para $ing > X$	β	0,869 (0,656)	1,15 (0,98)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,324 (0,691)	-0,519 (0,605)
X=1.100	Tratamiento para $ing > X$	β	1,075 (0,677)	1,334 (1,008)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,442 (0,662)	-0,527 (0,593)

Tabla E-3. Continuación

Corte en miles de pesos mensuales	Elemento	Coefficiente	Semana 2	Semana 3
X=1.200	Tratamiento para $ing > X$	β	0,861 (0,724)	1,591* (0,924)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,217 (0,617)	-0,509 (0,638)
X=1.300	Tratamiento para $ing > X$	β	0,81 (0,763)	1,896** (0,885)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,184 (0,601)	-0,596 (0,641)
X=1.400	Tratamiento para $ing > X$	β	1,056 (0,755)	1,837** (0,913)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,275 (0,591)	-0,529 (0,637)
X=1.500	Tratamiento para $ing > X$	β	1,328* (0,746)	2,301** (0,92)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,337 (0,589)	-0,651 (0,624)
X=1.600	Tratamiento para $ing > X$	β	1,282 (0,774)	2,93*** (1)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,262 (0,566)	-0,72 (0,593)
X=1.700	Tratamiento para $ing > X$	β	1,516* (0,782)	2,898*** (1,03)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,301 (0,56)	-0,665 (0,591)
X=1.800	Tratamiento para $ing > X$	β	1,23 (0,914)	2,663** (1,092)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,154 (0,548)	-0,509 (0,577)
X=1.900	Tratamiento para $ing > X$	β	1,567* (0,869)	2,971*** (1,126)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,18 (0,545)	-0,503 (0,574)

Tabla E-3. Continuación

Corte en miles de pesos mensuales	Elemento	Coefficiente	Semana 2	Semana 3
X=2.000	Tratamiento para $ing > X$	β	2,1** (0,944)	3,238*** (1,223)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,221 (0,531)	-0,474 (0,568)
X=2.100	Tratamiento para $ing > X$	β	2,444** (0,975)	2,536* (1,314)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,231 (0,523)	-0,304 (0,572)
X=2.200	Tratamiento para $ing > X$	β	2,371** (1,02)	2,669* (1,347)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,193 (0,522)	-0,313 (0,572)
X=2.300	Tratamiento para $ing > X$	β	2,371** (1,02)	2,669* (1,347)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,193 (0,522)	-0,313 (0,572)
X=2.400	Tratamiento para $ing > X$	β	3,697*** (0,866)	2,137 (1,522)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,241 (0,509)	-0,136 (0,579)
X=2.500	Tratamiento para $ing > X$	β	4,318*** (0,896)	2,061 (1,481)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,269 (0,505)	-0,148 (0,57)
TOTAL	Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	8,111	7,841
	Tamaño muestra	N	134	131

Tabla E-4. Resultado del efecto considerando interacción con niveles de ingreso monetario familiar per cápita con muestra reducida.

Fuente: Elaboración propia

Corte en miles de pesos mensuales	Elemento	Coefficiente	Semana 2	Semana 3
X=100	Tratamiento para $ing > X$	β	-0,06 (0,516)	-0,044 (0,603)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	1,01 (0,976)	1,353 (0,842)
X=125	Tratamiento para $ing > X$	β	0,076 (0,559)	0,142 (0,641)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,182 (0,8)	0,234 (0,942)
X=150	Tratamiento para $ing > X$	β	0,056 (0,595)	-0,066 (0,689)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,235 (0,673)	0,721 (0,793)
X=175	Tratamiento para $ing > X$	β	0,091 (0,576)	-0,092 (0,734)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,122 (0,76)	0,556 (0,716)
X=200	Tratamiento para $ing > X$	β	0,096 (0,607)	-0,191 (0,776)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,064 (0,689)	0,578 (0,667)
X=250	<i>No balanceado</i>			
X=300	Tratamiento para $ing > X$	β	0,908 (0,655)	0,79 (0,946)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,589 (0,648)	-0,346 (0,635)
X=350	Tratamiento para $ing > X$	β	1,069 (0,726)	1,248 (1,008)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,531 (0,608)	-0,445 (0,595)

Tabla E-4. Continuación

Corte en miles de pesos mensuales	Elemento	Coefficiente	Semana 2	Semana 3
X=400	Tratamiento para $ing > X$	β	0,763 (0,813)	2,095* (1,146)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,288 (0,561)	-0,593 (0,571)
X=450	Tratamiento para $ing > X$	β	0,532 (0,826)	2,431** (1,093)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,094 (0,551)	-0,767 (0,573)
X=500	Tratamiento para $ing > X$	β	1,397 (0,913)	2,697** (1,353)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,27 (0,529)	-0,551 (0,559)
X=600	Tratamiento para $ing > X$	β	1,197 (0,988)	2,254* (1,333)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,139 (0,519)	-0,28 (0,582)
X=700	Tratamiento para $ing > X$	β	0,445 (1,168)	1,487 (1,492)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,057 (0,503)	-0,045 (0,583)
X=800	Tratamiento para $ing > X$	β	0,445 (1,168)	1,487 (1,492)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,057 (0,503)	-0,045 (0,583)
X=900	Tratamiento para $ing > X$	β	0,361 (1,352)	1,354 (1,484)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	0,069 (0,496)	0,006 (0,569)
X=1.000	Tratamiento para $ing > X$	β	1,986 (1,309)	2,018 (1,539)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,042 (0,486)	0,025 (0,566)

Tabla E-4. Continuación

Corte en miles de pesos mensuales	Elemento	Coefficiente	Semana 2	Semana 3
X=1.100	Tratamiento para $ing > X$	β	2,714* (1,392)	-0,293 (1,153)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,058 (0,479)	0,192 (0,568)
X=1.200	Tratamiento para $ing > X$	β	4,131*** (1,01)	0,099 (1,413)
	Tratamiento para $ing \leq X$	$\beta + \delta$	-0,105 (0,475)	0,173 (0,571)
TOTAL	Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	8,029	7,746
	Tamaño muestra	N	130	127

Tabla E-5. Resultado del efecto considerando interacción con motorización con muestra reducida.

Fuente: Elaboración propia

Variable interactuada	Elemento	Coefficiente	Semana 2	Semana 3
Hay auto	Tratamiento sin auto	β	0,323 (0,813)	0,342 (0,638)
	Tratamiento con auto	$\beta + \delta$	0,936 (0,566)	0,423 (0,773)
	Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	8,041	7,843
	Tamaño muestra	N	147	143
Tiene auto disponible	Tratamiento sin auto disp.	β	0,04 (0,682)	-0,373 (0,613)
	Tratamiento con auto disp.	$\beta + \delta$	1,838*** (0,636)	1,944** (0,814)
	Media de viajes en control	$\overline{(1 - T)S_k}$	8,041	7,843
	Tamaño muestra	N	146	142