

# Encuesta origen-destino de Santiago 2012: Resultados y validaciones

Viviana Muñoz\*, Alan Thomas, Claudio Navarrete, Rodrigo Contreras

SECTRA, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Gobierno de Chile

---

\* Autor para correspondencia:  
vmunoz@sctra.gob.cl

## RESUMEN

Este documento describe el comportamiento del sistema de transporte urbano de Santiago al año 2012, como reflejo de los cambios experimentados por la oferta de transporte (consolidación de una red de autopistas urbanas, implementación del nuevo sistema de transporte público denominado Transantiago, etc.), y por la demanda (aumento del ingreso y de la motorización, disminución del tamaño de hogar, etc.). La encuesta muestra un sistema con 18,5 millones de viajes al día, con una fuerte caída respecto del año 2001 en la participación del transporte público a favor del uso de automóvil particular, donde ambos modos llegan al año 2012 con un nivel de captura de viajes del orden de 25% cada uno. Otro aspecto que aborda este artículo, muestra las validaciones realizadas con información asociada a los dispositivos tecnológicos de Transantiago, que por primera vez se utilizan en una encuesta origen-destino en el país. Se validaron volúmenes de viaje, transbordos, distribución de las distancias de viaje, etc., incorporando además una estimación de los niveles de evasión del sistema y el ajuste con los perfiles de Metro. Todo ello permite afirmar que la encuesta responde satisfactoriamente a los requerimientos de información exigibles para este tipo de instrumentos.

Palabras clave: transporte, encuesta origen-destino, EOD, validación, Santiago

## ABSTRACT

*The main topic addressed in this article is the description of travel demand patterns on the urban transport system of Santiago in 2012, showing transport supply and travel demand changes mainly due to the implementation of the Transantiago public transport system, the consolidation of a network of urban highways, changes in income levels and motorization rates, and changes in household size, among other variables. This survey shows a system with 18,5 millions of trips per day, where a reduction in the use of public transport is observed in favor of the private car. Currently both modes have a similar share of trips, around 25% each one. The second topic is related to survey data validation, which was made using information from technological devices provided by Transantiago. Trip volumes, transfers, trip distance distribution and fare evasion levels in system were validated. Finally, the analysis shows that the survey is satisfactory in terms of the information that can be obtained from this type of instrument.*

*Keywords: transport, OD survey, validation, Santiago*

## 1. INTRODUCCIÓN

La encuesta origen-destino de Santiago 2012, en adelante EOD 2012 (SECTRA, 2014), se enmarca dentro de un proceso de monitoreo del sistema de transporte urbano de Santiago, que normalmente se realiza cada 10 años, cuyo objetivo es capturar los patrones de comportamiento de los viajes y las características socioeconómicas de los viajeros.

En esta oportunidad, la EOD 2012 permite conocer el impacto en el sistema de transporte de Santiago de las políticas o proyectos implementados desde la anterior encuesta realizada el año 2001, donde la implementación de Transantiago, la habilitación de una red de autopistas urbanas, la expansión de la red de Metro, y el aumento del ingreso familiar y de la motorización, aparecen como los principales responsables del cambio de comportamiento que se observa.

Sin embargo, existe también otro aspecto distintivo en esta encuesta, que es la disponibilidad de datos pasivos registrados a partir del uso de la tarjeta Bip! y los GPS de los buses de Transantiago, que permiten validar el nivel de representatividad de la información recogida en la encuesta para viajes en transporte público, más allá de los validadores que normalmente se utilizan.

En suma, este artículo describe un análisis de variables agregadas de la EOD 2012 para el día laboral de temporada normal, organizado en dos partes: la primera enfocada en los principales resultados, y la segunda parte, con un análisis de consistencia de los resultados de la encuesta utilizando principalmente la información pasiva de Transantiago y Metro.

## 2. BREVE RESEÑA DE LA ENCUESTA

El área de estudio está conformada por 45 comunas de la Región Metropolitana<sup>1</sup>, que albergan una población 6.651.734 personas. El total de viajes en un día laboral es de 18,5 millones, y de ellos, el 80% se realizan en la conurbación denominada Gran Santiago<sup>2</sup>, la cual está formada por 34 comunas, con una población de 6 millones de personas, y con una superficie urbana de 641 km<sup>2</sup>, de los cuales 115 km<sup>2</sup>, un 18%, corresponde a superficie vial.

El sistema de transporte público de la conurbación, Transantiago, posee una flota de 6.700 buses y una red de Metro de 104 km. Es un sistema integrado física y tarifariamente, con un importante subsidio a la tarifa, el cual moviliza diariamente del orden de los 4,4 millones de viajes diarios. También existe un sistema de taxi colectivo<sup>3</sup>, que moviliza del orden de 500 mil viajes diarios. Por otra parte, el parque total de vehículos motorizados es de 1,4 millones, de los cuales 1,2 millones son vehículos livianos.

En relación con la aplicación de la encuesta, la EOD 2012 consideró una muestra de 18.000 hogares escogidos aleatoriamente en el área de estudio, mediante un procedimiento bi-etápico en el cual se seleccionaba primero la manzana y en la siguiente etapa los hogares a encuestar de cada manzana. La muestra se compone de aproximadamente 11.000 hogares encuestados para caracterizar el día laboral de temporada normal<sup>4</sup>, y los cerca de 7.000 hogares restantes fueron encuestados para la temporada estival y el fin de semana de temporada normal.

La encuesta fue aplicada durante el período comprendido entre julio de 2012 y noviembre de 2013, para lo cual se diseñó un conjunto de instrumentos utilizados en la etapa de levantamiento de información:

- Instrumento de contacto: carta de presentación.
- Instrumento de selección de vivienda: hoja de empadronamiento.
- Instrumento de seguimiento de la vivienda: hoja de ruta.
- Instrumentos de recolección de datos: formularios de encuesta.

<sup>1</sup> Provincia de Santiago, Colina, Lampa Puente Alto, Pirque, San Bernardo, Calera de Tango. Se incluyen además por primera vez el año 2012, las comunas de Buin, Melipilla y la Provincia de Talagante.

<sup>2</sup> Provincia de Santiago y las comunas de Puente Alto y San Bernardo.

<sup>3</sup> Taxi con ruta fija que es compartido por un máximo de 4 pasajeros mediante el pago de una tarifa.

<sup>4</sup> Se considera temporada normal el periodo comprendido entre la segunda quincena de marzo y la primera quincena de diciembre, exceptuando feriados o días con comportamientos atípicos.

Como método de encuesta se utilizó la entrevista personal asistida por dispositivo móvil considerando dos visitas:

- La primera con el objetivo de presentar la encuesta, aplicar el formulario de hogar y asignar el día de registro de viajes.
- La segunda visita tenía por objetivo recoger la información de viajes aplicando personalmente el formulario a cada integrante del hogar, que en la práctica se tradujo en tres visitas al hogar para localizar a todos los integrantes del grupo familiar.

Respecto del proceso de corrección y expansión de la encuesta, éste fue realizado con una metodología alternativa dada la ausencia de datos censales 2012 (Contreras, 2015).

### 3. PRINCIPALES RESULTADOS

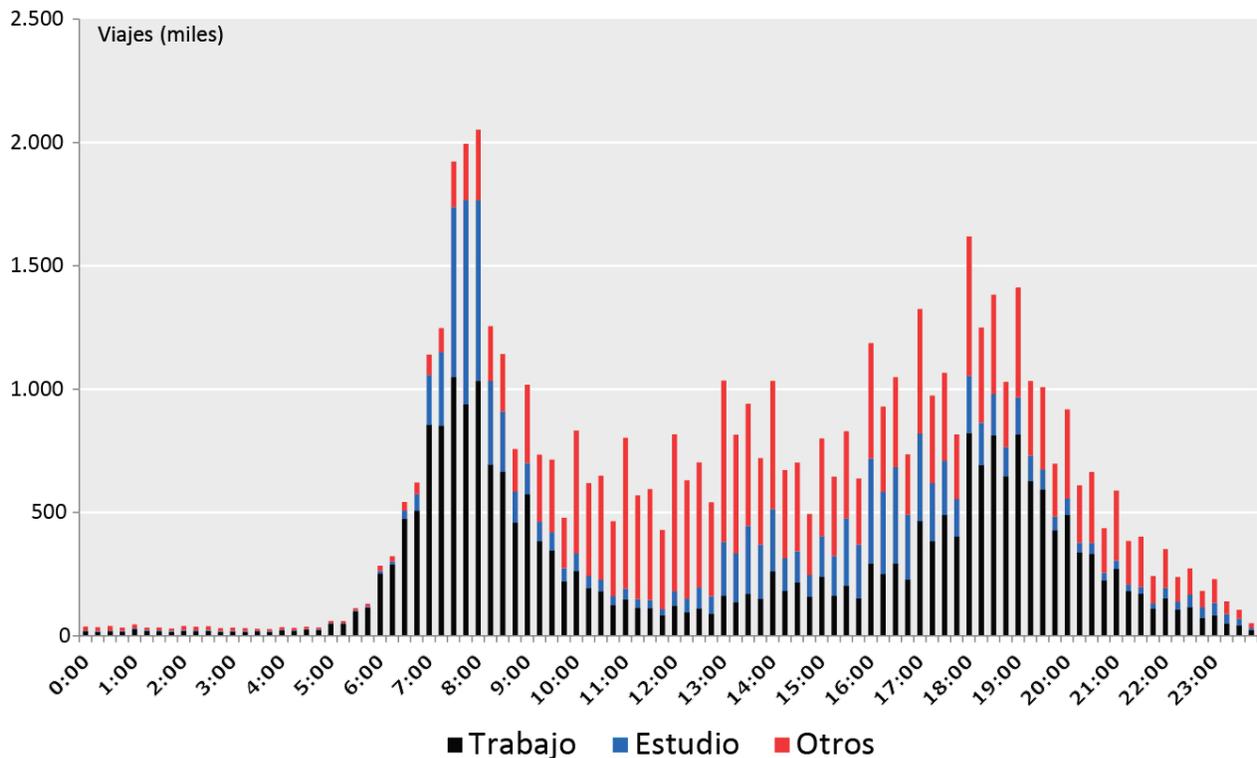
El análisis de resultados se centra en los siguientes aspectos principales: el total de viajes, la partición modal, las tasas de generación de viajes, el análisis por modo<sup>5</sup> y las matrices de viaje, principalmente enfocado en su comparación con la EOD 2001.

#### 3.1 Viajes en el sistema

Se estimó para Santiago un total de 18,5 millones de viajes en día laboral de temporada normal, de los cuales 7,1 millones corresponden a viajes no motorizados (caminata y bicicleta), y 11,3 millones corresponden a viajes motorizados. La Figura 1 contiene el histograma de viajes para día laboral-normal, según la agregación de propósitos trabajo, estudio y otros. En la Tabla 1 se observa la distribución de viajes según propósito.

Notar que en el propósito trabajo se incluyeron los viajes “al trabajo” y “de trabajo”, además del retorno al hogar de los viajes originados por esos dos motivos. De igual forma, en el propósito Estudio se incluyeron los viajes “al estudio” y “por estudio”, más el retorno al hogar de los viajes originados por esos dos motivos. El propósito Otros incluye los viajes realizados por razones diferentes a las dos anteriores.

**Figura 1: Histograma de viajes por propósito, día laboral temporada normal**



Fuente: EOD 2012

<sup>5</sup> La base de datos de la encuesta se encuentra disponible en [www.sectra.gob.cl](http://www.sectra.gob.cl)

**Tabla 1: Distribución de viajes diarios por propósito**

Trabajo	Estudio	Otros
32,40%	19,50%	48,10%

Fuente: EOD 2012

El histograma de viajes muestra un comportamiento consistente con lo esperado, donde los viajes con propósito trabajo presentan dos periodos, punta mañana y punta tarde, claramente identificados. En los viajes con propósito estudio se observa un período punta mañana de una duración menor en comparación con la del propósito trabajo, explicado por la menor variabilidad en la hora de inicio de clases en la mañana en relación con el inicio de las actividades laborales. Además se observa una concentración de viajes con propósito estudio inmediatamente antes de la punta tarde, que refleja la jornada escolar completa (JEC) implementada el año 1997 por el Ministerio de Educación.

Los viajes con propósito otros se mantienen más bien estables durante el día, con una menor presencia en la punta mañana. Los principales propósitos agregados bajo el propósito “otros”, resultaron ser “de compras” y “buscar o dejar a alguien”.

### 3.2 Tasa de generación de viajes

Se estimó que en promedio cada habitante realiza 2,78 viajes diarios, y por lo tanto, cada hogar genera en promedio 9 viajes diarios. Se estimó un tamaño medio de hogar de 3.2 habitantes/hogar

Las Tablas 2 y 3 contienen la tasa de generación de viajes por persona según nivel de ingreso y tasa de motorización del hogar, desagregada en viajes motorizados y no motorizados. De la observación de las tablas, se desprende un comportamiento consistente con lo esperado, con tasas de generación para los viajes motorizados crecientes con el nivel de ingreso y la tasa de motorización. Por el contrario, las tasas de generación de los viajes no motorizados resultaron decrecientes en función de tales variables.

**Tabla 2: Tasa de generación de viajes motorizados, según nivel de ingreso y motorización**

Viajes motorizados		Nivel de ingreso			
		Bajo	Medio	Alto	Total
Tasa de motorización	0	1,18	1,36	1,71	1,29
	1	1,65	1,87	1,96	1,83
	2+	2,19	2,57	2,93	2,69
	Total	1,30	1,76	2,62	1,71

Fuente: EOD 2012

**Tabla 3: Tasa de generación de viajes no motorizados, según nivel de ingreso y motorización**

Viajes no motorizados		Nivel de ingreso			
		Bajo	Medio	Alto	Total
Tasa de motorización	0	1,43	1,06	0,95	1,22
	1	1,26	0,89	0,79	0,95
	2+	0,90	0,85	0,76	0,82
	Total	1,38	1,76	0,78	1,07

Fuente: EOD 2012

### 3.3 Partición Modal

La Tabla 4 contiene la partición modal diaria según una definición agregada de modos, y la Tabla 5 muestra la distribución de los viajes para los modos agregados bajo el modo Bip!. Para efectos sólo de presentación de resultados, se agregaron los viajes del sistema integrado Bus-Metro en el denominado modo Bip!. La base de datos contiene el detalle de los modos utilizados. Los 530 mil viajes en taxi colectivo se realizan en el modo puro, aumentan a casi 700 mil viajes diarios al considerar sus combinaciones, debido fundamentalmente a su combinación con Metro.

**Tabla 4: Partición modal diaria**

Modo	Viajes (miles)	%
Auto	4.748,6	25,7%
Bip!- Otros Público	301,9	1,6%
Bip!- Otros Privado	148,2	0,8%
Bip!	4.171,3	22,6%
Taxi Colectivo	530,4	2,9%
Taxi Básico	315,0	1,7%
Otros	1.135,4	6,2%
Caminata	6.363,3	34,5%
Bicicleta	747,1	4,0%
<b>Total</b>	<b>18.461,2</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: EOD 2012

**Tabla 5: Distribución del modo Bip!**

Modo Bip!	Viajes (miles)	%
Solo Metro	1.025,4	22,2%
Solo Bus	2.420,4	52,4%
Bus – Metro	1.175,6	25,4%
<b>Total</b>	<b>4.621,4</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: EOD 2012

Uno de los principales resultados obtenidos de la encuesta es la partición modal global, la que en suma muestra una participación del automóvil particular que supera el 25% de los viajes diarios, levemente por sobre la participación que alcanza el modo Bip! más sus combinaciones. En relación con los viajes no motorizados, la caminata representa un tercio de los viajes diarios en el sistema, con más de 6 millones de viajes al día, y la bicicleta supera los 700 mil viajes con el 4% del total de viajes<sup>6</sup>.

El modo agregado “otros”, que alcanza un 6% de los viajes totales, se compone principalmente de viajes en furgón escolar (50%), en bus rural (27%), y el 9% de viajes en bus institucional.

En relación con la distribución de los viajes Bip!, incluidas sus combinaciones con modos no integrados, muestran que la combinación bus Transantiago – Metro promovida por el sistema de tarifa integrada, alcanza un 25% del total de viajes en modo Bip!, concluyéndose que el 48% de los viajes realizan al menos una etapa en Metro, y el 78% realiza al menos una etapa en Bus Transantiago.

<sup>6</sup> La EOD2012, según la fecha en que fue aplicada, no capturó el impacto del sistema de bicicletas públicas en este modo.

## 4. COMPARACIÓN CON LA EOD 2001

### 4.1 Partición modal

Como elemento de análisis necesario para entender la evolución del sistema de transporte urbano en estos 11 años, la Tabla 6 muestra una comparación de la partición modal del año 2012 respecto de la obtenida en la encuesta origen-destino 2001, en adelante EOD 2001 (SECTRA, 2003). Para efectos de comparación, se consideró como área de estudio el área de la EOD 2001, correspondiente a 38 comunas<sup>7</sup> de la Región Metropolitana, y se asimilaron los viajes en buses urbanos y metro a lo que se definió, para efectos de presentación de resultados, como modo Bip!

**Tabla 6: Comparación de partición modal 2001 - 2012**

Modo	2001		2012 (*)	
	Viajes (miles)	%	Viajes (miles)	%
Auto	3.276,0	21,0%	4.586,7	26,1%
Bip!	4.690,5	30,1%	4.164,3	23,7%
Bip!- Otros Público	121,1	0,8%	239,8	1,4%
Bip!- Otros Privado	65,1	0,4%	145,6	0,8%
Taxi Colectivo	384,1	2,5%	420,0	2,4%
Taxi Básico	189,1	1,2%	311,9	1,8%
Otros	566,5	3,6%	924,0	5,3%
Caminata	5.964,5	38,3%	6.075,7	34,6%
Bicicleta	329,0	2,1%	676,0	3,9%
<b>Total</b>	<b>15.585,6</b>	<b>100,0%</b>	<b>17.543,9</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: EOD 2001 y EOD 2012

(\*) Resultados según las 38 comunas consideradas en la EOD 2001.

Se observa que la partición modal del automóvil aumenta de 21% a 26%, en contraste con el modo Bip! (incluidas sus combinaciones) que experimenta una caída en su participación desde un 31% -donde predominaba ampliamente sobre el automóvil particular-, a un poco más del 25%, quedando en un escenario donde los viajes en automóvil superan levemente a los realizados en modo Bip!

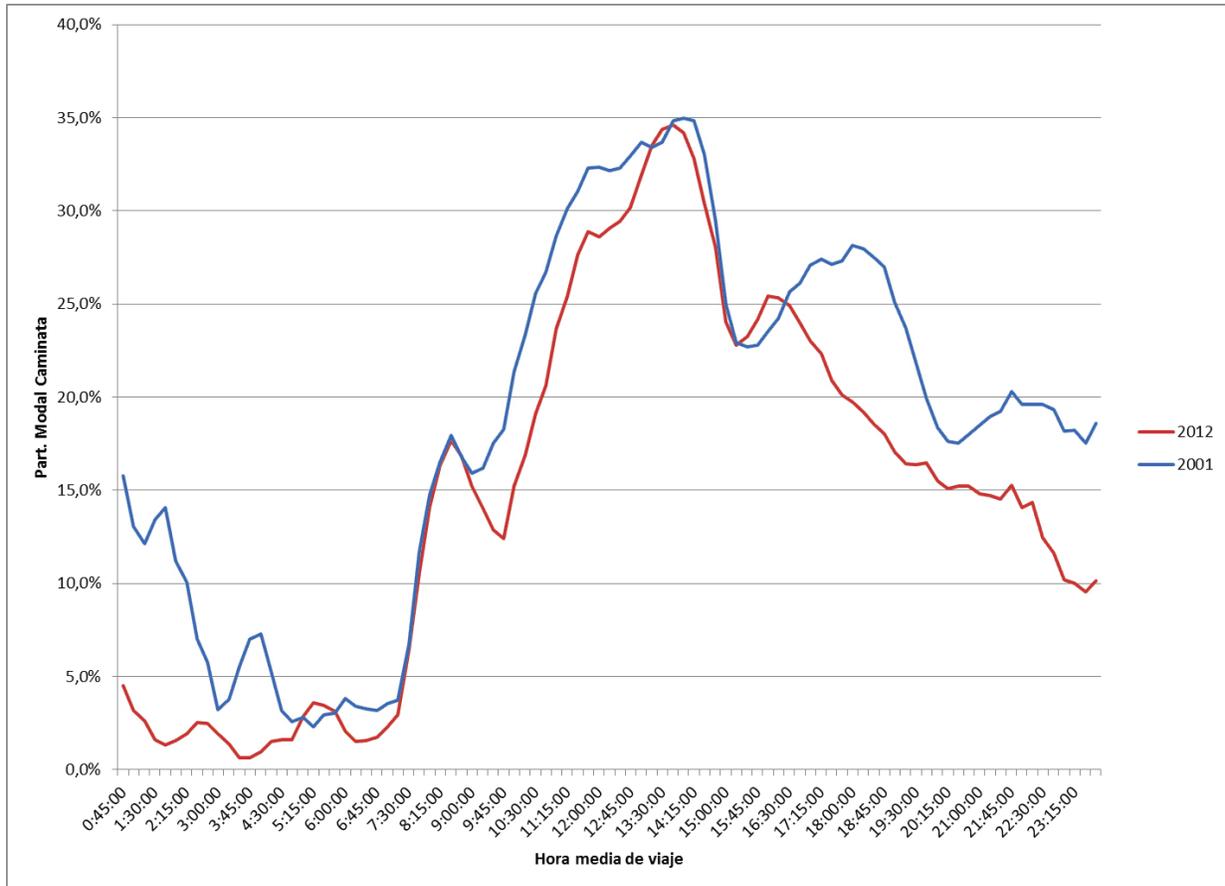
Respecto de las razones que explican la dirección en la cual ha evolucionado el sistema de transporte, es importante mencionar que existen múltiples factores que intervienen en esta caída de la partición modal del transporte público, donde son necesarios de mencionar al menos los siguientes:

- El aumento en la tasa de motorización, producto del aumento del ingreso familiar y de la disminución relativa del costo de adquisición de automóviles, lo que ha derivado en un crecimiento del parque vehicular en el período 2001-2012, en una tasa superior al 4,4% anual (INE, 2012).
- La implementación de una red de más de 180 kilómetros de autopistas urbanas (MOP, 2009) que no existían el año 2001.
- La implementación del nuevo sistema de transporte público, Transantiago, que en términos generales cambió la estructura de recorridos de buses a un sistema troncal-alimentador con el metro como eje estructural de este nuevo sistema, además de un cambio en la estructura tarifaria y en el sistema de pago (Muñoz y Gschwender, 2008). A este respecto, se destaca compleja implementación del sistema, produciendo una fuga de usuarios a otros modos, en especial al transporte privado, afectando la percepción de la opinión pública hasta estos días.
- Inexistencia de una regulación económica al uso del automóvil.

<sup>7</sup> Provincia de Santiago y las comunas de Puente Alto, San Bernardo, Pirque, Colina, Calera de Tango y Lampa

Otro aspecto que resulta relevante en el análisis, es la disminución de la participación de la caminata entre ambas encuestas. En este caso, la ausencia de elementos de juicio adicionales no permite establecer una relación de causalidad de este fenómeno. Sin embargo, del análisis de los datos recopilados es posible observar que la baja en la participación de la caminata se produce de manera más significativa en las horas de la tarde, con posterioridad a las 16:00 horas, tal como se observa en la Figura 2:

**Figura 2: Partición modal horaria de la caminata: EOD 2001 y EOD 2012**

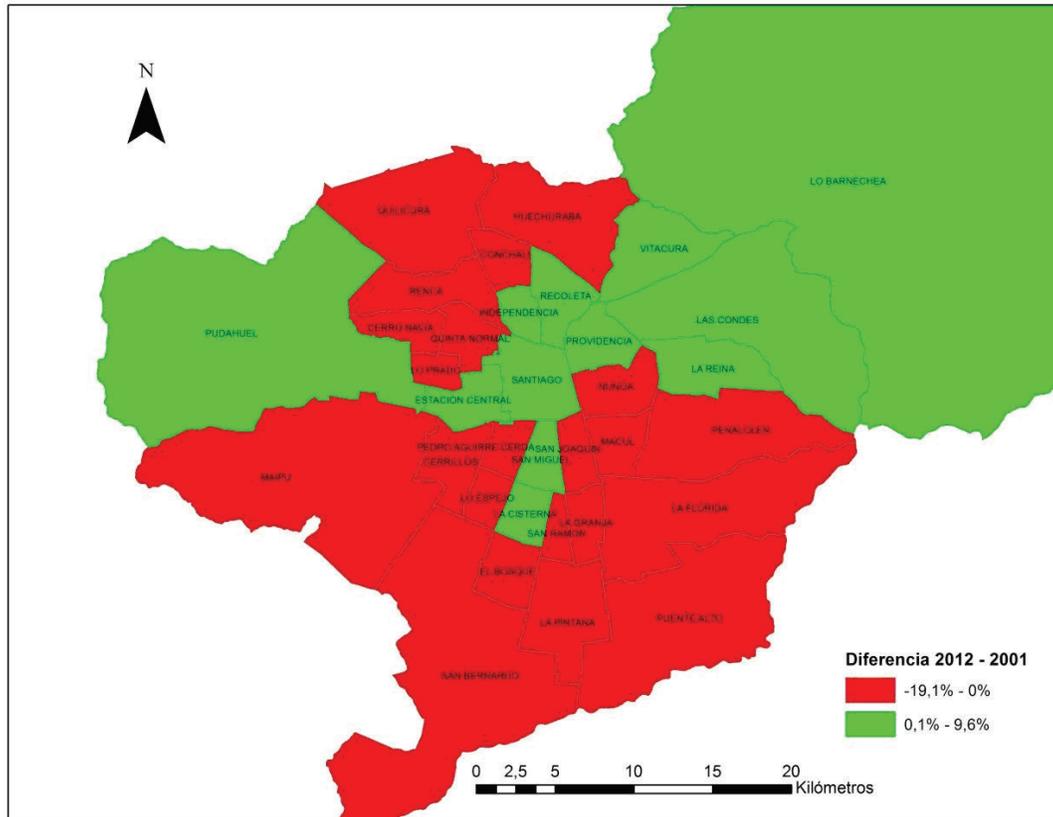


Fuente: EOD 2001 y EOD 2012

Por su parte, un análisis espacial la partición modal de la caminata, muestra que las comunas donde aumentó su participación, son las comunas localizadas en el eje oriente-poniente de la ciudad, además de las comunas de San Miguel y La Cisterna, tal como se observa en la Figura 3. En tanto, el resto de las comunas identificadas con color rojo, son aquellas donde la partición modal de la caminata sufrió una disminución.

Del análisis de las caminatas según propósito del viaje y por edad de la persona, no fue posible encontrar un patrón de cambio que ilustrara sobre la disminución de su partición modal.

**Figura 3: Cambios de la partición modal a nivel comunal: EOD 2001 y EOD 2012**



Fuente: EOD 2001 y EOD 2012

#### 4.2 Análisis por modo

La Tabla 7 contiene la tasa de crecimiento anual de viajes por modo, obtenida de la comparación con la EOD 2001.

**Tabla 7: Crecimiento anual de viajes por modo**

Modo	Tasa Crec. Anual Viajes 2001 - 2012
Auto	3,1%
Taxi Colectivo	1,6%
Taxi Básico	4,8%
Bicicleta	6,8%
Bip!	-0,4%
Bus	-4,2%
Metro	7,0%
Bus – Metro	18,8%

Fuente: EOD 2001 y EOD 2012

Se observa una tasa de crecimiento anual de los viajes en auto de un 3,1% para el periodo 2001-2012, periodo en el que el parque vehicular creció a una tasa estimada del 4,4% anual, y se habilitó una red de autopistas urbanas que suman 181 kilómetros de infraestructura de alto estándar para el transporte privado (MOP, 2009).

Por otro lado, se destaca el alto crecimiento de los viajes en bicicleta, con una tasa anual del 7%, explicada en gran parte por el aumento de viajes experimentado en las comunas del sector centro y oriente de la ciudad, con un crecimiento de la generación anual de viajes del 13% y 17% respectivamente, que a su vez, es donde se concentra gran parte de los más de 200 kilómetros de ciclovías implementadas en el mismo periodo.

Respecto de la evolución del modo Bip! en el periodo 2001-2012, que en suma decrece a una tasa del 0,4% anual, se observa un aumento de los viajes en metro puro de un 7% anual<sup>8</sup>, explicado principalmente debido al cambio producido en la estructura de recorridos de transporte público con motivo de la implementación de Transantiago, al aumento de 40 a 104 kilómetros de red de Metro en el periodo 2001-2012, y al aumento de capacidad de transporte implementada en ese modo, vía medidas de gestión y aumentos de frecuencia, y a la reducción de la oferta de buses en los ejes donde se emplaza la red de Metro. Por su parte, la tasa del 19% de crecimiento de los viajes combinados bus-metro, se debe principalmente a la reconfiguración de los servicios de buses como alimentadores de metro, eje estructural de Transantiago, a la tarifa integrada entre bus y metro, y a la expansión de la red de Metro.

Finalmente, la disminución sostenida de los viajes en bus puro a una tasa sobre el 4% anual, se explica principalmente por el aumento en la tasa de motorización, la reducción de la oferta de buses en ejes donde existe metro, y los problemas de operación de los servicios asociados al nivel de cumplimiento de cada operador del sistema.

La Tabla 8 contiene una comparación de la participación de bus y metro en la EOD 2012 y 2001, donde se observan aumentos notables en la participación de Metro y combinaciones, producto de lo mencionado en los párrafos precedentes.

**Tabla 8: Participación de bus y metro EOD 2001 y EOD 2012**

Modo Bip!	% EOD 2001	% EOD 2012
Bus	86,2%	53,9%
Metro	10,1%	21,2%
Bus – Metro	3,8%	25,0%

Fuente: EOD 2001 y EOD 2012

Es así como, se evidencia el cambio de rol del Metro en el sistema, pasando en el contexto de Transantiago el año 2007, a ser un eje estructural del sistema de transporte urbano.

#### 4.3 Matrices origen-destino

Las Tablas 9 a 11 muestran las matrices origen destino de viajes agregadas por sector de la ciudad para la EOD 2001 y EOD 2012, y las tasas de crecimiento anual que se obtienen de su comparación<sup>9</sup>.

**Tabla 9: Matriz origen-destino por sector - EOD 2012**

EOD 2012	Norte	Poniente	Oriente	Centro	Sur	Sur-Oriente	Total
Norte	1.782,7	109,1	164,2	175,4	59,5	55,8	2.346,6
Poniente	114,9	2.513,0	189,6	277,2	146,2	70,9	3.311,9
Oriente	173,0	190,1	2.889,1	308,8	143,3	321,4	4.025,7
Centro	180,9	278,3	306,1	809,9	177,1	161,7	1.913,9
Sur	56,5	146,6	154,0	173,7	2.452,2	171,2	3.154,2
Sur-Oriente	51,7	71,8	325,9	155,0	167,5	2.019,8	2.791,6
<b>Total</b>	<b>2.359,7</b>	<b>3.308,8</b>	<b>4.028,9</b>	<b>1.900,0</b>	<b>3.145,7</b>	<b>2.800,8</b>	<b>17.543,9</b>

Fuente: EOD 2012

<sup>8</sup> Notar que esta tasa de crecimiento anual incorpora el crecimiento experimentado por Metro el año 2007, donde la demanda de pasajeros creció un 82% producto de la reestructuración de servicios de Transantiago, pasando de una afluencia anual de 331 millones de pasajeros el año 2006 a 601 millones el año 2007. La tasa promedio anual se presenta para fines comparativos con los otros modos.

<sup>9</sup> Para independizar la comparación del nivel de georreferenciación de viajes alcanzado en cada encuesta, se normalizaron ambas matrices según el total de viajes que cada una estimó para el área común de 38 comunas.

**Tabla 10: Matriz origen-destino por sector - EOD 2001**

EOD 2012	Norte	Poniente	Oriente	Centro	Sur	Sur-Oriente	Total
Norte	1.519,5	105,0	110,1	172,2	72,6	58,9	2.038,4
Poniente	107,8	2.362,3	156,9	300,8	126,5	63,6	3.117,9
Oriente	109,5	153,0	1.784,6	245,3	114,8	288,9	2.696,0
Centro	170,9	302,6	233,4	701,3	209,2	139,8	1.757,3
Sur	68,3	129,2	124,6	210,0	2.605,9	185,2	3.323,2
Sur-Oriente	59,5	64,5	284,6	141,4	187,5	1.915,5	2.653,0
<b>Total</b>	<b>2.035,4</b>	<b>3.116,6</b>	<b>2.694,2</b>	<b>1.771,0</b>	<b>3.316,5</b>	<b>2.651,9</b>	<b>15.585,6</b>

Fuente: EOD 2001

**Tabla 11: Tasa de crecimiento anual de viajes origen-destino por sector**

Crec. Anual 2012-2001	Norte	Poniente	Oriente	Centro	Sur	Sur-Oriente	Total
Norte	1,5%	0,3%	3,7%	0,2%	-1,8%	-0,5%	1,3%
Poniente	0,6%	0,6%	1,7%	-0,7%	1,3%	1,0%	0,6%
Oriente	4,2%	2,0%	4,5%	2,1%	2,0%	1,0%	3,7%
Centro	0,5%	-0,8%	2,5%	1,3%	-1,5%	1,3%	0,8%
Sur	-1,7%	1,2%	1,9%	-1,7%	-0,6%	-0,7%	-0,5%
Sur-Oriente	-1,3%	1,0%	1,2%	0,8%	-1,0%	0,5%	0,5%
<b>Total</b>	<b>1,4%</b>	<b>0,5%</b>	<b>3,7%</b>	<b>0,6%</b>	<b>-0,5%</b>	<b>0,5%</b>	<b>1,1%</b>

Fuente: EOD 2001 y EOD 2012

El sector oriente de Santiago, que representa las comunas de Providencia, Ñuñoa, La Reina, Las Condes, Vitacura y Lo Barnechea, concentra el mayor crecimiento de viajes con una tasa anual del 3,7%, muy por sobre la tasa de crecimiento del sector norte de 1,3% anual, que es el sector que le sigue en nivel de crecimiento de viajes. Con una tendencia opuesta aparece el sector sur de la ciudad, pues resulta con una tasa de decrecimiento de los viajes de -0,5% anual.

## 5. VALIDACIÓN CON FUENTES EXTERNAS

La implementación de Transantiago incorporó el uso de dispositivos tecnológicos que registran información de altísima calidad asociada a la operación del sistema de transporte público. En esta sección, se presentan las validaciones realizadas a la encuesta, utilizando la base de datos de abril 2012 generada por el software de análisis de datos de transporte público ADATRAP desarrollado por la Universidad de Chile, en adelante ADATRAP 2012 (Munizaga y Palma, 2012; Munizaga *et al.*, 2014).

En términos generales, el software ADATRAP genera una base de datos de viajes y etapa de viaje en el modo Bip!, utilizando para ello las transacciones registradas en la tarjeta Bip!, y los GPS de los buses. Es por ello que, la estimación de viajes con este método no incorpora los viajes realizados que no pagan tarifa.

Posteriormente, se incluye la comparación de los perfiles de Metro construidos con la EOD 2012 y los estimados a partir de información obtenida de Metro S.A.

## 5.1 Validación con datos de ADATRAP 2012

Las Tablas 12 a 14 contienen la comparación de los viajes estimados con la EOD 2012, en comparación con los viajes obtenidos de ADATRAP 2012.

**Tabla 12: Comparación de viajes en el modo Bip! (miles de viajes)**

	EOD 2012	ADATRAP 2012	Dif.
Viajes Totales	4.621	4.169	10,9%
Solo Bus	2.420	1.824	32,7%
Solo Metro	1.025	1.352	-24,2%
Bus- Metro	1.176	992	18,5%

Fuente: EOD 2012, ADATRAP 2012

**Tabla 13: Viajes con al menos una etapa en bus o Metro (miles de viajes)**

Modo	Viajes		Dif.
	EOD 2012	ADATRAP 2012	
Viajes con Bus	3.596	2.817	-22%
Viajes con Metro	2.201	2.344	7%

Fuente: EOD 2012, ADATRAP 2012

**Tabla 14: Etapas en bus (miles de viajes)**

Etapas	EOD 2012	ADATRAP 2012	Dif.
Etapas Totales	6.606	5.941	10%
Etapas Bus	4.405	3.596	18%

Fuente: EOD 2012, ADATRAP 2012

La EOD 2012 estima para la ciudad de Santiago un total diario de 4,6 millones de viajes que usan el sistema de transporte público integrado bus-metro, casi un 11% más que los viajes estimados con ADATRAP 2012. Tales distorsiones ocurren en el sentido esperado, pues la EOD 2012 estima el total de viajes para el sistema independiente del pago de la tarifa, a diferencia ADATRAP 2012 que incorpora exclusivamente las etapas de viaje que pagan la tarifa.

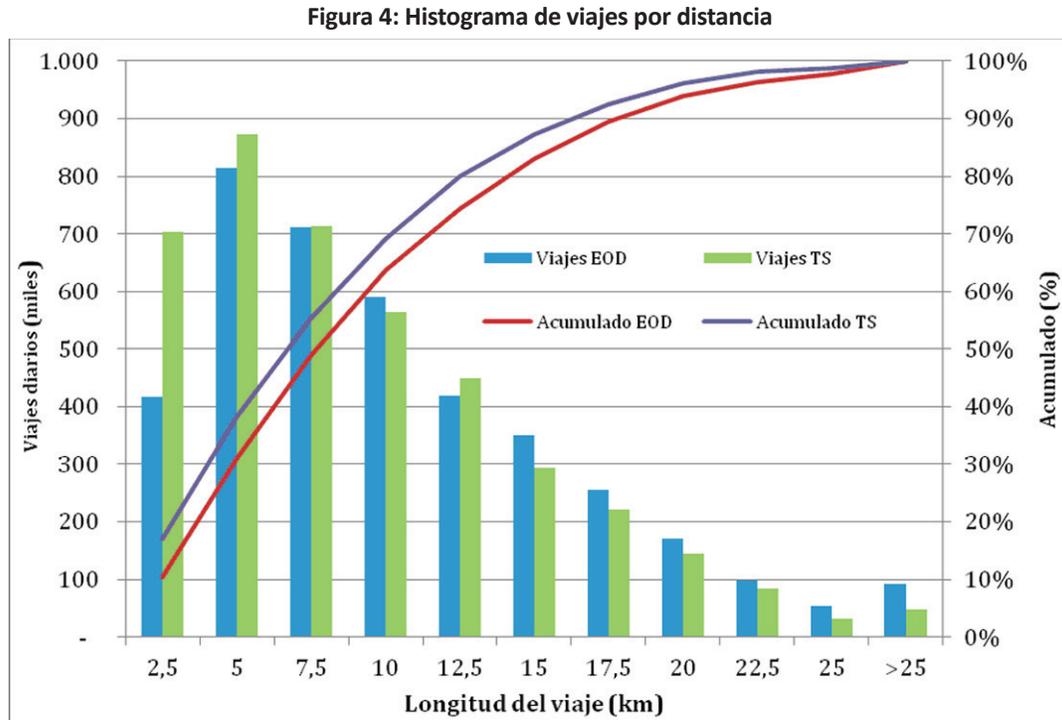
En el mismo sentido se explica el desbalance identificado entre los viajes en bus y metro, pues la evasión de primera etapa en los viajes combinados bus-metro es frecuente<sup>10</sup>, lo que se valida al contrastar los viajes con al menos una etapa en Metro de la Tabla 13, donde se observan magnitudes similares de viajes con al menos una etapa en metro entre ambas fuentes (7% de diferencia). Al respecto, se debe tener presente que la EOD 2012 no considera los viajes en metro de personas que residen en hogares colectivos, hoteles, o que provienen de hogares externos al área de estudio.

Respecto de los viajes con al menos una etapa en bus, ADATRAP 2012 estima un 22% menos de viajes que la EOD 2012, lo que se explica debido al efecto combinado de la evasión blanda (de alguna etapa) y la evasión dura (evasión del viaje completo).

<sup>10</sup> Este tipo de evasión de una etapa pero no del viaje completo se conoce como "evasión blanda"

Respecto de la cantidad total de etapas en bus estimadas con la EOD 2012, resultan un 18% más que las etapas estimadas por ADATRAP 2012, lo que se encuentra en el rango de evasión estimado por Fiscalización durante las mediciones del año 2012 (Subtrans, 2013).

También resulta interesante comparar el histograma de viajes de la EOD 2012 según distancia de viaje, con la distribución de viajes proveniente de ADATRAP 2012, tal como se observa en la Figura 4.



Fuente: EOD 2012 y ADATRAP 2012

De la figura se desprende la consistencia de ambas curvas de distribución de viajes según distancia, donde la curva de la EOD 2012 está “sobre” ADATRAP 2012, debido a que la encuesta considera las distancias totales de viaje desde origen a destino, incluido el acceso desde el hogar al paradero y el egreso del paradero al destino final del viaje, y no solo las distancias desde el paradero de subida (o estación) al paradero de bajada (o estación).

En el extremo derecho de la curva de la EOD 2012, se observa una diferencia mayor con ADATRAP 2012, explicada por la presencia de viajes de mayor longitud que utilizan modos no integrados para completar su viaje, como es el caso de los viajes suburbanos que ingresan a la trama urbana.

## 5.2 Validación de perfiles de Metro

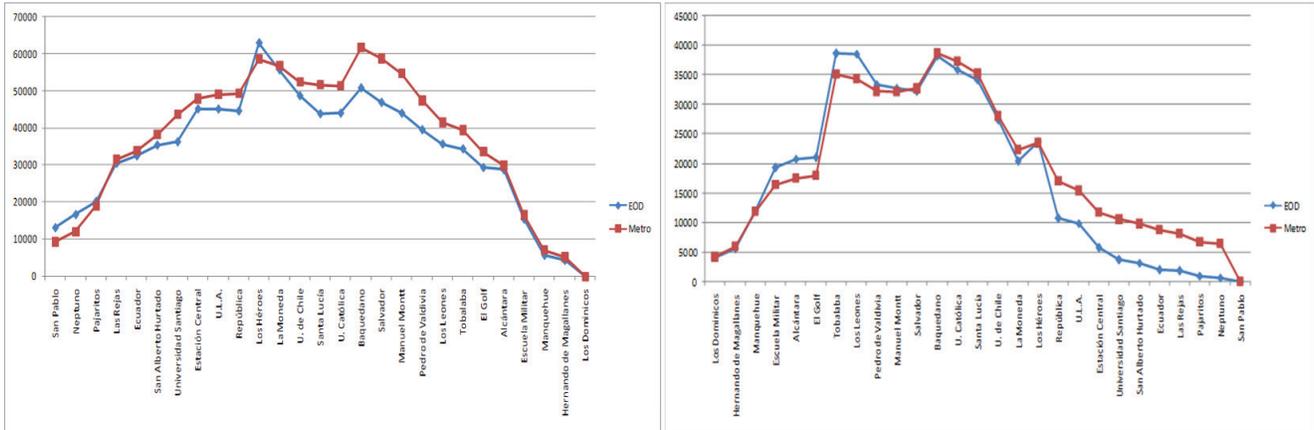
Una de las fuentes de información naturales para el contraste y validación de los resultados de la EOD 2012 corresponde a los perfiles de carga por línea estimados por Metro con datos del año 2012, mediante el uso de la afluencia de pasajeros por estación y la encuesta origen-destino realizada por Metro.

Según la información registrada por Metro en los validadores, la afluencia media para un día laboral en temporada normal en el año 2012 fue de 2.422.930 personas y según la EOD 2012 se tienen 2.200.992 viajes diarios, un 10% de diferencia. Esta diferencia está explicada en parte por un conjunto de usuarios que utilizan metro y que no están representados en la EOD 2012 como por ejemplo, los usuarios que viven en otras ciudades como Rancagua, Viña del Mar o Valparaíso y que acceden a Santiago en buses interurbanos o tren y que luego utilizan el metro, así como también población flotante (turistas que se alojan en hoteles ubicados preferentemente en lugares aledaños a Metro), población que habita en hogares colectivos, etc, todo lo cual no está representado en la EOD 2012

Del mismo modo, se debe tener en cuenta para la comparación con Metro, que las afluencias (y perfiles de carga) se registran según la hora de ingreso al metro, mientras que en el caso de la EOD 2012 se estiman las afluencias y perfiles de carga según la hora media del viaje, donde están incluidas las etapas combinadas con metro.

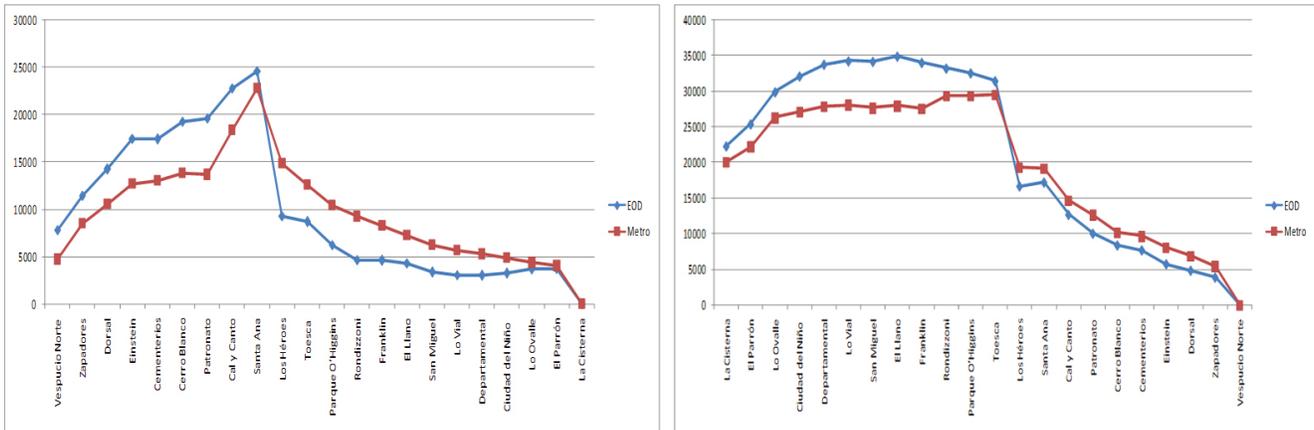
En las figuras 5 a 9 se presentan para el periodo punta mañana 2 (de 07:30 a 09:00 hrs), los perfiles estimados por Metro y los obtenidos a partir de la EOD 2012, para cada una de las líneas de Metro que operan en la ciudad de Santiago. Del mismo modo, se presentan las afluencias resultantes por línea para el periodo Punta Mañana 2.

Figura 5: Ajuste del perfil de carga - Línea 1 punta mañana 2



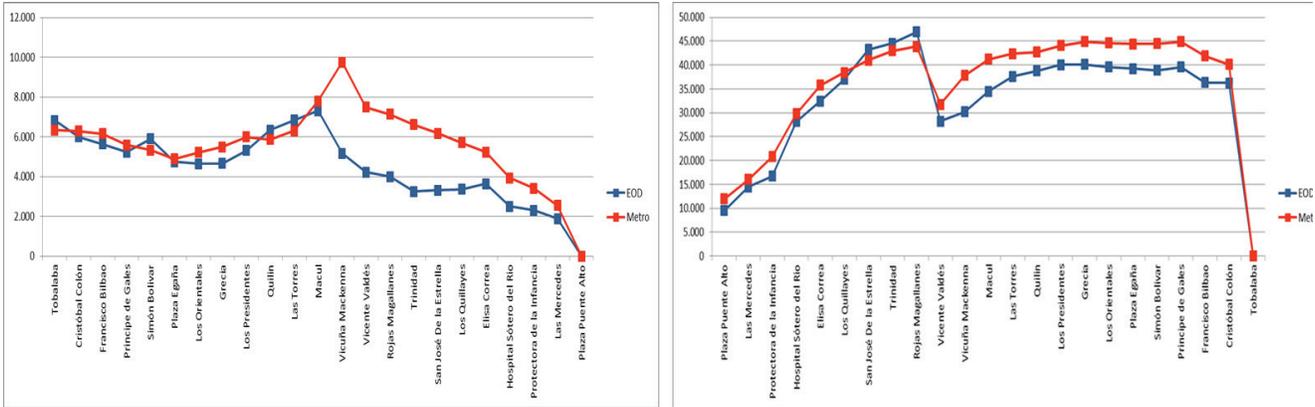
Fuente: EOD 2012 y Metro

Figura 6: Ajuste del perfil de carga - Línea 2 punta mañana 2



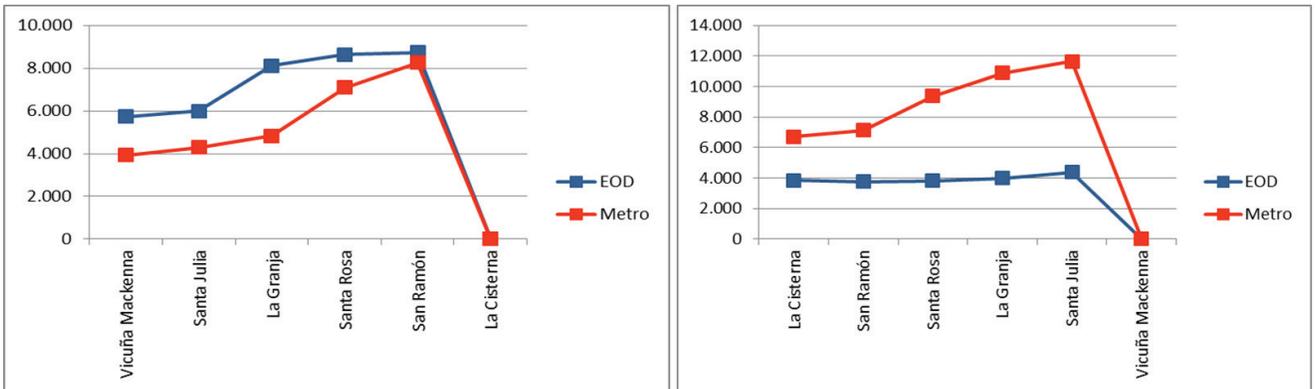
Fuente: EOD 2012 y Metro

Figura 7: Ajuste del perfil de carga - Línea 4 punta mañana 2



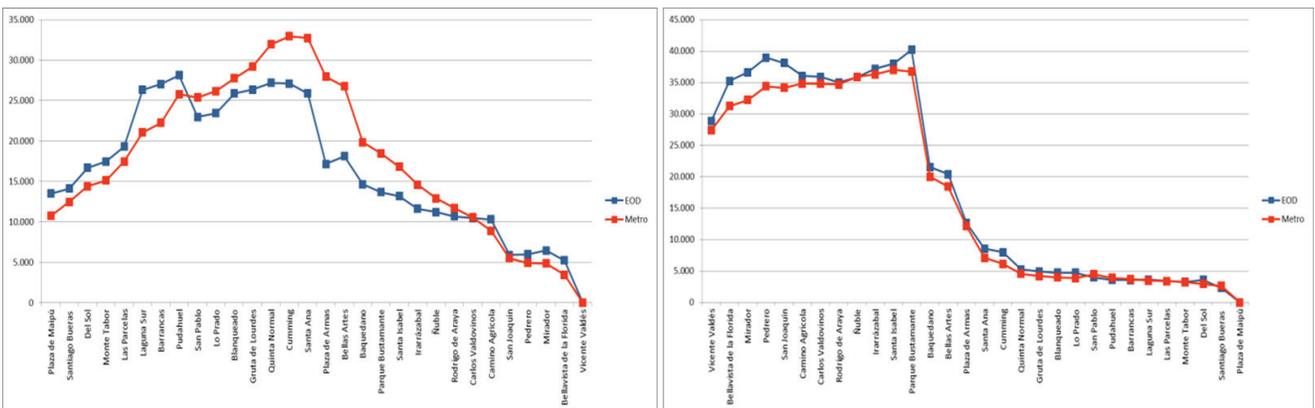
Fuente: EOD 2012 y Metro

Figura 8: Ajuste del perfil de carga - Línea 4A punta mañana 2



Fuente: EOD 2012 y Metro

Figura 9: Ajuste del perfil de carga - Línea 5 punta mañana 2



Fuente: EOD 2012 y Metro

Por su parte, una comparación de las afluencias por línea, principal parámetro de ajuste utilizado para los modelos estratégicos de transporte, arroja lo siguiente:

**Tabla 15: Comparación de afluencias por línea (viajes)**

Línea	Metro	EOD 2012	Dif.
Línea 1	110.212	99.969	-9,3%
Línea 2	64.954	77.786	19,8%
Línea 4	86.889	84.451	-2,8%
Línea 4A	20.600	14.400	-30,1%
Línea 5	78.700	78.310	-0,5%

Fuente: EOD 2012 y Metro

De la comparación de los perfiles de carga y las afluencias por línea, se concluye la consistencia general de la EOD 2012 con la información externa de perfiles de carga, tanto en el volumen de pasajeros, orden de magnitud y puntos de carga máxima, donde la estimación para la línea 4A es la que difiere de forma significativa respecto de los perfiles estimados por Metro.

De cualquier forma, se puede inferir entonces, que la EOD 2012 replica de manera adecuada la distribución y volumen de los viajes que utilizan Metro.

## 6. CONCLUSIONES

Los resultados de la EOD 2012 muestran los profundos cambios que ha experimentado el sistema de transporte urbano de Santiago en la última década, en que la implementación de Transantiago con la reestructuración de servicios y la integración tarifaria, la habilitación de una red de autopistas urbanas, la expansión de la red de Metro, y el aumento del ingreso familiar y de la motorización, aparecen como los principales responsables del cambio de comportamiento que se observa. En efecto, el automóvil se erige como el principal medio motorizado de transporte de los habitantes de Santiago, agudizando las visibles externalidades asociadas a su uso en los periodos punta: de congestión y contaminación. El transporte público, a pesar del oneroso subsidio otorgado y la importante inversión en la expansión de la red de Metro no logra mantener su participación en el mercado de transporte, cediendo frente al automóvil. Respecto de los modos no motorizados, lo más relevante es el alto crecimiento de los viajes en bicicleta y una reducción de los viajes a pie.

El test de validación de la información de los viajes en transporte público mayor de la EOD 2012 con la información de los viajes generados a partir de las transacciones de Transantiago y Metro (ADATRAP 2012), es superado de forma adecuada, lo que permite afirmar que se dispone de información actualizada y confiable para el proceso de planificación del sistema de transporte urbano de Santiago.

La calidad de información que entrega la EOD, patrones de movilidad y características socioeconómicas de los viajeros, hacen que este instrumento sea, por ahora, insustituible en el proceso de planificación de los sistemas de transporte urbano. El desafío de corto plazo es diseñar las futuras EOD como un instrumento de captura de información complementaria a la que es posible obtener por mecanismos automáticos de recolección, como es el caso de (ADATRAP 2012).

## REFERENCIAS

Coordinación de Concesiones MOP (2009) “Proyectos en operación de infraestructura vial urbana” < [http://www.concesiones.cl/proyectos/Paginas/proyectos\\_explotacion.aspx](http://www.concesiones.cl/proyectos/Paginas/proyectos_explotacion.aspx)>

Contreras, R. (2015) EOD Santiago 2012: procesos de expansión y corrección en ausencia de datos censales. XVII Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte, Concepción 2015.

Instituto Nacional de Estadísticas (2012) “Anuario parque de vehículos en circulación” <[http://www.ine.cl/canales/chile\\_estadistico/estadisticas\\_economicas/transporte\\_y\\_comunicaciones/parquevehiculos.php](http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/estadisticas_economicas/transporte_y_comunicaciones/parquevehiculos.php)>

Munizaga, M.A., Palma, C. (2012) Estimation of a disaggregate multimodal public transport origin-destination matrix from passive Smart card data from Santiago, Chile. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 24, 9–18.

Muñoz, J.C., Gschwender, A. (2008) Transantiago: A tale of two cities. *Research in Transportation Economics* 22, 45-53.

Munizaga, M.A., Devillaine, F., Navarrete, C., Silva, D. (2014) Validating travel behavior estimated from smartcard data. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 44, 70-79.

SECTRA (2003) “Actualización de Encuestas Origen y Destino de Viajes, V Etapa”.

SECTRA (2014) “Actualización y Recolección de Información del Sistema de Transporte Urbano, Etapa IX”.

Subsecretaría de Transportes, Programa Nacional de Fiscalización (2013) “Memoria institucional 2011-2013”.