

ENCUESTAS A USUARIOS DE TRANSPORTE PÚBLICO A BORDO DE VEHÍCULOS

Fernando Bravo F. y Santiago Brito P.
CIS Asociados Consultores en Transporte S.A.
Austria 2042 Providencia Santiago, Chile.
Fono 2051033 - Fax 2051029
email:fbravo@cistrans.cl; sbrito@cistrans.cl

RESUMEN

Los modelos de diseño de transporte público aplicados en las grandes ciudades de Chile, para definir físicamente y operativamente los nuevos servicios del Plan de Modernización de Transporte público impulsado por la autoridad, han requerido contar con información detallada del comportamiento de los usuarios de este sistema.

Este trabajo presenta un análisis de la metodología y resultados alcanzados de las encuestas a usuarios de transporte público a bordo de buses y taxis colectivos, efectuadas por MIDEPLAN en Santiago el año 2001 (SECTRA, 2003), y en Valparaíso y Concepción en el año 2004. (SECTRA-I, 2004; SECTRA-II, 2004, respectivamente).

Las encuestas a bordo de vehículos de transporte público consisten en consultar directamente a los pasajeros sobre los orígenes y destinos de sus viajes, los lugares donde acceden y bajan de los vehículos, el propósito de sus viajes, la o las tarifas que pagan, los modos de transbordos si los hubiera y el nivel de ingreso del entrevistado. La duración de la encuesta es breve, de 2 a 3 minutos.

Para ello, se selecciona primero una muestra de vehículos saliendo de sus terminales y posteriormente otra muestra de pasajeros al interior de los vehículos seleccionados. En general las muestras buscadas son bastante altas, de manera de lograr que el nivel de cobertura de las matrices de viajes alcanzado a nivel de pares orígenes destino de zonas sea adecuado para los fines de diseñar física y operativamente los nuevos servicios de transporte público.

Este trabajo identifica y realiza un análisis crítico de los aspectos más relevantes de las etapas que componen el proceso de encuestar a bordo de vehículos, como son: el diseño metodológico y logístico, la toma de datos y la expansión de las muestras de vehículos y pasajeros; proponiendo optimizaciones y mejoras en cada caso.

Los análisis realizados de los resultados alcanzados indican que el proceso es factible aún de mejorarse para futuros procesos de este tipo, principalmente en tres aspectos: la hora de inicio y término de la toma de datos, la captación adecuada de los viajes con propósito estudio y la contabilización más precisa del universo tanto de vehículos como pasajeros.

1. INTRODUCCION

El trabajo comienza con un análisis crítico de las etapas de diseño metodológico y logístico, toma de datos y expansión de las muestras, que forman parte del proceso de encuestar abordo de vehículos de transporte público; proponiendo optimizaciones y mejoras. Posteriormente, se presenta una comparación de los resultados alcanzados en las tres ciudades estudiadas con este método (Santiago, Valparaíso y Concepción), indicando como inciden en los resultados las mejoras realizadas.

Se presenta también una validación de los resultados obtenidos de éste método con otras fuentes de información exógenas provenientes de otros métodos de muestro, como son las encuestas a hogares realizadas en las mismas ciudades (DICTUC, 2003; SECTRA, 2000; SECTRA, 2002). Se analizan las causas de las similitudes y diferencias encontradas en los resultados y el impacto que éstas diferencias provocan. El trabajo culmina con un conjunto de conclusiones abocadas principalmente en tres aspectos: la hora de inicio y término de la toma de datos, la captación adecuada de los viajes con propósito estudio y la contabilización más precisa del universo tanto de vehículos como pasajeros.

2. DISEÑO METODOLOGICO DE ENCUESTAS A BORDO DE VEHÍCULOS

1.1 Método de Muestro a Usuarios de Buses

El método de muestreo de buses aplicado en las tres ciudades (Santiago, Valparaíso y Concepción) es el mismo: encuestar una muestra equivalente a 1 de cada 2 buses (50%) que salen de cada terminal y a 1/3 (33%) de los pasajeros que abordan cada bus, quedando en total una muestra del 1/6 (16,67%) de los usuarios del sistema. Los aspectos identificados como vitales del método son:

a) Conocimiento previo de la flota operativa de buses

No es suficiente el conocimiento nominal oficial ya que existen variaciones importantes en terreno con respecto a lo registrado. Luego, es necesario conocer las frecuencias operativas por servicio de terreno, midiendo más de una vez todas las salidas de buses desde los terminales.

b) Conocimiento previo de las características principales de cada servicio

Es necesario realizar "recorridos previos" a una muestra de vehículos de cada servicio, para caracterizarlo operativamente a través de: trazado existente, duración de la vuelta, cantidad de pasajeros adultos y escolares que suben, tarifas por tramo, capacidad de los vehículos, tasa de ocupación, subidas y bajadas de pasajeros principales a través de la ruta.

c) Medición del universo de pasajeros

Es relevante conocer las subidas de todos los pasajeros al bus, sin hacer ninguna distinción entre usuarios como adultos, escolares e infantes. La experiencia indica que es mucho más incidente en los resultados finales el contar con una mala especificación del universo de viajes que una muestra deficitaria de ellos. Lo anterior es posible verificarlo a través del siguiente ejemplo:

Se define el factor de expansión total F_e de la siguiente forma:

$$F_e = F_1 * F_2 \quad (1)$$

donde

$$F_1 = \text{Factor de expansión de un bus de línea l, en la hora h} = f_{lh} / b_{lh} \quad (2)$$

con f_{lh} = Frecuencia de buses de la línea l en hora h, y b_{lh} = muestra de buses de la línea l en hora h

$$F_2 = \text{Factor de expansión de pasajero del bus b en la hora h} = A_{bh} / p_{bh} \quad (3)$$

con p_{bh} = Muestra de pasajeros en el bus b en hora h, y A_{bh} = Afluencia de pasajeros en el bus b en hora h.

Supongamos un ejemplo de una línea donde salen 6 buses a la hora y a cada bus suben 90 pasajeros. De acuerdo a esto el universo real para efectos de este ejemplo sería de 540 viajes. Es posible producir los 6 casos de muestreos que reporta la Tabla 1.

Tabla 1: Errores en la estimación del universo de viajes con respecto a una muestra óptima

Casos Medidos	f_{lh}	b_{lh}	F_1	A_{bh}	p_{bh}	F_2	F_e	Viajes estimados $V = F_e * p_{bh} * b_{lh}$	Diferencia con Universo Real
Muestra Óptima	6	3	2.00	90	30	3.00	6.00	540	0
Caso 1	6	2	3.00	90	30	3.00	9.00	540	0
Caso 2	6	2	3.00	90	25	3.60	10.80	540	0
Caso 3	5	3	1.67	90	30	3.00	5.00	450	-90
Caso 4	7	3	2.33	90	30	3.00	7.00	630	90
Caso 5	6	3	2.00	85	30	2.83	5.67	510	-30
Caso 6	6	3	2.00	95	30	3.17	6.33	570	30

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia que en los casos 1 y 2 aunque existen errores de muestreo respecto al caso óptimo, dado que el universo está bien medido no existen diferencias de los viajes estimados respecto al universo real. Las mayores diferencias se logran cuando se miden erróneamente los buses que salen del terminal (casos 3 y 4 con f_{lh} tomando los valores 5 ó 7) o se mide mal el número de pasajeros que suben al bus (casos 5 y 6 con A_{bh} tomando los valores 85 o 95). Se observa también que es más importante, una mala especificación del universo de vehículos que del universo de pasajeros, dadas las diferencias obtenidas en la última columna de la Tabla N°1.

2.1 Método de Muestreo a Usuarios de Taxicolectivos

Se basa en una encuesta de interceptación a los pasajeros directamente en los vehículos, considerando un tamaño muestral del 20,0%, que se alcanza con la siguiente regla de selección:

- Seleccionando 1 de cada 5 taxicolectivos que salen del terminal (1/5).

- Al interior de cada taxicolectivo, encuestar a todos los pasajeros que suben a ese servicio, a lo largo de todo el recorrido.

a) Corrección del pasajero faltante

En el caso de los taxiscolectivos existe una corrección necesaria ya que el encuestador limita la capacidad de cada vehículo en un 20% por estar su asiento ocupado. Es obvio que en caso contrario, la corrección no sólo es innecesaria, sino que además sería incorrecta. La corrección de la muestra obtenida para cada línea utiliza un método asimilable a los procesos de "Jackknife and BootStrap" (Jun y Dongsheng, 1995), En síntesis, el método de Jackknife plantea el manejo de las muestras, para las observaciones presumiblemente sesgadas hasta obtener una medida más aproximada a la realidad. La aplicación del método contiene básicamente dos fases:

- En primer lugar, detectar sectores en que "presumiblemente" la línea va sobrecargada y por lo tanto, la tasa de ocupación real de ese vehículo encuestado sería de 4 en lugar de 3 pasajeros por vehículo.
- En segundo lugar, se aplica el "método de Bootstrap" repitiendo en la base de datos la observación más parecida a la presumiblemente omitida (faltante).

Las ventajas de este enfoque de corrección son evidentes, es simple de concebir, de implementar y de conceptualización bastante robusta, porque reproduce (duplica) precisamente la observación más parecida (el último pasajero que llenó el vehículo) a la presumiblemente faltante. En la práctica la restricción anterior se hace activa sólo en la salida y/o llegada de los vehículos a sus puntos terminales (extremos de los recorridos), lo que es bastante consistente con su forma de operación (vehículos salen una vez que se llenan), haciéndose muy pocas veces activa en puntos intermedios. Para definir los servicios de taxis colectivos sujetos a corrección del tipo "Bootstrap", se debe buscar un patrón de comportamiento, para lo cual se debe realizar un análisis de las líneas, candidatas a este tipo de corrección en los períodos punta o más congestionados.

3. DISEÑO LOGÍSTICO Y TOMA DE DATOS

3.1 Hora de Inicio y Término de la Encuesta

Tanto para buses como taxiscolectivos, la extensión de los viajes condiciona la hora en la cual se debe comenzar el desarrollo de la encuesta. Como se sabe la encuesta comienza desde los terminales, quedando por ello una cantidad importante de usuarios sin muestrear al inicio del periodo de encuesta, correspondiente a todos los usuarios que ya se encontraban viajando. Debido a que los recorridos tienen longitudes distintas, se recomienda adelantar la hora de comienzo de la toma de datos por recorrido, respecto a la hora de inicio del período más cargado, en un intervalo horario equivalente a la duración media de cada recorrido. De manera similar, para la Hora de Término de la encuesta que se define como la hora hasta la cual se encuestan los vehículos, la hora de término por servicio debe ser posterior a la hora de término del periodo, en un intervalo de tiempo similar a la duración media del recorrido.

3.2 Sobremuestra de Buses por Terminal

Dada que resulta difícil que en todos los buses seleccionados para muestrear, los pasajeros a ser entrevistados: primero respondan a la consulta, y segundo, respondan bien a la entrevista; resulta vital salvaguardar las muestras previstas. Para superar lo anterior, se deben recuperar estos pasajeros posteriormente, muestreando un vehículo y un pasajero “similar” en un día posterior al día de la muestra original. Dado lo aproximado del método anterior, un mejoramiento a lo anterior consiste en tomar una muestra adicional de buses, lo cual permite realizar recuperaciones inmediatas de entrevistas fallidas. Para ello, se debe seleccionar una muestra superior al 50% de los buses del terminal, tanto al principio como al medio y al final del período de medición, para no producir sesgos en la sobremuestra.

3.3 Sobremuestra de Pasajeros por Bus

También es difícil lograr al interior de los buses que todos los pasajeros seleccionados respondan la encuesta; y si esto se logra, que tengan validez todas sus respuestas. Para mejorar lo anterior, es posible aumentar la cantidad de muestra de pasajeros, de manera de contar con una sobremuestra que permita realizar recuperaciones en forma inmediata de pasajeros. Se debe seleccionar durante todo el trayecto del bus, un número de pasajeros superior al requerido, tanto al principio como al medio del recorrido, logrando de esta manera una sobremuestra representativa de pasajeros.

3.4 Clasificar la Operación de Taxiscolectivos

La dinámica que presentan los trazados de los taxiscolectivos constituye su problema principal. Para ello, dependiendo del tipo de trazado y la ubicación de los terminales es posible clasificarlos en:

a) Taxis Colectivos de operación rígida

Servicios que operan de acuerdo a un itinerario formalmente inscrito o respetan su recorrido “oficial”, visitando siempre sus terminales, aunque en sectores periféricos se adaptan a condiciones variables de la demanda (servicio de acercamiento). En este caso como los taxiscolectivos visitan los dos terminales, es posible disponer de equipos de trabajo similares en los 2 terminales. En caso de recorridos de circunvalación, los encuestadores de servicios deben bajar del vehículo sólo una vez que este regrese al terminal, entrevistando a todos los usuarios que suban durante el trayecto completo (ida y regreso).

b) Taxis Colectivos con operación adaptada a la demanda

Servicios que operan sin ruta fija, visitando esporádicamente los terminales inscritos. No todos los taxiscolectivos visitan los dos terminales, haciendo una parte de ellos recorridos de circunvalación más cortos volviendo al terminal de origen. En este caso se debe disponer de equipos de trabajo distintos en cada terminal, siendo mayor en el terminal más visitado. En muchos casos, los trazados son definidos según los requerimientos del pasajero, siendo éstos variables durante un mismo período. En consideración a ello, los servicios de este tipo sólo pueden caracterizarse referencialmente.

3.5 Recuperaciones de Encuestas

De manera de recuperar aquellas encuestas faltantes o estimadas erróneas posterior a su procesamiento, se debe realizar un proceso posterior a la muestra masiva que consta de dos fases: primero, una recuperación masiva de líneas o vehículos completos que no fueron encuestadas por período; y segundo, una recuperación selectiva a aquellos servicios que en el procesamiento presentan los errores más reiterados. En ese último caso se deben definir indicadores que apunten a encontrar umbrales mínimos de calidad de encuestas, de tal forma que si éstos se superan, los vehículos identificados con estas fallas se deben volver a muestrear por completo.

4. EXPANSION DE LAS MUESTRAS

Dado que el método de muestreo descansa en una contabilización adecuada del número de vehículos que salen de los distintos terminales (que llamaremos frecuencia de vehículos por línea) y del número de pasajeros que abordan dichos vehículos (que denominaremos afluencia de pasajeros); es recomendable realizar una verificación de estos números y realizar las correcciones pertinentes.

a. Correcciones de Frecuencias de Vehículos

En general las salidas de los vehículos desde los terminales son bastante variables durante el periodo. Para verificar la existencia de un recuento adecuado de estas, el período de medición se divide en medias horas (que llamaremos h), generándose de esta manera un recuento más preciso. Luego, la frecuencia horaria de salidas de vehículos de una línea, medida desde cada terminal debe considerarse como:

$$f'_{lh} = NV_{lh} / (Hf_t - Hi_t) \quad (4)$$

donde

f'_{lh} = Frecuencia de salidas de vehículos del terminal t de la línea l en la media hora h.

NV_{lh} = Número Total de Vehículos de la línea l que salen del terminal t en la media hora h

Hf_t = Hora de salida del último vehículo o final del terminal t en la media hora h

Hi_t = Hora de salida del primer vehículo o inicial del terminal t en la media hora h

De manera de verificar las frecuencias de salida de cada terminal, se define una frecuencia de referencia para cada línea FR_{lp} como el valor medio de todas las frecuencias medidas en el período para esa línea. Luego, se genera una frecuencia ajustada por línea en la media hora h que corresponde al valor máximo entre la frecuencia medida y la frecuencia de referencia, de la siguiente manera:

$$f^{*}_{lh} = \text{Max}\{f'_{lh}; FR_{lp}\} \quad (5)$$

donde

f^{*}_{lh} = Frecuencia ajustada de salidas para la media hora h de la línea l del terminal t

FR_{lp} = Frecuencia de referencia de la línea l, en el período p

Se observa que sólo son ajustadas aquellas frecuencias de líneas por terminal, que durante la media hora tengan un valor inferior a la frecuencia de referencia de la línea l. La ecuación (5) es válida para determinar la frecuencia ajustada de salida tanto de buses como taxiscolectivos.

b. Corrección de la Afluencia de Pasajeros por Bus

La corrección que se muestra a continuación sirve para ajustar tanto al total de pasajeros adultos como de escolares que abordan cada vehículo, siendo su principal utilidad para ajustar la gran variabilidad que presentan las subidas de los escolares en las horas punta.

Se define en primer lugar la afluencia de pasajeros horaria de un vehículo v, de una línea l (en este caso línea se refiere a un servicio ya sea de ida o regreso), la cual se calcula de la siguiente manera:

$$A^v_{lh} = NP^v_l / (Hf^v_l - Hi^v_l) \quad (6)$$

donde,

A^v_{lh} = Afluencia de pasajeros de un vehículo v de la línea l, en la media hora h
(pasajeros/hr)

NP^v_l = Número total de pasajeros que abordan el vehículo v de la línea l

Hf^v_l = Hora de subida del último pasajero el vehículo v de la línea l

Hi^v_l = Hora de subida del primer pasajero al vehículo v de la línea l

Notar que la afluencia horaria A^v_{lh} se asigna a la media hora h correspondiente a la hora de salida del vehículo v del terminal. De manera de corroborar la similitud de estas afluencias horarias por tipo de pasajeros de los vehículos de una misma línea circulando en un mismo período; se define una afluencia horaria de referencia para esa línea AR_{lh} , como el valor medio de las afluencias horarias de todos los vehículos que salen del terminal en la media hora h.

Sin embargo, dado que lo se quiere finalmente verificar corresponde al número total de pasajeros que suben a él, se realiza el siguiente ajuste del total de pasajeros para los vehículos de la media hora h:

$$NP^{*v}_{lh} = \text{Max} \{ NP^v_l ; (Hf^v_l - Hi^v_l) * AR_{lh} \} \quad (7)$$

donde,

NP^{*v}_{lh} = Número total de pasajeros ajustado que abordan el vehículo v de la línea l

NP^v_l = Número total de pasajeros que abordan el vehículo v de la línea l

Hf^v_l = Hora de subida del último pasajero el vehículo v de la línea l

Hi^v_l = Hora de subida del primer pasajero el vehículo v de la línea l

AR_{lh} = Afluencia de Referencia horaria de la línea l en la media hora h (pasajeros/hr)

Para el modo taxicolectivo, se trabaja como universo de pasajeros contando los pasajeros totales no diferenciados por tipo de pasajero y dado que para este modo, el tiempo que demora un vehículo entre sus terminales de partida y término de su trayecto en algunas líneas es inferior a media hora, se trabaja directamente con el número de pasajeros que abordan cada vehículo durante su trayecto, quedando como:

$$NPR_{lh} = \sum_v NP^v_{lh} / Nv_h \quad (8)$$

donde

NPR_{lh} = Número de pasajeros de Referencia de la línea l en la media hora h

NP^v_{lh} = Número total de pasajeros que abordan el vehículo v de la línea l en la media hora h

Nv_h = Número de vehículos muestreados en la media hora h

Luego, en el caso del modo taxicolectivo el número total de pasajeros ajustados que abordan el vehículo v de la línea en la media hora h, NP^{*v}_{lh} se obtiene como:

$$NP^{*v}_{lh} = \text{Max} \{ NP^v_{lh} ; NPR_{lh} \} \quad (9)$$

c. Cálculo de Factores de Expansión

Considerando los ajustes anteriores, se define un factor denominado factor de expansión por pasajero-vehículo-línea-media hora F^h_{pvl} , como el producto de dos factores:

$$F^h_{pvl} = F^h_{vl} * F^h_{p/v} \quad (10)$$

donde:

F_{hvl} = Factor de expansión de un vehículo v de la línea l en la media hora h

$$F^h_{vl} = f^*_{t1h} / Nv_{lh} \quad (11)$$

con

f^*_{t1h} = Frecuencia medida ajustada de un vehículo de la línea l en la media hora h del terminal t

Nv_{lh} = Número de vehículos muestreados en la línea l en la media hora h

$F_{hp/v}$ = Factor de expansión del pasajero p del vehículo v de la media hora h

$$F^h_{p/v} = NP^{*v}_{lh} / mp^h_v \quad (12)$$

con:

NP^{*v}_{lh} = Número de Pasajeros ajustado del vehículo v de la línea l, en la media hora h

mp^h_v = Número de pasajeros encuestados del vehículo v de la media hora h

Con el fin de disminuir el efecto provocado por una inadecuada contabilización de la cantidad de escolares en el caso de los buses; el factor de expansión de pasajeros al interior de cada bus $F^h_{p/v}$ es calculado por tipo de pasajero. Para efecto de determinar el valor de la afluencia A^v_{lh} , los tipos de pasajeros corresponden a dos tipos: los identificados como escolares y los No escolares. Para efectos de determinar los tipos de pasajeros de la muestra, estos serán obtenidos directamente del propósito de viaje declarado en la encuesta por cada usuario: Trabajo, Estudio u Otros.

El impacto del pasajero faltante en el caso de los taxicolectivos, por el sesgo que produce la presencia del encuestador ocupando un asiento del vehículo en forma permanente durante todo su trayecto, introduce una corrección en el caso del factor de expansión por pasajero $F^h_{p/v}$.

Dado que esta corrección afectará a aquellos taxis colectivos en ruta que tiene una tasa de ocupación superior a 3 pasajeros por vehículo, el factor de expansión para todos los servicios que se aplica "Bootstrap" es:

$$Fc_{p/v}^h = (NP_v^{*h} + 1) / (mp_v^h + 1); \quad si \ NP_v^{*h} > 2 \quad (13)$$

con:

mp_v^h = Muestra total de pasajeros encuestados en el vehículo v en la media hora h, del servicio de la línea seleccionada para Bootstrap

NP_v^{*h} = Número de Pasajeros en el vehículo b en la media hora h del servicio de la misma línea

Antes de aplicar la formula (13), se debe repetir o duplicar la última encuesta valida, en todas las fichas con afluencia superior a 2 del servicio seleccionado para Bootstrap

El ejemplo siguiente muestra la validez numérica de la corrección, indicando la subvaloración de la población provocada por el efecto del pasajero faltante.

Tabla 2: Ejemplo Aplicación Corrección Bootstrap

Pasajeros del vehículo	Afluencia	Muestra válida	Factor de expansión Sin Bootstrap	Factor expansión con Bootstrap
	NP_v^{*h}	p_h^h	$Fc_{p/v}^h \text{ de ec 12}$	$Fc_{p/v}^h \text{ de ec 13}$
1			1.33	1.25
2 (No Encuestado)			-	-
3			1.33	1.25
4			1.33	1.25
4 *			-	1.25
Universo Sin Bootstrap	4	3	4 pasajeros	
Universo Con Bootstrap	5	4		5 pasajeros

(*) Corresponde a pasajero duplicado

Supongamos un servicio de una línea que tiene una afluencia de 4 pasajeros en su vuelta, por lo tanto, es candidata a Bootstrap. De estos 4 pasajeros que subieron se logró encuestar a 3 porque el otro se bajó sin contestar. Si se duplica el último pasajero es posible construir la Tabla N°2, donde se aprecia que al no aplicar Bootstrap existe 1 pasajero sin contabilizar en el universo, es decir, se deja de contabilizar un 20.0% de pasajeros de ese vehículo.

5. RESULTADOS

La tabla siguiente presenta resultados generales de los servicios y muestras alcanzadas en las tres ciudades que se ha aplicado el método de encuesta a bordo de vehículos.

Del cuadro anterior, se observa que las menores tasas de muestreo se obtuvieron en Santiago y en los períodos punta en regiones, lo cual indica lo dificultoso que resulta lograr la muestra requerida a medida que aumenta la cantidad de pasajeros por vehículo.

La Tabla N°4 presenta los viajes obtenidos en el modo bus por propósito y lapsos de media hora para el periodo punta mañana, observándose para el caso de Santiago y Concepción una menor estimación de viajes para la primera media hora, debido a que se considera la hora media del viaje como representativa del viaje, subestimándose los viajes del primer intervalo por el efecto

de la hora de inicio de la encuesta explicado en el punto 3.1. En Valparaíso, al trabajar con la hora de encuesta como hora representativa del viaje, la primera media hora crece en proporción. En la Tabla 5 para los taxiscolectivos, se aprecia un efecto de la hora de inicio del viaje en el caso de Concepción, existiendo una gran similitud en las tres ciudades en los porcentajes de viajes por propósito.

6. VALIDACIÓN CON FUENTES EXTERNAS

La Tabla N°6 presenta una comparación entre el método de encuestas a bordo de vehículos y encuestas realizadas en hogares, para las horas más cargadas o representativas del periodo punta.

Tabla 6: Comparación de Resultados por Modo y Propósito Punta Mañana

Modo-Fuente	Viajes por Propósito (viajes/hr)			Viajes Totales (viajes/hr)
	Trabajo	Estudio	Otros	
GRAN SANTIAGO				
BUS – EOD 2003 ¹	242.198	188.111	36.079	466.388
BUS – EOD Hogares ²	234.620	249.075	40.977	524.673
Diferencias (%)	3,2%	-24,5%	-12,0%	-11,1%
TXC –EOD 2003 ³	24.535	3.312	6.292	34.139
TXC – EOD Hogares ²	22.777	6.083	8.906	37.765
Diferencias (%)	7,7	-45,6	-29,3	-9,6
GRAN VALPARAÍSO				
BUS – EOD 2003	30.653	21.017	7.418	59.088
BUS – EOD Hogares ⁴	42.487	40.525	6.405	89.417
Diferencias (%)	-27,9%	-48,1%	15,8%	-33,9%
TXC –EOD 2003	6.002	778	2.092	8.872
TXC – EOD Hogares ⁴	10.034	3.796	1.126	14.956
Diferencias (%)	-40,2%	-79,5%	85,8%	-40,7%
GRAN CONCEPCIÓN				
BUS – EOD 2003	29.002	19.983	8.725	57.710
BUS – EOD Hogares ⁵	31.810	27.178	8.423	67.411
Diferencias (%)	-8,8%	-26,5%	3,6%	-14,4%
TXC –EOD 2003	3.642	694	1.294	5.631
TXC – EOD Hogares ⁵	3.196	1.183	1.240	5.618
Diferencias (%)	14,0%	-41,3%	4,4%	0,2%

Fuente: Elaboración Propia

1.- Viajes de una 1 más etapas en buses y sus combinaciones (txc-metro y bus-metro) de la EOD (SECTRA, 2003) de 7:30 a 8:30

2.- Viajes transporte público EOD hogares (DICTUC, 2002) excluye sólo modo taxicolectivo puro

3.- Viajes del estudio de encuestas a bordo de taxiscolectivos (SUBTRANS, 2002)

4.- Base EOD-98 Hogares Gran Valparaíso una hora Punta Mañana Año 1998 (SECTRA, 2002)

5.- Base EOD-98 Hogares Gran Concepción una hora Punta Mañana Año 1999 (SECTRA, 2000)

Se observa una estimación de viajes menor por modo y período en las encuestas a bordo de vehículos que en las encuestas a hogares, considerando a su vez que las encuestas de hogares de Valparaíso y Concepción fueron realizadas en 1988 y 1999. Dado que en Santiago, ambas encuestas fueron realizadas en el año 2004, la diferencia se atribuye al método de muestro abordó de los vehículos, que en los periodos punta o de mayor carga provoca subestimaciones.

7. CONCLUSIONES

Los resultados anteriores indican que el método debe mejorarse, principalmente en las horas punta, en tres aspectos: la hora de inicio y termino de la toma de datos, la captación adecuada de viajes del propósito estudio y la contabilización adecuada del universo de vehículos y pasajeros.

Para ello, la hora de inicio del proceso de muestreo debe ser anterior a la hora de inicio y la de término superior a la hora de término del periodo, de manera de captar todos los viajes del período. Respecto al propósito estudio, la contabilización del universo y el muestreo adecuado de los escolares, teniendo equipos de trabajo destinados especialmente para este usuario resultan vitales, de lo contrario se subestiman en el cómputo general. Los aspectos de mejoramientos de la logística del método mencionadas pasan por contar con el personal de campo necesario y en lo posible distinto por período, de manera de manera de alcanzar las muestras requeridas en los periodos punta.

El tercer aspecto, indica reducir las tasas muestrales dirigiendo los recursos a representar adecuadamente el universo de vehículos y pasajeros. Ello permite mejorar la estimación de los viajes totales tal como se demostró, sin afectar la estimación de las matrices y composiciones de los viajes, ya que se genera un volumen de encuestas suficientes.

REFERENCIAS

DICTUC (2003) **Actualización de Encuestas de Origen y Destino de Viajes, V Etapa.** Convenio MIDEPLAN (Sectra) – PUC Santiago, Chile.

SECTRA (2000) **Análisis Red Vial Básica del Gran Concepción, II Etapa.** Comisión de Planificación de Inversiones en Infraestructura de Transporte. Concepción, Chile.

SECTRA (2002) **Construcción de Planes Estratégicos de Desarrollo del SSTU del Gran Valparaíso, III Etapa.** Comisión de Planificación de Inversiones en Infraestructura de Transporte. Valparaíso, Chile.

SECTRA (2003) **Análisis y Modernización del Sistema de Transporte Público, V Etapa.** Comisión de Planificación de Inversiones en Infraestructura de Transporte. Santiago, Chile.

SECTRA-I (2004) **Actualización y Recolección de Información del Sistema de Transporte Urbano, I Etapa.** Comisión de Planificación de Inversiones en Infraestructura de Transporte. Santiago, Chile.

SECTRA-II (2004) **Actualización y Recolección de Información del Sistema de Transporte Urbano, II Etapa.** Comisión de Planificación de Inversiones en Infraestructura de Transporte. Santiago, Chile.

SUBTRANS (2002) **Diagnóstico del Sistema de Taxis Colectivos de la Ciudad de Santiago.** Subsecretaría de Transporte MINTRATEL. Santiago, Chile.

Jun Shao y Dongsheng Tu (1995) The Jackknife and BootStrap. **Springer Series in Statistics, Springer, New York.**

Tabla 3: Oferta de Servicios y Muestras alcanzadas por ciudad

Ciudad	Universo y Muestras	Buses		Txc	
		Punta Mañana	Fuera de Punta	Punta Mañana	Fuera de Punta
Santiago	Flota Operativa 2003	7990 veh		8714 veh	
	Líneas Operativas 2003	320 líneas		471 líneas y variantes	
	Vehículos Muestreados	6872		2880	
	Pasajeros Muestreados	116845 pas		14982	
	% Muestra Vehículos	42%		19%	
	% Muestra Pasajeros	32%		85%	
	% MUESTRA TOTAL	13%		16%	
Valparaíso	Flota Operativa 2004	3083 veh		4014 veh	
	Líneas Existentes	118 líneas		152 líneas	
	Vehículos Muestreados	1490 veh	1636 veh	1122 veh	1418 veh
	Pasajeros Muestreados	13063 pas	12292 pas	2509 pas	3296 pas
	% Muestra Vehículos	47%	49%	19%	24%
	% Muestra Pasajeros	34%	35%	90%	91%
	% MUESTRA TOTAL	16%	17%	17%	22%
Concepción	Flota Operativa 2004	2072 veh		1266 veh	
	Líneas Existentes	97 líneas		76 líneas	
	Vehículos Muestreados	1685	1811	517	796
	Pasajeros Muestreados	13615	12764	1275	1882
	% Muestra Vehículos	57%	62%	19%	24%
	% Muestra Pasajeros	25%	29%	88%	89%
	% MUESTRA TOTAL	14%	18%	16%	22%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4: Viajes por Propósito y Tramos Horarios de Período Punta Mañana en Modo Bus

Ciudad	Lapso Horario	Viajes por Propósito (viajes/hr)			Viajes Totales (viajes/hr)	% viajes en período
		Trabajo	Estudio	Otros		
Santiago ¹	7:00 – 7:30	28.553	27.181	3.709	59.443	8,7%
	7:30 – 8:00	108.386	122.235	13.030	243.651	35,8%
	8:00 – 8:30	133.812	65.877	23.049	222.738	32,7%
	8:30 – 9:00	100.031	27.439	27.171	154.641	22,7%
	Total Viajes	370.782	242.732	66.959	680.473	100,0%
	% por Prop.	54,5%	35,7%	9,8%	100,0	
Valparaíso ²	7:00 – 7:30	14.935	11.035	2.978	28.947	27,5%
	7:30 – 8:00	15.719	9.982	4.440	30.141	28,6%
	8:00 – 8:30	14.349	4.525	5.539	24.412	23,2%
	8:30 – 9:00	11.671	3.212	6.841	21.725	20,6%
	Total Viajes	56.673	28.754	19.798	105.225	100,0%
	% por Prop.	53,9%	27,3%	18,8%	100,0%	
Concepción ¹	7:00 – 7:30	1.563	1.339	265	3.166	3,5%
	7:30 – 8:00	13.745	16.866	2.479	33.090	37,1%
	8:00 – 8:30	16.783	9.710	4.473	30.966	34,7%

Ciudad	Lapso Horario	Viajes por Propósito (viajes/hr)			Viajes Totales (viajes/hr)	% viajes en período
		Trabajo	Estudio	Otros		
	8:30 – 9:00	12.831	4.380	4.818	22.029	24,7 %
	Total Viajes	44.922	32.295	12.035	89.252	100,0%
	% por Prop.	50,3%	36,2%	13,5%	100,0%	

1 Considerando la hora media de viaje como hora de lapso de viaje

2 Considerando la hora de encuesta como hora de lapso de viaje

Tabla 5: Viajes y Muestras Alcanzadas por Propósito y Hora de Punta Mañana en Modo Txc

Ciudad	Lapso Horario	Viajes por Propósito (viajes/hr)			Viajes Totales (viajes/hr)	% Muestra alcanzada
		Trabajo	Estudio	Otros		
Santiago ¹	7:00 – 7:30	5.293	1.380	2.760	9.433	17,1%
	7:30 – 8:00	11.437	1.932	3.864	17.232	31,2%
	8:00 – 8:30	13.098	1.380	2.429	16.907	30,6%
	8:30 – 9:00	8.809	828	1.987	11.624	21,1%
	Total Viajes Período	38.638	5.520	11.039	55.197	100,0%
	%	70,0%	10,0%	20,0%	100,0%	
Valparaíso ²	7:00 – 7:30	1.968	213	293	2.475	16,7%
	7:30 – 8:00	2.363	569	536	3.468	23,4%
	8:00 – 8:30	2.896	463	787	4.146	28,0%
	8:30 – 9:00	3.106	315	1.305	4.726	31,9%
	Total Viajes Período	10.332	1.560	2.922	14.814	100,0%
	%	69,7%	10,5%	19,7%	100,0%	
Concepción ¹	7:00 – 7:30	242	109	69	420	4,8%
	7:30 – 8:00	1.417	450	274	2.141	24,2%
	8:00 – 8:30	2.077	454	650	3.181	36,0%
	8:30 – 9:00	2.115	182	807	3.104	35,1%
	Total Viajes Período	5.851	1.196	1.800	8.846	100%
	%	66,1%	13,5%	20,3%	100,0%	

1 Considerando la hora media de viaje como hora de lapso de viaje

2 Considerado la hora de encuesta como hora de lapso de viaje