

Número 14

Febrero 2017

Rodrigo Troncoso

Centro de Políticas Públicas,

Facultad de Gobierno

Universidad del Desarrollo

Deseconomías de Escala en el Transporte de Buses de Santiago, Chile¹

Resumen

En este trabajo se estudia estructura de costos de la industria de buses de la ciudad de Santiago, para dos períodos diferentes. Durante el primer período, que comprende la operación entre 1991 hasta enero del año 2007, la industria se caracterizó por una operación informal y atomizada, con escasa regulación y fiscalización. El segundo período, opera desde febrero de 2007 hasta el día de hoy, y se conoce como Transantiago, donde la industria se formalizó y reguló fuertemente, operando con pocas empresas de gran tamaño. Para ambos períodos constatamos que las empresas de buses con flotas de mayor tamaño presentan mayores niveles de costos unitarios, sugiriendo la presencia de deseconomías de escala en la provisión del servicio para el caso de Santiago.

1. Introducción

En mercados regulados como el transporte, la presencia o no de economías de escala es un antecedente fundamental para un diseño eficiente. En este trabajo se revisan algunos estudios de retornos a escala en la industria de transporte en el mundo. Además, se presenta un análisis de la estructura de costos de la industria de buses de Santiago, tanto ante como después de la entrada en vigencia de Transantiago.

¹ Este trabajo está basado en un documento no publicado elaborado en conjunto con Louis de Grange e Ignacio Briones.

La evidencia internacional presenta resultados mixtos sobre la presencia de economías y deseconomías de escala; sin embargo, para el caso de Santiago, encontramos evidencia empírica que sugiere la presencia de deseconomías de escala en la industria de buses, tanto para el antiguo sistema (anterior a 2007) como para el nuevo sistema, denominado Transantiago (posterior a 2007).

Antes de febrero del año 2007, el sistema de Buses de Santiago presentaba una alta atomización (muchos empresarios con pocos buses, y pocos empresarios con muchos buses), y la estructura de costos de sus operadores sugerían la presencia de deseconomías de escala (operadores más pequeños, con pocos buses, enfrentaban menores costos que operadores más grandes). Después de la puesta en marcha del Transantiago, la industria se formalizó, y se instalaron pocas empresas pero de gran tamaño. Actualmente, la industria la conforman 7 empresas. En este nuevo escenario, la estructura agregada de costos también sugiere la presencia de deseconomías de escala.

Estos antecedentes son insumos relevantes para diseñar los contratos para licitaciones futuras (las próximas se realizarán a partir del año 2018).

2. Revisión de la Literatura

La existencia de rendimientos a escala en el transporte urbano de buses sigue siendo un tema de debate en la literatura. Desde una perspectiva de política pública, los rendimientos

a escala son relevantes para definir los mecanismos de regulación de precios del servicio, la asignación de costos, la productividad y la organización de la industria.

Los estudios empíricos llevados a cabo durante las últimas décadas en distintos países han generado resultados mixtos: han sido reportados rendimientos constantes, decrecientes y crecientes a escala. Sin embargo, pareciera que las condiciones para que existan economías de escala en la provisión de servicios de buses (marco regulatorio estricto) no se presentarían en la mayor parte de los sistemas de transporte público de las ciudades.

Una revisión realizada por Lai et al. (2012) encuentra que la presencia de economías de escala es mixta, y los hallazgos dependen de los datos disponibles, de la metodología utilizada, y de las definiciones que se hagan de las variables utilizadas como medida de output. Anteriormente, Berechman y Guliano (1985), así como Hensher (1987), advertían que la estimación de retornos a escala en la industria de buses dependería del tipo de datos utilizados, así como de la metodología escogida.

Williams y Dalal (1981) obtienen rendimientos decrecientes para las empresas pequeñas y crecientes para las grandes, lo que supone que los costes medios tienen la forma de U invertida. Al contrario, Button y O'Donnell (1985) informan de la existencia de rendimientos crecientes para las empresas pequeñas y decrecientes para las grandes. Por su parte, Caves y Christensen (1988), utilizando una función multi-producto, encuentran rendimientos constantes a escala.

En este sentido, De Rus y Nombela (1997) y Lee y Stedman (1970) encuentran rendimientos constantes a escala en la industria de buses en España y en Reino Unido, mientras que Wabe y Coles (1975) para Reino Unido, así como el estudio con datos de EE.UU. realizado por Koenker (1977), concluyeron que la industria presentaba deseconomías de escala. La misma conclusión obtuvo el trabajo de Obeng (1985) y el estudio suizo realizado por Filippini y Prioni (2003), que mostraron deseconomías de escala en esta industria a nivel local.

Sin embargo, los estudios estadounidenses de Williams (1979) y Viton (1981), el estudio israelí por Berechman (1983), y el estudio de Farsi et al. (2007) para el transporte público en Suiza, encuentran la presencia de economías de escala, tanto en buses como en tranvías. Lo mismo con el estudio taiwanés de Shaw et al. (2005), quienes encontraron rendimientos crecientes a escala.

Para la industria de los buses británica, Cowie y Asenova (1999) estiman que las pequeñas empresas de menos de 200 autobuses experimentan algunas economías de escala. También encuentran que el tamaño de este tipo de rendimientos varía con el tipo societario de empresa, ya sea anónima, de responsabilidad limitada, o municipal. Sakano y Obeng (1995) encuentran rendimientos crecientes a escala para la industria del transporte público urbano de buses de Estados Unidos.

El estudio de Iseki (2008) concluyó deseconomías de escala para todos los tamaños de agencia con todos los niveles de contratación en diferentes ciudades de Estados Unidos. Afirma que son pocos los estudios que confirman las economías de escala y, por el contrario,

son muchos más los que apuntan a la presencia de deseconomías de escala en la industria de buses.

Una revisión reciente efectuada por Abrate et al. (2014) concluye que existen economías de escala sólo para las empresas de servicios múltiples (que proporcionan urbano e interurbano y con fines de contratar los servicios de transporte de autobús). Esto indica que las empresas relativamente pequeñas y especializadas, se beneficiarían de la reducción de costes por evolucionar hacia empresas de servicios múltiples que proporciona urbano e interurbano. En cuanto al servicio interurbano, la solución más eficaz parece ser la integración con los operadores urbanos.

En otro trabajo reciente, Ayadi and Hammami (2015) evalúan la estructura de costos de la industria del transporte público en Túnez, utilizando una función de costo variable translogarítmica para identificar las características tecnológicas de las empresas, con una muestra de 12 empresas regionales en el período 2000-2010. Encuentran deseconomías de escala tanto en el corto como en el largo plazo.

La evidencia sobre la existencia de economías de escala en los servicios de transporte público de pasajeros es mixta, y depende de la situación específica analizada, en la que influye en forma fundamental el tamaño relativo del sistema de buses, el marco regulatorio, y especificación de las variables incorporadas en los modelos, los cuales pueden incidir en el resultado obtenido.

3. Sistema de “Micros Amarillas”

En el sistema conocido como “Micros Amarillas” la autoridad licitaba recorridos a distintas empresas operadoras. Un mismo recorrido podía ser servido por más de una de estas empresas. En la mayoría de los casos, los buses eran propiedad de pequeños y medianos empresarios, de los cuales la gran mayoría poseía uno o dos vehículos. La Tabla 1 muestra la distribución de buses según el número de buses que tenía la empresa.

Tabla 1. Distribución de Buses Según Propiedad de la Flota

BUSES POR DUEÑO	N° EMPRESARIOS	% Buses (*)
1	2,463	30,7
2	774	19,3
3	293	11,0
4	117	5,8
5	56	3,5
6 – 10	106	9,9
11 – 20	33	5,4
21 – 50	21	8,1
Más de 50	3	6,2
TOTAL	3,868	100%

(*) Operaban cerca de 8.000 buses.

Fuente: SECTRA (2003)

De acuerdo a la Tabla 1, la mayoría de los empresarios (63.3%) poseía sólo un bus. A su vez, sólo un 5.7% de todos los empresarios existentes poseían más de 5 vehículos; sin embargo, estos últimos eran dueños del 33.1 % de los buses que circulaban en aquella época. De los antecedentes recopilados a través de las encuestas a los operadores, los empresarios más grandes (más número de buses), que tenían por lo general líneas completas, operaban

recorridos con demandas por sobre el promedio de los servicios, ya que servían ejes de alta demanda. Esto les permitía compensar sus mayores costos de operación.

La Tabla 2 muestra los costos promedio mensuales de operación de las empresas según el tamaño de sus flotas.

Tabla 2. Costos Promedio Mensual por Bus, según Tipo de Empresa

TIPO EMPRESA	COSTO (*)
Microempresa (1 bus)	2,407,401
Empresa Pequeña (entre 2 y 4 buses)	2,856,133
Empresa Mediana (entre 5 y 20 buses)	3,344,300
Empresa Grande (superior a 20 buses)	3,567,130

(*) moneda en pesos chilenos de agosto de 2002.

Fuente: SECTRA (2003)

Se observa que las empresas más grandes tienen mayores costos mensuales promedio de operación. Es decir, habrían existido deseconomías de escala en la operación de buses en el sistema de Micros Amarillas. Esto es consistente con el hecho de que la mayoría de las empresas es hayan constituido como operadores de un bus o unos pocos buses.

4. Transantiago

El sistema Transantiago que opera desde febrero de 2007 tiene pocos operadores de gran tamaño. En un principio, el sistema redujo el número de empresas de 3.868 a 14. En julio de 2012 el sistema se reestructuró, terminando con los 7 operadores que existen en la actualidad.

Para el análisis de la relación entre costos y tamaño de la empresa, existe información oficial y pública proporcionada por el Servicio de Impuestos Internos (SII) y por el Ministerio de Transporte (MT) de Chile. En el primero (SII) se tiene la información de costos anuales de operación de las 7 empresas, y en el segundo (MT) se tienen los pagos mensuales que se les efectúan a cada una de las 7 empresas. Ambas variables se pueden relacionar con la escala de operación de las empresas mediante modelos econométricos para detectar la presencia de economías o deseconomías de escala.

Las variables de escala consideradas fueron los pasajeros transportados (considerando la evasión), los kilómetros recorridos por los buses de cada empresa y el tamaño de la flota. El modelo econométrico base es:

$$\ln Costo_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln Kms_{it} + \beta_2 \ln Flota_{it} + \beta_3 \ln Pasajeros_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

En el caso de los datos anuales, la muestra es de sólo 21 observaciones, por lo no se usaron las distribuciones asintóticas normales de los estimadores para la inferencia, sino la

distribución T-Student que tendrían en caso de que los errores tuviesen distribución normal. Esto último se verificó usando el test de Shapiro y Wilk (SW) sobre los residuos de cada regresión. Este test de normalidad tiene mayor poder estadístico en muestras pequeñas que otros similares (Razali y Wah, 2011).

Dado que los modelos están especificados en logaritmos, para contrastar la presencia de diseconomías de escala, se realiza el siguiente test de hipótesis:

$$\begin{aligned} H_0 : \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 &\leq 1 \\ H_1 : \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 &> 1 \end{aligned} \tag{2}$$

Es decir, se estimó el impacto que tiene aumentar, en una misma proporción, la flota de buses, los kilómetros comerciales recorridos por los buses, y los pasajeros transportados. Luego, si se rechaza H_0 , habría evidencia de que existen diseconomías de escala. En los modelos que consideran sólo una variable de escala de operación, el valor de t reportado corresponde a la hipótesis nula de que ese coeficiente es menor o igual a 1. Los resultados se mantienen si se consideran combinaciones de dos de las tres variables de escala.

La Tabla 3 muestra los resultados de las estimaciones usando datos anuales. También se presentan los valores p de los test SW de normalidad y el de la ecuación (2). El efecto escala representa la suma de los coeficientes en el caso del modelo 4. En todos los modelos el coeficiente de escala resultó ser significativamente mayor que uno y cercano a 1.2. Por su

parte, en ningún caso se rechazó la hipótesis nula de normalidad en la distribución de los residuos.

Tabla 3. Parámetros Modelos de Regresión (Datos Anuales)

Variable	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Kms	1.21*** (0.036)			0.828** (0.354)
Flota		1.23*** (0.056)		-0.058 (0.4)
Pasajeros			1.28*** (0.053)	0.481** (0.206)
Cte	-3.564*** (0.654)	9.805*** (0.378)	-6.139*** (0.988)	-5.446 (4.399)
R2	0.9654	0.9567	0.9494	0.9725
No. Obs.	21	21	21	21
Efecto Escala	1.210	1.230	1.280	1.251
Test F	34.260	17.160	28.010	34.990
Valor p test T	0.000	0.000	0.000	0.000
Valor p test SW	0.899	0.719	0.235	0.389

Errores estándar entre paréntesis. ** indica significancia al 5% y *** al 1%.

La Tabla 4 muestra las estimaciones usando datos con frecuencia mensual que usan como variable dependiente el pago mensual que recibe cada empresa por los servicios prestados. Las estimaciones de la Tabla 4 son consistentes con las de la Tabla 3 y mostrarían deseconomías de escala en la operación de buses de Transantiago. En este caso también se rechaza la hipótesis nula del test (2) y las magnitudes estimadas del efecto escala también es similar a 1.2, como en las estimaciones usando datos anuales. Esto implicaría que un

aumento de un 10% en las variables de operación se traduciría en un aumento de 12% en los costos totales de operación.

Tabla 4. Parámetros Modelos de Regresión (Datos Mensuales)

Variable	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Kms	1.218*** (0.021)			0.32*** (0.104)
Flota		1.254*** (0.027)		0.504*** (0.087)
Pasajeros			1.236*** (0.029)	0.457*** (0.06)
Cte	-6.244*** (0.324)	4.078*** (0.184)	-7.79*** (0.487)	-3.307*** (0.745)
R2	0.9247	0.913	0.8979	0.9413
No. Obs.	244	244	244	244
Efecto Escala	1.218	1.254	1.236	1.280
p value T test	0.000	0.000	0.000	0.000

Errores estándar entre paréntesis. ** indica significancia al 5% y *** al 1%.

5. Conclusiones

Este trabajo presenta un análisis empírico de la estructura agregada de costos de la industria de buses de Santiago, durante dos períodos distintos de operación. En ambos casos, la evidencia sugiere la existencia de diseconomías de escala en la operación del servicio. Es decir, los costos aumentan más que proporcionalmente que los niveles de operación.

Los resultados sugieren que en futuras licitaciones, el marco regulatorio debiera permitir la participación de empresas de menor tamaño, a fin de reducir los niveles de costos que se observan en la industria. Adicionalmente, un mayor número de empresas (y de menor tamaño cada una) debiera facilitar la competencia y sustitución de servicios en aquellos casos en que la calidad ofrecida se aleja del promedio o del estándar exigido.

REFERENCIAS.

Abrate, G.; Erbetta, F.; Fraquelli, G. and Vannoni, D. (2014). Cost function estimation of multi-service firms. Evidence from the passenger transport industry. Working Paper, Carlo Alberto Notebooks, ISSN 2279-9362, No. 380, December 2014

Ayadi, A. and Hammami, S. (2015). Analysis of the technological features of regional public transport companies: the Tunisian case. *Public Transport*, 10.1007/s12469-015-0109-4

Berechman, J. (1983), Costs, Economies of Scale and Factor Demand in Bus Transport: An Analysis. *Journal of Transport Economics and Policy*, 17(1), 7-24.

Berechman, J. and Giuliano, G. (1985). Economies of scale in bus transit: A review of concepts and evidence. *Transportation*, 12 (4), 313-332.

Button, K.J. and O'Donnell, K.J. (1985). An Examination of the Cost Structure Associated with Providing Urban Bus Service in Britain. *Scottish Journal of Political Economy*, 32, 67-81.

Caves, D. W. and Christensen, L. R. (1988): The importance of Economies of Scale, Capacity Utilization, and Density in Explaining Interindustry differences in Productivity Growth. *The Logistic and Transportation Review*, 24, 3-32.

Cowie, J. and Asenova, D. (1999). Organization Form, Scale Effects and Efficiency in the British Bus Industry. *Transportation*, 26, 231-248.

de Rus, G. and Nombela, G. (1997). Privatisation of urban bus services in Spain. *Journal of Transport Economics and Policy*, 31 (1), 115–129

Farsi, M.; Fetz, A. and Filippini. M. (2007). Economies of scale and scope in local public transportation. *Journal of Transport Economic and Policy*, 41(3):345–361.

Filippini, M. and Prioni, P. (2003). The Influence of Ownership on the Cost of Bus Service Provision in Switzerland - An Empirical Illustration. *Applied Economics*, 35(6), 683-90.

Hensher, D. (1987). Productive Efficiency and Ownership of Urban Bus Services. *Transportation*, 14, 209-225.

Iseki, H. (2008). Economies of scale in bus transit service in the USA: How does cost efficiency vary by agency size and level of contracting? *Transportation Research Part A*, 42, 1086–1097.

Koenker, R. (1977). Optimal Scale and the Size Distribution of American Trucking Firms, *Journal of Transport Economics and Policy*, 11(1): 54-67.

Lai, L. W., Chau, K. W., and Cheung, P. A. C. (2012). Scale economies of the franchised buses and ferries of Hong Kong, 1948–1998. *Review of Urban & Regional Development Studies*, 24(3), 121-140.

Lee, N. and Steedman, I. (1970). Economies of Scale in Bus Transport: I. Some British Municipal Results, *Journal of Transport Economics and Policy*, 4(1), 15-28.

Obeng, K. (1985), Bus Transit Cost, Productivity and Factor Substitution. *Journal of Transport Economics and Policy*, 19(2), 183-203.

Razali, N. M., & Wah, Y. B. (2011). Power comparisons of shapiro-wilk, kolmogorov-smirnov, lilliefors and anderson-darling tests. *Journal of statistical modeling and analytics*, 2(1), 21-33.

Sakano, R. and Obeng, K. (1995). Re-examination of inefficiencies in urban transit systems: A stochastic frontier approach. *Logistics and Transportation Review*, 31,377–392.

SECTRA (2003). Análisis Modernización de Transporte Público, VI Etapa.
http://www.sectra.gob.cl/biblioteca/detalle1.asp?mfn=937&f_ip=&f_browser=&f_sistema_operativo=&f_resolucion_pantalla

Shaw-Er, J.; Chiang, C. and Chen, Y.W. (2005) Cost Structure and Technological Change of Local Public Transport: The Kaohsiung City Bus Case. *Applied Economics*, 37(12): 1399-1410.

Viton, P. (1981). A Translog Cost Function for Urban Bus Transit. *The Journal of Industrial Economics*, 29(3): 287-304.

Wabe, J.S. and Coles, O. B. (1975). The Short and Long Run Cost of Bus Transport in Urban Areas. *Journal of Transport Economics and Policy*, 9(1): 127-140.

Williams, M. (1979). Firm Size and Operating Costs in Urban Bus Transportation. *The Journal of Industrial Economics*, 28(2), 209-218.