

**COSTOS DEL TRANSPORTE COLECTIVO Y RENDIMIENTOS A ESCALA**

**CASO: ÁREA METROPOLITANA DE MENDOZA**

**Tesis Maestría en Economía Urbana**

**UNIVERSIDAD TORCUATO DI TELLA**

**María Emilia García Schilardi**

**Director: Diego Petrecolla**

**2013**



## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres que me han alentado siempre en este camino de formación.

A Nicolás por su apoyo incondicional.

A mis profesores Diego Petrecolla, María Inés Lara y María Elina Gudiño quienes me han guiado cariñosamente en el proceso de aprendizaje.

A Monserrat Serio que desinteresadamente me ayudó en la corrección de esta tesis.

A los funcionarios de la Secretaría de Transporte de la provincia de Mendoza y de A.U.T.A.M. (Asociación Unida Transporte Automotor Mendoza) por brindarme la información necesaria para realizar el trabajo.



## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	4
I. CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO	5
II. MODELO TEÓRICO	12
II.1 Costo social del transporte	12
II.2 Costo de los productores	12
II.3 Corto y largo plazo	13
II.4 Rendimientos a escala	15
II.5 Especificación de la forma funcional	16
II.6 Antecedentes sobre el uso de esta forma funcional	19
III. DATOS	20
IV. MODELO EMPÍRICO	25
V. ESTIMACIÓN	27
VI. RESULTADOS	32
VII. REFLEXIONES FINALES	40
VIII. LINEAMIENTOS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES	42
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
X. ANEXOS	46



## INTRODUCCIÓN

El sistema de transporte colectivo de pasajeros juega un papel fundamental en el desarrollo de las ciudades y sociedades modernas. La movilidad de las personas se ha convertido en la actualidad en una necesidad básica, ya que facilita el desempeño de actividades laborales, educativas, recreativas, culturales, etc. El transporte colectivo juega un rol clave en la movilidad, por lo que es de gran importancia su análisis para promover el funcionamiento eficiente y equitativo del mismo. Se torna fundamental, entonces, conocer la estructura del mercado y su funcionamiento que permitirá, a su vez, establecer medidas regulatorias adecuadas.

En el área metropolitana de Mendoza (en adelante AMM) el servicio de transporte colectivo opera deficitariamente, cubriendo la brecha el Estado provincial y nacional, mediante subsidios a la oferta. Las razones concretas de esta baja rentabilidad no se conocen por lo que las subvenciones se asignan sin una racionalidad y probablemente de modo no óptimo. Este desconocimiento de la estructura del mercado genera, asimismo, la aplicación de otro grupo de medidas basadas en la intuición o en experiencias en otras ciudades, e impactan en el funcionamiento del servicio, sin detectarse si favorecen o no la rentabilidad del mismo.

Este trabajo realiza aportes en el conocimiento de la estructura productiva del servicio, y tiene como objetivo evaluar la existencia de economías de escala en el transporte colectivo del AMM. Para ello se estima una función de costos de tipo translog usando datos de panel para las empresas operadoras del servicio mediante ómnibus, en el período 2005 - 2012.

De este modo se busca dar respuesta a un aspecto de la problemática del transporte colectivo urbano. Se intenta: mejorar la posición de los operadores del servicio, en tanto conozcan su estructura de costos y tomen sus decisiones conforme a ésta para mejorar la rentabilidad de sus negocios; mejorar la posición del Estado en tanto pueda planificar adecuadamente y regular el servicio con el fin de beneficiar a la mayor parte de la población, y por último, mejorar la posición de los usuarios en tanto cuenten con un servicio más eficiente.

El trabajo está organizado de la siguiente manera. Se realiza inicialmente una caracterización del servicio en la zona en estudio. Luego se explicita el modelo teórico y sus particularidades. En tercer lugar se muestra la procedencia de los datos y el significado de las variables construidas. Luego se detalla el modelo empírico y se muestran los resultados de la estimación, en particular la existencia o no de economías de escala. Finalmente, se exponen las conclusiones del análisis y se proponen lineamientos para futuras investigaciones, con el fin de conocer en mayor profundidad la estructura del mercado.



## I. CARACTERIZACIÓN DEL SERVICIO

En el AMM el sistema de transporte colectivo es de jurisdicción provincial y opera mediante tres modalidades: tranvía urbano, trolebús y ómnibus. Si bien cada modalidad tiene particularidades en su regulación y prestación, los instrumentos de legislación generales vienen dados por una ley provincial (6082/94).

El servicio de tranvía urbano está en operación desde el año 2012 y circula sólo en un tramo del recorrido total planificado. Dado que es un servicio nuevo en el sistema de transporte y que su incorporación está siendo paulatina, no se incluye en este trabajo su análisis.

El trolebús es el otro medio de transporte en funcionamiento en el área de estudio. Es operado por una empresa estatal, Empresa Provincial de Transportes de Mendoza (EPTM), organismo descentralizado dependiente de la Secretaría de Transporte de la Provincia. Este servicio es regulado de forma directa por dicha secretaría y sus recorridos tienen la misma jerarquía que la de los ómnibus. El grupo de recorridos número 11 (Tabla 1) reúne los trayectos realizados por este medio de transporte.

En lo referido a ómnibus, el servicio es prestado por firmas privadas fuertemente reguladas por el gobierno provincial. Estas empresas tienen la concesión del servicio por 10 años y la asignación de la misma se realiza mediante licitaciones públicas. La concesión vigente comenzó en el año 2005 y finaliza en el 2015, y su principal instrumento de regulación es el pliego licitatorio que establece las reglas de juego. El servicio se adjudica por grupos de recorridos, pudiéndose presentar una misma empresa como candidata para la concesión en más de un grupo. Actualmente, existen 10 grupos de recorridos prestados por 7 empresas de transporte (Tabla 1). Se observa que una de las firmas tiene asignados tres de dichos grupos.



Tabla 1: Empresas prestadoras del servicio mediante ómnibus.

Grupo	Nombre Empresa
Grupo 1	El Trapiche S.R.L.
Grupo 2	Empresa Maipu S.R.L.
Grupo 3	UTE: Autotransportes Presidente Alvear, Autotransportes Los Andes, Autotransportes Gral. Roca
Grupo 4	UTE: El Trapiche S.R.L., Autotransportes Los Andes
Grupo 5	Autotransportes Gral. Roca
Grupo 6	El Plumerillo S.A.
Grupo 7	El Cacique S.A.
Grupo 8	El Cacique S.A.
Grupo 9	El Cacique S.A.
Grupo 10	Empresa Maipú S.R.L.
Grupo 11	Empresa Provincial Transportes Mendoza

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos en [www.transporte.mendoza.gov.ar](http://www.transporte.mendoza.gov.ar)

Los pliegos licitatorios especifican los recorridos de cada línea dentro de cada grupo, determinan el modo de cálculo de la tarifa y su método de ajuste a lo largo del tiempo, autorizan las frecuencias de cada línea, establecen las características técnicas del parque móvil y exigen un plan de incorporación de unidades nuevas, regulan las emisiones contaminantes, definen los subsidios a la demanda, determinan las condiciones y exigencias legales y contables, obligan a la adhesión del sistema prepago del boleto y a la forma de distribución de la recaudación, que más adelante se explicará.

En este trabajo, para la estimación de la función de costos sólo se considerarán los servicios prestados mediante ómnibus. Este medio de transporte es el predominante en el sistema ya sea por la cantidad de kilómetros recorridos o de pasajeros transportados, por lo que se considera representativo de la estructura y funcionamiento del servicio. Asimismo, se excluyó el servicio de trolebús ya que al ser prestado por una empresa estatal su comportamiento económico no es similar al de una firma privada.

La tarifa es plana para todos los medios de transporte colectivos. Es decir, el monto que los usuarios abonan es el mismo sin importar la distancia que recorran, siempre dentro de los recorridos urbanos. El modo de pago del boleto es a través de una tarjeta magnética, la cual se puede cargar en quioscos, agencias de quiniela y locutorios. Es decir, el pasaje se abona previamente a que se preste el servicio. Existen tarjetas con bonificación para estudiantes, jubilados y docentes.

Una empresa privada, Atos Origin, es la encargada de la recaudación de todos los ingresos del sistema en concepto de boletos. La misma abona diariamente, a cada empresa concesionaria del servicio, un monto por kilómetro recorrido, previo a descontarle los impuestos que debe tributar al Estado. Este monto varía entre las empresas dependiendo de los kilómetros



recorridos por cada una de ellas. La ventaja de este modo de distribución es que las adjudicatarias cumplen adecuadamente las frecuencias pactadas en los pliegos de licitación y abonan oportunamente los impuestos correspondientes.

A su vez, las firmas adjudicatarias reciben subsidios provinciales y nacionales. Los subsidios nacionales se diferencian en tres. El Sistema Integrado de Transporte Automotor (SISTAU), cuyos fondos provienen de un porcentaje del precio del gasoil vendido en Argentina, intenta compensar los incrementos de costos sufridos por las empresas concesionarias de transporte en todo el país. Se otorga por unidad en circulación de cada empresa concesionaria, las cuales deben cumplir con una serie de requisitos técnicos y de revisiones técnicas. La Compensación Complementaria Provincial tiene la misma finalidad que el SISTAU, con la diferencia que sus fondos provienen del Tesoro Nacional, y se asigna de igual manera que éste. Finalmente, las firmas reciben un subsidio a través del pago del gasoil a un precio diferencial. Con un coeficiente de gasto de gasoil y según los kilómetros recorridos se estima el gasto total en combustible de cada empresa y se le asigna un cupo de gasoil a precio diferencial. Por otro lado, el subsidio provincial intenta suplir el déficit restante entre la recaudación del sistema y los subsidios nacionales. Para ello, se creó un fondo de contingencias del transporte que realiza un cálculo del costo de cada empresa y de los subsidios que recibe de la nación, y estima, entonces, el valor del subsidio provincial necesario. De esta manera el costo del transporte colectivo se cubre con la recaudación que genera la actividad y con fondos de la nación y de la provincia.

Respecto de los recorridos, se observa que éstos son radio-céntricos (Figura 1), es decir, van desde las zonas periféricas hacia el centro de la ciudad, y luego vuelven hacia esa zona. Los grupos de recorridos se clasifican según la zona que conectan, en la Figura 1 cada grupo tiene un color diferente.



Figura 1: Esquema de recorridos



Fuente: Secretaría de Transporte, Gobierno de la Provincia de Mendoza

Finalmente, para completar la comprensión de este sistema se detallan los agentes que interactúan en él y que definen en última instancia, el funcionamiento de todo el servicio.

- **Estado provincial**

El organismo de aplicación es la Secretaría de Transporte de la provincia. Sus principales funciones son las de planificar, gestionar y controlar el sistema de transporte público colectivo de pasajeros.

- **Ente regulador**

Fue creado por Ley en el año 2005 pero aún no está en funcionamiento. Su función principal es la de controlar el sistema de transporte colectivo.

- **Usuarios**

Personas que utilizan el servicio de transporte público de pasajeros para trasladarse y pagan un precio por el mismo.

- **Empresas concesionarias**

Son aquellas empresas o uniones transitorias de empresas que resultaron adjudicatarias de la concesión, luego de un proceso licitatorio.



A lo largo de la historia de las licitaciones, no han entrado al sistema de transporte empresas concesionarias totalmente nuevas, siempre han sido los mismos operadores, con nuevos nombres o unidos entre ellos. Este es un factor importante a evaluar al momento de explicar el comportamiento del sistema.

- **Empresa Provincial de Transportes Mendoza**

Organismo descentralizado, dependiente de la Secretaría de Transporte, creado en el año 1958, con el objeto de brindar el servicio de transporte público de pasajeros mediante trolebuses. En la actualidad también presta el servicio de metro tranvías. Cumple una función social importante, al ser gratuito para jubilados, discapacitados, y para escolares en salidas educativas.

- **AUTAM (Asociación Unida Transporte Automotor Mendoza)**

Es la asociación que agrupa a las empresas concesionarias del servicio público de transporte de Mendoza y vela por sus intereses.

- **Empresa recaudadora**

AtosOrigin es la empresa encargada de recaudar los ingresos del sistema en concepto de pasajes y redistribuir los mismos a cada empresa según los kilómetros recorridos, habiendo descontado previamente los impuestos provinciales.

- **Sindicato del personal de ómnibus y micros de Mendoza (SIPEMOM)**

Aglutina a todos los trabajadores de las empresas que prestan servicios de transporte.

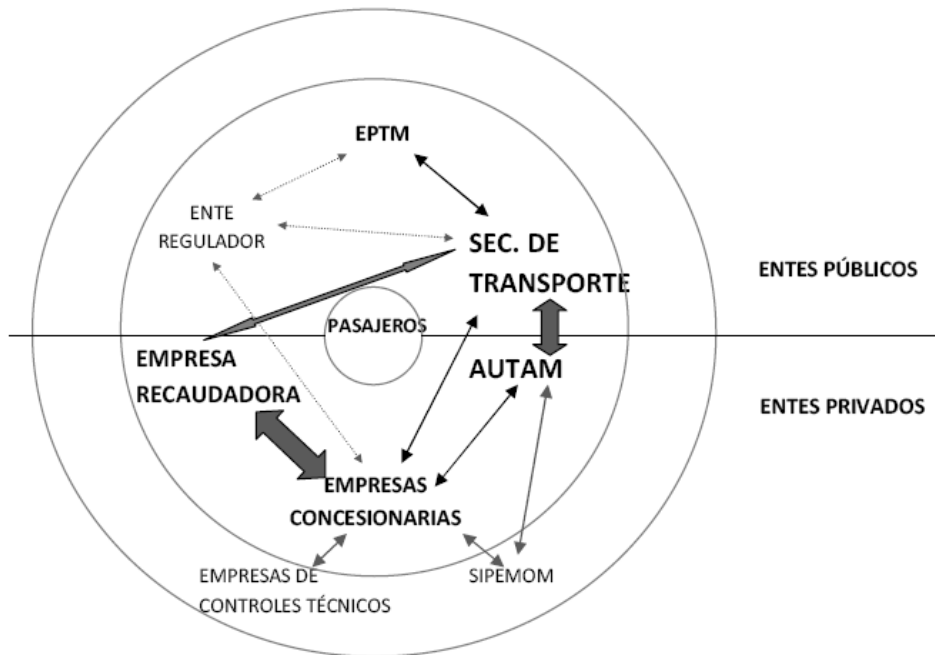
- **Empresas que realizan los controles técnicos (Cooperativa de Trabajo Perfil Limitada y la Cooperativa Revitrans Limitada)**

Ambas son empresas privadas, que mediante tercerización, fueron adjudicatarias del servicio de revisión técnica obligatoria de todo el transporte público de pasajeros, al que deben someterse todas las unidades cada tres meses.

Los actores que tienen mayor peso en la toma de decisiones son la Secretaría de Transporte de la Provincia y AUTAM. Los usuarios o pasajeros carecen de fuerza debido a que no están organizados, su aporte y preferencias se detectan en las encuestas de origen – destino que se han realizado. Es decir, no están del todo ausentes, pero no intervienen activamente en la negociación. En el mapa de actores se observa que si bien deberían ser el centro alrededor del cual funcionan, se posicionan y estructuran los demás actores, se configuran en realidad como los destinatarios cautivos de las decisiones de los dos agentes con mayor poder.



Figura 2: Mapa de actores



Fuente: elaboración propia

A su vez, dentro de AUTAM hay tres empresas que por su tamaño (cantidad de vehículos que poseen para prestar el servicio) y antigüedad en el sector lideran el desempeño de dicha entidad. Sin embargo, esto no ha representado un problema para el resto de las concesionarias ya que AUTAM ha tendido siempre a buscar la rentabilidad económica de todos los operadores.

El sindicato de choferes es un actor ubicado en un tercer nivel de importancia, que mantiene relaciones directas con AUTAM y las empresas concesionarias, pero que no tiene poder en las decisiones referidas a la operación del servicio. La misma jerarquía adoptan las empresas que realizan las revisiones técnicas.

La empresa recaudadora ha influido significativamente en la ampliación del parque móvil y en consecuencia en la expansión de los recorridos. Dicha entidad se encarga del mantenimiento, reposición y compra de las máquinas monedero que tiene cada vehículo en circulación, y que constituyen el sistema de cobro del pasaje. Debido a que la adquisición de nuevas máquinas resulta complicado y que no representa una ganancia significativa para la empresa, ésta ha decidido ampliar el stock de las mismas según su criterio, sin importarle la repercusión que esto tuviera en el sistema de transporte. Dado que ninguna unidad puede circular sin esta máquina y que en la licitación el gobierno de la provincia no previó esta circunstancia, no puede exigirle nada a la firma recaudadora, quedando la expansión de recorridos supeditada a las decisiones de la misma. Cobra gran importancia, entonces, este actor en el desarrollo fluido del sistema de transporte.

Por último, el actor estatal, si bien tiene gran poder de negociación, ya que es quien determina las reglas de juego y lidera el proceso de política, no actúa estratégicamente. Su falta de



planificación y control le impiden dirigir o coordinar al resto de los actores a fin de lograr un servicio que funcione más fluidamente y que de las respuestas correspondientes a las necesidades de cada agente interviniente.



## II. MODELO TEÓRICO

### II.1 Costo social del transporte

Para evaluar el costo social del transporte colectivo se observa sobre quién recaen los costos. En esta consideración, se puede distinguir entre: costos de los productores ( $C_p$ ), costos de los usuarios ( $C_u$ ) y costos externos ( $C_E$ ). Los primeros son los costos incurridos por los operadores de transporte para prestar el servicio regularmente, tales como combustible, compra de vehículos nuevos, mantenimiento de los mismos, personal de conducción, etc., como así también los gastos necesarios para construir, operar y mantener infraestructuras. Los segundos son aquellos afrontados por las personas que necesitan trasladarse de un lugar a otro, principalmente el tiempo invertido en el viaje. No se incluye la tarifa pagada para realizar el traslado, ya que al ser un ingreso para los operadores es una partida que se compensa y por tanto no se incorpora en el cálculo del costo social. Los terceros son los que recaen sobre el resto de la sociedad, no necesariamente usuarios o transportistas, y tienen que ver con la contaminación ambiental y sonora, con la ocupación del espacio urbano, etc.

$$C_S = C_p + C_u + C_E$$

Este costo social se determina a través de la valoración monetaria de todos los conceptos incluidos en cada una de las partidas de costos.

En este estudio se estimará solamente la función de costos de los productores, por lo que en lo siguiente se profundizará en estos temas.

### II.2 Costo de los productores

El costo total de los productores viene determinado por el costo de oportunidad de los diversos factores necesarios para la producción de servicios de transporte.

Si se clasifican los costos en función del input utilizado, se puede escribir la función de costo del productor de la siguiente manera.

$$C_p(q, K, E, L, F) = f(q, K, E, L, F)$$

Siendo  $q$  el nivel de producción por unidad de tiempo,  $K$  las unidades de infraestructura,  $E$  el equipo móvil,  $L$  las unidades de mano de obra y  $F$  el combustible o energía necesaria para la operación del equipo móvil.

La función de costos del productor se obtiene a partir de su función de producción, y se valora monetariamente el nivel de inputs necesario para producir un determinado nivel de output, al menor costo posible. Se definen, entonces, funciones de costos totales, de costos medios y



marginales, según se relacione a la producción con el gasto total, el gasto en promedio por unidad de producto o el gasto de producir una unidad adicional, respectivamente.

### II.3 Corto y largo plazo

En economía del transporte suele hacerse el análisis de costos en el corto y en el largo plazo. En el corto plazo existen costos asociados a factores que no pueden ser modificados fácilmente a medida cambia el nivel de producción, y son llamados costos fijos. Los insumos que provocan este tipo de costos suelen ser las grandes infraestructuras (garaje de guarda de autobuses, vías férreas, kilómetros de vía asfaltada, etc.) y también el equipamiento (vehículos automotores, vagones de un tren). Todos ellos presentan un límite de capacidad que no puede incrementarse fácilmente en el corto plazo. La curva de costos totales a corto plazo viene representada por

$$C(q/K_0) = r K_0 + c_q$$

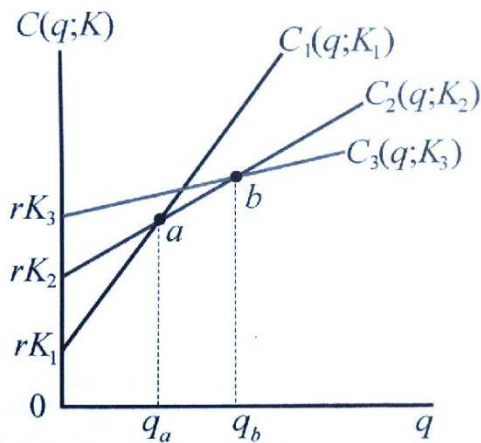
Donde  $rK_0$  denota los costos fijos y  $c_q$  los costos variables.

Dado que en el largo plazo el tamaño de dichos insumos puede modificarse, todos los costos son considerados variables. Es así, que en el largo plazo los productores se enfrentan a la decisión de la capacidad óptima de dichos factores asociados a costos fijos. Dicha decisión, si es óptima, depende del nivel de servicio que el transportista decida ofrecer y de la relación existente entre los costos fijos generados y los costos variables (al pasar del largo al corto plazo), en la búsqueda del menor costo posible para cada nivel de servicio.

Para ilustrar esto se consideran tres niveles diferentes de infraestructura ( $K_1, K_2, K_3$ ) (por ejemplo el tamaño de la terminal de autobuses), asociados a tres niveles diferentes de costos fijos ( $rK_1, rK_2, rK_3$ ), donde los costos marginales de producción son constantes e iguales a  $c_1, c_2, c_3$  para cada tamaño de  $K$  y donde los niveles de producción máximos de cada tamaño  $K$  son  $q_1 < q_2 < q_3$ . Se generan tres niveles de costos totales ( $C_1, C_2, C_3$ ).

El costo total del tamaño de terminal de ómnibus  $K_1$ , representado por  $C_1$  (Figura3) es el de menor costo fijo pero mayor costo variable, resultando conveniente sólo hasta un nivel bajo de producción de servicios (0 a  $q_a$ ). Lo opuesto sucede para un tamaño  $K_3$ , que presenta el mayor costo fijo y el menor costo variable, siendo adecuado para niveles altos de producción ( $q_b$  en adelante). Es decir, como se adelantó, la decisión del tamaño óptimo de infraestructura está relacionada directamente con el nivel de producción de servicios estimada. Una mala elección puede devenir en una subutilización de la infraestructura que genera baja rentabilidad o en problemas por capacidad escasa. Según la facilidad para adaptar esta infraestructura a los requerimientos de demanda será la gravedad de este problema.

Figura 3: Relación entre corto y largo plazo y elección de capacidad

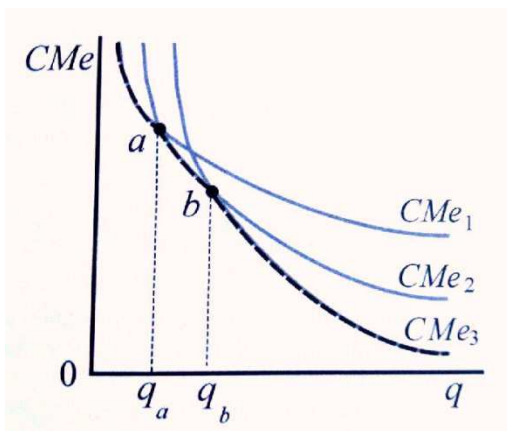


Fuente: de Rus 2003, p83

Si se analizan las curvas de costos medios de corto plazo (Figura 4) asociadas a cada nivel de capacidad, se observa que el tamaño de infraestructura representado por  $CMe_1$  corresponde, a una terminal de ómnibus pequeña. A medida se incrementa el nivel de producción de servicios los costos unitarios se reducen hasta el nivel  $q_a$ . A partir de ese nivel de producción la relación entre costos fijos y variables es mejor (menor  $CMe$ ) para un tamaño de infraestructura mayor (por ejemplo  $K_2$ , que genera  $CMe_2$ ). Es decir a partir de  $q_a$  la terminal opera con costos medios menores si se agranda su tamaño, lo que implica costos fijos mayores. Igual situación se halla cuando se supera el nivel  $q_b$ .

La curva de costo medio de largo plazo considera estas situaciones y contiene, entonces, los tramos relevantes de cada una de las curvas de costo unitario de corto plazo. Es decir, resulta en una curva envolvente.

Figura 4: Relación de costos medios a corto y largo plazo



Fuente: de Rus 2003, p85



Se observa que a medida aumenta el nivel de producción los costos medios disminuyen, implicando que infraestructuras más pequeñas presentan costos medios mayores. Lo que determina esta forma decreciente de los costos medios es la escala de operaciones, es decir, el tamaño de los factores asociados a costos fijos en relación con el nivel de producción de servicios. En otras palabras, la disminución de los costos medios durante todo el rango de producción requerido se debe a la existencia de unos costos fijos muy elevados, de forma que al aumentar la producción el costo medio total disminuye.

Matemáticamente se representa como sigue:

$$C(q/K_i) = r K_i + cq$$

$$CME_i = r K_i /q + c$$

$$\partial CME_i / \partial q = - r K_i /q^2 < 0$$

Esta última expresión muestra que la tasa a la que varía el costo medio cuando aumenta la producción es decreciente, y depende del factor fijo y del nivel de servicio.

A su vez, se desprende otra implicación,

$$\partial CME_i / \partial q = \partial [C(q, K_i)/q] / \partial q = [CMg q - C(q, K_i)] / q^2 = 1/q [CMg - CME]$$

Donde CMg es el costo marginal. Y dado que esta expresión debe tener signo negativo,  $CMg < CME$  siempre que la estructura de costos se corresponda con la analizada en este trabajo, es decir, costos fijos elevados y costos marginales pequeños y constantes.

Esta estructura de costos es habitual en las actividades de transporte y se observa que las decisiones de capacidad (tamaño de flota, capacidad de garaje o terminal de autobuses, infraestructura vial, etc.) son un aspecto clave para el buen desarrollo de la actividad.

#### **II.4 Rendimientos a escala**

La estructura de costos de los productores de transporte colectivo está determinada, en el largo plazo, por el tipo de rendimientos a escala existentes en la actividad.

Los rendimientos a escala crecientes (decrecientes) se dan cuando al incrementar en igual proporción todos los inputs, la producción aumenta más (menos) que proporcionalmente.

En términos de coste medio, si los precios de los factores productivos se mantienen constantes, los rendimientos crecientes o economías de escala implican que dichos costes medios disminuyen cuando aumenta el nivel de servicio. (De Rus, 2003, p87).



En las actividades de transporte las economías de escala se asocian habitualmente a la especialización de algunos recursos productivos. Dicha especialización, en forma de grandes infraestructuras o equipamiento específico, conlleva costos elevados, lo que implica que se requiere de un nivel de servicio elevado para obtener costos unitarios bajos.

Los rendimientos crecientes a escala, asociados al concepto de monopolio natural, deben ser evaluados con precaución en las actividades de transporte ya que no son una característica que esté siempre presente. Bajo este argumento, toma relevancia el análisis empírico que determina en cada caso de estudio la existencia o no de dichas economías de escala.

Continuando con el argumento anterior, existen rendimientos constantes a escala en una actividad productiva cuando al incrementar todos los inputs en la misma proporción la producción aumenta en dicha proporción.

Para analizar los rendimientos a escala formalmente se estudia el grado de homogeneidad de la función de producción y se relaciona con la función de costos a través de la siguiente fórmula (Anexo I).

$$s = CMe/CMg = (C/q) / (\partial C / \partial q) = 1/\epsilon_{C,q}$$

Siendo  $s$  = grado de homogeneidad de la función de producción que define el tipo de rendimientos a escala y  $\epsilon$  elasticidad del costo respecto de la producción.

Esta fórmula, demuestra, como se mencionó anteriormente, que los rendimientos a escala dependen de los valores relativos de las funciones de costos medios y marginales, teniendo gran importancia en el estudio empírico de las funciones de costos.

Si  $CMe > CMg$  rendimientos a escala crecientes.

Si  $CMe = CMg$  rendimientos a escala constantes.

Si  $CMe < CMg$  rendimientos a escala decrecientes.

## II.5 Especificación de la forma funcional

La estimación de la función de costos en las actividades del transporte se basa en las características de la tecnología de producción. Es decir, existe una relación dual entre la teoría económica de la producción y la de los costos. La primera busca la óptima combinación de inputs para obtener el máximo output y la segunda busca la mejor combinación de inputs para obtener el menor costo para cada nivel de output.

Para estimar funciones de producción y costos es conveniente que no haya condicionantes en la especificación de la forma funcional. En términos de de Rus (2003)



Las especificaciones sencillas de las funciones de producción, como la Cobb Douglas o la de elasticidad de sustitución constante (CES), presentan el inconveniente de que imponen restricciones a priori sobre las propiedades de la tecnología en la actividad de transporte analizada. Este mismo argumento es válido para las funciones de costos que están asociadas con funciones de producción del tipo de tecnologías Cobb - Douglas o CES, lo que ha dado lugar a la utilización de especificaciones funcionales flexibles. Entre éstas, una de las más utilizadas en los estudios empíricos en Economía del Transporte es la trascendental – logarítmica o función translog. (p118).

Esta forma funcional es habitualmente utilizada en la estimación de la función de costos de transporte porque, como se dijo, impone pocas restricciones en la estructura productiva bajo análisis, como mencionan Jara Díaz y Cortes (1996). A su vez, presenta una serie de ventajas: a) no impone restricciones a priori en la sustitución entre factores productivos, b) permite variaciones en economías de escala según los niveles de output, lo que implica que la curva de costo medio adopta la forma de “U” (Christensen and Greene, 1976), c) es conveniente para realizar tests econométricos (Guldman, 1990). A su vez, las formas funcionales flexibles cumplen dos propiedades deseables desde la perspectiva del análisis económico: diferenciabilidad y continuidad. Por último, otra gran ventaja que se encuentra en esta especificación funcional es que los estimadores proporcionan directamente la elasticidad respecto del costo, lo que facilita el cálculo de los rendimientos a escala.

La especificación teórica de esta función, para el caso más general de empresas multiproducto, con un vector de output  $\mathbf{q} = (q_1, \dots, q_2)$ , es:

$$\ln C = a_0 + \sum_j a_j \ln q_j + \sum_i b_i \ln w_i + \frac{1}{2} \sum_j \sum_h b_{jh} \ln w_j \ln w_h + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j c_{ij} \ln q_i \ln w_j + \frac{1}{2} \sum_i \sum_k d_{ik} \ln q_i \ln q_k \quad (1)$$

Donde  $w$  son los precios de los factores productivos utilizados por la empresa.

Dado que las variables independientes están expresadas en logaritmos, los coeficientes a estimar pueden interpretarse como elasticidades, por lo que se pueden aplicar algunas de las propiedades que éstas presentan.

La principal dificultad en la estimación de este tipo de funciones translog es el elevado número de parámetros a estimar,  $(a_0, a_j, b_i, b_{jh}, c_{ij}, d_{ik})$ , lo que hace necesario disponer de un número alto de observaciones. Para suplir esta debilidad, se pueden utilizar algunas de las propiedades de la tecnología para mejorar la estimación.

La homogeneidad lineal de la función de costos permite determinar algunas restricciones sobre los parámetros:

$$\sum_i b_i = 1 ; \sum_i \sum_j c_{ij} = 0 ; \sum_j \sum_h b_{jh} = 0 \quad (2)$$



Y, por simetría  $b_{jh} = b_{hj}$  ;  $c_{ij} = c_{ji}$  y  $d_{ik} = d_{ki}$

Este sistema de restricciones se utiliza con dos finalidades: 1) para corroborar la propiedad de homogeneidad lineal en precios asociada a la minimización de costos, 2) para reducir el número de parámetros a estimar.

A su vez, la aplicación del lema de Shephard a la función de costos translog resulta útil ya que genera tantas ecuaciones adicionales como precios de los factores incluidos en la especificación. Estas ecuaciones, incluyen asimismo, parte de los coeficientes a estimar. De este modo, la derivada del costo respecto al precio de un insumo proporciona la demanda adicional de factores. Debido a que las variables están expresadas en logaritmos, esta derivada es:

$$\Theta_j = \partial \ln C / \partial \ln w_j = b_j + \sum_i a_{ij} \ln q_i + \sum_h d_{jh} \ln w_h \quad (3)$$

Donde  $\Theta_j$  es la proporción que suponen los costos del factor  $j$  sobre los costos totales de la actividad. Es importante aclarar que estas ecuaciones complementarias están ligadas entre sí por la restricción  $\Theta_1 + \Theta_2 + \dots + \Theta_i = 1$ , por lo que se hace necesario eliminar una de ellas si se va a construir un sistema de ecuaciones para estimar junto con (1).

Es así que, la estimación conjunta de la expresión (1) con ecuaciones complementarias sobre las proporciones de costos de los factores como (3) permite construir un sistema de ecuaciones que aumenta la eficiencia de la estimación de los coeficientes. Es decir, se tienen más datos para estimar los mismos parámetros, lo que no da lugar a "peores" estimaciones en el sentido de mayores varianzas de los estimadores. Se gana más eficiencia en la estimación si las perturbaciones aleatorias de las distintas ecuaciones están correlacionadas. Tal es el caso de un sistema de ecuaciones, ya que al proceder todas las variables dependientes del mismo fenómeno económico los términos de error de cada una de las ecuaciones tienen el mismo origen, y por lo tanto, se espera que exista una correlación importante entre ellos.

La forma funcional translog facilita, entonces, el conocimiento de la relación de los costos con los factores productivos sin imponer a priori restricciones sobre la tecnología. De hecho, la contrastación de dichas restricciones forma parte del problema de estimación. Esta propiedad es de gran importancia en los análisis de transporte ya que las propiedades de escala pueden tener influencia determinante en la estructuración del mercado.

Respecto de los rendimientos a escala, se observa que en una función translogarítmica las elasticidades del costo respecto a la producción se obtienen directamente de los estimadores de los coeficientes de la producción. Fácilmente se calcula, entonces, el índice del grado de economías de escala ( $s$ ) ya que es la inversa de dichos estimadores. Si  $s$  toma valores mayores a la unidad, es decir que existen economías de escala, la industria podría disminuir sus costos medios aumentando su producción. De este modo, el cálculo de los rendimientos a escala señala la dirección en la que sería conveniente dirigir la producción, con el fin de reducir los costos medios.



## II.6 Antecedentes sobre el uso de esta forma funcional

Las primeras estimaciones sobre funciones de costos, realizadas en 1970, fueron especificaciones lineales (Koshal, Lee and Steedman). Éstas evolucionaron, a mediados de los setenta, hacia especificaciones flexibles que no establecen condiciones a priori sobre la estructura productiva sino que la identifican en el proceso de estimación. Se observa que la función trascendental logarítmica (translog), es la especificación flexible que más ha sido utilizada en la estimación de funciones de costos desde comienzos de los ochenta. Ejemplos de trabajos de este tipo se detallan en la tabla siguiente (Tabla 2).

Tabla 2: Trabajos con estimaciones de funciones translog

Estimación de funciones de costos translog				
Referencia	Datos	Mercado	Función de costos	Factores considerados
Berechman (1983)	Datos de panel	Israel	Costos totales	Capital y trabajo
De Borger (1984)	Datos transversales	Bélgica	Costos totales de corto plazo	Capital, trabajo y combustible
Viton (1981)	Datos de panel	U.S.	Costos totales de corto y largo plazo	Capital, trabajo y combustible
William and Dalal (1981)	Datos de panel	Illinois, U.S.	Costos totales	Capital, trabajo, combustible y equipamiento
Tauchen et al (1983)	Datos transversales	U.S.	Costos totales	Capital, trabajo y combustible
Obeng (1985)	Datos transversales	U.S.	Costos totales de corto plazo	Capital, trabajo y combustible
Gillen, Oum and Tretheway (1990)	Datos de panel	Canadá	Costos totales de corto plazo	
Matas and Raymond (1998)	Datos de panel	España	Costos totales	Trabajo y longitud de la ruta
Karlaftiz and McCarthy (2002)	Datos de panel	U.S.	Costos totales	Capital, trabajo y longitud de la ruta
Filippini and Prioni (2003)	Datos de panel	Suiza	Costos totales	Capital, trabajo y combustible
Cubukcu et al (2006)	Datos de panel	U.S.	Costos totales	Capital, trabajo, combustible, densidad poblacional, longitud de cuadra y pendiente del terreno.

Fuente: elaboración propia en base a Jara Díaz (1982), Cubukcu et al (2006) y de Rus (2006)



### III. DATOS

Los datos con los que se elaboró este trabajo provienen de varias fuentes ya que se hizo una recopilación y sistematización de los mismos a los fines de que se adecuaron a la metodología de trabajo. La estructura de costos, los conceptos más relevantes y los montos se determinaron en función de la teoría de economía del transporte y de la información obtenida de la Secretaría de Transporte de la Provincia de Mendoza y de AUTAM (Asociación Unida Transporte Automotor Mendoza). Esta información se estructuró según la legislación vigente. Particularmente, para el precio del combustible se cruzaron datos de dicha entidad estatal con datos de la Secretaría de Energía de la Nación.

La base de datos de panel incluye 80 observaciones, pertenecientes al período 2005 – 2012, y el corte transversal corresponde a las 10 empresas de transporte de ómnibus que operan en el AMM.

Debido a que en el período analizado ha existido un fuerte proceso inflacionario, se han ajustado los valores por dicha inflación en base al año 2005. Asimismo, el índice de inflación no se tomó de las estadísticas oficiales, sino de un promedio del índice elaborado por consultoras privadas. La razón de esto es que, este último, se considera más adecuado a la realidad analizada.

El output está expresado en kilómetros recorridos por año por cada empresa.

El precio del combustible corresponde al precio del gasoil por litro sin impuestos. Este valor no es el mismo que el precio del gasoil en surtidor ya que las empresas operadoras de transporte colectivo tienen un precio diferencial. Esta diferencia no implica necesariamente que el precio para el transporte colectivo sea menor al precio de venta a todo el público. Es importante aclarar, que si bien existen subsidios al precio gasoil en esta industria, los mismos no se consideran a los efectos de calcular la función de costos. El consumo de combustible promedio calculado para el parque móvil urbano es de 39 litros cada 100 kilómetros.

El precio del factor trabajo es el gasto por hora en el que incurre cada empresa por personal de conducción. Dado que en esta industria este valor se determina por convenio entre el sindicato del personal de micros y ómnibus de Mendoza (SIPEMOM) y el gobierno provincial, el valor para cada empresa en cada período de tiempo es el mismo. El precio del factor trabajo se obtiene de la división entre el costo total del personal de conducción y la cantidad total de horas trabajadas. El costo total de este factor incluye salarios, antigüedad laboral, adicionales no remunerativos, cargas sociales, seguro de riesgo de trabajo y uniformes.

El salario básico viene determinado por convenio y se ha incrementado, en el período analizado, a razón de una vez por año. Si bien, estos aumentos no han coincidido exactamente con el año calendario, por razones de simplificación metodológica y porque en varias



oportunidades se han realizado ajustes retroactivos, el aumento se hará coincidir con el año calendario. Para calcular la antigüedad laboral se estima la antigüedad promedio como un 14% del sueldo básico, lo que implica que el personal en promedio tiene una antigüedad de entre 10 y 14 años. Los adicionales no remunerativos son pagos no sujetos a contribuciones patronales y son un monto fijo definido también por convenio. Las cargas sociales, según las leyes laborales del territorio en estudio, se calculan como un 27% adicional sobre el sueldo. Los seguros de riesgos del trabajo se estiman como un porcentaje (que ha sufrido variaciones en el tiempo) de la masa salarial compuesta por el sueldo básico, las cargas sociales y la antigüedad. Por último, se entregan anualmente como uniforme de trabajo: cuatro camisas, cuatro pantalones, una campera y un par de zapatos.

El precio del factor trabajo se ajusta por el índice de precios al consumidor con base en el año 2005. Este índice se obtiene de las estimaciones realizadas por consultoras privadas.

El precio del factor capital se deriva de la división entre el costo total del capital y el número de autobuses que integran la flota. El costo total en capital se compone de los siguientes elementos:

- Costo por compra de vehículos.
- Costo por construcción de terminal.
- Costo en personal de administración, de asesoramiento y de mantenimiento y taller.
- Costo en lubricantes, neumáticos, seguros, impuestos y tasas directos.
- Costo de mantenimiento general

Debido a que las empresas operadoras de transporte son tomadoras de precios en los mercados de insumos, los valores de mercado de los mismos son iguales para todas ellas. Lo que varía de una a otra es la cantidad que se compra y la intensidad con que se usa.

El primero de los costos se refiere a la sumatoria de los valores monetarios de las unidades 0 kilómetro que se compran anualmente. Este valor monetario es el precio de mercado de cada autobús menos el impuesto al valor agregado. La legislación vigente determina que cada unidad en circulación debe tener como máximo 10 años de antigüedad y que la antigüedad promedio de la flota de ómnibus no puede superar los 5 años. Ambas condiciones influyen en las decisiones de renovación del parque móvil.

Cada concesionario de transporte debe disponer de una terminal de guarda de la flota de autobuses, para su estacionamiento, mantenimiento, reparación y limpieza. Los costos de la terminal incluyen el costo del terreno, el costo de construcción de la misma y el costo de los equipamientos necesarios (máquinas y equipo de taller, muebles y útiles de oficina).

El personal de administración se compone de siete puestos diferentes (gerente, jefe de tráfico, tesorero, inspectores, recaudadores, controladores y administrativos), cuyos sueldos están relacionados al sueldo del personal de conducción mediante una proporción establecida por la normativa vigente (Tabla 3). Estos puestos tienen igual régimen que el personal de conducción



en lo que se refiere a antigüedad promedio, cargas sociales, adicionales no remunerativos y seguros de riesgos laborales.

Tabla 3: Relación de sueldos

Equivalencias de sueldo	
Sueldo de:	Proporción de equivalencia con sueldo básico de personal de conducción
Gerente	2,5
Jefe de tráfico	1,5
Tesorero	1,5
Inspector	1,5
Recaudador	1
Controlador	1
Administrativo	1
Contador	1,3
Informático	1
Asesor jurídico	1,3
Médico	1
Responsable higiene y seguridad	0,5
Psicólogo	0,5
Jefe de taller	1,5
Encargado de depósito	1
Mecánico	1
Chapista	1
Electricista	1
Tapicero	1
Gomero	1
Lavador	1
Chofer de compra de repuestos	1
Sereno	1,5
Encargado de combustibles	1

Fuente: elaboración propia en base a informe de AUTAM (2009)

El personal de asesoramiento está compuesto por los siguientes cargos: contador, informático, asesor jurídico, médico, responsable de higiene y seguridad y psicólogo. Sus salarios también representan un proporcional del sueldo básico del personal de conducción (Tabla 3).

El personal de mantenimiento y taller comprende los siguientes puestos: jefe de taller, encargado de depósito, mecánicos, chapistas, electricistas, tapicero, gomero, lavador, chofer de compra de repuestos, sereno y encargado de combustibles. Al igual que las anteriores categorías de personal, el sueldo es una proporción del básico del personal de conducción (Tabla 3) y tiene igual régimen que éste en el cálculo de la antigüedad promedio, cargas sociales, adicionales no remunerativos y seguros por riesgos de trabajo.

Respecto del costo en lubricantes se identifican los requerimientos promedio por año de líquidos lubricantes (Tabla 4) para el parque móvil existente (que debe cumplir con las especificaciones técnicas establecidas en la legislación vigente).



Tabla 4: Requerimientos en lubricantes

Requerimiento de lubricantes	
Líquidos lubricantes	Consumo cada 10000 kilómetros
Cambio de aceite de motor	36 litros
Cambio de aceite de caja y diferencial	3,8 litros
Cambio de aceite de dirección hidráulica	3,8 litros
Cambio de líquido refrigerante	1 litro

Fuente: elaboración propia en base a informe de AUTAM (2009)

Por otro lado, el costo de los neumáticos se estima en función de sus características técnicas y considerando que éstos se desgastan por su uso. Cuando son nuevos tienen una vida útil inicial de 80.000 kilómetros, luego requieren de un proceso de precurado, renovándose la vida útil pero no al nivel inicial, sino a 60.000 kilómetros. Después de recorrida esta distancia necesitan de un nuevo proceso de precurado, que extiende su vida útil por 60.000 kilómetros más. Es decir, la vida útil del neumático permite que sea utilizado para recorrer 200.000 kilómetros.

En concepto de seguros, impuestos y tasas directos se contemplan los siguientes ítems: impuesto al automotor (multiplicación entre el valor del impuesto anual y la cantidad de unidades del parque móvil), tasa por desinfección (es obligatorio que cada unidad sea desinfectada mensualmente, la tasa se calcula como la multiplicación de su valor por doce y por la cantidad de vehículos), tasa por revisión técnica (cada vehículo debe someterse a una revisión técnica cada tres meses para mantener la habilitación de los vehículos, por lo que este costo es la tasa multiplicada por cuatro por la cantidad de vehículos), tasa por renovación del carnet (los conductores de los vehículos deben renovar anualmente su licencia de conducir profesional, por lo que este gasto es la multiplicación del precio de la renovación del carnet por la cantidad de conductores) y el seguro del parque móvil (este concepto es el valor anual del seguro por la cantidad de vehículos).

El costo de mantenimiento general se refiere, por un lado, a los repuestos y reparaciones generales que incluyen el gasto en compra de repuestos y los servicios de mantenimiento que deben ser tercerizados por la empresa. Por otro lado, a los gastos en reparaciones de neumáticos que no tienen que ver con el desgaste normal de su utilización, sino con desperfectos accidentales. El primero se calcula como la proporción entre el valor del vehículo y su vida útil, expresada en kilómetros totales (determinada por legislación vigente de 840.000 kilómetros). Se estima un desgaste lineal según el uso anual de cada unidad. El segundo, se calcula como el 10% del gasto anual total en neumáticos. Y finalmente, se adicionan también en los costos de mantenimiento a los gastos en cuota a la cámara empresaria (valor de la cuota por la cantidad de vehículos de la flota) y los gastos en papelería, servicios básicos, difusión, capacitación, etc.



En la siguiente tabla se presentan las estadísticas descriptivas de cada variable.

Tabla 5: Estadísticas descriptivas de las variables analizadas

Variable	Observaciones	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Precio anual por bus	80	89.722	16.427	54.040	132.941
Precio gasoil por litro	80	2,49	1,16	1,24	4,79
Precio por hora del personal de conducción	80	8,97	2,31	4,18	11,52
Kilómetros recorridos por año	80	7.077.743	1.854.918	2.769.676	9.500.158
Costo Total	80	21.822.767	7.168.590	7.218.270	36.580.832
Participación del Capital	80	0,34	0,10	0,21	0,59
Participación del Trabajo	80	0,36	0,06	0,21	0,44
Participación del Combustible	80	0,30	0,07	0,18	0,47

Fuente: elaboración propia

Es de destacar que el costo total anual en promedio, con base de precios en el año 2005, es de \$21.822.767, y que las participaciones promedio en dicho costo son de 30% el costo en combustible, 34% el costo en capital y el 36% el costo en personal de conducción.



#### IV. MODELO EMPÍRICO

Si bien existen elementos comunes a todas las funciones de costos de transportes, las propiedades concretas de cada una de ellas dependerán de las características de cada actividad. Por ello, se elige una especificación funcional para cada caso particular.

Según ha demostrado Shephard (1970) las funciones de costos y de producción son duales bajo ciertas condiciones de regularidad. Dado esto, es más habitual la estimación empírica de las funciones de costos que de las funciones de producción ya que las primeras resumen toda la información económicamente importante que contienen las segundas y a la vez tienen ventajas en el proceso de estimación. Esto último, relacionado principalmente a que las funciones de costo proveen un modo más directo de estimar las economías de escala (Christensen et al, 1976).

El mercado en el que operan las compañías de ómnibus presenta las siguientes características:

- El nivel de producción es exógeno, lo cual hace más atractiva la estimación de las funciones de costos (Christensen et al, 1976). Esto se debe a que los operadores de transporte toman como dada la demanda de servicio que se define en el proceso regulatorio.
- Las rutas y tarifas están también determinadas por la autoridad estatal competente.
- Ninguna empresa concesionaria tiene poder para afectar los precios de los factores productivos. Son tomadoras de precios en el mercado de inputs.

En resumen, cada empresa minimiza sus costos y las variables de decisión son las cantidades de insumos necesarias para suplir la demanda exógena.

La función de costos de los productores de servicios de transporte viene dada por la siguiente expresión:

$$C = F(Q, P)$$

Donde C es el costo total, Q el nivel de producción del servicio y P los precios de los factores productivos.

La especificación de la forma funcional translog es utilizada en este trabajo para estimar la función de costos totales. Es una aproximación de segundo orden de la serie de Taylor de la función desconocida. Se asume que cada empresa de transporte produce sólo un tipo de servicio medido en kilómetros totales recorridos en un año y utiliza tres insumos: personal de conducción (trabajo), autobuses (capital) y gasoil (combustible).



La especificación elegida para la función de costos es:

$$\begin{aligned} \ln CT = & \alpha + \beta_Q \ln Q + \beta_L \ln P_L + \beta_K \ln P_K + \beta_G \ln P_G \\ & + \frac{1}{2} \beta_{QQ} (\ln Q)^2 + \frac{1}{2} \beta_{LL} (\ln P_L)^2 + \frac{1}{2} \beta_{KK} (\ln P_K)^2 + \frac{1}{2} \beta_{GG} (\ln P_G)^2 \\ & + \beta_{LK} (\ln P_L)(\ln P_K) + \beta_{LG} (\ln P_L)(\ln P_G) + \beta_{KG} (\ln P_K)(\ln P_G) \\ & + \beta_{QL} (\ln Q)(\ln P_L) + \beta_{QK} (\ln Q)(\ln P_K) + \beta_{QG} (\ln Q)(\ln P_G) \end{aligned}$$

Donde CT es el costo total anual, Q es el nivel de producción de servicio medido en kilómetros totales recorridos por año,  $P_K$  es el precio unitario del capital medido como el costo total anual de un autobús,  $P_L$  es el precio unitario del trabajo medido como el costo por hora en personal de conducción y  $P_G$  es el precio unitario de combustible medido como el costo por litro de gasoil.

De la aplicación del lema de Shephard a la función de costos translog se obtienen las participaciones de los costos (cost shares) de cada factor:

$$S_L = \delta \ln CT / \delta \ln P_L = \beta_L + \beta_{LL} \ln P_L + \beta_{KL} \ln P_K + \beta_{LG} \ln P_G + \beta_{QL} \ln Q$$

$$S_K = \delta \ln CT / \delta \ln P_K = \beta_K + \beta_{KK} \ln P_K + \beta_{KL} \ln P_L + \beta_{KG} \ln P_G + \beta_{QK} \ln Q$$

$$S_G = \delta \ln CT / \delta \ln P_G = \beta_G + \beta_{GG} \ln P_G + \beta_{KG} \ln P_K + \beta_{LG} \ln P_L + \beta_{QG} \ln Q$$



## V. ESTIMACIÓN

La función translog se puede interpretar de dos modos distintos. Como una forma exacta, es decir, que la tecnología tiene las características de una función con la estructura translog, y la estimación se realiza por mínimos cuadrados ordinarios. O como una forma aproximada, a través de una aproximación de Taylor de segundo orden, estimada a través de mínimos cuadrados generalizados. En esta última las variables explicativas se expresan como cocientes entre el punto observado y el punto de aproximación. Habitualmente, se considera a la media geométrica de los datos como el punto de aproximación. Para esto, se divide cada variable independiente por su media geométrica.

En esta última alternativa, las elasticidades del costo respecto a la producción se obtienen directamente de los estimadores de los coeficientes de la producción. Esta es una gran ventaja ya que los estadísticos  $t$  asociados a los coeficientes de la producción permiten el contraste estadístico de si las elasticidades del costo respecto a la producción son distintas de cero. Por el contrario, los coeficientes de la forma exacta no tienen una interpretación directa.

En este trabajo se estima una función de costos translog lineal en los parámetros, como una aproximación de Taylor de segundo orden a una función desconocida, por lo tanto, lo que se estima es una forma aproximada.

Es habitual que en los fenómenos económicos se determinen simultáneamente un conjunto de variables. En este caso, es el costo y las demandas de insumos en un modelo de minimización de costos. Esta simultaneidad implica relaciones teóricas entre las ecuaciones que describen estas variables. En particular, la aplicación del Lema de Shephard para obtener las participaciones relativas de los factores indica que los parámetros que aparecen en estas ecuaciones sean los mismos que en la función de costos. Dado que las ecuaciones del sistema comparten los parámetros (o un subconjunto de ellos), es frecuente que se estimen conjuntamente, basados en argumentos econométricos de mayor eficiencia en la estimación. Este procedimiento se puede asimilar a incrementar el número de observaciones, lo que no puede resultar en estimaciones menos eficientes en tanto que sus varianzas no pueden ser mayores. A su vez, las ganancias en eficiencia en la estimación aumentan si los términos de error de las diversas ecuaciones están relacionados. Esto ocurre en un sistema de ecuaciones dado que todas las variables provienen del mismo fenómeno económico. Es decir, las perturbaciones aleatorias de cada ecuación tienen el mismo origen por lo que se espera exista una correlación importante entre ellas (Álvarez Pinilla, Arias Sampedro, Orea Sánchez, 2003, p125). Es importante aclarar que si bien se espera esta correlación entre los términos de error de las ecuaciones para una misma empresa, se supone que las perturbaciones aleatorias de las distintas firmas de la muestra no están correlacionadas.

Bajo esta consideración, el procedimiento óptimo es estimar la función de costos y las funciones de participación de los insumos de forma conjunta como un sistema de regresión



multivariada. De esta forma se le adicionan grados de libertad sin agregar coeficientes a la regresión, lo que resulta en una estimación de los parámetros más eficiente, comparada a los obtenidos por mínimos cuadrados ordinarios (Christensen et al, 1976).

Esta estimación, entonces, se puede realizar por mínimos cuadrados generalizados usando el método de ecuaciones aparentemente no relacionadas (Seemingly Unrelated Regression) de Zellner, o por máxima verosimilitud. En este trabajo se utiliza el primer método.

El método de Zellner es una generalización del modelo de regresión lineal y consiste en una regresión de varias ecuaciones, cada una con una variable dependiente distinta y potencialmente un set de variables independientes explicativas también distinto. Cada ecuación es una regresión lineal válida por sí misma y puede ser estimada independientemente del resto de ecuaciones, por esta razón el método se llama “ecuaciones aparentemente no relacionadas”. Sin embargo, algunos autores consideran que sería más conveniente denominarlo el método de las “ecuaciones aparentemente relacionadas”, por el hecho que los términos de error de las ecuaciones para una misma firma están correlacionados. Este modelo puede estimar ecuación por ecuación a través de mínimos cuadrados ordinarios. Sin embargo, si bien esta estimación es adecuada no es tan eficiente como por mínimos cuadrados generalizados.

Debido a que los parámetros de una de las ecuaciones de participación se pueden obtener del resto de las ecuaciones de participación, es decir, el sistema es singular, se debe eliminar del sistema una de estas ecuaciones. A su vez, en el momento de realizar la estimación, dado que los parámetros que aparecen en las ecuaciones de participación de los insumos son los mismos que en la función de costos, se deben imponer las correspondientes restricciones paramétricas de igualdad de los coeficientes. También deben adicionarse las restricciones que implican la homogeneidad de grado cero de la función de costos.

En resumen, el procedimiento óptimo es estimar el sistema de regresiones multivariadas a través del método de ecuaciones aparentemente no relacionadas de Zellner por mínimos cuadrados generalizados, y el procedimiento se itera hasta converger. Se imponen las restricciones paramétricas de igualdad de coeficientes y de homogeneidad de la función de costos. Y dado que la suma de las ecuaciones de participación de los factores es igual a 1, se elimina una de las ecuaciones del sistema para que la matriz de covarianzas no sea singular. Se asume, asimismo, que: 1) los términos de error tienen una distribución conjunta normal (Christensen et al, 1976), 2) no existe correlación entre las firmas, y 3) se permiten correlaciones no nulas de una firma particular (Zellner, 1962).

En el caso de estudio cada operadora de transporte produce un solo output medido por los kilómetros recorridos por año y utiliza tres inputs: capital, trabajo y combustible. A continuación se presenta una tabla (Tabla 6) con la estimación de tres modelos alternativos.



Tabla 6: Estimación de la función de costos translog.

Estimación de la función de costos (t estadístico debajo de cada coeficiente estimado)			
Coeficientes	Modelos		
	A	B	C
$\alpha$	1,7557 12,84	12,6847 2,99	13,8355 3,39
$\beta_Q$	0,9594 110,09	-0,4648 -0,85	-0,4716 -0,90
$\beta_L$	0,4684 26,92	0,5166 27,10	0,7764 13,21
$\beta_K$	0,2812 13,80	0,2691 12,13	0,6432 8,16
$\beta_G$	0,2504 17,24	0,2144 13,47	-0,4196 -3,97
$\beta_{QQ}$		0,0926 2,61	0,0842 2,47
$\beta_{LL}$		-0,1026 -17,86	-0,1069 -18,48
$\beta_{KK}$		-0,1283 -23,05	-0,1192 -22,64
$\beta_{GG}$		0,3427 9,26	0,3403 9,61
$\beta_{LK}$		0,2461 60,22	0,2403 59,00
$\beta_{LG}$		-0,1337 -34,85	-0,1270 -33,54
$\beta_{KG}$		-0,1124 -44,52	-0,1133 -43,75
$\beta_{QL}$			-0,0187 -4,82
$\beta_{QK}$			-0,0231 -4,45
$\beta_{QG}$			0,0418 6,17
<b>R<sup>2</sup> Ecuacion de Costos</b>	0,9454	0,9391	0,9611
<b>R<sup>2</sup> Participacion Capital</b>	0,9671	0,9686	0,9754
<b>R<sup>2</sup> Participación Trabajo</b>	0,9414	0,9475	0,9595

Fuente: elaboración propia

El modelo A corresponde a una función de costos Cobb Douglas, que implica homoteticidad ( $\beta_{QL} = \beta_{QK} = \beta_{QG} = 0$ ), es decir, separabilidad entre el output y los factores. Excluye términos de segundo orden para los precios de los insumos y de la producción ( $\beta_{QQ} = \beta_{LL} = \beta_{KK} = \beta_{GG} = 0$ ). El modelo B, corresponde a una función de producción homotética. Impone restricciones de separabilidad entre insumos y producción, pero incluye términos de segundo orden para precio de factores y de producción. El modelo C, es el modelo completo, y no asume



separabilidad entre insumos y output, ni elasticidad de sustitución entre factores constante. Incluye términos de segundo orden para precios de inputs y producción.

Se detecta que la bondad de ajuste del modelo B es menor a la de los modelos A y C, por lo tanto la decisión del modelo a elegir está entre estas dos últimas alternativas. Si bien bajo este criterio debiera elegirse el modelo C, se realiza el test de likelihood para evaluar la diferencia entre modelos anidados, y poder seleccionar así la estimación que mejor explica el comportamiento de la función de costos. Un modelo está anidado en otro si éste se genera a partir de la imposición de restricciones sobre los parámetros del primero. Habitualmente, la restricción que se impone es que sean iguales a cero. Este es el caso en análisis. El test de likelihood compara los log likelihood de los dos modelos y evalúa si la diferencia es estadísticamente significativa. Si esto ocurre, entonces, el modelo con menores restricciones se adecúa mejor a los datos que el modelo más restrictivo. Dado que para el caso en estudio el test estadístico es 46,16 y el p – valor asociado es considerablemente bajo ( $9.476e-11$ ) se concluye que el modelo C es el que mejor se adecúa al comportamiento de los datos de la muestra.

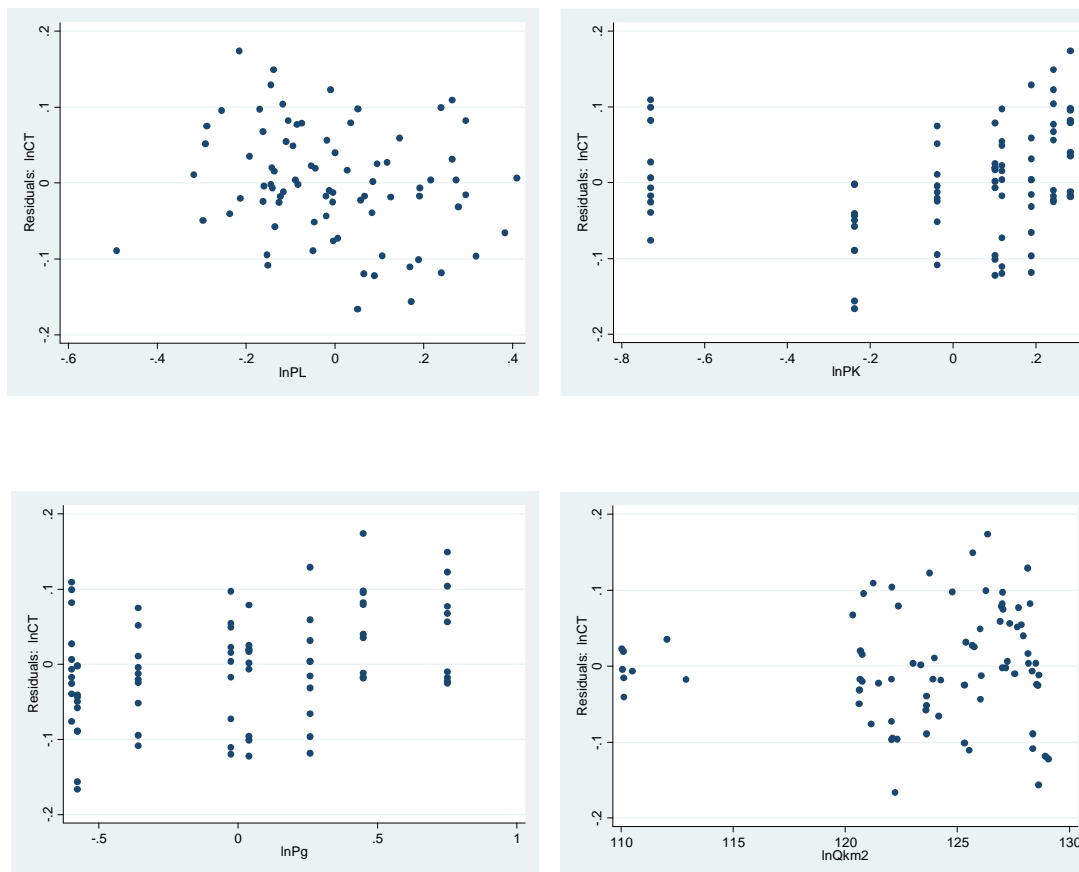
Al realizar estimaciones de los parámetros se pueden observar algunos problemas que resulta importante sean detectados y solucionados para que dicha estimación sea eficiente, insesgada y consistente.

Por un lado puede ocurrir que se omitan variables relevantes o se incluyan variables irrelevantes en el modelo. En el caso en estudio se asume que este problema no ocurre dado que la estimación está respaldada por abundante teoría económica que fundamenta las variables elegidas como explicativas del fenómeno económico. Es decir, no se dejan afuera variables consideradas importantes en la especificación de la forma funcional de costos ni se incluyen variables que no explican el comportamiento de la función.

Por otro lado, cuando la estimación se realiza mediante mínimos cuadrados ordinarios se debe evaluar si se cumple la condición de homoscedasticidad de las perturbaciones. Esto implica que la varianza de los errores es constante en las distintas observaciones. Si no se da esta condición, es decir, se halla el problema de heteroscedasticidad, las estimaciones siguen siendo insesgadas, pero dejan de ser eficientes. A su vez, puede complicarse este problema cuando no solo cambia la varianza del error sino que también los errores de distintos periodos están correlacionados, lo que se llama autocorrelación. Esto último es propio de los datos de series de tiempo, razón por la cual no existe este problema en el presente trabajo, mientras que la heteroscedasticidad es más usual en bases de datos de corte transversal, por lo que se analizará su existencia en el caso de estudio. Un modo de solucionar estos inconvenientes es realizar la estimación mediante mínimos cuadrados generalizados. Tal es el caso del presente trabajo. Resulta, entonces, que los coeficientes estimados a través de mínimos cuadrados generalizados son eficientes e insesgados. Otro argumento que corrobora la existencia de homoscedasticidad es la adecuada especificación del modelo, que como se mencionó tiene un fuerte respaldo teórico. Esto bajo la consideración que una de las causas de la

heteroscedasticidad es la errónea especificación funcional. Y finalmente, se comprueba con gráficos la existencia de homoscedasticidad (Figura 5 y Anexo II), realizando los mismos entre los errores y las variables independientes y dependiente. Todos ellos presentan aleatoriedad en la relación.

Figura 5: Análisis de homoscedasticidad



Fuente: elaboración propia

Por último, se evalúa el problema de la multicolinealidad. Ésta surge cuando las variables explicativas del modelo están correlacionadas entre sí. Es un problema complejo, porque en cualquier regresión las variables independientes van a presentar algún grado de correlación, y en caso que ésta sea perfecta los estimadores serán sesgados e inconsistentes. Para el caso en estudio se obtienen todos los coeficientes de todos los pares de variables independientes para evaluar la colinealidad. Se detecta algún grado de correlación entre algunas de ellas, sin embargo, dado que esta relación no es de multicolinealidad exacta y que los signos del modelo estimado son como los esperados y estadísticamente significativos, no se realizan tests adicionales para evaluar multicolinealidad.



## VI. RESULTADOS

Los signos de los coeficientes del modelo son como se esperaban y todos estadísticamente significativos en un nivel de 5%. La forma funcional estimada es la siguiente:

$$\begin{aligned} \ln CT = & 13,8355 + 0,7764 \ln P_L + 0,6432 \ln P_K - 0,4196 \ln P_G + 0,0842 (1/2)(\ln Q)^2 \\ & - 0,1069 (1/2) (\ln P_L)^2 - 0,1192 (1/2)(\ln P_K)^2 + 0,3403 (1/2)(\ln P_G)^2 \\ & + 0,2403 (\ln P_L)(\ln P_K) - 0,1270 (\ln P_L)(\ln P_G) - 0,1133 (\ln P_K)(\ln P_G) \\ & - 0,0187(\ln Q)(\ln P_L) - 0,0231 (\ln Q)(\ln P_K) + 0,0418(\ln Q)(\ln P_G) \end{aligned}$$

Y las funciones de participación de los factores son:

$$S_L = \delta \ln CT / \delta \ln P_L = 0,7764 - 0,1069 \ln P_L + 0,2403 \ln P_K - 0,127 \ln P_G - 0,0187 \ln Q$$

$$S_K = \delta \ln CT / \delta \ln P_K = 0,6432 - 0,1192 \ln P_K + 0,2403 \ln P_L - 0,1133 \ln P_G - 0,0231 \ln Q$$

$$S_G = \delta \ln CT / \delta \ln P_G = - 0,4196 + 0,3403 \ln P_G - 0,1133 \ln P_K - 0,1270 \ln P_L + 0,0418 \ln Q$$

La elasticidad del costo con respecto a la producción es siempre positiva y varía entre 1,2355 y 1,3747, con una media de 1,3241. Su ecuación es:

$$\begin{aligned} \epsilon_{C,Q} = CMg/CMe = (\delta C / \delta Q) * (Q/C) &= \delta \ln CT / \delta \ln Q \\ &= 0,0842(\ln Q) - 0,0187(\ln P_L) - 0,0231 (\ln P_K) + 0,0418(\ln P_G) \end{aligned}$$

Esto indica que para el rango de la muestra la industria opera con rendimientos a escala decrecientes. Es decir, considerando que el grado de homogeneidad de la función de producción (s) define el tipo de rendimientos a escala y se relaciona con la función de costos de la siguiente manera.

$$s = CMe/CMg = (C/q) / (\partial C / \partial q) = 1/\epsilon_{C,q}$$

Se detectan deseconomías de escala o rendimientos a escala decrecientes ya que para los valores muestrales s toma un valor mínimo de 0,7274 y un máximo de 0,8094, siendo su media 0,7557. La interpretación conceptual es que para el rango de output en el que operan las empresas concesionarias, el costo medio se incrementa al aumentar la producción de servicios (Figura 6). O, desde la perspectiva de la producción, ante aumentos en igual proporción de los factores productivos, la producción se incrementa en menor proporción que éstos.

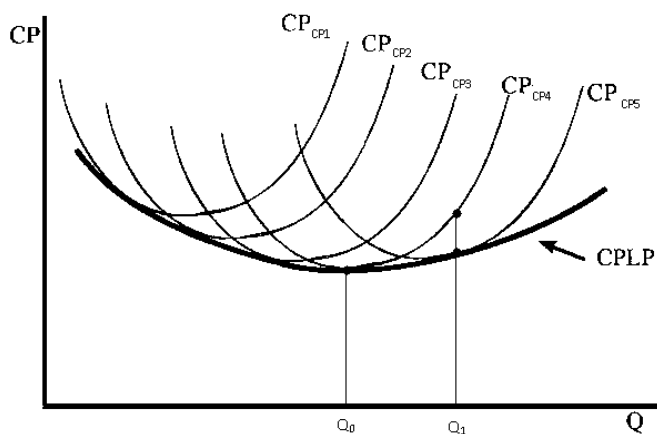


Es importante aclarar que esta estimación hace referencia a la estructura de costos de una empresa concesionaria representativa del mercado de transporte colectivo mediante ómnibus del AMM. Es decir, esta estimación muestra el comportamiento de cada una de las firmas que opera el servicio. Cada una de ellas tiene un único output, es decir, presta un único servicio, expresado en kilómetros recorridos por año. Los rendimientos decrecientes a escala están presentes en cada firma y su análisis constituye uno de los instrumentos más relevantes para conocer la relación existente entre los costos y la tecnología de producción.

Por tecnología de producción se entiende a la estructura productiva que tiene cada empresa. En algunos rubros se habla de planta de producción o de fábrica. Está relacionada al modo de organización de los factores y la escala con los que se realiza el proceso productivo, qué tipo de tecnologías o maquinarias se utilizan, qué técnicas de gestión se implementan, cuál es la capacidad de producción. En el mercado de transporte colectivo analizado, la tecnología de producción hace referencia a la infraestructura utilizada para la guarda, mantenimiento y reparación de vehículos (vinculada fuertemente al tamaño del parque móvil), a la capacidad de cada uno de ellos y al tamaño de la empresa en términos de capacidad de gestión.

Dado que este es un análisis de largo plazo y las empresas minimizan sus costos, los rendimientos a escala decrecientes muestran que sería óptimo una infraestructura y/o equipamiento vehicular de menor capacidad y/o un tamaño de firma menor. Se está operando en un nivel de servicio como  $Q_1$  y en realidad lo óptimo sería  $Q_0$ . Es decir, si bien cada firma minimiza sus costos, el nivel de servicios prestados es mayor a aquel que le permitiría operar con economías de escala. Las economías de escala con rendimientos decrecientes ocurren en la mayoría de los procesos de producción, habitualmente, a tasas de producción muy altas.

Figura 6: Curva de costo promedio a largo plazo



Fuente: elaboración propia

Para conocer el nivel de servicios que cada empresa debería producir por año para tener economías de escala constante, se considera la media de todas las variables, excepto de la producción, y se resuelve la ecuación  $\epsilon_{C,Q}=1$ . El resultado indica que los kilómetros anuales que se deberían recorrer son 144.365. Este nivel es mucho menor al que como promedio recorren los operadores actualmente, 7.077.743.



Se considera que el nivel total de servicios que el Estado determina que preste cada empresa operadora de transporte colectivo es el óptimo social, es decir, es el nivel que la sociedad demanda para desplazarse fluidamente por el espacio urbano. Bajo este supuesto, el modelo estimado indica que el mercado podría operar con economías de escala si la oferta estuviera más atomizada. Es decir, si cada operador ofreciera una cantidad menor de servicios, si cada operador se constituyera como una empresa más pequeña.

La existencia de diseconomías de escala puede tener su origen en aspectos internos o externos a la firma. Los primeros propios de las características particulares de producción de la firma, pueden ser tecnológicos o pecuniarios y los segundos, pueden ser monetarios o tecnológicos. Las firmas concesionarias no tienen a su alcance modificar los aspectos externos, mientras que sí pueden decidir sobre los internos.

Los aspectos internos tecnológicos están relacionados a la dimensión de las instalaciones fijas y a la capacidad de los vehículos utilizados para proveer el servicio, hacen referencia a una característica propia de la función de producción. Los aspectos internos pecuniarios son relativos a las técnicas de gestión de la empresa, al incremento de costos administrativos debido al inadecuado manejo de la organización o de la mala coordinación de actividades en una escala más grande o del crecimiento de la burocracia.

Los aspectos externos monetarios están asociados a incrementos en los precios de los insumos causados por la ampliación de las empresas que los utilizan e incrementan su precio por la mayor demanda. Los aspectos externos tecnológicos tienen que ver con el incremento de los costos por razones externas a las firmas, en el caso del transporte colectivo puede deberse al aumento de la congestión vehicular o el mal estado de la infraestructura vial.

En el caso en estudio, se observa que se está operando en el tramo de diseconomías de escala, lo cual puede deberse a diversas razones. No es objeto de este trabajo analizar en profundidad cada una de ellas, o determinar la importancia relativa de las mismas. Resultaría de gran relevancia práctica que esto se realizara en investigaciones futuras.

Las causas internas tecnológicas se relacionan a la tecnología de producción anteriormente mencionada, en particular, vinculada a la capacidad física de producción de los servicios de transporte (instalaciones de garages y capacidad de los vehículos). En este marco, se detecta que las firmas tienen un tamaño mayor al óptimo, es decir, que los costos unitarios se reducirían si la producción media de cada una de ellas fuera menor. Para mejorar esta estructura de costos se requeriría una reducción de la capacidad de la infraestructura para guarda y mantenimiento del parque móvil, una reducción del tamaño de la flota o la operación del servicio en unidades móviles de menor capacidad.

Habitualmente los rendimientos decrecientes a escala por causas internas tecnológicas giran en torno a las dimensiones de las instalaciones fijas. Es decir, se sostiene que para operar en el tramo de economías de escala se debería reducir el tamaño de las mismas o mejorar el equipo complementario utilizado para la limpieza y reparación de las unidades o mejorar la



señalización y logística para un óptimo uso del espacio físico. Sin embargo, en el mercado de transporte colectivo automotor se debe prestar atención a las características de los vehículos y las condiciones de su explotación. Debido a que la capacidad de cada vehículo es fija, puede ocurrir que la empresa operadora del servicio incurra en mayores costos de los necesarios. Por ejemplo, si cada unidad móvil tiene capacidad para 40 pasajeros, la situación óptima sería aquella en la que la firma debiera ofrecer servicio a 40 pasajeros o a una cantidad múltiplo de 40, es decir 80, 120, 160, etc. En caso que el servicio debiera prestarse a una cantidad que no resulte múltiplo de 40, por ejemplo 50 pasajeros, la firma incurriría en mayores costos por pasajero que en la situación anterior, ya que debería afrontar los gastos de un vehículo para 40 pasajeros para transportar sólo a 10. Operaría, entonces, con una capacidad ociosa de 30 pasajeros. Para optimizar la estructura de costos, en este caso, sería mejor adquirir un vehículo con capacidad para 10 pasajeros, e incurrir en este gasto que resultaría menor a aquel de una unidad con capacidad para 40 pasajeros. Es decir, en vez de realizarse un aumento homogéneo de la capacidad productiva podría efectuarse un cambio tecnológico y un incremento de capacidad de menor envergadura que permita satisfacer los requerimientos del servicio de manera más precisa y ajustada. Así las deseconomías de escala podrían transformarse en economías de escala. Según Iturriza (1982) "el tamaño de vehículo en el transporte automotor está asociado con la posibilidad de aprovechar economías originadas en el aumento menos que proporcional de los insumos requeridos para su funcionamiento" (58).

Es posible que en el AMM se presente esta situación ya que no están definidas rutas troncales y alimentadoras del servicio, por lo que en todo el territorio urbano se presta el mismo con unidades de similar capacidad. Los recorridos troncales son aquellos que circulan por los corredores de mayor tráfico y requieren de unidades móviles de mayor capacidad ya que trasladan constantemente a una gran cantidad de pasajeros. En cambio, los recorridos alimentadores realizan trayectos de menor demanda de servicio, habitualmente en la periferia de las ciudades, por lo que sería adecuado que se utilizaran unidades de menor tamaño. Esta planificación del servicio, permitiría que las empresas dejaran de operar en el tramo de rendimientos decrecientes a escala.

En el caso analizado, el servicio se mide según la cantidad de kilómetros recorridos por año. La magnitud de este output no necesariamente va a variar si se reduce la capacidad de los vehículos, pero la estructura de costos general va a mejorar y, entonces, para cada kilometro recorrido el costo promedio será menor.

Por causas internas pecuniarias puede ocurrir que las deseconomías de escala se deban a la falta de capacidades de gestión de entidades de grandes dimensiones siendo conveniente la reducción del tamaño de las firmas, lo cual mejoraría las posibilidades de administración y de coordinación de las operaciones. Estos inconvenientes pecuniarios pueden deberse, por un lado, a que las firmas no tienen incentivos económicos para optimizar su funcionamiento ya que el riesgo es asumido completamente por el Estado; por otro lado, a que los procedimientos administrativos para cumplir con los requerimientos regulatorios establecidos por la autoridad de aplicación son poco claros y excesivamente burocráticos. Este último factor está muy relacionado a la gestión estatal, por lo que excede las posibilidades de corrección por parte de las empresas operadoras.



Como se dijo con anterioridad, en el servicio prestado en el AMM, la capacidad máxima del vehículo presenta un límite más allá del cual sólo puede repetirse un esquema productivo similar, mediante la incorporación de nuevas unidades. Por ello, las características de producción están vinculadas a la capacidad máxima de los vehículos empleados. En esta situación, las economías de escala que logre aprovechar la firma están fuertemente determinadas por la administración empresaria. Bajo esta consideración, cualquier firma pequeña, organizada eficientemente, puede competir con una gran empresa, si cuenta con equipos de igual nivel tecnológico. Es decir, los rendimientos decrecientes existentes en el servicio de transporte colectivo del AMM pueden deberse a una inadecuada gestión de las firmas concesionarias, a una escasa capacidad de coordinación de las actividades administrativas y a un exceso de burocracia en el interior de las mismas.

Por causas externas monetarias, las deseconomías de escala pueden estar presentes debido a un aumento de los precios de los vehículos. Éstos se compran en concesionarias nacionales que adquieren los vehículos en el exterior. Debido a las restricciones a las importaciones vigentes los costos de los mismos se han incrementado en un nivel mayor que la inflación existente en el país, perjudicando los costos de las operadoras de transporte colectivo.

Por causas externas tecnológicas puede incrementarse la estructura de costos de las concesionarias por la congestión vehicular en las horas pico, que resulta cada vez más perjudicial para la circulación de las unidades de transporte colectivo, o por el inadecuado diseño de la red de transporte respecto de los requerimientos de movilidad de la población urbana o de la estructura del sistema urbano.

La estructura de mercado está fuertemente condicionada por la regulación estatal, que en varios aspectos, al no estar adecuadamente diseñada, favorece la producción del servicio en el nivel de deseconomías de escala.

Como primer punto se observa que la licitación para adjudicar el servicio se realiza cada 10 años, período durante el cual existe esta fuerte barrera de entrada. La cantidad de empresas que operan en el mercado viene determinada en parte por el Estado, al definir la cantidad de grupos de recorridos que licitará (cada grupo se asigna a una empresa o unión transitoria de empresas) y, en parte, por las empresas ya que pueden postularse en la licitación en más de un grupo de recorridos. Se detecta (Tabla 7) que en la licitación del año 1991, la inmediata anterior a la actualmente vigente, las empresas operadoras eran en total 14, entre sociedades anónimas, de responsabilidad limitada, cooperativas de trabajo y uniones transitorias de empresas. En la licitación vigente, la concesión se encuentra mucho más concentrada. Las firmas adjudicatarias son en total 7, es decir, la mitad respecto de la anterior licitación.



Tabla 7: Empresas operadoras del servicio mediante ómnibus

Líneas de Ómnibus	Empresas operadoras 1991 - 2005	Empresas operadoras 2005 - 2015
10	Autotransporte El Trapiche S.R.L.	Autotransporte El Trapiche S.R.L.
40	Autotransporte El Trapiche S.R.L.	UTE: Autotransportes El Trapiche S.R.L., Autotransportes Los Andes
80	Autotransportes Los Andes S.A.	UTE: Autotransportes El Trapiche S.R.L., Autotransportes Los Andes S.A.
30	Autotransportes Presidente Alvear	UTE: Autotransportes Presidente Alvear, Autotransportes Los Andes, Autotransportes Gral. Roca
50	Transporte de Pasajeros General Roca S.R.L.	Transporte de Pasajeros General Roca S.R.L.
70	Autotransportes Bartolomé Matienzo S.A.	Transporte de Pasajeros General Roca S.R.L.
110	Transporte Coronel Díaz S.A.	UTE: Autotransportes Gral. Roca S.R.L., Autotransportes Presidente Alvear, Autotransportes Los Andes
90	Transportes Colectivos del Oeste S.A.	Empresa de Transportes El Cacique S.A.
100	Empresa de Transportes El Cacique S.A.	Empresa de Transportes El Cacique S.A.
120	Autotransportes Bartolomé Matienzo S.A.	Empresa de Transportes El Cacique S.A.
160	Empresa de Transportes El Cacique S.A.	Empresa de Transportes El Cacique S.A.
60	Transportes El Plumerillo S.A.	Transportes El Plumerillo S.A. (propiedad de Empresa El Cacique S.A.)
170	Empresa de Ómnibus Maipú S.R.L.	Empresa de Ómnibus Maipú S.R.L.
180	Empesa de Ómnibus Maipú S.R.L.	Empesa de Ómnibus Maipú S.R.L.
20	Transportes Antártida S.A.	Empresa Provincial Transportes Mendoza
Líneas de Trolebús	Empresas operadoras 1991 - 2005	Empresas operadoras 2005 - 2015
Godoy Cruz - Las Heras	U.T.E. (Autotransportes El Trapiche S.R.L., Transporte El Plumerillo S.A., Autotransportes Los Andes S.A.)	Empresa Provincial Transportes Mendoza
Pedro Molina - UNIMEV	Cooperativa de Trabajo Transportes Automotores de Cuyo - T.A.C. Ltda)	Empresa Provincial Transportes Mendoza
Villanueva	Servicios de Transporte S.A.	Empresa Provincial Transportes Mendoza

Fuente: elaboración propia en base a datos de la Secretaría de Transporte de la Provincia

En la licitación de 1991 se tuvo como consigna el concepto de competencia regulada, que implicaba que en los corredores de mayor tráfico las empresas operadoras competían por los usuarios (la empresa recaudadora distribuía los beneficios según los pasajeros transportados). De este modo, se intentó evitar la concentración empresarial y generar incentivos para mejorar el servicio. Este esquema resultó eficaz en tanto la ciudad mantuvo las dimensiones de población y parque automotor adecuadas para su estructura vial. Sin embargo, con el tiempo la congestión vehicular provocó que las arterias de mayor circulación estuvieran colapsadas en horas pico por automóviles y gran cantidad de ómnibus. Debido a esta situación, en la licitación de 2005, este modelo se modificó, con la intención de racionalizar los recorridos y descomprimir los embotellamientos. Si bien esta medida se considera positiva para el ordenamiento del transporte urbano en general, elimina los incentivos de las empresas prestatarias a operar más eficientemente.

Se detecta, adicionalmente, que el esquema de subsidios a la oferta es muy alto y no genera incentivos a las empresas para mejorar su rentabilidad. Más del 45% del costo total es suplido



por compensaciones del Estado nacional y provincial (Tabla 8), por lo que las empresas concesionarias no tienen incentivos a mejorar su estructura de costos desde la gestión y operación de la misma.

Estos fenómenos, están acentuados por el modo de distribución de la recaudación. El ingreso principal del servicio es el boleto que abona cada pasajero, y dado que la empresa recaudadora distribuye estos beneficios según los kilómetros recorridos por cada operador, el riesgo de la actividad lo asume completamente el Estado. Es decir, las firmas concesionarias no tienen incentivos para mejorar su servicio y así captar más usuarios, sino que simplemente se limitan a cumplir con las restricciones impuestas por la autoridad de aplicación, entre ellas la cantidad de kilómetros que deben recorrer. Si bien, en muchas ciudades del mundo el transporte colectivo opera con subsidios, tanto en la demanda como en la oferta, y es considerado favorable, por muchos autores, que el riesgo sea asumido por el ente estatal, en el caso en estudio estas características se podrían ajustar para mejorar la rentabilidad de los operadores.

Tabla 8: Subsidios

Subsidios y Recaudación Promedio (2006 - 2010)			Proporción entre Subsidios y Recaudación	
<b>Rcaudación</b>		\$ 169.670.612,75	\$ 169.670.612,75	54,13%
<b>Subsidios Nacionales Totales</b>	<b>Compensación Complementaria Provincial</b>	\$ 23.129.771,04	\$ 143.752.928,85	45,87%
	<b>Subsidio Decreto 652/02</b>	\$ 31.087.758,78		
	<b>Suministro Gas Oil a Precio Diferencial</b>	\$ 34.682.663,03		
<b>Subsidios Provinciales</b>	<b>Aporte Fondo de Contingencias</b>	\$ 54.852.736,00		

Fuente: elaboración propia en base a datos de la Secretaría de Transporte, Gobierno de Mendoza

Los resultados obtenidos son similares a algunos casos de la literatura, mientras que difieren con otros. Lo que sucede es que las elasticidades de costos obtenidas de la estimación de funciones translog en la literatura presentan gran variabilidad. Koshal (1970) y Lee y Steedman (1970) detectan economías de escala constantes en la industria del transporte. William y Dalal (1981) detectaron deseconomías de escala para empresas pequeñas, cuyos vehículos recorrían menos de 253.000 millas anuales (400.000 kilómetros aproximadamente) y economías de escala para empresas con flotas mayores. Viton (1981) afirma que las firmas pequeñas tienen economías de escala en el largo plazo, mientras que las empresas grandes tienen deseconomías de escala en el largo plazo. Tauchen et al (1983) demuestran en su estudio que las economías de escala en la producción de millas por bus interurbano dejan de serlo en niveles bajos de producción, por lo que un incremento en el output tiene ventajas de costos sólo para los operadores pequeños. De Borger (1984) reporta valores inestables de economías



de escala en el corto plazo. Matas y Raymond (1998) detectaron economías de escala constante. Filippini y Prioni (2003) reportan economías de escala en firmas de tamaño medio.

Esta variabilidad, según, de Rus (2003) se debe a los diferentes supuestos en los que se basan las investigaciones. Afirma que los resultados obtenidos en las investigaciones referidas a los costos de transporte no son comparables y que es imposible generar una conclusión general. Por ello, es mejor interpretar cada trabajo teniendo en cuenta la metodología concreta y el tipo de datos sobre inputs y outputs. De Borger (1984), a su vez, afirma que esta variabilidad se debe a que las bases de datos incluyen empresas operando en ambientes diferentes. Si todas las ciudades tuvieran la misma distribución de la población, la misma geografía y actividad económica, entonces la comparación de los niveles de producción podría ser posible (Miller, 1970). En otras palabras, los resultados de las estimaciones sobre funciones de costos sobre transporte no son comparables entre casos y no se puede establecer una conclusión general para todas ellas. Por ello se debe analizar cada caso de estudio, considerando la metodología empleada en la estimación, la base de datos y las características urbanas. Entre estas últimas, sería conveniente incluir en el análisis las medidas regulatorias, ya que son un fuerte condicionante en el mercado de transporte colectivo.



## VII. REFLEXIONES FINALES

Se detecta que el mercado de transporte colectivo del AMM opera en el nivel de costos en donde existen deseconomías de escala o rendimientos a escala decrecientes. Esto implica que sería más conveniente que la oferta se repartiera entre más operadores de menor tamaño cada uno, o que se pudieran utilizar vehículos de diferentes capacidades según el tipo de ruta. También sería más adecuado que se mejoraran las técnicas de gestión empresarial y que el Estado ajustara sus medidas regulatorias para favorecer estos aspectos y generar incentivos a las empresas para que operen de manera más eficiente.

Dada la organización actual del mercado de transporte colectivo, el Estado tiene grandes posibilidades de optimizar la estructura de costos de las empresas a través de medidas concretas. Por un lado, podría facilitar o promover la atomización de la oferta del servicio, levantando la barrera de entrada hacia nuevos concesionarios. Esto se podría implementar (re)diseñando la red de recorridos y clasificando a los mismos en mayor cantidad de grupos, que luego serían los paquetes a concesionar. Se podría impedir, asimismo, que una misma empresa pueda presentarse en más de una licitación. Se reducirían así los kilómetros recorridos por año por cada firma. Por otro lado, podrían jerarquizarse los recorridos para diferenciar el tipo de equipo a utilizar en cada tramo. Por ejemplo, usar vehículos de más capacidad para los corredores de mayor tráfico y vehículos más pequeños para las líneas alimentadoras. De esta manera se podría optimizar el esquema de costos de cada operador. Estas medidas, para ser adecuadas y efectivas, requieren una planificación del servicio por parte del Estado. Es decir, podrían definirse a posteriori de una organización integral del sistema de transporte, que jerarquice rutas y recorridos y que articule los diversos medios de transporte masivos entre sí y con el resto de los modos particulares motorizados y no motorizados.

En este trabajo, se asume teóricamente que las empresas minimizan sus costos. La pregunta que surge es qué tan certera es esta afirmación considerando que el servicio de transporte colectivo es un servicio social. Bajo esta perspectiva la minimización de costos deja de ser un objetivo ya que los déficits son asumidos por el gobierno. Por esta razón, sería de gran utilidad que se analizara el esquema de subsidios de modo tal que la asignación de los mismos resultara un incentivo para mejorar la estructura de costos en las empresas. Es decir, que se definieran nuevos mecanismos de asignación que hagan más eficiente en términos económicos la operación de servicio.

Dada esta característica del transporte colectivo de ser un servicio de primera necesidad en las sociedades y ciudades modernas, resulta necesaria la producción del mismo bajo la regulación o inspección del Estado, que asegure la provisión a toda la población, principalmente a aquellos grupos que no tienen medios de transporte motorizados alternativos. En este marco, es adecuado que el riesgo sea asumido por el Estado y que las empresas simplemente se



ocupen de cumplir con los requisitos establecidos por éste. Sin embargo, en la zona estudiada estas condiciones no generan los incentivos para que las concesionarias mejoren sus procesos productivos. Nuevamente, un esquema de premios y castigos o una racionalización de la normativa vigente podría ser la solución.

Obeng (1985) en su estudio sobre costos de transporte afirma que en todos los sistemas de transporte los costos pueden reducirse mejorando la productividad de los factores, inclusive la administración de la empresa, enfocándose en el control de costos en las horas pico. Este es un punto clave a desarrollar en las empresas concesionarias en el AMM, ya que si los incentivos no vienen dados por el mercado, deberán ser definidos e implementados por el ente estatal.

Por último, es importante aclarar que para poder establecer instrumentos o mecanismos que incentiven la optimización del uso de los recursos de las empresas concesionarias, es imprescindible conocer la estructura de mercado y el funcionamiento del mismo. Esto se obtiene a partir del análisis de expertos y de información completa, de calidad y actualizada. Ambos factores son escasos en el caso analizado, por lo que el estudio del mercado y la regulación conforme al mismo no son de fácil concreción.



## VIII. LINEAMIENTOS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

Este trabajo ha producido un avance en cuanto al conocimiento de la estructura de costos del mercado de transporte colectivo de AMM. Sin embargo, quedan pendientes de estudio dos líneas importantes que completarían la caracterización de dicho mercado.

Por un lado, se detecta de gran relevancia en la estimación de la función de costos, la inclusión de variables relativas a las características de la ciudad donde se presta el servicio. Varios autores han incorporado algunas de estas variables explicativas: velocidad media de la ciudad, antigüedad de la ciudad, antigüedad de la flota, densidad de población, tamaño medio de los vehículos, número de jurisdicciones servidas, condiciones laborales, estructura de propiedad de las firmas, subsidios, longitud del recorrido, número de paradas, pendiente de los trayectos. Entre estos autores se encuentran: Miller (1970), Jorgensen et al (1995), Matas y Raymond (1998), Karlaftiz y McCarthy (2002), Filippini y Prioni (2003) y Cubucku (2006). Para el caso en estudio sería de mucha utilidad la incorporación de este tipo de variables ya que se detectan características físicas y administrativas muy particulares.

Por otro lado, dadas las modificaciones en el sistema de transporte colectivo analizado, por la incorporación del servicio de tranvía urbano principalmente, sería de mucho interés el análisis del mismo como una industria de red. En este sentido se deja de lado la concepción de la actividad uniproducto y se considera la multiproducción. Diferenciando a los outputs por el tipo de pasajero transportado, por el tiempo en que se realiza el servicio, o por el origen - destino del mismo. En este contexto resultaría interesante analizar diversos conceptos para conocer mejor la estructura del mercado:

- Economías de escala multiproducto: tiene similar interpretación a la de las economías de escala en actividades de uniproducción. Existen rendimientos crecientes cuando al mantenerse constantes los precios de los factores productivos, los costos medios disminuyen al incrementarse el nivel de producción de servicios. Esto, siempre y cuando no se altere la composición interna del vector de output.
- Economías de densidad: se considera que es un enfoque más adecuado que las economías de escala multiproducto. Estas últimas consideran que es posible modificar el tamaño de todos los factores en la misma proporción, lo que en la industria del transporte no es siempre posible, principalmente por la infraestructura y los vehículos. Por ello, las economías de densidad son un concepto más útil ya que evalúan el cambio en costos cuando aumenta la producción de servicios, manteniendo constante el tamaño de red, la tecnología productiva y los precios de los factores. Lo que se busca es conocer los ahorros de costos por la explotación más intensiva de una red.
- Economías de alcance: éstas “miden las ventajas de costos que puede obtener una empresa produciendo dos o más productos o servicios conjuntamente, frente a la especialización en la producción en uno solo de ellos” (de Rus, 2003, p105).



Si se estudiase el transporte colectivo del AMM como industria de red, se podría considerar que cada medio de transporte (tranvía urbano, trolebús y ómnibus) produjera un output distinto. Éstos se diferenciarían por el origen - destino del traslado, ya que si se respetara la jerarquización de los medios, los dos primeros serían troncales (de alto tráfico) y los últimos alimentadores o de recorridos con fines sociales (tráfico más bajo). En la actualidad llevar adelante este estudio presentaría grandes obstáculos por la poca información existente sobre el tranvía urbano, no sólo por su reciente incorporación al sistema sino por la carencia de relevamiento y análisis integral que se realiza en esta jurisdicción.



## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez Pinilla, A., Arias Sampedro, C. y Orea Sánchez, L. (2003). *Introducción al Análisis Empírico de la Producción*. Manuscrito no publicado, Universidad de Oviedo, Universidad de León, España.

Asociación Unida Transporte Automotor Mendoza. *Costos y Tarifas del Transporte Urbano de Pasajeros* (2009). Mendoza, Argentina.

Christensen, L. R., Greene, W. H. (1976). Economics of scale in U.S. electric power generation. *Journal of Political Economy*, 84 (4), pp. 655 – 676.

de Borger, B. L. (1984). Cost and Productivity in regional bus transportation: the Belgian case. *The Journal of Industrial Economics*, 37 (1), pp. 35 – 54.

de Rus, G., Campos, J. y Nombela, G., (2003). *Economía del transporte*. Barcelona: Antoni Bosch.

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, pp. 683 – 690.

Gobierno de Mendoza, Ministerio de Ambiente y Obras Públicas, (2010). *Encuesta de Origen y Destino 2010*. Mendoza, Argentina.

Gobierno de Mendoza, Ministerio de Ambiente y Obras Públicas (2005). *Pliegos licitatorios para la Concesión del Sistema de Transporte Público de Pasajeros*. Mendoza, Argentina.

Gray de Cerdán, N. (2005) *Repensando el Gran Mendoza, Estrategias de desarrollo urbano*. Mendoza: EDIUNC.

Gulman, J. M. (1990). Economies of scale and density in local telephone networks. *Regional Science and Urban Economics*, 20, pp. 521 – 535.

Iturriza, J. (1982). Las economías de escala en el transporte. *Integración Latinoamericana*, 67, pp. 54 – 62.

Jara Díaz, Z. R. and Cortes, C.E. (1990). On the calculation of scale economies from transport cost studies. *The Journal of Transport Economics and Policy*, 30 (2), pp. 157 – 170.

Jara Díaz, S. (1982). The estimation of transport cost functions: a methodological review. *Transport Reviews*, 2 (3), pp. 257 – 278.



Koshal, R. K. (1970). Economies of scale in bus transport: some British municipal results. *The Journal of Transport Economics and Policy*, 4 (1), pp. 15 – 28.

Lara de Ricci, M.I. (2003). Un enfoque microeconómico de los determinantes de la elección del modo de transporte: el caso del Gran Mendoza. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Cuyo*, 124.

Lee, N. and Steedman, I. (1970). Economics of scale in Bus Transport: Some Indian experience. *Journal of Transport Economics and Policy*, 4 (1), pp. 29 – 36.

Matas A. and Raymond J.L. (1998). Technical characteristics and efficiency of urban bus companies: The Case of Spain. *Transportation*, 25, pp. 243 – 263.

Mert Cubucku, K. (2006, July 1 - 3). Cost of Urban Bus Transit Operations and Geography of Service Territory. *Regional and Urban Modeling*. Free University of Brussels.

Miller, D. (1970). Differences Among Cities, Differences Among Firms and Costs of Urban Bus Transport. *Journal of Industrial Economics*, 19 (1), pp. 22 – 32.

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

Müller, A. (2010). Marco regulatorio para el autotransporte colectivo urbano: reseña y opciones. *Revista Transporte y Territorio*, 2, pp. 158 – 177.

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

Subirats, J., Knoepfel, P., Larrue, C., Varone, F. (2008). *Análisis y Gestión de Políticas Públicas*. Barcelona: Ariel.

Tauchen, H., Fravel D.F. and Gilbert G. (1983). Cost structure of the intercity bus industry. *The Journal of Transport Economics and Policy*, 17 (1), pp. 25 – 47.

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

William, M. and Dalal, A. (1981). Estimation of the elasticities of factor substitution in urban bus transportation: A cost function approach. *Journal of Regional Science*, 21 (2), pp. 263 – 275.

Zellner, A. (1962). An efficient method for estimating seemingly unrelated regressions and test for aggregation bias. *Journal of American Statistics Society*, 57, pp. 585 – 612.



## X. ANEXOS

### Anexo I: Rendimientos a escala

Formalmente, los rendimientos a escala se analizan a partir del grado de homogeneidad ( $s$ ) de la función de producción. Si se considera el caso simplificado de sólo dos insumos, trabajo ( $L$ ) y capital ( $K$ ), la función de producción sería  $q = f(L,K)$  y el grado de homogeneidad se define como:

$$f(\lambda L, \lambda K) = \lambda^s f(L,K)$$

Siendo  $s=1$  rendimientos constantes a escala,  $s > 1$  rendimientos crecientes a escala y  $s < 1$  rendimientos decrecientes a escala.

Considerando una de las propiedades de las funciones homogéneas, se puede relacionar la tecnología de producción y sus costos con los rendimientos a escala.

$$s f(L, K) = PMg_L L + PMg_K K$$

Donde  $PMg_L$  y  $PMg_K$  son los productos marginales del trabajo y capital respectivamente. A través de operaciones algebraicas se visualiza la relación entre la tecnología de producción y el tipo de rendimientos a escala.

$$s = PMg_L L / q + PMg_K K / q = PMg_L / PMe_L + PMg_K / PMe_K$$

Y también la relación entre los costos y los tipos de rendimientos a escala. Se supone que  $w$  es el precio del trabajo y  $r$  el precio del capital.

$$s = (PMg_L / PMe_L) (w/w) + (PMg_K / PMe_K) (r/r) = (PMg_L / w) (wL/q) + (PMg_K / r) (rK/q)$$

Dado que se supone que las empresas minimizan sus costos, se cumple

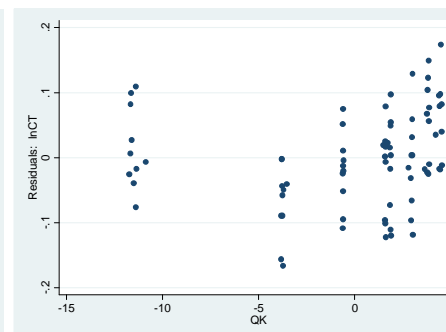
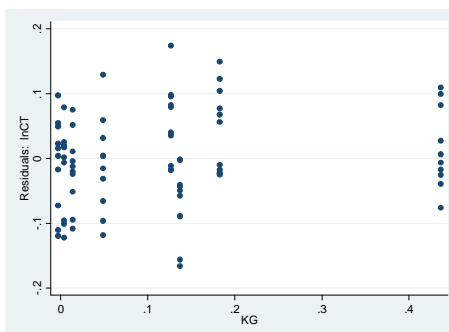
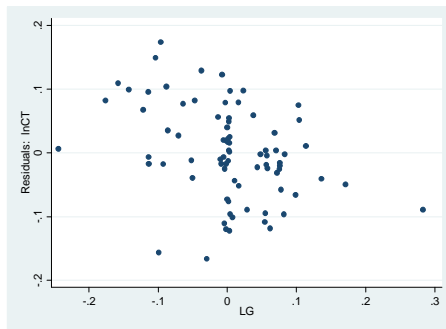
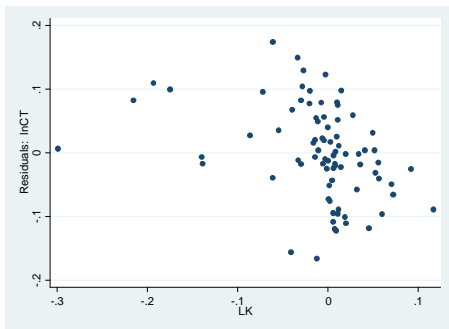
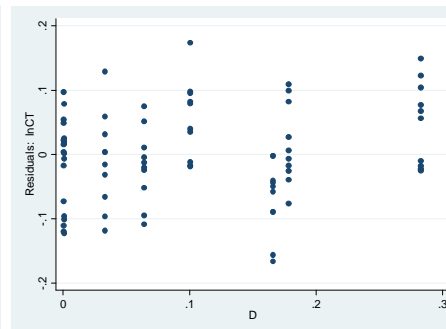
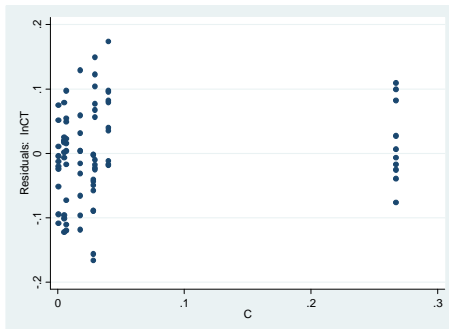
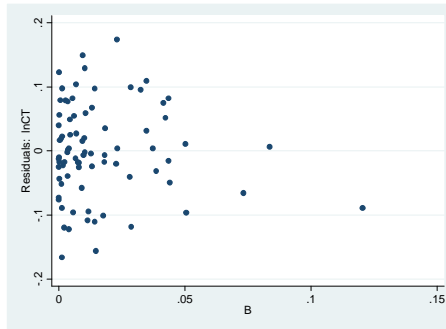
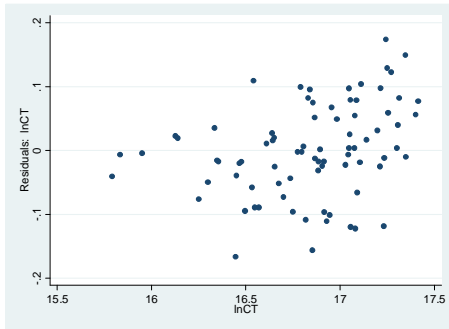
$$PMg_L / w = PMg_K / r = 1/CMg$$

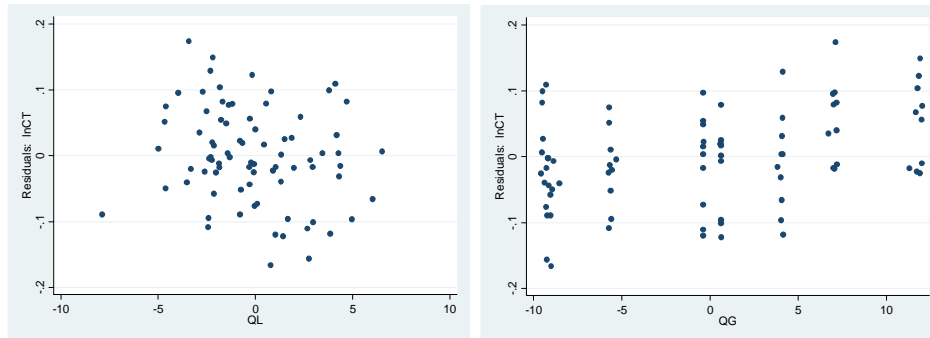
Sustituyendo

$$s = (1/CMg) [(wwL + rK)/q] = CMe/CMg$$



## Anexo II: Gráficos para detectar homoscedasticidad





Siendo las variables:

lnCT: logaritmo neperiano del costo total

B:  $\frac{1}{2} (\ln P_L)^2$

C:  $\frac{1}{2} (\ln P_K)^2$

D:  $\frac{1}{2} \ln(P_G)^2$

LK:  $(\ln P_L) (\ln P_K)$

LG:  $(\ln P_L) (\ln P_G)$

KG:  $(\ln P_K) (\ln P_G)$

QK:  $(\ln Q) (\ln P_K)$

QL:  $(\ln Q) (\ln P_L)$

QG:  $(\ln Q) (\ln P_G)$