

XVII Congreso Internacional de Costos – Sevilla 2021. “Retos en la gestión post COVID-19”. Del 13 al 15 de octubre de 2021

Título del trabajo: Medición de la productividad en las empresas de transporte público urbano en España

Autores: Sandra Flores Ureba. Doctora en Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Rey Juan Carlos. sandra.flores@urjc.es

María Luisa Delgado Jalón. Doctora en Ciencias Empresariales. Universidad Rey Juan Carlos. marialuisa.delgado@urjc.es

Miguel Ángel Sánchez de Lara. Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Rey Juan Carlos. miguel.sanchezdelara@urjc.es

Categoría: Gestión de costos

Medición de la productividad en las empresas de transporte público urbano en España

El servicio de transporte público se considera uno de los sectores estratégicos esenciales tanto para el desarrollo global de la economía como por ser una herramienta que permite garantizar la movilidad y la sostenibilidad en las ciudades donde opera.

Dicho papel implica el crecimiento de sus necesidades de financiación, en un sector altamente subvencionado, donde criterios de reparto orientados, en su mayor parte, a equilibrar los resultados de las empresas tienen que encaminarse a compensar la gestión adecuada de las mismas. Siendo la medición de la gestión eficiente de las empresas y su forma de evaluación uno de los conceptos más revisados en la literatura.

En este contexto, el objetivo de nuestro trabajo se centra en analizar la eficiencia de las empresas de transporte público que prestan servicio en municipios españoles de más de 20.000 habitantes. La técnica de análisis utilizada es el Data Envelopment Analysis y el índice Malmquist. Las principales conclusiones de nuestro estudio, indican que la financiación y el tamaño donde las operadoras prestan su servicio inciden en la eficiencia de las mismas. Siendo las financiadas vía contrato programa y las que prestan su servicio en las ciudades de mayor y menor tamaño las más eficientes.

Categoría: Aportes a la disciplina.

Temática: Gestión de costos

1.Introducción

La movilidad urbana de los ciudadanos y la libre circulación de bienes es la base de una sociedad moderna. Considerándose el servicio de transporte público urbano, uno de los sectores estratégicos esenciales para el desarrollo global de la economía que asegura dicha movilidad, y que permite garantizar la sostenibilidad en las ciudades donde opera.

El desarrollo del transporte público urbano, como elemento sostenible de las ciudades, implica el incremento de las necesidades de financiación de las operadoras del servicio, tanto por la expansión de sus redes de transporte ligadas al crecimiento de las ciudades, como por unas tarifas insuficiente, y por mayores costes unitarios derivados de exigencias crecientes de calidad, accesibilidad y seguridad.

El transporte urbano colectivo es un servicio público esencial que las autoridades están obligadas a prestar, según la legislación vigente, en las poblaciones mayores de 50.000 habitantes, con el objeto de garantizar su accesibilidad universal y, por tanto, un componente importante de su financiación ha de ser pública. La única diferencia, es el peso público-privado y la forma de financiación, que difiere entre países, regiones, o incluso entre ciudades, dentro del mismo país.

En el caso de España, el transporte público urbano se presta, en la mayor parte de los casos, a través de gestión directa, siendo la más utilizada las sociedades mercantiles municipales, y gestión indirecta, empresas privadas que prestan el servicio mediante concesión. Con respecto a la financiación, no existe una regulación estatal única que garantice la igualdad de condiciones para el reparto de las subvenciones al transporte, estando éste condicionado por “el ámbito competencial, por el sistema tarifario y por la legislación relativa a la financiación del transporte público” (Martín, P et al, 2012, p.201). Dicha financiación proviene de las tres administraciones públicas: la Administración General del Estado, ya sea con subvenciones finalistas o a través de los contratos programa; de las Comunidades Autónomas, no existiendo ningún compromiso estable por parte de éstas y de la administración local, siendo ésta la que asumen la mayor parte de las subvenciones de estas empresas.

La falta de una legislación en materia de financiación de transporte público, que permita un sistema eficiente y efectivo para el sector (Balboa et al, 2014) obliga a reformular y mejorar el modelo de financiación (Ruiz- Montañez, 2014).

El nuevo modelo de financiación que proponen los operadores del transporte (Ruiz-Montañez, 2017), establece la necesidad de incentivar a los operadores eficientes, siendo la eficiencia un criterio prioritario a la hora de establecer el reparto de la financiación, y evitar de esta manera remunerar a las empresas que tienen una mayor utilización de los factores y no mayores productividades (Rus et al, 2003), es decir, evitar premiar la ineficiencia.

En este contexto, se plantea la oportunidad de este artículo, dónde se pretende evaluar la eficiencia de las operadoras de transporte público urbano que sirva como marco de la situación de estas empresas, utilizando como metodología, el método no paramétrico, Data Evelopment Analysis (en adelante DEA) y el índice de Malmquist (MPI).

El objetivo de este trabajo es medir los cambios en la productividad de 56 empresas de transporte público en el período 2013-2015 y estudiar las posibles diferencias que puedan existir por el tamaño de las ciudades donde prestan el servicio, tipo de gestión (pública-privada) y por tipo de financiación.

El trabajo está estructurado de la siguiente manera: en el apartado 2, se realiza una revisión de la metodología utilizada para el análisis de la eficiencia en las empresas de transporte urbano. Justificada la utilización del DEA, en el apartado 3, se explica dicha metodología como cálculo de eficiencia; en el apartado 4 se presenta las variables y datos usados; apartado 5,

se analiza los resultados del análisis para finalizar en el apartado 6 con la discusión del estudio y las principales conclusiones.

2. Revisión de la literatura

Existen múltiples estudios que analizan cuestiones relacionadas con la eficiencia del sector del transporte en general, y el público en particular, a través de métodos fronteras (De Borger et al, 2002; Venkatesh and Kushwaha, 2018; Hajduk, 2018) tanto con técnicas paramétricas como no paramétricas, pudiendo ser éstas deterministas o estocásticas. Las técnicas paramétricas se fundamentan en una función de producción o de coste conocida, que define la relación entre las entradas y las salidas, utilizando para ello estimaciones econométricas. Mientras que las no paramétricas, no tienen en cuenta una frontera de eficiencia dada a priori, utilizando procedimientos de programación lineal.

La dificultad en la definición de los inputs y outputs que forman la eficiencia de las empresas de transporte urbano, implica que las técnicas no paramétricas, y dentro de ésta, el Análisis Envoltante de datos (DEA) sea la más utilizadas a la hora de evaluar dicha eficiencia (De Borger et al, 2002; Pina y Torres, 2001 Jordá, 2012). Del estudio realizado por Brons et al (2005), destaca que un 89% de los trabajos identificados utilizan el DEA para el análisis de la eficiencia.

DEA es una técnica de programación lineal, que permite la construcción de una función de producción mediante la inclusión en el análisis de varias categorías de entradas (recursos) y salidas (productos o servicios).

La técnica DEA es una alternativa a los modelos de “ratios” y de regresión, ya que permite trabajar con múltiples variables de entrada y salida. Es más, no requiere que las variables del modelo reúnan características estadísticas especiales, ya que esta técnica mide la eficiencia de cada empresa de transporte respecto de las restantes empresas de la muestra, y permite una gran flexibilidad en la selección de las variables según los diferentes tipos de medida (euros, metros, número de personas, número de viajes, etc.).

El valor de eficiencia de la empresa se calcula mediante la diferencia entre la producción real de unas Unidades de Decisión (en adelante DMUs) y la producción (frontera) que se hubiera alcanzado si se hubiera empleado los factores de producción que utilizamos en el análisis (Dios, 2004).

En este contexto, Miller (1970) utiliza el DEA para evaluar si existe relación entre la función de costes de los servicios de autobuses urbanos y el entorno medioambiental en empresas operadoras en EEUU. Utilizando como variable dependiente el coste a largo plazo de la provisión del servicio del transporte en la ciudad y como independientes el coste por vehículo-kilómetro, mostraron que los factores ambientales son relevantes para explicar la eficiencia del transporte urbano en las ciudades. Nolan (1996) realizó un estudio de la eficiencia técnica de 29 agencias de tránsito de autobuses de tamaño medio de EE. UU. La interpretación de los resultados dio como resultado que los subsidios federales tienen un impacto negativo en la eficiencia del servicio. Kernstems (1996) evalúa el rendimiento de las empresas de transporte francesas a través del DEA. Viton (1997) analizó la eficiencia técnica del sistema de autobuses de US a través de 217 empresas públicas y privada. De particular interés del estudio es el hallazgo de que los sistemas públicos y privados comparten la misma distribución de eficiencia, y que, alrededor del 70% de la industria opera bajo condiciones de rendimiento constantes a escala. Pina y Torres (2001) analiza a través del DEA la eficiencia entre las empresas de autobuses públicas o privadas en una región española. Odeck and Alkadi(2001) utiliza la DEA para medir la eficiencia de las compañías de autobuses de Noruega subvencionadas por el gobierno.

Karlaftis (2004) estudia la eficiencia del transporte público desde dos puntos de vista: el primero, examina la relación entre eficiencia y eficacia y, en segundo lugar, entre el rendimiento y las economías de escala. Sus hallazgos clave son que, si bien la efectividad y

la eficiencia están relacionadas positivamente, la magnitud de las economías de escala depende de la especificación del output. Boame and Obeng (2005) examina la productividad dinámica y la eficiencia en los sistemas de tránsito de autobuses de EE. UU. entre 1985 y 1997. Utilizando el índice de productividad total de factores (TFP) de Malmquist,. Saxena y Saxena (2010) examinan la eficiencia de 25 compañías de autobuses en la India, que son departamentos gubernamentales o corporaciones. Descubren que existe un inmenso margen para mejorar la eficiencia de las empresas de autobuses públicas de la India. Barnum, et al (2011) utiliza el DEA para estimar la eficiencia general del transporte público de un área teniendo en cuenta los distintos operadores de transporte que suministran servicio en ésta. Caulfield et al (2013) utilizan DEA para identificar la solución de transporte más eficiente para la ruta centro-aeropuerto de la ciudad de Dublín. Georgiadis et al (2014) usa DEA para evaluar el rendimiento de líneas de autobuses individuales que componen la red de transporte público en Thessaloniki, Grecia. Balboa de la Chica et al (2016), realizan un análisis de la eficiencia técnica de 53 empresas que prestan su servicio en las principales ciudades españolas.

Como indica De Borger et al (2002, pág.3) aunque el objetivo de las empresas de transporte va más allá del análisis de su eficiencia y su productividad por la propia finalidad de su servicio, y se tendría que hablar también de equidad, equilibrio financiero y estabilización macroeconómica. Son los dos primeros, los más estudiados en la revisión analizada, ya que un objetivo primordial de estas empresas es ofrecer un servicio eficiente

3. Metodología, muestra y variables.

3.1. Metodología

El análisis envolvente de datos es un método de programación lineal para medir la eficiencia relativa de las unidades organizativas que presentan los mismos objetivos y metas. Esta técnica fue desarrollada por primera vez por Charnes, Coopers y Rhodes (1978), basada en un trabajo preliminar de Farrell (1957).

Las unidades de toma de decisiones (DMU) en DEA son las unidades de análisis a considerar y en el presente estudio, cada empresa de transporte representa una DMU única. La idea principal es construir una empresa modelo definida por las combinaciones de entrada y salida de las empresas de la muestra y la identificación de la frontera de eficiencia. Todas las empresas de la frontera serán las que se desempeñen de manera eficiente para las variables de entrada y salida seleccionadas en el modelo de producción. Las empresas fuera de la frontera, serán unidades ineficientes y se puede calcular su valor relativo ineficiente.

El propósito de DEA es encontrar los mejores pesos variables de entrada y salida para cada DMU para maximizar su valor de eficiencia. Sea m el número de DMU en la muestra, n el número de variables de entrada y r el número de variables de salida consideradas en el modelo de producción. El valor de eficiencia para cada DMU se puede calcular resolviendo el siguiente modelo lineal:

$$\begin{aligned} \max E_j &= \frac{\sum_r u_r y_{rj}}{\sum_i v_i x_{ij}} \\ \text{s. t. } \left\{ \begin{array}{l} 0 \leq \frac{\sum_r u_r y_{rj}}{\sum_i v_i x_{ij}} \leq 1 \quad \forall j = 1, \dots, n \\ u_r, v_i \geq 0 \quad \forall r = 1, \dots, s; i = 1, \dots, m \end{array} \right. & \text{Model (1)} \end{aligned}$$

Donde x_{ij} es la variable de entrada i cantidad para DMU j , y_{rj} es la variable de salida r cantidad para DMU j , v_i es el valor de peso para la variable de entrada i y u_r es el valor de peso para la salida r .

La puntuación máxima de eficiencia para una DMU i dada puede adquirirse cuando el valor de eficiencia correspondiente E_i es uno, y las unidades eficientes constituirán el conjunto de referencia para las unidades ineficientes. Este modelo, permite determinar las variables y la intensidad a actuar para cada unidad ineficiente para lograr la eficiencia.

Cuando la eficiencia de la escala es uno, la DMU correspondiente está operando al tamaño de escala más productivo. Además, cuando la eficiencia de la escala es menor que uno, entonces la DMU correspondiente puede estar operando en una escala de retorno descendente o ascendente. En retorno descendente a escala, un aumento en el volumen de entrada provoca un aumento de salida más corto para la DMU al que se obtiene el aumento en una relación proporcional. Los resultados opuestos para una DMU operando en retorno ascendente a escala.

Fare et al. (1992) desarrolló el Índice de Productividad de Malmquist (MPI) que nos permite evaluar el desempeño de cada unidad de producción con referencia a las mejores prácticas en varios años. El MPI definido por Fare et al. (1992) es un índice de productividad orientado a insumos calculado como la media geométrica de los dos índices de Malmquist desarrollados por Caves et al (1982), que se refieren a las tecnologías en los períodos de tiempo t y $t + 1$:

$$MI^{(t,t+1)} = \sqrt{\frac{D_i^t(y^{t+1}, x^{t+1}) D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_i^t(y^t, x^t) D_i^{t+1}(y^t, x^t)}} \quad (1),$$

donde $MI^{(t,t+1)}$ es el índice de Malmquist orientado a la entrada e y representa el vector de salida que se puede producir utilizando el vector de entrada x .

Las mejoras en la productividad se muestran en valores del índice de Malmquist mayores a 1, y muestran que se requieren cantidades menores de insumos para obtener un nivel dado de productos. Un índice de Malmquist menor a 1 muestra una reducción en la productividad.

Fare R y col. (1992) sugirieron una descomposición del MPI, DEA en dos índices mutuamente excluyentes con el objetivo de diferenciar el origen de los cambios en las productividades.

Considerando esta descomposición del cambio en la eficiencia técnica, podemos reescribir el Índice de Malmquist como: $MI = (TECH) \times (PTECH) \times (SEFCH)$. Esta descomposición es útil porque nos permite diferenciar los factores que están bajo el control de la Empresa de Transporte Público, como es el caso del Cambio de Eficiencia Pura, de los factores que no están bajo el control de una determinada empresa: cambio de tecnología y eficiencia de escala.

3.2. Muestra

Los datos usados en este estudio son los facilitados por el Ministerio de Administraciones Públicas sobre las características de las empresas de transporte público que presentan su servicio en los municipios españoles de más de 200.000 habitantes durante el período 2013 – 2015. El año 2013 fue seleccionado como período de inicio debido a que se produce la primera informatización de los datos por parte del Ministerio de Administraciones Públicas. De los datos obtenidos, y debido a la necesidad de contar con datos homogéneos en los tres períodos, en este estudio se cuenta con 56 empresas de transporte de las 60 iniciales, a las que denominaremos DMUs

Las DMUs del estudio se clasifican teniendo en cuenta los siguientes criterios, tal y como se puede ver en la Ilustración 1:

- Tamaño de la población: la muestra se divide en 5 secciones en función de la población donde prestan servicio
- Tipo de gestión: pudiendo ser esta gestión directa, entendiendo que es la propia administración la que presta el servicio, normalmente a través de una sociedad mercantil municipal o gestión indirecta, por medio de entidades privadas cuyo servicio se realiza a través de una concesión u otras.
- Tipo de financiación: distinguiendo dos grupos, aquellas que reciben ayuda finalista vía presupuestos municipales anuales para el sostenimiento del servicio, o aquellas que lo reciben mediante un Contrato-Programa.

Ilustración 1: Criterios de clasificación de los DMUS

Sección	Nº Habitantes Ciudad	Gestión			Tipo de financiación	
		Directa	Indirecta	Otros	Subvención finalista	Vía contrato-programa
1	>20.000 <50.000	1	3	1	5	0
2	>50.000 <75.000	2	7	0	9	0
3	>75.000 <100.000	1	10	0	11	0
4	>100.000 <200.000	4	10	1	15	0
5	>200.000	9	6	1	12	4
	Total	17	36	3	52	4

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Variables inputs y outputs

Los inputs y output que forman parte del modelo de producción de las empresas de transporte público urbano a estudiar obedecen a las siguientes causas: de una parte, variables generalmente aceptadas para el cálculo de la eficiencia en trabajos nacionales e internacionales previos, utilizando para ello, la revisión realizada por Karlaftis (2004), Brons, 2005 y Jordá (2012); y, por otro lado, la disponibilidad de datos fiables para todas las unidades muestrales que se han podido recabar a través de la información ofrecida por la Asociación de Transporte Urbano Colectivo (ATUC) y por el Ministerio de Hacienda y Función Pública

Variables de entrada

Las variables de entrada que permiten la realización de la prestación del servicio definido en nuestro modelo se han centrado en los recursos de personal y equipo móvil.

Con respecto al personal, se ha utilizado para su medición el número de conductores, y los gastos relacionados con ese personal. Y en cuanto al equipo móvil, se ha medido por el número total de vehículos operadores del sistema y por los gastos de explotación de dicho servicio, sin tener en cuenta los gastos de personal.

Junto con estos indicadores, para el cálculo de la frontera de eficiencia a través del DEA, se han introducido variables del entorno, que son aquellos factores externos que, siendo relevantes para el servicio, influyen en el proceso de producción, pero están en gran medida fuera del control de los operadores, por ser impuestas por el entorno regulatorio, o bien determinadas por la demanda (Dios, 2004; De Borger et al, 2012). Dentro de éstas se incluyen, como variables discrecionales: la densidad de la población y el número de viajeros en el ejercicio corriente, que ofrece una aproximación del servicio que ofrecen estas empresas.

Variables de salida

El servicio ofrecido por parte de las empresas de transporte público urbano puede cuantificarse de diversas formas, es por ello que se ha optado por medir el output a través de la oferta física del servicio o cantidad de servicio ofrecido por la compañía, utilizando los indicadores: vehículos-kilómetros de red (km) y plazas ofertadas/km de red. Entendiendo que el Kilómetro de red es fijado por Órganos Reguladores (Consortios o Autoridades del Transporte) en el caso de existir o por el ayuntamiento responsable del servicio independientemente del nivel de demanda.

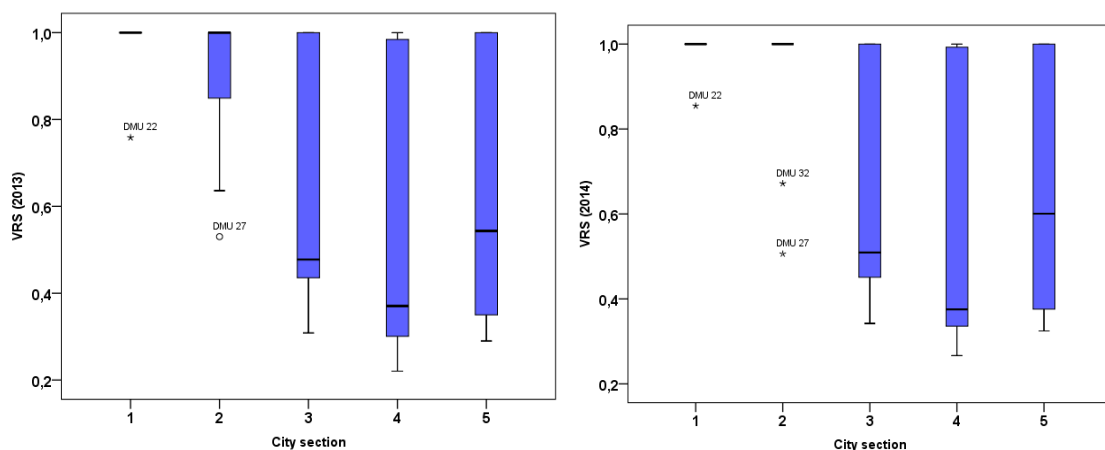
Junto con éstas, se ha incluido el número total de paradas como una medición del servicio ofrecido. Las paradas también son definidas por los organismos competentes, para cubrir la petición de movilidad de los usuarios.

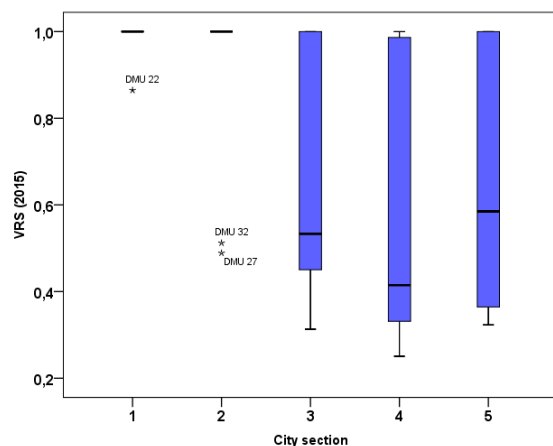
4. Resultados y discusión

El modelo DEA considerado en este estudio muestra que 22 de las empresas de transporte analizadas son eficientes en 2013, lo que representa el 39%. Existe un aumento considerable en el número de unidades eficientes en los años 2014 y 2015, hasta 25 empresas de transporte, que representan el 44% de las empresas de la muestra. Además, la eficiencia media confirma este aumento de la eficiencia global.

En la Ilustración 2 presenta los valores de eficiencia para cada DMU por sección de ciudad en el período de la muestra. En los tres años considerados, cabe señalar el mayor incremento de la variación en los tramos tres, cuatro y cinco de la ciudad respecto a los tramos uno y dos. La eficiencia promedio es mayor en las secciones uno y dos de la ciudad, donde la mayoría de las DMU son eficientes.

Ilustración 2. Diagrama los valores de eficiencia de DMU para un modelo DEA bajo VRS por sección de ciudad en la muestra del período 2013-2015.

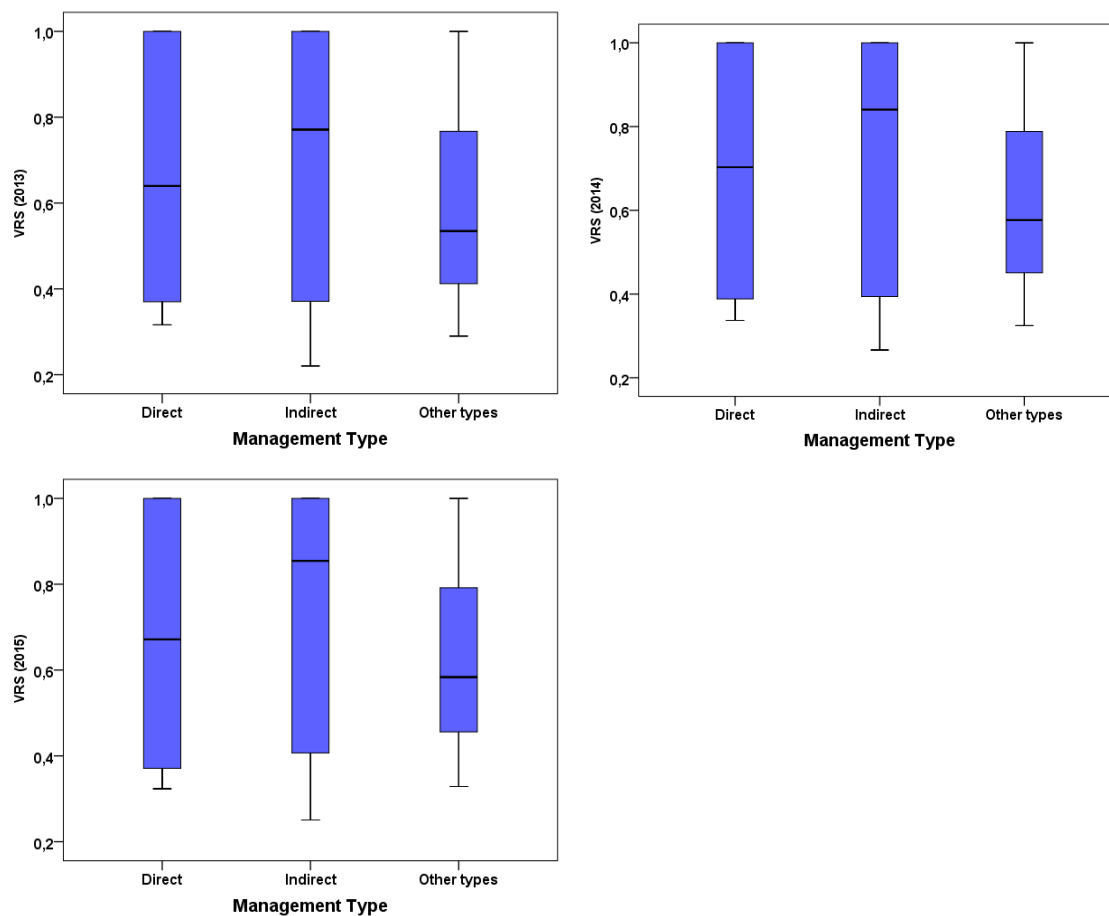




Fuente: Elaboración propia.

En la Ilustración 3 presenta el diagrama d para los valores de eficiencia para cada DMU por tipo de gestión en el período de la muestra. Se puede observar un leve incremento en la eficiencia promedio bajo gestión indirecta, pero la variabilidad es similar en los tres tipos de gestión considerados.

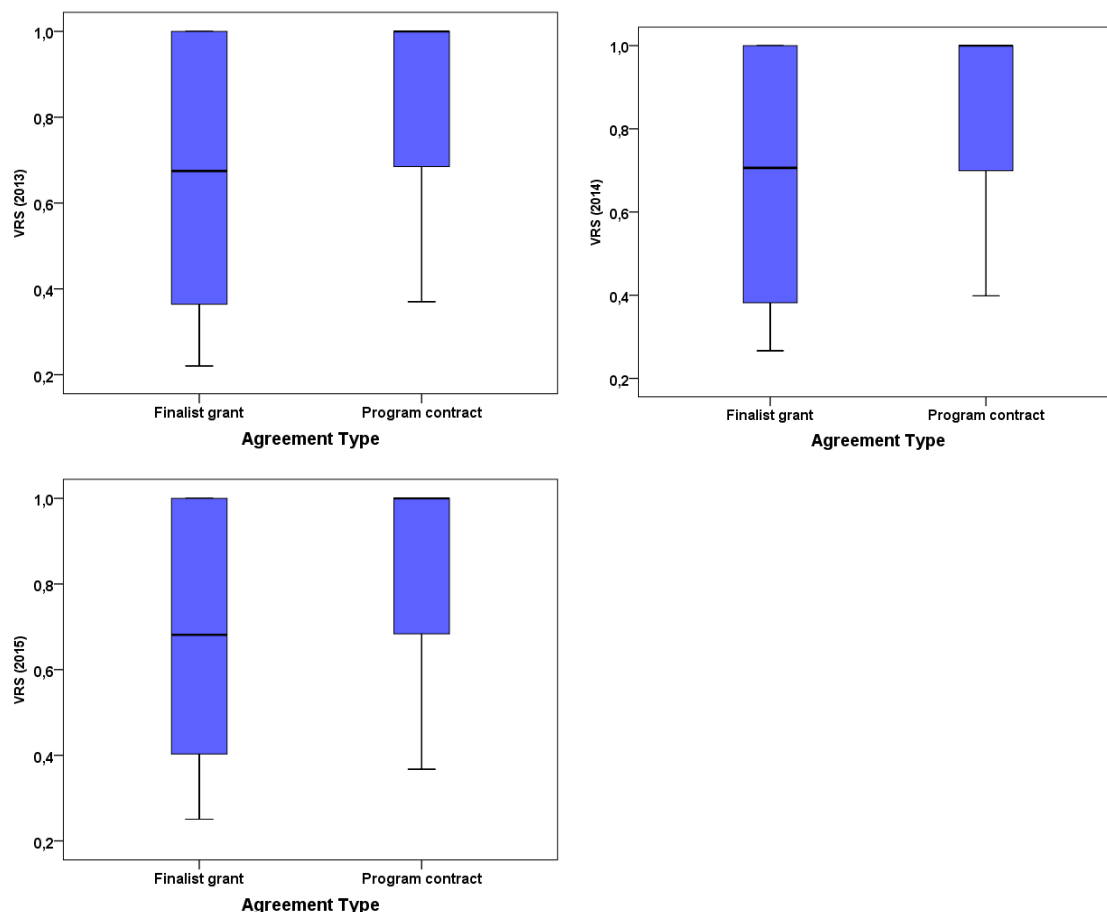
Ilustración 3. Diagrama para los valores de eficiencia de DMU para un modelo DEA bajo VRS por tipo de gestión en la muestra del período 2013-2015



Fuente: Elaboración propia.

La Ilustración 4 presenta el diagrama de caja para los valores de eficiencia para cada DMU por tipo de financiación en el período de la muestra. Cabe destacar las diferencias medias, siendo superior en el caso de los Contratos programa.

Ilustración 4. Diagrama de valores de eficiencia de las DMU para un modelo DEA bajo VRS por tipo de financiación en la muestra del período 2013-2015



Fuente: Elaboración propia.

Se han observado diferencias significativas por tramo de ciudad, tipo de gestión y forma de financiación, mediante un diseño trifactorial, considerando efectos principales, sobre los valores de eficiencia en el período muestral 2013-2015. Con respecto a las diferencias por tramos de ciudad, las más eficientes son las de los tramos uno y dos en todos los periodos muestrales 2013 (valor p 0,01), 2014 (valor p 0,01) y 2015 (valor p 0,018).

En los tres años analizados, el 75% (3 de 4 DMU) de las empresas de la muestra fueron eficientes cuando la forma de financiación fue contrato de programa. En el caso de la subvención final, en 2013 un 36,5% de las empresas fueron eficientes (19 de 52 DMU) frente al 42,3% de los años 2014 y 2015 (22 de 52 DMU).

En relación a los cambios en productividad, tecnología, eficiencia, eficiencia pura y eficiencia de escala para todo el período de muestra 2013-2015, se observa que en 2015 las empresas

proporcionaron en promedio un 0,9% más de producción por unidad de insumo que en 2013. Además, 32 de las 56 empresas también muestran un crecimiento en la productividad. Este aumento se puede atribuir únicamente a la mejora de las "mejores prácticas". De hecho, el avance de la eficiencia promedio fue de un 4.7% con una disminución del 3.6% en la eficiencia técnica. Observando los valores individuales del MPI.

La Ilustración 5 muestra que el crecimiento de la productividad ocurre en 2015. Se puede observar que 22 de las empresas experimentan un crecimiento de productividad en 2014, 16 de ellas mantienen el crecimiento antes mencionado y 20 nuevas empresas experimentan un crecimiento significativo en 2015. Este crecimiento se debe principalmente al incremento en la eficiencia técnica, siendo más destacable en 2015, donde 34 empresas experimentan un crecimiento de productividad respecto al período anterior. Además, se observa una notable caída de la productividad en eficiencia pura en el período 2014/15 respecto al anterior período 2014/13. El número de DMU que muestran un crecimiento de eficiencia de escala se mantiene en ambos períodos.

Ilustración 5: Resumen de cambios en el índice de Malmquist, cambio técnico y cambio de eficiencia

Period	Summary	Malmquist index	Technical change	Efficiency change	Pure efficiency	Scale efficiency
2013/14	Progress	22	11	31	31	12
	No	2	0	22	22	22
	change	28	41	3	3	22
	Decline	0.989	0.922	1.05	1.048	1.000
	Mean					
2014/15	Progress	36	34	15	15	14
	No	4	0	25	25	25
	change	15	21	16	26	27
	Decline	1.019	0.951	0.998	0.996	1.000
	Mean					
2013/2015	Progress	32	17	27	27	15
	No	2	2	22	22	2
	change	20	35	7	7	19
	Decline	1.009	0.964	1.047	1.047	1.000
	Mean					

Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados hay un crecimiento de la productividad en las secciones uno y cinco de la ciudad bajo el tipo de gestión indirecta. Sin embargo, al considerar un diseño experimental de dos factores, solo se encuentran diferencias significativas en los promedios entre las secciones uno y cinco de la ciudad con respecto a las secciones dos, tres y cuatro de la ciudad en el período 2014/2013 (valor p 0.037) y el período 2015/2013 (p -valor 0,034). No se pudo considerar como tipo de fondo las unidades correspondientes al Contrato programa fuera de la tecnología establecida en los períodos 2014/2013 y 2015/2014. No se encontraron diferencias en las eficiencias técnicas promedio por secciones de la ciudad ni por tipos de gestión.

La Ilustración 6 muestra que el crecimiento de la eficiencia ocurre en todas las secciones de la ciudad excepto en la sección dos de la ciudad en el período 2015/2013. Se encontraron diferencias significativas en los puntajes de eficiencia promedio (valor de p 0.02) para la

sección dos con respecto a las secciones restantes de la ciudad. Este crecimiento de la productividad se debe al incremento de la eficiencia pura en todas las secciones de la ciudad, excepto en la sección 2 de la ciudad en el período 2015/2013.

Ilustración 6: Estadísticas descriptivas del índice de eficiencia por sección

Period	City Section	Efficiency Average	index	Efficiency Typical error	index 95% Confidence
2013/14	1	1.020		0.032	[0.956; 1.084]
	2	1.017		0.028	[0.961; 1.072]
	3	1.018		0.02	[0.965; 1.072]
	4	1.072		0.022	[1.029; 1.115]
	5	1.072		0.021	[1.030; 1.115]
2014/15	1	0.999		0.026	[0.947; 1.050]
	2	0.966		0.022	[0.922; 1.011]
	3	0.990		0.021	[0.947; 1.033]
	4	1.018		0.017	[0.983; 1.053]
	5	0.995		0.017	[0.961; 1.029]
2013/2015	1	1.019		0.038	[0.942; 1.095]
	2	0.981		0.033	[0.915; 1.048]
	3	1.006		0.032	[0.942; 1.070]
	4	1.090		0.026	[1.038; 1.142]
	5	1.068		0.025	[1.017; 1.118]

Fuente: Elaboración propia.

5. Conclusiones

En este trabajo se estima si los cambios de productividad en una muestra de empresas de transporte urbano en España, se ven afectados por su tamaño, por su tipo de gestión y forma de financiación en el periodo 2015-2013.

Según el tipo de gestión, el análisis realizado muestra que las empresas que prestan su servicio mediante gestión directa e indirecta son eficientes, con un valor cercano a 1 en ambos casos. No existiendo diferencia en este sentido, a pesar de ser 17 las empresas que prestan el servicio mediante gestión directa, mientras que 36 lo hacen en gestión indirecta. Con un mayor peso de la gestión directa en los tramos de población más grandes (4 y 5), tal y como, confirmo Viton (1997) en el análisis realizado a 217 autobuses de US.

Si tenemos en cuenta el tipo de financiación, las empresas financiadas vía Contrato Programa se consideran más eficientes que las que reciben subvenciones finalistas, ya que son empresas que han conseguido disminuir, por término medio, sus inputs manteniendo casi constantes sus outputs, con un número de pasajeros que van en aumento en el periodo estudiado. Este tipo de financiación es exclusivo de 4 empresas, las cuales prestan el servicio mediante gestión directa en el tramo de población mayor a 200.000 habitantes.

En lo que respecta al tamaño de la población, son las secciones de menor tamaño y aquellas que superan los 100.000 habitantes las que muestran un incremento en productividad en los periodos 2013/2014, 2014/2015 y 2013/2015. Para el resto de las secciones, el tramo 2 presentan una disminución de la productividad, siendo esta más acusada en el periodo 2013/2015. Debido a que estos tramos, no existe una distribución de empresas, por tipo de gestión ni por financiación distinta a las demás, entendemos que la disminución es debida a que, las ciudades que engloban presentan condiciones geográficas más heterogéneas que

en los tramos 1 y 5, ya que existe una mayor variación de los valores de los outputs e inputs utilizados en el análisis.

Para concluir, se puede indicar que la eficiencia de estas empresas sí está condicionada al tipo de financiación y al tramo de población al que prestan el servicio más que a su tipo de gestión. Estos resultados pueden servir como marco de referencia a la hora de definir los criterios en una nueva ley de financiación, la cual debería dirigir sus directrices a conseguir una financiación tipo contrato programa y a analizar las necesidades de las empresas, teniendo como factores prioritarios, tanto el tamaño de la población como las condiciones geográficas donde estas empresas operan.

Teniendo en cuenta los resultados, en futuras líneas de investigación, se tratará realizar un análisis de la eficiencia teniendo en cuenta la detección y eliminación de outlayers, limitación mostrada en este artículo, así como la utilización de otras variables, como puede ser el mapa geográfico dónde operan las empresas, y otras variables cualitativas.

REFERENCIAS

- Balboa, PM., Mesa, M., Suárez, H., 2014. Análisis de las empresas concesionarias del servicio público de transporte urbano colectivo en España (2008-2010). *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa* 20(1), 23-32.
- Balboa, PM., Mesa, M., Suárez, H., Pérez, MP., 2016. Un análisis regional de la eficiencia técnica de las empresas de transporte urbano colectivo en España. *Investigaciones Regionales - Journal of Regional Research*, 35, 129-148.
- Banker, R., Charnes, A., Cooper, W., Swarts, J., Thomas, D., 1989. An introduction to data envelopment analysis with some of its models and their uses. *Research in Governmental and Nonprofit Accounting*, 5, 125-163.
- Barnum, DT., Karlaftis, MG., Tandon S., 2011. Improving the efficiency of metropolitan area transit by joint analysis of its multiple providers. *Transp Res Part E Logist Transp Rev*, 47, 1160 -1176.
- Boame, K., Obeng, K., 2005. Sources of productivity change: a Malmquist total factor productivity approach. *Transport Review*, 25, 103-116
- Brons, M., Nijkamp, P., Pels, E., 2005. Efficiency of urban public transit: A meta-analysis. *Transportation*. 32(1), 1-21.
- Campos-Alba, C. M., Prior, D., Pérez-López, G., & Zafra-Gómez, J. L., 2020. Long-term cost efficiency of alternative management forms for urban public transport from the public sector perspective. *Transport Policy*; 88, 16-23.
- Caves, D., Christensen, L., Diewert, E., 1982. The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity. *Econometrica*; 50(6), 1393-1414.
- Caulfield, B., Bailey, D., Mullarkey, S., 2013. Using data envelopment analysis as a public transport project appraisal tool. *Transport Policy*, 29, 74-85.
- Charnes, AW., Cooper, WW., Rhodes, E. 1978. Measuring efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*”, 429-444.
- Coelli, T.J., Rao, DSP., O'Donnell, C.J., Battese, GE., 2005. *An introduction to efficiency and productivity analysis*, 2nd Ed. Springer, New York.
- Dios, R., 2004. El Análisis de Eficiencia en el Sector Público mediante Métodos Frontera. *Auditoría Pública*, 33, 39-48
- De Borger, B., Kerstens, K., Costa, A., 2002. Public transit performance: what does one learn from frontier studies?. *Transport Reviews*. 22(1), 1-38.

- De Rus, G., Campos, J., Nombela, G., 2003. Economía del transporte. Ed. Antoni Bosch, S.A.
- Färe, R., Grosskopf, S., Lindgren, B., Roos, P., 1992. Productivity changes in Swedish pharmacies 1980-1989: A non-parametric Malmquist approach. *Journal of Productivity Analysis*, 3(1-2), 85-101.
- Farrell, M.J. 1957. The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of The Royal Statistical Society. Series A, General*, 120(3), 2553-281.
- Georgiadis, G., Politis, I., Papaioannou, P., 2014. Measuring and improving the efficiency and effectiveness of bus public transport systems". *Research in Transportation Economics* 48, 84-91.
- Grifell-Tatjé, E., Lovell, C.A.K. 1995. A note on the Malmquist productivity index. *Economics Letters*, 47, 169-75.
- Hajduk, S., 2018. Efficiency evaluation of urban transport using the DEA method. *Equilibrium. Quarterly Journal of Economics and Economic Policy*, 13(1), 141–157. doi: 10.24136/eq.2018.008.
- Holmgren, J., 2013. The efficiency of public transport operations. An evaluation using stochastic frontier analysis. *Research in Transportation Economics*, 39(1), 50-57.
- Jordá, P. L., 2012. Metodología de evaluación de la eficiencia en los servicios de autobús urbano. Aplicación a las grandes ciudades españolas en el periodo 2004-2009. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- Karlaftis, M., 2004. A DEA approach for evaluating the efficiency and effectiveness of urban transit systems. *European Journal of Operational Research*, 152, 354-634.
- Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local.
- Martín, P., Ruíz, A., Sánchez, J.A., 2012. El sistema de transporte público en España: una perspectiva interregional. *Cuadernos de Economía*, 31(58). Bogotá. July/Dec.
- Miller, D., 1970. Differences Among Cities, Differences Among Firms, and Costs of Urban Bus Transport. *The Journal of Industrial Economics*, 19(1), 22-32.
- Nolan, J.F., 1996. Determinants of productive efficiency in urban transit. *Logistics and Transportation Review* 32 (3), 319-342.
- Odeck, J., Alkadi, A., 2001. Evaluating efficiency in the Norwegian bus industry using data envelopment analysis. *Transportation*, 28(3), 211-232.
- Pina, V., Torres, L., 2001. Analysis of the efficiency of local government services delivery. An application to urban public transport. *Transportation Research Part A*, 35, 929-944.
- Ruiz-Montañez, M., 2014. La financiación del transporte urbano: un reto para las ciudades españolas del siglo XXI. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 20, 1-4.
- Ruiz-Montañez, M., 2017. Financing public transport: a spatial model based on city size", *European Journal of Management and Business Economics*, 26(1). 112-122.
- Saxena, P., Saxena, R.R., 2010. Measuring efficiencies in Indian public road transit: a data envelopment analysis approach. *Opsearch* 47, 195-204.
- Venkatesh, A., Kushwaha, S., 2018. Short and long-run cost efficiency in Indian public bus companies using Data Envelopment Analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 61, 29-36.
- Viton, P.A., 1997. Technical efficiency in multi-mode bus transit: a production frontier analysis". *Transportation Research B* 31, 23-39.

