

REVISTA DE ESTUDIOS REGIONALES

I.S.S.N.: 0213-7585

2ª EPOCA Septiembre-Diciembre 2019



116

SUMARIO

Marta Pérez Ibáñez y Isidro López-Aparicio Pérez. Actividad artística y precariedad laboral en Andalucía: Análisis a partir de un estudio global

Oscar Luis Alonso Cienfuegos y Ana Isabel Otero Sánchez. Un análisis espacio-temporal de la política agraria común en Asturias para el período de programación 2007-2013 y su incidencia en el empleo

María Concepción Pérez-Cárceles y Minerva Martínez-Martínez. Dimensiones del resultado académico en la Prueba de Acceso a la Universidad en España

Segundo Abrahán Sanabria Gómez. Microdinámica evolutiva de los desequilibrios económicos regionales: Una propuesta metodológica

Blanca Avellón Naranjo. Un modelo no paramétrico de evaluación de la eficiencia en la gestión tributaria aplicado a las Delegaciones territoriales españolas

Dionisio Buendía-Carrillo y Elías Melchor-Ferrer. Segmentación de municipios andaluces según el coste efectivo de los servicios públicos: El caso del alumbrado público

Mª Consuelo Colom Andrés y Mª Cruz Molés Machí. Independencia residencial y dedicación laboral de los jóvenes españoles: Un análisis por Comunidades Autónomas

Un modelo no paramétrico de evaluación de la eficiencia en la gestión tributaria aplicado a las Delegaciones territoriales españolas

A nonparametric model of evaluation of the efficiency in the tax administration applied in the Spanish delegation territories

Blanca Avellón Naranjo
Universidad de Valladolid

Recibido, Febrero de 2018; Versión final aceptada, Noviembre de 2018.

PALABRAS CLAVE: Eficiencia técnica, Gestión tributaria autonómica, Análisis envolvente de datos (DEA), Regresión Tobit, Regresión Logit.

KEY WORDS: Technical efficiency, Autonomous tax administration, Data envelopment analysis (DEA), Tobit regression, Logit regression

Clasificación JEL: H21, H73, C61, C24.

RESUMEN

En este trabajo se mide el desempeño de la gestión tributaria española, para 2004-2015, mediante un análisis de dos etapas. En la primera etapa de la investigación se aplica el Análisis envolvente de datos para estimar los indicadores de eficiencia de las Delegaciones territoriales correspondientes a las Comunidades Autónomas de Régimen Común, que por término medio alcanza el 65 %. En la segunda etapa, mediante el modelo de regresión censurado se identifica una relación significativa de la eficiencia con el déficit y con el nivel de población. Adicionalmente, mediante la regresión logística se establece la probabilidad de ser eficiente a partir de los valores futuros de las variables del entorno.

ABSTRACT

Introduction

The function realized by the Public tax administration, which consists in obtaining the resources with which the Public sector is financed must be done in an efficient way, to legitimize and incentivize the compliance of the tax obligations, on the part of the taxpayers.

The application of the Spanish tax system in the decentralized scope has earned the spotlight as a result of the delegation process of the public proceedings entrusted to the autonomous communities started by the Spanish constitution in 1978.

For the above, this paper measures the performance of the tax administration done by the territorial delegations of the Spanish autonomous tax administration, for the period 2004 to 2015, through a two-phase nonparametric analysis.

The objectives of the investigation consist in estimating the relative technical efficiency levels of the Territorial delegations in the management of tax revenues of high importance. These revenues are: 1) Property tax, 2) Inheritance tax and donations, 3) Property transfer tax and Legal document duties and 4) Taxes on gambling. The revenue obtained in 2014 from the previous taxes represent 77% of the revenue obtained by the autonomous tax figures which are handled by the autonomous communities.

Furthermore, this paper measures the productive change experimented in the analyzed period using the calculations of the Malmquist Productivity Index (1953) -IPM-. Likewise, the causing efficiency factors will hopefully be identified using parametric regression techniques.

Methodology

In this study, a two-stage nonparametric study is used which consists in applying, in the first stage, the Data envelopment analysis -DEA- by Charnes, Cooper and Rhodes (1978), to estimate the levels of relative technical efficiency of the 46 Territorial delegations, corresponding to the 15 Spanish autonomous communities financed by the Common System. The DEA determines the relative efficiency through distance functions of Shephard. The distance to the border is the measurement of efficiency.

The variables used in the investigation are obtained from the State Budget. A personal input is used to carry out the functions of the management of donations. For example, 2 outputs that are: 1) the number of inspection reports by the ceded tax, measured in units and 2) the collected proceeds from the ceded taxes, measured in thousands of euros, deflated by the IPC on the basis of 2016. These variables are representative of the results obtained in each of the procedures realized by Autonomous tax administrations in the management of donated taxes, which are; the management procedure, the collection, the inspection and the application of sanctioning regime.

Through methodology DEA calculates the IPM with those identified if the variations in productivity between two periods of time are due to a change in efficiency or a change in technology. This last one is shown with the displacement of the production border.

In the second stage of the investigation, using the Tobit regression model (Tobin, 1958), the environmental factors are identified which affect efficiency levels. The variable depending on the model is the level of efficiency obtained in the first stage of the investigation. The 10 regressors considered in the study are the following environmental factors 1) the GDP per capita of the autonomous communities which is an indicator of the economical context and measures the fiscal capacity, 2) the rate of change of the GDP per capita which indicates the economic growth experienced in the autonomous communities, 3) the public deficit in euros for each inhabitant, which is an indicator of the current situation of the fiscal policy, 4) the population reporting potential taxpayers, 5) the level of primary education achieved by society, 6) the level of secondary education achieved by society, 7) the level of higher education achieved by society, 8) the geographical environment measured by the km² of the regions, 9) the current legislation in the period of analysis, established by the organic law 2/2009, 18 of December, of autonomous communities' financing and 10) the way of organizing the tax management done through a tax agency or through an autonomous tax agency.

Additionally, using the model of binary logistic regression a predictive model is established which informs of the probability of the autonomous public administration being efficient, from the future values of the environment variables which have been shown to be significant in the study.

Main Results

The results of the DEA show an average technical efficiency in the tax administration of 65%, for the period 2004 – 2015. This means that in order for the public tax administrations to achieve optimal behavior with regards to the quantity of work used, they need to expand their outputs radially by 55%. In the last year analyzed full efficiency of 100% was achieved by Ávila, Barcelona, Córdoba, Madrid, Málaga and Soria. In the period of 2004 – 2015 Madrid and Barcelona are those who demonstrated optimal averages.

Also, the results show a tendency of a decrease in average technical efficiency during the 12 year-period analyzed.

The IPM of the period 2004 – 2015 is 0.9874 points, which indicates a decrease in productivity of 1.26%. As shown by the decomposition of the index, this variation is mainly due to the reduction of efficiency of 1.4% given that the change in technologies increases the average by 1.84%. For the last year which was analyzed, 2015, the variation in productivity is 1.025 points, reflecting an increase in productivity in the tax management with respect to the previous year; 2014. This result shows that the Tax agencies are capable of producing 2.5% more outputs per unit of work undertaken, measured in terms of higher collection from donations and the number of records communicated for these tax issues.

The Tobit model shows a significant direct relationship between efficiency and deficit. A higher level of surplus (less deficit) could incentivize behavior in less optimized tax managements as a consequence of the marginal value of each additional income unit. This means that if there is no real need for additional resource the collecting effort is not that great, reducing the efficiency of the paperwork.

Likewise, a direct link between efficiency and population is obtained. It is to be expected that the higher fiscal capacity with regards to the number of taxpayers of the analyzed region, a greater efficiency is reached.

Also, it is observed that a significant inverse relation between efficiency and km². A larger territorial extension where the management takes place produces difficulties for the tax office causing their efficiency levels to reduce.

Conclusions

In this study, the tax offices of the Spanish autonomous territorial delegations have been examined from 2004 to 2015. The levels of estimated technical efficiency with the DEA are 65% on average. This value means that the management could improve by 55%, which implies an increase in duty collection coming from property tax, property transfer tax and legal document duties, inheritance tax and donations and gaming tax of 7,837 million euros and an increase in the compiled documents for these yielded taxed of 4,909 units.

According to the Tobit regression the variables that denote direct significance with the efficiency are the deficit and the population. On the other hand, the geographical extension, measured in km² of the region presents an inverse significance with the efficiency.

This means that the surroundings in which the administrations operate and the budgetary situation determines the level of success reached in the management of the taxes.

1. INTRODUCCIÓN

Con la reciente crisis económica, la mayoría de las Comunidades autónomas españolas -CCAA- han perdido el acceso a los mercados de capitales para financiarse (Delgado y Pérez, 2016). En momentos de presión sobre los recursos, que las CCAA puedan mantener el pleno ejercicio de sus competencias de gasto se presenta como un objetivo inexorable.

En este marco, una alternativa para que el Sector público autonómico español pueda seguir prestando unos niveles adecuados de los servicios públicos básicos, que integran los servicios esenciales de Sanidad, Educación y los Servicios públicos sociales, es el incremento de la eficiencia en la gestión de los recursos tributarios del Sistema fiscal español.

El logro de la eficiencia implica optimizar la ratio entre los niveles de outputs prestados por las Administraciones y los niveles de recursos empleados para alcan-

zar los anteriores. Asimismo, la consecución de la eficiencia en la gestión tributaria legitima a las Administraciones autonómicas a ejercer sus competencias en la aplicación del Sistema fiscal. También, los mayores niveles obtenidos en la eficiencia de la gestión de los impuestos se traducen en mejoras en el desarrollo regional, a través del incremento en los servicios públicos prestados en las regiones, como consecuencia de los incrementos logrados en la recaudación del Sistema fiscal.

Desde la constitución española de 1978 hasta la actualidad, el Sistema fiscal español ha experimentado una fuerte descentralización; y la gestión del mismo se realiza a través de un modelo híbrido, que se ha ido transformando en su organización y coordinación con los distintos modelos de financiación autonómica que han acontecido en España. Un sistema de gestión tributaria óptimo debe incorporar en el diseño, además de los aspectos tradicionales, aquellos relacionados con la aplicación estricta de los impuestos (Onrubia, 2016).

Por lo anterior, en este trabajo se evalúa el desempeño de la gestión tributaria del Sector público español en el ámbito autonómico. Para esto, se analiza la gestión de los tributos cedidos y gestionados por las CCAA de Régimen Común en España porque son los más significativos en términos recaudatorios. Estos tributos son: 1) el Impuesto sobre el Patrimonio -IP-, 2) el Impuesto sobre Sucesiones y Donaciones -ISD-, 3) los Tributos sobre el Juego, 4) el Impuesto sobre Transmisiones Patrimoniales y Actos Jurídicos Documentados -ITPAJD-, 5) el Impuesto especial sobre determinados Medios de Transporte -IDMT- y 6) el Impuesto sobre las Ventas Minoristas de determinados Hidrocarburos -IVMH-. Las funciones inherentes a la gestión de los dos últimos continúa siendo ejercida de forma transitoria por la Agencia Estatal de Administración Tributaria -AEAT-. Por esta razón, estas figuras tributarias no se incluyen en el estudio.

Para realizar el análisis propuesto se compara la evolución de la gestión tributaria durante los años 2004 - 2015, utilizando el Análisis envolvente de datos -DEA- de Charnes, Cooper y Rhodes (1978). Los datos desagregados a nivel provincial han permitido que el estudio se realice sobre las Delegaciones territoriales de la Administración autonómica española; donde se encuadran los Servicios territoriales de la correspondiente Dirección General de Tributos ó de la Agencia tributaria autonómica, en su caso. Estos Servicios territoriales desarrollan en el ámbito provincial las funciones de gestión tributaria; por tanto, son quienes se relacionan directamente con los contribuyentes en el ejercicio de las gestiones tributarias.

El objetivo de este trabajo es ofrecer un conjunto de indicadores de eficiencia de la gestión tributaria en el ámbito del sector público español descentralizado. También, se estima la variación en la productividad a través del cálculo del Índice de Productividad de Malmquist -IPM- (1953). Además, en una segunda etapa de la investigación, se pretende identificar a los posibles factores condicionantes de la eficiencia, mediante el empleo de un análisis de regresión.

El resto de este estudio se organiza de la siguiente manera. En la sección 2 se realiza una revisión de la literatura para determinar el estado de la cuestión. En la sección 3 se desarrolla la metodología empleada. En la sección 4 se realiza el análisis empírico. En la sección 5 se establecen los resultados del análisis. Finalmente, en la sección 6 se exponen las conclusiones.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En este apartado se realiza una recopilación de los estudios empíricos que analizan la gestión de la eficiencia y la variación productiva de la Administración tributaria, que pone de manifiesto la utilización, en mayor medida, por parte de los investigadores de técnicas fronteras. Dentro de estas, la principalmente usada es el Análisis envolvente de datos -DEA-. Asimismo, en algunos trabajos se aplica una segunda etapa en la que se identifican los factores determinantes de los niveles de eficiencia, mediante un análisis de regresión que consiste, fundamentalmente, en la regresión Tobit. Estos estudios aplicados a la Administración tributaria son escasos, siendo los más reseñables los que se muestran a continuación.

De esta forma, en el ámbito internacional, son destacables los siguientes trabajos aplicados de forma mayoritaria a países europeos.

Así, Moesen y Persoons (2002) aplican un DEA con una regresión Tobit y el Free Disposal Hull -FDH- de Deprins, Simar y Tulkens (1984) a las oficinas tributarias de recaudación de Bélgica para 1991. Determinan una relación de la eficiencia con la existencia de una Administración central. Por su parte, Barros (2005) analiza la eficiencia de las oficinas de recaudación de Lisboa en 1999-2002, mediante un análisis de frontera estocástica, Stochastic frontier analysis -SFA-, obteniendo una relación entre la eficiencia y la rigidez laboral, la ineficiencia X y las asimetrías en la información. Después, Barros (2006) modifica la investigación anterior y estima el Índice de Productividad de Malmquist (1953) -IPM- de Caves, Christensen y Diewert (1982). El IPM alcanza un promedio de 1,192 puntos que supone una mejora productiva del 19,2 %. En una nueva variación de su estudio, Barros (2007) aplica el DEA con regresión Tobit, con la que determina los factores influyentes en la eficiencia, que alcanza un promedio del 81,6 %. Obtiene una relación positiva entre la eficiencia y el PIB, el gasto público y la ubicación de las oficinas urbanas. Con esta misma metodología, a su vez, Katharaki y Tsakas (2010), estudian la eficiencia de las oficinas tributarias de Grecia para 2001-2006, determinando una relación positiva de la eficiencia con el tamaño de escala, la población y el PIB. También, realizan un DEA-window de Charnes *et al.* (1985) para detectar tendencias. Después, Tsakas y Katharaki (2014) incorporan a su estudio anterior el bootstrap propuesto por Simar y Wilson (1998). Obtienen una relación entre la eficiencia y el número de

entidades jurídicas, la evasión fiscal y la mala gestión de los recursos. Por su parte, Forsund *et al.* (2005) analizan las oficinas tributarias de Noruega para 2002-2004 mediante el DEA y el IPM. Obtienen que la productividad depende del tamaño de las oficinas. Posteriormente, Forsund *et al.* (2015) estiman el IPM con bootstrap, por el que obtienen un crecimiento promedio de la productividad del 4%. También, determinan que se deberían favorecer políticas públicas que mejoren la eficiencia y la productividad.

A su vez, entre los trabajos desarrollados en el ámbito internacional aplicados a países orientales está Jha *et al.* (1999), que analizan la eficiencia de los Estados de la India para los períodos 1980-1981 y 1992-1993, mediante un SFA por el que determinan que la riqueza influye de forma negativa en la eficiencia. También para el caso de la India, en 1980-1992, Thirtle *et al.* (2000) estiman el IPM, determinando que la eficiencia se relaciona con el PIB, la agricultura y la pobreza. Por su parte, Lewis (2006) estudia la eficiencia de las oficinas tributarias locales de Indonesia para 2003, mediante un SFA con una función de costes. Los resultados determinan que la eficiencia aumenta con las transferencias fiscales desde el centro. Más recientemente, Ruy y Lee (2013) estiman la eficiencia de las oficinas de impuestos de Corea para 1998-2011, mediante un DEA-window con orientación al input. Determinan una eficiencia promedio del 62 %, que disminuye en el periodo analizado.

Más escasos son los estudios realizados en países latinoamericanos, entre los que se encuentra Mattos *et al.* (2011), donde estudian la eficiencia de las oficinas tributarias de Brasil en 2004, mediante un FDH con una regresión Tobit, por la que determinan una relación inversa entre la eficiencia y las subvenciones públicas.

Otro grupo de estudios relevantes comparan la eficiencia entre las Administraciones tributarias de determinados países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico -OCDE-. De este modo, Alm y Duncan (2014) analizan las oficinas de recaudación de 28 países de la OCDE para el 2007-2011, mediante un DEA de tres etapas con un SFA, utilizado por Fried *et al.* (2002) y Adam, Delis y Kammas (2011), para estimar la eficiencia ajustada a los factores del entorno. Determinan unos niveles de eficiencia media situados en el intervalo del [83 % - 90 %]. Además, 13 de 28 países analizados son eficientes, entre los que se incluye España. Por su parte, Savi *et al.* (2015) estiman la eficiencia de las oficinas de recaudación de 13 países de la OCDE para el 2011-2012, mediante el DEA y un análisis de regresión. Determinan que la economía sumergida depende de la eficiencia, del número de trabajadores de la Administración tributaria y de la tasa de empleo. Además, se revelan como eficientes Eslovenia, Irlanda, Portugal y España.

Para el caso tributario español, los estudios que analizan la eficiencia de la Administración tributaria más destacables son, entre otros, González y Miles (2000) que estiman la eficiencia de las Unidades regionales de inspección de la AEAT en 1995, utilizando el DEA con bootstrap. Determinan una eficiencia media del 81 %, siendo las

regiones más ineficientes Canarias y Andalucía. Después, Jiménez y Barrilao (2001) identifican para el 1997 las Delegaciones especiales de la Administración tributaria, referentes para el resto, mediante el DEA. Por su parte, Esteller (2003) realiza un estudio de las Delegaciones tributarias territoriales, para el 1992 y el periodo 1995-1998 mediante un SFA, con el que encuentra una relación inversa entre la eficiencia y las transferencias incondicionadas; y directa con el déficit. Además, determina una eficiencia media del 83 %. Después, Fuentes (2008) aplica un DEA-Malmquist y quasi-Malmquist a las oficinas tributarias de Alicante para 2004-2006, por el que determina que la eficiencia podría mejorarse con el incremento del trabajo en equipo, la responsabilidad y la profesionalidad. Posteriormente, Barrilao, Villar y Jiménez (2012) establecen un ranking de eficiencia de las Delegaciones especiales de la AEAT en 2004, mediante el DEA. Obtienen que La Rioja es la más eficiente y Castilla y León la menos eficiente. A continuación, Barrilao y Villar (2013) estudian la eficiencia de las oficinas tributarias especiales, en 2008, mediante un DEA. Determinan que Andalucía, Castilla-La Mancha, Cataluña y La Rioja son las más eficientes. Después, Fuentes y Lillo-Bañuls (2015) modifican el estudio de Fuentes (2008), para determinar el IPM con bootstrap y estudiar la influencia de las variables del entorno, mediante la prueba U de Mann Whitney. Determinan que el IPM medio es de 1,0639 puntos. Esto supone que las oficinas tributarias de Alicante son capaces de producir un 6,39 % más de output con el nivel de recursos empleado. Más recientemente, Villar *et al.* (2017) evalúan la eficiencia relativa de 47 oficinas tributarias provinciales de la AEAT en 2012, mediante el DEA. Determinan que la gestión podría mejorar en un 21 %, que en términos de recaudación supone un incremento de 1.023 millones de euros.

En el Cuadro 9 de los anexos se sintetiza la información de los estudios anteriores.

3. METODOLOGÍA

3.1. Estimación de la eficiencia técnica: Análisis envolvente de datos

Para la estimación de la eficiencia se han desarrollado y clasificado varios métodos, los paramétricos¹ y los no paramétricos. El Análisis envolvente de datos de Charnes, Cooper y Rhodes (1978), DEA-CCR², se ha convertido en la piedra

1 Aigner y Chu (1968) aplicaron el primer modelo frontera paramétrico determinista con una función de costes. El primer trabajo paramétrico estocástico se debe a Aigner, Lovell y Schmidt (1977), también con el empleo de una función de costes.

2 El DEA-CCR otorga una medida de eficiencia técnica global. Esta metodología determina la frontera eficiente bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala. Se cumple que la eficiencia técnica global es el producto de la eficiencia técnica pura y la eficiencia de escala.

angular en el desarrollo posterior de los métodos no paramétricos. El DEA es una técnica de optimización matemática que permite la construcción de una frontera eficiente a partir de los datos empíricos disponibles de un conjunto de unidades de toma de decisiones ó Decision Making Units -DMU'S- que realizan las mejores prácticas. La medida de eficiencia se calcula como la distancia hasta la frontera eficiente, que coincide con la eficiencia radial de Farrel (1957). Esta consiste en la ratio de la suma ponderada de los outputs en relación a la suma ponderada de los inputs, para un modelo output orientado. El análisis otorga una medida de eficiencia relativa, maximizando la eficiencia de cada DMU en relación con las demás.

El DEA presenta como principales ventajas la posibilidad de emplear múltiples variables en el análisis, no precisa establecer la forma previa de la función de producción, las variables pueden ser cuantificadas en distintas unidades de medida, no requiere suposiciones sobre la distribución de la ineficiencia y es capaz de identificar las mejores prácticas. Algunas desventajas que presenta el DEA son la sensibilidad a los datos extremos y su carácter no estocástico.

En este trabajo se utiliza el modelo DEA output orientado, en forma de envolvente -dual-, en dos etapas, de Banker, Charnes y Cooper (1984), DEA-BCC. Este modelo determina la frontera bajo el supuesto de rendimientos variables a escala, para tener en cuenta el diferente tamaño de las entidades analizadas. La medida de eficiencia obtenida es la eficiencia técnica pura una vez descontados los efectos de escala. El modelo de rendimientos variables es más flexible que el modelo de rendimientos constantes a escala, el DEA-CCR; y se ajusta de mejor forma a la realidad de la tecnología de producción de las Administraciones tributarias.

El modelo se aplica de forma transversal, en cada uno de los años de estudio del 2004 al 2015. La formulación en notación matricial se expresa a continuación:

$$\begin{aligned}
 & \text{máx } \varphi, \lambda, s^+, s^- \quad z_0 = \varphi + \varepsilon (Is^+ + Is^-) \\
 & \text{s.a.:} \\
 & \lambda Y = \varphi^* Y_0 + s^+ \\
 & \lambda X = X_0 - s^- \\
 & \bar{1} \lambda = 1 \\
 & \lambda, s^+, s^- \geq 0
 \end{aligned} \tag{1}$$

En la expresión (1) los vectores de los inputs y de los outputs son X e Y, respectivamente. Los vectores de los inputs y de los outputs de la entidad evaluada son X_0 e Y_0 , respectivamente. El parámetro I representa a la matriz identidad. El parámetro λ identifica, para la DMU evaluada, las unidades que actúan como benchmarking, es decir, que la envuelven. La ecuación $\bar{1} \lambda = 1$ es la restricción de convexidad. La

ecuación $\lambda Y = \varphi^* Y_0 + s^+$ es la restricción de los outputs. La ecuación $\lambda X = X_0 - s^-$ es la restricción de los inputs. El parámetro φ^* , representa a las puntuaciones de eficiencia obtenidas en el DEA output orientado. Por lo tanto, el nivel en el que se debería expandir la producción en términos porcentuales para alcanzar la eficiencia plena es $\theta^* = [(100/\varphi^*) - 1] \times 100$.

En este trabajo se aplica el modelo dual ó en su forma de envolvente, cuya ventaja frente al modelo primal es que mide la eficiencia en sentido de Pareto - Koopmans. Esto implica que se mide la ineficiencia radial con el parámetro φ , que representa las mejoras proporcionales de todas las variables y , además, se miden las variables de holguras de los inputs y outputs, medidas con los parámetros s^- y s^+ , que representan las mejoras adicionales de algunas variables inputs y outputs, respectivamente. Por lo que para que una DMU sea eficiente se debe cumplir que $\varphi = 100$ y además $s^- = 0$ y $s^+ = 0$.³

Asimismo, el modelo que se utiliza es en dos etapas⁴ de manera que se determinan las holguras de las variables de forma explícita. El parámetro $\epsilon = 1, 10^{-6}$ es necesario para la formulación matricial del modelo en dos etapas que consiste en lo siguiente: en la primera etapa se maximiza la eficiencia de Farrell φ ; y en la segunda etapa se maximiza la suma de las holguras de los inputs y los outputs para el valor de la eficiencia obtenido en la primera etapa. Por tanto, se satisface la condición de optimalidad de Pareto-Koopmans.

3.2. Estudio de la evolución de la productividad: Índice de Productividad de Malmquist -IPM-

Para estudiar el cambio experimentado en la productividad de la las Delegaciones tributarias se calcula el Índice de Productividad de Malmquist (1953) -IPM-. Este indicador ha sido descompuesto en cambio en eficiencia global y cambio tecnológico por Färe *et al.* (1989 y 1992). Después, Färe *et al.* (1994) realizaron la

- 3 A modo de ejemplo, si la unidad evaluada DMU_0 obtiene una eficiencia de $\varphi^* = 70\%$ y existen holguras en un output de $s^+ = 5$ puntos, para que la DMU_0 alcance el nivel de eficiencia máxima en sentido de Farrell se deberían expandir todos sus outputs de forma proporcional en un $((100/70) - 1) \times 100\% = 42,85\%$, mediante un movimiento radial hasta la frontera eficiente. Además de lo anterior, para alcanzar la eficiencia de Pareto- Koopmans, deberá realizar un movimiento de holgura a lo largo de la frontera eficiente para expandir el output i en 5 unidades. Por tanto, si por ejemplo el valor empírico del output i es 20 unidades, la eficiencia se alcanzará cuando la DMU_0 le incremente en $20 \times 42,85\% + 5 = 13,57$ unidades.
- 4 En el modelo dual en una etapa no se pueden calcular las holguras de forma explícita sino que se calculan de forma residual. Esto supone que cuando no se satisfacen algunas de las restricciones de las variables, estas deben ser adicionalmente reducidas si se trata de inputs o incrementadas si se trata de outputs, en la cuantía en la que se incumple la restricción.

descomposición del primer componente del índice, que es el cambio en eficiencia técnica global -ETG-, en el producto de la eficiencia técnica pura -ET- y la eficiencia de escala -EE-.

El IPM fue definido por Caves, Christensen y Diewert (1982) a partir de funciones distancia de Shephard (1970), bajo la orientación input u output y considerando una tipología de rendimientos constantes o variables de escala. De esta forma el cambio en eficiencia y el cambio tecnológico vienen representados por las proyecciones de una unidad evaluada A, a partir de sus niveles de inputs y de outputs en el periodo de tiempo t ó en el periodo t + 1, respecto a la frontera en t ó en t + 1. El cambio en eficiencia se calcula por comparación entre la eficiencia técnica en los períodos t y t + 1. El segundo factor del cambio productivo, es el cambio tecnológico que se pone de manifiesto con los desplazamientos de la función de producción, que puede ser medido a través de la distancia a la nueva frontera eficiente. Así, el cambio tecnológico es la media geométrica del cambio en tecnología de A en t y el cambio en tecnología de A en t+1 (que viene representado por A*). La expresión del IPM se muestra en la ecuación (2)⁵.

$$IPM_A^{t,t+1} = \underbrace{\frac{ET_A^{t+1}}{ET_A^t}}_{\text{cambio ET}} \underbrace{\frac{\frac{ET_A^t}{ETG_A^t}}{\frac{ET_A^{t+1}}{ETG_A^{t+1}}}}_{\text{cambio EE}} \underbrace{\left[\frac{ETG_A^t}{ETG_A^{t+1}} \frac{ETG_A^t}{ETG_A^{t+1}} \right]^{1/2}}_{\text{cambio tecnológico}} \quad (2)$$

cambio eficiencia global

En este trabajo se estima el IPM bajo los supuestos de rendimientos variables de escala y para una orientación output. Para el cálculo de las funciones distancia se utiliza la metodología y las variables empleadas en el DEA. Esto supone que se considere como input el factor trabajo y como outputs la recaudación aplicada líquida y el número de actas instruidas.

5 En la ecuación (2), ET_A^t representa la eficiencia técnica pura de la unidad evaluada A en el periodo de tiempo t, respecto a la frontera en t. Por su parte, $ET_{A^*}^{t+1}$ representa la eficiencia técnica pura de la unidad evaluada A en t+1 (que viene representado por A*), respecto a la frontera en t+1. Análogamente, ETG_A^t representa la eficiencia técnica global de la unidad evaluada A en t+1, respecto a la frontera en t. Asimismo, $ETG_{A^*}^{t+1}$ representa la eficiencia técnica global de la unidad evaluada A en t, respecto a la frontera en t+1.

3.3. Identificación de los factores influyentes en la eficiencia: regresión Tobit

Para analizar los factores influyentes en la eficiencia técnica, en este trabajo se utiliza el modelo Tobit, también denominado truncado o censurado, que es una regresión estadística multivariada introducida por Tobin (1958). Este modelo es utilizado en estudios previos aplicados a la Administración tributaria, tales como Moesen y Persoons (2002), Barros (2007), Katharaki y Tsakas (2010), Mattos *et al.* (2011) y Tsakas y Katharaki (2014), entre otros.

En la segunda etapa de la investigación se trata de estimar la correlación entre las ratios de eficiencia obtenidas en el DEA φ_i^* -variable dependiente- y una serie de variables externas -variables independientes-. Las ratios de eficiencia son transformadas para que estén acotadas entre 0 y 1. Así, las unidades eficientes, con $\varphi_i^* = 100$, tendrán el valor $y_i^* = 1$; y las ineficientes, con $\varphi_i^* < 100$, tendrán el valor $Y_i^* = 0$; donde y_i^* es la variable dependiente del modelo Tobit.

Para la observación i , la regresión del modelo Tobit se formula como sigue:

$$\begin{aligned}
 y_i^* &= \beta_i' x_i + e_i \\
 i &= 1, 2, \dots, N \\
 y_i &= y_i^*, \text{ cuando } y_i^* > 0 \\
 y_i &= 0, \text{ en caso contrario, cuando } y_i^* \leq 0
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

En la expresión (3) y_i^* es la variables latente, x_i es el vector de variables independientes del entorno, β_i' son los parámetros del modelo y e_i son los errores que siguen una distribución normal $e_i \sim N(0, \sigma^2)$.

Las estimaciones del modelo mediante una regresión lineal por Mínimos cuadrados ordinarios son inconsistentes dando lugar a estimadores sesgados. Esto es debido a que la variable dependiente no es continua sino que está censurada; la eficiencia está acotada entre cero y uno. Por lo anterior, el modelo Tobit puede ser estimado consistentemente por Máxima verosimilitud.

3.4. Identificación de los factores influyentes en la eficiencia: regresión logística

En esta investigación es empleado el modelo Logit ó regresión logística, para determinar la relación entre la eficiencia y determinadas variables del entorno⁶.

6 Un ejemplo de estudio que aplica la regresión Logit, para analizar los efectos de determinadas variables sobre la eficiencia, es Martínez y Pérez (2013), para el caso de la eficiencia, productiva de las empresas de telecomunicaciones en España.

La regresión logística es un modelo de elección discreta, de respuesta cualitativa, que también se denomina modelo discriminante ad hoc, porque es predictivo debido a que sirve para predecir, a partir de los valores futuros de las variables independientes X , el valor de Y . La variable dependiente es dicotómica ó binaria, y tomará el valor 1 cuando la entidad analizada sea eficiente; y 0 cuando sea ineficiente. Por tanto, este modelo se utiliza para calcular la probabilidad de pertenecer a un grupo, el eficiente o el ineficiente.

Este modelo se formula en la ecuación siguiente:

$$p_i = F(X_i; \beta) + U_i \rightarrow p_i = \left(\frac{e^{X_i \beta}}{1 + e^{X_i \beta}} \right) + U_i \quad (4)$$

En (4) $\frac{e^{X' \beta}}{1 + e^{X' \beta}} = p_i = E(Y_i)$ es el valor esperado de Y_i , que es una variable aleatoria

independiente de Bernoulli.

El modelo se estima por máxima verosimilitud. Se determina que la relación es estadísticamente significativa cuando el p-valor ≤ 0.05 .

En el modelo Logit, los coeficientes expresan el cambio en el logaritmo de las probabilidades, $\ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = X' \beta$, cuando una de las variables explicativas cambia en

una unidad, permaneciendo las demás constantes (Moscote y Arley, 2012).

El coeficiente de determinación R^2 no es apropiado para medir la bondad del ajuste del modelo Logit. En su lugar, se puede utilizar el criterio de Hosmer-Lemeshow (Moscote y Arley, 2012). También, se puede considerar el porcentaje de la desviación que el modelo representa (Martínez y Pérez, 2013). En la presente investigación se aplican ambos criterios.

4. ANÁLISIS

4.1. Muestra de estudio

Por motivos de homogeneidad, la muestra de estudio la componen las 46 Delegaciones territoriales españolas correspondientes a las 15 Comunidades Autónomas de Régimen Común. Por tanto, se excluyen Álava, Vizcaya, Guipúzcoa, Navarra, Ceuta y Melilla.

4.2. Base de datos

4.2.1. Variables empleadas en el DEA

Las variables se obtienen de los informes de gestión que rinde la inspección general del Ministerio de Hacienda y Función Pública, en cumplimiento de lo dispuesto en la ley 22/2009, de 18 de diciembre. Se dispone de información para las 46 Delegaciones territoriales analizadas en el periodo del 2004 al 2015. Esto supone un panel de 552 observaciones.

Del referido informe se selecciona el input factor trabajo⁷, medido en unidades de personas, que está formado por: 1) el personal funcionario, 2) el personal contratado, 3) el personal de las empresas de servicios y 4) el personal de las oficinas liquidadoras, que realizan la gestión de los tributos cedidos⁸. Por su parte, los 2 outputs considerados son 1) el número de actas de inspección instruidas por los tributos cedidos, medido en unidades y 2) la recaudación aplicada líquida⁹ proveniente de los tributos cedidos, medida en miles de euros. Estas variables son representativas de los resultados obtenidos en los procedimientos de gestión, recaudación, inspección y del régimen sancionador, realizados por las Administraciones tributarias autonómicas en la gestión de los tributos cedidos que son de su competencia.

Para preparar las variables utilizadas en la investigación se realiza un análisis exploratorio, mediante diagramas de caja y bigotes para detectar los posibles valores extremos -outliers- que distorsionarían el DEA. Además de la detección de outliers, estos diagramas permiten observar, entre otros aspectos, la distribución de las variables, la simetría, la dispersión, la media y la evolución temporal. El análisis exploratorio se aplica sobre las variables en términos relativos y deflactadas para poder realizar comparaciones entre Delegaciones con distinto tamaño de población y entre distintos periodos de tiempo.

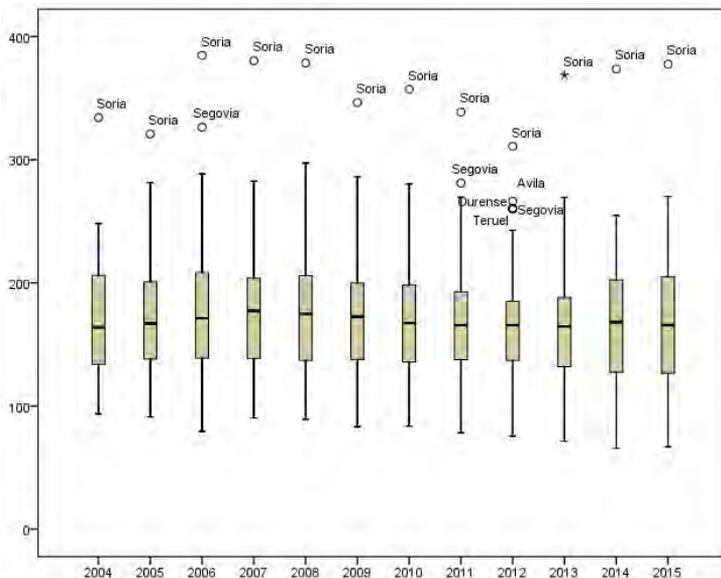
7 Se utiliza una variable agregada representativa de las personas encargadas de realizar la gestión de los tributos cedidos, debido a que el modelo DEA aplicado en esta investigación está orientado al output, siendo por tanto una cantidad estática en los resultados del análisis.

8 Los tributos cedidos que son gestionados por las CCAA son: 1) el Impuesto sobre Transmisiones Patrimoniales y Actos Jurídicos Documentados -ITPAJD-, 2) los Tributos sobre el Juego, 3) el Impuesto sobre Sucesiones y Donaciones -ISD- y 4) el Impuesto sobre el Patrimonio -IP-. En el caso del Impuesto sobre determinados Medios de Transporte -IDMT- y el Impuesto sobre la Venta Minorista de determinados Hidrocarburos -IVMDH-, las CCAA no han asumido de facto la gestión durante el periodo de análisis. Además, desde el 1 enero de 2013, el IVMDH se integra en el Impuesto sobre Hidrocarburos -IH-, que es de competencia estatal.

9 La recaudación aplicada líquida está formada por los derechos recaudados menos las devoluciones realizadas.

El exploratorio de la variable input, personal gestor, muestra 18 posibles outliers que son un 3 % de la muestra. Estos valores atípicos corresponden a Soria en todos los años del análisis, Segovia en 2006, 2011 y 2012, Ávila en 2012, Ourense en 2012 y Teruel en 2012. En la Figura 1 se ofrece el diagrama de caja y bigotes de la variable input.

FIGURA 1
DIAGRAMA DE CAJA SIMPLE. RESUMEN INPUT: PERSONAL GESTOR

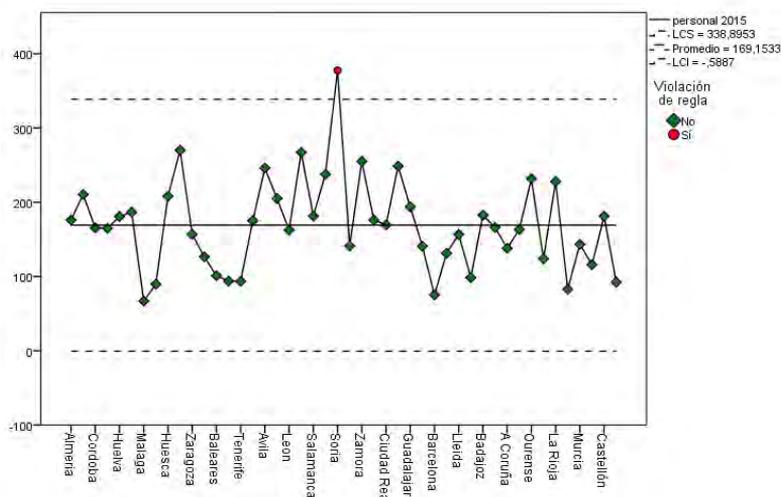


Fuente: Elaboración propia con SPSS.

Para chequear los posibles outliers detectados en los diagramas de caja se realiza un gráfico de control para cada año en el que aparece algún outlier. La regla de control considerada es que las variables se sitúen por encima del límite de control superior -LCS- de más 3 sigmas ó por debajo del límite de control inferior -LCI- de menos 3 sigmas.

En la Figura 2 se muestra el gráfico de control del input personal en 2015, donde el valor de Soria está fuera de los límites de control, por lo que se trata de un valor atípico.

FIGURA 2
GRÁFICO DE CONTROL: PERSONAL GESTOR 2015



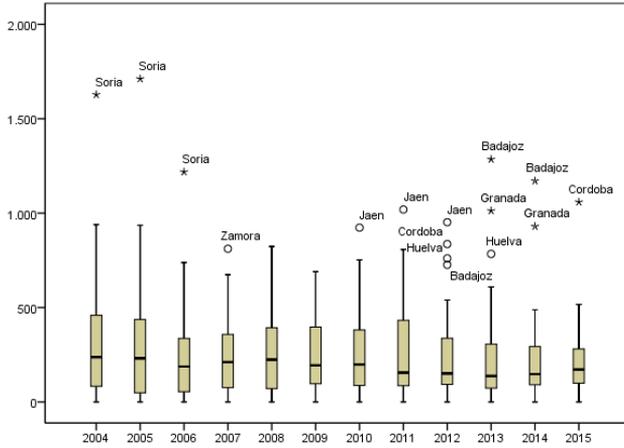
Fuente: Elaboración propia con SPSS

Por lo anterior, el análisis determina la existencia de outliers en el personal de Soria en los años 2004, 2006, 2007, 2008, 2013, 2014 y 2015, que es un 1 % de la muestra. La Delegación de Soria dispone de más personal gestor en términos per cápita que el resto de provincias. Estas puntuaciones extremas se mantienen en la muestra de estudio porque tras la revisión de los datos en los informes de inspección se corrobora su veracidad.

Por su parte, el exploratorio de los outputs muestra 16 posibles outliers en las actas de inspección, que son un 2,8 % de la muestra. Estos outliers corresponden a las Delegaciones de Soria en los años del 2004 al 2006, Zamora en 2007, Jaén del 2010 al 2012, Huelva en 2012 y 2013, Córdoba en 2012 y 2015, Badajoz del 2012 al 2014 y Granada en 2013 y 2014. En la Figura 3 se ofrece el diagrama de caja y bigotes de la variable actas.

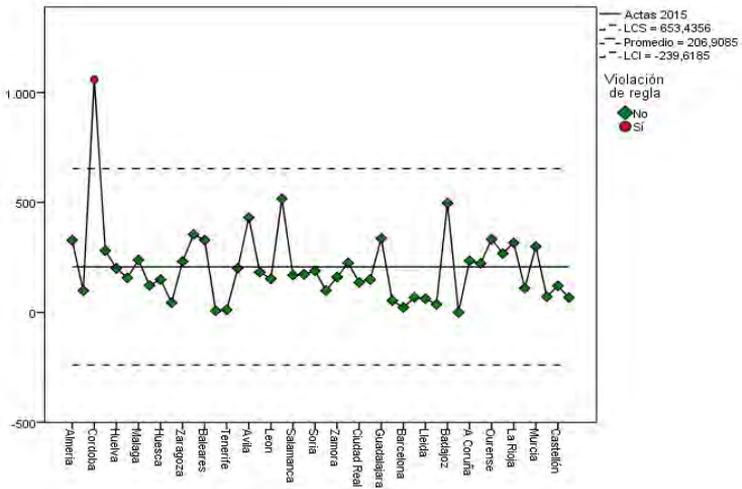
En la Figura 4 se muestra el gráfico de control de las actas instruidas en 2015.

FIGURA 3
DIAGRAMA DE CAJA SIMPLE. RESUMEN OUTPUT: ACTAS DE INSPECCIÓN



Fuente: Elaboración propia con SPSS.

FIGURA 4
GRÁFICO DE CONTROL: ACTAS DE INSPECCIÓN INSTRUIDAS 2015

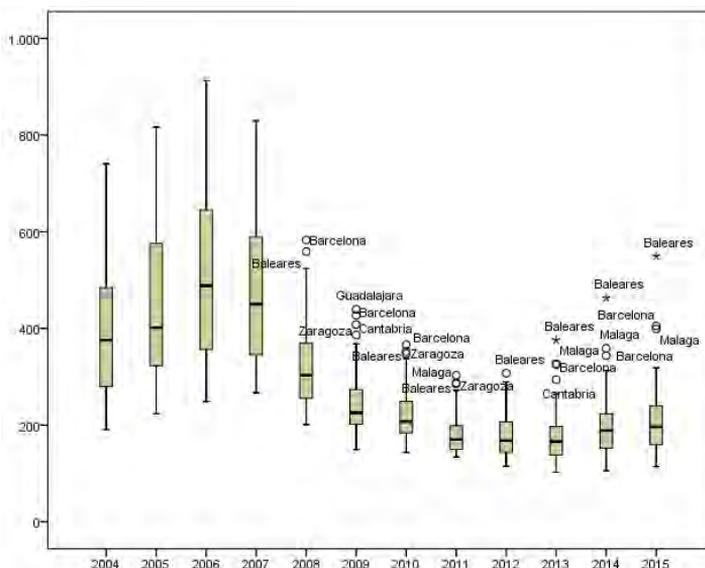


Fuente: Elaboración propia con SPSS.

Mediante los diagramas de control de las actas instruidas se corrobora que se trata de verdaderos outliers en todas las Delegaciones señaladas anteriormente. Por lo tanto, estas regiones instruyen más actas por millón de habitantes que el resto. Se considera que esto no distorsiona el DEA debido a que no se producen los valores extremos en la misma Delegación a lo largo de todos los años del periodo de estudio.

En cuanto al exploratorio de la recaudación aplicada líquida por cada mil habitantes, el diagrama de caja y bigotes ofrecido en la Figura 5, muestra 23 posibles outliers, que son un 4 % de la muestra. Estos valores atípicos se encuentran en Baleares en siete años que son 2008, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 y 2015; en la Delegación de Barcelona en 6 años que son 2008, 2009, 2010, 2013, 2014 y 2015; en Cantabria en 2009 y 2013; en Guadalajara en 2011; en Málaga en 2011, 2013, 2014 y 2015; y en Zaragoza en 2009, 2010 y 2011.

FIGURA 5
DIAGRAMA DE CAJA SIMPLE. RESUMEN INPUT: RECAUDACIÓN APLICADA LÍQUIDA



Fuente: Elaboración propia con SPSS.

Sin embargo los gráficos de control corroboran el mayor volumen de recaudación en comparación con el resto de provincias solamente en la Delegación de

CUADRO 1
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS VARIABLES INPUT Y OUTPUTS PARA EL
DEA

	Input		Output 1		Output 2	
	Personal gestor -unidades de personas-		Actas inspección instruidas -unidades-		Recaudación aplicada líquida -miles de euros-	
	Media	Desviación típica	Media	Desviación típica	Media	Desviación típica
2004	125	108	194	167	452.630	840.235
2005	129	109	188	201	514.181	930.174
2006	134	113	168	173	591.563	1.039.448
2007	135	113	191	189	541.203	912.751
2008	135	109	205	211	375.356	657.555
2009	131	104	203	214	271.249	453.395
2010	127	102	207	223	249.798	413.022
2011	126	100	240	295	201.212	316.949
2012	124	98	207	238	190.933	300.679
2013	119	94	194	245	201.763	328.422
2014	117	95	177	218	219.274	352.934
2015	117	95	154	176	239.805	399.385
media	127	103	194	213	337.414	575.791

La variable monetaria recaudación aplicada líquida se deflacta con el IPC en base 2016 para ser comparable entre periodos de tiempo.

FUENTE: Elaboración propia con e-views.

4.2.2. Variables empleadas en la segunda etapa: regresión Tobit y regresión logística

Para realizar la segunda etapa de la investigación se obtiene información para los 12 años de estudio, del año 2004 al 2015, para cada una de las 15 CCAA analizadas. Esto supone un panel de 180 observaciones. Para la selección de las variables se tiene en cuenta, entre otras, la disponibilidad de los datos, así como las variables utilizadas en estudios previos sobre la Administración tributaria. A saber, el PIB es utilizado en los trabajos de Jha *et al.* (1999), Esteller (2003), Thirtle *et al.* (2000) y Barros (2007), entre otros. La población se analiza en Katharaki y Tsakas (2010). Las leyes fiscales y la capacidad fiscal son consideradas como factores del entorno en Alm y Duncan (2014). Los aspectos relacionados con la situación de la política fiscal medidos con el déficit, el gasto público, las transferencias o la financiación pública se evalúan en Esteller (2003), Lewis (2006), Barros (2007) y Mattos *et al.* (2011). La ubicación geográfica de las oficinas tributarias se analiza

en Barros (2007). El nivel de cualificación del personal gestor se evalúa en Moesen y Pearson (2002). Finalmente, la forma de realizar la gestión se analiza en Moesen y Persoon (2002) y en Tsakas y Katharaki (2014).

En base a lo anterior, las variables pre-seleccionadas para la segunda etapa de la investigación son las que siguen a continuación:

La variable dependiente es una variable dicotómica que toma el valor 1 cuando las CCAA tienen un nivel de eficiencia del 100 % y el valor 0 cuando obtienen niveles inferiores al 100 %. Esta variable se obtiene en la primera etapa de la investigación mediante el DEA.

Las 10 variables independientes pre-seleccionadas son las siguientes:

1. El PIB per cápita en euros a precios constantes deflactado con el IPC en base 2016. Se trata de un indicador del contexto económico y mide la capacidad fiscal de las CCAA. Se obtiene del Instituto Nacional de Estadística -INE-.
2. La tasa de variación del PIB per cápita en porcentaje que indica el crecimiento económico experimentado en las CCAA. Se obtiene del INE.
3. El déficit público en euros per cápita deflactado con el IPC en base 2016. Se trata de un indicador de la política fiscal que mide el cumplimiento de los objetivos presupuestarios de las CCAA. Se obtiene de Ministerio de Hacienda y Función Pública. La serie es elaborada por la Intervención General de la Administración del Estado -IGAE-.
4. La población de las CCAA que informa de la capacidad fiscal. Se obtiene del INE.
5. Los km² de las CCAA que informan de la extensión geográfica del territorio en el que se realiza la gestión tributaria. Se obtiene del Ministerio de Medio Ambiente.
6. El porcentaje de la población de 16 a 64 años que alcanza los estudios primarios¹⁰. Se trata de un indicador social del contexto en el que operan las CCAA. Se obtiene de los Indicadores de Calidad de vida del INE.
7. El porcentaje de la población de 16 a 64 años que alcanza los estudios secundarios¹¹. Se trata de un indicador social del contexto en el que operan las CCAA. Se obtiene de los Indicadores de Calidad de vida del INE.
8. El porcentaje de la población de 16 a 64 años que alcanza los estudios

10 Esta variable corresponde al Nivel 0-2 de la Clasificación Nacional de Educación (CNED-2014), que comprende los estudios de preescolar, primaria y primera etapa de secundaria.

11 Esta variable corresponde al Nivel 3-4 de la CNED-2014, que comprende los estudios de segundo de secundaria y postsecundaria no superior.

superiores¹². Se trata de un indicador social del contexto en el que operan las CCAA. Se obtiene de los Indicadores de Calidad de vida del INE.

9. Una variable dicotómica que representa a los dos Sistemas de financiación existentes en el periodo del análisis. La variable toma el valor 0 para el Sistema que abarca desde el 2004 al 2009¹³; y el valor 1 para el que se aplica desde el 2010 al 2015¹⁴.
10. Una variable dicotómica que toma el valor 1 cuando la organización desempeñada en cada región es realizada por una Agencia tributaria autonómica; y el valor 0 cuando la gestión tributaria se realiza por otro organismo, ya sea el Ente público tributario, la Dirección de tributos o la Administración tributaria en general. Esta variable se obtiene a partir de la información de las Leyes de creación de las Agencias tributarias autonómicas.

Los estadísticos descriptivos de las variables pre-seleccionadas para la segunda etapa de la investigación se muestran en el Cuadro 2.

CUADRO 2
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LAS VARIABLES PRE-SELECCIONADAS EN LA SEGUNDA ETAPA

	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Desv. Típica
1) PIB per cápita -euros a precios constantes-	22.758	21.997	34.679	14.970	4.427
2) Variación PIB per cápita -%-	1,57	1,00	8,00	-5,00	3,43
3) Déficit per cápita (-) ó Superávit per cápita (+) -euros-	-313	-256	391	-138	304
4) Población -número personas-	2.888.908	2.033.791	8.449.985	301.084	2.505.624
5) Extensión territorio -Km ² -	32.514	23.254	93.814	4.992	30.429
6) Formación primaria -% población-	49,27	49,50	67,00	30,00	7,31
7) Formación secundaria -% población-	22,75	23,00	28,00	15,00	2,75
8) Formación superior -% población-	26,60	26,00	42,00	15,00	5,40
9) Sistema financiación (variable categórica)	Sistema LOFCA 7/2001 = 0 Sistema LOFCA 3/2009 = 1				
10) Forma organizativa de gestión (variable categórica)	Gestión con Agencia tributaria autonómica = 1 Gestión sin Agencia tributaria autonómica= 0				
Eficiencia técnica relativa (variable dependiente)	Eficiencia 100 % = 1. Eficiencia < 100 % = 0				

Las variables monetarias se deflactan con el IPC en base 2016 para ser comparables entre periodos de tiempo.

FUENTE: Elaboración propia con e-views.

- 12 Esta variable corresponde al Nivel 5-8 de la CNED-2014, que comprende los estudios de primer y segundo ciclo de educación superior y doctorado.
- 13 Este sistema se regula por la Ley Orgánica 7/2001, de 27 de diciembre, de modificación de la Ley Orgánica 8/1980, de 22 de septiembre, de Financiación de las Comunidades Autónomas.
- 14 Este sistema se regula por la Ley Orgánica 3/2009, de 18 de diciembre, de modificación de la Ley Orgánica 8/1980, de 22 de septiembre, de Financiación de las Comunidades Autónomas.

Para evitar problemas de multicolinealidad se realiza un análisis de correlación de las variables pre-seleccionadas en la segunda etapa que determina asociación entre las variables que representan los tres niveles de formación alcanzados por la población. La formación primaria se asocia muy fuertemente con la formación superior, según muestra el coeficiente de correlación de Pearson de -0,95 puntos. Por su parte, el PIB per cápita está correlacionado con los tres niveles de formación: la primaria, la secundaria y la superior; que presentan coeficientes de Pearson de -0,55 puntos, 0,56 puntos y 0,45 puntos, respectivamente. También, se determina una correlación entre la variación del PIB y el déficit público, determinada por el coeficiente de correlación de Pearson de 0,59 puntos.

Por lo anterior, se excluyen del análisis la formación primaria y la secundaria. En el mismo sentido, se elimina de la investigación el PIB y la variación del PIB.

En el Cuadro 3 se ofrece la matriz de correlaciones de las variables pre-seleccionadas de la segunda etapa.

CUADRO 3
MATRIZ DE CORRELACIONES DE LAS VARIABLES PRE-SELECCIONADAS DE LA SEGUNDA ETAPA -COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON-

	PIB pc	Variación PIB pc	Déficit público	Población	Km ²	Formación primaria	Formación secundaria	Formación superior
1) PIB pc	1	0,14	-0,04	0,21	-0,33	-0,55	0,56	0,45
2) Variación PIB pc	0,14	1	0,59	-0,01	0,05	0,21	-0,23	-0,17
3) Déficit público	-0,04	0,59	1	-0,04	0,05	0,18	-0,25	-0,10
4) Población	0,21	-0,01	-0,04	1	0,32	-0,09	-0,02	0,12
5) Km ²	-0,33	0,05	0,05	0,32	1	0,32	-0,40	-0,21
6) Formación primaria	-0,55	0,21	0,18	-0,09	0,32	1	-0,78	-0,95
7) Formación secundaria	0,56	-0,23	-0,25	-0,02	-0,40	-0,78	1	0,55
8) Formación superior	0,45	-0,17	-0,10	0,12	-0,21	-0,95	0,55	1

Coefficiente correlación = 1 indica correlación perfecta del 100 %. Coeficiente correlación = 0 indica ausencia de correlación. La matriz de correlación muestra el grado de asociación de las variables continuas. Por lo que las 2 variables categóricas, Sistema de financiación y Forma organizativa de la gestión, no figuran en el Cuadro.

Fuente: Elaboración propia con e-views.

Por lo anterior, las variables seleccionadas para el modelo Tobit son las 6 siguientes: 1) déficit público, 2) población, 3) km², 4) formación superior, 5) Sistema de financiación y 6) forma organizativa de la gestión.

5. RESULTADOS

5.1. Resultados del DEA

En el Cuadro 10 de los anexos se recogen los resultados obtenidos en el DEA. La eficiencia media del periodo analizado 2004-2015 es del 64,48 %. Este valor supone que la gestión podría mejorar en un 55 %, que implica un incremento en la recaudación aplicada líquida proveniente del IP, del ITPAJD, del ISD y de los Tributos sobre el Juego de 7.837 millones de euros y un incremento del número de actas instruidas por estos tributos cedidos de 4.909 unidades.

Estos resultados del Cuadro 10 se representan en los mapas de la Figura 7, que muestran la distribución de los niveles de eficiencia técnica individualizados para cada provincia en el primer año de estudio 2004, en el último año analizado 2015 y para la media del periodo 2004-2015. Siguiendo el baremo de Cooper, Seiford y Tone (2007) se ha tabulado la eficiencia en cuatro categorías: 1) la eficiencia mínima aceptable se alcanza para niveles iguales ó superiores al 50 % sin llegar a alcanzar el 90 %, 2) la eficiencia es considerada alta para niveles superiores o iguales al 90 %, 3) la eficiencia plena es la que toma el valor del 100 % y 4) las entidades serán calificadas como ineficientes para valores inferiores al 50 %.

En el mapa del primer año analizado 2004, se observa que 8 Delegaciones son plenamente eficientes, que representan el 17 % de las regiones. Estas provincias con la eficiencia del 100 % son: Barcelona, Jaén, Madrid, Pontevedra, Sevilla, Soria, Zamora y Zaragoza. Por su parte, Granada presenta una eficiencia alta del 95,67 %. En el tramo de la eficiencia aceptable, situado en el intervalo del [50 % - 90 %), se encuentran el 58 % de las Delegaciones tributarias. Finalmente, en los niveles inferiores al 50 % se sitúan las 10 regiones siguientes: Castellón, Ourense, Lleida, Teruel, Ciudad Real, Cáceres, Lugo, León, Cuenca y Albacete.

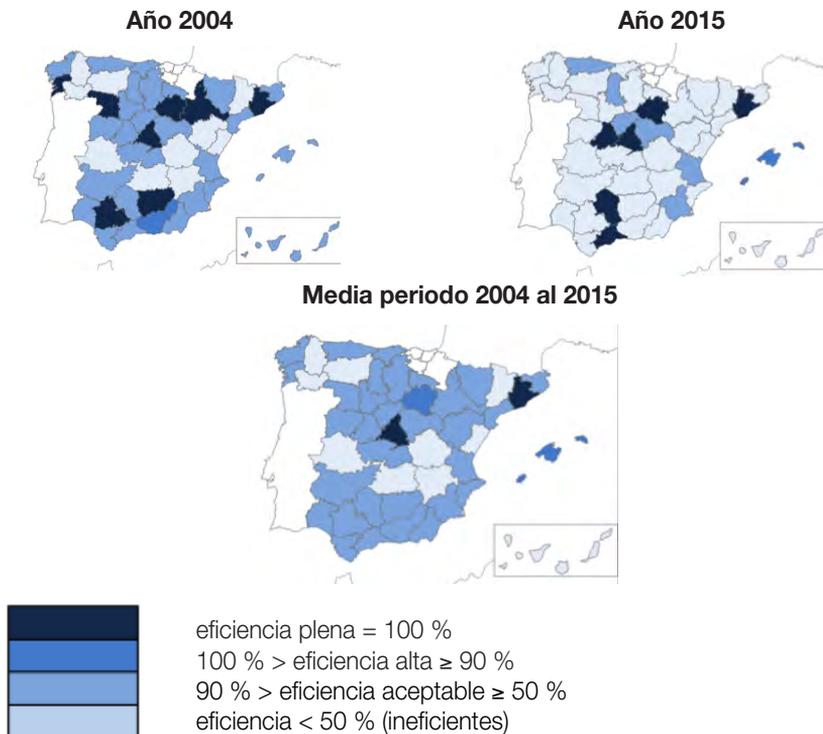
En 2004 la eficiencia promedio es del 70,61 %, que supone que para alcanzar la eficiencia plena para el nivel de factor trabajo empleado, las Delegaciones deberían incrementar la recaudación y el número de actas en un 41,62 %, por término medio. Asimismo, las CCAA más eficientes en 2004 son Madrid, Baleares y La Rioja. Las menos eficientes son Castilla La-Mancha, Extremadura y Canarias.

En el mapa del 2015, se observa que los resultados de eficiencia se reducen respecto al 2004 -menos intensidad de color-, siendo la eficiencia promedio del 52,70 %, que indica una posible mejora del 89 % en la gestión tributaria. La eficiencia del 100 % es lograda por Ávila, Barcelona, Córdoba, Madrid, Málaga y Soria. Por su parte, Baleares alcanza un 92,64 %. Se alcanzan niveles comprendidos en el intervalo de eficiencia aceptable del [50 % - 90 %) en 6 Delegaciones que son Palencia, Segovia, Guadalajara, Murcia, Asturias y Valencia. Las restantes regiones que suponen el 71 % de las Delegaciones tienen niveles inferiores al 50 %.

En el último año analizado 2015, las CCAA más eficientes son Madrid, Baleares y Cataluña. Las menos eficientes son Cantabria, Extremadura y Canarias.

En el mapa del periodo analizado 2004-2015, se observa que Barcelona y Madrid alcanzan la eficiencia plena media del 100 %, logrando comportamientos optimizadores en la gestión de los tributos cedidos. Por su parte, Soria y Baleares presentan unos niveles de eficiencia elevados del 94 %. Un gran porcentaje de las Delegaciones territoriales, que representan el 67 %, obtiene niveles comprendidos entre el 50 % y el 90 %. Finalmente, existen 11 Delegaciones tributarias que se sitúan por debajo del 50 %, que son Lugo, Lleida, Castellón, Ciudad Real, Cáceres, Albacete, León, Cuenca, Las Palmas, Tenerife y Ourense.

FIGURA 7
DISTRIBUCIÓN DE LA EFICIENCIA TÉCNICA RELATIVA DE LAS PROVINCIAS ESPAÑOLAS

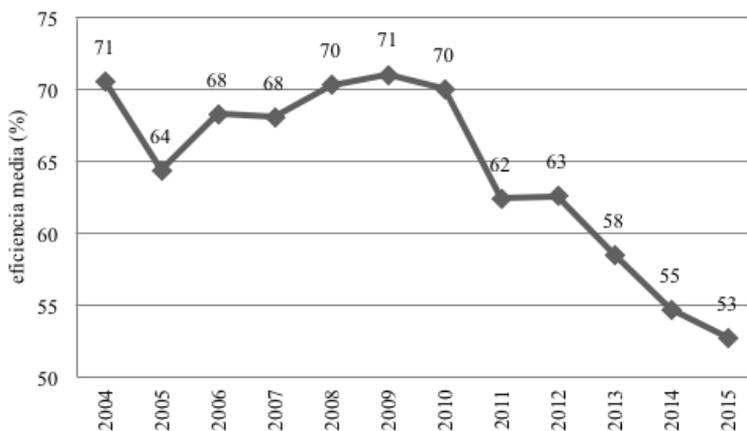


FUENTE: Elaboración propia.

Además del análisis provincial anterior, el análisis por CCAA determina que en el periodo 2004-2015 las más eficientes son Madrid, Baleares, Andalucía, La Rioja, Murcia, Cataluña y Asturias, que han logrado niveles superiores al 70 %. Mientras que Canarias, Galicia, Extremadura, Valencia y Castilla La-Mancha obtienen niveles por debajo del 50 %. En el punto intermedio se sitúan el resto de CCAA que son Castilla y León, Cantabria y Aragón que alcanzan niveles de eficiencia en torno al 60 %.

Por otra parte, la evolución de la eficiencia media de las 46 provincias analizadas en el periodo 2004-2015, se muestra en la Figura 8, que denota una clara tendencia decreciente. Sin embargo, aunque los índices de eficiencia se reducen durante los 12 años del estudio son aceptables por término medio, ya que superan el 53 % en todos los años del periodo. El valor máximo del periodo se encuentra en el año 2009, momento a partir del cual comienza a reducirse de forma más intensa.

FIGURA 8
EVOLUCIÓN DE LA EFICIENCIA TÉCNICA MEDIA AÑOS 2004-2015



Fuente: Elaboración propia.

5.2. Resultados del IPM

En los Cuadros 11 y 12 se recogen los IPM obtenidos en esta investigación. En el periodo 2004-2015 el IPM medio es de 0,9874 puntos, que indica una disminución de la productividad del 1,26 %. Según muestra la descomposición del índice, esta variación se debe, en mayor medida, a la reducción sufrida en la eficiencia del 1,4 % puesto que el cambio tecnológico aumenta en un promedio del 1,84 %.

Así mismo, los IPM medios de cada año, revelan un crecimiento de la productividad en la gestión tributaria en los años comprendidos entre el 2005 al 2007, después una reducción desde el año 2008 hasta el 2012; y posteriormente un nuevo crecimiento desde el 2013 al 2015. Esta tendencia se había puesto de manifiesto en la Figura 8 anterior, debido a que la variación en la productividad depende en parte de la variación en la eficiencia.

En el último año del estudio 2015, el IPM medio alcanza 1,025 puntos, reflejando un incremento en la productividad en la gestión tributaria respecto del año anterior 2014. Este resultado implica que las Delegaciones tributarias son capaces de producir un 2,5 % más de outputs por unidad de factor trabajo empleado, medidos en términos de recaudación proveniente de los tributos cedidos y del número de actas instruidas para estas figuras impositivas.

Los resultados por CCAA revelan una reducción de la productividad en Aragón, Canarias, Cantabria, Castilla y León, Castilla -La Mancha, Cataluña, Extremadura, La Rioja, Madrid y Valencia, que obtienen IPM medios en 2004-2015 inferiores a 1. A su vez, mejoran la productividad las Administraciones de Andalucía, Asturias, Baleares, Galicia y la Región de Murcia, con índices superiores a 1. La mayor variación es obtenida por Baleares, que mejora su productividad en un 4,6 %, como consecuencia de una mejora del 1 % en la eficiencia y un 3,7 % en la tecnología.

Los resultados por Delegaciones provinciales, muestran una mejora productiva para la media del periodo 2004-2015 en 15 provincias que son, Ávila, Málaga, Córdoba, Lugo, A Coruña, Albacete, Las Palmas, Guadalajara, Badajoz, Murcia, Asturias, Segovia, Granada, Almería y Huelva; ordenadas de mayor a menor variación productiva. El resto de regiones experimentan cambios productivos negativos por término medio.

5.3. Resultados de la segunda etapa

5.3.1. Resultados de la regresión Tobit

En la segunda etapa de este trabajo se intenta buscar el mejor modelo posible, que es aquel que explica lo máximo con el menor número de parámetros, puesto que cuanto más complejo sea un modelo peor será su capacidad para predecir.

En esta investigación para encontrar el modelo Tobit de mejor predicción se aplica el criterio de Akaike, -Akaike info criterion -AIC-, que mide de forma conjunta la capacidad explicativa del modelo ó bondad del ajuste y penaliza su complejidad medida con el número de variables. El AIC es un medio para comparar modelos, de forma que aquel con el mínimo AIC es mejor. Por lo que, en la segunda etapa de la investigación se procede de la siguiente manera: 1) se pre-seleccionan las 10 variables en función de las variables utilizadas en estudios previos y la disponibili-

dad de las fuentes estadísticas, 2) se eliminan las variables correlacionadas -PIB, variación del PIB, formación primaria y formación secundaria- 3) se incluyen las 6 variables seleccionadas en el modelo Tobit para explicar la eficiencia -déficit público, población, km², formación superior, Sistema de financiación y forma organizativa de la gestión-, 4) se eliminan progresivamente las variables no significativas -aquellas con un p-valor > 0,05- y se observa el AIC hasta que deje de reducirse¹⁵ y 5) se comprueba la normalidad de los residuos con el test de Jarque-Bera, Histogram Normality Test¹⁶.

El modelo Tobit obtenido como resultado del proceso anterior se presenta en el Cuadro 4. Según muestra el signo de los coeficientes -coefficient- existe una relación significativa directa de la eficiencia con el déficit -inversa con el superávit- y con la población. Asimismo, existe una relación significativa inversa entre la eficiencia y los km² de las CCAA.

CUADRO 4
RESULTADOS DEL MODELO TOBIT

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob. (p-valor)
Superávit ó Déficit	-0.001025	0.000433	-2.367.884	0.0179 (**)
Población	4.03E-07	7.57E-08	5.326.858	0.0000 (*)
Km ²	-0.000228	5.63E-05	-4.052.149	0.0001 (*)

P-valor < 0,01 (*): significativo al 99 % de confianza. P-valor < 0,05 (**): significativo al 95 % de confianza

FUENTE: Elaboración propia con e-views.

Según lo anterior, en este trabajo se encuentra una relación significativa directa entre la eficiencia y el déficit. Este mismo hallazgo fue encontrado en Esteller (2003), donde se considera que si existe una relación entre el poder político y la Administración tributaria y se produce un aumento de los ingresos -menos déficit-, las necesidades de recursos se reducen y por tanto los esfuerzos para recaudar. Esto implica que cuando se reduce el déficit disminuye el valor marginal de cada unidad adicional de ingresos tributarios y en consecuencia, la eficiencia en la administración tributaria empeora.

15 En el modelo Tobit que incluye las 6 variables seleccionadas para la segunda etapa, el Akaike info criterion es 0.551623 puntos. En el modelo Tobit definitivo con las 3 variables significativas y sin término constante -no resulta significativo- el AIC es 0.517301 puntos.

16 El estadístico de Jarque-Bera es de 5,120490 puntos. El p-valor es de 0,077 >0,05, por lo que se acepta la hipótesis nula de normalidad en la distribución de los residuos.

Otro resultado de la investigación es la existencia de una relación positiva entre la eficiencia y el tamaño de la población, medido con el número de personas de cada Comunidad Autónoma. Esto también se determinó en Katharaki y Tsakas (2010). Un mayor volumen de población en el área conlleva aumentos en el número de contribuyentes potenciales y por tanto, una mayor concentración de las bases tributarias. Es de esperar que a mayor concentración de las bases impositivas mayor sea el nivel de ingresos tributarios y por ende mayor el grado de eficiencia tributaria.

Además, el estudio revela que una mayor extensión del territorio de las CCAA medida con los km² en los que los agentes tributarios deben realizar sus funciones gestoras, implica menores niveles de eficiencia en la administración, que pueden ser causados por la mayor dispersión y por la necesidad de más medios personales y materiales para realizar las funciones de gestión, recaudación, inspección e imponer sanciones tributarias, en su caso.

5.3.2. Resultados de la regresión logística binaria

Para aplicar la regresión logística se utilizan las variables que han resultado significativas en el modelo Tobit, que son el déficit, la población y los km². En el Cuadro 5, se muestran los resultados de la regresión Logit estimada, que ponen de manifiesto la relación significativa entre la eficiencia y las variables incluidas en la regresión, según indica el p-valor < 0,05. Las estimaciones de los parámetros, que se obtienen en la iteración número 11, se recogen en la columna B.

CUADRO 5
VARIABLES EN LA ECUACIÓN

	B	E.T. (error típico)	Wald	g. l.	sig. (p-valor)	Exponen- cial (B) Razón Ventajas	I.C. 95% para EXP(B)	
							Inferior	Superior
Superávit ó déficit	-0,002744111	0,001	4,217	1	0,040 (**)	0,997	0,995	1,000
Población	0,000001320	0,000	14,102	1	0,000 (*)	1,000	1,000	1,000
km ²	-0,000581962	0,000	7,744	1	0,005 (*)	0,999	0,999	1,000
Constante ¹	-0,659670208	1,353	0,238	1	0,626	0,517		

P-valor < 0,01 (*): significativo al 99 % de confianza. P-valor < 0,05 (**): significativo al 95 % confianza

FUENTE: Elaboración propia con SPSS.

1. El modelo sin término constante no presenta un buen ajuste global.

El modelo estimado es bueno para predecir en el futuro porque el porcentaje de casos clasificados correctamente para los datos conocidos es del 95 %, según se observa en el Cuadro 6 de clasificación.

CUADRO 6
TABLA DE CLASIFICACIÓN

Observado	Pronosticado			
	Eficiencia técnica		Porcentaje correcto	
	Ineficiente	Eficiente		
Eficiencia técnica	ineficiente	157	2	98,7
	eficiente	7	14	66,7
Porcentaje global				95,00

FUENTE: Elaboración propia con SPSS.

Además, el modelo presenta un buen ajuste y significatividad global e individual ya que el p-valor de los estadísticos de ajuste obtenidos en las pruebas ómnibus que se presentan en el Cuadro 7 es 0,000. El método de ajuste del modelo de regresión logística binaria utilizado en este trabajo es el Método Introducir, según el cual se van introduciendo las variables sucesivamente por pasos en el modelo hasta encontrar uno que presente un ajuste adecuado.

CUADRO 7
PRUEBAS OMNIBUS SOBRE LOS COEFICIENTES DEL MODELO

		Chi-cuadrado	g. l.	Sig.
Paso 1	Paso	82,658	3	0,000
	Bloque	82,658	3	0,000
	Modelo	82,658	3	0,000

FUENTE: Elaboración propia con SPSS.

Asimismo, el p-valor de la prueba de ajuste de Hosmer-Lemeshow de 0,900 puntos indica que se acepta la hipótesis de buen ajuste del modelo en el paso 1, debido a que el p-valor es grande, según se muestra en el Cuadro 8.

CUADRO 8
PRUEBA DE HOSMER Y LEMESHOW

Paso	Chi -cuadrado	g. l.	Sig.
1	3,488	8	0,900

FUENTE: Elaboración propia con SPSS.

El modelo Logit estimado sirve para predecir la pertenencia a un grupo, ya que se calcula la probabilidad de que la Administración tributaria sea eficiente, $E(Y_i)$, conociendo el valor del déficit, los km^2 y la población de su región, mediante la siguiente ecuación:

$$E(Y_i) = \frac{e^{X'\beta}}{1 + e^{X'\beta}} = \frac{e^{(-0,659670208 - 0,002744111d\acute{e}ficit - 0,000581962km^2 + 0,000001320poblaci\acute{o}n)}}{1 + e^{(-0,659670208 - 0,002744111d\acute{e}ficit - 0,000581962km^2 + 0,000001320poblaci\acute{o}n)}} \quad (5)$$

6. CONCLUSIONES

El análisis de la Administración tributaria española es complejo por la estructura descentralizada del Sistema fiscal y por la gran dificultad que lleva consigo la aplicación de los tributos. En este marco, existen determinadas figuras impositivas que son cedidas desde el Gobierno central al territorio de las CCAA que se tornan responsables de su gestión. La existencia de tres niveles de Administración Pública tributaria, la Estatal, la Autonómica y la Local, pone de manifiesto la necesidad de analizar la gestión tributaria desde sus distintos ámbitos.

La comunidad académica, pese a la importancia de la función que cumple la Administración tributaria que es el sostenimiento de los fondos públicos, ha vertido escasas investigaciones sobre la gestión de los impuestos de forma empírica. Estas se han dirigido, fundamentalmente, al estudio del ámbito estatal mediante el análisis de las oficinas tributarias que componen la AEAT, como es el caso de las Unidades regionales de inspección, las Delegaciones especiales ó las Delegaciones provinciales. La técnica empleada en todas estas investigaciones de ámbito estatal ha sido el DEA.

Por su parte, el nivel más próximo al ciudadano que es el ámbito local de la Hacienda pública española se ha estudiado muy escasamente. Como referencia se encuentran Fuentes (2008) y Fuentes y Lillo-Bañuls (2015) que analizan a las oficinas tributarias de Alicante.

Tampoco el ámbito intermedio de Gobierno se ha abarcado de forma extensa. Aquí se encuentra el estudio preliminar de Esteller (2003) aplicado a las CCAA de Régimen Común para analizar la gestión de los tributos cedidos para el año 1992

y el periodo 1995-1998 mediante un análisis de frontera paramétrica. En su investigación los niveles de eficiencia alcanzados están en torno al 83 %. Las CCAA más eficientes son Cataluña, Aragón, La Rioja y Baleares. Las menos son Extremadura, Murcia y Castilla La-Mancha.

El cometido de la presente investigación coincide con el trabajo precedente de Esteller (2003) anteriormente descrito, pero aplicado al periodo temporal 2004-2015 y utilizando una metodología frontera no paramétrica de evaluación de la eficiencia. Esta investigación se desarrolla en dos etapas. En la primera se aplica el DEA de Banker, Charnes y Cooper (1984) para estimar los niveles de eficiencia de las 46 Delegaciones provinciales que componen a las CCAA españolas de Régimen Común.

Los resultados de la primera etapa muestran una eficiencia media en 2004-2015 del 65 %, lo que significa que para lograr optimizar el comportamiento de las Administraciones, estas deberían expandir sus outputs por término medio y de forma radial en un 55 % que representa una mejora potencial de la recaudación obtenida por el IP, el ITPAJD, el ISD y los Tributos sobre el Juego de 7.837 millones de euros y un incremento del número de actas instruidas por estos tributos de 4.909 unidades.

En el periodo analizado 2004-2015 las CCAA más eficientes son Madrid, Baleares, Andalucía, La Rioja, Murcia, Cataluña y Asturias, que han logrado niveles superiores al 70 %. Mientras que Canarias, Galicia, Extremadura, Valencia y Castilla La-Mancha obtienen niveles por debajo del 50 %. En el punto intermedio se sitúan el resto de CCAA que son Castilla y León, Cantabria y Aragón que alcanzan niveles de eficiencia en torno al 60 %.

Una vez observados los resultados de trabajos previos aplicados a la administración de los impuestos se puede concluir que la mayoría de las investigaciones muestran niveles aceptables de eficiencia técnica media en la gestión tributaria española. Esto supone que en general, la eficiencia en la administración del Sistema Fiscal en sus distintos ámbitos territoriales descentralizados se sitúa en el rango del [65%-85%]. Asimismo, es destacable el papel de las regiones de Baleares, Cataluña y La Rioja, que suelen revelarse como Administraciones eficientes en sus distintos niveles competenciales, estatal y autonómico.

En la segunda etapa de este trabajo, se aplica la regresión Tobit (Tobin, 1958) para esclarecer los factores que influyen en los niveles de eficiencia anteriores. Así, los factores del entorno que denotan significatividad directa con la eficiencia son el déficit y el nivel de población total de las CCAA. Un factor que se relaciona de forma inversa con la eficiencia es la extensión geográfica del área en la que operan las Administraciones tributarias. Estos hallazgos ya habían sido puestos de manifiesto en Esteller (2003), en lo que se refiere a la asociación de la eficiencia con el déficit público; y en Katharaki y Tsakas (2010) que encuentran una relación entre el volumen de la población de las regiones y el grado de éxito alcanzado por la Administración tributaria.

En base a lo anterior, la administración de los impuestos se podría mejorar teniendo en cuenta el entorno geográfico en el que los gestores desarrollan sus actuaciones. Así, potenciando la eficiencia de los recursos, los medios personales y materiales, en aquellas CCAA con más extensión geográfica, se lograría aumentar la recaudación tributaria.

Del mismo modo, se podrían mejorar los niveles de eficiencia en la gestión de los impuestos regulando el comportamiento del personal que administra los tributos. El esfuerzo desempeñado por los gestores tributarios para conseguir los objetivos de recaudación fijados está condicionado por las necesidades de ingresos, acorde con el nivel de desequilibrio presupuestario. Es decir, se debería lograr que los aumentos de la recaudación no desincentiven el esfuerzo realizado en la gestión tributaria.

BIBLIOGRAFÍA

- ADAM, A., DELIS, M. y KAMMAS, P. (2011): "Public Sector Efficiency: Leveling the Playing Field between OECD Countries", *Public Choice*, 146 (1), 163-183.
- AIGNER, D.J. y CHU, S. (1968): "On estimating the industry production function", *American Economic Review*, 58, 826-839.
- AIGNER, D.J., LOVELL, C.A. y SCHMIDT, P. (1977): "Formulation and estimation of stochastic frontier production function models", *Journal of Econometrics*, 6, 21-37.
- ALM, J., y DUNCAN, D. (2014): "Estimating tax agency efficiency", *Public Budgeting & Finance*, 34(3), 92-110.
- BANKER, R.D., CHARNES, A. y COOPER, W.W. (1984): "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis", *Management Science*, 30 (9), 1078-1092.
- BARRILAO, P. y VILLAR, E. (2013): "The efficiency of the regional management centers of the tax administration in Spain", *Journal of US-China Public Administration*, 10(1), 49-56.
- BARRILAO, P., VILLAR, E. y JIMÉNEZ, J.D. (2012): "La eficiencia de la Administración Tributaria en España", *XV Encuentro de Economía Aplicada*, A Coruña, June 7-8 2012.
- BARROS, C.P. (2005): "Performance measurement in tax offices with a stochastic frontier model", *Journal Economics Studies*, 32(6), 497-510.
- BARROS, C.P. (2006): "Measuring total productivity in Lisbon tax offices with a Malmquist index", *Tijdschrift voor Economie Management*, 51(1), 25-46.
- BARROS, C.P. (2007): "Technical and allocative efficiency of tax offices: a case study", *International Journal of Public Sector Performance Management*, 1(1), 41-61.
- CAVES, D.W., CHRISTENSEN, L.R. y DIEWERT, W.E. (1982): "The economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity", *Econometrica*, 50(6), 1393-1414.
- CHARNES, A., CLARK, T., COOPER W.W. y GOLANY, B. (1985): "A developmental study of Data Envelopment Analysis in measuring the efficiency of maintenance units in U. S. Air Forces". En Thompson, R. & Thrall, R.M. (Eds.), *Annals of Operational Research*, 95-112.
- CHARNES, A., COOPER, W.W. y RHODES, E. (1978): "Measuring the efficiency of decision making units", *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- COOPER, W., SEIFORD, L.M. y TONE, K. (2007): *Data Envelopment Analysis: A comprehensive text with models, Applications, references and DEA-Solver Software*, 2.^a ed. Estados Unidos: Springer Science and Business Media.
- DE LA PEÑA, M.M. (2009): "Los puntos de conexión de los tributos cedidos a las Comunidades Autónomas", *Revista Jurídica de Castilla y León*, 17, 241-311.
- DELGADO, M. y PÉREZ, J.J. (2016): "La financiación de las Comunidades Autónomas más allá del sistema de financiación autonómica", *Mediterráneo Económico*, 30, 465-482.
- DEPRINS, D., SIMAR, L. y TULKENS, H. (1984): "Measuring Labor Inefficiency in Post Offices". En MARCHAND, M., PESTIEAU, P. y TULKENS, H. (eds.): *The Performance of Public Enterprises: Concepts and Measurements*. Nueva York: North - Holland.
- EFRON, B. (1979): "Bootstrap methods: Another look at the jackknife", *The Annals of Statistics*, 7, 1 26.
- EFRON, B. y TIBSHIRANI, R. (1993): *An Introduction to the Bootstrap*. New York, London: Chapman and Hall.
- ESTELLER, A. (2003): "La eficiencia en la administración de los tributos cedidos: un análisis explicativo", *Papeles de Economía Española*, 95, 320-334.
- FÁRE, R.; GROSSKOPF, S.; LINDGREN, B. y ROOS, P. (1989): "Productivity developments in swedish hospitals: A Malmquist Output Index Approach", Southern Illinois University, *Discussion paper*, 89-3.
- FÁRE, R.; GROSSKOPF, S.; LINDGREN, B. y ROOS, P. (1992): "Productivity changes in swedish pharmacies 1980-89: A nonparametric Malmquist Approach", *Journal of Productivity Analysis*, 3(3), 85-101.
- FÁRE, R.; GROSSKOPF, S.; NORRIS, M. y ZHANG, Z. (1994): "Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries", *American Economic Review*, 84(1), 66-83.
- FARREL, M.J. (1957): "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 120(3), 253-281.

- FIGUEROA, V. y HERRERO, L.C. (2017): "Determinantes de la eficiencia en la captación de turismo cultural nacional y extranjero en España: Un análisis regional", *Estudios de Economía Aplicada*, 35(3), 849-872.
- FORSUND, F.R., EDVARDSEN, D.F. y KITTELSEN, S. A. C. (2015): "Productivity of tax offices in Norway, *Journal of Productivity Analysis*, 43(3), 269-79.
- FORSUND, F.R., KITTELSEN, S.A.C. y LINDSETH, F. (2005): *Efficiency and productivity of Norwegian tax offices*. Memorandum 29/2005. Oslo: Department of Economics, University of Oslo.
- FRIED, H., LOVELL, K., SCHMIDT, S. y YAISAWARNG, S. (2002): "Accounting for Environmental Effects and Statistical Noise in Data Envelopment Analysis", *Journal of Productivity Analysis*, 17 (1), 157-174.
- FUENTES, R. (2008): "Productivity at the SUMA tax offices", *VVA: Proceedings of the 11th Toulon-Verona International conference on quality in services*, en Firenze University Press. 323-333.
- FUENTES, R. y LILLO-BAÑULS, A. (2015): "Smoothed bootstrap Malmquist index based on DEA model to compute productivity of tax offices", *Expert systems with applications*, 42, 2442-2450.
- GONZÁLEZ, X.M. y MILES, D. (2000): "Eficiencia en la inspección de hacienda", *Revista de Economía Aplicada*, 24, 203-219.
- JHA, R., MOHANTY, M.S., CHATTERJEE, S. y CHITKARA, P. (1999): "Tax efficiency in selected Indian states", *Empirical Economics*, 24, 641-654.
- JIMÉNEZ, J.D. y BARRILAO, P.E. (2001): "Una aproximación a la eficiencia en la gestión de la Agencia Estatal de la Administración Tributaria", *Papeles de Economía Española*, 87, 221-28.
- KATHARAKI, M. y TSAKAS, M. (2010). "Assessing the efficiency and managing the performance of Greek Tax-Offices", *Journal of Advances in Management Research*, 7(1), 58-75.
- LEDESMA, R. (2008): "Introducción al bootstrap. Desarrollo de un ejemplo acompañado de software de aplicación", *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 4 (2), 51-60.
- LEWIS, B.D. (2006): "Local government taxation: An analysis of administrative cost inefficiency", *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, 42, 213-33.
- MALMQUIST, S. (1953): "Index numbers and indifference surfaces", *Trabajos de Estadística*, 4, 209-242.
- MARTÍNEZ, M. y PÉREZ, W.S. (2013): "Un modelo no paramétrico de evaluación de la eficiencia y la gestión de las redes sociales virtuales: Una aplicación a las empresas del sector de las telecomunicaciones en España", *Estudios de Economía Aplicada*, 31(2), 597-620.
- MATTOS, E., ROCHA, F. y ARVATE, P. (2011): "Flypaper effect revisited: evidence for tax collection efficiency in Brazilian municipalities", *Estudios Económicos (São Paulo)*, 41(2), 239-267.
- MOESEN, W. y PERSOON, A. (2002): "Measuring and explaining the productive efficiency of tax offices: a non-parametric best practice frontier approach", *Tijdschrift voor Economie en Management*, vol. XLVII, 3, 399-416.
- MOSCOTE, O. y ARLEY, W. (2012): "Modelo Logit y Probit: un caso de aplicación", *Comunicaciones en Estadística*, diciembre 2012, 5(2).
- ONRUBIA, J. (2016): "Financiación autonómica y administración tributaria: una propuesta de modelo integrado de gestión", *Mediterráneo Económico*, 30, 231-271.
- RUY, S. y LEE, S. (2013): "An exploratory study of efficiency in tax jurisdictions", *Advanced Science and Technology Letters*, 34, 46-49.
- SAVI, G., DRAGOJLOVI, A., VUJOSEVI, M., ARSI, M., y MARTI, M. (2015): "Impact of the efficiency of the tax administration on tax evasión", *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja*, 28(1), 1138-1148.
- SHEPHARD, R.W. (1970): *Theory of cost and production function*. Princeton. New Jersey: Princeton University Press.
- SIMAR, L. y WILSON, W.P. (1998): "Sensitivity analysis of efficiency scores: How to bootstrap in nonparametric frontier models", *Management Science*, 44(1), 49-60.
- THIRTLE, C., SHANKAR, B., CHITKARA, P., CHATTERJEE, S. y MOHANTY, M.S. (2000): "Size does matter: technical and scale efficiency in indian state tax jurisdictions", *Review of Development Economics*, 4(3), 340-52.
- TOBIN, J. (1958): "Estimation of relationships for limited dependent variables", *Econometrica*, 26, 24-36.

- TSAKAS, M. y KATHARAKI, M. (2014). "Impact of environmental factor son the efficiency of tax organizations", *Serbian Journal of Management*, 9(1), 31-43.
- VILLAR, E., BARRILAO, P.E. y DELGADO, J. (2017): "Relative efficiency within a tax administration: The effects of result improvement", *Revista Finanzas y Política Económica*, 9(1), 135-149.

ANEXOS

CUADRO 9

ESTUDIOS APLICADOS A LA ADMINISTRACIÓN TRIBUTARIA

Estudio	Período	Ámbito geográfico	VARIABLES INPUTS Y OUTPUTS	Metodología	Resultados
Jha <i>et al.</i> (1999)	1980-1981 1992-1993	India	Inputs: producto nacional bruto, ingresos agrícolas y gasto en consumo doméstico Outputs: recaudación total	SFA	Riqueza influye negativamente en eficiencia
González y Miles (2000)	1995	España	Inputs: inspectores respecto a em-pleados Outputs: actos de inspección por contri-buyente y deuda relativa al fraude	DEA - bootstrap	Eficiencia media 81 %. Andalucía y Cana-rias ineficientes
Thirle <i>et al.</i> (2000)	1980-1992	India	Inputs: gasto en recaudación como por-centaje del PIB, PIB precios constantes, agricultura respecto del PIB, índice de pobreza Outputs: recaudación tributaria	DEA - IPM	Eficiencia se relaciona con PIB, agricultura y pobreza
Jiménez y Barriao (2001)	1997	España	Inputs: número funcionarios y gastos de funcionamiento Outputs: ingresos por actos de liqui-dación	DEA	Identifican las Delegaciones especiales referentes
Moessen y Parsons (2002)	1991	Bélgica	Inputs: personal tiempo completo Outputs: declaraciones auditadas (3 categorías)	DEA - 2ª etapa Tobit FDH	Eficiencia depende de la Administración Central
Esteller (2003)	1992 y 1995-1998	España	Inputs: personal gestor inspector; resto de personal, metros ² de local y dotación equipos informáticos Outputs: recaudación bruta	SFA	Relación inversa entre eficiencia y transferencias. Déficit influye en eficiencia. Eficiencia media 83 %
Barros (2005)	1999-2002	Lisboa - Portugal	Inputs: coste salarios, renta por oficina, impuesto sobre renta por población Outputs: recaudación tributaria	SFA	Eficiencia promedio 80 %. Relación eficiencia rigidez laboral, información e ineficiencia X

continúa...

CUADRO 9
ESTUDIOS APLICADOS A LA ADMINISTRACIÓN TRIBUTARIA (CONTINUACIÓN)

Estudio	Período	Ámbito geográfico	Variables Inputs y Outputs	Metodología	Resultados
Forsund et al. (2005)	2002-2004	Noruega	Inputs: costes transporte, gastos oficina, mano de obra Outputs: personal, reclamaciones, declaraciones falsas, declaraciones empleados y pensionistas, declaraciones actividades económicas y sociedades	DEA - IPM	Productividad depende del tamaño de las oficinas
Barros (2006)	1999-2002	Lisboa - Portugal	Inputs: coste salarios, renta por oficina, impuesto sobre renta por población Outputs: recaudación tributaria (6 categorías)	IPM	Productividad mejora en 19,2 %
Lewis (2006)	2003	Indonesia	Inputs: costes de administración Outputs: ingresos generados	SFA	Eficiencia relacionada de forma inversa con transferencias centrales
Barros (2007)	1999-2002	Lisboa - Portugal	Inputs: coste salarios; renta por oficina, impuesto sobre renta por población. Outputs: recaudación tributaria (6 categorías)	DEA - 2ª etapa Tobit	Eficiencia promedio 81,6 %. Eficiencia relacionada con PIB, gasto público y ubicación oficinas
Fuentes (2008)	2004-2006	Alicante - España	Inputs: empleados y área de cada unidad fiscal Outputs: declaraciones y declarantes	DEA - IPM y cuasi-Malmquist	La mejora en eficiencia depende del trabajo en equipo y profesionalidad
Katharaki y Tsakas (2010)	2001-2006	Grecia	Inputs: empleados, ordenadores y contribuyentes Outputs: recaudación de impuestos	DEA - 2ª etapa Tobit DEA window	Relación eficiencia con escala, PIB y población
Mattos et al. (2011)	2004	Brasil	Inputs: empleados e inversión en capital Outputs: recaudación total y base fiscal de impuestos	FDH - 2ª etapa Tobit	Relación inversa eficiencia subvenciones
Barrilco, Villar y Jiménez (2012)	2004	España	Inputs: gasto en bienes y servicios, declaraciones y efectivos Outputs: ingresos por actos de liquidación	DEA	La Rioja, Cataluña y Castilla-La Mancha las más eficientes

continúa...

CUADRO 9
ESTUDIOS APLICADOS A LA ADMINISTRACIÓN TRIBUTARIA (CONTINUACIÓN)

Estudio	Período	Ámbito geográfico	Variables	Metodología	Resultados
Barrileo y Villar (2013)	2008	España	Inputs: gasto en bienes y servicios, declaraciones y efectivos	DEA	Andalucía, Castilla -La Mancha, Cataluña y La Rioja las más eficientes
Ru y Lee (2013)	1998-2001	Corea	Outputs: ingresos por actos liquidación Inputs: número de contribuyentes directos, indirectos y PIB regional	DEA - window	Eficiencia promedio 62 %
Alm y Duncan (2014)	2007-2011	OCDE -28 países-	Outputs: recaudación por impuestos directos y otros Inputs: coste salarios	DEA 3 etapas con SFA	Eficiencia media 83-90%. Eficiencia dependiente de capacidad fiscal, leyes fiscales y cumplimiento tributario
Tsakas y Katharakis (2014)	2001-2006	Grecia	Outputs: recaudación tributaria directa e indirecta Inputs: empleados, ordenadores y contribuyentes	DEA - bootstrap 2ª etapa Tobit	Eficiencia relacionada con mala gestión recursos, evasión fiscal y número entidades jurídicas
Fuentes y Lillo-Bañuls (2015)	2004-2006	Alicante - España	Outputs: recaudación de impuestos Inputs: empleados y área de cada unidad fiscal	IPM - bootstrap 2ª etapa U de Mann Whitney	Productividad aumenta un 6,39 %. Para mejorar la eficiencia se debería invertir en infraestructuras
Savi <i>et al.</i> (2015)	2011-2012	OCDE -13 países-	Outputs: declaraciones y declarantes Inputs: gasto sobre la recaudación neta, impuestos pagados y tiempo para recaudar	DEA - 2ª etapa regresión	Relación economía sumergida con empleo, eficiencia y trabajadores de Administración tributaria
Forsund <i>et al.</i> (2015)	2002-2004	Noruega	Outputs: impuesto recaudado entre impuesto por recaudar y acciones completadas entre recaudación Inputs: costes transporte, gastos oficina, mano de obra Outputs: personal, reclamaciones, declaraciones falsas, declaraciones empleadas y pensionistas, declaraciones actividades económicas y sociedades	IPM - bootstrap	Productividad crece un promedio del 4 % en los tres años analizados

continúa...

CUADRO 9
ESTUDIOS APLICADOS A LA ADMINISTRACIÓN TRIBUTARIA (CONCLUSIÓN)

Estudio	Período	Ámbito geográfico	VARIABLES Inputs y Outputs	Metodología	Resultados
Villar et al. (2017)	2012	España	Inputs: personal, declaraciones y gasto corriente Outputs: Ingresos por actos de liquidación	DEA	Mejora potencial de eficiencia 21 %. Incremento potencial 1.023 millones euros

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 10
NIVELES DE EFICIENCIA TÉCNICA OBTENIDOS EN EL DEA OUTPUT
ORIENTADO φ^* -EN %- (CONTINUACIÓN)

Delegación territorial	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	media 2004-2015
Almería	55,42	41,80	53,19	54,15	67,92	86,32	66,46	50,00	58,55	44,64	39,49	37,78	54,64
Cádiz	72,77	59,06	79,19	83,84	89,43	100	100	78,05	93,34	39,93	24,31	22,02	70,16
Córdoba	85,69	62,60	100	100	100	94,97	80,69	53,80	98,19	58,94	51,27	100	82,18
Granada	95,67	100	86,74	84,96	75,50	88,08	74,98	57,63	86,57	100	100	39,85	82,50
Huelva	61,01	55,46	65,02	91,05	75,60	91,49	100	100	100	70,34	52,03	25,61	73,97
Jaén	100	34,82	73,70	75,57	73,00	75,75	100	100	100	44,66	29,02	19,38	68,83
Málaga	84,99	67,55	76,45	73,10	71,32	67,11	91,79	100	89,78	70,03	100	100	82,68
Sevilla	100	100	100	78,35	100	100	100	70,04	100	66,29	65,44	48,77	85,74
ANDALUCÍA	79,85	65,12	77,19	78,35	80,69	86,78	88,70	77,27	89,30	63,40	63,49	55,53	75,47
Huesca	58,17	50,15	65,33	40,88	79,59	68,22	66,19	62,33	40,35	38,32	27,02	39,58	53,01
Teruel	43,51	25,50	32,34	40,29	42,45	51,44	69,80	73,52	40,47	98,64	85,76	44,53	54,02
Zaragoza	100	77,58	84,30	100	100	100	100	67,81	70,01	55,90	52,80	42,51	79,24
ARAGÓN	75,72	51,08	60,66	60,39	74,01	73,22	78,66	67,89	50,28	64,29	55,19	42,21	62,80
ASTURIAS	69,09	61,68	57,71	78,01	66,88	90,00	79,35	68,88	76,10	74,46	70,87	59,36	71,03
BALEARES	88,72	96,21	100	93,56	93,54	76,91	100	100	100	100	87,06	92,64	94,05
Las Palmas	52,99	31,32	34,50	39,31	28,60	33,40	30,51	29,92	24,25	39,76	29,25	35,39	34,10
Santa Cruz de Tenerife	50,08	37,91	38,43	34,98	26,34	28,10	28,77	26,58	21,69	41,92	35,93	32,88	33,63
CANARIAS	51,64	34,29	36,29	37,32	27,54	30,88	29,68	28,34	23,05	40,81	32,64	34,21	33,89
CANTABRIA	56,26	74,04	60,85	74,30	77,14	100	86,23	65,97	43,43	48,08	34,46	29,45	62,52
Ávila	70,36	100	100	100	65,86	76,30	74,14	61,02	34,92	32,06	47,01	100	71,81
Burgos	57,12	58,82	55,99	57,86	63,11	60,10	54,30	45,66	39,22	39,53	42,60	27,33	50,14
León	38,27	39,08	38,03	38,01	41,21	35,38	36,75	34,40	35,32	47,30	23,48	27,87	36,26
Palencia	52,49	74,60	52,27	28,94	100	100	74,17	63,62	78,86	95,68	78,12	84,93	73,64
Salamanca	75,39	62,70	70,05	61,30	80,53	51,27	64,68	58,68	50,27	38,81	34,41	32,96	56,75
Segovia	74,40	52,16	30,86	45,69	52,41	52,25	57,41	51,12	42,21	86,62	100	80,02	60,43

continúa...

CUADRO 10
NIVELES DE EFICIENCIA TÉCNICA OBTENIDOS EN EL DEA OUTPUT
ORIENTADO φ^* -EN %- (CONTINUACIÓN)

Delegación territorial	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	media 2004-2015
Soria	100	100	100	38,99	100	100	100	100	100	100	100	100	94,92
Valladolid	59,93	60,76	56,91	53,32	55,94	56,95	60,46	52,97	53,57	49,99	34,57	38,57	52,83
Zamora	100	62,12	100	100	76,83	54,51	48,54	59,62	51,46	61,36	46,82	33,57	66,24
CASTILLA Y LEÓN	68,58	66,55	65,00	58,06	69,54	65,40	63,45	57,87	54,40	61,87	57,17	57,01	62,07
Albacete	25,65	26,41	33,59	44,31	54,47	49,02	57,27	40,24	36,61	32,09	27,33	33,77	38,40
Ciudad Real	43,28	54,30	42,86	46,22	46,76	46,73	51,72	39,03	33,95	31,79	20,63	20,09	39,78
Cuenca	28,91	28,61	37,95	35,37	50,22	51,85	32,45	34,64	31,74	37,31	29,95	25,50	35,38
Guadalajara	62,19	60,16	55,36	51,86	57,73	97,69	78,18	62,08	74,44	61,49	48,35	69,64	64,93
Toledo	60,10	67,37	74,00	76,79	74,36	56,73	53,28	48,69	49,45	37,48	24,47	24,50	53,94
CASTILLA-LA MANCHA	48,33	51,96	52,84	53,90	58,33	67,31	57,62	46,56	49,01	41,36	32,05	38,35	49,80
Barcelona	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Girona	77,20	87,46	79,49	74,90	68,70	64,09	57,70	49,98	45,64	35,32	28,48	27,97	58,08
Lleida	44,35	56,11	56,56	55,96	55,34	56,40	48,09	50,85	37,19	25,71	17,92	16,54	43,42
Tarragona	76,40	70,20	72,16	68,16	62,94	60,72	55,03	47,22	41,27	32,80	23,93	23,26	52,84
CATALUÑA	79,05	81,55	79,69	77,51	76,42	75,01	70,88	68,22	65,29	63,89	58,95	60,30	71,40
Badajoz	55,97	36,32	44,17	35,49	41,59	44,34	33,21	51,69	84,66	100	100	46,44	56,16
Cáceres	41,90	42,65	40,60	43,78	54,28	58,23	61,47	39,70	29,23	29,06	16,42	15,82	39,43
EXTREMADURA	49,02	39,50	42,47	39,57	47,91	51,26	47,15	45,74	57,86	64,82	62,16	33,56	48,42
A Coruña	62,67	37,65	85,19	58,26	56,31	46,73	45,53	52,29	52,98	48,42	43,88	48,38	53,19
Lugo	39,73	58,25	47,87	68,21	70,64	51,54	52,75	47,53	40,68	33,51	28,82	45,34	48,74
Ourense	47,74	22,78	30,00	42,36	30,42	23,94	28,67	25,74	21,20	16,14	14,21	32,81	28,00
Pontevedra	100	43,60	49,16	70,47	54,11	46,78	51,41	40,63	62,12	44,21	30,59	41,09	52,85
GALICIA	66,85	40,90	56,22	60,88	53,98	43,50	45,17	42,62	45,76	39,09	33,68	43,31	47,66
LA RIOJA	86,19	77,68	100	83,59	100	91,04	99,69	88,93	63,62	38,03	31,25	36,84	74,74
MADRID	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

continúa...

CUADRO 10
NIVELES DE EFICIENCIA TÉCNICA OBTENIDOS EN EL DEA OUTPUT
ORIENTADO φ^* -EN %- (CONCLUSIÓN)

Delegación territorial	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	media 2004-2015
MURCIA	74,01	51,46	63,68	83,75	74,37	79,46	80,80	50,49	100	69,30	87,76	59,85	72,91
Alicante	61,17	55,20	54,44	52,06	51,59	56,14	54,76	55,21	47,44	46,08	49,13	49,23	52,70
Castellón	49,93	52,01	52,94	56,69	42,89	42,01	38,52	38,92	33,11	28,63	21,79	22,35	39,98
Valencia	60,09	59,83	63,56	64,91	57,77	57,99	58,00	53,26	45,25	48,57	56,87	52,39	56,54
VALENCIA	56,75	55,37	56,49	57,74	50,26	51,56	50,22	48,97	41,80	41,52	43,46	42,35	49,71
MEDIA													
PONDERADA (desviación típica)	70,61 (21)	64,41 (22)	68,32 (22)	68,12 (21)	70,35 (21)	71,08 (22)	70,05 (23)	62,44 (21)	62,61 (26)	58,47 (24)	54,66 (28)	52,70 (26)	64,48 (18)
Nº eficientes (% eficientes)	8 (17 %)	6 (13 %)	9 (19 %)	6 (13 %)	8 (17 %)	8 (17 %)	9 (19 %)	7 (15 %)	8 (17%)	6 (13 %)	7 (15 %)	6 (13 %)	2 (4 %)
Eficiencia máxima_mínima	100_25	100_22	100_30	100_28	100_26	100_23	100_28	100_25	100_21	100_16	100_14	100_15	100_28
Global leader (número referente)	Zamora (23)	Soria (28)	Barcelona (21)	Barcelona (23)	Barcelona (24)	Cantabria (28)	Huelva (27)	Baleares (35)	Baleares (37)	Baleares (38)	Málaga (38)	Málaga (39)	-
	Barcelona (20)	Madrid (26)	Ávila (16)	Zamora (23)	Zaragoza (23)	Barcelona (20)	Baleares (24)	Málaga (35)	Soria (28)	Soria (27)	Badajoz (21)	Córdoba (27)	

El nivel de eficiencia φ^* indica la cantidad en porcentaje en la que se deberían incrementar la recaudación y el número de actas, que es $[(100/\varphi^*)-1] \times 100\%$, para que la Delegación tributaria alcance la eficiencia plena. El índice de eficiencia debe ser interpretado en relación a las variables utilizadas y en términos relativos.

La agregación de los índices de eficiencia al nivel nacional y de la Comunidad Autónoma se realiza ponderando por la importancia relativa de cada Delegación territorial en el volumen total de recaudación aplicada líquida -deflactada y por cada 1.000 habitantes-, nacional y autonómico, respectivamente. En Esteller (2003) y Jha *et al.* (1999) se agregan los índices ponderando por la importancia relativa en la recaudación.

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 11
RESULTADOS DEL CAMBIO PRODUCTIVO POR DELEGACIONES: IPM
-EN UNIDADES- (CONTINUACIÓN)

Delegación	IPM 2004-2015	Cambio eficiencia	Cambio tecnológico	Delegación	IPM 2004-2015	Cambio eficiencia	Cambio tecnológico
Almería	1,0014	0,9879	1,0395	Albacete	1,0363	1,0450	1,0023
Cádiz	0,9586	0,9377	1,0540	Ciudad Real	0,9465	0,9476	1,0137
Córdoba	1,0989	1,0945	1,0777	Cuenca	0,9942	1,0127	1,0014
Granada	1,0033	0,9657	1,0501	Guadalajara	1,0293	1,0432	1,0046
Huelva	1,0007	0,9591	1,0497	Toledo	0,9441	0,9336	1,0212
Jaén	0,9861	0,9616	1,0743	CASTILLA -LA MANCHA	0,9901	0,9901	0,9964
Málaga	1,0995	1,0329	1,0605	Barcelona	0,9730	1,0000	0,9730
Sevilla	0,9816	0,9621	1,0538	Girona	0,9393	0,9160	1,0308
ANDALUCÍA	1,0163	0,9877	1,0574	Lleida	0,9263	0,9294	1,0109
Huesca	0,9866	1,0249	1,0195	Tarragona	0,9117	0,9013	1,0228
Teruel	0,9796	1,0138	0,9979	CATALUÑA	0,9376	0,9367	1,0094
Zaragoza	0,9674	0,9370	1,0450	Badajoz	1,0265	1,0450	0,9967
ARAGÓN	0,9779	0,9919	1,0208	Cáceres	0,9190	0,9383	1,0136
ASTURIAS	1,0153	1,0005	1,0241	EXTREMADURA	0,9728	0,9917	1,0051
BALEARES	1,0460	1,0106	1,0375	A Coruña	1,0441	1,0366	1,0181
Las Palmas	1,0324	1,0016	1,0369	Lugo	1,0813	1,0468	1,0295
Santa Cruz de Tenerife	0,9572	0,9196	1,0495	Ourense	0,9964	0,9618	1,0540
CANARIAS	0,9948	0,9606	1,0432	Pontevedra	0,9778	0,9813	1,0480
CANTABRIA	0,9805	0,9689	1,0238	GALICIA	1,0249	1,0066	1,0374
Ávila	1,1962	1,1015	1,0792	LA RIOJA	0,9267	0,9483	0,9966
Burgos	0,9283	0,9444	0,9854	MADRID	0,9717	1,0000	0,9717
León	0,9783	0,9964	0,9906	MURCIA	1,0250	1,0425	1,0712
Palencia	0,9725	1,0079	0,9685	Alicante	0,9792	0,9824	0,9998
Salamanca	0,9322	0,9469	1,0041	Castellón	0,9495	0,9360	1,0207

continúa...

CUADRO 11
RESULTADOS DEL CAMBIO PRODUCTIVO POR DELEGACIONES: IPM
-EN UNIDADES- (CONCLUSIÓN)

Delegación	IPM 2004-2015	Cambio eficiencia	Cambio tecnológico	Delegación	IPM 2004-2015	Cambio eficiencia	Cambio tecnológico
Segovia	1,0060	1,0672	0,9651	Valencia	0,9766	0,9915	0,9803
Soria	0,9026	0,9959	0,9233	VALENCIA	0,9684	0,9700	1,0003
Valladolid	0,9677	0,9677	1,0162	-	-	-	-
Zamora	0,8677	0,9421	0,9384	-	-	-	-
CASTILLA Y LEÓN	0,9724	0,9967	0,9856	-	-	-	-

Quando IPM > 1 se produce una mejora en la productividad de $(IPM-1) \times 100$ %. Quando IPM = 1 la productividad no cambia. Por su parte, IPM < 1 indican reducciones en la productividad de $(1-IPM) \times 100\%$.

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 12
RESULTADOS DEL CAMBIO PRODUCTIVO POR AÑOS: IPM -EN
UNIDADES-

AÑO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	MEDIA
IPM medio	1,0778	1,0343	1,0032	0,8247	0,8856	0,9856	0,9325	0,9854	1,0264	1,0808	1,0253	0,9874
Cambio eficiencia	0,917	1,1215	1,0287	1,0426	1,0108	0,9985	0,9073	1,0038	0,943	0,8726	1,0079	0,9867
Cambio tecno- lógico	1,184	0,9306	0,9756	0,805	0,876	0,9849	1,0402	1,029	1,1075	1,254	1,0154	1,0184

FUENTE: Elaboración propia.