

V JORNADAS IBEROAMERICANAS DE FINANCIACIÓN LOCAL

5 y 6 de Octubre de 2016, Santiago de Compostela

Medición de la eficiencia en los municipios catalanes (2005-2012)

José Manuel Cordero Ferrera, Universidad de Extremadura

Carlos Díaz Caro, Universidad de Extremadura

Cristina Polo Fernández, Universidad de Extremadura

Resumen

El objeto de este trabajo consiste en la medición de la eficiencia de un conjunto de municipios catalanes a lo largo de un período de ocho años que abarca desde los años previos a la crisis económica hasta los inicios de la recuperación (2005-2012). Para ello se ha construido una base de datos de tipo panel para un conjunto de 154 ayuntamientos con una población comprendida entre los 5.000 y 50.000 habitantes. La técnica empleada para llevar a cabo el análisis es un modelo no paramétrico condicional dinámico con el que resulta posible incorporar al cálculo de los índices de eficiencia información relativa a un conjunto de variables socioeconómicas que pueden afectar al comportamiento, además de la dimensión temporal que supone trabajar con datos de panel. Este enfoque metodológico no se ha utilizado previamente en ningún estudio empírico referido al ámbito municipal, lo que confiere al presente estudio un carácter innovador. Los resultados obtenidos muestran que durante los años de bonanza económica estos municipios experimentaron un notable descenso en sus niveles de eficiencia, especialmente los de mayor tamaño poblacional, aunque esta tendencia se invirtió a partir del año 2009.

Palabras clave: Eficiencia, municipios, Técnicas no paramétricas, Crisis económica

1.Introducción

Los efectos de la crisis económica junto con las fuertes restricciones al endeudamiento impuestas a las corporaciones locales existentes en nuestro país, han reducido notablemente los recursos de los que éstas disponen para el correcto desarrollo de las actividades que tienen encomendadas. Ante esta grave situación financiera, la gestión eficiente de estos recursos disponibles se ha convertido en una prioridad para los ayuntamientos. Este planteamiento está asociado a la idea de que los municipios “deberían hacer más con menos”, aunque sin perder de vista que su objetivo fundamental ha de ser la mejora de la calidad de vida de sus ciudadanos. En concreto, la investigación centrada en la evaluación de la eficiencia de los gobiernos se sitúa dentro del considerado *New PublicManagament* (NPM) con especial atención dentro del campo de la administración pública (Andrews, 2011; y Andrews y Van de Walle, 2013).

El presente estudio se refiere al caso concreto de los municipios de Cataluña, para los cuales se ha seleccionado una muestra de 154 municipios de tamaño intermedio (entre 5.000 y 50.000 habitantes) que tienen asumidas unas competencias similares. El objetivo que se plantea es la medición y cuantificación de su eficiencia global para un período un período de ocho años (2005-2012) que abarca desde los años previos a la crisis económica hasta los inicios de la recuperación, incorporando el posible efecto del contexto en el que operan estos municipios, representado por un conjunto de indicadores socioeconómicos y geográficos. La consideración de estas variables en la estimación de los índices de eficiencia resulta fundamental para poder garantizar que los municipios calificados como ineficientes lo son realmente o, si aun haciendo todo lo que está en su mano, hay factores que no le permiten alcanzar los objetivos que otros sí logran.

La metodología empleada en la aplicación empírica es el modelo de eficiencia condicional desarrollado por Daraio y Simar (2005, 2007a, 2007b) a un escenario en el que se dispone de información de tipo panel (Mastromarcoy Simar, 2015), haciendo posible un análisis dinámico de la evolución de la eficiencia a lo largo del período estudiado. Este enfoque totalmente no paramétrico nos permite incorporar directamente en la estimación de los índices de eficiencia la información relativa al heterogéneo contexto en el que pueda operar cada uno de los municipios evaluados. De esta manera,

los índices de eficiencia estimados pueden ser interpretados por las autoridades locales como verdaderos objetivos de producción. Además, esta técnica nos permite examinar si el efecto de las variables contextuales consideradas es eficiente, así como el signo (favorable o desfavorable) de dicho efecto.

El trabajo se estructura de la siguiente forma. En la sección segunda se lleva a cabo una revisión de la literatura con el fin de establecer la situación actual de la investigación en el campo de la eficiencia de los servicios locales. En la sección tercera se explica la metodología utilizada, incorporando las extensiones relativas a su aplicación tanto con datos de panel como con variables exógenas. En la sección cuarta se describen las principales características de la base de datos utilizada y las variables seleccionadas para llevar a cabo el análisis empírico propuesto. En la sección presentan los resultados obtenidos, finalizando el trabajo con un resumen de las principales conclusiones obtenidas en la sección sexta.

2.Revisión de la literatura

En este apartado se ofrece una breve revisión de los trabajos que abordan la medición de la eficiencia de los servicios públicos ofrecidos por los entes locales, entre los que podemos diferenciar dos posibles enfoques, los que analizan la eficiencia de un servicio público específico y los que realizan un análisis de la eficiencia global, teniendo en cuenta el conjunto de servicios públicos ofrecidos por el ente local.

Dentro del primer bloque podemos encontrar trabajos que se ocupan de analizar servicios tan distintos como el abastecimiento de agua (Thanassoulis, 2000; Woodbury y Dollery, 2004), la recogida de residuos (Worthington y Dollery, 2001; Bosch *et al.*, 2000; Bel, 2006; Benito *et al.*, 2013), las bibliotecas (De Witte y Geys, 2011, 2013), la prevención de incendios (Lanet *et al.*, 2009), el alumbrado (Lorenzo y Sánchez, 2007), el transporte urbano (Walter y Cullmann, 2008; Michaelides *et al.*, 2010) o la policía local (Vershelde y Rogge, 2012, 2013; Aristovnik *et al.*, 2014)¹. El principal inconveniente al que se enfrentan este tipo de trabajos es la cuantificación de los inputs que se destinan a cada servicio, pues la mayor parte de las Administraciones Locales no disponen de

¹ Para una revisión de la literatura más extensa pueden consultarse los trabajos realizados por De Borger y Kerstens (2000) y Worthington y Dollery (2000).

una adecuada contabilidad de costes para tal fin. Para solventar tal dificultad, muchos estudios han decidido abordar el análisis de eficiencia de los servicios públicos locales desde una perspectiva global, puesto que el amplio y diverso conjunto de servicios locales ofrecidos son financiados en su totalidad con el presupuesto municipal.

Esta línea de trabajo fue iniciada con los trabajos pioneros de Van Den Eeckhout *et al.* (1993), De Borger *et al.* (1994) y De Borger y Kerstens (1996a, 1996b) referidos al caso de los municipios belgas, aunque posteriormente se ha ampliado a otros muchos países (Worthington, 2000; Sousa y Stosic, 2005; Afonso y Fernandes, 2008; Kalb *et al.*, 2012; Kutlaret *et al.*, 2012; Cruz y Marques, 2014; Doumpos y Cohenm 2014; Otsuka *et al.*, 2014). También existe una amplia literatura referida al caso español, iniciada por el trabajo de Prieto y Zofio (2001), en el que se evaluaba la eficiencia de un conjunto de pequeños municipios de la provincia de León, y continuada por varios estudios con muestras más amplias referidas a todo el territorio español (Balaguer-Coll *et al.*, 2006; Balaguer-Coll y Prior, 2009; Balaguer-Collet *et al.*, 2013; Pérez-López *et al.*, 2015).

Si nos centramos en el estudio del caso concreto de los municipios de Cataluña, cabe destacar los trabajos de Giménez y Prior (2007), en el que se analiza una muestra de 258 municipios con una población mayor a los 2.000 habitantes distinguiendo entre la eficiencia a corto y largo plazo, y el realizado por Bosch *et al.* (2012), en el que analiza la influencia de las características socioeconómicas de los ciudadanos sobre la eficiencia municipal utilizando para un conjunto de 102 municipios con una población entre los 5.000 y 20.000 habitantes.

En la mayoría de estos estudios empíricos se utilizan métodos no paramétricos como el DEA o el FDH porque su mayor flexibilidad les permite adaptarse bien a las características de la provisión pública². Los inputs incluidos en el modelo suelen estar relacionados con el gasto en personal y otras partidas presupuestarias (adquisición de bienes y servicios, transferencias recibidas, gastos de capital, etc.). Como medida del output se utilizan normalmente indicadores representativos de los servicios provistos a la población, como el número de puntos de luz, las toneladas de residuos recogidos, la amplitud de la red de carreteras o el número de licencias concedidas para la

² Para una discusión amplia sobre esta cuestión, véase Pedraja *et al.* (2001).

construcción de edificios, a los que se suele añadir el volumen de población como *proxy* del resto de servicios suministrados. Además, resulta habitual la consideración de un conjunto de variables socioeconómicas y/o políticas que pueden afectar a la eficiencia de los municipios, como pueden ser el nivel de renta relativa, las tasas de desempleo, el nivel de actividad comercial y turística o el signo del partido político que gobierna.

En los casos en los que se analiza el posible efecto de estas variables contextuales o exógenas, la práctica más común consiste en el uso de los denominados modelos de segunda etapa, en los que los índices de eficiencia obtenidos en una etapa inicial a partir de los inputs consumidos y los outputs obtenidos son incluidos como variable dependiente en una regresión en el que las variables explicativas son las variables de contexto. Tradicionalmente este modelo se estimaba utilizando métodos de inferencia tradicionales como el modelo Tobit o mínimos cuadrados ordinarios (por ejemplo, en AfonsoyFernandes 2008 o Balaguer-Colly Prior 2009), aunque en los trabajos más recientes resulta habitual el empleo de la propuesta metodológica de Simar y Wilson (2007), con la que resulta posible obtener resultados más consistentes de los parámetros del modelo (por ejemplo, en Bosch et al., 2012 o Cruz y Marques, 2014).

A pesar del innegable interés que supone conocer cuáles son los factores contextuales que explican los niveles de eficiencia (o ineficiencia) de los municipios evaluados a posteriori, la validez de los resultados obtenidos mediante la aplicación de los modelos de segunda etapa está sujeta al cumplimiento de la condición de separabilidad entre el espacio de los inputs-outputs y el de las variables contextuales³, lo que supone asumir implícitamente que los factores exógenos afectan solamente a la probabilidad de ser más o menos eficiente, pero no a la forma de la frontera (Dario y Simar, 2007a; Badin et al., 2014)⁴. Este supuesto resulta muy difícil de creer en el contexto de un análisis global de la eficiencia municipal, puesto que cabe esperar que las características económicas y socio-demográficas de los entes locales influyan tanto en el nivel de recursos empleados como y en la cantidad y el tipo de outputs ofrecidos a los ciudadanos.

³ Para una discusión detallada de la condición de separabilidad véase Simar y Wilson (2011).

⁴ Esta verificación puede comprobarse utilizando una herramienta estadística desarrollada por Dario et al. (2015).

Cuando este requisito no se cumple, la alternativa más apropiada dentro del contexto no paramétrico consiste en el uso de los denominados modelos de eficiencia condicional desarrollados por Daraio y Simar (2005, 2007a, 2007b), en los que no es necesario asumir la mencionada condición de separabilidad. Además, esta técnica permite incorporar la información proporcionada por las variables exógenas a la hora de estimar los índices de eficiencia, haciendo posible obtener unos indicadores que puedan interpretarse como objetivos de producción de las unidades evaluadas. Hasta el momento, el uso de esta técnica en el contexto del análisis de eficiencia municipal se limita a un reciente estudio aplicado a la totalidad de los municipios de Portugal con el propósito de evaluar el impacto de las recientes reformas estructurales introducidas en la Administración Local en ese país (Cordero et al., 2016).

En el presente estudio aplicamos esta metodología a una muestra más homogénea, compuesta por un conjunto de municipios catalanes de entre 5.000 y 50.000, en el que todos tienen un nivel de responsabilidad similar en cuanto a las competencias que tienen asumidas. Además, en nuestro análisis consideramos la dimensión temporal como una variable contextual adicional, lo que nos permite adaptar el modelo a una estructura dinámica y analizar la evolución de los niveles de eficiencia a lo largo de un período de ocho años (2005-2012) que abarca distintas fases del ciclo económico.

3. Metodología

La definición de una tecnología de producción utilizada por los entes locales para convertir los recursos de los que dispone en servicios públicos para los ciudadanos en una tarea muy compleja. En el contexto del presente estudio consideramos que estos entes disponen de unos inputs ($x \in \mathfrak{R}_+^p$), que transforman en un conjunto heterogéneo de servicios o outputs ($y \in \mathfrak{R}_+^q$). Por tanto, las posibles combinaciones de inputs y outputs (x, y) se pueden definir mediante la expresión

$$\psi = \left\{ (x, y) \in \mathfrak{R}_+^{p+q} \mid x \text{ puede producir } y \right\}. \quad (1)$$

Para poder estimar la eficiencia relativa de cada municipio es necesario construir una frontera que represente a las mejores unidades y que sirva de referencia al resto. Si

optamos por una orientación al input, la medida de eficiencia de una unidad que opera al nivel (x, y) se definen de la siguiente manera

$$\lambda(x, y) = \inf \{ \lambda | (\lambda x, y) \in \psi \} \quad (2)$$

donde un valor $\lambda = 1$ indica que la unidad pertenece a la frontera, mientras que un valor $(1 - \lambda) < 1$ representa la reducción proporcional que la unidad evaluada debe realizar en sus inputs para conseguir ser eficiente. En este contexto, los modelos no paramétricos son los más populares en la literatura, puesto que no requieren asumir ninguna hipótesis en cuanto a la forma de la función de producción. Los dos modelos más habituales dentro de este enfoque no paramétrico son el FDH (*Free Disposal Hull*), desarrollado por Deprins et al. (1984), y el DEA (*Data Envelopment Analysis*), propuesto por Charnes et al. (1978). Ambas técnicas estiman el valor de ψ a partir del menor conjunto $\hat{\psi}$ que envuelve a los datos observados, pero FDH se diferencia del DEA en que no asume la existencia de convexidad. Aunque la técnica DEA es más popular entre los investigadores, en el presente estudio utilizaremos el FDH, dado que tiene propiedades asintóticas superiores (Park et al., 2000; Simar y Wilson, 2000) y asegura que todas las unidades de referencia sean reales⁵. Utilizando la notación propuesta por Daraio y Simar (2007a), las medidas de eficiencia FDH pueden ser estimadas resolviendo el siguiente programa lineal

$$\hat{\psi}_{FDH}(x_0, y_0) = \min \left\{ \lambda | y_0 \leq \sum_{i=1}^n \gamma_i Y_i; \lambda x_0 \geq \sum_{i=1}^n \gamma_i X_i, \sum_{i=1}^n \gamma_i \right. \\ \left. \gamma_i \in \{0,1\}, i = 1, \dots, n \right\} \quad (3)$$

No obstante, para definir la metodología empleada en el presente trabajo, utilizaremos una formulación probabilística basada en el trabajo de Cazals et al. (2002). Estos autores definen el proceso de producción a través de la medida de probabilidad conjunta de (X, Y) en el espacio de las $p \times q$ variables. Esta medida de probabilidad conjunta queda completamente caracterizada conociendo la función de probabilidad $H_{XY}(\cdot, \cdot)$, definida como:

$$H_{XY}(x, y) = Prob(X \leq x, Y \geq y) \quad (4)$$

⁵ Cuando se utiliza DEA las unidades utilizadas como referencia pueden ser combinaciones convexas de unidades eficientes que no existen realmente.

El soporte de $H_{XY}(\cdot, \cdot)$ es Ψ y $H_{XY}(x, y)$ se interpreta como la probabilidad de que una unidad operando al nivel (x, y) sea dominada. Hay que tener en cuenta que $H_{XY}(x, y)$ no es una función de distribución estándar, ya que se utiliza una función de supervivencia para los outputs y no una función en forma acumulativa (esto es: $Y \geq y$ en lugar de $Y = y$). Esta función de probabilidad conjunta puede ser descompuesta como sigue:

$$H_{XY}(x, y) = Prob(X \leq x | Y \geq y) Prob(Y \geq y) = F_{X|Y}(x|y) S_Y(y) \quad (5)$$

donde $F_{X|Y}(x|y)$ representa la función de supervivencia condicional de X y $S_Y(y)$ representa la función de distribución acumulativa de Y. Suponiendo que las funciones anteriores existen (es decir, $S_Y(y) > 0$) se pueden definir los índices de eficiencia en función de esas probabilidades:

$$\lambda(x, y) = \inf \{ \lambda | F_{X|Y}(\lambda x | y) > 0 \} = \inf \{ \lambda | H_{XY}(\lambda x, y) > 0 \} \quad (6)$$

Esta presentación alternativa de los índices de eficiencia con orientación al input puede interpretarse como la reducción proporcional requerida en los inputs para que la unidad evaluada tenga probabilidad cero de ser dominada al nivel de output considerado. La estimación de los índices de eficiencia empleando esta formulación probabilística, requiere la sustitución de las anteriores funciones de distribución por sus versiones empíricas, esto es: $\hat{H}_{XY,n}(x, y)$ por $H_{XY}(x, y)$ y $\hat{F}_{X|Y,n}(x|y)$ por $F_{X|Y}(x|y)$. Así, las funciones empíricas correspondientes serán:

$$\begin{aligned} \hat{H}_{XY,n}(x, y) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mathbf{I}(x_i \leq x, y_i \geq y) \\ \hat{F}_{X|Y,n}(x|y) &= \frac{\hat{H}_{XY,n}(x, y)}{\hat{S}_{Y,n}(y)} = \frac{\sum_{i=1}^n \mathbf{I}(X_i \leq x, Y_i \geq y)}{\sum_{i=1}^n \mathbf{I}(Y_i \geq y)} \end{aligned} \quad (7)$$

donde $\mathbf{I}(\cdot)$ es una función indicador. Los estimadores no paramétricos de la frontera $\hat{\lambda}(x, y)$ pueden definirse insertando diferentes formas de cálculo de la frontera total

(FDH, DEA, etc.) o fronteras parciales (orden- m u orden- α)⁶. En el caso del estimador FDH con orientación al input se obtendrá de la siguiente forma⁷:

$$\hat{\lambda}_{FDH}(x, y) = \inf\{\lambda | \hat{F}_{X|Y,n}(\lambda x | y) > 0\} \quad (8)$$

Cuando se dispone de datos longitudinales, como es nuestro caso, este modelo puede adaptarse a un contexto dinámico, haciendo posible la evaluación de la eficiencia a lo largo de un período. Siguiendo el desarrollo propuesto por Mastromarco y Simar (2015), esta adaptación puede hacerse considerando al factor temporal (T) como una variable que condiciona la ecuación 4, que pasaría a tener la siguiente formulación:

$$H_{X,Y}^t(x, y) = \Pr(X \leq x, Y \geq y | T = t) \quad (8)$$

Además, esta formulación probabilística del proceso productivo permite incorporar el efecto de las variables exógenas o contextuales ($Z \in \mathfrak{R}^r$) directamente en el cálculo de los índices de eficiencia, condicionándolos a determinados valores de las mismas ($Z=z$). De esta forma, pueden reescribirse las ecuaciones anteriores considerando ahora las variables exógenas:

$$H_{X,Y|Z}^t(x, y|z) = \Pr(X \leq x, Y \geq y | Z = z, T = t) \quad (9)$$

$$H_{X,Y|Z}^t(x, y|z) = F_{X|Y,Z}^t(x|y, z) S_{Y|Z}(y, z) \quad (10)$$

$$\lambda_t(x, y|z) = \inf\{\lambda | F_{X|Y,Z}^t(\lambda x|y, z) > 0\} \quad (11)$$

La estimación de $F_{X|Y,Z}^t(x|y, z)$ resulta más compleja que en el caso no condicional porque requiere emplear técnicas de suavizado para las variables Z (debido a la restricción de igualdad $Z=z$), basadas en la estimación de una función kernel no paramétrica para seleccionar a las unidades que servirán de referencia en la comparación. En este caso se utilizará el estimador suavizado:

⁶ Véase Daraio y Simar (2007a) para una explicación detallada de la formulación de estos estimadores.

⁷ Park et al (2000) demuestran que este estimador es consistente, con una tasa de convergencia $n^{1/(p+q)}$.

$$\hat{F}_{X|Y,Z}^t(x|y,z) = \frac{\sum_{i=1}^n \mathbf{I}(x_i \leq x, y_i \geq y) K_{hz}(z - z_i) K_{ht}(v - t)}{\sum_{i=1}^n \mathbf{I}(x_i \leq x) K_{hz}(z - z_i) K_{ht}(v - t)} \quad (12)$$

donde $K_h(\cdot)$ es una función kernel y h_n es un parámetro de ancho de banda (*bandwidth*) con un tamaño apropiado para este kernel⁸. El cálculo del *bandwidth* representa una cuestión muy relevante, ya que la estimación de la frontera condicional depende de este parámetro. Para calcular dicho valor en el caso de que todas las variables Z sean continuas, la mejor opción es emplear un método de selección impulsado por datos, propuesto por Badin et al. (2010). El procedimiento se basa un proceso de validación cruzada de mínimos cuadrados ordinarios (LSCV), proporcionando un *bandwidth* que minimiza el error cuadrático ponderado. Además, el procedimiento permite separar los factores Z influyentes de los irrelevantes, asignándoles a estos últimos altos valores del parámetro h_n . Para las variables discretas, como es el período temporal en nuestro caso, se pueden utilizar funciones kernel discretas, aunque la alternativa más común es suavizar todos los componentes del vector Z utilizando los kernel continuos propuestos por Racine y Li (2004) y Li y Racine (2007)⁹.

Como se ha mencionado anteriormente, una característica fundamental de este enfoque condicional es que no requiere el cumplimiento de la condición de separabilidad entre el espacio de los inputs-outputs y el espacio de las variables exógenas. Además, los índices están definidos y estimados de forma no paramétrica, lo que implica una importante ventaja en términos de flexibilidad respecto a los métodos semi-paramétricos. Finalmente, sus propiedades asintóticas han sido demostradas (Cazals et al., 2002; Jeong et al., 2010), lo que significa que estos estimadores convergen al verdadero pero desconocido valor que se estima, cuando el tamaño de la muestra aumenta.

Otra de las ventajas que plantea el uso de esta metodología es que permite analizar el posible efecto de las variables condicionales sobre la frontera de producción mediante la estimación de una regresión no paramétrica en la que las variables exógenas son las

⁸Véase Badin et al. (2010) para una explicación más detallada sobre esta cuestión.

⁹Véase Badin y Daraio (2011) para una explicación más detallada sobre esta cuestión.

variables explicativas y la variable dependiente es el ratio entre la eficiencia condicional y la eficiencia incondicional:

$$Q(x, y|z, t) = \frac{\theta_t(x, y|z)}{\theta(x, y)} \quad (12)$$

En el contexto de nuestra aplicación, en la que se adopta una orientación al input, una tendencia creciente del ratio es indicativa de un efecto desfavorable sobre la eficiencia, mientras que una tendencia decreciente implica un efecto favorable. Además, resulta posible determinar si dicho efecto es significativo mediante el empleo del test de *bootstrap* paramétrico propuesto por Racine (1997), tal y como sugieren De Witte y Kortelainen (2013), que puede ser interpretado como el equivalente no paramétrico del estadístico t utilizado en un modelo de regresión lineal con mínimos cuadrados ordinarios, en el que el p-valor determina si la influencia de la variable es significativa.

4. Datos y variables

En el presente trabajo se utiliza una muestra de datos de elaboración propia a partir de información correspondiente a un conjunto de 154 municipios de Cataluña cuyo tamaño poblacional oscilaba entre 5.000 y 50.000 habitantes en el año 2012. El hecho de que todos pertenezcan a la misma Comunidad Autónoma garantiza una cierta homogeneidad entre las unidades evaluadas, algo a lo que también contribuye el hecho de que todos tienen la obligación de prestar unos servicios similares. Además se dispone de información en varios periodos de tiempo, en concreto desde 2005 hasta 2012, lo que nos ha permitido construir un panel de datos y realizar el estudio dinámico que abarca un período de ocho años durante el cual se han producido notables oscilaciones en cuanto a la disponibilidad de recursos de estos entes tras la llegada de la crisis económica en 2008.

La especificación propuesta consta de tres variables inputs y un indicador del output, así como un conjunto de seis variables exógenas que pueden afectar al nivel de eficiencia de los municipios. Las tres variables de inputs son el gasto en personal, el gasto corriente (excluyendo el gasto en personal) y el gasto de capital. Todas ellas se incorporan al modelo en términos per capita. Esta información ha sido extraída de la

base de datos de las liquidaciones presupuestarias municipales que recopila la Oficina Virtual para la Coordinación Financiera con las Entidades locales, perteneciente al Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. Estas tres partidas de gastos son una *proxy* bastante realista del coste de los servicios municipales ofrecidos. Además la inclusión del gasto en capital tiene en consideración el nivel de inversión local para los servicios regulares, así como el mantenimiento y equipamientos disponibles. Esta selección se sustenta en la literatura previa, en la que podemos encontrar numerosos estudios empíricos que utilizan las mismas variables (por ejemplo, Alfonso y Fernandes, 2008; Balaguer y Prior, 2009; Balaguer *et al.*, 2007; De Borger y Kerstens, 1996b; Zafra-Gómez y Muñiz, 2010 o Bosch *et al.*, 2012).

La selección de indicadores de outputs que reflejen adecuadamente la actividad llevada a cabo es, sin duda, la tarea más compleja a la que tiene que enfrentarse cualquier estudio empírico que pretenda medir la eficiencia municipal desde una perspectiva global, puesto que los servicios públicos locales se caracterizan por su intangibilidad e indivisibilidad, a lo que habría que añadir la ausencia de un precio de mercado (De Borger y Kerstens, 1996a). Estas restricciones han hecho que muchos estudios utilicen outputs intermedios que sirvan como *proxies* de la verdadera provisión de los servicios locales y que normalmente están relacionados con las responsabilidades específicas atribuidas a los ayuntamientos en las diferentes áreas que gestiona. En nuestro caso, disponemos de un total de seis indicadores: el número de puntos de luz, las toneladas de basura recogidas, la longitud del tramo de conducción de agua, los kilómetros de carreteras y vías pavimentadas, los metros de superficie de los cementerios y la población total de cada municipio. La inclusión de este último indicador, habitual en este tipo de estudios, se justifica por la necesidad de incorporar de alguna forma información sobre el conjunto de servicios municipales que no se encuentran representados por ninguno de los indicadores anteriores, como los parques públicos, la policía local, las bibliotecas o las instalaciones deportivas. Todas estas variables han sido obtenidas a partir de la Encuesta de Infraestructura y equipamientos locales que elabora el Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, excepto el indicador de la población, extraído del padrón municipal gestionado por el Instituto Nacional de Estadística. La definición de estas variables se recoge en la Tabla 1.

Tabla 1. Datos y fuentes estadísticas usadas para crear el indicador global de outputs de los municipios

Indicador	Variable	Fuente
Población	Población municipal a 1 de Enero de cada año considerado en el estudio	Instituto Nacional de Estadística
Puntos de luz	Puntos de luz pública en las calles	Encuesta de Infraestructuras y equipamiento locales
Recogida de basura	Toneladas de basura recogida	Encuesta de Infraestructuras y equipamiento locales
Agua	Longitud del tramo de conducción de agua	Encuesta de Infraestructuras y equipamiento locales
Carretera	Metros de carretera y vía pavimentada	Encuesta de Infraestructuras y equipamiento locales

Fuente: elaboración propia

En nuestra aplicación optamos por crear un indicador global compuesto a partir de estos indicadores siguiendo el método propuesto por Alfonso y Fernandes (2008) y aplicado posteriormente también por Bosch et al. (2012), mediante el cual se consigue abarcar un conjunto amplio y diverso de servicios ofrecidos por los entes locales sin incurrir en la denominada “maldición de la dimensionalidad” (*curse of dimensionality*) que afecta a los estimadores no paramétricos como el FDH o el DEA. Este problema es similar al de los grados de libertad en las regresiones convencionales y se produce por la pérdida de capacidad discrecional que sufren estas técnicas cuando el número de variables es elevado en relación al número de observaciones disponibles. De hecho, tras comprobar que con el uso de los seis outputs y los tres inputs (sin variables exógenas) se obtenían unos índices de eficiencia medios de 0.96 y aproximadamente dos tercios de las unidades eran consideradas eficientes, decidimos optar por construir un indicador global. El procedimiento concreto seguido consistió en normalizar cada una de las variables respecto a la media de la muestra y, posteriormente, calcular un valor medio a partir de los seis otorgando la misma ponderación a cada uno de ellos.

Por último, en el estudio se consideran seis variables representativas del contexto socioeconómico que pueden tener influencia sobre la eficiencia en la prestación de los servicios públicos locales: la renta per capita, la tasa de paro o desempleo, el índice de capacidad de pago, el número de entidades financieras, el número de establecimientos minoristas y una variable *dummy* que indica si el municipio se encuentra en la costa o no. En la Tabla 2 se indica la fuente de la que se ha extraído cada una de estas variables. Asimismo, en la Tabla 3 se presentan los principales estadísticos descriptivos de todas las variables utilizadas en el análisis.

Tabla 2.- Descripción de las variables exógenas y su fuente de información

Variable	Descripción	Fuente
Paro	Tasa de paro	Anuario La Caixa
Cuota	Índice de capacidad de pago del municipio	Anuario La Caixa
Bancos	Número de bancos	Anuario La Caixa
Acminor	Actividad minorista en número de establecimientos	Anuario La Caixa
Rentapc	Renta per cápita del municipio	Instituto Klein (Universidad Autónoma de Madrid)
Costa	Si pertenece a la costa o no	Ministerio de Interior

Fuente: elaboración propia

Tabla 3.- Estadísticos descriptivos de las variables

		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Outputs	Población	Media	11.779,01	13.232,68	13.533,27	12.717,71	13.237,25	13.619,49	13.362,82	13.708,60
		D.S.	8.841,78	9.161,17	9.253,45	9.321,92	9.401,83	9.974,07	9.382,55	10.103,45
	Puntos de luz	Media	2.635,72	3.854,08	3.854,08	2.906,25	2.907,01	2.913,88	2.974,45	2.863,75
		D.S.	2.337,40	8.259,44	8.259,44	3.651,75	2.664,84	2.668,84	3.128,51	2.403,78
	Basura	Media	58.388,99	9.944,08	9.947,07	10.262,82	9.198,88	8.179,45	7.591,68	7.837,82
		D.S.	501.186,46	9.633,50	9.632,03	12.818,76	9.340,92	8.619,19	7.677,43	7.950,75
	Agua	Media	14.663,06	15.113,95	15.113,95	15.564,84	17.076,14	15.644,49	16.246,08	15.901,17
		D.S.	17.382,09	17.841,36	17.841,36	19.994,65	25.029,12	18.971,47	19.506,81	19.037,34
	Km	Media	53.308,34	54.020,12	54.020,12	54.731,90	57.202,16	57.138,29	56.549,17	56.944,38
		D.S.	36.464,91	36.025,09	36.025,09	38.805,54	42.079,12	42.074,69	42.395,15	42.169,13
	Cementerio	Media	12.573,14	12.784,71	12.923,28	12.996,28	13.061,86	13.058,87	13.065,23	13.062,05
		D.S.	47.557,46	47.534,46	47.527,37	47.546,61	47.532,39	47.532,99	47.531,57	47.532,27
	Índice compuesto	Media	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00
		D.S.	0,83	0,84	0,84	0,85	0,83	0,82	0,82	0,82
Inputs	Personal	Media	4.069.523,66	4.525.103,83	4.861.944,89	5.413.495,03	5.746.083,24	5.786.543,27	5.678.651,13	5.132.662,84
		D.S.	2.929.805,12	3.238.968,79	3.413.241,46	3.759.177,46	4.016.683,55	3.996.611,92	3.896.236,38	3.539.384,73
	Corriente	Media	5.400.360,45	6.175.236,31	7.007.990,52	7.623.797,07	7.672.986,88	7.422.576,92	7.338.642,48	7.371.398,17
		D.S.	4.227.028,00	4.862.012,14	5.463.350,75	6.013.976,18	6.132.658,97	5.909.016,77	5.716.279,74	5.767.001,10
	Capital	Media	2.730.952,93	3.945.966,51	4.924.730,57	4.534.083,70	6.136.431,50	4.962.173,83	3.165.297,27	1.486.435,81
		D.S.	2.266.031,87	3.338.552,62	3.821.738,37	3.674.354,25	5.346.296,23	4.340.434,95	2.912.133,73	1.652.129,27
Exógenas	Tasa de paro	Media	4,64	4,67	4,61	5,87	9,37	10,50	10,76	11,54
		D.S.	1,21	1,18	1,15	1,41	2,30	2,43	2,47	2,65
	Cuota	Media	30,31	30,56	30,89	31,08	31,13	30,95	30,69	30,58
		D.S.	21,34	21,30	21,39	21,59	21,45	21,21	21,06	21,03
	Bancos	Media	1.949,00	2.031,00	2.122,00	2.212,00	2.230,00	2.152,00	2.079,00	1.851,00
		D.S.	10,63	11,03	11,63	12,26	12,29	11,68	11,30	9,73
	Act. Minorista	Media	278,14	307,00	318,90	315,72	290,42	251,88	229,13	215,32
		D.S.	253,93	273,45	288,63	296,09	269,31	232,75	216,04	205,34
	Renta pc	Media	15.416,41	16.410,79	17.142,97	17.875,16	17.940,84	16.619,00	16.660,66	16.673,51
		D.S.	2.732,22	3.222,79	3.181,34	3.274,21	3.607,99	2.346,17	2.235,52	3.440,54
	Costa	Media	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
		D.S.	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45

Fuente: elaboración propia

5.Resultados

En esta sección se presentan los resultados obtenidos con dos modelos alternativos, el modelo incondicional, en el que los índices de eficiencia se estiman utilizando únicamente la información relativa a los inputs y al output compuesto, y el modelo condicional, en el que se incorporan al análisis las variables representativas del contexto socioeconómico. En ambos casos se asumen rendimientos variables de escala y se adopta una orientación de minimización de inputs, pues consideramos que los niveles de output vienen impuestos por la demanda exterior, de manera que lo único que pueden variar los municipios son sus partidas presupuestarias de gasto.

En la Tabla 4 se muestran los estadísticos descriptivos de ambos modelos considerando el total de unidades evaluadas en un contexto dinámico, es decir, 154 municipios a lo largo de un período de ocho años, por lo que tenemos un total de 1.252 observaciones distintas. Como cabía esperar, la eficiencia media es mayor en el modelo condicional puesto que en este caso se restringe el número de unidades con las que se compara la cada unidad evaluada a aquellas que se encuentran en un contexto similar, incrementando así las posibilidades de que una unidad pueda situarse en la frontera o cerca de ella. De hecho, se puede observar que el número de unidades consideradas eficientes es notablemente superior en el segundo modelo. La diferencia entre ambos modelos es de casi 11 puntos, aunque en el modelo en el que se observa una eficiencia más elevada (modelo condicional) todavía hay un margen de mejora importante (19%) en la provisión global de servicios municipales.

Tabla 4. Estadísticos descriptivos de la eficiencia estimada con los dos modelos

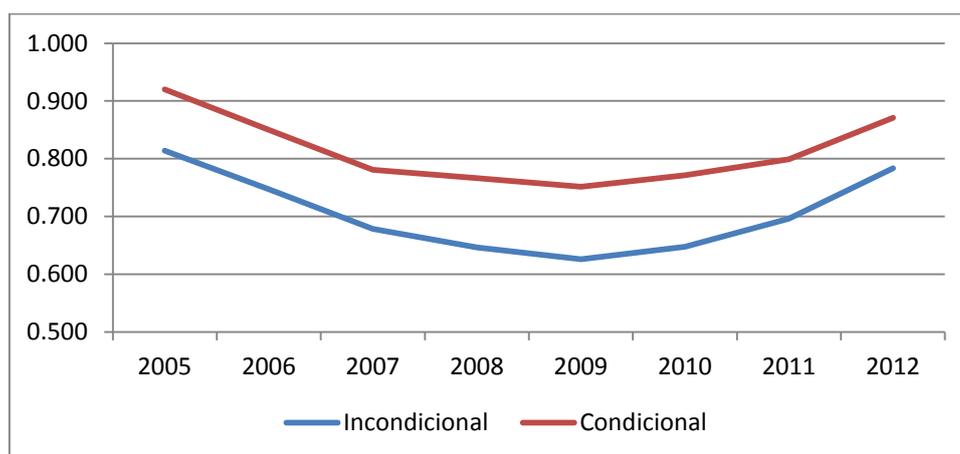
	Eficiencia media	Desv. Típica	Min	Max	Unidades eficientes	Coef. correlación
Modelo incondicional	0.705	0.168	0.241	1.000	78 (6,3%)	0.723
Modelo condicional	0.814	0.166	0.241	1.000	274 (21,9%)	

No obstante, si nos fijamos en municipios concretos, en el modelo incondicional no encontramos ningún municipio que sea considerado eficiente en todos los años evaluados, mientras que en el modelo condicional podemos encontrar a dos municipios que cumplen esta condición, Santa Coloma de Cervelló y Tossa de Mar. Este último

representa un caso especialmente llamativo, puesto que en el modelo incondicional presentaba valores de eficiencia muy bajos en todos los años (entre 0,3 y 0,6), por lo que podemos concluir que se trata de un municipio que opera en un contexto socioeconómico muy desfavorable y que, una vez que se tienen en cuenta estas circunstancias en el análisis empírico, su situación relativa en términos de eficiencia mejora notablemente hasta llegar a formar parte de la frontera en todos los años considerados.

La posibilidad de disponer de datos longitudinales y el hecho de haber tomado en consideración esta estructura dinámica a la hora de estimar los índices de eficiencia nos permite examinar cómo han evolucionado los índices de eficiencia a lo largo del período considerado. Para ello nos apoyaremos en el contenido de la Figura 1, en el que se muestra la evolución de los índices de eficiencia medios de cada año para ambos modelos. Lo primero que se detecta es que la evolución ha sido muy similar, una evidencia que cabía esperar dado el elevado valor del coeficiente de correlación entre ambas distribuciones de valor. No obstante, el dato más relevante que se puede extraer al analizar esta evolución es que los municipios catalanes experimentaron un importante descenso en sus niveles de eficiencia durante los años de mayor bonanza económica, alcanzando sus niveles más bajos en el año 2009, en el que la caída de las recaudaciones de las principales figuras tributarias estatales supuso un duro golpe sobre las maltrechas arcas municipales (Cordero et al., 2013). Sin embargo, desde ese año la eficiencia media ha mejorado notablemente, si bien es cierto que los niveles alcanzados en el año 2012 son todavía inferiores a los existentes en 2005. Nuevamente, esta evidencia se refiere al conjunto de los municipios, pero si nos fijamos en casos concretos resulta posible encontrar a municipios que han experimentado un importante crecimiento a lo largo del período (por ejemplo, Sant Andreu de Llavaneres, que ha pasado de un índice 0,60 en 2005 a uno de 0,90 en 2012), mientras que otros han disminuido notablemente sus niveles de eficiencia (San JustDesvern pasa de una eficiencia de 0,80 en 2005 a un valor ligeramente inferior al 0,5 en 2012).

Figura 1. Evolución de los índices de eficiencia a lo largo del período



Teniendo en cuenta que dentro de la muestra evaluada hay importantes diferencias en cuanto al tamaño de los municipios, consideramos relevante comparar los índices de eficiencia estimados para el modelo condicional distinguiendo entre tres categorías de municipios (los de más de 20.000 habitantes, los que tienen entre 10.000 y 20.000 y los que tienen menos de 10.000). Según el contenido de la Figura 2, en la que se muestran la evolución de los índices de eficiencia a lo largo del período considerado para cada una de estas categorías, los municipios más grandes presentan los niveles de eficiencia más elevados en la práctica totalidad de los años considerados, mientras que los municipios con un tamaño intermedio son los que presentan unos niveles más bajos de eficiencia. No obstante, debe destacarse que la caída experimentada por los municipios de mayor tamaño en el año 2009 fue mucho más relevante que para el resto, llegando a situarse incluso por debajo de los niveles medios de eficiencia de los municipios más pequeños en ese año, aunque desde entonces han experimentado una tendencia creciente mucho más acusada.

Por último, consideramos de gran interés analizar cuáles son las variables contextuales que han tenido una mayor influencia sobre la eficiencia demostrada por los municipios durante estos ocho años. Para ello, según lo descrito en la sección tercera, se ha estimado una regresión no paramétrica con el ratio entre ambos índices como variable dependiente y las variables exógenas como explicativas. La Tabla 5 muestra los valores de los p-valores del test de significatividad propuesto por Racine (1997) obtenido tras realizar un *bootstrap* con 1.000 replicaciones.

Figura 2. Evolución de los municipios según tamaño poblacional (modelo condicional)

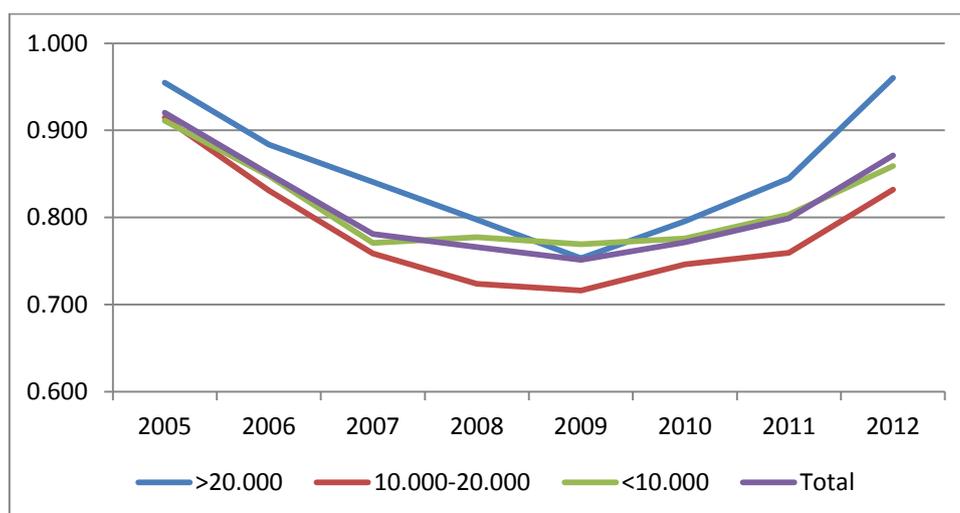


Tabla 5. Efecto de las variables exógenas sobre los índices de eficiencia

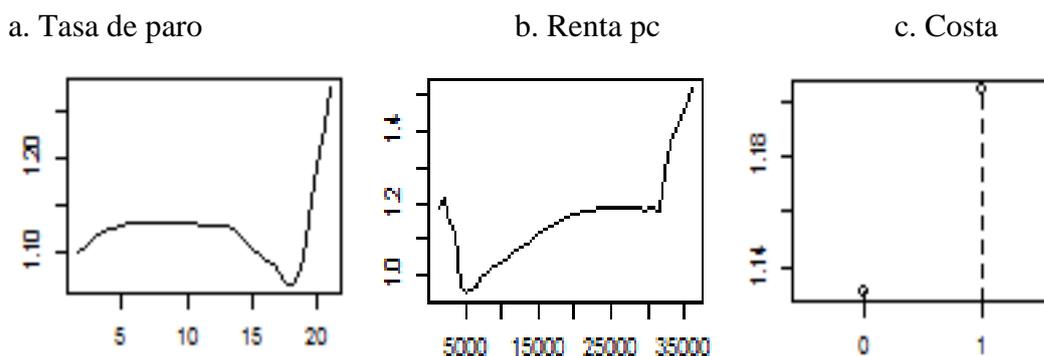
Variable	p-valor
Tasa de paro	0.01*
Cuota	0.92
Bancos	0.07
Act. Minorista	0.31
Rentapc	0.01*
Costa	0.00***

Según se desprende de la información mostrada en la tabla anterior, sólo tres variables contextuales tienen un efecto significativo sobre la eficiencia, dos de tipo económico (tasa de paro y la renta per capita) y otra de tipo geográfico (localización en la costa). Con el propósito de facilitar la visualización e interpretación del efecto de estas variables, en la Figura 3 se muestran los gráficos de la regresión parcial estimada para estas tres variables. En el primer caso, se aprecia que el efecto de la tasa de paro es prácticamente nulo hasta alcanzar niveles próximos al 20%, pero a partir de estos niveles el efecto sobre la eficiencia es claramente desfavorable. Algo similar ocurre para la renta per capita, para la que el efecto es negativo prácticamente para toda la distribución, pero este efecto es mucho más acusado cuando se alcanzan valores superiores a 30.000 euros¹⁰. Este resultado corrobora una evidencia ya expuesta en diversos trabajos previos, en los que se demuestra que los municipios relativamente más

¹⁰Este valor sólo se observa en dos municipios (Matadepera y Cabrils).

ricos ejercen un menor control sobre las actividades municipales. Por último, se observa que el hecho de un municipio esté situado en la costa tiene una influencia negativa sobre sus niveles de eficiencia, un resultado que está en la línea de los obtenidos previamente por Balaguer y Prior (2009) y Bosch et al. (2012) para diferentes muestras de municipios catalanes y que se puede justificar por los costes de congestión que puede generar el turismo en los períodos vacacionales.

Figura 3. Efecto de las variables Z significativas sobre los índices de eficiencia



6. Conclusiones

En el presente estudio se ha evaluado la eficiencia global de una muestra de municipios catalanes de tamaño intermedio (5.000-50.000 habitantes) a lo largo del período comprendido entre 2005 y 2012. Para llevar a cabo el análisis empírico se ha utilizado un método desarrollado recientemente en la literatura, el modelo no paramétrico condicionaldinámico, con el que resulta posible incorporar al análisis el factor temporal y el efecto diferentes variables contextuales que pueden influir sobre los niveles de prestación de servicios y el consumo de recursos municipales. Además, resulta posible explorar cuáles de estas variables tienen una influencia significativa sobre la eficiencia y el sentido en el que ésta se produce.

Los resultados más relevantes apuntan hacia una tendencia decreciente de la eficiencia municipal para el conjunto de los municipios durante los primeros años del período considerado hasta el año 2009, que resulta especialmente relevante en el caso de los municipios de mayor tamaño (más de 20.000 habitantes). Sin embargo, a partir de este año se aprecia una recuperación en todos los municipios hasta alcanzar niveles similares a los del año 2005. Asimismo, se observa que la consideración del contexto socioeconómico en el que operan los municipios no tiene una influencia demasiado

relevante a la hora de explicar esta tendencia en términos globales, pero sí que medir de un modo más preciso los niveles de eficiencia alcanzados por determinadas unidades que se encuentran en un entorno más desfavorable. En consecuencia, la eficiencia media del conjunto de las unidades presenta un valor más elevado cuando estas variables contextuales son tenidas en cuenta en el análisis, aunque todavía sigue existiendo un amplio margen de mejora en términos de eficiencia.

Entre las variables contextuales consideradas, las únicas que ejercen una influencia significativa sobre la eficiencia global de los municipios son la localización costera, con un efecto negativo asociado a los mayores costes que la provisión de servicios públicos para atender las necesidades del sector turístico, y dos indicadores económicos, la renta per capita y la tasa de desempleo. Para estas dos variables el efecto también es negativo, resultado que coincide con la evidencia previa disponible, sin embargo, la visualización de los gráficos de las regresiones parciales estimadas para estas variables nos permiten apreciar que dicho efecto negativo sólo resulta relevante para los valores más elevados de la distribución.

La evidencia empírica obtenida en el presente estudio nos ofrece una primera aproximación sobre los efectos que ha tenido la crisis económica sobre los niveles de eficiencia de los municipios en el contexto español y, en particular, en el caso de Cataluña. No obstante, sería necesario ampliar el rango de análisis para poder comprobar cuál ha sido la evolución en los últimos años, en los que se comienza a apreciar un cierto nivel de recuperación económica. Lamentablemente, nuestro análisis no se ha podido extender a más años por las dificultades que plantea la recopilación de información sobre la mayoría de los indicadores socioeconómicos utilizados en el estudio, cuya fuente es una institución privada (Fundación La Caixa). En este sentido, consideramos necesario seguir avanzando en el proceso de recopilación de datos municipales que permitan poder realizar un mejor seguimiento de las actividades realizadas por los ayuntamientos. En particular, sería deseable contar con algún indicador vinculado a la calidad de los servicios municipales con el fin de poder complementar los resultados obtenidos en este estudio, basados únicamente en indicadores cuantitativos.

Referencias

- Andrews, R. (2011). New Public Management and the search for efficiency. In *The Ashgate research companion to New Public Management*, ed. Tom Christensen and Perlaegreid, 281-94. Surrey, UK: Ashgate Editorial.
- Andrews, R. y Van de Walle, S. (2013). New Public Management and citizens' perceptions of local service efficiency, responsiveness, equity and effectiveness. *Public Management Review*, 18; 195-207
- Alfonso, A. y Fernandes, S. (2008). Assessing and explaining the relative efficiency of local government. *The Journal of Socio-Economic*, 37, 1946-1979
- Aristovnik, A., Seljak, J., y Mencinger, J. (2014). Performance measurement of police forces at the local level: A non-parametric mathematical programming approach. *Expert Systems with Applications*, Vol. 41, n.º4, pp.1647-1653.
- Badin, L. y Daraio, C. (2011). Explaining Efficiency in Nonparametric Frontier Models. Recent developments in statistical inference, en Van Keilegom, I., Wilson, P.W. (eds.). *Exploring research frontiers in contemporary statistics and econometrics*, Springer-Verlag, Berlin, pp. 151-175.
- Badin, L., Daraio, C. y Simar, L. (2010). Optimal bandwidth selection for conditional efficiency measures: a data-driven approach, *European Journal of Operational Research*, 201(2), 633-640.
- Badin, L., Daraio, C. y Simar, L. (2014). Explaining inefficiency in nonparametric production models: the state of the art. *Annals of Operations Research*, 214(1), 5-30.
- Balaguer-Coll, M. T. y Prior, D. (2009). Short-and long-term evaluation of efficiency and quality. An application to Spanish municipalities. *Applied Economics*, 41, 2991-3002.
- Balaguer-Coll, M. T., Prior, D. y Tortosa-Ausina, E. (2006). Decentralization and efficiency in Spanish local government. Working paper 2006-02, Departament d'Economia, Universitat Jaume I.
- Balaguer-Coll, M. T., Prior, D. y Tortosa-Ausina, E. (2006). On the determinants of local government performance: a two stage nonparametric approach. *European Economic Review* 51, 425-451

- Balaguer-Coll, M. T., Prior, D. y Tortosa-Ausina, E. (2013). Output complexity, environmental conditions, and the efficiency of municipalities. *Journal of Productivity Analysis*, 39, 303-324.
- Bel, G. (2006). Gasto municipal por el servicio de residuos sólidos urbanos. *Revista de Economía Aplicada*, Vol. 14, n. ° 41, pp. 5-32.
- Benito, B., Solana, J. y Moreno, M. (2013). Explaining efficiency in municipal services providers. *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 42, pp. 225-239.
- Bosch, N., Espasa, M. y Mora, T. (2012). Citizen control and the efficiency of local public services, *Environment and Planning-Part C*, Vol. 30, n.º 2, pp. 1-248.
- Bosch, N., Pedraja, F. y Suárez-Pandiello, J. (2000). Measuring the efficiency in the Spanish municipal refuse collection services, *Local Government Studies*, 26(3), 71-90.
- Cazals, C., Florens, J. P. y Simar, L. (2002). Nonparametric frontier estimation: a robust approach. *Journal of Econometrics*, 106(1), 1-25.
- Charnes, A., Cooper W., Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- Cordero, J. M., Pedraja, F., Suárez, J. y Utrilla, A. (2013). El índice de evolución de los ingresos tributarios del Estado y sus efectos sobre la PIE, *Hacienda Pública Española*, (206), 137-161.
- Cordero, J. M., Pedraja-Chaparro, F., Pisaflores, E. C. y Polo, C. (2016). Efficiency assessment of Portuguese municipalities using a conditional nonparametric approach, *MPRA Discussion Paper n° 70674*.
- Daraio, C. y Simar, L. (2005). Introducing environmental variables in nonparametric frontier models: a probabilistic approach. *Journal of Productivity Analysis*, 24(1), 93-121.
- Daraio, C. y Simar, L. (2007a). *Advanced Robust and nonparametric methods in efficiency analysis: methodology and applications*. Springer, New York.
- Daraio, C. y Simar, L. (2007b). Conditional nonparametric frontier models for convex and nonconvex technologies: a unifying approach. *Journal of Productivity Analysis*, 28(1-2), 13-32.

- Daraio, C., Simar, L. y Wilson, P. (2015). Testing the "separability" condition in two-stage nonparametric models of production, *ISBA Discussion Paper (2015/18)* UCL.
- De Borger, B. y Kerstens, K. (1996a). Cost efficiency of Belgian local governments: A comparative analysis of FDH, DEA and econometric approaches. *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 26, pp. 145-170.
- De Borger, B. y Kerstens, K. (1996b). Radial and non-radial measures of technical efficiency: Na empirical illustration for Belgian local Governments using na FDH reference technology, *Journal of Productivity Analysis*, 7, 41-62.
- De Borger, B. y Kerstens, K. (2000). What is known about municipal efficiency? The Belgian case and beyond. *Laboratoire de recherches économiques et sociales*-Document de travail.
- De Borger, B., Kerstens, K., Moesen, W. y Vanneste, J. (1994). Explaining differences in productive efficiency: An application to Belgian municipalities, *Public Choice*, Vol. 80, pp. 339-358.
- De Witte, K. y Kortelainen, M. (2013). What explains the performance of students in a heterogeneous environment? Conditional efficiency estimation with continuous and discrete environmental variables. *Applied Economics*, 45(17), 2401-2412.
- Deprins, D., Simar, L. y Tulkens, H. (1984). Measuring Labor Inefficiency in Post Offices, en Marchand, P., Pestieau, P. y Tulkens, H. (eds.). *The performance of public enterprises: Concepts and Measurements*. Amsterdam, North Holland, pp 243-267.
- De Witte, K. y Geys, B. (2011). Evaluating efficient public good provision: Theory and evidence from a generalised conditional efficiency model for public libraries. *Journal of Urban Economics*, Vol. 69, n.º 3, pp. 319-327.
- De Witte, K. y Geys, B. (2013). Citizen coproduction and efficient public good provision: Theory and evidence from local public libraries. *European Journal of Operational Research*, Vol. 224, n.º 3, pp. 592-602.
- Doumpos, M. y Cohen, S. (2014). Applying data envelopment analysis on accounting data to asses and optimize the efficiency of Greek local governments. *Omega*, Vol. 46, pp. 74-85.

- Giménez, V. M., y Prior, D. (2007). Long-and Short-Term Cost Efficiency Frontier Evaluation: Evidence from Spanish Local Governments. *Fiscal Studies*, 28(1), 121-139.
- Kalb, A., Geys, B., Heinemann, F. (2012). Value for money? German local government efficiency in a comparative perspective. *Applied Economics*, 44(2), 201-218.
- Kutlar, A., Bakirci, F. y Yüksel, F. (2012). An analysis on the economic effectiveness of municipalities in Turkey. *African Journal of Marketing Management*, Vol. 4, n. ° 3, pp. 80-98.
- Lan, C. H., Chuang, L. L. y Chen, Y. F. (2009). Performance efficiency and resource allocation strategy for fire department with the stochastic consideration. *International Journal of Technology, Policy and Management*, Vol. 9, n. °3, pp. 296-315.
- Li, Q. y Racine, J. S. (2007). *Nonparametric econometrics: theory and practice*. Princeton University Press.
- Lorenzo, J. M. P., y Sánchez, I. M. G. (2007). Efficiency evaluation in municipal services: an application to the street lighting service in Spain. *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 27, n. ° 3, pp. 149-162.
- Mastromarco, C. y Simar, L. (2015). Effect of FDI and time on catching up: New insights from a conditional nonparametric frontier analysis, *Journal of Applied Econometrics*, 30(5), 826-847.
- Michaelides, P. G., Belegri-Roboli, A. y Marinos, T. (2010). Evaluating the technical efficiency of trolley buses in Athens, Greece. *Journal of Public Transportation*, Vol. 13, n. ° 4, pp. 93-109.
- Otsuka, A., Goto, M. y Sueyoshi, T. (2014). Cost-efficiency of Japanese local governments: effects of decentralization and regional integration. *Regional Studies, Regional Science*, Vol. 1, n. ° 1, pp. 207-220.
- Park, B. U., Simar, L. y Weiner, C. (2000). The FDH estimator for productivity efficiency scores. *Econometric Theory*, 16(6), 855-877.
- Pedraja, F., Salinas, J. y Suárez, J. (2001). La medición de la eficiencia en el sector público, en Álvarez Pinilla (coord.): *La medición de la eficiencia y la productividad*, Ediciones Pirámide, pp. 243-268.

- Pérez-López, G., Prior, D., y Zafra-Gómez, J. L. (2015). Rethinking new public management delivery forms and efficiency: long-term effects in Spanish local government. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 25(4), 1157-1183.
- Prieto, A. M. y Zofio, J. L. (2001). Evaluating effectiveness in public provision of infrastructure and equipment: The case of Spanish municipalities. *Journal of Productivity Analysis*, 15, 41-58.
- Racine, J. (1997). Consistent significance testing for nonparametric regression. *Journal of Business & Economic Statistics*, 15(3), 369-378.
- Racine, J. y Li, Q. (2004). Nonparametric estimation of regression functions with both categorical and continuous data. *Journal of Econometrics*, 119(1), 99-130.
- Rogge, N., y Verschelde, M. (2013). A composite index of citizen satisfaction with local police services. *Policing: An International Journal of Police Strategies & Management*, Vol. 36, n. ° 2, pp. 238-262.
- Simar, L. y Wilson, P. W. (2000). Statistical inference in nonparametric frontier models: The state of the art. *Journal of Productivity Analysis*, 13(1), 49-78.
- Simar, L. y Wilson P. (2007). Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of Econometrics*, 136:31-64.
- Simar, L. y Wilson, P. W. (2011). Two-stage DEA: caveat emptor. *Journal of Productivity Analysis*, 36(2), 205-218.
- Simar, L. y Wilson, P. W. (2015). Statistical Approaches for Non-parametric Frontier Models: A Guided Tour. *International Statistical Review*, 83(1), 77-110.
- Sousa, M. C. S., y Stosic, B. (2005). Technical efficiency of the Brazilian municipalities: correcting nonparametric frontier measurements for outliers. *Journal of Productivity analysis*, 24(2), 157-181.
- Thanassoulis, E. (2000). The use of data envelopment analysis in the regulation of UK water utilities: water distribution. *European Journal of Operational Research*, Vol. 126, n. ° 2, pp. 436-453.

- Van Den Eeckaut, P., Tulkens, H., y Jamar, M. A. (1993). Cost efficiency in Belgian municipalities. Cost efficiency in Belgium municipalities. In: Fried, H., Lovell, C., e Schmidt, S. (eds.), *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*. Oxford University Press, New York, pp. 300–334. Oxford University Press, New York, pp. 300-334.
- Vershelde, M. y Rogge, N. (2012). An environment-adjusted evaluation of citizen satisfaction with local police effectiveness: Evidence from a conditional Data Envelopment Analysis approach. *European Journal of Operational Research*, Vol. 223, n.º1, pp. 214-225.
- Walter, M. y Cullmann, A. (2008). Potential gains from mergers in local public transport: an efficiency analysis applied to Germany, *DIW Berlin Discussion Papers*, nº 832.
- Worthington, A. C. (2000). Cost efficiency in Australian local government: A comparative analysis of mathematical programming and econometric approaches. *Financial Accountability and Management*, Vol. 16, n.º 3, pp. 201-224.
- Woodbury, K. y Dollery, B. (2004). Efficiency measurement in Australian local government: The case of New South Wales municipal water services. *Review of Policy Research*, Vol. 21, n.º 5, pp. 615-636.
- Worthington, A. C. y Dollery, B. E. (2001). Measuring efficiency in local government: An analysis of New South Wales municipalities domestic waste management function. *Policy Studies Journal*, Vol. 29, n.º 2, pp. 232-249.
- Worthington, A. y Dollery, B. (2000). An empirical survey of frontier efficiency measurement techniques in local government. *Local Government Studies*, Vol. 26, n.º 2, pp. 23-52.
- Zafra-Gómez J.L.; Antonio M., Pérez, M. (2010). Overcoming cost-inefficiencies within small municipalities improve financial condition or reduce the quality of public services. *Environment and Planning C. Government and Policy* 28, 609-629.