

## REDES NEURONALES Y MEDICIÓN DE EFICIENCIA: APLICACIÓN AL SERVICIO DE RECOGIDA DE BASURAS

Autor: *Francisco J. Delgado Rivero*

El análisis de eficiencia es un campo de creciente relevancia en el ámbito de la actividad económica general y sin duda en el sector público en particular, principalmente en su función de prestación de bienes y servicios públicos.

Tradicionalmente, el análisis de eficiencia se realiza mediante dos grandes bloques de técnicas. Por un lado, las paramétricas, bien determinísticas o estocásticas, exigen la elección de una forma funcional concreta, como Cobb-Douglas, translog o generalizada de Leontief. Por otra parte, las técnicas no paramétricas no implican elección de forma funcional, sino que a partir de unos ciertos supuestos –convexidad, rendimientos constantes o variables– determinan una envolvente en el Análisis Envolvente de Datos (DEA). La eliminación del supuesto de convexidad da lugar a la técnica *Free Disposal Hull* (FDH).

En este trabajo se incorpora una tercera vía a través de las redes neuronales artificiales (RNA). Estas técnicas no lineales pueden ser consideradas semi no paramétricas, son aproximadores universales de funciones y sus derivadas, y han sido empleadas en un gran número de áreas dentro de la Economía. Las RNA deben contemplarse como un instrumento adicional, y no como una alternativa, a las técnicas habitualmente empleadas en la literatura de eficiencia (Athnassopoulos y Curram, 1996; Costa y Markellos, 1997; Curram, Athnassopoulos y Shale, 1999; Santín, Delgado y Valiño, 2001).

En concreto, se han considerado tres alternativas basadas en RNA. En primer lugar, la función de producción estimada (RNA1) que, aunque constituye una función promedio, permite observar el comportamiento de las unidades. Por otro lado, la frontera determinada a través de la corrección de la red estimada por el mayor residuo positivo (RNA2), proceso similar al empleado en mínimos cuadrados corregidos. Por último, la frontera resultante de la corrección por la media de los mayores residuos positivos (RNA3), asociados al 5% de observaciones, para evitar un efecto demasiado elevado por parte de observaciones extremas.

En la parte final del trabajo se lleva a cabo la aplicación en el ámbito de los servicios públicos locales, concretamente el servicio de recogida de basuras. Para ello se ha utilizado la base de datos de municipios catalanes referida a 1998 empleada por Bosch, Pedraja y Suárez-Pandiello (2001).

En esta aplicación se pone de manifiesto la heterogeneidad de resultados alcanzados con las distintas metodologías, en cuanto a la eficiencia media y su variabilidad y el número de unidades eficientes. La eficiencia media estimada en los modelos neuronales (RNA2 y RNA3) es similar a la obtenida con la función Cobb-Douglas determinística y DEA con rendimientos constantes a escala, mientras que la media resulta superior bajo DEA con rendimientos variables a escala y FDH. En cuanto a la variabilidad de las medidas, los indicadores de redes neuronales resultan muy volátiles, de modo similar a DEA con rendimientos variables.

Los coeficientes de correlación de Pearson revelan un elevado grado de concordancia en las medidas de eficiencia entre el modelo de red RNA1 y las técnicas paramétricas (en torno a 0,8) y DEA con rendimientos constantes a escala (0,7). En cuanto a los modelos RNA2 y RNA3 se aprecian correlaciones más altas con las mismas técnicas, si bien sensiblemente inferiores (0,5). También se presenta una elevada correlación entre las técnicas no paramétricas.

No obstante, se detecta cierta similitud en la ordenación por eficiencia a través del coeficiente de correlación de rangos de Spearman, destacando que dos municipios, Calella y Sant Adrià de Besòs, son señalados como eficientes por la gran mayoría de alternativas, así como el grupo de municipios menos eficientes, como Alcanar, Escala, Roquetes, Deltebre, Navás, o Tiana.

Finalmente, como líneas de investigación posteriores, sería positivo disponer de un mayor número de trabajos tanto a nivel teórico, mediante simulaciones, como aplicado, para comprobar si finalmente es "eficiente" el uso de estas complicadas técnicas al campo de la eficiencia. Otros temas a investigar se refieren al tratamiento de outliers y las potencialidades de las redes neuronales en los escenarios multioutput, al poder considerar la eficiencia en uno o varios, y no en todos, los múltiples outputs de una unidad de toma de decisiones.