

Eficiencia energética en escuelas españolas como indicador de competencia de gestión económica

Diferencias entre centros públicos y privados

Energy Efficiency in Spanish Schools as an Indicator of Economic Management Competence: Differences Between Public and Private Centres

Gonzalo Sanz-Magallón Rezusta, Manuel M. Molina-López
y Gregorio Izquierdo Llanes*

Resumen: El objetivo principal de este artículo es aportar datos empíricos sobre las medidas de eficiencia energética que actualmente implementan las escuelas primarias y secundarias en España, tratar de vislumbrar algunas de las características que podrían explicar los diferentes niveles de adopción, y proponer acciones para potenciar el ahorro energético. Con la información proporcionada por el Observatorio del Centro Educativo Español (2011), que tiene datos para 1 969 escuelas públicas, privadas y concertadas españolas, se ha comprobado que la adopción de medidas de eficiencia energética en las escuelas está positivamente correlacionada con otros indicadores representativos de la gestión económica del centro y que los niveles de adopción de medidas de eficiencia energética son mucho más elevados en las instituciones privadas. Esta conclusión de este primer estudio se mantiene después de controlar la influencia de otras variables relacionadas con la adopción de tales medidas, como son el tamaño del centro, el año en que se llevó a cabo la última reforma, la zona geográfica o la temperatura media de la misma.

Palabras clave: eficiencia, energía, gestión pública, gestión privada, ineficiencia-x, centros educativos.

* **Gonzalo Sanz-Magallón Rezusta** es profesor titular del Departamento de Economía, Universidad San Pablo-CEU, CEU Universities, Julián Romea 23(28003). Madrid, España. Tel: +34 91456 6300 (15464). Correo-e: sanmag@ceu.es. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8922-645X>. **Manuel M. Molina-López** es profesor adjunto del Departamento de Economía de la Empresa, Universidad San Pablo-CEU, CEU Universities, Julián Romea 23 (28003). Madrid, España. Tel: +34 91456 6300 (15274). Correo-e: manuelmaria.molinalopez@ceu.es. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9207-5901>. **Gregorio Izquierdo Llanes** es profesor titular del Instituto de Estudios Económicos, Castelló 128, Madrid (28006), y Departamento de Economía Aplicada, UNED. Tel: 91398 6315. Correo-e: gizquierdo@cee.uned.es. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4237-9197>. Los autores agradecen a dos revisores anónimos de esta revista los comentarios realizados, que permitieron mejorar la versión final del artículo. También están en deuda con las profesoras doctora Esther López Martín (Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación II, UNED) y doctora M^a Carmen García Centeno (Departamento de Matemática Aplicada y Estadística, Universidad San Pablo-CEU), que realizaron valiosas aportaciones en versiones iniciales de este trabajo.

Artículo recibido el 8 de febrero de 2019 y aceptado para su publicación el 30 de octubre de 2019.
DOI: <http://dx.doi.org/10.29265/gypv.v29i2.778>

Abstract: The main objective of this article is to provide empirical evidence on the energy efficiency measures currently being implemented by primary and secondary schools in Spain, to attempt to identify the characteristics that could explain the different levels of adoption and to propose public policies aimed at the promotion of energy savings. Using the information provided by the Observatorio del Centro Educativo Español (2011), which delivers data for 1969 public, private and charter Spanish schools, it has been found that the adoption of energy efficiency measures in schools is positively correlated with other indicators representative of the economic management competence of the school, and that levels of adoption of energy efficiency measures are much higher in private institutions. This conclusion of this first study holds after controlling for the influence of other variables related to the adoption of such measures, including the size of the centre, the year in which the last reform was carried out, the geographical area and the average temperature.

Keywords: efficiency, energy, public management, private management, x-inefficiency, schools.

INTRODUCCIÓN

El rendimiento académico es la variable que generalmente se considera al medir la eficiencia en el sector educativo (Hanushek y Woessmann, 2010; Schütz *et al.*, 2008), mientras que otros factores específicos de la gestión de las escuelas no suelen analizarse (Odhiambo *et al.*, 2012). El principio de la eficiencia energética permite una disminución del consumo de energía conservándose los mismos beneficios energéticos; las consecuencias positivas del ahorro energético incluyen la protección del medio ambiente, la seguridad del suministro y el fomento de hábitos sostenibles en el uso de energía por parte de las instituciones públicas. En el caso de las escuelas, el consumo de energía es un área excelente para alcanzar mejoras en la eficiencia energética sin afectar los niveles de confort. Por esta razón, la adopción por parte de las escuelas de medidas que contribuyan a la promoción de la eficiencia energética es un buen indicador, o al menos se aproxima, a la calidad de las prácticas de gestión de las escuelas.

En este contexto, este artículo intentará establecer una caracterización de las escuelas (según propiedad, tamaño, ubicación, etc.) comprometidas con el establecimiento de medidas de eficiencia energética y estudiar los factores que pueden condicionar la adopción de dichos instrumentos. El nivel de desempeño en la adopción de medidas de eficiencia energética podría ser decisivo para diseñar las recomendaciones que las instituciones públicas puedan establecer para los diferentes agentes involucrados.

Con este fin, el documento se estructura de la siguiente manera: primero, se presenta una descripción general de la literatura sobre las características de la adopción de medidas de eficiencia energética y los beneficios logrados por las

empresas y las escuelas. En segundo lugar, se muestran los principales resultados de nuestro estudio empírico sobre el uso de medidas de eficiencia energética en las escuelas públicas, privadas y centros concertados españoles (estos últimos son escuelas privadas sin fines de lucro subvencionadas al cien por ciento por fondos públicos). También se intentan definir, o al menos sentar las bases, de las características de las escuelas que influyen en la adopción de las diversas medidas. Por último, presentamos algunas conclusiones y recomendaciones derivadas de los datos analizados.

LA ADOPCIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO POR PARTE DEL SECTOR PRODUCTIVO

Ahorros obtenidos por las medidas de eficiencia energética

Según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE, 2013), la mayor parte de la energía en los edificios españoles en el sector de servicios se consume para calefacción (31.1%), seguido de aire acondicionado (26.2%), iluminación (22%), equipos (17.3%) y agua caliente (3.3%). Teniendo en cuenta el uso del edificio, los que se utilizan con fines educativos son los que tienen menor participación en el consumo global de energía del sector terciario (5%), seguidos por los utilizados con fines médicos (7%), restaurantes y alojamientos (8%), comercios (30%) y finalmente los dedicados a tareas administrativas (50%).

De acuerdo con la Directiva 2010/31 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre la calificación energética de los edificios, la máxima eficiencia en esta área debe ser el objetivo para obtener mejores resultados con menos recursos, y permitir reducir los costos de producción. En España, el Real Decreto 47/2007 aprobó el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios nuevos; la obligación de cumplir con ciertos requisitos de eficiencia energética es, por lo tanto, relativamente reciente. Además, el IDAE (2002) intentó establecer un conjunto de pautas y recomendaciones para ayudar a los responsables de instalaciones y edificios educativos a promover la conservación de energía en el uso de la iluminación en dichos centros. También ha habido varias iniciativas y proyectos piloto establecidos por las autoridades regionales destinados a mejorar la eficiencia energética en las escuelas.

Numerosos estudios demuestran la efectividad de distintas medidas de eficiencia energética en la reducción de los costos de energía en los edificios (Saidur y Rahman, 2009; Dubois y Blomsterberg, 2011). Williams *et al.* (2012) revisa ochenta y ocho artículos que tratan sobre la disponibilidad de detectores de

presencia en edificios no residenciales, alcanzándose ahorros significativos. En este sentido, un sistema para encender y apagar las luces controlado por detectores de presencia en edificios de oficinas permite un ahorro de 38 por ciento, cifra que se eleva a 49 por ciento en el caso de los edificios educativos.

Dubois y Blomsterberg (2011) revisan la literatura y muestran cómo aproximadamente la mitad de la energía utilizada en los edificios de oficinas podría ahorrarse a través de medidas como el uso de bombillas de bajo consumo, detectores de presencia y un buen aislamiento térmico.

Para el caso de las escuelas, la Secretaría de Energía de México (Sener, 2015) sugirió que una serie de medidas de eficiencia energética, como el reemplazo de los sistemas de iluminación, se traduciría en un ahorro de 245 millones de kWh por año, lo que representa 26 por ciento del consumo nacional de energía de escuelas primarias en México.

En el caso de España, el informe de la Confederación de Consumidores y Usuarios en 2010, parte del programa Intelligent Energy Europe, arroja datos de los ahorros en costos que resultan del uso de tecnologías específicas en edificios. Así, un buen sistema de aislamiento térmico reduce a 50 por ciento el consumo de energía, al tiempo que se puede obtener un ahorro de 10 por ciento mediante el uso de termostatos. Por su parte, las bombillas o focos de bajo consumo, con la misma potencia de luz que las convencionales, consumen aproximadamente cinco veces menos que las bombillas normales.

CUADRO 1. Valores medios del gasto en suministros por alumno, según comunidades autónomas

	<i>Media</i>	<i>Des. típica</i>
Navarra (Comunidad Foral)	168.6	—
Aragón, Castilla y León, Castilla-La Mancha, Madrid y País Vasco	119.4	12.5
Asturias, Cantabria, Galicia, La Rioja	89.1	4.1
Andalucía, Baleares, Canarias, Cataluña, Comunidad Valenciana, Extremadura	65.3	8.0
Ceuta y Melilla	22.7	1.8
Total España*	86.0	160.6

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Encuesta de Financiación y Gasto de la Enseñanza Privada, curso 2009-2010. (INE, 2012). *Promedio calculado a partir de datos individuales de cada centro.

En las escuelas privadas y concertadas españolas, el gasto promedio en suministros en el año académico 2009-2010 fue de 20.034 euros (INE, 2012). Como se muestra en el cuadro 1, en términos de gasto por alumno, el monto fue de 86 euros, si bien se aprecian diferencias significativas entre las escuelas: la desviación estándar fue de 160.6 euros. La ubicación geográfica y las diferentes condiciones climáticas desempeñan un papel importante en la explicación de las diferencias de gasto. Se pueden identificar cinco grupos de regiones con base en el gasto promedio en suministros por estudiante, como se muestra en el cuadro correspondiente. En las regiones más frías del norte, como Navarra, Aragón, Castilla y León y el País Vasco, se registra un valor medio significativamente superior a 100 euros, mientras que en las regiones mediterráneas y del sur de España, este indicador es de 65 euros. Ceuta y Melilla tienen un costo menor, de unos 23 euros.

Adopción de medidas de eficiencia energética

Hasta 2011 España mejoró significativamente en cuanto a la introducción de medidas de eficiencia energética, incluyendo regulaciones cada vez más estrictas para los edificios (Egger, 2012). Pero desde ese año, la tendencia ha sido muy decepcionante. Después de consultar a más de 700 expertos de diversos sectores en los 27 estados miembros de la Unión Europea sobre el progreso de las políticas de eficiencia energética en sus respectivos países, mediante un cuestionario y una serie de entrevistas guiadas, Egger (2015) indica que España es el país que ha logrado el menor progreso en las políticas de eficiencia energética desde 2012. La crisis económica y financiera tuvo un fuerte impacto en las políticas de eficiencia energética, ya que provocó una disminución significativa de los presupuestos disponibles de las agencias de energía nacionales y regionales, que tuvieron un papel clave en años anteriores.

En el sector de servicios español, la intensidad energética, que es el consumo total de energía por euro de producción, ha experimentado una tendencia a la baja en los últimos años, mientras que, por el contrario, la intensidad eléctrica ha aumentado desde 2005, superando el promedio de la UE en 32 por ciento en 2008, lo que denota posibilidades de mejora (IDAE, 2013).

Las barreras frente a la obtención de mayor eficiencia energética son diversas (IEA, 2010). Existen barreras técnicas, de falta de información y financieras para la adopción de este tipo de medidas. Para el caso de las empresas, la búsqueda de una mayor eficiencia energética implica, en un gran número de ocasiones, una renovación de los equipos antiguos, jugando pues un gran papel la capacidad

innovadora de la empresa (IDAE, 2007). En este sentido, Rogers (1983) afirmó que las empresas del sector servicios son más proclives a la innovación de tipo organizativo y las manufactureras a las de carácter tecnológico. Además, un gran tamaño de la organización contribuirá hacia una mayor apuesta por la innovación, así como una mayor formación del personal que en ella trabaja. Para su mayor efectividad, tendrá que estar acompañada del apoyo de la dirección, así como una actitud estratégica proactiva hacia la misma. Por el contrario, un mayor grado de centralización en la empresa tenderá a contribuir de forma negativa a la innovación.

La mayor capacidad innovadora de las empresas también se ha estudiado, tratando de relacionarla con una posible búsqueda de una mayor eficiencia energética en la misma (DeCanio, 1998; Koetse *et al.*, 2008). En su estudio, Koetse y sus colaboradores (2008), a través de una revisión de la literatura existente, explican los factores determinantes de la menor adopción de medidas de eficiencia energética por parte de las pequeñas empresas, haciendo uso para ello de la paradoja de la eficiencia energética (Jaffe y Stavins, 1994), la cual indica que, pese a estar demostrado que las medidas de eficiencia energética producen un ahorro, las empresas tienden a mostrar reticencia en su adopción, seguramente por las posibles barreras institucionales y organizativas y la falta de información.

En este sentido, una de las barreras organizativas más comunes es la falta de percepción económica por parte de los gerentes en las empresas donde se implementan tales medidas. No obtener beneficios directos, junto con los posibles cursos y jornadas a los que se verían sometidos, podría dificultar la adopción de tales medidas (Koetse *et al.*, 2008). Las posibles dificultades relacionadas con la obtención de préstamos para la introducción de estas medidas, aunque no son un factor condicionante, plantean una complicación adicional (Gillissen y Opschoor, 1995; Groot *et al.*, 2001). La falta de información sobre posibles subsidios o las regulaciones correspondientes por parte de la compañía es otra barrera, sobre todo para las compañías más pequeñas (Gillissen y Opschoor, 1995). Algunos estudios sugieren la necesidad de políticas públicas para promover una mayor comprensión de este tipo de medidas (Linares y Labandeira, 2010).

En cuanto a la relación entre el tamaño de las empresas y la adopción de medidas de eficiencia energética, es posible que las empresas que proporcionan tales medidas tiendan a centrar sus campañas en grandes organizaciones y esto puede explicar por qué estas medidas no llegan a las empresas más pequeñas (Koetse *et al.*, 2008).

DeCanio (1994) estudió los posibles factores que impiden la adopción de medidas de eficiencia energética en las empresas. Destaca cómo los valores de los directivos influyen en la adopción de tales medidas. La falta de incentivos para que el equipo de gestión adopte tales medidas y la posible falta de información por parte de las organizaciones sobre los ahorros producidos ante la introducción de tales medidas son otros factores a considerar. Además, pese a que en la mayoría de las ocasiones el costo de la adopción de este tipo de medidas es inferior al ahorro futuro, la estructura interna de la organización puede propiciar la no implantación de las mismas (DeCanio, 1998).

En este sentido, y en relación con la propiedad, se podría esperar que las empresas públicas invirtieran más en medidas que promuevan la eficiencia energética que las privadas. Kok *et al.*, (2011) muestran cómo el sector público está más inclinado a invertir en políticas que ayuden a promover la eficiencia energética de los espacios públicos, en comparación con los agentes privados.

Leibenstein (1966) muestra que las empresas privadas tienden a lograr una mayor eficiencia asignativa en comparación con los organismos públicos, especialmente cuando operan en un sector competitivo. En esta línea, Bloom y Van Reenen (2010) sostienen que las empresas estatales no se gestionan tan bien como las que están en manos privadas y esta diferencia es más clara en el caso de las regiones menos desarrolladas. Las características internas de las empresas públicas, en comparación con las privadas, pueden resumirse de tres maneras principales (Boyne, 2002): más burocracia, más trámites y menor autonomía gerencial. Estos son elementos que podrían actuar como barreras frente a la adopción de medidas de ahorro de energía u otros instrumentos que propicien ahorros de costos a largo plazo.

Por lo tanto, en el caso de las escuelas, debe considerarse la posibilidad de que exista una gestión económica más eficiente en los centros no administrados por el Estado, ya que están sujetos a la disciplina del mercado y a la rendición de cuentas anual a los accionistas o propietarios (Waslander *et al.*, 2010). En esta línea, Levin (1997) demuestra el alto potencial de mejoras de la productividad en el sector educativo estadounidense al reducir la ineficiencia-x.

Asimismo, en el caso de las escuelas, vale la pena mencionar que el tamaño y la edad están relacionados con la mayor adopción de medidas de ahorro de energía. En términos de tamaño, los centros más grandes tienen más capacidad para aprovechar las economías de escala y cuentan con personal más especializado en tareas de gestión, lo que les permitirá lograr una mayor eficiencia económica (Sanz-Magallon *et al.*, 2017). En segundo lugar, la edad del centro, o el tiempo

transcurrido desde la última reforma, debe influir directamente en el nivel de adopción de estas medidas, ya que en los últimos años, especialmente en 1999 y 2006, tanto los edificios nuevos como los sometidos a reformas están obligados a cumplir ciertos estándares de eficiencia (Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, 2007).

Cabe señalar que algunas escuelas europeas están llevando a cabo algunas medidas en el marco del programa “Euronet 50/50 max”, que promueve la implementación de medidas de ahorro de energía en las escuelas, y sensibiliza a los estudiantes sobre la importancia de estas acciones (Diputación Foral de Bizkaia, 2013). De estas medidas se podrían destacar, entre otras, acciones básicas como apagar las luces al salir de la clase, mantener limpias las lámparas y pantallas, cerrar las ventanas cuando la calefacción o el aire acondicionado están encendidos y asegurarse de que los equipos estén apagados al final del día.

ESTUDIO SOBRE EL USO DE MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS ESPAÑOLES

El presente estudio se enmarca en el proyecto Observatorio del Centro Educativo Español, financiado por la Fundación Endesa, que recoge información de los centros educativos españoles, relativos al año 2011, a partir de una muestra formada por 1 969 colegios, de los cuales 1 159 son públicos, 550 concertados y 260 privados. Mediante la cumplimentación de un cuestionario electrónico a través de una página web, los directores de los centros proporcionaron información sobre distintos aspectos:¹ las características generales de la institución (número de estudiantes y profesores, niveles educativos, tipo de escuela y propiedad), características del edificio principal (tamaño y año de construcción, tiempo transcurrido desde la última reforma), medidas de eficiencia energética disponibles, métodos de comunicación con los padres utilizados, servicios complementarios ofrecidos (transporte, comedor, cursos de verano, etc.), número de empleados, tipo de contrato y una lista de servicios subcontratados. Con respecto a las medidas de eficiencia energética, se dispone de información sobre la existencia de los siguientes elementos:² lámparas de bajo consumo, paneles solares, termostatos, detectores de presencia y sistemas de aislamiento térmico. Para el análisis estadístico y econométrico se utilizó el programa IBM-SPSS Statistics Versión-19.

¹ El director de la escuela fue informado antes de recibir el cuestionario on-line, que fue respondido por el director o el subdirector del centro.

² Se le preguntó al encuestado si la escuela tenía o no alguno de los elementos mencionados.

Utilización de las distintas medidas de eficiencia energética según características de los centros

Los cuadros 2, 3, 4 y 5 muestran los porcentajes de centros escolares que cuentan con las diferentes medidas de eficiencia energética según la muestra, así como los intervalos de confianza poblacionales calculados para un nivel de significación de 95 por ciento utilizando la fórmula propuesta por Wald y Wolfowitz (1939), que responde a la siguiente expresión:

$$P \pm 1.96 [P(1-P) / n]^{1/2} \quad (1)$$

donde P es la proporción muestral y n el tamaño muestral.

Teniendo en cuenta la totalidad de los centros (cuadro 2), las lámparas de bajo consumo cuentan con el mayor grado de penetración, al estar presentes en casi 40 por ciento de las escuelas, seguidas por los termostatos, en torno a 20 por ciento del total, y finalmente los sistemas de aislamiento térmico, detectores de presencia y paneles solares, todos ellos con una tasa de adopción ligeramente superior a 10 por ciento.

La existencia de las diferentes medidas está muy relacionada con la antigüedad del edificio principal del centro educativo o, en su caso, con el tiempo transcurrido desde la última reforma importante realizada. Este factor es decisivo para todos los elementos considerados, y se observa en el cuadro 2 una tasa de adopción en torno a 50 por ciento superior en los colegios con edificios reformados desde hace menos de diez años respecto a los que fueron construidos o reformados en el periodo 10-25 años, y de más del doble respecto a los de más de 25 años.

Las medidas de eficiencia energética analizadas presentan igualmente una dependencia llamativa según el tamaño del centro, de forma que las escuelas con más de mil alumnos presentan tasas de adopción superiores de todos los elementos a un nivel de confianza de 95 por ciento (cuadro 2). También se aprecian porcentajes de adopción superiores en determinados elementos (detectores de presencia, aislamiento térmico y paneles solares) en los centros de tamaño mediano (entre 200 y mil alumnos) respecto de los de menor tamaño (menos de 200 alumnos). Lo mismo sucede cuando las tasas de adopción se analizan de acuerdo con el tamaño de la superficie construida del edificio.

Con respecto a los niveles educativos que imparte el centro, no se identificaron diferencias relevantes entre los centros de primaria, secundaria o bachillerato. Por el contrario, sí existen diferencias al comparar los centros de educación infantil o guarderías con el resto, ya que las guarderías infantiles han adoptado en

CUADRO 2. Porcentaje de centros escolares que cuentan con las diferentes medidas, sobre el total de centros y según el tiempo desde la última reforma, tamaño, superficie construida y temperatura media de la provincia

	<i>Lámparas de bajo consumo</i>	<i>Termostatos</i>	<i>Detectores de presencia</i>	<i>Sistemas de aislamiento térmico</i>	<i>Paneles solares</i>
<i>Total centros</i>	37.9 (35.8-40.0)	20.2 (18.4-22.0)	11.9 (10.5-13.3)	12.7 (11.2-14.2)	11.8 (10.4-13.2)
<i>Tiempo desde la última reforma</i>					
Chi-cuadrado	59.9***	24.0***	22.8***	39.3***	50.1***
Menos de 10 años	49.1 (46.3-51.9)	26.0 (23.5-28.5)	15.7 (13.6-17.8)	18.0 (15.8-20.2)	17.3 (15.2-19.4)
10-25 años	34.0 (29.2-38.8)	19.0 (15.0-23.0)	11.2 (8.0-14.4)	8.3 (5.5-11.1)	4.3 (2.2-6.4)
Más de 25 años	20.7 (14.1-27.3)	9.7 (8.0-11.4)	2.1 (0-4.4)	2.8 (0.1-5.5)	5.5 (1.8-9.2)
<i>Tamaño</i>					
Chi-cuadrado	20.6**	5.5**	50.6***	27.3***	8.0**
Menos de 200	36.9 (33.5-40.3)	20.7 (17.8-23.6)	7.3 (5.5-9.1)	13.7 (11.3-16.1)	9.4 (7.3-11.5)
Entre 200 y 1000	35.9 (33-38.8)	18.7 (16.3-21.1)	12.8 (10.8-14.8)	10.0 (8.2-11.8)	12.8 (10.8-14.8)
Más de 1000	53.7 (67.2-80.2)	26.3 (19.8-32.8)	26.3 (19.8-32.8)	24.0 (17.7-30.3)	16.0 (10.6-21.4)
<i>Superficie construida</i>					
Chi-cuadrado	11.6**	11.7**	29.9***	34.5***	24.1***
Menos de 1000 m ²	40.2 (36.7-46.7)	21.5 (18.5-24.5)	9.5 (7.6-11.4)	10.4 (8.2-12.6)	9.1 (7.0-11.2)
Entre 1000 y 3000 m ²	43.6 (40.1-47.1)	22.1 (19.1-25.1)	14.9 (12.4-17.4)	15.4 (12.8-18.0)	16.0 (13.4-18.6)
Más de 3000 m ²	53.5 (46.9-60.1)	32.3 (26.1-38.5)	23.5 (17.9-29.1)	26.3 (20.4-32.2)	19.8 (14.5-25.1)
<i>Temperatura media</i>					
Chi-cuadrado	0.85	35.1***	0.29	8.27**	0.39
Fria (11°-14.5°)	44.7 (35.1-54.3)	41.7 (32.5-51.2)	18.4 (10.9-25.9)	21.4 (13.5-29.3)	10.7 (4.7-16.7)
Templada (14.6°-17.5°)	47.5 (40.6-51.4)	33.3 (28.2-38.4)	14.8 (10.9-18.7)	19.8 (15.5-21.4)	15.7 (11.7-19.7)
Calurosa (17.6°-22.5°)	46.0 (40.8-51.2)	17.3 (13.4-21.2)	12.5 (9.1-15.9)	12.5 (9.1-15.9)	13.4 (9.9-16.9)

Fuente: Elaboración propia con base en información del Observatorio del Centro Educativo Español (2011). *Nota:* Entre paréntesis se indican los intervalos de confianza a 95%. Para rechazar la hipótesis nula los niveles de significación utilizados son: ***1%, **5% y *10%.

mayor medida lámparas de bajo consumo, termostatos y medidas de aislamiento térmico (cuadro 3).

Como muestra el cuadro 4, exceptuando el caso de los paneles solares, las medidas de eficiencia energética implantadas varían notablemente según la propiedad del centro y la titularidad, según sea un centro público, concertado o privado. En este sentido, resulta significativo que los centros gestionados por la administración pública presentan porcentajes de adopción notablemente inferiores a los que son propiedad de capital privado, órdenes religiosas y de

CUADRO 3. Porcentaje de centros escolares que cuentan con las diferentes medidas, según nivel educativo

	<i>Lámparas de bajo consumo</i>	<i>Termostatos</i>	<i>Detectores de presencia</i>	<i>Sistemas de aislamiento térmico</i>	<i>Paneles solares</i>
Chi-cuadrado	30.6***	8.4**	5.1	14.1***	0.5
Guardería Infantil	48.5 (44.0-53.0)	24.8 (20.9-28.7)	9.0 (6.4-11.6)	17.7 (14.3-21.1)	12.7 (9.7-15.7)
Resto	34.4 (32-36.8)	18.7 (16.7-20.7)	12.8 (11.1-14.5)	11.1 (9.5-12.7)	11.5 (9.9-13.1)

Fuente: Elaboración propia con base en información del Observatorio del Centro Educativo Español (2011). *Nota:* Entre paréntesis se indican los intervalos de confianza a 95%. Para rechazar la hipótesis nula los niveles de significación utilizados son: ***1%, **5% y *10%.

CUADRO 4. Porcentaje de adopción de las distintas medidas según titularidad

	<i>Lámparas de bajo consumo</i>	<i>Termostatos</i>	<i>Detectores de presencia</i>	<i>Sistemas de aislamiento térmico</i>	<i>Paneles solares</i>
Administración pública	27.2 (24.6-29.8)	17.2 (15.0-19.4)	8.5 (6.9-10.1)	8.2 (6.6-9.8)	12.0 (10.1-13.9)
Capital privado Independiente	63.5 (58.2-68.8)	27.6 (22.7-32.5)	14.3 (10.4-18.2)	24.1 (19.4-28.8)	12.1 (8.5-15.7)
Orden religiosa	49.8 (44.1-55.5)	23.0 (18.2-27.8)	23.0 (18.2-27.8)	17.5 (13.1-21.9)	8.9 (5.6-12.2)
Otro	42.2 (35.3-49.1)	21.6 (15.9-27.3)	11.6 (7.2-16.0)	14.1 (9.3-18.9)	14.1 (9.3-18.9)
Chi-cuadrado	163.4***	19.06***	49.32***	64.6***	3.3

Fuente: Elaboración propia con base en información del Observatorio del Centro Educativo Español (2011). *Nota:* Entre paréntesis se indican los intervalos de confianza a 95%. Para rechazar la hipótesis nula los niveles de significación utilizados son: ***1%, **5% y *10%.

CUADRO 5. Porcentaje de centros escolares que cuentan con las diferentes medidas, por regiones

	<i>Lámparas de bajo consumo</i>	<i>Termostatos</i>	<i>Detectores de presencia</i>	<i>Sistemas de aislamiento térmico</i>	<i>Paneles solares</i>
Chi-cuadrado	20.7	83.5***	31.0**	29.3**	51.0***
Andalucía	50.8 (43.5-58.1)	14.4 (9.3-19.5)	9.4 (5.1-13.7)	15.5 (10.2-20.8)	11.0 (6.4-15.6)
Aragón	44.4 (25.7-63.1)	18.5 (3.9-33.1)	7.4 (0-17.3)	18.5 (3.9-33.1)	3.7 (0-10.8)
Asturias	39.4 (22.7-56.1)	39.4 (22.7-56.1)	24.2 (9.6-38.8)	15.2 (3.0-27.4)	6.1 (0-14.3)
Baleares	51.4 (34.8-68.0)	22.9 (9.0-36.8)	17.1 (4.6-29.6)	20.0 (6.7-33.3)	37.1 (21.1-53.1)
Canarias	37.3 (24-50.6)	2.0 (0-5.8)	11.8 (2.9-20.7)	3.9 (0-9.2)	11.8 (2.9-20.7)
Cantabria	61.5 (35.0-88.0)	30.8 (5.7-55.9)	7.7 (0-22.2)	23.1 (0.2-46.0)	38.5 (12.0-65.0)
Cataluña	38.7 (29.9-47.5)	34.5 (26.0-43.0)	17.6 (10.8-24.4)	14.3 (8.0-20.6)	21.8 (14.4-29.2)
Castilla La Mancha	44.1 (34.9-53.3)	38.7 (29.6-47.8)	13.5 (7.1-19.9)	19.8 (12.4-27.2)	18.9 (11.5-26.1)
Castilla y León	53.2 (40.8-65.6)	37.1 (25.1-49.1)	17.7 (8.2-27.2)	29.0 (17.7-40.3)	16.1 (7.0-25.2)
Extremadura	46.7 (28.8-64.6)	23.3 (8.2-38.4)	3.3 (0-9.7)	23.3 (8.2-38.4)	13.3 (0.5-24.1)
Galicia	49.3 (37.5-61.1)	15.9 (7.3-24.5)	11.6 (4.0-19.2)	17.4 (8.5-26.3)	2.9 (0-6.9)
Madrid	49.3 (40.8-57.8)	38.1 (29.6-46.3)	14.9 (8.9-20.9)	20.9 (14.0-27.8)	12.7 (7.1-18.3)
Murcia	34.0 (21.2-46.8)	17.0 (6.9-27.1)	5.7 (0-11.9)	3.8 (0-8.9)	9.4 (1.5-17.3)
País Vasco	69.0 (52.2-85.8)	51.7 (33.5-69.9)	37.9 (20.2-55.6)	20.7 (6.0-35.4)	34.5 (17.1-51.7)
Comunidad Valenciana	45.5 (38.6-52.4)	18.5 (13.1-23.9)	16.0 (10.9-21.1)	12.5 (7.9-17.1)	15.0 (10.1-19.9)
Navarra y La Rioja	36.0 (17.2-54.8)	36.0 (17.2-54.8)	20.0 (4.3-35.7)	28.0 (10.4-45.6)	12.0 (0-24.7)
España	37.9 (35.8-40.0)	20.2 (18.4-22.0)	11.9 (10.5-13.3)	12.7 (11.2-14.2)	11.8 (10,4-13.2)

Fuente: Elaboración propia con base en información del Observatorio del Centro Educativo Español (2011). *Nota:* Entre paréntesis se indican los intervalos de confianza a 95%. Para rechazar la hipótesis nula los niveles de significación utilizados son: ***1%, **5% y *10%.

otro tipo. Entre éstos, los de capital privado superan a los centros religiosos en la mayoría de los elementos considerados, con la excepción de los detectores de presencia.

Al estudiar las diferencias en los niveles de adopción por región, se observaron las siguientes diferencias estadísticamente significativas con un nivel de confianza de 95 por ciento (cuadro 5):

- No se detectaron diferencias en el uso de bombillas de bajo consumo.
- En cuanto a la existencia de termostatos, Andalucía y las Islas Canarias tienen porcentajes más bajos que el promedio nacional, mientras que lo contrario es el caso de Cataluña, Castilla-La Mancha, Castilla-León, Madrid, País Vasco y Navarra y La Rioja. Esto puede explicarse por las diferencias en la temperatura promedio, ya que las regiones frías tienden a adoptar la tecnología en mayor proporción, como se muestra en el cuadro 2.
- En lo que respecta a los detectores de presencia, los centros en Extremadura y Murcia están por debajo del promedio nacional, mientras que el País Vasco está por encima de la media.
- Los elementos de aislamiento térmico son menos comunes en las escuelas de las Islas Canarias y Murcia, mientras que se observa lo contrario en Castilla y León y Madrid. Como sucedió con los termostatos, las regiones más cálidas muestran tasas de adopción más bajas de este elemento.
- Finalmente, la adopción de paneles solares es inferior a la media en Galicia y superior en Baleares y Cataluña.

RELACIÓN ENTRE LA ADOPCIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO Y OTROS INDICADORES DE GESTIÓN DE LOS CENTROS

A través de la información del Observatorio del Centro Educativo es posible relacionar la adopción de medidas de ahorro energético con otras variables indicativas del uso de sistemas eficientes de gestión empresarial, como es la subcontratación de los servicios no esenciales, la existencia de un responsable de compras, la utilización de nuevas tecnologías (TIC) para la docencia, o la selección del sistema más adecuado para la comunicación con los padres de los alumnos. Para ello se han caracterizado las siguientes variables:

- Factor de eficiencia energética. Calculado con un análisis factorial, método de componentes principales (Kaiser-Mayer-Olkin = 0.69; significancia de la prueba de Bartlett = 0.000), obtenido de las seis variables ficticias individuales

- (0;1): lámparas de ahorro de energía, termostatos, detectores de presencia, aislamientos térmicos, sistemas de aislamiento y paneles solares.
- Disponibilidad de nuevas tecnologías en el centro para actividades docentes (TIC). Se trata de una variable que indica el porcentaje de aplicaciones tecnológicas con las que cuenta la escuela, de entre las siguientes: equipos informáticos en el centro a disposición de los profesores, sistema de conexión a internet wireless, equipamiento tecnológico en las aulas, pizarras digitales, proyectores digitales, pulsadores para proyectores, mesas digitales y suscripción a plataformas de recursos educativos digitales.
 - Variedad en los sistemas de comunicación con los padres de los alumnos. Esta variable informa del porcentaje de sistemas de comunicación que son utilizados por el centro educativo de entre los siguientes: cartas, revista, correo electrónico, notiweb, llamadas a través de ordenador, mensajería móvil e intranet.
 - Subcontratación de servicios de limpieza y mantenimiento. Variables dicotómicas (0;1) que toman el valor de uno en el caso de que el centro tenga subcontratados los servicios de limpieza y mantenimiento.
 - Existencia de la figura de responsable de compras. Variable dicotómica (0;1) que toma el valor de uno en el caso de que el centro cuente con una figura de responsable de compras o de contratación.

El cuadro 6 muestra los valores de las correlaciones bivariadas entre las variables analizadas y el factor de eficiencia energética. Encontramos una asociación positiva y estadísticamente significativa con un nivel de confianza de 99 por ciento entre las medidas de eficiencia energética analizadas y la disponibilidad de nuevas

CUADRO 6. Relación entre la adopción de medidas de eficiencia energética y otros indicadores de gestión en las escuelas

	Correlaciones bivariadas		Valor medio del factor eficiencia energética					
	Indicador uso TIC	Indicador comunicaciones	Responsable de compras (F= 64,4, P<00.1)		Externalización de servicios de mantenimiento (F=11.6, P<00.1)		Externalización limpieza (F=23.6, P<00.1)	
			No	Sí	No	Sí	No	Sí
Factor eficiencia energética	0.261***	0.433***	0.01***	0.43***	-0.03***	0.16***	-0.08***	0.15***

Fuente: Elaboración propia con base en información del Observatorio del Centro Educativo Español (2011). Nota: Para rechazar la hipótesis nula los niveles de significación utilizados son: ***1%, **5% y *10%.

tecnologías, y con la variedad de sistemas de comunicación con los padres. Además, el análisis de varianza (Anova) del factor de eficiencia energética determina una relación positiva entre la adopción de instrumentos de eficiencia energética, la existencia de un gerente de compras y la subcontratación de servicios de mantenimiento y limpieza.

Estas asociaciones muestran la existencia en España de escuelas con diferentes niveles de eficiencia de gestión general, de forma que los centros más eficientes se caracterizan por presentar niveles más altos de adopción de medidas de eficiencia energética, medios de comunicación más variados con los padres, mayor disponibilidad de nuevas tecnologías para enseñanza y una tendencia a externalizar las tareas secundarias no educativas

DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PROPIEDAD DEL CENTRO Y EL TIPO DE ENSEÑANZA SOBRE LA EXISTENCIA DE MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Se ha demostrado que las medidas de eficiencia energética se encuentran con mayor frecuencia en centros más grandes, en aquellos con edificios más nuevos y, en la mayoría de los casos, también hay diferencias notables según la región. Por lo tanto, para determinar la influencia de la propiedad de la escuela en la adopción de cada instrumento, controlando el efecto del tamaño, la edad del edificio y la región autónoma, utilizamos un contraste paramétrico, llevando a cabo un modelo de regresión logística (LRM) para ajustar los datos. La decisión de usar LRM se basó en la naturaleza de nuestros predictores y la variable dependiente, al ser ambas categóricas.

Hemos procedido a una estimación de un modelo que considera los determinantes de la probabilidad de que una escuela tenga la tecnología en cuestión o no. Con esta técnica, los individuos (escuelas en nuestro caso) eligen entre adoptar esta tecnología ($Y_i = 1$) o no ($Y_i = 0$), habiéndose utilizado esta técnica en varias investigaciones en el campo de la adopción de innovaciones (Vicente y López, 2006; Schleife, 2006; Grazzi y Vergara, 2008).

La ventaja de LRM sobre otros análisis multivariantes es que no se requieren los supuestos tradicionales sobre linealidad, homocedasticidad y normalidad (Cabrera, 1994; Peng *et al.*, 2002). Las ecuaciones estimadas son del tipo:

$$\ln [P / (1-P)] = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \varepsilon \quad (2)$$

donde ε es el término de error, β_0 es la intersección en y , y P es la probabilidad de que la escuela tenga la tecnología en cuestión o no, dependiendo de una serie

de atributos. Diferentes X_i se refieren a diferentes variables económicas, institucionales y técnicas que pueden explicar las diferentes tasas de adopción entre las escuelas:

X_1 : edad del centro (última remodelación en los últimos diez años; última remodelación entre 10 y 25 años; última remodelación hace más de 25 años);

X_2 : tamaño de la escuela (centros con menos de 200 estudiantes, de 200 a mil, con más de mil estudiantes);

X_3 : propiedad (escuelas públicas, privadas o concertadas);

X_4 : temperatura media de la provincia donde se encuentra la escuela. Esta variable sólo se incluye en las ecuaciones de termostatos y sistemas de aislamiento térmico, ya que se ha comprobado que la adopción de los otros instrumentos es independiente de la temperatura.

X_5 : comunidad autónoma (Andalucía, Aragón, Asturias, Baleares, Canarias, Cantabria, Cataluña, Castilla-La Mancha, Castilla-León, Extremadura, Madrid, Murcia, Navarra y La Rioja, País Vasco y Valencia).

X_6 : superficie construida del centro, medida en metros cuadrados.

Los diferentes valores de β indican el impacto de cada variable en la probabilidad de que el centro tenga la tecnología en cuestión o no. El coeficiente *logit* exponencial $\text{EXP}(\beta)$ puede interpretarse como el cambio del factor en las probabilidades de que el resultado sea uno en comparación con las probabilidades de que el resultado sea cero, para un cambio de una unidad en el predictor (Mitchell y Chen, 2005).

La variable que representa el nivel de educación (preescolar u otros niveles) no se incluyó para evitar problemas de colinealidad con el tamaño de la variable del centro, al haberse observado una correlación bilateral entre las dos variables de -0.527 significativas a 99 por ciento. Lo mismo sucedió con la asociación entre el tamaño de la escuela y la superficie construida, con una correlación bilateral de 0.450 significativa a 99 por ciento. En relación con la región en la que se encuentra la escuela, se ha incluido sólo en las ecuaciones donde no se considera la temperatura, debido a la alta correlación entre ambas variables. La posibilidad de existencia de colinealidad entre el resto de las variables predictoras se descartó, ya que todos los demás coeficientes de correlación bivariados son bajos.

CUADRO 7. Regresión logística

	<i>Lámparas de bajo consumo</i>			<i>Paneles solares</i>			<i>Termostatos</i>			<i>Detectores de presencia</i>			<i>Sistemas de aislamiento térmico</i>		
	B	Wald	Exp(β)	B	Wald	Exp(β)	B	Wald	Exp(β)	B	Wald	Exp(β)	B	Wald	Exp(β)
Nagelkerke R cuadrada	.155			.620	.388			.633			.558				
<i>Año de reforma</i>	30.9			35.4	11.5			14.0			9.6				
Reformas entre los últimos 10 y 25 años	-0.461***	12.6	.630	-1.627***	26.8	.233	-0.226	1.6	.798	-1.909**	9.9	.148	-1.658**	5.1	0.191
Reformas anteriores a 25 años	-1.042***	22.4	.353	-1.455**	10.6	.197	-1.206**	10.6	.299	-0.515**	5.1	.597	-0.651**	5.1	0.522
<i>Tamaño del centro</i>	9.5			14.0	2.2			26.6			3.6				
Centro con menos de 200 alumnos	-0.612**	9.3	.542	-1.088**	14.0	.337	-0.174	.5	.840	-1.479***	25.6	.228	-0.463	1.6	0.629
Centro entre 200 y 1000 alumnos	-0.441**	5.2	.643	-0.779**	8.1	.459	-0.319	1.8	.727	-0.739**	8.2	.478	-0.659*	3.4	0.518
<i>Titularidad</i>	120.7			2.7	7.6			6.3			13.0				
Centro público	-0.968***	65.3	.380	-0.135	2	.875	-0.355**	4.4	.701	-0.502**	6.3	.605	-0.493**	4.3	0.611
Centro privado	.561***	84.3	1.752	.260	1.6	1.296	.146	0.4	1.157	-0.362	1.4	.697	0.415	2.0	1.515
<i>Temperatura</i>					-0.1***			15.0	0.9					-0.043**	5.2
<i>Región</i>					54.1			70.2			27.2				

CUADRO 7. Regresión logística (continuación)

	Lámparas de bajo consumo	Paneles solares	Termostatos	Detectores de presencia	Sistemas de aislamiento térmico	
Andalucía	-1.058**	9.5	.347	-794**	5.2	.452
Aragón	-2.290**	4.7	.101	-1.111	2.0	.329
Asturias	-1.836**	5.8	.159	.149	0.1	1.161
Baleares	.531	1.4	1.701	-.019	0.0	.981
Canarias	-.919*	3.2	.399	-.358	0.5	.699
Cantabria	.491	.6	1.635	-1.050	1.0	.350
Cataluña	-.186	3	.831	.076	0.0	1.079
Castilla La Mancha	-.494	1.9	.610	-.383	1.1	.682
Castilla y León	-.683	2.6	.505	-.252	0.4	.777
Extremadura	-1.153**	3.9	.316	-2.220**	4.5	.109
Galicia	-2.342**	9.5	.096	-.480	1.2	.619
Madrid	-1.053**	10.1	.349	-.574*	3.4	.563
Murcia	-1.503**	8.1	.222	-1.553**	5.9	.212
País Vasco	.274	.4	1.315	.673	2.2	1.960
Comunidad Valenciana	-.725**	5.3	.485	-.223	0.5	.800
Constante	-.856***	21.974	2.353			

Fuente: Elaboración propia con base en información del Observatorio del Centro Educativo Español (2011). Nota: Categorias de referencia: Reformar: en los últimos 10 años; Tamaño: Centro con más de mil alumnos; Irregularidad: Centro concertado; Comunidad autónoma: Navarra-La Rioja. Para rechazar la hipótesis nula los niveles de significación utilizados son: ***1%, **5% y *10%.

Por otro lado, el valor de “edad del centro” se calculó cruzando datos entre la edad y el año de la última remodelación del centro. Dentro de los valores de “región”, para evitar un número excesivamente pequeño de casos, se decidió agrupar los centros en Navarra y La Rioja en una sola variable.

Los parámetros y estadísticos estimados se muestran en el cuadro 7. Los resultados nos permiten concluir que el efecto de la propiedad tiene un poder explicativo significativo en la adopción de todas las medidas de eficiencia energética. En todos los casos, la categoría correspondiente para los centros públicos tiene una menor probabilidad de adopción en comparación con las escuelas no estatales.

Con respecto a las lámparas de ahorro de energía, la variable de propiedad tiene, con mucho, la mayor capacidad predictiva, medida por el estadístico Wald (120.7), que corresponde con una mayor probabilidad de adopción en escuelas privadas versus escuelas concertadas. Considerando el valor del parámetro estimado $\text{Exp}(\beta)$, la probabilidad de adopción en las escuelas públicas se reduce en alrededor de 40 por ciento ($\text{Exp}(\beta) = 0.38$). La edad del edificio y el tamaño del centro registraron los valores esperados de acuerdo con el análisis descriptivo realizado, ya que indican una mayor adopción en los centros más nuevos y entre aquellos con más de mil estudiantes. La variable que representa la región del centro no es estadísticamente significativa.

En la ecuación para la adopción de sistemas de aislamiento térmico, la variable de propiedad también es el mejor predictor (Wald = 13.0), con los centros públicos que ahora presentan una probabilidad de adopción alrededor de 40 por ciento menor ($\text{Exp}(\beta) = 0.611$). Otros determinantes son la temperatura de la provincia, la edad del edificio y el tamaño de la escuela.

En lo que respecta a los paneles solares, la propiedad no tiene influencia. El factor más relevante es la región en la que se encuentra la escuela (Wald = 54.1). Su tasa de adopción es menor en Andalucía, Aragón, Asturias, Extremadura, Madrid, Murcia y Valencia, y disminuye también con el aumento de la edad del edificio y en las escuelas con menos de mil estudiantes.

Además de la temperatura, el uso de termostatos está relacionado negativamente con los centros más antiguos y con los de propiedad pública (la probabilidad de adopción disminuye 30%).

Finalmente, los detectores de presencia tienen tasas de adopción más bajas en las regiones más pobres, como Andalucía, Extremadura y Murcia, y a medida que aumenta el tamaño de la escuela y la edad. En este caso, también en las escuelas públicas la tasa de adopción es aproximadamente 40 por ciento menor que en las escuelas privadas y concertadas.

CONCLUSIONES Y POLÍTICAS PROPUESTAS

El estudio realizado muestra que los centros públicos españoles son menos proactivos en la introducción de medidas de eficiencia energética en comparación con las escuelas privadas y concertadas. Las tasas de adopción son alrededor de 40 puntos porcentuales inferiores. Esta característica se mantiene incluso cuando se controlan las siguientes variables: tamaño del centro, año de la última remodelación del edificio y comunidad autónoma donde se encuentra la escuela. Esto puede deberse a varias razones, entre las que se incluyen probablemente la falta de incentivos de los administradores de escuelas públicas para implementar modelos más eficientes de producción o de ahorro de costos.

Las tasas más bajas de adopción de tales medidas en las escuelas públicas también pueden deberse al desconocimiento de las ventajas que generan. Esta evidencia sugiere que sería útil informar a los gerentes de estos centros y a las administraciones públicas responsables de los beneficios que se pueden obtener, en términos de reducción de costos, con la introducción de medidas de eficiencia energética.

Además, dado que el tamaño del centro tiende a influir en estas decisiones, se debe prestar especial atención a los centros más pequeños, que tienen menos información y probablemente son más reacios a realizar cambios. Otra conclusión derivada de este estudio es la conveniencia de que los propietarios de los centros consideren los ahorros potenciales derivados de llevar a cabo reformas en las escuelas más antiguas, así como en aquellas que no han sido reformadas en los últimos años. Esto también debe aplicarse a las escuelas privadas y concertadas, ya que aunque están por delante de sus homólogos públicos en esta cuestión, gran número de centros aún no han adoptado muchas de las medidas disponibles.

En relación con las significativas diferencias en las tasas de adopción por regiones, se puede observar que, en general, las medidas de eficiencia energética son menos comunes en el sur de España, que se corresponde con las regiones de bajos ingresos medios. Esto hace que sea difícil averiguar si las tasas de adopción inferiores están relacionadas con temperaturas más templadas o con la existencia de mayores barreras, como pueden ser menos fondos disponibles o carencia de información.

Finalmente, si consideramos la relación entre las medidas de eficiencia energética y otras características de la gestión eficiente de los centros educativos, como la existencia de un gerente de compras y la diversidad de sistemas empleados para comunicarse con los padres, podemos asumir que la gestión económica y corporativa de las escuelas públicas también tiene potencial de mejora.

En este sentido, una característica importante del sistema educativo español es que las escuelas públicas incurren en costos medios por alumno mucho más

altos, aproximadamente 60 por ciento superior, con respecto a las escuelas concertadas y privadas (Doncel *et al.*, 2012). Nuestros hallazgos, que deben tomarse como un primer paso en este campo, indican que los menores costos de las escuelas privadas podrían explicarse en parte por menores niveles de ineficiencia-x. Otros elementos característicos de las escuelas públicas, como los salarios más altos, la menor carga de trabajo de los docentes y su menor tamaño (escala menos eficiente), también explican las importantes diferencias en los costos medios.

En línea con los resultados obtenidos, la legislación aprobada en España en 2014, que obliga a tener una formación específica, incluida la gestión económica, para poder calificar como director de una escuela pública, parece apropiada. Sin embargo, la falta de incentivos parece ser un obstáculo persistente y significativo para las mejoras en la gestión económica de las escuelas públicas españolas.

Otra recomendación sería reinvertir los ahorros derivados de la introducción de las medidas de eficiencia energética en la escuela. Esto se está haciendo actualmente en algunas escuelas que pertenecen al programa “Euronet 50/50 max”, en el que las escuelas reciben 50 por ciento del ahorro económico generado tras la introducción de las medidas de eficiencia, reinvertiendo este dinero en la adopción de medidas adicionales.

Aunque se han analizado datos sobre centros españoles, los resultados podrían extrapolarse en cierta medida a otros países. Investigaciones futuras podrían analizar este problema con información adicional de otros países. ☐

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bayraktar, E., E. Tatoglu y S. Zaim (2013), “Measuring the Relative Efficiency of Quality Management Practices in Turkish Public and Private Universities”, *Journal of the Operational Research Society*, 64(12), pp. 1810-1829.
- Bloom, N. y J. van Reenen (2010), “Why Do Management Practices Differ across Firms and Countries?”, *Journal of Economic Perspective*, 24(1), pp. 203-224.
- Boyne, G.A. (2002), “Public and Private Management: What’s the Difference?”, *Journal of Management Studies*, 39(1), pp. 97-122.
- Butler, R.J. y D.H. Monk (1985), “The Cost of Public Schooling in New Cork State: The Role of Scale and Efficiency in 1978-1979”, *The Journal of Human Resources*, 20(3), pp. 361-380.
- Cabrera, A.F. (1994), “Logistic Regression Analysis in Higher Education: An Applied Perspective”, en J.C. Smart (ed.), *Higher Education: Handbook of Theory and Research*, Nueva York: Agathon Press.
- CECU (Confederación de Consumidores y Usuarios) (2010), *Guía práctica sobre ahorro y eficiencia energética en edificios*, Madrid: Intelligent Energy Europe.

- DeCanio, S.J. (1994), “Agency and Control Problems in US Corporations: The Case of Energy-efficiency Investments Projects”, *Journal of Economics of Business* 1(1), pp. 105-123.
- DeCanio, S.J. (1998), “The Efficiency Paradox: Bureaucratic and Organizational Barriers to Profitable Energy-saving Investments”, *Energy Policy*, 26(5), pp. 441-445.
- Diputación Foral de Bizkaia (2013), *Ahorro energético en las escuelas: Manual de formación para escuelas de secundaria*, Bilbao: Diputación Foral de Bizkaia (idea original de Unabhängiges Institut für Umweltfragen, UFU).
- Dixit, A.K. y R.S. Pindyck (1994), *Investment under Uncertainty*, Princeton: Princeton University Press.
- Doncel, L.M., I. Sanz y J. Sainz (2012), “An Estimation of the Advantage of Charter over Public Schools”, *Kyklos*, 65(4), pp. 442-467.
- Dubois, M.C. y A. Blomsterberg (2011), “Energy Saving Potential and Strategies for Electric Lighting in Future North European, Low Energy Office Buildings: A Literature Review”, *Energy and Buildings*, 43(10), pp. 2572-2582.
- Egger, C. (2012), *Progress in Energy Efficiency Policies in the EU Member States: The Experts Perspective*, Linz: Energy Efficiency Watch Project.
- Egger, C. (2015). *Progress in Energy Efficiency Policies in the EU Member States: The Experts Perspective*, Linz: Energy Efficiency Watch Project.
- Gillissen, M. y H. Opschoor (1995), Energy Conservation and Investment Behaviour of Firms: An Empirical Investigation, *Studies in Environmental Science*, 65, pp. 1075-1080.
- Grazzi, M. y S. Vergara (2008), “What Drives ICT Diffusion in Developing Countries? Evidence from Paraguay”, *Investigaciones Regionales*, 16, pp. 93-115.
- Groot, H.L.F., E.T. Verhoef y P. Nijkamp (2001), “Energy Saving by Firms: Decision-Making, Barriers and Policies”, *Energy Economics*, 23(6), pp. 717-740.
- Hanushek, E.A. y L. Woessmann (2010), *The Economics of International Differences in Educational Achievement*, Múnich: CESifo Group.
- IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) (2002), *Guía técnica de eficiencia energética en iluminación: Centros docentes*, Madrid: IDAE.
- IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) (2007), *Propuesta de modelo de contrato de servicios energéticos y mantenimiento en edificios de las administraciones públicas*, Madrid: IDAE.
- IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) (2013), *Plan de acción de ahorro y eficiencia energética, 2011-2020*, Madrid: IDAE.
- IEA (International Energy Agency) (2010), *Energy Efficiency Governance. Handbook*. París: IEA.

- INE (Instituto Nacional de Estadística) (2012), *Encuesta de financiación y gastos de la enseñanza privada. Curso 2009-2011*, Madrid: INE.
- Jaffe, A.B y R.N. Stavins (1994), "The Energy Efficiency Paradox and the Diffusion of Conservation Technology", *Resource and Energy Economics*, 16(2), pp. 91-122.
- Koetse, M.J., H.L.F. de Groot y P. Nijkamp (2008), "Barriers to Investment in Energy-saving Technologies of Small Firms: The Energy-efficiency Paradox Revisited", *Studies in Regional Science*, 38(1), pp. 1-15.
- Kok, N., M. McGraw y J.M. Quigley (2011), "The Diffusion of Energy Efficiency in Building", *American Economic Review*, 101(3), pp. 77-82.
- Leibenstein, H. (1966), "Allocative Efficiency vs. 'X-Efficiency'", *The American Economic Review*, 56(3), pp. 392-415.
- Levin, H. (1997), "Raising School Productivity: An X-Efficiency Approach", *Economics of Education Review*, 16(3), pp. 303-311.
- Linares, P. y X. Labandeira (2010), "Energy Efficiency: Economics and Policy", *Journal of Economic Surveys*, 24(3), pp. 573-592.
- Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (2007), *Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012*, Madrid: IDEA.
- Mitchell M.N. y C. Chen (2005), "Visualizing Main Effects and Interactions for Binary Logit Models", *The Stata Journal*, 5(1), pp. 64-82.
- Observatorio del Centro Educativo Español (2011). *Observatorio del Centro Educativo Español. Funcionamiento y servicios*. Magisterio-Siena, disponible en: <http://www.magisnet.com/pdf/oce2011.pdf> [fecha de consulta: enero de 2018].
- Odhiambo, P., F. Indoshi y J. Agak (2012), "Relationship between Performance Measurement Practices and Managerial Roles in Public Secondary Schools", *Journal of Emerging Trends in Economics and Management Sciences*, 3(3), pp. 286-297.
- Peng, J.C., K. Lida Lee y G.M. Ingersoll (2002), "An Introduction to Logistic Regression Analysis and Reporting", *The Journal of Educational Research*, 96(1), pp. 3-14.
- Rogers, E.M. (1983), *Diffusion of Innovation*, Nueva York: The Free Press.
- Sanz-Magallón, G., M.M. Molina-López y P. Melendo (2017), "Economies of Scale in Private and Charter Spanish Schools under an Ownership and Management Perspective", *Acta VSFS*, 11(1), pp. 7-27.
- Saidur, R. y S. Rahman (2009), "Energy Consumption, Energy Savings, and Emission Analysis in Malaysian Office Buildings", *Energy Policy*, 37(10), pp. 4104-4113.
- Schleife, K. (2006), "Regional versus Individual Aspects of the Digital Divide in Germany", documento de trabajo 06-085. Centre for European Economic Research, ZEW.
- Schütz, G., H.W. Ursprung y L. Woessmann (2008), "Education Policy and Equality of Opportunity", *Kyklos*, 61(2), pp. 279-308.

- Sener (Secretaría de Energía) (2015), *Estudio de eficiencia energética en escuelas*, México: Dirección General de Eficiencia y Sustentabilidad Energética de la Secretaría de Energía.
- Velthuisen, J.W. (1995), “Determinants of Investment in Energy Conservation”, Groningen: Tesis, Rijksuniversiteit Groningen.
- Vicente, M.R. y A.J. López (2006), “Patterns of ICT Diffusion across the European Union”, *Economics Letters*, 93(1), pp. 45-51.
- Wald, A. y J. Wolfowitz (1939), “Confidence Limits for Continuous Distribution Functions”, *The Annals of Mathematical Statistics*, 10(2), pp. 105-118.
- Waslander, S., C. Pater, y M. van der Weide (2010), “Markets in Education: An Analytical Review of Empirical Research on Market Mechanisms in Education”, OECD Education Working Papers 52.
- Williams, A., B. Atkinson, K. Garbesi, E. Page y F. Rubinstein (2012), “Lighting Controls in Commercial Buildings”, *Leukos*, 8(3), pp. 161-180.

Gonzalo Sanz-Magallón Rezusta. Doctor en Economía por la Universidad San Pablo-CEU, CEU Universities, donde actualmente es profesor titular del departamento de Economía. Ha sido investigador principal de varios proyectos de investigación. Algunas de sus publicaciones más destacadas en el campo de la educación son “Estimation of the School Competition Level in the Region of Madrid and its Effects on Academic Performance”, “Caracterización del gasto regional de los hogares en educación superior a través de los microdatos de la Encuesta de Presupuestos Familiares”, “Hacia la transformación económica de la universidad española” e “Inserción profesional de jóvenes en zonas rurales y pérdida de capital humano: el caso de la Ribera de la Navarra”, financiada esta última por la Asociación de Empresarios de la Ribera de Navarra. El profesor Sanz-Magallón ha dictado cursos como profesor visitante y realizado estancias y cursos en distintas universidades extranjeras: St. Luis University, Oxford, Charles De Gaulle, Lessius (Amberes), Boston University.

Manuel M. Molina-López. Doctor en Economía con mención internacional por la Universidad San Pablo-CEU, CEU Universities y máster en Investigación en Economía y Empresa por la Universidad Pontificia Comillas. Ha realizado movi- lidades de investigación en el Teachers College, de Columbia University, y en la American University (Washington D.C.). En la actualidad es profesor adjunto de Organización de Empresas en el Departamento de Economía de la Empresa de la Universidad San Pablo-CEU, CEU Universities. Está acreditado en la figura de Profesor Contratado Doctor por la Agencia Nacional

de Evaluación de la Calidad y Acreditación. Sus principales líneas de investigación abarcan la competencia de los mercados educativos, la gestión de los centros educativos y diferencias de género en los puestos de dirección, ha publicado artículos al respecto en revistas de primer nivel.

Gregorio Izquierdo Llanes. Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad Autónoma de Madrid y profesor Titular en la Universidad Nacional de Educación a Distancia. Desde 2019 es director general del Instituto de Estudios Económicos y director del Departamento de Economía de la organización empresarial CEOE. Entre 2012 y 2018 fue presidente del Instituto Nacional de Estadística de España. Además, el profesor desarrolla una amplia labor de investigación en el ámbito de la estructura y política económicas, y ha publicado numerosos artículos en revistas de primer nivel.