

Nota metodológica

La auditoría energética: una herramienta de gestión en atención primaria

Justo García Sanz-Calcedo^{a,*}, Francisco Cuadros^b y Fernando López Rodríguez^c

^a Servicio Extremeño de Salud, Badajoz, España

^b Departamento de Física Aplicada, Universidad de Extremadura, Badajoz, España

^c Agencia Extremeña de la Energía, Badajoz, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 15 de enero de 2011

Aceptado el 25 de abril de 2011

On-line el 30 de junio de 2011

Palabras clave:

Gestión energética

Centro de salud

Auditoría energética

R E S U M E N

Objetivo: Evaluar la viabilidad de la auditoría energética como herramienta de gestión en atención primaria, para mejorar la eficiencia energética y medioambiental de un centro de salud, disminuyendo sus costes de explotación.

Método: Se realizaron 55 auditorías energéticas en centros de salud durante el periodo 2005-2010, de tamaño entre 500 y 3500 m², ubicados en zonas de salud de 3500 a 25.000 usuarios, construidos entre 1985 y 2007.

Resultados: Se demuestra que con una inversión media de 11.601 € por centro de salud es posible disminuir el consumo energético en 10.801 kWh, ahorrando 2961 € anuales en un tiempo medio de amortización de 3,92 años y evitando la emisión de 7010 kg de CO₂.

Conclusiones: La auditoría energética supone una herramienta práctica para evaluar y disminuir los gastos de explotación y mantenimiento, mejorando el confort en las instalaciones y colaborando en la preservación del medio ambiente.

© 2011 SESPAS. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Energy audit: a management tool in health centers

A B S T R A C T

Objective: The aim of this study was to evaluate the viability of energy audit as a management tool in primary care to improve the energy efficiency and environmental performance of a health center by reducing its operating costs.

Method: We conducted 55 energy audits in health centers from 2005-2010. The health centers were sized between 500 and 3,500 m², were located in health areas with 3,500 to 25,000 users, and were built between 1985 and 2007.

Results: With an average investment of 11,601€/per site, energy consumption can be reduced by 10,801 kWh per year, saving 2,961€ with a mean payback period of 3.92 years, and preventing emission of 7,010 kg of CO₂.

Conclusions: Energy auditing is a practical tool to reduce the operating and maintenance costs of health centers and of improving the comfort of the facilities.

© 2011 SESPAS. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Keywords:

Energy management

Health center

Energy audit

Introducción

Los centros de salud de Extremadura consumen anualmente más de 22 millones de kWh de electricidad, 450.000 litros de gasóleo y 40.000 m³ de gas natural, y emiten a la atmósfera más 27.000 toneladas de CO₂ y otros gases con efecto invernadero¹. Una adecuada gestión energética contribuiría a disminuir estas emisiones, y evitaría sus consecuencias².

Una auditoría evalúa el nivel de «voracidad» energética de un edificio y aporta un estudio de disminución de costes que posibilite reducir los gastos de explotación, mantenimiento y reposición, contribuyendo a preservar el medio ambiente³.

El potencial de ahorro derivado de la gestión energética de un centro de salud no se ha estudiado de forma sistemática (sólo

hay mínimos precedentes), aun cuando las perspectivas reales de ahorro son altas, habida cuenta de que en España, en el año 2009, estaban operativos 2954 centros de salud.

El objeto de este trabajo es evaluar la viabilidad de la auditoría energética como herramienta de gestión en atención primaria, para analizar el consumo energético del centro de salud, y proponer medidas concretas para disminuir su demanda energética.

Método

Estudio analítico basado en la realización de auditorías energéticas en 55 centros de salud de Extremadura (que representan el 50% de los existentes), efectuadas entre 2005 y 2010 por la Agencia Extremeña de la Energía.

Se han elegido edificios similares en cuanto al sistema de climatización utilizado, basado en todos los casos en bomba de calor en verano e invierno o caldera de gasóleo en invierno y

* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: jgsanz@unex.es, justo.garcia@ses.juntaex.es (J. García Sanz-Calcedo).

Tabla 1
Potencial de ahorro energético medio por centro de salud en función de la medida aplicada

Medida	%	Ahorro (€/año)	Inversión (€)	Periodo de retorno (años)
Facturación	70,91%	662,96	0	-
Energía reactiva	49,09%	1.332,23	1.670,12	1,25
Agua caliente	36,36%	792,22	299,23	0,38
Iluminación	94,55%	809,90	2.093,78	2,59
Climatización	13,50%	800	6340	7,93
Epidermis	38,18%	716,50	4.544,00	6,34
Energías renovables	12,73%	537,04	4.853,93	9,04
Gestión interna	95,00%	350,00	0	-
Total		2.960,33	11.601,15	3,92

equipo de frío en verano, con un tamaño comprendido entre 500 y 3500 m², situados en zonas de salud que atienden entre 3500 y 25.000 usuarios, construidos entre 1985 y 2007.

En cada auditoría se han seguido los siguientes pasos:

- Recopilación de datos.
- Localización e inspección de dispositivos de transformación energética.
- Análisis de dispositivos de transformación.
- Cuantificación de la inversión total a realizar si se ejecutan las medidas propuestas, calculando el periodo de retorno de la inversión.
- Elaboración de un informe final.

Para evaluar el ahorro anual conseguido en cada centro de salud se ha utilizado la siguiente ecuación:

$$V = \left[\sum_{n=1}^m (Ei_n - Ef_n) \times Ce \right] + g \quad (1)$$

donde V es el ahorro previsto en euros, Ei_n el consumo anual de energía en kWh, Ef_n el consumo anual de energía estimado tras la aplicación de la medida en kWh, Ce el coste energético en €/kWh y g los impuestos.

Para poder comparar el potencial de ahorro previsto en cada auditoría se actualizaron los valores de la inversión y el coste de la energía, según las siguientes ecuaciones:

$$Va = V \times (1 + 0,02)^n \quad (2)$$

$$Ve = Ce \times (1 + 0,04)^n \quad (3)$$

siendo Va el valor actualizado de la inversión, Ve el coste actualizado de la energía, V la inversión, Ce el coste de la energía y n la diferencia entre 2010 y el año de la auditoría.

Resultados

El coste de cada auditoría, financiadas mediante convenio con la Agencia Extremeña de la Energía, fue de 250 €.

Se ha observado que la climatización absorbe el 52% de la demanda anual de energía de un centro de salud, la iluminación el 30%, el agua caliente sanitaria el 8% y otros receptores el 10%.

Los resultados, clasificados en ocho medidas concretas en función del tipo de intervención en el edificio, se muestran en la tabla 1 y se detallan a continuación.

El impacto medioambiental de las medidas aplicadas se muestra en la tabla 2, en la cual se han extrapolado los resultados del estudio a Extremadura y se han estimado para toda España, donde es posible reducir el consumo en 31,9 millones de kWh anuales, lo

Tabla 2
Balance medioambiental del potencial de ahorro energético y disminución de emisiones a la atmósfera, extrapolado a los ámbitos regional y nacional

Concepto	Media	Muestra	Extremadura	España
Nº edificios	1	55	110	2.954
Energía (kWh)	10.801,31	594.072	1.188.144	31.907.071
CO ₂ (kg)	7.010,05	385.553	771.106	20.707.689
Partículas (kg)	477,74	26.276	52.552	1.411.250
SO ₂ (kg)	74,31	4.087	8.174	219.521
NO ₂ (kg)	4,00	220	440	11.806
CO (kg)	1,06	58	116	3.127

que supondría un ahorro anual de 8.744.806 € y se evitaría emitir a la atmósfera 20.707,7 toneladas de CO₂.

Se ha detectado que los edificios con mayor potencial de ahorro energético son los construidos entre 1990 y 2000, en los que de manera preferente se debería actuar.

Facturación energética

Consiste en optimizar las condiciones contractuales con la compañía suministradora, adecuando la potencia de contratación a la realmente consumida, eligiendo la mejor tarifa, discriminación horaria, etc., y aprovechando las oportunidades de contratación derivadas del alto consumo y de la negociación de precios del mercado de energía⁴.

Energía reactiva

Algunos receptores de las instalaciones eléctricas necesitan campos magnéticos para su funcionamiento, por lo que consumen una energía denominada reactiva, que provoca caídas de tensión, mayor consumo de energía y penalizaciones en la factura eléctrica por su consumo⁵. Cuando esto ocurre (49,09%), se propone la instalación de condensadores de potencia.

Agua caliente

Se propone la instalación de sondas de temperatura en circuitos de recirculación, la instalación de temporizadores en equipos de acumulación y el control de temperatura de consigna en las calderas. En caso de producción de agua caliente mediante termos eléctricos o acumuladores, se plantea la instalación de relojes con programador de desconexión, que interrumpen el funcionamiento en las horas en que no hay actividad asistencial⁶.

Sistema de iluminación

La instalación de balastos en lámparas fluorescentes, la sustitución de lámparas incandescentes por otras de mayor rendimiento, la sectorización y temporización del control de la iluminación, la adecuación de los parámetros de iluminación a cada dependencia y el incremento del mantenimiento⁷ son algunas de las soluciones propuestas.

Sistemas de climatización

Se propone introducir tecnologías eficientes de climatización que minimicen el consumo energético y optimicen el mantenimiento⁸ de los sistemas, la zonificación adecuada para climatizar dependencias con usos similares, la instalación de termostatos y la sustitución de máquinas ineficientes por otras con mayor rendimiento⁹.

Medidas en epidermis

Las medidas propuestas son el aislamiento de techos y cubiertas, el sellado de puertas y ventanas para evitar filtraciones, protecciones de tipo persianas, cortinas o voladizos, sustitución de acristalamiento simple por doble, aplicación de láminas protectoras de radiación solar en vidrios, instalación de cortavientos...

Energías renovables

Si un edificio es energéticamente eficiente, es recomendable la sustitución de la energía convencional por una renovable, debido a que las renovables son más rentables a medio-largo plazo que las tradicionales y llevan intrínsecamente asociado el concepto de sostenibilidad medioambiental¹⁰.

Gestión interna

Se trata de promover campañas de sensibilización en materia de eficiencia energética, determinando objetivos realistas para lograr pequeños avances que motiven a todos, y que preferiblemente tengan que ver con el control de los hábitos de los usuarios.

Discusión

En este estudio se detectan algunos sesgos implícitos, que dificultan la extrapolación al ámbito nacional. En primer lugar, la disparidad en el diseño de los edificios, derivada tanto de la conceptualización arquitectónica como de la parcela. En segundo lugar, la población asistida no es constante a lo largo del año, pues varía entre periodos debido a fenómenos migratorios y a la prevalencia estacional de las afecciones. En tercer lugar, la cartera de servicios varía entre comunidades autónomas.

La realización periódica de una auditoría es un elemento de gestión que permite una sistematización y un conocimiento continuo del funcionamiento del centro de salud. Es adecuado apostar por la eficiencia energética y medioambiental, como indicador asistencial en un modelo sanitario basado en parámetros de calidad, introduciendo indicadores de eficiencia en la gestión, y la auditoría energética es una herramienta adecuada para ello.

Demostrada la viabilidad financiera y presupuestaria de las medidas propuestas, éstas deberían priorizarse en función del periodo de retorno de la inversión, empezando por las que minimicen la inversión.

Contribuciones de autoría

J. García concibió el estudio y supervisó todos los aspectos de su realización, y participó junto a F. Cuadros y F. López en la recopilación de todos los datos utilizados. J. García y F. Cuadros interpretaron los datos, y J. García y F. López realizaron el análisis y redactaron el primer borrador. Todos los autores aportaron ideas, interpretaron los hallazgos y revisaron las sucesivas versiones del manuscrito. Todos los autores aprobaron la versión final. J. García es el responsable del artículo.

Financiación

Ninguna.

Conflictos de intereses

Ninguno.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento al Servicio Extremeño de Salud, organismo autónomo adscrito a la Consejería de Sanidad y Dependencia, y a la Agencia Extremeña de la Energía, por la abundante información facilitada durante el desarrollo de este estudio.

Bibliografía

- García Sanz-Calcedo J, Garrido S, Pérez C, et al. Gestión energética en servicios de salud. *Ingeniería Hospitalaria*. 2007;34:31-8.
- Tirado Blázquez MC. Cambio climático y salud. Informe SESPAS 2010. *Gaceta Sanitaria*. 2010;24 Suppl 1:78-84.
- Rey-Martínez F, Velasco-Gómez E. *Eficiencia energética en edificios. Certificación y auditorías energéticas*. Madrid: Thomson; 2006.
- García Sanz-Calcedo J, Corisco C. *Estrategias para la reducción global de la factura energética y las emisiones en los centros sanitarios de Extremadura*. Madrid: Institute for International Research; 2008.
- Shohet IM. Building evaluation methodology for setting maintenance priorities in hospital buildings. *Construction Management and Economics*. 2003;21:681-92.
- García Sanz-Calcedo J. *Análisis sobre la sensibilidad energética y medioambiental de los parámetros funcionales en los centros de salud de Extremadura*. Badajoz: Universidad de Extremadura; 2009, 350 p.
- García Sanz-Calcedo J, Cuadros F, López F, et al. Influence of the number of users on the energy efficiency of health centres. *Energy and Buildings*. 2011;43:1544-8.
- Corretger M. Incidencia del mantenimiento en la gestión energética en los edificios. *Revista Ingeniería Hospitalaria*. 2008;39:4-22.
- Thormark C. A low energy building in a life cycle its embodied energy, energy need for operation and recycling potential. *Department of Building Science. Lund Institute of Technology. Building and Environment*. 2002;37:429-35.
- García Sanz-Calcedo J, Cuadros F, López F. Eficiencia de una caldera de biomasa en un centro hospitalario. Aprovechamiento de huesos de aceitunas triturados para producción de calor. *Dyna Ingeniería e Industria*. 2011;86-3:343-9.