

# AUDITORÍA ENERGÉTICA DEL CENTRO DOCENTE I.E.S. SIERRA DE CARRASCOY.

VERA MIÑARRO, Ana Belén <sup>(2)</sup>;

ALCARAZ CABALLERO, Antonio José <sup>(2)</sup>

abvminarro@gmail.com

<sup>(2)</sup>Institución I.E.S. Sierra de Carrascoy, Departamento de Energía y Agua

## RESUMEN

Las auditorías energéticas son mecanismos clave para conseguir una mejora de la eficiencia energética. Como trabajo final del Ciclo Formativo de Grado Superior de Eficiencia Energética y Energía Solar Térmica, impartido en el I.E.S. Sierra de Carrascoy, en colaboración con la empresa Konery, se ha realizado una auditoría energética parcial del Centro Docente.

El estudio se ha concretado en cuatro actuaciones:

- Implantación de un sistema de gestión energética.
- Análisis de consumos en stand-by.
- Optimización de la facturación eléctrica.
- Mejora de la eficiencia energética en la instalación de iluminación.

En base a los resultados derivados de este estudio, se ha considerado oportuno tomar las siguientes medidas:

- Se ha implantado un modem para controlar la curva de carga, creando alarmas que dan aviso de los consumos eléctricos excesivos.
- Se ha desarrollado una campaña de concienciación energética dirigida al personal docente.
- Se ha realizado el cambio de compañía comercializadora eléctrica.
- Se han propuesto medidas de mejora en iluminación.

Como conclusión final, se puede afirmar que se ha estimado un ahorro anual de 2.913,34 €/año, con una inversión mínima.

**Palabras clave:** Auditoría energética, gestión energética, centro docente.

## **1. Introducción**

Actualmente la sociedad demanda medidas de ahorro energético que permitan reducir el consumo de energía y disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Así mismo, solicita que estas sean efectivas y se reviertan en un ahorro económico que haga viable la inversión requerida. La determinación de las medidas ahorro energético más adecuadas, será el resultado de un profundo estudio de las instalaciones y su demanda energética, conocido como auditoría energética.

Como trabajo final del Ciclo Formativo de Grado Superior de Eficiencia Energética y Energía Solar Térmica, se ha realizado una auditoría energética parcial de un centro docente público de la Región de Murcia, el I.E.S. Sierra de Carrascoy.

El objetivo principal del trabajo es concretar aquellas medidas que permitan obtener grandes ahorros energéticos con inversiones mínimas y periodos de retorno bajos. Pretende desarrollar una labor experimental y demostrativa, que sirva de modelo para centros docentes homólogos.

Dado que el consumo responsable tiene implicaciones sociales, económicas y ecológicas, se han evaluado como les ha afectado las acciones llevadas a cabo:

- A nivel social, ha tenido una gran aceptación por gran parte claustro de profesores, los cuales se han mostrado una actitud proactiva, implicándose plenamente para conseguir los objetivos marcados. Entendiendo la educación como pilar fundamental para la concienciación ciudadana, el papel del profesor ante la sociedad es de vital importancia, por ello, el profesorado ha acordado adoptar como tema transversal la enseñanza de valores como el consumo responsable de energía y la conservación, mantenimiento y protección del medio ambiente. Así, el propio alumno podrá compartir el mensaje miembros de su unidad familiar, consiguiéndose ampliar su alcance.
- A nivel económico, el ahorro que este estudio ha estimado para el Centro Educativo, muestra valores rentables, cercanos al 28% de la reducción de la factura eléctrica, por lo que medidas similares serían extensibles a otros centros, pudiéndose obtener resultados similares.
- A nivel ecológico, la puesta en práctica de estas medidas adoptadas, reducen un 3% anual las emisiones de CO<sub>2</sub> del IES Sierra de Carrascoy.

## **2. Implantación de un sistema de gestión energética.**

### **2.1. Objetivo**

Conocer la curva de carga en cualquier momento de la actividad diaria, para llevar un control exhaustivo de los posibles excesos en horario escolar y consumo residuales dados fuera de él.

### **2.2. Método de trabajo**

- Instalar un modem, dar de alta en la plataforma on-line y utilizar la herramienta del gestor energético.
- Instalar alarmas para prevenir excesos de potencia, en nuestro caso, para no superar la potencia contratada del centro a estudio de 50 KW y no tener penalización en la factura.
- Conocer el comportamiento de la curva de carga, tanto en potencia activa consumida, como en energía reactiva consumida, entre otros análisis.

### **2.3. Resultados alcanzados**

El resultado de esta aplicación informática es variado. En ella se pueden programar alarmas de consumos. Por ejemplo, para no sobrepasar la potencia contratada se ha programado una alarma que envía un correo electrónico, cuando la potencia activa tenga picos superiores al 90% de la potencia activa contratada, a las personas responsables. De esta forma pueden realizar una toma de decisiones sobre que la necesidad de apagar equipos consumidores.

La evolución de la potencia activa demanda por la instalaciones puede ser representada en gráficos, que permiten llevar a cabo un control visual de los consumos y picos de energía significativos, los cuales puedan generar excesos de potencia contratada.



Imagen 1. Curva de Carga IES Sierra de Carrascoy

## 2.4. Conclusiones

Se ha observado que en invierno los picos de energía se elevan llegando a superar la potencia contratada en numerosas ocasiones, dando como resultado excesos y penalizaciones en la factura mensual.

Para hacer un balance económico se han contabilizado los picos encontrados en un trimestre en horario escolar del curso 2015 – 2016. Esto ha revelado picos en el mes de febrero que generan una penalización de 59,23€. Se han estimado los picos de consumo de los cuatro meses de invierno anteriores, obteniéndose 236,92€ de penalización en temporada de frío.

Tabla 1. Implementación de un sistema de gestión energética.

Concepto Gasto	Valor €	IVA
Día de trabajo	30	
Modem	184,66	18,46
Llamadas	48	
Licencia suministro	112,25	11,22
IP GPRS	30	
Coste inicial 2016	404,91	<b>434,60</b>
Cuota anual 2017	220,25	<b>231,47</b>

El periodo de retorno de la inversión requerida para llevar a cabo esta medida es inferior a un año.

### 3. Optimización de la factura eléctrica.

#### 3.1. Objetivo

El estudio de esta sección tiene como objetivo saber qué pago y dónde puedo ahorrar.

#### 3.2. Método de trabajo

- Análisis de los conceptos desglosados en la factura por los que pagamos cada mes.
- Optimización de la potencia contratada en cada uno de los periodos.
- Comparativa de los precios del mercado de las distintas comercializadoras.

#### 3.3. Resultados alcanzados

- La potencia contratada es de 50 KW para una factura 3.1.A, siendo esta una tarifa para PYMES que facturan en Alta tensión, y que cuentan con un transformador propio. A esta tarifa le es de aplicación la facturación por energía reactiva. Las potencias contratadas deben seguir un orden lógico igual o mayor que el periodo anterior.
- Revisar tabla de Máxímetros las potencias óptimas recomendadas; pudiendo reducir la potencia de P1 a 11 KW y aumentar P2 y P3 a 58 KW.
- Se revelan los precios y descuentos que nos aplican en cada periodo facturado; el precio de la electricidad no solo depende de la hora del día, sino también del mes del año en el que nos encontremos.
- Cuanto han sido los excesos de potencia por los que nos penalizan en la factura; se calcula bajo esta condición matemática:
- $SI, 50 \text{ KW} > (1.05 * 50 \text{ KW}) = 52.5 \text{ KW}$ ;  $Pf = 50 \text{ KW} + 2 * (50 \text{ KW} - 1.05 * 52.5 \text{ KW}) = 72 \text{ KW}$
- Valor de los distintos impuestos que se adjuntan al precio final de la factura, como son el impuesto de electricidad 5,11269632% y el 21% de IVA.

DATOS DEL CONTRATO		
<b>Titular del contrato:</b> IES EL PALMAR <b>NIF:</b> <b>Dirección de suministro:</b> CAMINO MAYAYO 25 BAJO EL, PALMAR O LUGAR DE DON JUAN MU <b>Producto contratado:</b> Tarifa Óptima <b>Potencia contratada:</b> 50, 50 Y 50 kW <b>CUPS:</b>	<b>Número de contador:</b> <b>Referencia del contrato:</b> <b>Su comercializadora:</b> Endesa Energía S.A.U. <b>Peaje de acceso:</b> 3.1A <b>Fin de contrato de suministro:</b> 13/01/2017 (renovación anual automática)	

DETALLE DE LA FACTURA		
<b>ELECTRICIDAD</b>		
<b>Consumo</b>	9.038 KWh x 0,101567 €/KWh	917,97 €
<b>Descuentos</b>	( 9,00 + 1,00 )% x 917,97	-91,80 €
<b>. % dto. cliente</b>	9,00 %	
<b>. % dto. promocional</b>	1,00 %	
<b>Facturación potencia periodo 1</b>	42,5 KW x 30 días x 0,162501 €/KW y día	207,19 €
<b>Facturación potencia periodo 2</b>	72 KW x 30 días x 0,10021 €/KW y día	216,45 €
<b>Facturación potencia periodo 3</b>	42,5 KW x 30 días x 0,022979 €/KW y día	29,30 €
<b>Impto. electricidad</b>	1.279,11 € x 5,11269632 %	65,40 €
<b>Importe total</b>		<b>1.344,51 €</b>
<b>IVA</b>	Normal 21 % de 1.344,51	282,35 €
<b>TOTAL IMPORTE FACTURA</b>		<b>1.626,86 €</b>

Imagen 2. Datos de la Factura.

### 3.4. Conclusiones

Optimizar las potencias supone unos ahorros mínimos frente a la factura anual, a los que debemos restar la cuota de acceso y extensión, los derechos de enganche y comprobar que el boletín eléctrico está vigente, si no fuera así, supondrá otro gasto adicional. Por lo que no ha sido necesario realizar ninguna modificación de la potencia contratada para el centro.

Tabla 2. Optimización de potencia contratada.

Optimización de potencia al cambiar la potencia contratada.	160,18 €/año
Cuota de acceso	-294,40 €
Extensión	-79,49 €
Total	-213,71 €/año

Manteniendo las mismas condiciones, el cambio de comercializadora con precios más competitivos no supone costes adicionales y sin embargo es un ahorro bastante significativo.

Tabla 3. Optimización de factura.

Cambio de comercializadora 2	2.577,35	€/año
Total ahorro	2.577,35	€/año

## 4. Mejora de la eficiencia energética en la instalación iluminación

### 4.1. Objetivo

Reducir la potencia lumínica instalada de manera progresiva a lo largo de la vida útil, manteniendo los niveles de iluminación establecidos en la norma

### 4.2. Método de trabajo

- Para ajustarnos a las condiciones actuales de las luminarias instaladas en las aulas del pabellón de la ESO, debemos saber el tipo, condiciones y número de luminarias.
- Tomar las medidas reales de los valores del flujo lumínico actual (lumen por m<sup>2</sup>) en los puntos adecuados según el CTE-HE3
- Representar una simulación actual y propuesta en el aula en el programa Dialux Evo 6.0.

### 4.3. Resultados alcanzados

El diagrama numérico con la simulación actual nos revela que hay excesos de iluminancia media, generando deslumbramientos en la superficie de trabajo de los alumnos, con las luminarias actuales, constituidas por de pantalla estanca fluorescentes T8 2xTMS 028 PHILIPS, y disposición en línea 3 filas por 3 columnas.

Tras el estudio lumínico realizado, se consigue una homogeneidad adecuada con unas luminarias más eficientes pantallas estancas T8 Led TWG168 TLD36wHF y la misma disposición.

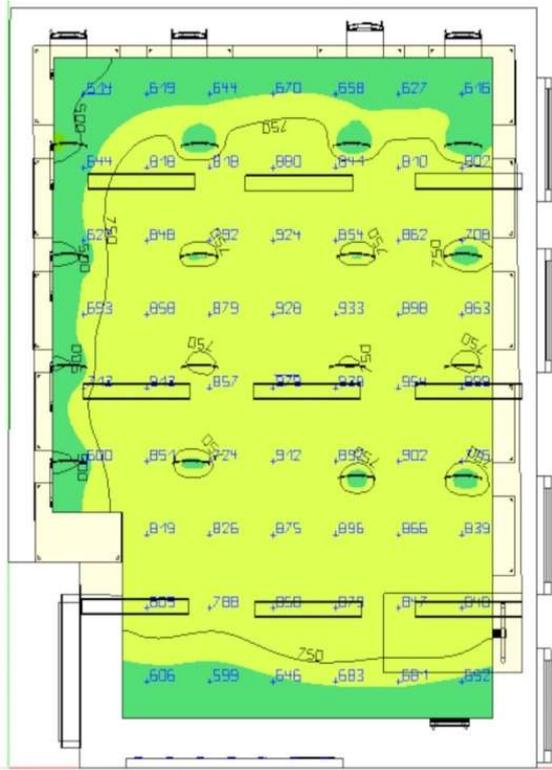


Imagen 3. Isolíneas situación actual.



Imagen 4. Isolíneas situación propuesta.

#### 4.4. Conclusiones

Los cambios que se han propuesto son más beneficiosos para la salud visual de alumnos y docentes, y reducen la potencia de los equipos instalados actualmente, aun siendo el coste inicial elevado, con una renovación de equipos progresiva, la inversión estaría desglosada en numerosas pequeñas inversiones asumibles por el centro docente. Es recomendable hacer un nuevo estudio futuro, para considerar este cambio energético y volver a valorar la adecuación de la potencia contratada tras el cambio de las luminarias de la totalidad de los cuatro pabellones.

Tabla 4. Comparativa características lumínicas aula ESO.

RECINTO	SITUACIÓN	NORMATIVA UNE 12464_1				CTE HE 3	
		Em (lx)	UO	UGRL	Ra	POT MAX (W/m <sup>2</sup> )	VEEI max(W/m <sup>2</sup> -100lx)
AULA ESO	VALORES LIMITE	300	0,6	19	79	15	3,5
	ACTUAL	763	0,03	20	64,8	72	2,5
	PROPUESTA	535	0,34	20	82,8	36	2,3

Tabla 5. Comparativa características lumínicas pizarra.

PIZARRA AULA ESO	VALORES LIMITE	500	0,7	19	80
	ACTUAL	456	0,77	20	80
	PROPUESTA	495	0,67	20	80

Se han estimado unos ahorros en concepto de potencia instalada; calculando un consumo en horario escolar.

Tabla 6. Estimación de consumo lumínico.

	Nº de luminarias	Nº bombilla por luminaria	Potencia unitaria	Potencia instalada	Ahorro consumo
Actuales	9	2	72W	1296W	900W
Propuestas	11	1	36W	396 W	

Para estimar el valor del ahorro de esta medida para 20 aulas del pabellón de la ESO con las mismas características llegan a ser unos ahorros simbólicos aceptables.

Tabla 7. Coste económico de iluminación aula ESO.

Luminarias Actuales	2,75	€/KWh
	1003,4	€/año
Propuesta lumínica	696,8	€/año

## 5. Conclusiones y consideraciones finales

Los distintos centros docentes no son ajenos a esta problemática y esa es la esencia del este trabajo. Es una ejemplificación de una serie de medidas que pueden ser acatadas por el centro de forma inmediata sin costes elevados, que generan un ahorro que permitiría implementar medidas con coste superior, las cuales incrementarías dicho ahorro.

Tabla 8. Conclusiones monetarias.

Concepto	Posible Ahorro	Unidades
<b>Optimización</b>		
Subida de potencia P2 y P3	-205,52	€/año
Bajada de potencia P1	168,37	€/año
<b>Factura</b>		
Cambio de comercializadora	2577,35	€/año
<b>Stand-by</b>		

Diferencia 1º a 2º visita	152,96	€/año
<b>Curva de carga</b>		
Cantina	58,84	€/año
<b>Iluminación</b>		
Diferencia luminarias	161,35	€/año
<b>Posible ahorro Anual</b>	<b>2913,34</b>	€/año

## 6. Agradecimientos

En esta sección opcional, se situarán los agradecimientos a los colaboradores (personas, instituciones o empresas), agentes financieros, etc., que contribuyeron a la buena marcha del trabajo o resultado final.

Quiero agradecer este estudio a:

- Antonio José Alcaraz Caballero, tutor de proyecto y profesor del ciclo FP Eficiencia energética y energía solar térmica.
- Neus Soler, Tutora del grupo de eficiencia energética y energía solar térmica del curso 2015-2016
- Ginés Ángel García López, Guía en el terreno profesional y jefe de la empresa Konery S.L

## 7. Referencias

- [1] <http://www.iessierracarrascoy.es/direccion/archivos/convivencia.pdf>
- [2] Mapa de las comercializadoras de la zona [www.proyectotipo.com](http://www.proyectotipo.com)
- [3] [Para comparar tarifas BOE.es - Documento consolidado BOE-A-2001-20850](#)
- [4] La Tarifa de Acceso se calcula de acuerdo con el RD 1164/2001 y (actualmente en vigor Orden IET/2735/2015 (BOE 18-12-2015)).
- [5] <http://www.aemet.es/es/portada>
- [6] Catálogo de Philips on-line.