

MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UN COMPLEJO DEPORTIVO A TRAVÉS DE LA GESTIÓN DE SUS CONSUMOS ELÉCTRICOS.

Víctor Cloquell

Miguel Ángel Artacho

Vicente Cloquell

Departamento de Proyectos de Ingeniería. Universidad Politécnica de Valencia

Cristina Santamarina

Departamento de Ingeniería de la Construcción. Universidad Politécnica de Valencia

Abstract

During recent years, organizations have seen the power has gone from a marginal factor in their cost structure to be an important chapter in the same due to the gradual increase in its price. The steady upward trend in the price of electricity and the negative environmental consequences associated with their consumption, forcing more companies to follow energy saving strategies. This communication describes the main electrical energy consumption of a sports facility in order to identify points of consumption or inefficient and inadequate by proposing elimination of the consumption and savings of up to 20%. Concluded that energy efficiency is, together with renewable energy, a significant potential to mitigate the negative effects of energy consumption, induced by economic growth, for the transformation of societies towards more intensive patterns of energy consumption by changing these patterns.

Keywords: *Energy efficiency, energy audit, energy consumption.*

Resumen:

Durante los últimos años, las organizaciones han visto como la energía eléctrica ha pasado de representar un factor marginal en su estructura de costes a ser un capítulo importante en la misma debido al incremento paulatino en su precio. La constante tendencia al alza del precio de la energía eléctrica, así como las consecuencias medioambientales negativas asociadas a su consumo, obligan cada vez más a las empresas a seguir estrategias de ahorro energético. En esta comunicación se describen los principales consumos energéticos eléctricos de una instalación deportiva a fin de detectar puntos de consumo inadecuados o ineficientes y proponiendo medidas de eliminación de dichos consumos y de ahorros de hasta el 20%. Como conclusión la eficiencia energética constituye, junto con las energías renovables, un potencial importante para mitigar los efectos negativos del consumo energético, inducidos tanto por el crecimiento económico, como por la transformación de las sociedades hacia modelos más intensivos en consumo de energía mediante la modificación de dichos hábitos de consumo.

Palabras Clave: *Eficiencia energética, auditoría energía, consumo eléctrico*

1. Introducción

La energía permite a las empresas alcanzar mayor productividad y mayor calidad en su producción, pero el consumo de energía es una cuestión que, en las pequeñas y medianas empresas, generalmente, no se le suele prestar una atención especial.

Durante los últimos años, las empresas han visto como la energía ha pasado de representar un factor marginal en su estructura de costes a ser un capítulo importante en la misma debido al incremento paulatino en su precio.

La constante tendencia al alza del precio de la energía, así como las consecuencias medioambientales negativas asociadas a su consumo, obligan cada vez más a las empresas a seguir estrategias de ahorro energético.

Los esfuerzos empresariales se han basado tradicionalmente en la eficiencia de los procesos descuidando los consumos globales. La actual coyuntura económica precisa también de la disminución de consumos, lo que repercute directamente en la cuenta de resultados de las empresas.

La eficiencia energética constituye, junto con las energías renovables, un potencial importante para mitigar los efectos negativos del consumo energético, inducidos tanto por el crecimiento económico, como por la transformación de las sociedades hacia modelos más intensivos en energía.

Con las auditorías energéticas se persigue:

- Describir los principales consumos energéticos eléctricos de su instalación analizando de la situación energética actual de la empresa
- Proponer soluciones concretas que reduzcan al máximo los costes energéticos, adaptándose a los procesos y particularidades de la instalación.
- Reducir las emisiones de gases que provocan el efecto invernadero, apostando por un desarrollo sostenible y por el medioambiente.

La presente comunicación tiene por objeto la descripción, medición y análisis de la situación energética de un complejo deportivo, a fin de evaluar los consumos, proponer mejoras para el ahorro y estudiar su viabilidad. La estructura seguida consta de una breve descripción del edificio en cuestión así como de sus instalaciones y equipos consumidores de energía eléctrica. Posteriormente se mostraran los resultados de los consumos eléctricos, medidos mediante analizador de redes avanzado desde el 09 de junio de 2008, para determinar la situación energética eléctrica de la instalación que servirán de referencia para su puesta a punto y valorar las posibles medidas de ahorro en los distintos equipos e instalaciones. A continuación se presentan las medidas concretas a implantar para la futura optimización del gasto energético en los distintos equipos consumidores estudiados. Para una mayor comprensión de las mejoras asociadas a las propuestas se indicara en cada caso, la inversión, el ahorro mensual tras la medida, la amortización y el ahorro anual previsto.

2. Descripción de la instalación

El complejo deportivo-cultural que alberga el polideportivo, piscina y biblioteca municipal es una construcción con 5,620 m² aproximadamente sita en el casco urbano de la ciudad de Valencia. En el mismo se pueden distinguir varias dependencias, por un lado y en planta baja se ubica la recepción, la piscina cubierta de 360 m² aproximadamente con sus vestuarios asociados, los cuales cuentan con cabina de sauna, sala de gimnasio, sala de

spinning y dos pistas de squash. Por otro lado, en su planta alta, se ubican las salas de actividades, una pista de pádel, vestuarios y oficinas.

Su horario de funcionamiento es de 8:00 a 22:00 entre semana y los fines de semana de 8:00 a 14:00. Siendo sus datos de ocupación los que se presentan a continuación (ver figura1), incluyéndose imagen satélite de la localización y situación urbana del complejo (ver figura 2): :

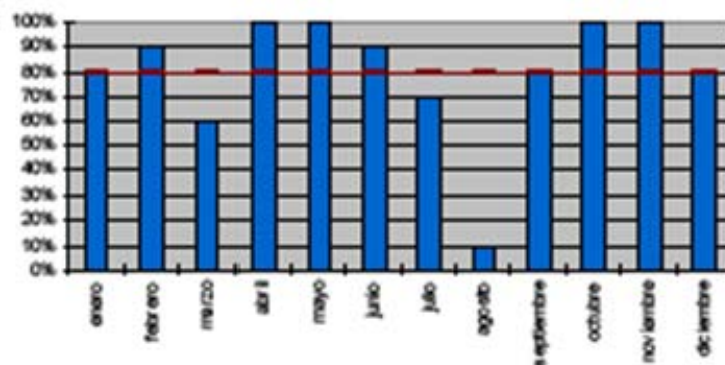


Figura 1: Datos de ocupación del centro polideportivo

A la vista de los datos se puede apreciar que la afluencia media supera el 80% en los meses previos a las vacaciones de verano y se retoma dicha ocupación a la vuelta de dichas vacaciones. En los meses de marzo y julio experimenta un descenso siendo coincidente con las festividades locales y el primer mes del período vacacional de verano respectivamente, estando cerrado el mes de agosto. Destacar que el horario de funcionamiento es de 8:00 a 22:00 entre semana y los fines de semana de 8:00 a 14:00.



Figura 2: Vista del emplazamiento del Complejo Deportivo desde Satélite

2.1. Inventario de equipos consumidores de energía

A continuación se presenta un resumen general del alumbrado, unidades, y potencia, obteniéndose que la potencia instalada en el alumbrado es de 40.66 [KW].

Tipo de lámpara	Potencia luminaria [KW]	Unidades	Pot. total [KW]
Incandescentes	0.06	57	3.42
Halógenas	0.05	23	1.15
Bajo consumo	0.052	11	0.57
Fuorescentes	0.058	288	16.70
Fuorescentes	0.036	8	0.29
Focos	0.15	46	6.90
Focos	0.25	36	9.00
Farolas	0.25	10	2.50
Emergencia	0.006	22	0.13
TOTAL			40.67

Tabla 1. Potencia instalada en alumbrado.

Del mismo modo se detallan los principales equipos consumidores de energía eléctrica del complejo deportivo-cultural:

Descripción de equipos	Unidades	Potencia [KW]	Potencia Total [KW]
Instalación centralizada de calefacción y refrigeración (Ciatesa)	1	43.00	43.00
Instalación centralizada de calefacción y refrigeración (Ciatesa)	1	17.50	17.50
Equipo autónomo de aire acondicionado	5	7.40	37.00
Equipo autónomo de aire acondicionado	3	3.40	10.20
Acumuladores eléctricos	4	1.80	7.20
Máquina de vending de helados	1	1.50	1.50
Máquina de vending de refrescos	2	0.60	1.20
Máquina de vending de café	2	1.40	2.80
Máquina de vending de agua	1	0.50	0.50
Máquina de vending de agua	2	0.61	1.22
Máquina de vending de refrescos	1	0.61	0.61
Máquina de vending de comida	1	0.61	0.61
Caldera de recirculación de agua	1	0.25	0.25
Caldera de recirculación de agua	1	0.55	0.55
Caldera de recirculación de agua	1	0.40	0.40
Caldera de recirculación de agua	1	1.50	1.50
Caldera de recirculación de agua	1	1.10	1.10
Caldera de recirculación de agua	1	5.50	5.50
Motor de depuradora	2	5.50	11.00
Motor de depuradora	2	1.40	2.80
Motor de depuradora	1	0.45	0.45
Motor de depuradora	1	0.55	0.55
Deshumectadora	1	42.50	42.50
Cinta de fitness (Life Fitness 9500 HR)	12	0.18	2.10
Sauna Inbeca	2	7.00	14.00
TV de plasma	7	0.30	2.10
TV de tubo	3	0.30	0.90
Secadores	24	0.80	19.20
TOTAL			228.24

Tabla 2. Principales Equipos Consumidores

Como resultado de este inventario se tiene que la potencia total instalada en equipos consumidores de energía eléctrica es de: 228.24 [KW].

3. Situación energética actual

El Complejo Deportivo-Cultural es una instalación representativa en el ámbito de las instalaciones deportivas, con una potencia instalada media de 125 [KW]. Para alcanzar el objetivo propuesto en este estudio se ha procedido a la instalación de un sistema de captura de datos eléctricos de la instalación permitiendo ser procesados en tiempo real a fin de conocer y mejorar la gestión de consumo eléctrico.

Con la instalación de estos equipos se pretende elaborar un modelo aproximado de consumo eléctrico diario y comprobar las desviaciones con respecto a este modelo, sus causas y posibles soluciones para un mejor aprovechamiento energético y un menor coste en la facturación final.

Además, también obtenemos información sobre:

- Niveles significativamente altos de energía consumida.
- Picos de potencia superiores a la potencia contratada.
- Consumos latentes durante los periodos de no actividad del edificio.
- Evolución del consumo eléctrico a lo largo de la jornada.

El dispositivo, tiene otra gran ventaja: se puede establecer la comunicación vía Internet, previamente integrado en una red local Ethernet. Con lo que se permite realizar la gestión y el estudio de los consumos eléctricos a distancia.

El equipo que se ha instalado en el cuadro eléctrico del complejo:

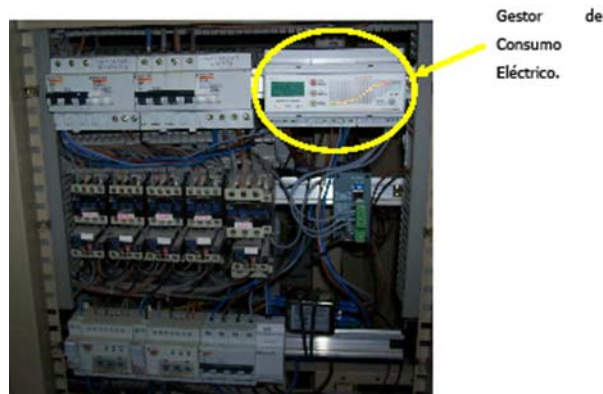


Figura 3: Analizador de redes instalado en cuadro general

En las tablas 3 y 4 se puede ver los perfiles de consumo eléctricos obtenidos para el complejo deportivo a partir de la medición realizada por el analizador para los días entre semana y los consumos de fines de semana respectivamente.

	<p>Se puede observar como los consumos latentes de la mañana son superiores a los consumos latentes nocturnos. Es por ello que se debería estudiar las maquinas o luminarias que se han apagado en el periodo nocturno frente al consumo durante el periodo nocturno.</p>
	<p>El día 24 de Junio se puede observar que los consumos máximos han aumentado a lo largo de la utilización normal de las instalaciones, por lo que se debería estudiar a que se debe ese incremento del consumo eléctrico. Sin embargo los consumos latentes en el periodo de la mañana son menores que los del día anterior.</p>
	<p>El día 25 se puede observar cómo han crecido los consumos eléctricos desde las 17:00 a las 18:00, probablemente por un descenso de la actividad en las instalaciones dicho día.</p>
	<p>A partir de este día se puede ver como se mantiene el consumo mínimo, entre semana, durante las franjas horarias fuera del horario normal de utilización del complejo</p>

Tabla 3. Consumos cuartohorario diario entre semana

	<p>Los fines de semana por el contrario se puede observar como no se mantiene el consumo mínimo fuera del periodo de utilización normal del complejo</p>
	<p>Además a partir de las 14:00 se queda un consumo injustificado, puesto que a partir de esta hora no se utiliza ninguna instalación del complejo</p> <p>Quedando pendiente el estudio de las cargas que se quedan encendidas fuera del horario de utilización los fines de semana.</p>

Tabla 4. Consumos cuartohorario diario fin de semana

4. Medidas de ahorro energético en equipos consumidores

4.1. Supresión de ineficiencias

- a) Eliminación del aire acondicionado de la sala de Spinning y del stand-by de las maquinas andadoras en el horario nocturno, día 11 de Junio de 2008. Los consumos no deseados debido a las maquinas andadoras y al aire acondicionado de la sala de spinning desde las 22:30 horas del 10 de Junio de 2008 hasta las 07:30 horas del 11 de Junio de 2008, es de 94.58 [KWh/dia]. Extrapolando dicho consumo mensual y anualmente supone un consumo de 2,837.4 [KWh/mes] y 31,211.4 [KWh/ano]. Siendo unos 4,773.16 [€/ano].

- b) Eliminación de los consumos no deseados durante los fines de semana. La utilización del complejo deportivo durante los fines de semana se limita a las horas comprendidas desde las 8:00 hasta las 14:00. Por lo que se fuera de ese horario se comprende que el consumo debe ser de unos 30 [KWh]. Los fines de semana se dejan encendidos receptores consumidores de energía. El gasto producido en este mes ha sido de 107.79 [€/mes]. Si se evita este consumo, se ahorrarían 1,293.44 [€/ano].

4.2. Ahorro máquinas de vending

Las maquinas de Vending son unos cargas eléctricas pequeñas, sin embargo tienen una utilidad limitada al horario de utilización del complejo deportivo. Por lo tanto se podrían eliminar dichos consumos en el periodo de no utilización del mismo, encendiendo las máquinas dos horas antes del inicio de las actividades, de este modo las máquinas se encontraran en las condiciones optimas de utilización.

4.3. Ahorro en la depuradora

La máquina depuradora se queda encendida toda la noche, lo cual es innecesario, puesto que por Decreto de la Generalitat Valenciana 255/1994 sería necesario tenerla encendida durante 5 horas, tiempo necesario para que se realice todo el filtrado del agua de la piscina. El apagado de las maquinas depuradoras se realizara mediante la utilización de un reloj temporizador durante el periodo de no utilización de la instalaciones del complejo.

En este caso, no se va a diferenciar entre los diferentes tipos de apagado, debido a que la calefacción del agua va unida a las maquinas depuradoras, por lo que no sería recomendable el apagado de las maquinas depuradoras durante largos periodos de tiempo. Ya que la temperatura del agua descendería demasiado de las condiciones de confort. Además el apagado de las maquinas depuradoras, se recomienda apagarlas durante el periodo comprendido entre las 22:00 hasta las 3:00. Puesto que de esta forma al inicio de la utilización de la piscina; las maquinas depuradoras llevaran encendidas las 5 horas que establece el decreto 255/1994, así como habrá habido el suficiente tiempo para que la calefacción del agua haya subido la temperatura de la piscina hasta los niveles óptimos de utilización.

4.4. Ahorro en iluminación

Las lámparas fluorescentes compactas resultan muy adecuadas en sustitución de lámparas de incandescencia tradicionales, pues presenta una reducción del consumo energético del orden del 80%, así como un aumento en la duración de la lámpara en 8 y 10 veces respecto a las lámparas de incandescencia.

De igual manera las lámparas halógenas convencionales se pueden sustituir por fluorescentes compactas, produciendo un ahorro aproximado del 70%.

Las lámparas incandescentes se recomiendan sustituir por una lámpara fluorescente compacta de 11 [W], ya que estas lámparas consumen menos energía eléctrica y dan un flujo luminoso similar, para las lámparas halógenas se recomienda sustituirlas por 2 lámparas fluorescentes compactas de 11 [W] cada una.

4.5. Complemento de reactiva

Donde se puede observar que los cuatro primeros meses no se estaba realizando ningún descuento sobre la factura eléctrica, así como tampoco se estaba realizando ninguna penalización sobre la misma, puesto que el $\cos \phi$ era superior a 0.9. Sin embargo a partir de Junio de 2,008, el $\cos \phi$ descendió hasta valores de 0.89, valor a partir del cual las empresas suministradoras de electricidad empiezan a aplicar penalizaciones en la factura eléctrica, esta penalización a aplicar es de 0.8% sobre la suma del coste de la energía consumida más el coste de la potencia contratada por la instalación.

No suponiendo un gran sobrecoste sobre el coste total de las facturas eléctricas, no obstante dicho valor de $\cos \phi$ no mejorara si no se pone ningún remedio. La opción más sencilla es la instalación de una batería de condensadores en la acometida de la instalación eléctrica, para la reducción de la energía reactiva. Además hay que recalcar que si la instalación tuviera unos valores de $\cos \phi > 0.95$, la empresa suministradora bonificaría la factura eléctrica de la instalación.

5. Resumen de ahorros

Hay que destacar que los datos de la tabla 5 de ahorros de los apagados de aire acondicionado de la sala de spinning y cintas andadoras, incorrecto apagado durante el fin de semana, apagado de las máquinas de vending, apagado de la depuradora es referente a 11 meses, ya que se entiende que este apagado se realizaba durante el mes de Agosto, durante dicho periodo la instalación permanece completamente cerrada.

Tabla de ahorros

	Ahorro mensual	Ahorro Anual
Apagado de aire acondicionado spinning y cintas andadoras	285.95 €	3,145.41 €
Incorrecto apagado fin de semana	117.59 €	1,293.44 €
Apagado máquinas de vending	108.37 €	1,192.12 €
Cambio de luces incandescentes	156.27 €	1,719.00 €
Apagado de la depuradora 5 horas noche	205.48 €	2,260.23 €
Complemento de Reactiva	154.09 €	1,695.00 €
TOTAL	1,027.75 €	11,305.20 €

Tabla de inversión

	Unidad	Inversión
Coste lamparas bajo consumo	20.00 €	3,200.00 €
Instalación de relojes reguladores	180.00 €	720.00 €
Instalación Batería Condensadores	1,270.00 €	1,270.00 €
TOTAL		5,190.00 €

Tabla 5. Resumen de ahorros e inversión propuestos en el complejo deportivo

En la anterior tabla se puede apreciar los ahorros estudiados en la auditoria, así como la inversión requerida para obtener estos ahorros. Como se puede apreciar los ahorros obtenidos son superiores a la inversión que habría que realizar, por lo que el periodo de retorno simple es de 5.11 meses. A continuación (ver tabla 6) se puede apreciar el % de ahorro anual realizando las medidas de ahorro propuestas en el apartado anterior.

Consumo anual [€] actual	Ahorro propuesto anual [€]
56,369.33 €	11,305.20 €
% Ahorro anual	
20%	

Tabla 6. Porcentaje de ahorro anual

6. Conclusiones

A modo de resumen se presentan las principales conclusiones obtenidas del estudio realizado:

- Mediante la realización de las medidas de ahorro propuestas en el apartado 4 se obtiene un ahorro de un 20% con respecto a la facturación anual eléctrica, con un periodo de retorno simple de la inversión de 5.51 meses.
- El ahorro total propuesto asciende a unos 11,305.2 [€].
- El centro carece de elementos de control de la iluminación como puede ser los detectores de presencia o los interruptores / temporizadores que pueden reducir considerablemente el consumo energético en aseos y otras dependencias con ocupación intermitente, por lo que se propone como medida a considerar.
- No se aconseja la incorporación de balastos electrónicos ya que los ahorros conseguidos no justifican la inversión necesaria. Los periodos de retorno son muy elevados para estas medidas.
- Se aconseja el apagado del aire acondicionado, calefacción, durante los periodos de no utilización del complejo deportivo-cultural. Este apagado se puede llevar a cabo mediante el personal, o bien automatizando las instalaciones mediante relojes temporizadores.

- Se propone la instalación de relojes temporizadores en los receptores consumidores de energía que no se utilicen en el horario nocturno (las máquinas de vending, las cintas andadoras, depuradora, etc.).
- Otra medida a considerar es el cambio de las luces incandescentes por lámparas de bajo consumo. Donde el periodo de retorno de la inversión del cambio por lámparas de bajo consumo es de 1 año y 10 meses.
- Hay que estudiar los consumos durante la tarde, ya que en este periodo aumentan considerablemente los consumos. Estos aumentos de consumo eléctrico probablemente serán debidos a un aumento de la utilización del complejo, no obstante sería interesante saber a que es debido dicha simultaneidad de consumo e intentar disminuir el consumo eléctrico en la medida de lo posible.

Referencias

Bain, A., «*The Hindenburg Disaster: A Compelling Theory of Probable Cause and Effect*», *Procs. NatL Hydr. Assn. 8th Ann. Hydrogen Meeting, Alexandria, Va., 11 de marzo-13, pp 125-128 (1997)*

Gary Steffy, *Architectural Lighting Design, John Wiley and Sons (2001) ISBN 0-471-38638-3*

Lumina Technologies, *Analysis of energy consumption in a San Francisco Bay Area research office complex, for (confidential) owner, Santa Rosa, Ca. May 17, 1996*

Scott Davis, Dana K. Mirick, Richard G. Stevens (2001). «*Night Shift Work, Light at Night, and Risk of Breast Cancer*». *Journal of the National Cancer Institute* 93 (20): 1557-1562.

Agradecimientos

Expresar nuestro agradecimiento a la empresa ESCO Energy, S.L. por su colaboración para el desarrollo de esta comunicación.

Correspondencia (Para más información contacte con):

Nombre: Víctor Andrés

Apellidos: Cloquell Ballester

Teléfono contacto: 96 387 70 00 Ext.: 85670

e-mail: vacloque@dpi.upv.es

Empresa/Institución: Departamento de Proyectos de Ingeniería/ Universidad Politécnica de Valencia