

Gestión de la Energía en la Universidad de Las Tunas / Energy Management at the University of Las Tunas

Anislei Santiesteban-Velázquez. anisleisv@ult.edu.cu

José Marcos Gil-Ortiz. jgil@ult.edu.cu

Pedro Dionisio Remedios-Castañeiras. pdremedio@ult.edu.cu

Jorge Michel Corrales-Suarez. jorgecs@ult.edu.cu

Institución de los autores.

Universidad de Las Tunas

PAIS: Cuba

RESUMEN

El trabajo presenta la actualización del sistema de gestión de energía en la Universidad de Las Tunas "Vladimir Ilich Lenin". Se analizaron los resultados de la actualización del Sistema de Gestión Total Eficiente de Energía y las medidas tomadas para el uso eficiente de la energía eléctrica. Se determinan las principales variables universitarias influyentes en el consumo y se realizó un estudio estadístico de las mismas. Se determinaron las áreas y puestos claves que inciden en el consumo de la energía eléctrica, siendo este el portador energético más consumido.

PALABRAS CLAVES: GESTIÓN; ENERGÍA; EFICIENCIA; PORTADORES ENERGÉTICOS.

ABSTRACT

The work proposes a power management system update at the University of Las Tunas "Vladimir Ilich Lenin". The results of the updated Management System of Total Efficient Energy and measures taken for the efficient use of electrical energy were analyzed. Major influential university variables used in determining consumption and a statistical study of them were made. The key areas and positions that affect the electricity consumption were determined, being this the most consumed energy carrier type.

KEY WORDS: MANAGEMENT; ENERGY EFFICIENCY; ENERGY CARRIERS.

INTRODUCCIÓN

Cuba, al igual que la mayoría de los países en desarrollo, carece de recursos energéticos y satisface la mayor parte de sus necesidades con la importación de combustibles fósiles. Actualmente la generación térmica ocupa el 62.99 %, con 2901,4 MW en generación, las plantas Diésel representan el 1,2%, las cuales se emplean mayoritariamente en el horario pico. La generación de electricidad con gas acompañante del petróleo ocupa el 16,56 %, aportando unos 426,7 MW [9]. Tecnologías como la de Gestión Total Eficiente de la Energía (SGTEE), poseen herramientas que sirven para los análisis de las informaciones energéticas de los centros o instituciones evaluados [11, 12].

En la Universidad de Las Tunas “Vladimir Ilich Lenin” (ULT) se realizó un trabajo en 2007, para la implantación de un SGTEE [1], donde se analizó el comportamiento de los índices de consumo de los portadores energéticos. El SGTEE implantado permitió la creación del comité de energía y la designación de responsables en cada uno de los niveles, siendo el energético el sujeto de mayor peso, pues es quien lleva el control del consumo de energía así como de las medidas a tomar para mitigar los derroches. El objetivo esta investigación es actualizar el sistema de gestión de ahorro de energía de la ULT, debido al desconocimiento del comportamiento actual del consumo de portadores energéticos y de los índices de consumo de los mismos.

MATERIALES Y METODOS

En la ULT, anteriores a Rodríguez (2007) [1], solo se registraban actividades de forma incipiente encaminadas a disminuir el consumo de portadores energéticos, sobre todo de energía eléctrica y combustible usado para el transporte. Sin embargo, debido a las limitaciones con los recursos, sobre todo de medios de medición y a la inexistencia de un sistema de gestión energética, los trabajos se limitaban a las tareas de mantenimiento y al corte frecuente de fluido eléctrico a las áreas de mayor consumo.

Con [1] se comienza la introducción del SGTEE, con los siguientes objetivos iniciales:

1. Recolección de datos estadísticos sobre el uso de los portadores energéticos.
2. Estudio de los principales problemas en el uso eficiente de los portadores energéticos.
3. Determinación de la estructura de consumo del centro.
4. Levantamiento del banco de problemas energéticos.
5. Determinación de la estructura de consumo del centro.
6. Determinación de potenciales de ahorro.
7. Conformación de la Comisión de Energía del Centro.

En el año 2007 los resultados mostrados por [1], arrojaron que el portador electricidad era el de mayor peso en el consumo con un valor de 39,88 %, seguido de cerca por el consumo de diésel.

Con la caracterización histórico-energética del centro en esa época, se determinaron los equipos, áreas o personales que son los que inciden directamente en el consumo de portadores energéticos considerándose como puestos claves: Sala de Caldera. Cámaras Frías. Laboratorios de Computación, Biotecnología, Microbiología.

Actualización del consumo de portadores energéticos. 2012.

En la Tabla 1 se muestra la estructura de consumo de portadores energéticos en la ULT en el año 2012.

Tabla 1. Estructura del consumo de portadores energéticos en la ULT. 2012.

Portador	Unidad	Consumo	TCC	% TCC	% Acumulado
E. Eléctrica.	MWh	341,44	121,63	63,21	63,21
Diesel	Miles L	46,34	41,49	21,56	84,77
Gasolina	Miles L	27,27	22,73	11,81	96,59
GLP	kg	5638,61	6,55	3,40	100
Totales			192,41	100	

La estructura de consumo de la ULT es muy similar a la estructura de consumo de otros CES adscriptos al MES [2, 3, 4, 10], y en ella aparece que la electricidad es el mayor portador consumido, con un 63,21 %.

El estudio realizado al consumo de energía eléctrica en la ULT entre los años 2003 – 2012 (figura 2), muestra un crecimiento sostenido, con independencia de periodos de disminución, enmarcado en años de contingencia energética.

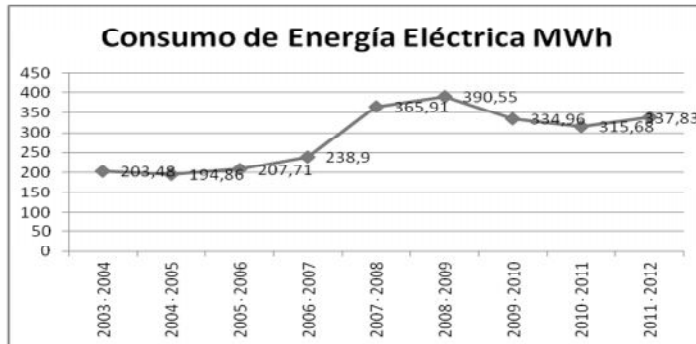


Figura 2. Consumo de energía eléctrica en la ULT.

Las principales deficiencias detectadas en la ULT en el uso de la energía eléctrica se relacionan a continuación:

1. Existencia de múltiples salideros de agua en la red interna y externa que implicaban un trabajo adicional de las bombas de agua.
2. Alto consumo de energía eléctrica en la Residencia Estudiantil.
3. Poco uso de las posibilidades de ahorro de las PC.
4. Registro deficiente y poco frecuente del consumo de energía eléctrica.
5. Existencia de un solo metro contador para toda la ULT.
6. Desconocimiento por parte del personal de contabilidad del consumo de energía eléctrica.
7. Deficiente estado del aislamiento de cámaras frías y áreas climatizadas.

Actualización de las áreas, puestos y personal clave en el uso de la energía eléctrica.

La determinación de las áreas que más peso tiene en el consumo de portadores energéticos implica el uso de medios de medición que permitan conocer con exactitud el gasto de cada área o edificio. En el caso de la energía eléctrica existía la dificultad de la existencia de un solo metro-contador para

toda la ULT, por lo que se tomó la decisión de realizar mediciones en cada una de las áreas de la universidad, usando para ello un Analizador de Redes Eléctricas Trifásicas Marca CIRCUITOR, Modelo M.5, Tipo CVM k2 de clase 0,2. En las áreas donde no se realizaron mediciones directas, se realizó el cálculo del consumo contabilizando el equipamiento, el tiempo de uso promedio y las potencias típicas, lo que permitió estimar el consumo promedio de energía eléctrica.

En la figura 3 se muestra la distribución del consumo de energía por áreas de la ULT.

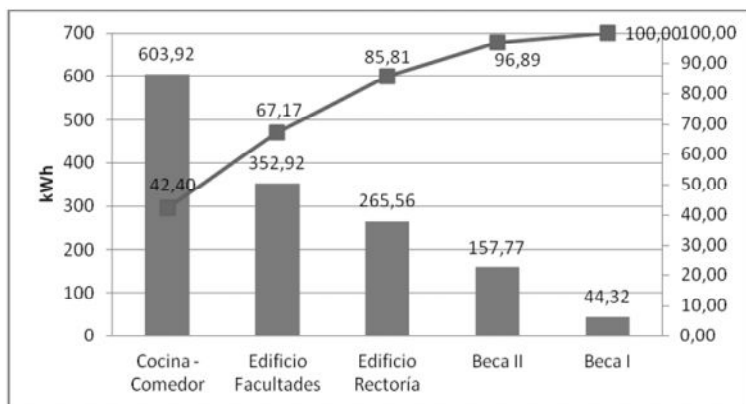


Figura 3 Consumo de energía eléctrica en las áreas de la ULT.

Como se puede apreciar, tres áreas consumen el 85,81 % del total de energía eléctrica consumida en la Universidad, corresponden además con las áreas que más ligadas están al proceso universitario.

En la figura 4 se muestran los equipos y sistemas que más peso tienen en el consumo de energía eléctrica y en la tabla 2 se muestran las áreas y equipos considerados claves en el consumo de energía eléctrica.

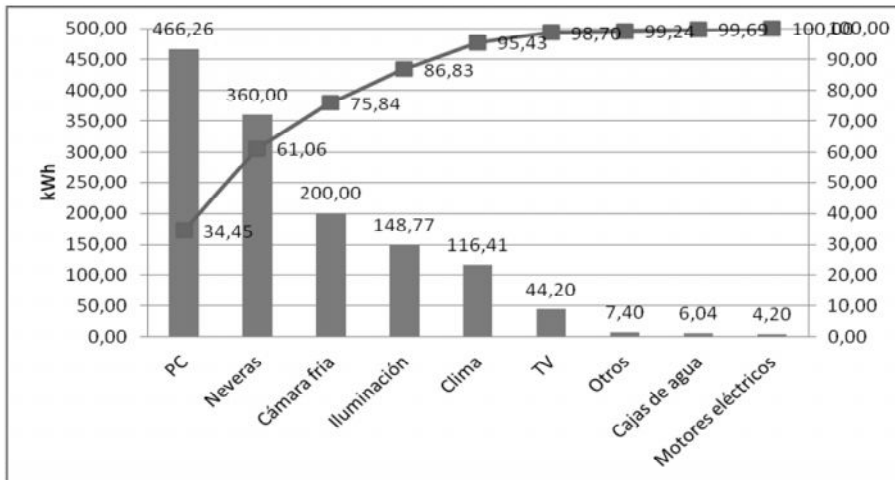


Figura 4. Distribución del consumo de energía eléctrica por uso final.

Tabla 2. Áreas y equipos claves.

Áreas y puestos claves			
Número	Puesto Clave	Consumo diario kWh	% del Consumo Diario
1	PC	466,26	32,73
2	Cafetería	193,00	13,55
4	FCT	109,23	7,67
3	Cocina - Comedor	109,10	7,66

Determinación de las principales oportunidades de ahorro.

Las principales oportunidades de ahorro se encontraron en las áreas y edificios que conforman el 85.81 % del consumo de energía eléctrica. Se elaboraron proyectos de mejoras destinadas a dar a corto, mediano y largo plazo una disminución en el consumo de portadores energéticos.

Medidas organizativas

Elaboración de un plan de solución de los problemas de la red hidráulica externa e interna. Información sistemática a los directivos principales de la ULT del consumo de energía de sus áreas subordinadas. Entrega al personal clave en el ahorro de energía de sus deberes funcionales. Estudio del comportamiento de los índices de consumo de energía eléctrica.

Medidas técnicas y de inversión

Medición diaria del consumo de energía eléctrica. Instalación de metros contadores en las áreas de las residencias. Aumento de la calidad de mantenimiento a los equipos de climatización. Reparación de locales climatizados. Reparación de cámaras frías. Estudio de la calidad de energía. Análisis sistemático del factor de potencia y de las demandas máximas. Estudio de la calidad de energía y en especial del balance de fases en la ULT.

Medidas de concientización:

Difundir entre alumnos y trabajadores la necesidad del ahorro de energía eléctrica. Apoyarse en la FEU y el Sindicato para cumplir tareas relacionadas con la eficiencia energética. Introducir en los planes de estudio temas relacionados con el ahorro de energía.

Determinación y validación de indicadores energéticos

En [5] se muestran los principales indicadores de consumo de energía eléctrica que deben utilizarse en los distintos CES del MES. Para el análisis de las variables universitarias que inciden en el consumo de energía eléctrica (MWh), se tendrá en cuenta la matrícula diurna (MD), la matrícula total (MT), el número de becados (B), el número de trabajadores (T) y la suma de la matrícula diurna y los trabajadores (MDT). En la tabla 3 se muestran los resultados de análisis de regresión efectuados a las variables.

Tabla 3 Resultados de los análisis de regresión efectuados a las variables universitarias y el consumo de energía eléctrica.

Variable dep*.	Variable indep**.	Ecuación	R ² %	p - Valor
MWh	MD	$0,382073 \cdot MD - 63,1483$	62,87	0,0108
MWh	MT	$0,173015 \cdot MT - 64,2824$	71,42	0,0041
MWh	B	$0,540582 \cdot B + 14,7707$	43,88	0,0519
MWh	T	$1,05517 \cdot T - 548,749$	63,31	0,0103
MWh	MDT	$0,309502 \cdot MDT - 241,862$	69,50	0,0052

*dependiente **independiente

Los resultados de los análisis de regresión simple efectuados reflejan que no existe una significativa correlación entre todas las variables universitarias y el consumo de energía eléctrica.

En la Universidad de Las Tunas, la Facultad de Ciencias Técnicas es la que mayor peso tiene en el consumo diario de energía eléctrica. Se tomará el indicador kWh por Estudiante Diurno y kWh por Matrícula total, por lo que se relaciona a continuación:

- El indicador de cada facultad refleja el potencial de consumo de energía eléctrica de cada tipo de carrera.
- Es un indicador del nivel de equipamiento de cada facultad.
- Permite comparar los niveles de eficiencia entre facultades de la ULT y otras del mismo perfil en otros Centros.

En la tabla 4 se muestra el comportamiento de los indicadores de consumo de las distintas facultades de la Universidad durante el curso 2011-2012.

Tabla 4. Indicadores de consumo de energía eléctrica de las facultades. Curso 2011-2012.

Indicadores	kWh por Estudiante Diurno	kWh por Matrícula Total
FCT	0,42	0,21
FCE	0,28	0,09
FCA	0,69	0,27
FCSH	0,28	0,15

La relación existente entre el consumo de energía eléctrica y el área total es un parámetro que mundialmente se usa con los fines siguientes [6, 7, 8]:

- Determinar el nivel de concentración del uso de la energía eléctrica.
- Determinar niveles de desarrollo y confort.
- Determinar niveles de uso óptimo de locales y áreas, así como niveles de eficiencia del equipamiento instalado.

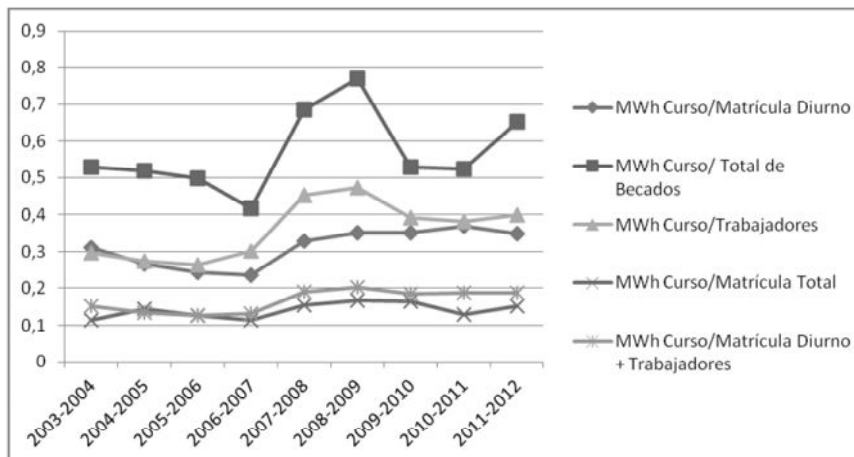
En la tabla 5 se muestran los dos indicadores propuesto por [5].

Tabla 5. kWh anual contra área de la Universidad.

Indicadores	Cursos			
	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011
kWh anual por área CES	0,44	0,49	0,62	0,76
kWh anual por área total	0,31	0,34	0,43	0,53

Como se puede apreciar la tendencia en estos tres años mostrados es a crecer, esto viene dado debido al crecimiento de la gestión universitaria y al aumento de la carga instalada.

La relación final de indicadores de consumo de energía eléctrica propuestos son los mismos aprobados por el Ministerio de Educación Superior. En el caso del número de becados, aún con el bajo número de ellos con respecto a otros Centro de Educación Superior, se afirma que existe alto consumo de electricidad porque el indicador declarado en [5] es muy superior al de otras Universidades del país. En la figura 5 se muestra como han variado estos indicadores desde el curso 2003 – 2004 hasta el curso 2011 - 2012.

**Figura 5.** Comportamiento histórico de los principales indicadores de consumo de energía eléctrica en la ULT.

CONCLUSIONES

Se realizó una actualización al SGTEE en la Universidad de Las Tunas, determinándose como portador más consumido la energía eléctrica. Se tomaron un conjunto de medidas encaminadas a reducir el consumo de la energía eléctrica, que es el mayor portador consumido. Se logra determinar el área de la Universidad de Las Tunas que más incide en el consumo de la energía eléctrica siendo la Facultad de Ciencias Técnicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Rodríguez Peña, Daniel., et al., 2008. *Implementación del sistema de gestión energética en el centro universitario de Las Tunas.*, 5to Taller Internacional de Energía y Medio Ambiente. Cienfuegos. Cuba. ISBN: 978-959-257-323-6.
2. Pérez, R.D.F., 2007. *Sistema de gestión y pronóstico de energía eléctrica en la UCF*, Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería Mecánica. Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos. p. 90.
3. Morales, O.F.G., et al., 2008. *Experiencias de aplicación de la TGTEE en la Universidad de Matanza*, 5to. Taller Internacional de Energía y Medio Ambiente. Cienfuegos. Cuba. ISBN: 978-959-257-323-6.
4. López, Y.S., 2002. *Estudio de los Consumos Energéticos en las Instalaciones de la Universidad de Oriente*, Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería Electrica. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. p. 88.
5. Pérez, R.D.F., 2008. *Proposición de indicadores de consumo de energía eléctrica para los CES del MES. Estudio de caso en la universidad de cienfuegos*, in 5to. Taller Internacional de Energía y Medio Ambiente. Cienfuegos. Cuba. ISBN: 978-959-257-323-6.
6. Viego, F.P., et al., 2012. *Programas nacionales de eficiencia energética en los edificios públicos*, 7mo. Taller Internacional de Energía y Medio Ambiente. Cienfuegos. Cuba. ISBN: 978-959-257-323-9.
7. Cantalapiedra, I.R., M. Bosch, and F. López, 2005. *La Educación Energética: Análisis de la Eficiencia Energética de Edificios Públicos Universitarios en el Proyecto Final de Carrera de Arquitectura Técnica*. Conferencia Internacional de Energías Renovables CIER 2005. La Habana. Cuba.

8. Dias, R.A. and G.F. Filho, 2006. *Análise Experimental sobre Estimativa da Demanda de Edifícios Residenciais*. IEEE Latin America Transactions. **4**(5).
9. ONE. *Oficina Nacional de Estadística*. 2010 [cited 08/06/2013; Available from: www.one.cu.]
10. Medina Santiesteban, Olga; Hidalgo Batista, Elio R. *Acciones para evaluar el comportamiento de los Portadores Energéticos en la Universidad de Holguín*. Ciencias Holguín. Año XVI, abril-junio, 2010. <http://www.ciencias.holguin.cu/index.php/cienciasholguin/article/view/687/559>
11. Fernández Velázquez, Leyat; Carbonell Morales, Tania; Aballe Infante, Luis. *Aplicación de Gestión Total Eficiente de Energía en el Centro Internacional de Salud "La Pradera"*. Ingeniería Energética. Vol. 35, No 2, 2014. <http://rie.cujae.edu.cu/index.php/RIE/article/view/395>
12. Campos Rodríguez, Ángel Omar. *Propuestas para mejoramiento energético en frigorífico de matadero de aves*. Avanzada Científica. Vol. 9, No. 2. 2006. <http://avanzada.idict.cu/avanzada/article/view/141>

Síntesis curricular de los Autores

Anislei Santiesteban-Velázquez. Master en eficiencia Energética. Profesor Asistente. Centro de Estudios de Energía y Procesos Tecnológicos.
anisleisv@ult.edu.cu

José Marcos Gil-Ortiz. Doctor en Ciencias Técnicas. Profesor Titular. Centro de Estudios de Energía y Procesos Tecnológicos. jgil@ult.edu.cu

Pedro Dionisio Remedios-Castañeiras. Doctor en Ciencias Técnicas. Profesor Titular. Centro de Estudios de Energía y Procesos Tecnológicos.
pdremedio@ult.edu.cu

Jorge Michel Corrales-Suarez. Ingeniero Mecánico. Profesor Asistente. Centro de Estudios de Energía y Procesos Tecnológicos. jorgecs@ult.edu.cu

Institución de los autores.

Universidad de Las Tunas. Cuba

Fecha de Recepción: 13/03/2014

Fecha de Aprobación: 25/06/2014

Fecha de Publicación: 31/07/2014