

**UCLV**  
Universidad Central  
"Marta Abreu" de Las Villas



**FIMI**  
Facultad de  
Ingeniería Mecánica  
e Industrial

Centro de Estudios Energéticos y Tecnologías Ambientales

## **TRABAJO DE DIPLOMA**

Título: Análisis energético en edificios administrativos de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

Autor: Eduardo Hernández García

Tutor: Dr.C Raúl Alberto Pérez Bermúdez

Santa Clara, Julio, 2019  
Copyright©UCLV

**UCLV**  
Universidad Central  
"Marta Abreu" de Las Villas



**FIMI**  
Facultad de  
Ingeniería Mecánica  
e Industrial

Center of Energetic Studies and Environmental Technologies

## **DIPLOMA THESIS**

Title: Energetic analysis in administrative buildings of the Central University  
"Marta Abreu" de Las Villas.

Author: Eduardo Hernández García

Thesis Director: Dr. C Raúl Alberto Pérez Bermúdez

Santa Clara, July, 2019  
Copyright©UCLV

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

**Atribución- No Comercial- Compartir Igual**



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419

*“Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor,  
la electricidad y la energía atómica: la voluntad”.*

*Albert Einstein*

Dedicatoria:

A mi tía Yadira por ser mi guía en todo momento.

A mi novia Annis Gloria por estar siempre ahí y por su apoyo incondicional.

A mi familia y amigos, que siempre estuvieron en los momentos que más los necesité y me apoyaron en todo.

Agradecimientos:

A mi tutor Dr. Raúl A. Prez Bermúdez por todos los conocimientos aportados y a todos los profesores de la carrera que favorecieron de una forma u otra a mi formación como profesional.

A las personas que laboran en el Departamento de Energía de la UCLV por la ayuda brindada en el desarrollo de esta tesis.

A mis compañeros de estudio que ojalá estén a mi lado siempre.

A todas aquellas personas que de una forma u otra me ayudaron a convertirme en profesional.

Muchas Gracias.

## **Resumen**

En el presente trabajo se evalúa el desempeño energético del rectorado, la biblioteca central y el teatro de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas a través de un monitoreo en tiempo real. Se realiza un diagnóstico energético para identificar los usos significativos de la energía y los principales potenciales de ahorro.

Los datos de consumo de energía eléctrica recopilados muestran las tendencias de la demanda energética de cada uno de los edificios estudiados, resaltando como uno de los mayores consumidores el rectorado con un promedio semanal de consumo de 922 kWh. El teatro universitario es otra instalación altamente consumidora ya que una hora de festival de artistas aficionados consume 105 kWh y el festival completo 427 kWh, lo que se demuestra en los gráficos elaborados. El edificio de la biblioteca, de los tres edificios estudiados, resulta la de menor consumo aportando un 1,4 % del total consumido en el circuito Planta Piloto.

Se analiza la implementación del sistema de gestión energética en esta institución. El cumplimiento de los requisitos de la NC ISO 50001 es examinado con vistas a una futura certificación, proponiéndose recomendaciones encaminadas al logro de un eficiente uso de la energía en esta entidad.

## **Abstract**

In the present work, the energetic performance of the rectorship, the central library and the theater of the Central University "Marta Abreu" of Las Villas is evaluated through a real time monitoring. An energy diagnosis is made to identify the significant uses of energy and the main savings potentials.

The collected data on electricity consumption show trends in the energy demand of each of the buildings studied, highlighting as one of the largest consumers the rectory with a weekly average consumption of 922 kWh. The university theater is another highly consuming installation, since one hour of festival of amateur artists consumes 105 kWh and the entire festival 427 kWh, which is demonstrated in the elaborated graphics. The building of the library, of the three buildings studied, is the one with the lowest consumption, contributing 1.4% of the total consumed in the Pilot Plant circuit.

The implementation of the energy management system in this institution is analyzed. Compliance with the requirements of ISO 50001 is examined for future certification, proposing recommendations aimed at achieving an efficient use of energy in this entity.

# Índice

Introducción.....	1
Capítulo: 1.....	6
1.1. Actualidad energética en Cuba 2019 .....	6
1.2. Eficiencia energética y desarrollo sustentable.....	7
1.3. Gestión eficiente de la energía.....	8
1.4. Impedimentos para el logro de la eficiencia energética .....	8
1.5. Sistemas de monitoreo y control energético.....	10
1.6. Instrumentos utilizados en las mediciones de campo.....	10
1.6.1. Descripción del instrumento a utilizar en el trabajo de campo.....	11
1.6.2. Definición.....	11
1.6.3. Ventajas que nos ofrecen los analizadores de redes .....	12
1.6.4. Características del equipo.....	13
1.7. Norma NC ISO 50001.....	13
Capítulo: 2.....	16
2.1. Caracterización del centro .....	16
2.2. Historia del centro.....	16
2.3. Misión del centro.....	19
2.4. Breve descripción de las fuentes de suministro de energía.....	19
2.5. Sistemas energéticos con que cuenta la UCLV, centros fundamentales, principales cargas consumidoras de energía por sistema .....	21
2.6. Sistema tarifario utilizado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.....	24
2.7. Estudio realizado al edificio administrativo rectorado .....	25
2.8. Estudio realizado al edificio administrativo biblioteca.....	32
2.9. Estudio realizado al teatro universitario .....	38
2.10. Factor de simultaneidad de los equipos con respecto a las mediciones realizadas.....	42
2.11. Banco de problemas y oportunidades de ahorro.....	43
Capítulo: 3.....	45
3.1 Introducción.....	45
3.2. Diagnóstico Integral .....	46

3.3.1. Establecimiento del alcance y límites del SGEN .....	47
3.3.2. Conformación del equipo del SGEN .....	47
3.3.3. Definición de la política energética .....	47
3.4. Requisitos legales y otros requisitos .....	47
3.4.1. Revisión energética .....	47
3.4.2.1. Identificación de los usos significativos de energía.....	48
3.4.2.2 Identificación de las variables que afectan el consumo de energía y el desempeño energético. ....	48
3.4.3. Identificación, priorización y registro de oportunidades de mejora del desempeño energético .....	48
3.4.4. Establecimiento de la línea base energética .....	49
3.4.5. Establecimiento de objetivos, metas y formulación de planes de acción para la mejora del desempeño energético.....	49
3.4.6. Documentación. ....	49
3.4.7. Comunicación. ....	49
3.4.8. Control Operacional.....	49
3.4.9. Adquisición de servicios de energía, productos y equipos .....	50
3.4.10. Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y de otros requisitos.....	50
3.5 Recomendaciones para la implementación de la NC ISO 50001.....	50
Conclusiones.....	53
Recomendaciones.....	54
Bibliografía.....	55

## **Introducción**

El progresivo agotamiento de los combustibles fósiles y los daños irreversibles provocados al medio ambiente han alcanzado en el siglo XXI peligrosos niveles de afectación al medio circundante, que amenazan la propia existencia de la humanidad.

La Conferencia Mundial de Medio Ambiente ha hecho un llamado a la necesidad de un uso racional de la energía, estimulando la adopción de nuevas estrategias en esta materia, como base de un modelo de desarrollo sostenible, que permita satisfacer las demandas energéticas de la generación actual y preservar las posibilidades de su satisfacción para las futuras generaciones.

Un modelo que posibilite mejorar la calidad de vida con más y mejores servicios energéticos, que distribuya más equitativamente los beneficios del progreso económico, pero de una forma racional que permita respetar y cuidar las comunidades de seres vivos, no sobrepasar los límites de la capacidad del planeta para suplir fuentes de energía y asimilar los residuos de su producción y uso; un modelo que posibilite, en definitiva, integrar el desarrollo y la conservación del medio ambiente. (Borroto y Monteagudo, 2006)

La encrucijada de una nueva elección energética, requiere de una conciencia energética para el uso racional de estos recursos. Ante esta realidad los sistemas directivos se han visto abocados a la búsqueda de nuevos enfoques en la dirección, adaptados a las complejidades actuales, lo que favoreció el surgimiento de lo que se ha dado en llamar sistemas avanzados de dirección.

En las actuales condiciones socioeconómicas, las organizaciones deben crear capacidades que le permitan adelantar acciones para favorecer su sustentabilidad y/o adaptarse a los cambios que impone el entorno. (Council 2013)

Para solucionar esta problemática los países han adoptado dos vías: la primera es la búsqueda y aprovechamiento de fuentes de energía renovable, fundamentalmente la eólica, solar y biomasa; la segunda vía es el uso eficiente de energía, centrada en la disminución del consumo energético.

(González et al., 2014) plantea que Cuba no está de espaldas a esta realidad; siendo un país rico en recursos energéticos renovables; el sol, el viento, la biomasa (fundamentalmente la procedente de la caña de azúcar) y la hidroenergía son las fuentes a las cuales se les puede apostar con mayor certeza para la diversificación de la matriz energética.

En Cuba antes de 1959, habían instalados sólo 430 MW como capacidad de generación de electricidad, no existía un sistema eléctrico único y el país estaba electrificado al 56%. (Romeo Matos, 2019)

Un ejemplo de cuánto dista aquella realidad hasta hoy es el incremento en 14 veces de los MW existentes al triunfo de la Revolución. Según datos divulgados, actualmente el país tiene instalados 5 mil 881 MW, y dispone de un sistema único electrificado al ciento por ciento, con líneas que llegan hasta los lugares más intrincados de los campos y montañas cubanos. (Romeo Matos, 2019)

Las centrales termoeléctricas que posee el país son:

- Máximo Gómez/ Mariel
- Antonio Guiteras/ Matanzas
- Lidio Ramón Pérez/ Felton, Holguín
- Carlos Manuel de Céspedes/ Cienfuegos
- 10 de Octubre/ Nuevitas, Camagüey
- Antonio Maceo (Renté)/ Santiago de Cuba
- Santa Cruz del Norte/ La Habana
- Otto Parellada (antigua Tallapiedra)/ La Habana

El sector energético cubano resultó sensiblemente afectado como consecuencia del derrumbe del sistema socialista en Europa, la agudización de la situación económica en nuestro país, estimula el llamado a crear conciencia de ahorro de energía. En correspondencia se implementa una estrategia para satisfacer la demanda de energía eléctrica y compensar la escasez de combustible, creándose en 1997 el Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba (PAEC).

En el 2014 se suma al PAEC, el Programa de Desarrollo Perspectivo de las Fuentes Renovables y el Uso Eficiente de la Energía (FRE), mediante el cual se aspira a reformar la matriz energética de Cuba, dependiente de los combustibles fósiles importados para generar electricidad.

La política energética desarrollada en Cuba desde el año 2004, conocida como “Revolución Energética”, implementó medidas especiales para la regulación de la demanda, y el acomodo de carga en centros identificados como grandes consumidores. A ello se agregan otras medidas: elaboración y control de los planes de consumo de electricidad, auditorías energéticas, implantación del sistema de gestión eficiente en los mayores consumidores, entre otras.

La Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV) tiene una población de alrededor de 15 000 personas, entre estudiantes, profesores y trabajadores, los cuales consumen diversos servicios, entre ellos los de energía eléctrica, agua, conectividad, transporte, etc. La magnitud de la demanda provoca un impacto en los consumos totales de energía en las tres sedes. La UCLV tiene un plan de asignación de energía eléctrica que está muy ajustado para cubrir toda la necesidad. Sumado a ello están los aspectos relacionados con el uso no eficiente de estos recursos energéticos, que comprometen los procesos sustantivos de la entidad y la no existencia de un Sistema de Gestión Energética que permita el diagnóstico, control y planificación de los recursos energéticos asignados. La residencia estudiantil y los edificios administrativos tienen una alta incidencia en este sobreconsumo, por lo que se hace necesario comenzar a trabajar en los diagnósticos energéticos como parte del Sistema de Gestión

Eficiente de la Energía que requiere la UCLV, con el fin de certificar su gestión en materia de energía, según los estándares internacionales aprobados en Cuba.

Como parte de la tarea orientada por la Red Nacional de Eficiencia Energética del Ministerio de Educación Superior, el Departamento de Energía de la UCLV de conjunto con el Centro de Estudios Energéticos y Tecnologías Ambientales se encuentran realizando un diagnóstico para establecer la línea base de consumo eléctrico de las instalaciones de acuerdo a la norma ISO 50001:2011 “Sistema de Gestión de la Energía”. Para ello se requieren diagnósticos energéticos que permitan identificar el consumo de energía eléctrica, establecer el nivel de eficiencia energética en términos de índices energéticos y conocer los beneficios energéticos y económicos obtenidos de establecer medidas del uso eficiente de la energía.

La norma ISO 50001 del Sistemas de Gestión de la Energía (SGEn), publicada en junio de 2011 implanta los requerimientos que debe tener un sistema de gestión de la energía en una organización para así sistematizar la mejora de su desempeño energético, el aumento de su eficiencia energética, la reducción de los impactos ambientales, y el incremento de sus ventajas competitivas. ((ISO), 2011)

En el presente trabajo se realizará un censo de las cargas energéticas de tres de los inmuebles que conforman la entidad: el edificio del rectorado, el teatro y la biblioteca, todos ellos ubicados en la sede central de la UCLV. Nos proponemos presentar un perfil de consumo eléctrico de los edificios, objeto de esta investigación y presentar los potenciales de ahorro de energía en los aspectos identificados en el perfil de consumo, lo que nos permitirá elaborar propuestas de ahorro de energía y eficiencia energética.

**Problema Técnico:**

En la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas se carece de un Sistema de Gestión Energética, que garantice el uso eficiente de los recursos energéticos en un contexto en que el plan de asignación de energía eléctrica resulta muy ajustado para cubrir la demanda energética de la institución.

**Hipótesis:**

El monitoreo de las demandas de energía y la caracterización energética de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas unida a la evaluación del cumplimiento de los requisitos iniciales para la implementación de la Norma NC ISO 50001 permite diseñar un Sistema de Gestión Energética que garantice el uso eficiente de los recursos energéticos.

**Objetivo General:**

Evaluar el desempeño energético del rectorado, la biblioteca central y el teatro de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas a través de un monitoreo en tiempo real y el cumplimiento de los requisitos de la Norma NC ISO 50001.

**Objetivos específicos:**

1. Realizar un diagnóstico energético del rectorado, la biblioteca central y el teatro de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas para identificar los usos significativos de la energía y los principales potenciales de ahorro.
2. Analizar la implementación del sistema de gestión energética en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas para favorecer el uso eficiente de los recursos energéticos.
3. Examinar el cumplimiento de los requisitos de la NC ISO 50001 con vistas a una futura certificación y proponer recomendaciones para el diseño de una política energética que tribute a una mejora del desempeño energético.

# Capítulo: 1

## 1.1. Actualidad energética en Cuba 2019

El cambio de la matriz energética en Cuba resulta un imperativo en las circunstancias socioeconómicas actuales debido a la elevada dependencia de combustibles importados para la generación de electricidad. La utilización de las Fuentes Renovables de Energía (FRE) unido al empleo de combustibles fósiles en las instalaciones que generan electricidad en el país estimulará un aumento en la generación energética.

Se afirma que Cuba recibe un promedio de radiación solar de más de mil 800 kWh/m<sup>2</sup> al año. Su uso como fuente renovable de energía puede convertirla en una potencia energética a partir de su empleo en el sector residencial y estatal. El logro de la efectividad de esa política incluye la instalación de lámparas Led, calentadores solares, cocinas de inducción, entre otros.

Actualmente en Villa Clara, Holguín y Granma, existen parques fotovoltaicos conectados al Sistema Electroenergético Nacional y se encuentran en fase de ejecución los parques eólicos La Herradura Uno y La Herradura Dos, ubicados en el norte de la provincia de Las Tunas, se diversifica la construcción de nuevos parques en otras provincias, en aras de diversificar la matriz energética y elevar la presencia de las fuentes de energías renovables. Ello podría contribuir de forma significativa a la disminución del consumo de combustibles fósiles.

En cuanto a la electricidad es imprescindible su empleo, debido a que las FRE solo son utilizadas en el 4,3 %, equivalentes a la producción de 18 mil millones de kWh anuales del total de las restantes, de ahí la premura de su conexión al Sistema Electroenergético Nacional en proyectos que contemplan la recuperación de la inversión en un período relativamente breve. La producción de energía llegará a 7316 GWh/año, serán sustituidas 1,75 millones de

toneladas de combustible al año y dejarán de ser emitidas a la atmósfera seis millones de toneladas de dióxido de carbono.(Romeo Matos, 2019)

La generación de energía es una de las bases del panorama industrial cubano que precisan ser mejoradas, considerado un sector decisivo para el progreso de la economía nacional.

## **1.2. Eficiencia energética y desarrollo sustentable**

La eficiencia energética se puede definir como la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir nuestro confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento de energías primarias y fomentando un comportamiento sostenible en su uso. (Aaron Martínez, 2012)

La eficiencia energética es una alternativa esencial, tanto por su efecto directo, como por su contribución al uso de las energías renovables; fomentando una cultura de uso racional de la energía encaminada a: sustituir esquemas de consumo irracionales, desarrollar sistemas de gestión energética efectivos, emplear equipos de alta eficiencia, disminuir la intensidad energética en los procesos industriales, entre otros.

La eficiencia energética es una estrategia más tecnológica que la conservación, consiste en seleccionar equipos o instalaciones que consumen menos energía y producen iguales o mejores resultados con el objetivo de aumentar la eficiencia de la energía consumida, implica un proceso de mejora, que tiene en cuenta la inversión frecuente en nueva tecnología o la sustitución de tecnología ineficiente por tecnología eficiente.

La eficiencia energética conjuntamente con la sustitución de fuentes de energía contaminantes y el empleo de tecnologías para atenuar los impactos ambientales, constituyen tres direcciones principales para conformar una política energética acorde al desarrollo sostenible.

### **1.3. Gestión eficiente de la energía**

La gestión energética le confiere a la entidad la aptitud para satisfacer eficientemente sus necesidades energéticas incluyendo todas las acciones técnico administrativas que determinan las políticas, los objetivos y las responsabilidades de la entidad, que las pone en práctica a través de: la planificación, el control del aseguramiento y el mejoramiento de los hábitos de dirección y evaluación de su uso

Un sistema de gestión energética se compone de: la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para su implementación. También implica el monitoreo, registro, evaluación y acción de mejora continua sobre los equipos, áreas, procesos y capacitación del personal, que más influye en los consumos y gastos energéticos.

La gestión energética se concibe como un esfuerzo organizado y estructurado para conseguir la máxima eficiencia en el suministro, conversión y utilización de la energía, dirigido al aprovechamiento de las oportunidades de conservación de la energía, reducción de su impacto ambiental y disminución de los costos, sin perjuicios del bienestar que implica su uso.

La aplicación de herramientas energéticas permite a los usuarios llevar a cabo medidas de ahorro de consumo sin necesidad de grandes inversiones o mejoras, lo que ayuda a reducir el consumo energético nacional y la dependencia energética de nuestro país.

### **1.4. Impedimentos para el logro de la eficiencia energética**

A pesar de los múltiples beneficios de la eficiencia energética, existen ciertos obstáculos que deben ser considerados, entre los que resaltan:

- **Falta de información precisa de la eficiencia de productos**

En ocasiones no se cuenta con información objetiva sobre la eficiencia energética de los productos. En muchos casos, los equipos eléctricos y otros dispositivos no poseen etiqueta de consumo de energía ni certificaciones de eficiencia energética. En esos casos, se hace difícil determinar la eficiencia de cada equipo.

- **Preferencia de productos a menor precio**

Existe la tendencia a seleccionar los productos más baratos (por ejemplo un refrigerador, una plancha, un aire acondicionado, una lámpara, etc.) que cumplan con la funcionalidad o propósito deseado. Tomar decisiones únicamente basadas en el costo inicial, no tiene en cuenta el costo de energía. Es posible que el costo inicial resulte muy bajo, pero el consumo de energía a largo plazo ocasione mayores costos.

- **Inexistencia de un mercado de productos con alta eficiencia**

La decisión de qué productos o equipos se compran depende de las opciones disponibles en el mercado local. En muchas ocasiones los proveedores de tecnología no ofertan productos con alta eficiencia energética, lo que limita las opciones de su obtención. En la medida que los consumidores tomen conciencia de las ventajas financieras de tener equipos e instalaciones que operen con mayor eficiencia energética, se favorecerá la comercialización de estos productos.

- **No se tiene en cuenta el impacto social del consumo excesivo de la energía.**

Entre los costos indirectos asociados a un consumo de energía excesivo se encuentra el aumento de emisiones de gases de efecto invernadero, lo cual tiene

efectos nocivos en el medio ambiente y por ende provoca daños al entorno económico-social y la salud humana.

- **Insuficiencia de presupuesto**

Las instituciones del sector público y privado cuentan con presupuestos limitados, con los cuales deben sufragar disímiles gastos. La eficiencia energética requiere de inversiones de presupuesto para el reemplazo de equipos obsoletos e instalación de sistemas de control inteligente. Es necesario visualizar las ventajas de invertir en eficiencia energética, pues son inversiones que se amortizan en el corto o mediano plazo y tienen múltiples beneficios adicionales.

### **1.5. Sistemas de monitoreo y control energético**

El control es la acción de verificar la correspondencia de los resultados con los objetivos trazados, de elevar al máximo el nivel de efectividad de cualquier proceso. La medición del resultado conlleva herramientas que permitan comparar los resultados con el estándar e identificar las causas de sus desviaciones sobre las cuales actuar para acercar el resultado al mismo.

En la mayoría de las empresas se realizan varios registros de indicadores energéticos, sin embargo, su uso es mayormente informativo, ya que no han establecido un sistema de control, perdiendo una buena parte de los costos en que incurren en el sistema de información. (Borroto y Monteagudo, 2006)

### **1.6. Instrumentos utilizados en las mediciones de campo**

Entre los instrumentos portátiles requeridos para la realización de diagnósticos energéticos se encuentran:

- Medidores de velocidad de flujo en tuberías y equipo.
- Radiómetros ópticos.
- Pirómetro digital.

- Analizadores de redes.
- Tacómetros.
- Anemómetros. Medidores de velocidad de aire.
- Analizadores de gases de la combustión.
- Termómetros.
- Luxómetros.

### **1.6.1. Descripción del instrumento a utilizar en el trabajo de campo**

En la actualidad las industrias, empresas o instituciones buscan optimizar costos para ser más competitivos en el mercado. Para lograr ahorros en los costos se puede incidir sobre una gran diversidad de parámetros, entre ellos el consumo de energía eléctrica.

Los analizadores de redes miden una gran variedad de parámetros eléctricos, con el objetivo de obtener el control y la gestión de una instalación, máquina o institución, permitiendo optimizar al máximo los costos energéticos.(Metrel, 2013)

### **1.6.2. Definición**

Estos equipos son analizadores de alta tecnología y elevadas prestaciones. Diseñados para ser instalados de forma muy sencilla en cualquier instalación y resultan adaptable en su uso a cualquier tipo de medida requerida. Disponen de una memoria interna donde se guardan todos los parámetros deseados, totalmente programables, un mismo analizador puede contener varios *software*, cuyas aplicaciones vayan destinadas a distintos tipos de análisis.

Existe una gran variedad de analizadores los cuales exportan o muestran los parámetros eléctricos directa o indirectamente a través de display y transmiten por comunicaciones todas las magnitudes eléctricas medidas y/o calculadas.

PowerQ y PowerQ Plus son instrumentos multifunción portátiles para el análisis de la calidad de la energía y las mediciones de eficiencia energética.(Metrel, 2013)



Figura 1: Instrumento utilizado: analizador de redes PowerQ / PowerQ Plus.(Metrel, 2013)

### 1.6.3. Ventajas que nos ofrecen los analizadores de redes

#### Ahorrar

- Detectar y prevenir el exceso de consumo (kWh).
- Analizar curvas de carga para ver dónde se produce la máxima demanda de energía.
- Detectar la necesidad de instalación de una batería de condensadores, así como su potencia.
- Detectar fraude en los contadores de energía.

#### Prevenir

- Son ideales para realizar mantenimientos periódicos del estado de la red eléctrica, tanto en baja como en media tensión, ver curvas de arranque de motores, detectar posibles saturaciones del transformador de potencia,

cortes de alimentación, deficiente calidad de suministro eléctrico, etc.(Metrel, 2013)

### **Solucionar**

- Detecta problemas en la red eléctrica, facilita solucionar problemas de disparos intempestivos, fugas diferenciales, calentamiento de cables, resonancias, armónicos, perturbaciones, desequilibrios de fases, etc. Al mismo tiempo, nos permite diseñar los tamaños adecuados para los filtros activos o pasivos de armónicos y filtros para variadores de velocidad, etc.(Metrel, 2013)

#### **1.6.4. Características del equipo.**

- Tres entradas de corriente y tres de tensión.
- Medición y registro de los parámetros básicos de calidad de la energía (U, I, P, Q, S, PF,  $\cos \varphi$ ).
- Funciones de configuración rápida.
- Modos de osciloscopio y medición en línea.
- Cálculo del desequilibrio de tensión para sistemas trifásicos.
- Registro de anomalías y corrientes de entrada por medio de activadores ajustables.
- La pantalla LCD de gran tamaño permite la monitorización en línea de los resultados de las mediciones, ya sea en formato de tabla o de gráfica.
- El software informático PowerView incluido en el equipo estándar se utiliza para descargar y gestionar los datos registrados, así como para crear informes de prueba.(Metrel, 2013)

#### **1.7. Norma NC ISO 50001**

Ante la necesidad de dar una respuesta eficaz al cambio climático y la proliferación de los estándares nacionales de la Gestión de la energía surge la ISO 50001, normativa internacional desarrollada por ISO (Organización

Internacional para la Estandarización u Organización Internacional de Normalización) que tiene como objetivo mantener y mejorar un sistema de gestión de energía en una organización, cuyo propósito es permitir una mejora continua de la eficiencia energética, la seguridad energética, la utilización de energía y el consumo energético con un enfoque sistemático.

En su elaboración participaron expertos en normativas locales de 44 países, tales como China, Dinamarca, Irlanda, Japón, Corea del Sur, Holanda, Suecia, Tailandia, miembros del Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI) y de la Asociación Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) con la colaboración de organizaciones tales como UNIDO (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial) y el Concejo Mundial de la Energía (WEC)

La Norma ISO 50001 se presentó de manera oficial el 17 de junio de 2011 en el Centro Internacional de Conferencias de Ginebra (CICG).

Esta norma resulta aplicable para cualquier tipo de organización, independientemente de su tamaño, sector, o ubicación geográfica se caracteriza por requerir de la organización en la que se aplique una demostración de su compromiso con la mejora de su desempeño energético.

Desde su surgimiento ha tenido como objetivo principal mejorar el desempeño energético y la eficiencia energética de manera continua e identificar oportunidades de reducción de utilización energética.

La norma ISO 50001:2018, nueva versión de la norma ISO 50001 se publicó el 21 de agosto de 2018 y establece los requisitos de un proceso basado en datos y centrado en la mejora continua del rendimiento de la energía. (ISO, 2018)

El cambio más relevante es la introducción del Anexo SL, de estructura de alto nivel, que asegura la compatibilidad con otras normas relacionadas con los Sistemas de Gestión de la Energía como la norma ISO 9001, la norma ISO 14001 y la norma ISO 45001, simplificando la integración. (Normalización, 2018)

La norma ISO 50001:2018 exige a las organizaciones prestar atención no solo a sus propias necesidades energéticas sino también a las necesidades externas y los riesgos existentes. En la misma se prioriza la atención a la mejora continua del rendimiento energético con una mayor implicación de la dirección y los empleados.

Los cambios principales en comparación con ISO 50001: 2011 presentes en la ISO 50001:2018 son adoptados de forma idéntica en la Norma Cubana ISO 50001: 2019, entre los que se destacan:

- Inclusión de nuevas definiciones, incluyendo la mejora del desempeño energético.
- Normalización de los indicadores de desempeño energético [IDEn(s), del inglés: Energy Performance Indicator] y de las líneas de base energética asociadas [LBEEn(s), del inglés, Energy Baseline].
- Adición de detalles en el plan de recopilación de datos de energía y los requisitos relacionados (anteriormente el plan de medición de la energía).
- Aclaración del indicador de desempeño energético (IDEn) y del texto de la línea de base energética (LBEEn) con el fin de proporcionar una mejor comprensión de estos (ISO, 2018)

## Capítulo: 2

### 2.1. Caracterización del Centro

La Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV) se localiza a 5,5 km de la Ciudad de Santa Clara en el centro del país. Se accede a través de la carretera a Camajuaní, arteria principal que conecta la urbe con la cayería norte de Villa Clara.(UCLV, 2018a)

### 2.2. Historia del Centro

La UCLV se fundó mediante el Decreto Presidencial No. 16 de octubre de 1948, comenzando sus actividades académicas el 30 de noviembre de 1952, fecha de su aniversario oficial. Recibe su nombre de la patriota y benefactora villareña Marta Abreu de Estévez (1845 -1909). En el momento de su inicio, la UCLV era la tercera universidad existente en el país, situación que se mantuvo hasta después de 1959, año del triunfo de la Revolución.(UCLV, 2018a)

El verdadero desarrollo de la UCLV se llevó a cabo a partir de 1959, con la ejecución de la Reforma Universitaria y una profunda transformación esencial en la enseñanza, en la formación de profesionales de nuevo tipo y por su vinculación con las prioridades del desarrollo social y económico del país.

En las décadas de los ´60 y ´70 se amplió su perfil de carreras, se orientó su desarrollo hacia las necesidades de la sociedad y se consolidó el modelo de formación del profesional.

En la primera mitad de la década de los ´80 se fortaleció la inserción de la Universidad en la producción, los servicios y el trabajo social y a partir de 1986, se potenció su conversión como Centro de Investigaciones, puesto en función del desarrollo nacional y la avanzada científica.(UCLV, 2018a)

En la década de los ´90 se mantuvo el desarrollo ascendente de la UCLV, aplicando fórmulas creativas para sobreponerse a las restricciones económicas del período especial, basándose en la unidad de los miembros de la Comunidad Universitaria, lo que le ha permitido mantenerse en la avanzada de la formación

de profesionales, el postgrado y la actividad científico-tecnológica entre las universidades del país.

Ya desde el año 2014 se comienzan a dar los primeros pasos para la integración de la universidad de ciencias pedagógicas y las ciencias del deporte en un solo núcleo universitario formando hoy una Universidad Integrada.

Dentro del objeto social de la UCLV las principales actividades son las siguientes:

- Llevar a cabo la formación integral de los estudiantes universitarios, en las ramas de las Ciencias técnicas, Agropecuarias, Económicas, Sociales y Humanísticas, Exactas y naturales y de la Cultura Física.
- Llevar a cabo la formación académica de postgrado y la superación continua de los profesionales universitarios.
- Desarrollar la investigación científica como elemento consustancial de la educación superior, en coordinación con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.
- Promover, difundir y encauzar la influencia e interacción creadora del centro en la vida social del país, mediante la extensión de la cultura universitaria.
- Dirigir y controlar la preparación y superación de los cuadros y sus reservas en coordinación con los Organismos de la Administración Central del Estado y los gobiernos territoriales, acorde con la política trazada por el Gobierno.(UCLV, 2018a)

Actualmente se encuentra integrada por tres Sedes, la Sede Fajardo, la Sede Varela y la Sede Central.

La estructura de dirección del centro se muestra en la Figura 2 a partir de un organigrama.

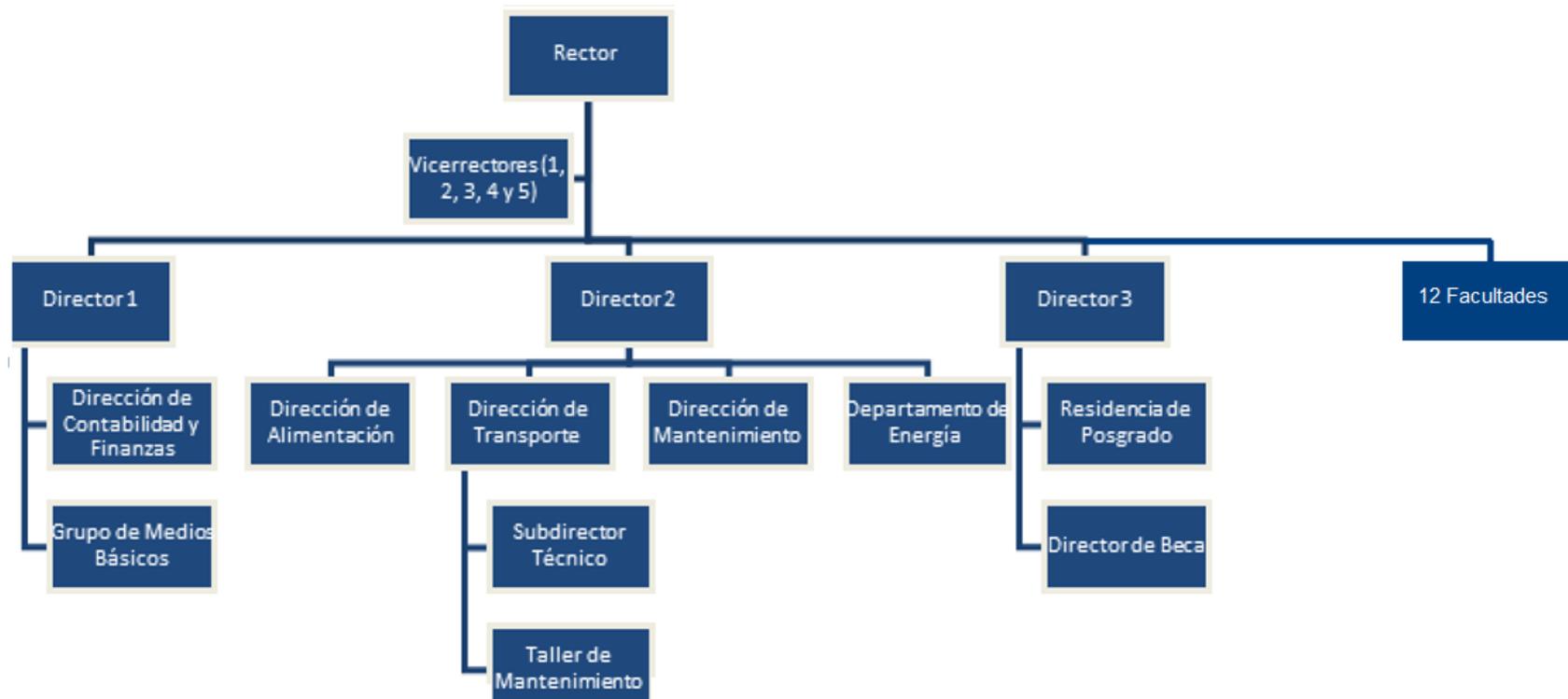


Figura 2. Organigrama de la dirección de la UCLV.(UCLV, 2018b)

### 2.3. Misión del Centro

Su principal misión consiste en formar integralmente profesionales cada vez mejor preparados.

Otras de sus tareas fundamentales radican en contribuir a la formación y superación permanente de los recursos humanos en áreas de prioridad para el desarrollo sustentable del país y realizar una relevante actividad científica, tecnológica y cultural caracterizada por la transferencia de conocimientos y servicios de alto valor agregado que alcancen reconocimiento en el entorno nacional e internacional.(UCLV, 2018a)

### 2.4. Breve descripción de las fuentes de suministro de energía

El centro funciona las 24 horas del día y el consumo energético fundamental está comprendido entre las 07:30 y 18:00 h, en la actividad docente - investigativa. En las horas día no comprendidas en el horario anterior el consumo se enmarca en las residencias estudiantiles y los laboratorios de computación.

Con relación al potencial humano vinculado al consumo energético se deben considerar tanto los alumnos como los trabajadores, cuya composición se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla 1. Relación del potencial humano vinculado al consumo energético.(UCLV, 2018a)

Indicador	Curso 2017-2018
Matricula total	8872
Becarios	4612
Total de trabajadores	4450
Profesores	3336

El contrato No. 686/16 entre la Unión Eléctrica de Villa Clara y la UCLV establece un total de 35 servicios contratados. La Tabla 2 y 2.1 muestran, estos servicios y una media del consumo en kWh en los últimos tres años.(UCLV, 2018a)

Tabla 2. Servicios contratados por la sede Central de la UCLV a la Empresa Eléctrica.(UCLV, 2018a)

Áreas	Consumo Anual (kWh)
Planta Piloto	1445188
Cámara 2	330241
MINED:ISP.FELIX VARELA BCO1	280567
MINED:ISP.FELIX VARELA BCO2	270056
Albergue 900	212201
Gimnasio SEDER	177179
Cámara 1	169469
Cámara 3	153104
Cámara 4	150830
Fac. Cultura Física área 2	108500
Fac. Cultura Física área 1	94240
Servidor UCLV	70054
Sede Cayo Santa María	24450
Casa de Visita	20277
Acueducto C. Agropecuarias.	18500
Puerta Universidad	9650
Oficina Experimental	5000
Centro de Cálculo ISP FELIX ARELA	2750
Imprenta	2000

Tabla 2.1 Servicios contratados por la UCLV para las sedes municipales.(UCLV, 2018a)

Sedes municipales	Consumo Anual (kWh)
Manicaragua	14000
Ranchuelo	4400
Camajuaní	4100
Santo Domingo	3980
Sagua	3200
Cifuentes	2450
Caibarién	2250
Placetas	2100
Corralillo	2100
Encrucijada	1800
Quemado	1450
Remedios	1400
Corralillo	250

Existen un total de 19 servicios prepagos ubicados fundamentalmente en las sedes universitarias de los municipios (CUM).

El servicio eléctrico a la sede central de la UCLV se lleva a cabo desde una subestación que está conformada por un transformador de 1600 kVA de fabricación Soviética, está conectado a la línea 6375 de Santa Clara Industrial, cuenta con una relación de transformación de 34,5/4,33 kVA y de esta se alimentan los circuitos 7 y 131 que suministran la energía eléctrica a todos los bancos de transformación internos. (UCLV, 2018a)

## **2.5. Sistemas energéticos con que cuenta la UCLV, centros fundamentales, principales cargas consumidoras de energía por sistema**

Para el servicio de emergencia la UCLV cuenta con tres grupos electrógenos (GEE), uno de 150 kVA, ubicado en el área de la cocina central y da respaldo al servicio eléctrico de la cocina central y a la estación de bombeo del acueducto, otro de 15 kVA que está ubicado en la puerta principal dando apoyo a su vez al

nodo central de la red de computadoras y por último uno de 300 kVA ubicado en el teatro que da respaldo al teatro y al rectorado.(UCLV, 2018a)

La UCLV cuenta con un parque solar fotovoltaico de 1,1 MW de potencia, cuya ejecución fue concebida por profesores y estudiantes de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la propia entidad, de conjunto con la Unión Eléctrica. A partir de los datos primarios obtenidos de diferentes fuentes se estima que la energía anual generada por el parque es de 1 561 MWh/año. Siendo esto el primer paso que contribuye a convertir la institución en la primera universidad verde de Cuba.

El consumo de energía eléctrica de la UCLV fundamentalmente se encuentra en:

- Equipos de computación, de los cuales en la actualidad se cuenta con 3421 unidades en funcionamiento y 585 unidades fuera de servicio.
- Equipos de climatización (aires acondicionados de ventana y consolas), instalados en su mayoría en los laboratorios de computación de estudiantes y de profesores. En la actualidad se cuenta con 755 unidades.
- Equipos de refrigeración, en la actualidad se cuenta con 232 equipos, aquí se incluyen refrigeradores, cajas de agua, bebederos y cámaras frías, siendo estas últimas las de mayor consumo, de las cuales contamos con 8 cámaras de congelación y 6 de mantenimiento.
- Sistema de bombeo de agua, que constituye un acueducto que abastece a una población de más de 10000 personas, para lo cual se cuenta con 3 bombas en total, una de 48 L/s y los dos restantes de 34 L/s.
- Sistema de iluminación, compuesto por lámparas fluorescentes para la iluminación interior y de vapores de sodio para iluminación exterior.

Se suman dos sistemas para la generación de vapor en la sede central, constituidos por dos salas de caldera, una ubicada en la cocina central con 2 calderas que consumen Fuel-Oíl con una capacidad de generación de 2500 kg vapor/h cada una y otra ubicada en la cocina de ciencias agropecuarias con una caldera que también consume Fuel-Oíl con una capacidad de generación de 1100 kg vapor/h. (UCLV, 2018a)

La Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas a partir del proceso de integración de los centros de educación superior en la provincia de Villa Clara en el 2015 enfrenta nuevos retos al redimensionarse su estructura.

A consecuencia de ello el número de estudiantes distribuidos en 52 carreras provenientes de provincias de la zona central e incluso por los perfiles específicos de algunas de las carreras también de la zona oriental resulta significativo, ubicándose entre los CES con mayor cantidad de estudiantes internos en el país. Existen en la actualidad 22 edificios dedicados a la residencia estudiantil de los cuales se utilizan 19, concentrándose en los mismos un uso mayor de energía por la presencia de computadoras, tablet y teléfonos utilizados por los estudiantes.

Los edificios docentes tienen un mayor nivel de explotación al mantenerse funcionando los laboratorios de computación durante todo el día y en algunos casos en horario nocturno, en estos laboratorios se centraliza un elevado número de equipos de cómputo a los que se añade la existencia de múltiples equipos de clima, la existencia de zonas WiFi conlleva a que en diferentes horarios, estudiantes que poseen medios propios se conecten a la red eléctrica para su recarga. Existen otros consumos relacionados con el perfil específico de las carreras que se estudian en las diferentes facultades, por ejemplo la Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial cuenta además con laboratorios docentes como son el taller de maquinado, el taller de soldadura, un laboratorio de metalografía, de resistencia de materiales, de motores de combustión interna, químico e hidráulica.

Otro elemento de impacto en el consumo lo constituyen las actividades extensionistas tanto las que se desarrollan en la casa de la FEU, como aquellas que tienen lugar en el teatro universitario, las cuales alcanzan su máxima expresión durante los festivales de artistas aficionados.

Los edificios administrativos en correspondencia con los objetivos de trabajo de las áreas que engloban, acumulan un gasto elevado de energía al mantener un funcionamiento estable por más de 8 horas diarias, de lunes a viernes, e incluso en áreas determinadas los sábados. En ellos existe diversidad de equipos

consumidores entre los que cabe mencionar: computadoras, impresoras, fotocopiadoras, escáner, ventiladores, equipos de clima, microwave, refrigeradores, etc.

## **2.6. Sistema tarifario utilizado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas**

La Universidad Central aplica la tarifa de media tensión con actividad continua denominada M1–A que es la que usan todos los servicios consumidores clasificados como de Media Tensión con actividad continua de 20 horas o más diarias que consiste en que los periodos del día para la aplicación de las tarifas son:(Pedraza Rodríguez, 2011)

Día: de las 05:00 horas a las 17:00 horas

Pico eléctrico: de las 17:00 horas a las 21:00 horas,

Madrugada: de las 21:00 horas a las 05:00 horas del día siguiente.

Por cada kWh consumido en el horario pico:

$(0.0481 \text{ \$/kWh} * K + 0.064 \text{ \$/kWh}) * \text{Consumo pico en kWh}$

Por cada kWh consumido en el horario del día:

$(0.0241 \text{ \$/kWh} * K + 0.064 \text{ \$/kWh}) * \text{Consumo día en kWh}$

Por cada kWh consumido en el horario de la madrugada:

$(0.0161 \text{ \$/kWh} * K + 0.064 \text{ \$/kWh}) * \text{Consumo madrugada en kWh}$

El Factor K o coeficiente de ajuste por variación de los precios de los combustibles utilizados cuyo valor refleja la proporción en que varía el promedio ponderado de los precios de todos los combustibles usados en la generación, así como por la estructura de los volúmenes y tipos de combustibles utilizados en la generación, el cual, se simboliza por la letra K en la estructura de generación y se aplica a las tarifas; se define en la UCLV como 3,1415.

La actualización de este coeficiente depende de los precios de los combustibles utilizados en la generación eléctrica y la estructura de generación prevista, se

hace en correspondencia con los precios establecidos trimestralmente por el Ministerio de Finanzas y Precios.

## 2.7. Estudio realizado al edificio administrativo rectorado

El edificio del rectorado es monitoreado con el analizador de redes durante la semana del 4 al 10 de marzo del 2019 realizando mediciones durante 24 horas, con intervalo de 10 minutos. A continuación en la Tabla 3 se muestra un censo realizado a los equipos del edificio del rectorado con sus potencias estimadas.

Tabla 3. Censo realizado a los equipos instalados en el rectorado.

<b>Equipos</b>	<b>Cantidad de equipos</b>	<b>Potencia estimada por cada equipo</b>	<b>Total</b>
PC	49	450 W	22050 W
Impresora	11	150 W	1650 W
Scanner	16	150 W	2400 W
Fotocopiadora	1	900 W	900 W
TV	10	66 W	660 W
Refrigerador	5	100 W	500 W
Olla Eléctrica	1	800 W	800 W
Microwave	2	800 W	1600 W
Batidora	1	350 W	350 W
Pizarra inteligente	1	1000 W	1000 W
Lámpara de 20 W	16	20 W	320 W
Lámpara de 40 W	81	40 W	3240 W
Lámpara LED	17	9 W	153 W
Bombillos ahorradores	13	15 W	195 W
Ventiladores	14	60 W	840 W
Aire de ventana	15	3517 W	105510 W
Split	2	7034 W	7034 W
Consola	1	3517 W	3517 W
Total de potencia instalada			153 kW

En el gráfico 1 se puede observar la demanda de potencia del día 4 de marzo durante la jornada de trabajo, con un consumo total 235 kWh. En las primeras cuatro horas de la mañana se mantiene la demanda hasta llegar a la hora del mediodía, donde se alcanza la máxima potencia, en el horario comprendido entre la 1:00 pm y las 3:40 pm. El consumo en las 2 horas y 40 minutos transcurridas es de es de 78 kWh, lo que representa un 33% del consumo total del día de trabajo. Se puede observar que a partir de las 5:00 pm la demanda de potencia comienza a disminuir de forma gradual, hasta quedar en cifras casi insignificantes en comparación con la potencia empleada en horas tempranas. El costo económico de esta sección de trabajo comprendida entre las 9:51 am y las 7: 51 pm es de \$ 35.49 CUP.

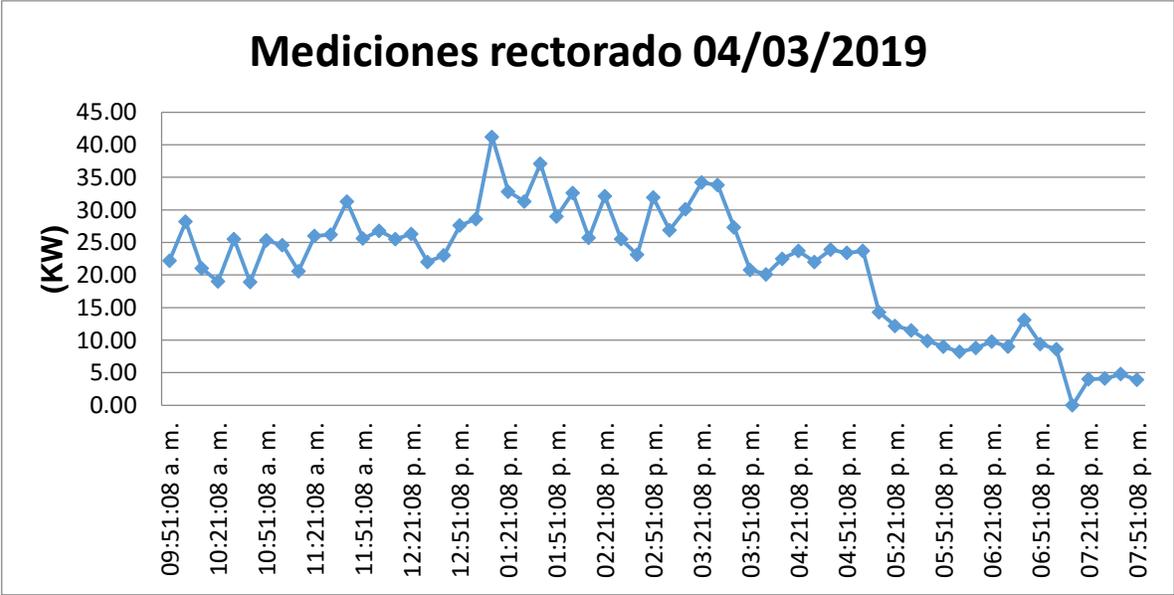


Gráfico 1. Medición realizada el día 4 de marzo del 2019.

La medición realizada el martes 5 de marzo del 2019 se muestra mediante el gráfico 2, en el cual se evidencia que durante la sección de la mañana la demanda de energía se mantiene sobre los 15 kW a 35 kW, lo que representa un consumo de 68 kWh siendo un 32 % del consumo total del día que es de 214 kWh. En el horario de almuerzo, se aprecia que la demanda energética disminuye hasta los valores entre 20 kW y 23 kW, lo cual equivale a un consumo de 33 kWh representando un 15 % del total. En la sección de la tarde, desde la 1:00 pm hasta las 4:00 pm, aumenta nuevamente la demanda proporcionando un consumo de 80 kWh, lo cual equivale a un 37% de la cifra total, siendo la zona de mayor consumo de energía en la medición realizada. En la sección de la tarde noche la demanda comienza a disminuir de forma paulatina lo cual reporta un 15% del consumo total del día. La expresión en gasto monetario de la medición realizada el martes 5 de marzo es de \$ 31.18 CUP.

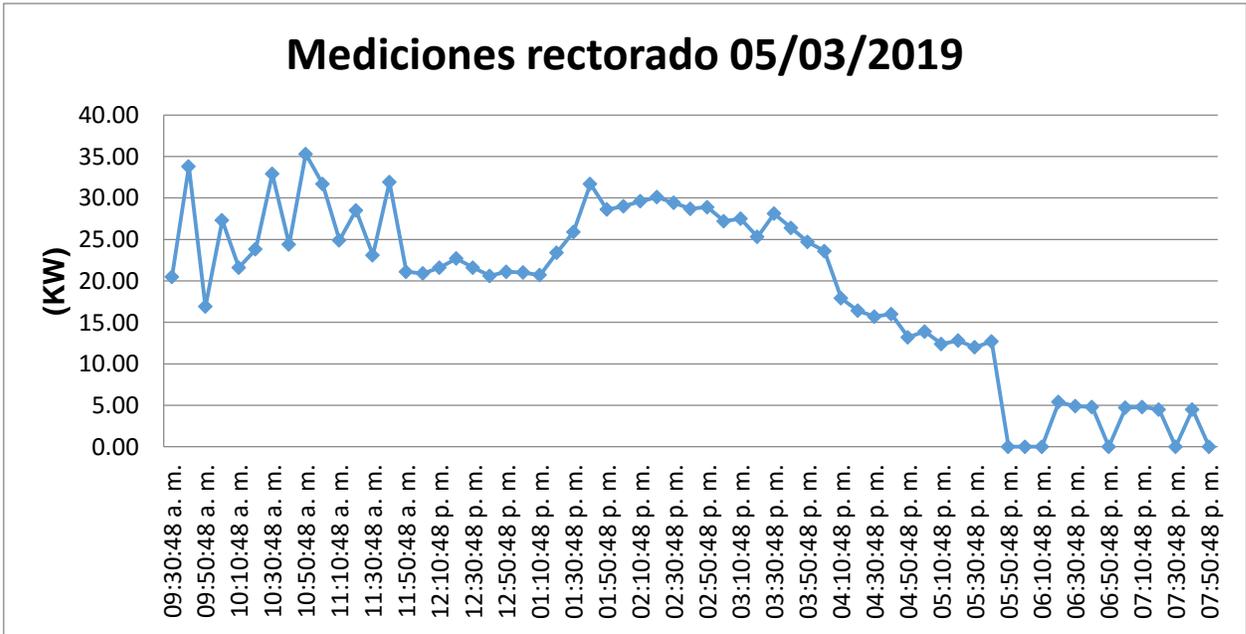


Gráfico 2. Medición realizada el día 5 de marzo del 2019.

El gráfico 3 muestra la medición realizada el miércoles 6 de marzo del 2019. En el cual podemos observar que en las primeras 2 horas la potencia es elevada arrojando un consumo de 22 kWh, que representa un 17 % del consumo total del día. Después de pasado el pico de potencia que se alcanza a las 11:41 am hasta las 4:00 pm el requerimiento fue más bajo reportando un uso de energía de 99 kWh lo cual aporta un 75 % del consumo total. La necesidad energética a partir de las 4:00 pm tiende a disminuir arrojando un consumo en la medición realizada hasta las 7:41 pm de 11 kWh, lo que representa un 8 % del total consumido.

El consumo total del periodo medido es de 132 kWh, el cual implica un gasto monetario \$18.72 CUP.



Gráfico 3. Medición realizada el día 6 de marzo del 2019.

En el edificio del rectorado se realizó una nueva medición el jueves 7 de marzo del 2019, que aparece reflejada en el gráfico 4. En este gráfico se muestra la demanda de energía en el horario comprendido entre las 10:37 am hasta la 1:37 pm, observándose un consumo de 46 kWh en ese período de tiempo, lo cual representa el 34 % del consumo medido ese día. A partir de la 1:37 pm aumenta la necesidad energética hasta las 2:37 pm consumiéndose en esa hora 38 kWh, lo que significa un 28 % del total consumido. A partir de las 2:37 pm se observa un descenso en la demanda energética produciéndose un consumo de 52 kWh en el periodo transcurrido hasta las 7:57 pm, lo que representaría un 38 % del total de 136 kWh consumido. El precio de este consumo energético es de \$ 20.16 CUP.

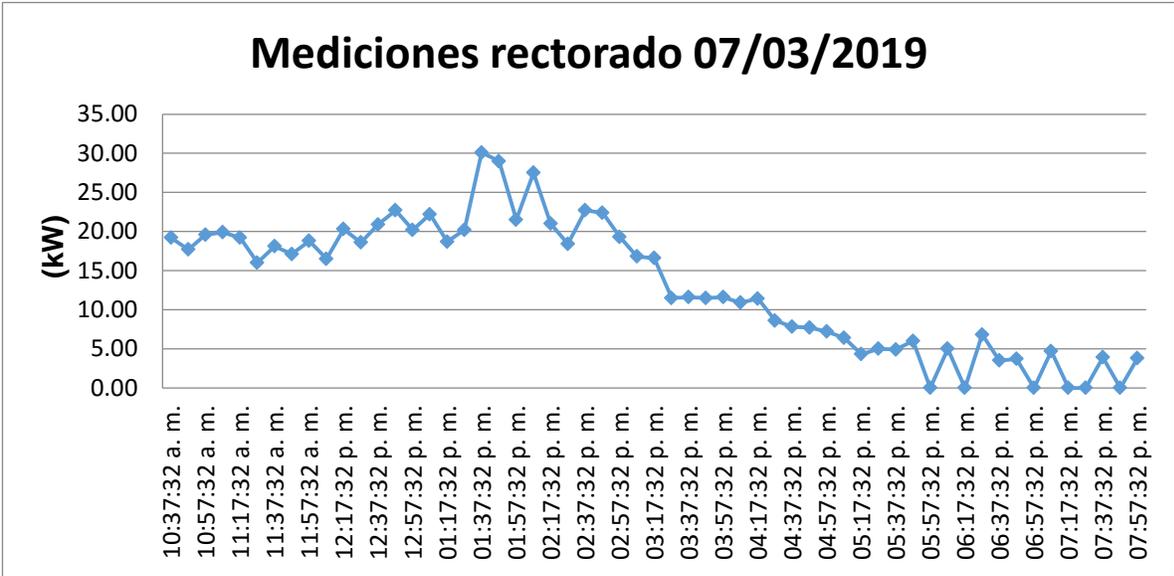


Gráfico 4. Medición realizada el día 7 de marzo del 2019.

Por último se muestra el gráfico 5, que refleja el comportamiento de la demanda de potencia de los días viernes 8, sábado 9 y domingo 10 e incluye las primeras horas del lunes 11 de la siguiente semana. En el mismo se puede apreciar la existencia de una elevada demanda entre las 11:20 am hasta las 6:20 pm del viernes 8, con determinadas fluctuaciones. A partir de las 6:20 pm se constata una tendencia gradual a la disminución. El sábado 9 en las horas comprendidas entre las 9:50 am y las 11:50 am aparece un pico de consumo y el domingo se mantiene casi estable con existencia de algunas fluctuaciones.

El consumo de la sección de trabajo del viernes 8 fue de 204 kWh, ello representa un costo económico \$ 37.69 CUP .El gasto energía de estos tres días es de 478 kWh, lo que equivale a \$73.88 CUP, en correspondencia con las tarifas, según el horario del día.

Se observa que el lunes en las primeras horas comienza nuevamente la alta demanda energética.

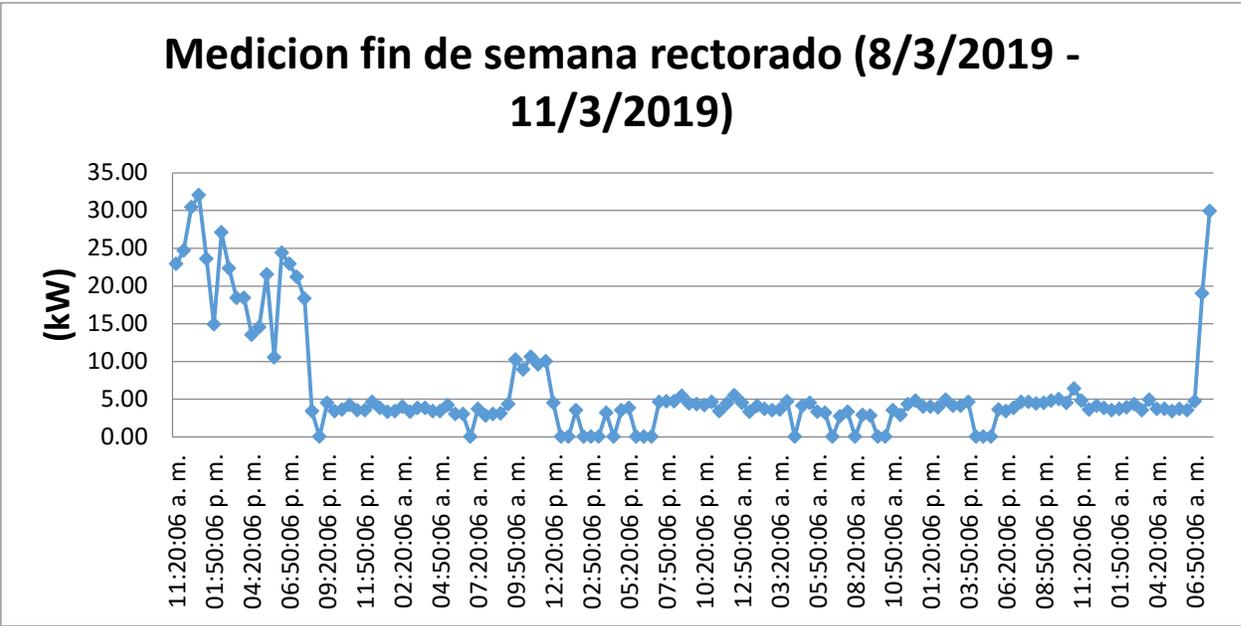


Gráfico 5. Medición realizada desde el día 8 al 11 de marzo del 2019.

En el gráfico 6 correspondiente a la medición realizada del 4 al 10 de marzo del 2019 se refleja que el día de mayor consumo fue el lunes 4, siguiéndole el martes 5, luego el viernes 8, después el jueves 7 y por último el miércoles 6. El fin de semana tiene un consumo 218 kWh, alto aparentemente, pero hay que tener en cuenta que son dos días completos, con sus noches incluidas, pero si lo comparamos con el consumo del lunes 236 kWh, debemos resaltar que el consumo total de esos dos días, no laborables, es menor que el consumo en la jornada de trabajo del lunes.

El consumo total de la semana del 4 al 10 de marzo, sin contar el fin de semana es de 922 kWh. El consumo promedio por día es de 184 kWh.

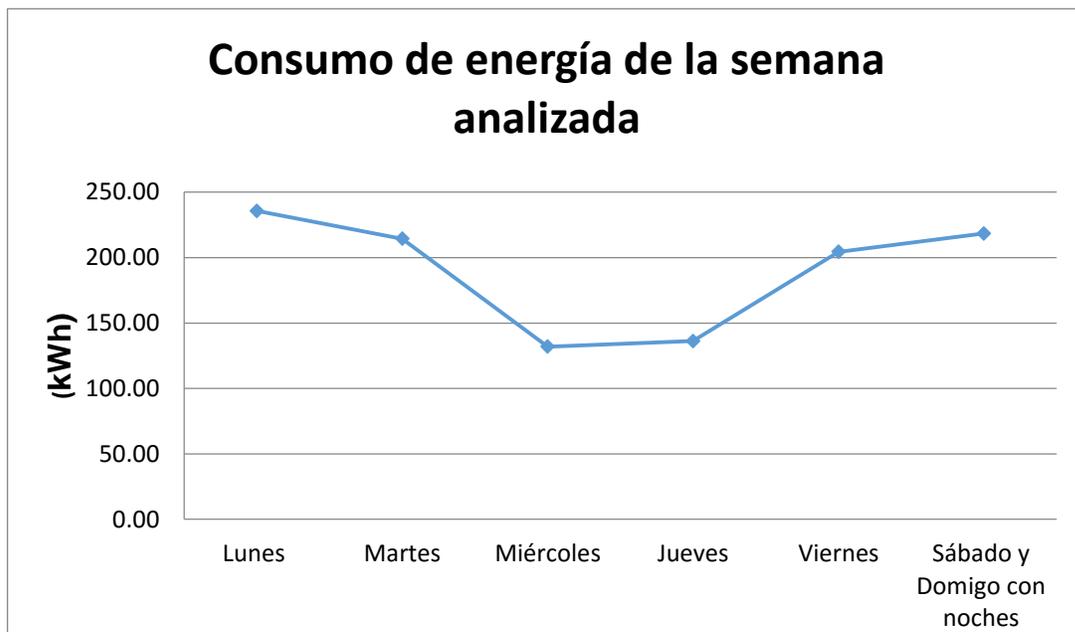


Gráfico 6. Consumo de energía de la semana estudiada.

## 2.8. Estudio realizado al edificio administrativo biblioteca

El edificio administrativo de la biblioteca de la sede central es monitoreado durante la semana del 11 al 15 de marzo durante 24 horas con registros de la medición cada 10 minutos.

La Tabla 4 muestra los valores de potencia estimados durante un censo realizado a la biblioteca central, con el fin de compararlos posteriormente con los resultados de las mediciones realizadas.

Tabla 4. Censo realizado a los equipos instalados en la biblioteca.

Equipos	Cantidad de Equipos	Potencia estimada por cada equipo	Total
PC	59	450 W	26550 W
Impresora	4	150 W	600 W
Scanner	2	150 W	300 W
Proyector	1	900 W	900 W
TV	2	66 W	132 W
Lámpara 40 W	43	40 W	1720 W
Lámpara 20 W	2	20 W	40 W
Ventiladores	12	60 W	720 W
Aire de Ventana	12	3517 W	42204 W
Split	1	3517 W	3517 W
Total de potencia instalada			77 kW

El gráfico 7 muestra los resultados arrojados por el analizador de redes donde podemos observar que la mayor parte del consumo de esta edificación se encuentra en la mañana y parte de la tarde. Se observa que en los primeros 20 minutos de la lectura registrada hay un pico que genera un consumo de 6 kWh, luego se estabiliza la demanda hasta la 1:30 pm. A partir de esta hora y hasta las 3:30 pm se constata un nuevo pico relevando un consumo de 19 kWh. Entre las 3:30 pm hasta las 5:54 pm hay un descenso gradual que se estabiliza en el horario nocturno. El consumo total de dicha medición para el periodo de tiempo estudiado es de 74 kWh, el cual se traduce en un coste de \$ 12.04 CUP.

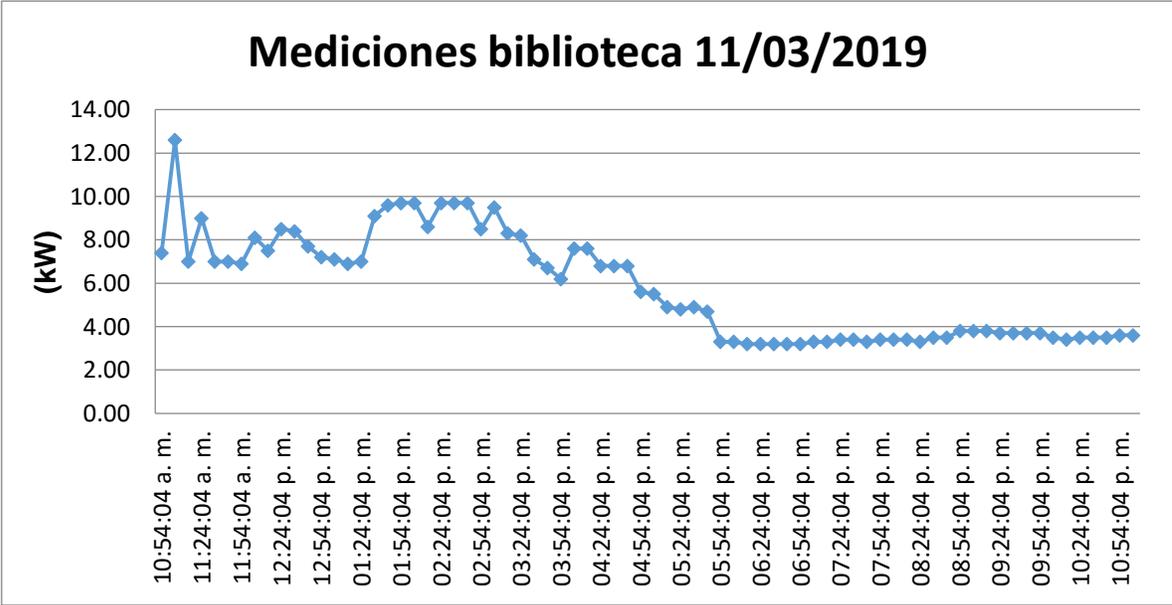


Gráfico 7. Medición realizada el día 11 de marzo del 2019.

En la siguiente lectura mostrada en el gráfico 8 se puede apreciar que en los primeros 50 minutos de medición existe un pequeño pico de potencia el cual genera un consumo de 7 kWh. Después de pasadas las 12:00 pm comienza a aumentar de forma irregular la demanda de energía hasta 12 kW a las 2:45 pm, lo que representa un consumo en este periodo de tiempo de 37 kWh. Se comporta de forma inestable el descenso hasta las 5:55 pm, a partir de esta hora se aprecia un consumo mínimo de manera estable. En 13 horas de medición el consumo fue de 92 kWh lo que se traduce en \$14.76 CUP.

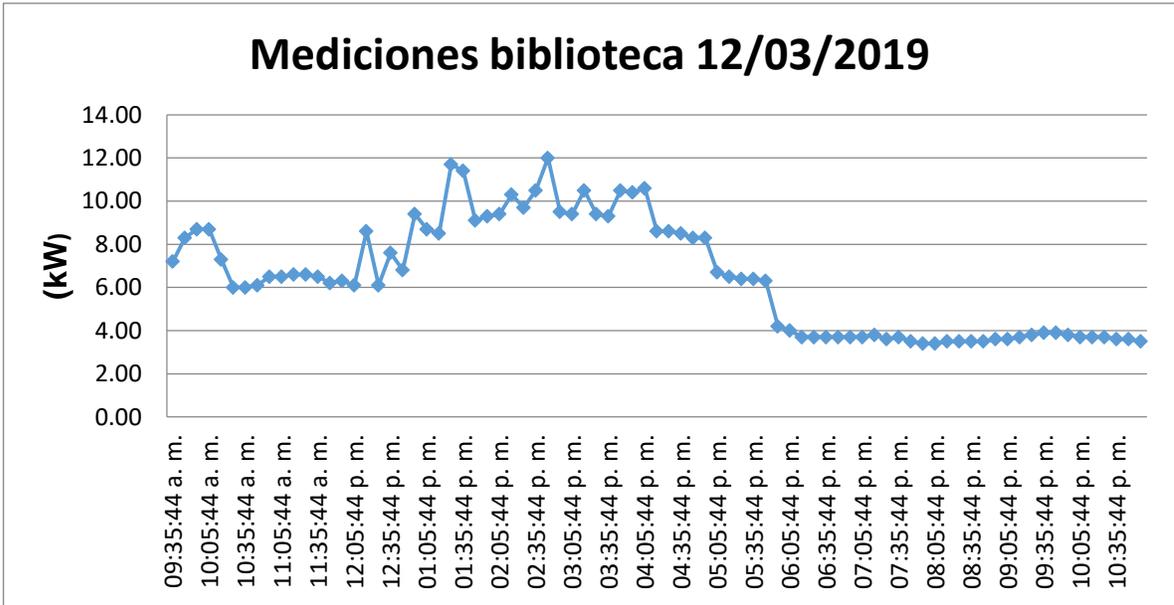


Gráfico 8. Medición realizada el día 12 de marzo del 2019.

El miércoles 13 de marzo del 2019 según muestra el gráfico 9 entre las 10:11am y las 11:11 am se identifica una alta demanda que alcanza un pico de 24 kW a las 10:11 am. En el transcurso del día disminuye paulatinamente, manteniéndose entre los 3.5 kW y 3.7 kW en el periodo comprendido entre las 6:41 pm y las 10:41 pm. El consumo en el período estudiado es de 93 kWh equivalente a \$15.04 CUP.

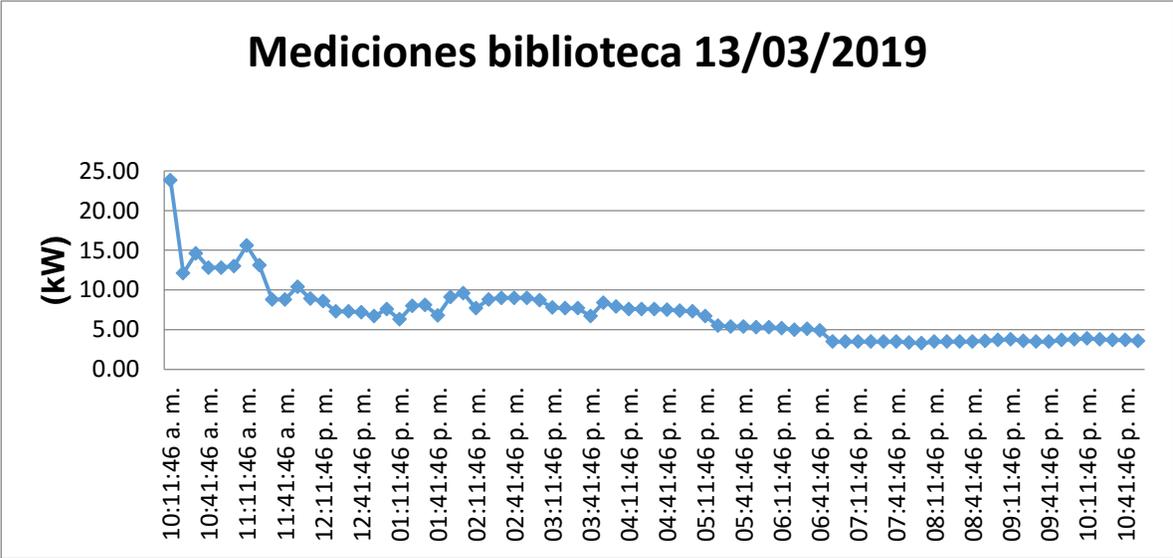


Gráfico 9. Medición realizada el día 13 de marzo del 2019.

El jueves 14 de marzo del 2019 se realiza la medición mostrada en el gráfico 10 donde se observan varios picos de demanda durante el día. Entre las 9:34 am y las 11:34 am la tendencia es a aumentar hasta 11.5 kW, observándose un descenso a 6.5 kW en las dos horas siguientes. Hasta las 10:34 pm el descenso es paulatino con algunos picos intermedios de corta duración. El consumo general de esta medición es de 82 kWh que equivale a \$ 13.00 CUP.

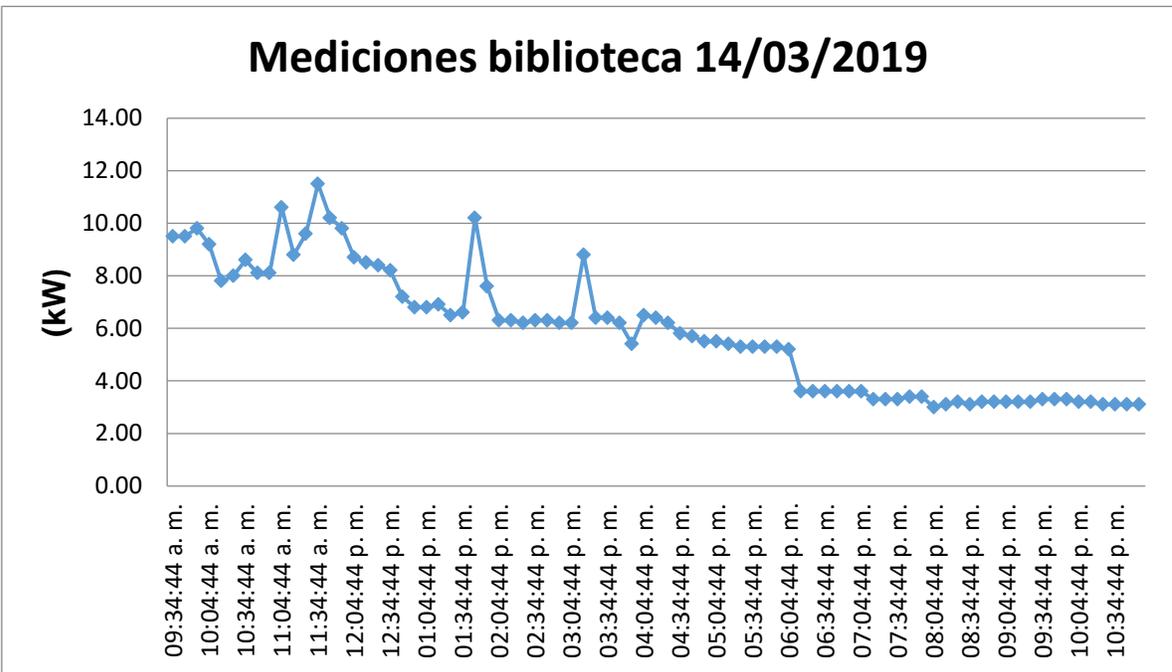


Gráfico 10. Medición realizada el día 14 de marzo del 2019.

En el gráfico 11 se pueden observar los eventos energéticos ocurridos el viernes 15 de marzo del 2019. En el período de tiempo transcurrido entre las 10:20 am y las 11:20 am se aprecia un pico de potencia de 9 kW que se traduce en un consumo de 13 kWh. A partir de esta hora comienza un paulatino descenso hasta las 12:50 pm, momento en que la demanda disminuye a 4 kW, produciéndose un gasto de 12 kWh. A partir de la 1:50 pm hay un nuevo aumento de la potencia identificándose un pico de 7 kW a las 2:20 pm, mostrando estabilidad la demanda de potencia hasta las 6:20 pm. En el transcurso de estas 4 horas el consumo es de 30 kWh. A partir de las 6:20 pm hasta 11:50 pm, que se detecta un ligero aumento a 5 kW, disminuye la demanda hasta 4 kW. El total consumido durante este día es de 67 kWh equivaliendo a \$11.34 CUP.

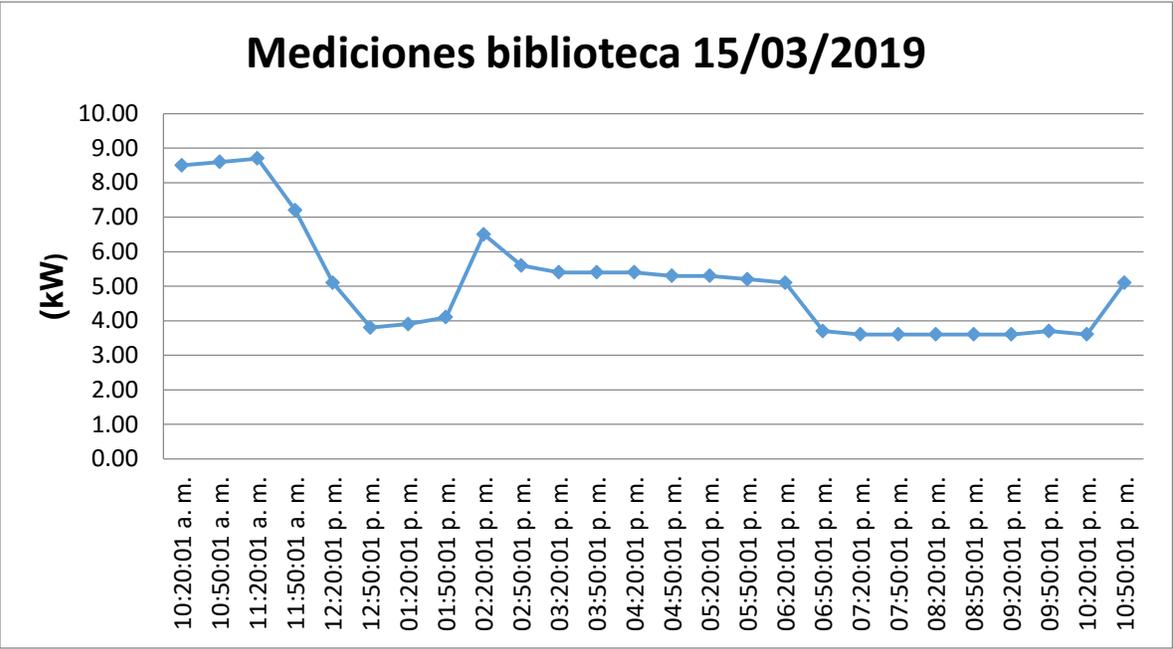


Gráfico 11. Medición realizada el día 15 de marzo del 2019.

## 2.9. Estudio realizado al teatro universitario

Al teatro universitario se le realizan tres mediciones de las diferentes actividades que se realizan en el mismo como son reunión con estudiantes y festivales de artistas aficionados. En la primera y segunda medición el intervalo de los registros de las mediciones son cada 10 minutos y en la tercera es cada 2 minutos con el fin de buscar mayor exactitud en los resultados.

Tabla 5. Censo realizado a los equipos instalados en el teatro universitario.

Equipos	Cantidad de equipos	Potencia estimada por cada equipo	Total
PC	1	450 W	450 W
Impresora	1	150 W	150 W
Equipo de audio	1	1000 W	1000 W
Mecanismo del telón	1	300 W	300 W
Cafetera eléctrica	2	200 W	400 W
Hornilla eléctrica	1	800 W	800 W
Refrigerador	1	120 W	120 W
Caja de agua	1	180 W	180 W
Lámpara de 20 W	6	20 W	120 W
Lámpara de 40 W	23	40 W	92 W
Bombillos ahorradores	11	15 W	165 W
Lámparas LED 32 W	10	32 W	320 W
Bombillos LED	155	80 W	12400 W
Luces de calle LED	2	100 W	200 W
Luces de escenario LED	8	250 W	2000W
Luces de escenario incandescentes	4	400 W	1600 W
Luz seguidor	1	500 W	500 W
Ventiladores	3	55 W	165 W
Aire de ventana	4	3571 W	14284 W
Equipos de clima	6	71420 W	428520 W
		Total de potencia instalada	464 kW

En las mediciones realizadas al teatro universitario está implícita la demanda de energía del rectorado ya que la entrada de corriente a estos dos edificios es la misma.

El gráfico 12 indica que el 19 de marzo del 2019 a las 2:02 pm hay un pico debido al arranque de 4 aires acondicionados de los 6 instalados, provocando una demanda de potencia de 166 kW. La demanda oscila entre 110 a 125 kW durante 2 horas y 20 minutos, implicando un consumo de 290 kWh. En este periodo de tiempo se desarrolló la reunión con los estudiantes extranjeros de la Universidad de Indiana que visitaron la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, concluido este intercambio la potencia cae a 57 kW y continua descendiendo hasta alcanzar un consumo de 10 kW mínimo. El consumo total de esta medición es de 390 kWh. El costo de dicha reunión es de \$ 42.64 CUP.

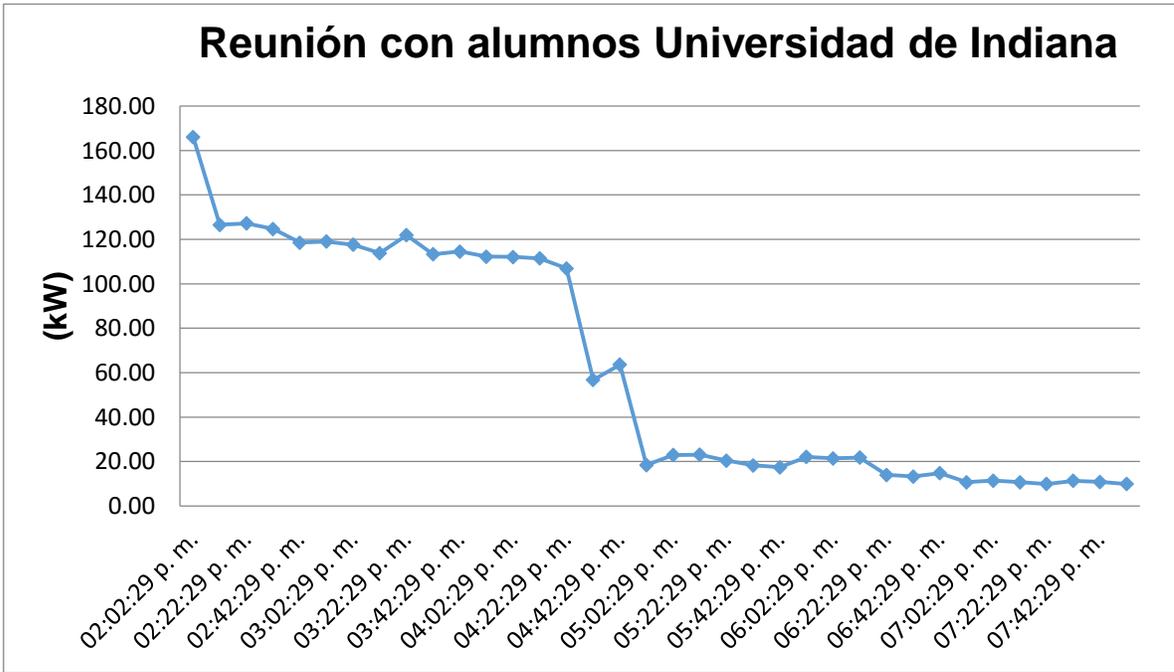


Gráfico 12. Medición realizada el día 19 de marzo del 2019.

El gráfico 13 refleja la demanda de potencia generada por la reunión realizada el día 21 de marzo del 2019 entre las 5:08 pm y las 7:08 pm. Al inicio de la reunión se constata un pico de potencia de 168 kW debido al arranque de los 4 aires acondicionados utilizados, durante 50 minutos la potencia se estabiliza entre 100 kW y 110 kW. A las 6:28 pm hay un descenso a 72 kW asociado al alcance de la temperatura de confort que genera la parada de los aires acondicionados. A las 6:38 pm identificamos un ascenso a 107 kW de la demanda, manteniendo una estabilidad relativa durante 1 hora y experimentando una caída entre las 7:38 pm y las 7:48 pm hasta alcanzar el valor de 7 kW.

El consumo de la reunión que duró 2 horas y 40 minutos es de 302 kWh y el costo de la energía de \$ 64.81CUP

Debemos resaltar que entre las 10:08 am y las 5:38 pm la demanda energética osciló entre 20 kW y 30 kW, lo que se corresponde con la demanda de potencia del rectorado analizada en el epígrafe 2.7 mientras, como ya se señaló el consumo de la reunión que duró 2 horas y 40 minutos es de 302 kWh. El consumo total de la medición realizada es de 460 kWh.



Gráfico 13. Medición realizada el día 21 de marzo del 2019.

El gráfico 14 nos muestra la demanda de energía durante el festival de artistas aficionados de la Facultad de Química - Farmacia realizado el día 24 de abril del 2019. El pico de demanda de 104 kW se alcanza con el inicio de los ensayos técnicos a las 6:20 pm debido al arranque de los aires acondicionados, luego de transcurridos 30 minutos la potencia disminuye hasta los 90 kW ocasionado porque los aires evacuaron la mayor parte del calor. De 7:00 pm a 10:40 pm se mantiene oscilando entre 80 y 90 kW debido a los arranques y paradas de los equipos de clima para la extracción del calor del local. El consumo energético del festival de la Facultad de Química - Farmacia es de 427 kWh, en la primera hora alcanzó 105 kWh. La primera hora de este festival costó \$ 22.65 CUP y el festival en general \$ 91.93 CUP.

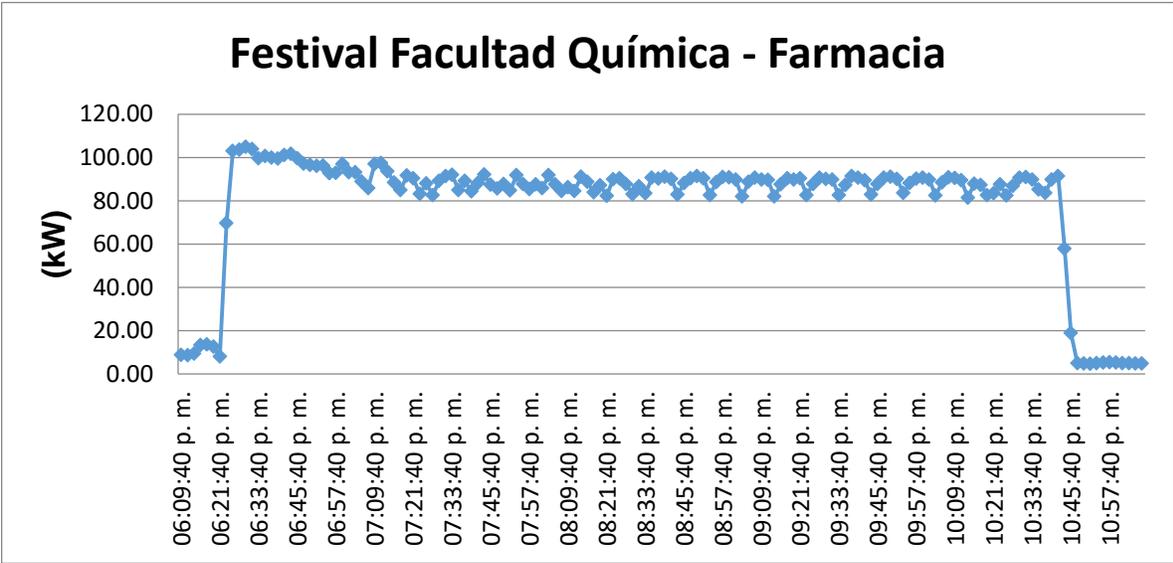


Gráfico 14. Medición realizada el día 24 de abril del 2019.

## **2.10. Factor de simultaneidad de los equipos con respecto a las mediciones realizadas**

El factor de simultaneidad es la relación entre la totalidad de la potencia instalada, para un conjunto de instalaciones y las sumas de las potencias máximas absorbidas individualmente por las instalaciones.

Cálculo del factor de simultaneidad.

$$Fs = (Dp \cdot 100) / Pti$$

Dónde:

Fs – Factor de simultaneidad.

Dp – Demanda promedio (kW).

Pti – Potencia total instalada (kW).

Según las mediciones realizadas durante una semana continua al edificio del rectorado se pudo constatar que este edificio tiene una demanda pico promedio de 32 kW lo que comparado con el censo realizado (Tabla 3) arroja un factor de simultaneidad de 22 % del total de equipos instalados.

En el caso de la Biblioteca la demanda pico promedio es de 14 kW y la potencia total instalada (Tabla 4) es de 77 kW lo que aporta un factor de simultaneidad de 18 %.

En el teatro universitario según los eventos medidos la demanda máxima promedio es de 147 kW y como potencia total instalada (Tabla 5) 464 kW reflejando una simultaneidad de un 32 %.

## **2.11. Banco de problemas y oportunidades de ahorro**

A continuación se realiza un análisis independiente de los edificios administrativos estudiados anteriormente, donde se identifican por separado las medidas y proyectos para mejorar y elevar la eficiencia energética.

Edificio del rectorado:

En esta edificación lo más significativo son los consumos excesivos de energía eléctrica que llegan a representar un 4% del total gastado por día en el circuito Planta Piloto. A este circuito están conectados las tres instalaciones estudiadas y además la FMFC, la Dirección de Transporte, el Edificio de Tecnologías, el DEU, el Policlínico, el Edificio U (FCS + FH), el CBQ, la FIE, el edificio U4, el Comedor Central, la Dirección de Mantenimiento, el CEI y los edificios de Residencia Estudiantil U1, U2, U3 y U5.

Para esta edificación se propone:

- Adecuar la temperatura de los equipos de clima hasta la temperatura de confort en los salones de reuniones.
- Cambiar las luminarias fluorescente a lámparas LED ya que las lámparas LED instaladas representan solamente un 17% del total de lámparas instalada.
- Poner en modo suspende las computadoras durante horario de almuerzo.
- Instalar y dar mantenimiento a los brazos mecánicos de las puertas en los locales climatizados.

Edificio biblioteca:

Este edificio consume semanalmente como promedio un 1,4 % del total gastado en una semana en el circuito Planta Piloto.

Para esta edificación se propone:

- Graduar la temperatura de lo aires acondicionados en los laboratorios a 24<sup>0</sup>C.

- Sustitución de balastos eléctricos por electrónicos.
- Cambiar las lámparas fluorescentes por lámparas LED ya que no habían instalada ninguna durante el censo realizado lo cual ahorraría 44 kWh al mes.

Edificio teatro:

Un festival de artistas aficionados representa un 7 % del consumo de un día del circuito al que pertenece el teatro.

Para esta edificación se propone:

- Utilizar lo menos posible los equipos de clima del teatro en horario pico.
- Utilizar los aires acondicionados de acorde a la cantidad de ocupantes.
- Si el porcentaje de ocupación en el teatro es muy bajo recurrir a otro salón climatizado pero más pequeño.
- Realizar los ensayos de los festivales sin equipos de clima.
- Mejorar la hermeticidad de manera general.

## Capítulo: 3

### 3.1 Introducción

En este capítulo se realiza un diagnóstico integral del desempeño energético de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas y una evaluación del cumplimiento de los requerimientos que exige la norma ISO 50001. Este diagnóstico permitirá identificar los requisitos que posee la entidad y realizar recomendaciones para la implementación de la NC ISO 50001.

La NC ISO 50001 brinda beneficios reconocidos tanto a las organizaciones públicas como privadas en todo el mundo, los especialistas coinciden en que tendrá una influencia positiva en el logro de un uso racional de la energía y por consecuencia beneficiará a la sociedad. Esta norma es una herramienta de gran valía para sistemas de gestión de la energía; que define los requisitos para establecer, implementar, mantener y lograr mejor desempeño energético.

La norma contribuye a que empresas e instituciones implementen prácticas adecuadas y aseguren análisis precisos y estandarizados. El beneficio final es el ahorro energético que parte de las acciones desarrolladas. Las recomendaciones contenidas en la ISO 50001, constituyen el fundamento para la observancia de regulaciones energéticas que puedan aplicarse en un periodo de tiempo determinado.

Esta norma internacional establece las mejores prácticas para gestionar la energía, aquellos que la adoptan experimentarán ahorros económicos, mejora en la calidad y mitigación de riesgos. Esta norma se basa en los elementos comunes de otras normas para asegurar un alto nivel de compatibilidad con los sistemas ISO 9000 de gestión de la calidad adoptados por la mayoría de las organizaciones industriales así como con los sistemas ISO 14001 de gestión ambiental.(Navia, 2015)

### **3.2. Diagnóstico Integral**

En el diagnóstico realizado en la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas se pudo constatar que existe conocimiento de la norma NC ISO 50001 por la dirección de la entidad, sin embargo no se ha logrado su implementación. No posee una política energética ni un Sistema de Gestión Energética definidos.

No obstante existe un departamento para la gestión energética con funciones y responsabilidades determinadas, nombrado Departamento de Energía.

El Departamento de Energía de la UCLV cumple con las siguientes funciones:

- Planificación y control del consumo de la energía eléctrica de la UCLV integrada.
- Compra de energía para controladores prepagos.
- Control de la existencia física de combustible en las cocinas.
- Desagregación de las cifras de diésel tiro directo, Fuel-Oíl, GLP para la cocción de alimentos.
- Asesoramiento a las Direcciones y Departamentos de la UCLV sobre la gestión eficiente de los portadores.
- Conciliación con los suministradores de las cifras asignadas.
- Sugerir a la máxima dirección universitaria las medidas para el ahorro de portadores energéticos.

Debe señalarse, que aunque el mencionado departamento dispone de los medios de tratamiento de la información y de medición para la gestión energética, el personal no ha recibido capacitación especializada sobre este particular.

A pesar de las insuficiencias referidas se debe destacar que la entidad cuenta con registros históricos de todos los consumos energéticos, conocen y manejan la distribución del uso de los portadores energéticos y están identificados los equipos, sistemas, las áreas y procesos que representan los mayores consumidores de energía. La dirección de la entidad da seguimiento sistemático a la demanda energética y toma decisiones puntuales para la regulación de la misma.

### **3.3. Evaluación de los requisitos que exige la norma para la implementación de un SGE<sub>n</sub>**

#### **3.3.1. Establecimiento del alcance y límites del SGE<sub>n</sub>**

La Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas no tiene determinados ni establecidos los alcances y límites del SGE<sub>n</sub>, al no poseer un Sistema de Gestión Energética definido.

#### **3.3.2. Conformación del equipo del SGE<sub>n</sub>**

En esta entidad existe un Departamento de Energía de carácter multidisciplinario, encargado de controlar el consumo energético, que asume disímiles responsabilidades en correspondencia con la diversidad de especialidades que domina el personal que lo conforma.

#### **3.3.3. Definición de la política energética**

La entidad no cuenta con una política energética que englobe la ejecución, operación y mejora del SGE<sub>n</sub>, lo cual imposibilita a la dirección de proyectar una mejora continua del desempeño energético.

### **3.4. Requisitos legales y otros requisitos**

Están presentes todos los documentos legales y otros requerimientos relacionados con el uso y consumo eficiente de la energía como el de la ONURE, CUPET, UNE entre otros.

#### **3.4.1. Revisión energética**

En la revisión energética realizada se identificaron los portadores energéticos utilizados por la entidad. Se llevó a cabo un diagnóstico del comportamiento de los equipos asociados con los usos significativos de energía y se enmarcaron las variables que afectan esos usos y las oportunidades para la mejora del desempeño energético. Entre las variables identificadas se encuentran:

El mejoramiento del aislamiento térmico de las tuberías de vapor.

Alcanzar un control adecuado de la combustión de las calderas de vapor.

Aumentar la recuperación del condensado del vapor.

Erradicar todos los salideros de las redes de distribución de agua.

Además se constató la existencia de un balance energético mensual para determinar cómo se encuentra el plan de consumo.

#### **3.4.2.1. Identificación de los usos significativos de energía**

Los equipos mayores consumidores de energía identificados por la Universidad son:

Fuel Oil: Las Calderas.

Diesel: Grupos electrógenos y transporte.

Energía Eléctrica: Computadoras, Aires acondicionados y Equipos de Clima y Luminarias Exteriores.

#### **3.4.2.2 Identificación de las variables que afectan el consumo de energía y el desempeño energético.**

Una de las variables que afectan el consumo de energía y el desempeño energético es el mal estado técnico de la mayoría de los equipos de clima debido a la falta de mantenimiento oportuno, la sobre explotación y el mal estado de los locales climatizados que presentan fugas de aire y mal aislamiento térmico.

#### **3.4.3. Identificación, priorización y registro de oportunidades de mejora del desempeño energético**

Además de las oportunidades de ahorro determinadas en el capítulo 2, cabe mencionar las siguientes:

- El mejoramiento del aislamiento térmico de las tuberías de vapor.
- Mejorar la recuperación del condensado para reducir al mínimo el consumo de agua.
- Establecer un control estricto en la combustión de las calderas de vapor.
- Seccionalizar los grandes circuitos en la sede central para tener un mayor control de las áreas más consumidoras.

- Tener un mayor control sobre el apagado y encendido de las luminarias exteriores.
- Continuar el reemplazo de las pizarras eléctricas y las cajas de los contadores que se encuentran en exteriores.
- Mejorar el aislamiento de las entradas eléctricas a los edificios y las instalaciones eléctricas en los locales y pasillos.

#### **3.4.4. Establecimiento de la línea base energética**

Este centro educacional no presenta una línea base energética debido a la falta de implementación de una adecuada política energética.

#### **3.4.5. Establecimiento de objetivos, metas y formulación de planes de acción para la mejora del desempeño energético**

No están establecidos los objetivos, metas ni planes de acción para la mejora del desempeño energético, ya que la entidad no posee una política energética definida ni documentada.

#### **3.4.6. Documentación.**

Presenta documentos y registros relacionados con el SGEEn pero sin embargo no se encuentra diseñada la política energética de la institución.

#### **3.4.7. Comunicación.**

La comunicación interna se caracteriza por la visibilidad de los consumos energéticos en el portal de la Universidad y las alertas sistemáticas a las áreas, pero aún resulta insuficiente.

#### **3.4.8. Control Operacional**

Se asegura que se cumplan las actividades de mantenimiento, sin embargo el ciclo de realización no se concilia con el Departamento de Energía, lo que provoca que su efectividad, relacionada con el uso de la energía no alcance los resultados esperados.

### **3.4.9. Adquisición de servicios de energía, productos y equipos**

La entidad posee criterios para la adquisición de productos, equipos y servicios que puedan tener un impacto significativo en el desempeño energético.

### **3.4.10. Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y de otros requisitos.**

Se encuentran documentados y actualizados los requisitos legales y otros requisitos relacionados con el uso racional y adecuado de la energía. Además de poseer los contratos de las organizaciones como CUPET y UNE los cuales se actualizan en el plazo asociado.

## **3.5 Recomendaciones para la implementación de la NC ISO 50001**

Implantar una política energética que conlleve a la ejecución, operación y mejora del SGEN y el compromiso de los directivos de la entidad para poder lograr una mejora continua del desempeño energético; así como alcanzar los objetivos y cumplir los requisitos legales relacionados con el uso eficiente de la energía.

Propuesta de Política Energética.

La Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas es una entidad con una alta responsabilidad social, comprometida con el medio ambiente y el desarrollo sostenible.

La Universidad Central se compromete a:

- Cumplir todos los requisitos legales y otros con respecto a la energía.
- Lograr la mejora continua del desempeño energético.
- Reducir el consumo específico de energía en todos los ámbitos.
- Asegurar la información y los recursos necesarios para lograr los objetivos y metas energéticas.
- Garantizar la adquisición de equipos y servicios que contribuyan con altos niveles de eficiencia energética.

- Intensificar las acciones para la utilización de las fuentes renovables de energía en todas las aplicaciones técnicas aprovechando las potencialidades científicas - investigativas con que cuenta la institución.

Se sugiere a la institución el establecimiento de un Sistema Integrado de Gestión que contenga la gestión de la calidad normada en la NC ISO 9001 y el de gestión ambiental por la NC ISO 14001.

Establecer los objetivos energéticos y las metas de la organización, que coadyuven al cumplimiento del compromiso contenido en la política energética. Para su establecimiento se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Las opciones tecnológicas.
- Las posibilidades de mejora del desempeño energético
- Los requisitos legales aplicables y otros relacionados con el uso racional y adecuado de la energía.
- Los usos significativos de la energía
- Sus condiciones económico-financieras.

Estas metas y objetivos se deben establecer en concordancia con a las funciones, niveles e instalaciones de la institución:

- Objetivas
- Medibles.
- Pertinentes.
- Coherentes con la política energética.

Formular un plan de acción que permita el cumplimiento de los objetivos energéticos y las metas. Este plan debe definir:

- Las acciones a desarrollar en los proyectos de mejora.
- Los recursos pertinentes para la realización.
- El momento y el periodo de ejecución.
- Las formas de control y el personal responsable.

Diseñar una estrategia de comunicación que mantenga a las personas informadas y comprometidas con los objetivos y metas de la política energética, con el fin de obtener una mejora continua del desempeño energético de la entidad.

## Conclusiones

1. Los datos de consumo de energía eléctrica recopilados muestran las tendencias de la demanda energética de cada uno de los edificios estudiados, resaltando como uno de los mayores consumidores el rectorado con un consumo diario promedio en la jornada laboral de 184 kWh y un promedio semanal 922 kWh, excluyendo sábado y domingo. Además se destaca como mayor consumidor el día lunes 4 de marzo con 236 kWh, lo que representa un 4% del total consumido ese día en el circuito Planta Piloto, compuesto por 19 edificaciones. También cuenta con un factor de simultaneidad de sus equipos de un 22 %.
2. El teatro universitario es otra instalación altamente consumidora ya que una hora de festival de artistas aficionados consume 105 kWh y el festival completo 427 kWh, representando un 7% del total consumido ese día en el circuito Planta Piloto; teniendo un factor de simultaneidad de 32 %.
3. El edificio de la biblioteca, de los tres edificios estudiados, resulta la menos consumidora. El consumo promedio diario en la jornada de trabajo de 14 kWh y el promedio semanal es de 82 kWh, aportando un 1,4 % del total consumido en el circuito Planta Piloto. Además posee un factor de simultaneidad de sus equipos de un 18 %.
4. El desconocimiento de la potencia energética en unos casos y la no identificación en otros constituye una regularidad en los equipos censados, lo que dificulta la planificación del consumo, incidiendo de forma negativa en el uso racional de la energía.
5. Al evaluar el cumplimiento de los requisitos que exige la NC ISO 50001(2018) mediante un diagnóstico integral se obtuvo que en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas no existe una Política Energética eficiente donde se establezcan los objetivos y metas a cumplir para una mejora continua del desempeño energético.

## Recomendaciones

- Realizar investigaciones que midan el consumo específico de la totalidad de las instalaciones de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas y diagnosticar su incidencia en los diferentes circuitos, dando prioridad al edificio administrativo U-4 y la residencia estudiantil.
- Diseñar un plan de acción con vista a implementar la NC ISO 50001 donde se establezca el alcance, los objetivos energéticos y las metas, que delimite las acciones o proyectos de mejora continua de los indicadores de desempeño energético, los períodos para su ejecución, las personas responsables y las formas en que se verificarán los resultados.
- Identificar la potencia de cada uno de los equipos instalados para crear un registro que pueda ser utilizado en la regulación del consumo energético en las diferentes áreas.

## Bibliografía

2016. RETScreen Software RS 4.
2018. *Norma ISO 50001* [Online]. Available: <https://www.lr.org/es-es/iso-50001/>.
- 50001, I. 2011. *Energy Management Systems - Requirements with guidance for use*. Suiza. (ISO), O. I. P. L. E. 2011. *Norma ISO 50001*.
- AARON MARTÍNEZ, L. 2012. *Manual de Eficiencia Energética*. El Salvador: Departamento de Ciencias Energéticas y Fluídicas (DCEF) de la Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas".
- ACOLTZI ACOLOTZI, H. y PÉREZ REBOLLEDO, H. 2011. *ISO 50001, Gestión de Energía*.
- ADMINISTRATION., E. I. 2015. *The impact of power plants on the landscape*. Available: [http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=electricity\\_environment](http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=electricity_environment).
- BORROTO NORDELO, A. E. y MONTEAGUDO YANEZ, J. P. 2006. *Gestión Energética en el sector Productivo y los Servicios*., Universidad de Cienfuegos, Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente
- CABRERA., J. A. A. 2015. *Estudio de la Eficiencia Energética en el área de molienda de la fábrica de cemento Siguaney.*."
- CLAVIJO, D. M. R. 2016. *Diagnóstico energético y propuesta de mejoramiento de la eficiencia energética de un edificio existente*. Magister en Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de Colombia.
- COUNCIL, W. E. 2013. *Recursos energéticos globales*.
- DOMINGO LAINO, L. 2010. *Un Análisis de la Política Energética en Cuba. Poblacion y desarrollo*.
- FERNÁNDEZ, L. A. D. 2017. *Estudio energético integral de la empresa de cigarros Ramiro Lavandero Cruz*. Trabajo de Diploma, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas.
- FIGUEROA BARRIONUEVO, E. A. 2015. *Auditoría energética de los edificios administrativo y docente de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, para disminuir el consumo de energía eléctrica*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.
- GIRINI, R. G., LOPEZ, G. R. y FERNANDEZ, J. F. 2012. *Metodología para auditorías energeticas en edificios*., Universidad Tecnológica Nacional
- GONZALES, A., BORGES, D. y MARTINEZ, M. 2007. *Métodos de estimación de la demanda en sistemas eléctricos de baja tensión. Energética, XXVIII, No3/2007*.
- GONZÁLEZ, C. et al., 2014. *Eficiencia Energética: Uso racional de la energía eléctrica en el sector administrativo. Consumo eficiente*.
- GUZMÁN, A. 2016. *Programa de ahorro de portadores energéticos (PAPE)*.
- ISO 2011. *Organización Internacional para la Estandarización*. Suiza.
- ISO 2018. *Sistemas de Gestión de la Energía-Requisitos con orientación para su uso*. La Habana.Cuba: Oficina Nacional de Normalización.
- LUIS PÉREZ-LOMBARD, J. O. 2008. *A review on buildings energy consumption information. Energy and Buildings, 40*.
- MARTELO DEL RIO, C. I. y JULIO VELEZ, L. J. 2011. *Estudio de pre-factibilidad para la construcción de un edificio inteligente en la zona industrial de mamonal de la ciudad de Cartagena de Indias* Especialista en gerencia de proyectos, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR.
- MARTINEZ HERNANDEZ, A. y MAYRA, C. V. 2016. *LAS POLÍTICAS PÚBLICAS ENERGÉTICAS EN CUBA, PRINCIPALES REFERENTES TEÓRICOS. Revista de Estudios Económicos y Empresariales.*, 91-110.

- METREL 2013. Manual de funcionamiento PowerQ y PowerQ Plus MI 2492 y MI 2392.. In: METREL (ed.). Ljubljanska cesta 771354 Horjul Eslovenia.
- MORELL FERNÁNDEZ, A. 2019. ISO 50001.Sistemas de gestión de la energía. *CREARA, Especialista en Eficiencia y Ahorro Energético*.
- NAVIA, E. R. 2015. *Evaluación del desempeño energético de la cervecería “Antonio Díaz Santana” relativo a los requisitos de la NC ISO 50001*. Ingeniero Mecánico, Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas.
- NORMALIZACIÓN, O. I. D. 2018. *Norma ISO 50001* [Online]. Available: <https://www.lr.org/es-es/iso-50001/>.
- PEDRAZA RODRÍGUEZ, L. O. 2011. Sistemas de tarifas eléctricas para el sector no residencial.Consideraciones generales. In: PRECIOS., M. D. F. Y. (ed.). La Habana.
- PRÓSPERO RODRÍGUEZ, H. 2009. Caracterización de la demanda de los principales portadores energéticos en un hotel de cuatro estrellas.
- RODRÍGUEZ, A. C. L. 2013. *Diseño del sistema de gestión de la energía integrado al sistema de gestión de la calidad de la fábrica de cigarros RAMIRO LAVANDERO CRUZ*.
- ROMEO MATOS, L. 2019. A 60 años del Triunfo: La industria cubana en constante revolución. *Logros de la Revolución Cubana*
- SERRA, J. 2008. Guía técnica de eficiencia energética eléctrica.
- SUAREZ RODRIGUEZ, J. A. 2012. ESTADO Y PERSPECTIVAS DE LA ENERGÍA FÓSIL EN CUBA. Available: suarez6327@yahoo.es.
- SWEATMAN, P. y MANAGAN, K. 2010. Una Revisión de las Políticas y los Modelos de Negocio Internacionales de Eficiencia Energética, y Alternativas Regulatorias para España. *FINANCIACIÓN DE MEJORAS ENERGÉTICAS EN EDIFICIOS*.
- TÉRMICA., G. D. D. D. L. E. S. 2014. Programa de desarrollo de la energía solar térmica en Cuba. UCLV 2018a. Datos e Información. In: ENERGÍA.UCLV., D. D. (ed.).
- UCLV 2018b. Organigrama.
- VELÁSQUEZ LEÓN, S. 2016. PERSPECTIVAS ENERGÉTICAS EN CUBA. *Instituto Español de Estudios Estratégicos* [Online].