

UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS

“JOSÉ MARTÍ PÉREZ”



CENTRO DE ESTUDIO DE ENERGÍA Y PROCESOS
INDUSTRIALES



TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO
ACADÉMICO DE MÁSTER EN EFICIENCIA
ENERGÉTICA

TÍTULO: VALORACIÓN DE IMPACTOS DE
OPORTUNIDADES DE AHORRO DE ENERGÍA EN
LA UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS

AUTOR: ING. REINEL LABRADA MENDIGUTIA

TUTOR: DRC. ING. ERNESTO BARRERA CARDOSO

SANCTI SPÍRITUS, CUBA

2015

SÍNTESIS

La presente investigación tuvo lugar en la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez” (UNISS), donde fue necesario realizar una caracterización energética para valorar el sistema de gestión de la energía y valorar los impactos de oportunidades de ahorro identificadas, debido a preocupaciones por parte del Centro de Estudios de la Energía y Procesos Industriales (CEEPI), perteneciente a dicha universidad.

Se utilizaron herramientas como la prueba de necesidad para la caracterización energética, recorridos de diagnóstico a los centros y estratificación de consumo por equipos. Además se realizó una evaluación económica para todos los escenarios posibles en la combinación de los proyectos para 10 años.

Se determinó que en la universidad no se identifican los problemas energéticos, ni se trabaja en base al ahorro de energía eléctrica. Los equipos mayores consumidores identificados fueron los de refrigeración, climatización, informáticos y de iluminación. Fueron identificadas 21 oportunidades de ahorro. Los impactos valorados revelaron un ahorro total de 46 289 kWh 19 595,14 pesos al año. También se dejarían de quemar 11,1 t de combustible para la generación de electricidad y se dejarían de emitir 32,4 t de CO₂ a la atmósfera cada año. El mejor escenario valorado resultó la combinación de todos los proyectos por su mayor ahorro y sus mayores ingresos anuales, además el período de recuperación de la inversión solo es de 1,34 años, la tasa interna de retorno (54%) supera la tasa de interés, y presenta el tercer mayor valor presente neto con 48,8 miles de pesos.

Palabras Claves: Caracterización energética, gestión de la energía, estratificación de consumo, oportunidades de ahorro, valoración de impactos.

SUMMARY

This research took place at the University of Sancti Spíritus "José Martí Pérez", where it was necessary to perform an energy characterization to assess the system of energy management and evaluate the impacts of savings opportunities identified, due to concerns by the Center for Energy Studies and Industrial Processes, belonging to the university.

Tools such as the necessity test for energy characterization, runs diagnostic centers and stratification of consumption by equipment used. Besides an economic evaluation for all possible scenarios combining the projects for ten years was realized.

It was determined that in the university the energetics problems are unidentified, and don't work on the electricity savings. The major consumers appliances identified were the refrigeration, air conditioning, computer and lighting. Were identified 21 savings opportunities. The assessed impacts revealed a total annual saving of 46 289 kWh, 19 595,14 pesos. Also they cease to burn 11,1 t of fuel for electricity generation and cease to emit 32,4 tons of CO₂ into the atmosphere each year. The most feasible scenario was to execute all projects because it biggest savings, annual earnings, the pay off period is just 1,34 years, internal pullback rate (54%) surpasses interest rate, and displays the third bigger net present value with more than 48 800 pesos.

Keywords: Energy characterization, energy management, stratification of consumption, savings opportunities, assessment of impacts.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO #1: ESTADO DEL ARTE	
1.1 Estado actual energético mundial.....	5
1.1.1 Contexto actual general.....	5
1.1.2 Eficiencia energética en América Latina.....	8
1.1.3 Eficiencia energética en Cuba. Actualidad y perspectivas.....	11
1.2 Eficiencia energética.....	14
1.2.1 Mecanismos para mejorar la eficiencia energética.....	15
1.3 Sistemas de gestión energética.....	15
1.3.1 Necesidad de un SGE en las organizaciones.....	18
1.3.2 Sistema de gestión energética según la norma ISO 50 001.....	19
1.4 Políticas energéticas en universidades.....	20
1.4.1 Experiencias en sustentabilidad energética.....	20
Conclusiones parciales del capítulo I.....	23
CAPÍTULO 2: MATERIALES Y MÉTODOS	
2.1 Introducción.....	24
2.2 Etapas de la investigación.....	24
2.3 Herramientas utilizadas.....	26
2.4 Origen de los datos utilizados.....	31
Conclusiones parciales del capítulo II.....	32
CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DE LA UNISS	
3.1 Caracterización de la universidad.....	33
3.2 Impacto de los portadores energéticos en los costos totales.....	34
3.3 Estructura de consumo de los portadores energéticos.....	35
3.4 Situación de la UNISS en materia de gestión energética.....	36
3.5 Comportamiento energético de la universidad en los últimos dos años....	37
3.5.1 Comportamiento del consumo de electricidad en la UNISS.....	37
3.5.1.1 Recorrido por la Residencia Estudiantil (9 de febrero de 2014).....	39
3.5.1.2 Recorrido por el Edificio Docente I (2 de marzo de 2014).....	40

3.5.1.3 Recorrido por el Edificio Docente II (8 de abril de 2014).....	40
3.5.2 Análisis e interpretación de datos.....	40
3.6 Equipos mayores consumidores de electricidad identificados.....	43
3.7 Factores globales fundamentales que influyen en el alto consumo de energía eléctrica en la UNISS.....	44
3.8 Confección del diagrama de Causa y Efecto.....	45
3.9 Oportunidades de ahorro de energía eléctrica identificadas.....	47
3.10 Confección del Plan de acciones para la proyección de la universidad hacia el mejoramiento energético.....	48
Conclusiones parciales del capítulo III	

CAPÍTULO 4: VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS TÉCNICOS, ECONÓMICOS Y AMBIENTALES

4.1 Valoración de impactos técnicos.....	52
4.1.1 Ahorro de energía eléctrica.....	52
4.1.2 Vida útil de las luminarias tipo LED.....	52
4.1.3 Otras consideraciones técnicas.....	53
4.2 Valoración de impactos económicos.....	54
4.2.1 Ahorro monetario en pagos por el servicio eléctrico.....	54
4.2.2 Ingresos extras por concepto de ventas.....	54
4.3 Valoración de impactos ambientales.....	55
4.3.1 Cálculos de ahorro de combustible.....	55
4.3.2 Cálculos de reducción de emisiones equivalentes.....	55
4.4 Valoración de impactos por escenarios.....	55
Conclusiones parciales del capítulo IV.....	57

CONCLUSIONES GENERALES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y FÓRMULAS

Figuras

Figura 1.1. Demanda de electricidad mundial prevista hasta el año 2040. De elaboración propia con datos del “Short-Term Energy and Summer Fuels Outlook” del 2015.

Figura 1.2. Demanda de energía mundial prevista hasta el año 2040. De elaboración propia con datos del “Short-Term Energy and Summer Fuels Outlook” del 2015.

Figura 1.3. Uso final de energía mundial por sectores, prevista hasta el 2040. De elaboración propia con datos del “Short-Term Energy and Summer Fuels Outlook” del 2015.

Figura 1.4. Demanda de energía prevista para América Latina hasta el 2040. De elaboración propia con datos del “Short-Term Energy and Summer Fuels Outlook” del 2015.

Figura 1.5. Matriz energética actual de Cuba mostrada por el Ministerio de Energía y Minas, extraída del sitio web: www.cubadebate.cu.

Figura 1.6. Costo de la energía eléctrica en Cuba mostrado por el Ministerio de Energía y Minas, extraída del sitio web: www.cubadebate.cu.

Figura 1.7. Matriz energética de Cuba propuesta para el 2030 mostrada por el Ministerio de Energía y Minas, extraída del sitio web: www.cubadebate.cu.

Figura 1.8. Esquema de un Sistema Integrado de Gestión que incluye un Sistema de Gestión Energética. Extraído del documento “Guía Práctica para la Implantación de un Sistema de Gestión Energética. Henares, España” de la Fundación MAPFRE.

Figura 1.9. Ciclo PHVA (PDCA en inglés) o Ciclo de Deming. Extraído de la tesis de maestría de K.A. Obando Llan-Llán “Análisis y evaluación para la determinación de la Eficiencia Energética en una piscicultura”, de Puerto Montt, Universidad Austral de Chile del año 2013.

Figura 2.1. Estructura del proceso de investigación. De elaboración propia en conjunto con el Doctor en Ciencias Ernesto Barrera Cardoso Investigador del Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales (CEEPI).

Figura 3.1. Estructura de gastos corrientes de la UNISS en el año 2014. Elaboración propia con datos del Análisis Económico del 2014 de dicho centro.

Figura 3.2. Análisis del consumo de los portadores energéticos del año 2013 en la UNISS. Elaboración propia con datos proporcionados por el Departamento de Inversiones y Mantenimientos del año 2013 de dicho centro.

Figura 3.3. Análisis del consumo de los portadores energéticos del año 2014 en la UNISS. Elaboración propia con datos proporcionados por el Departamento de Inversiones y Mantenimientos del año 2014 de dicho centro.

Figura 3.4. Análisis del consumo de electricidad por centros en la UNISS del año 2014. Elaboración propia con datos proporcionados por el Departamento de Inversiones y Mantenimientos del año 2014 de dicho centro.

Figura 3.5. Gráfico de control de la energía eléctrica en el año 2013. Elaboración propia con datos proporcionados por el Departamento de Inversiones y Mantenimientos del año 2013 de dicho centro.

Figura 3.6. Gráfico de control de la energía eléctrica en el año 2014. Elaboración propia con datos proporcionados por el Departamento de Inversiones y Mantenimientos del año 2014 de dicho centro.

Figura 3.7. Gráfico de consumo de la energía eléctrica y estudiantes equivalentes en el año 2014. Elaboración propia con datos proporcionados por el Departamento de Inversiones y Mantenimientos del año 2014 de dicho centro.

Figura 3.8. Gráfico de dispersión de la consumo contra estudiantes equivalentes en el año 2014. Elaboración propia con datos proporcionados por el Departamento de Inversiones y Mantenimientos del año 2014 de dicho centro.

Figura 3.9. Análisis del consumo promedio de electricidad por equipos en la Residencia Estudiantil de la UNISS en el año 2014. Elaboración propia con datos proporcionados por los trabajadores del edificio y datos de los equipos.

Figura 3.10. Análisis del consumo promedio de electricidad por equipos en el Docente I de la UNISS en el año 2014. Elaboración propia con datos proporcionados por los trabajadores del edificio y datos de los equipos.

Figura 3.11. Análisis del consumo promedio de electricidad por equipos en el Docente II de la UNISS en el año 2014. Elaboración propia con datos proporcionados por los trabajadores del edificio y datos de los equipos.

Figura 3.12. Gráfico de potencia de los centros estudiados en el año 2014. Elaboración propia con datos de las facturas proporcionadas por la Empresa Eléctrica Provincial.

Figura 3.13. Diagrama de Causa y Efecto. Elaboración propia.

Tablas

Tabla 3.1. Plan de acciones organizativas a proponer a la administración de la UNISS como resultado de la investigación.

Tabla 3.2. Plan de acciones que requieren inversiones a proponer a la administración de la UNISS como resultado de la investigación.

Tabla 3.3. Plan de acciones para implementación de estudios (que requieren inversiones) a proponer a la administración de la UNISS como resultado de la investigación.

Tabla 3.4. Plan de acciones futuras (que requieren inversiones) a proponer a la administración de la UNISS como resultado de la investigación.

Tabla 4.1. Gases dejados de emitir a la atmósfera.

Tabla 4.2. Valoración de resultados de las situaciones posibles para 10 años.

Fórmulas

2.1 Límite superior: Se utiliza para hallar el límite superior de un conjunto de valores. Se calcula de la siguiente forma:

$$\Rightarrow \text{Límite superior} = \text{Promedio} + 3 * \text{Desviación estándar.}$$

2.2 Límite inferior: Se utiliza para hallar el límite inferior de un conjunto de valores. Se calcula de la siguiente forma:

$$\Rightarrow \text{Límite inferior} = \text{Promedio} - 3 * \text{Desviación estándar.}$$

2.3 Estudiantes equivalentes: Es un valor equivalente impuesto por el Ministerio de Economía y Planificación (MEP) al Ministerio de Educación Superior (MES) para los centros que no tienen producción, solamente estudiantes y trabajadores. Se calcula de la siguiente forma:

$$\Rightarrow \text{Estudiantes equivalentes} = B + T + 75\% * D + 30\% * E$$

Donde: B: Estudiantes becados

T: Trabajadores

D: Estudiantes del curso diurno

E: Estudiantes del curso por encuentros

2.4 Valor Presente Neto: Se basa en calcular el valor actual neto o presente de los flujos de caja proyectados para todos los años durante el período de evaluación del proyecto. Es positivo si el saldo entre beneficios y gastos es favorable, y negativo en caso contrario. Se calcula de la siguiente forma:

$$\Rightarrow \text{Valor Presente Neto} = -K_0 + \sum_{i=1}^n \frac{Fc_i}{(1+D)^i}$$

Donde: K_0 : Inversión o capital inicial

Fc_i : - Flujo de caja en el año i

D: Tasa de descuento real utilizada

2.5 Flujo de caja: Ganancias que puede reportar un proyecto al año. Se calcula de la siguiente forma:

$$\Rightarrow \text{Flujo de caja } (i) = (I_i - G_i - Dep) \left(1 - \frac{t}{100}\right) + Dep$$

Donde: I: Ingresos en el año i, \$

G: Gastos en el año i, \$

T: Tasa de impuestos sobre ganancia, %

Dep: Depreciación del equipamiento o amortización de la inversión, \$

2.6 Tasa interna de Retorno: Se define como aquella tasa de descuento que reduce a cero el Valor Actual Neto. Representa el porcentaje o tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión, de forma tal que al finalizar el período de evaluación o vida útil, el saldo no recuperado sea igual a cero. Analíticamente la TIR se determina como:

$$\Rightarrow 0 = -K_0 + \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1 + TIR)^i}$$

2.7 Período de Recuperación de la Inversión: Es el tiempo en que se recupera la inversión inicial para una tasa de descuento D considerada. Se calcula como el momento para el cual el VAN se hace cero. Esta ecuación no puede resolverse de forma directa, por lo que para obtener el valor del PRI se le adiciona gradualmente a la inversión inicial los flujos de caja anuales hasta que el resultado sea cero, en ese momento se ha recuperado la inversión. Analíticamente la TIR se determina como:

$$\Rightarrow 0 = -K_0 + \sum_{i=1}^{PRI} \frac{FC_i}{(1 + D)^i}$$

INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad el hombre comenzó a necesitar el uso de la energía para realizar su trabajo en aras de satisfacer sus necesidades. Pasó del uso de su propia fuerza muscular a la domesticación de los animales para utilizar su energía en moverlas cargas que para él eran imposibles y al descubrimiento y uso del fuego el cual ha llegado hasta hoy, solo que, en un inicio, el fuego solo se producía a partir de la biomasa y después el hombre descubrió el carbón, el petróleo, el gas natural y con ellos aprendió a utilizarlo para producir otras fuentes secundarias de energía como el vapor y la electricidad.

Desde este punto de vista, parte de la historia de la humanidad ha sido el control de ésta sobre las fuentes energéticas y las formas de utilizarlas, llegando al esquema energético global actual, el que descansa en la utilización de los combustibles fósiles; combustibles que no son renovables, que son contaminantes en alto grado, que están concentrados en pocas regiones de la tierra, en manos de grandes consorcios transnacionales y que son utilizados de forma muy ineficiente.

Esto ha causado una creciente escasez de energía producida por el desarrollo industrial e incremento de la población, ha provocado también cambios en el comportamiento climático del planeta.

Cada día el hombre ha de dar un paso en pos de la eficiencia energética, pues a medida que el mundo se vuelve más complejo, impredecible y turbulento, las empresas tienen que luchar por adaptarse, ser flexibles y aprender cómo obtener reducciones de energía, pues de lograrlo depende su propia supervivencia. La presión sobre el uso de los recursos, en especial los energéticos y los hídricos, obliga a utilizarlos cada vez de manera más racional y eficiente.

La búsqueda de sustentabilidad en los procesos sociales, parte de la consigna cuando los recursos son finitos y deben ser utilizados de tal forma que, se satisfaga las necesidades del presente sin comprometer las de las generaciones futuras **(1)**.

En este contexto, especial interés tiene el uso eficiente de energía, que, al mantener el nivel de confort, implica la explotación racional de los recursos naturales renovables y no renovables.

Muchas industrias han tenido la iniciativa de apostar por la implantación de sistemas de gestión eficiente de la energía, las que fueron seguidas por organizaciones de todas las esferas.

En este sentido varias universidades asumieron el reto de integrar conceptos de sustentabilidad energética a la gestión administrativa y operativa de los campus universitarios, al complementar la formación que sobre estos aspectos se imparte en las aulas.

Varias son las universidades con experiencias exitosas en la implementación de políticas energéticas para la gestión de las operaciones de los campus universitarios. Especial mención merecen la Universidad de California en Los Ángeles, la Universidad de Wisconsin-Madison, y, la Universidad de Brown, universidades pioneras en materia de sustentabilidad de los campus universitarios, cuyas experiencias han sido reproducidas por otras universidades (2).

En Cuba se trabaja en base a mejorar la eficiencia energética de las industrias, empresas y otros centros. Esto se hace en conjunto con centros de investigación, como el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) de la Universidad de Cienfuegos y el Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales (CEEPI) de la Universidad de Sancti Spíritus.

Los análisis realizados en numerosas empresas cubanas ponen de manifiesto el insuficiente nivel de gestión energética existente en muchas de ellas, así como las posibilidades de reducir los consumos y costos energéticos mediante la creación en las empresas de las capacidades técnico-organizativas para administrar la energía de forma eficiente (3).

En el continuo proceso de formación de profesionales, superación y prestación de servicios en la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez” (UNISS en lo adelante), se consumen ciertos recursos energéticos como son: el gas-oíl (diésel), la gasolina, el gas licuado de petróleo (GLP) y la energía eléctrica.

Dicho centro es presupuestado por el estado, por lo que es necesario realizar un estudio acerca de la disminución de los gastos de portadores energéticos, que es una de las pocas partidas que está en manos de la empresa la posibilidad de su reducción. Además, aumentaría la competitividad empresarial y se contribuye al ahorro económico del presupuesto del organismo central y del país.

De las afirmaciones anteriores surgió el siguiente **problema científico**:

¿Cómo contribuir a la mejora de la eficiencia energética en la UNISS?

Hipótesis: Si se diagnostica la situación energética de la UNISS, entonces se podrá realizar una valoración técnico-económico-ambiental que contribuya a la gestión eficiente de la energía.

Como **objetivo general** de la investigación se tuvo:

Valorar desde el punto de vista técnico, económico y ambiental alternativas de ahorro de energía en la UNISS.

Como **objetivos específicos** se plantearon:

1. Diagnosticar el estado actual del consumo de energía en la UNISS.
2. Identificar oportunidades de ahorro de energía en la UNISS.
3. Valorar el impacto técnico, económico y ambiental de las principales oportunidades de ahorro.

El **objeto de estudio** es el consumo de energía en la UNISS.

El **campo de acción** en el que se trabajó es la gestión eficiente de la energía en la UNISS.

Los **métodos científicos de investigación** utilizados en el presente trabajo fueron:

- ↳ Métodos empíricos (observación, medición, entrevistas)
- ↳ Métodos estadísticos (descriptivos e inferenciales)
- ↳ Métodos teóricos (análisis y síntesis, inducción y deducción, histórico y lógico.)

Las investigaciones relacionadas con esta temática son **novedosas**. Aunque se estudia desde hace varios años, el mayor volumen de trabajos relacionados surge en la última década. En la UNISS existe un estudio acerca del diagnóstico energético realizado en la universidad en el año 2006 por los trabajadores relacionados con la administración de la energía.

El trabajo presenta la siguiente **estructura**:

- ↳ Capítulo #1, donde se abordó el fundamento teórico de la investigación; se hizo una revisión bibliográfica profunda y se estudiaron los antecedentes de la investigación y las posiciones actuales del problema.
- ↳ Capítulo #2, donde se presentó el diseño empírico de la investigación, la población, los métodos y procedimientos de trabajo y los instrumentos utilizados.
- ↳ Capítulo #3, donde se muestran los resultados obtenidos en el diagnóstico energético realizado en la UNISS, las principales oportunidades de ahorro de energía identificadas y el Plan de acciones.
- ↳ Capítulo #4, donde se muestran las valoraciones de los impactos técnicos, económicos y ambientales de las principales oportunidades de ahorro de identificadas.
- ↳ Conclusiones generales
- ↳ Recomendaciones
- ↳ Anexos

CAPÍTULO #1: ESTADO DEL ARTE

1.1 Estado actual energético mundial

1.1.1 Contexto actual general

La crisis energética que enfrenta el mundo actual se centra, en el uso indiscriminado de los combustibles convencionales (petróleo, gas natural y carbón); agravado por el carácter no renovable de estos recursos y su desmedida utilización en los países desarrollados.

La Administración de la Información de la Energía de los Estados Unidos estima que el consumo mundial aumentó en 0,9 millones de barriles/día en 2014, con un promedio de 92 millones de barriles/día para el año 2014. También espera que el consumo mundial crezca un millón de barriles/día en 2015 y un 1,1 millones de barriles/día en 2016. El consumo ponderado mundial de petróleo proyectado en el producto interno bruto (PIB), que aumentó en un estimado de 2,7% en 2014, se prevé que crezca un 2,6% en 2015 y un 3,1% en 2016 (4).

En la generación de energía se utiliza más gas natural que el año pasado, debido a que los precios de gas natural son más bajos en comparación con los precios del carbón. En 2015 se prevé una media del 30,4% del uso de la generación a base de gas natural, del total, en comparación con el 27,4% del año 2014. Se espera que la producción de carbón de Estados Unidos baje un 7,1% en 2015 (4).

Los precios de la electricidad residencial aumentaron durante 2014, con un crecimiento que van desde 1,3% en los estados de la costa del Pacífico hasta el 9,8% en Nueva Inglaterra. Las tarifas minoristas de electricidad han aumentado por varias razones. Muchas compañías eléctricas compran su energía de los mercados de electricidad al por mayor regionales, que experimentaron los precios más altos del año pasado. Otras razones comunes citadas, para mayores precios de la electricidad al por menor, son el aumento de la inversión en infraestructura de transmisión y distribución, los requisitos de aumento para generar electricidad a partir de fuentes de energía renovables, y

la inversión de utilidad en la eficiencia de la demanda, la cual se prevé que aumente en los próximos años, como muestra la [Figura 1.1 \(4\)](#).

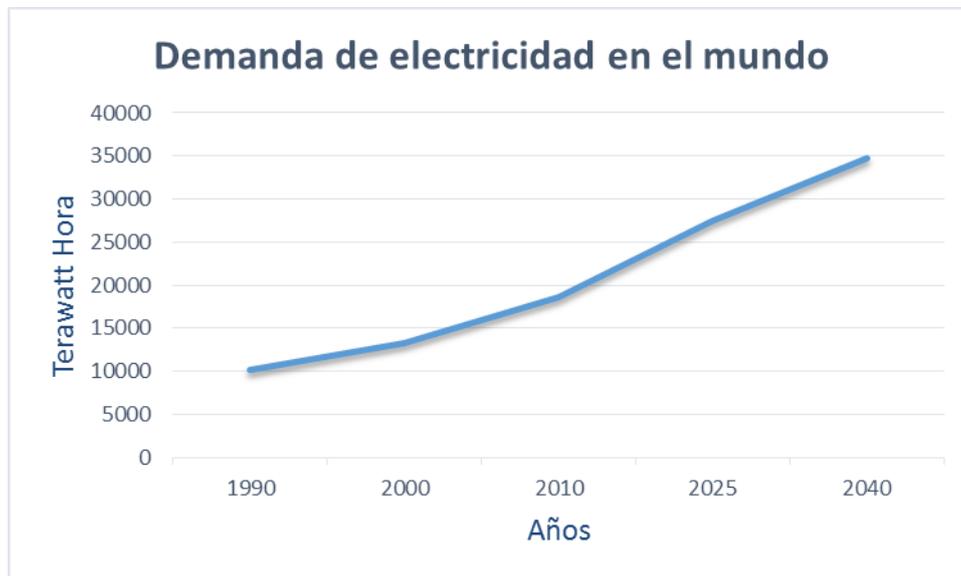


Figura 1.1. Demanda de electricidad mundial prevista hasta el año 2040.

Fuente: *Elaboración propia*

Cada día aumentan los niveles de demanda energética en detrimento de las fuentes convencionales o no renovables de energía, como se observa en la [Figura 1.2](#). En este sentido la comunidad científica trabaja de manera acelerada en la búsqueda de fuentes alternativas y el aprovechamiento de energías naturales o no contaminantes, entre las que destacan la hidráulica, la solar, la eólica, la geotérmica y el hidrogeno, entre otras. Como resultado de estas nuevas preocupaciones se ha alcanzado un mayor índice de aprovechamiento de los recursos terrestres y marítimos de determinadas regiones del planeta y se comienza a vislumbrar los primeros prototipos comerciales y los frutos de esta generación de energías más limpias [\(5\)](#).

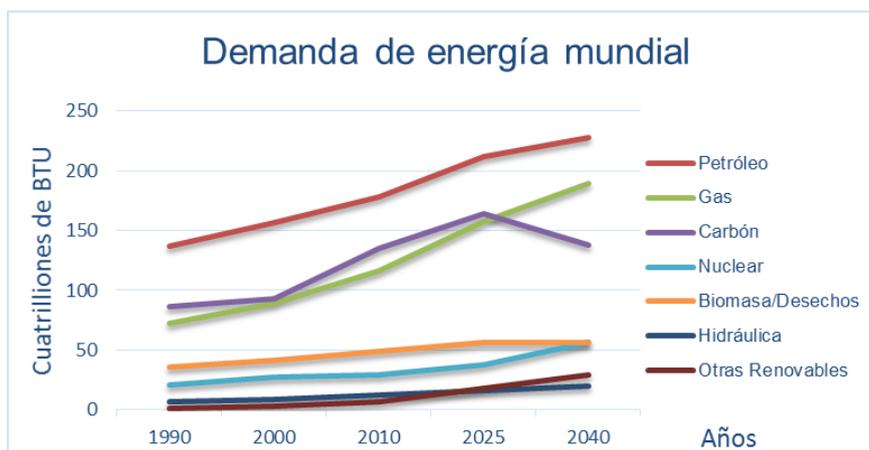


Figura 1.2. Demanda de energía mundial prevista hasta el año 2040.
Fuente: *Elaboración propia.*

A pesar de que el alto consumo energético actual en Europa y EEUU parezca algo de toda la vida, es muy reciente, apenas alcanza 100 años en EEUU y Gran Bretaña y menos aún en España. Este "mundo devorador de energía" emerge en el primer tercio del siglo XX tras la adopción casi simultánea de la electricidad, el gas natural y el petróleo (6).

El mundo cambia y el panorama energético mundial de la próxima década se transforma a gran velocidad, impulsado por los cambios en la naturaleza, el aumento de la población, crecimiento económico, desarrollo de nuevas tecnologías y el aumento de normas regulatorias. Todo esto conlleva a un considerable aumento del uso final de la energía en los diversos sectores, mostrados en la Figura 1.3. Las últimas perspectivas mundiales de consumo energético publicadas por la Agencia Internacional de Energía (AIE), proyectan que el consumo mundial de energía crecerá un 36 por ciento entre 2010 y 2040. El uso total de energía en el mundo se eleva de 408 cuatrillones de Unidades Térmicas Británicas (BTU) en 2010, a 511 en 2025, y 556 en 2040 (7). Gran parte del crecimiento del consumo de energía se produce en países en desarrollo, donde la demanda es impulsada por un crecimiento económico acelerado y de largo plazo. En estos países, el uso de energía aumenta en un 90%, mientras que en los países desarrollados se proyecta un incremento en el consumo de solo el 17% (8).

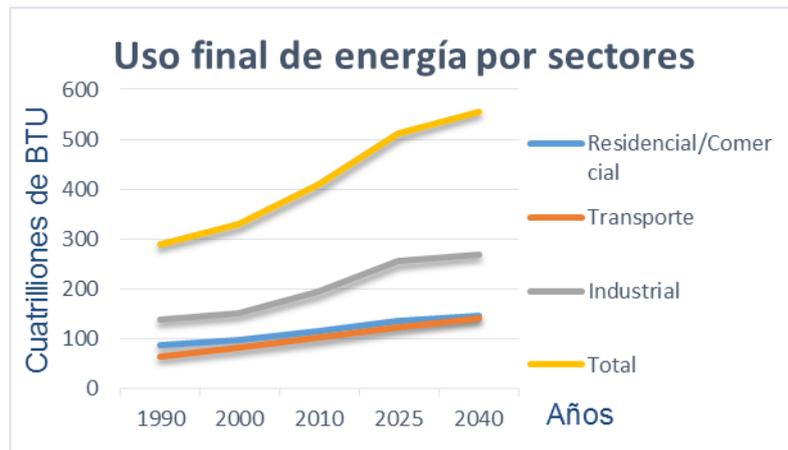


Figura 1.3. Uso final de energía mundial por sectores, prevista hasta el 2040.
Fuente: *Elaboración propia.*

Todo parece indicar que de no existir un mayor nivel de conciencia en la sociedad y no procurar la importancia debida al desarrollo de fuentes limpias de energía se agudizará más la crisis energética. Por esta razón, las sociedades acreditadas y algunos gobiernos como el cubano están muy preocupados por aumentar el conocimiento científico entre la población en general. Sólo con base en una mejor educación y con la participación de todos, se podrá salir de la crisis energética.

1.1.2 Eficiencia energética en América Latina

La demanda de energía en América Latina va en aumento, donde se destaca el crecimiento del consumo de petróleo y gas (Figura 1.4).

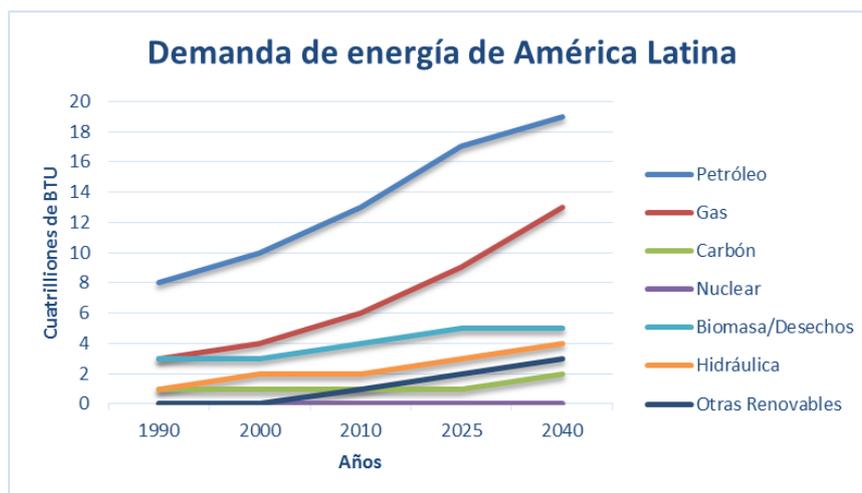


Figura 1.4. Demanda de energía prevista para América Latina hasta el 2040.
Fuente: Elaboración propia.

El potencial de ahorro de energía en los países subdesarrollados es en la actualidad mucho mayor que en los desarrollados por varias razones, dentro de las cuales se pueden señalar (3):

- ↳ Los precios de la energía han sido más bajos, subsidiados, por lo que el mercado no ha estimulado el ahorro de energía.
- ↳ Ha faltado acceso a tecnologías comerciales para el incremento de la eficiencia energética.
- ↳ Han sido muy limitadas las fuentes de financiamiento para proyectos de eficiencia energética.

Aún existen grandes insatisfacciones por los insuficientes resultados logrados en la región. Del lado del consumo, se consideran aún insuficientes la acción institucional y legislativa sobre la eficiencia energética, la capacidad de planificación y gestión para una mejor asignación de recursos y manejo de la demanda energética, y la educación y divulgación sobre la eficiencia energética, entre otras (3).

Pese a los avances, Latinoamérica y el Caribe han enfrentado obstáculos específicos a la hora de invertir en eficiencia energética. La inestabilidad política de varios países crea una incertidumbre que obstaculiza la factibilidad de este tipo de inversiones a largo plazo y la relativa disponibilidad para el

suministro de hidrocarburos en varios países, mitiga los incentivos para reducir el consumo de energía.

Pocos países, en particular Brasil, Colombia, Costa Rica, Panamá y Perú, han aprobado una normativa específica para la eficiencia energética. La mayoría de los programas están destinados a edificios, iluminación pública, electrodomésticos y transporte urbano, y una minoría a los sectores industrial y comercial. El mayor desafío de la región para avanzar en el ámbito de eficiencia energética es reducir las pérdidas en el sistema eléctrico y, en especial, los robos de electricidad. En respuesta, las soluciones tangibles que adelanta la región consisten en la ejecución de proyectos de generación distribuida y la instalación de redes inteligentes” (9).

Chile posee algunas políticas y metas relacionadas de forma directa con el uso eficiente de la energía, que son los pilares establecidos el año 2010 por el Ministerio de Energía: energía a precios competitivos, procurar que todos tengan acceso a la energía y, que ésta sea amigable con el medio ambiente. Asimismo, dentro de las metas 20/20 del país, establecidas por el gobierno se indica que si se toma como base el año 2007, para el 2020 Chile deberá reducir en un 20% sus emisiones de dióxido de carbono (CO₂ es un gas de efecto invernadero) y, contar con el 20% de la matriz eléctrica con generación proveniente de energías renovables. Ambas están relacionadas con eficiencia energética (10).

En el año 2012, Colombia adoptó el estándar ISO como norma técnica colombiana NTCISO-50 001. Para el momento en que Colombia acogió el estándar, ya existían antecedentes de modelos de gestión energética en el país, como ejemplo se puede citar la guía para la implementación de sistemas de gestión integral de la energía publicada por UPME (Unidad de planeación Minero Energética) en el año 2008 (11).

El consumo de energía eléctrica en Ecuador, con un porcentaje representativo de generación no renovable que satisface la demanda en horas pico entre las 6 y 9 de la noche, ha aumentado. En varios lapsos ha decaído a consecuencia de factores políticos, económicos y propios de la naturaleza en cuyo caso se depende de la central hidroeléctrica Paute como la mayor fuente de obtención

de energía. El ahorro energético juega un papel muy importante frente a la escasez de energía eléctrica; pero su labor en pro de conseguir los rendimientos esperados debe ser una labor de largo plazo (12).

1.1.3 Eficiencia energética en Cuba. Actualidad y perspectivas

Dentro de los Programas de la Revolución Energética en Cuba, se efectuó el cambio de 4,4 millones de equipos electrodomésticos ineficientes en las viviendas, de ellos 2,6 millones de refrigeradores. Se cambiaron además 9,4 millones de bombillos incandescentes por ahorradores (13).

Dentro de los problemas fundamentales de la energía en Cuba se encuentran la alta dependencia de combustibles importados para la generación, el alto costo promedio de la energía entregada, la alta contaminación ambiental y la baja utilización de las fuentes renovables de energía (Figura 1.5).

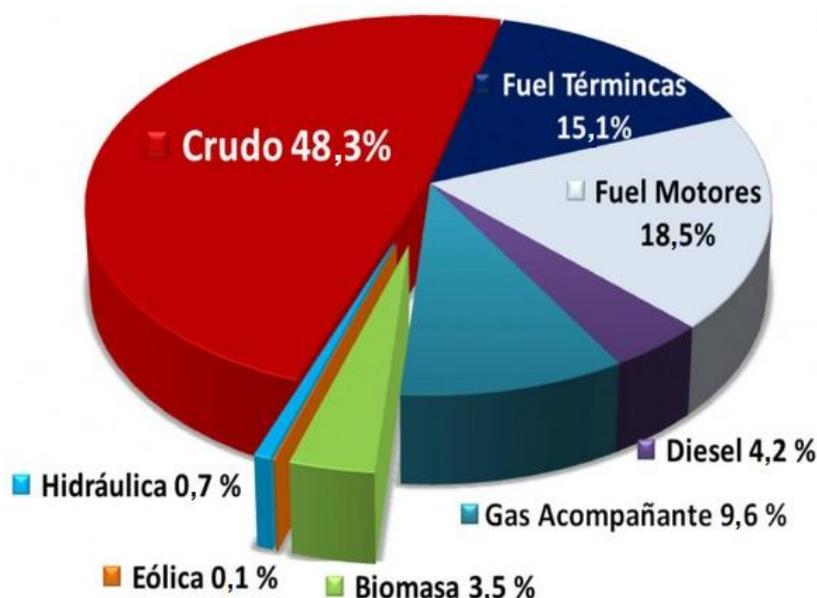


Figura 1.5. Matriz energética actual de Cuba.

Fuente: www.cubadebate.cu

Las causas del alto costo de la generación de energía eléctrica en Cuba (Figura 1.6) son la baja eficiencia en la generación térmica y las altas pérdidas

en las redes de distribución. La meta de la Revolución Energética es reducir estas pérdidas al 10%. En el año 2013 fueron del 14,6% **(13)**.



Figura 1.6. Costo de la energía eléctrica en Cuba.

Fuente: www.cubadebate.cu

Como objetivos estratégicos de la nación para cambiar su matriz energética se tienen los siguientes **(13)**:

- ↪ Aumentar el porcentaje de utilización de las Fuentes Renovables de Energía.
- ↪ No incrementar la dependencia de importaciones de combustibles para la generación (%).
- ↪ Reducir los costos de la energía entregada por el Sistema Electroenergético Nacional.
- ↪ Reducir la contaminación.

Con esto se potenciará el desarrollo de la energía eléctrica producida a partir de fuentes renovables. Si en la actualidad las energías renovables representan sólo el 4,3% de la generación eléctrica del país, para el 2030 se prevé sean el 24% de esa generación, como se observa en la **Figura 1.7 (13)**.

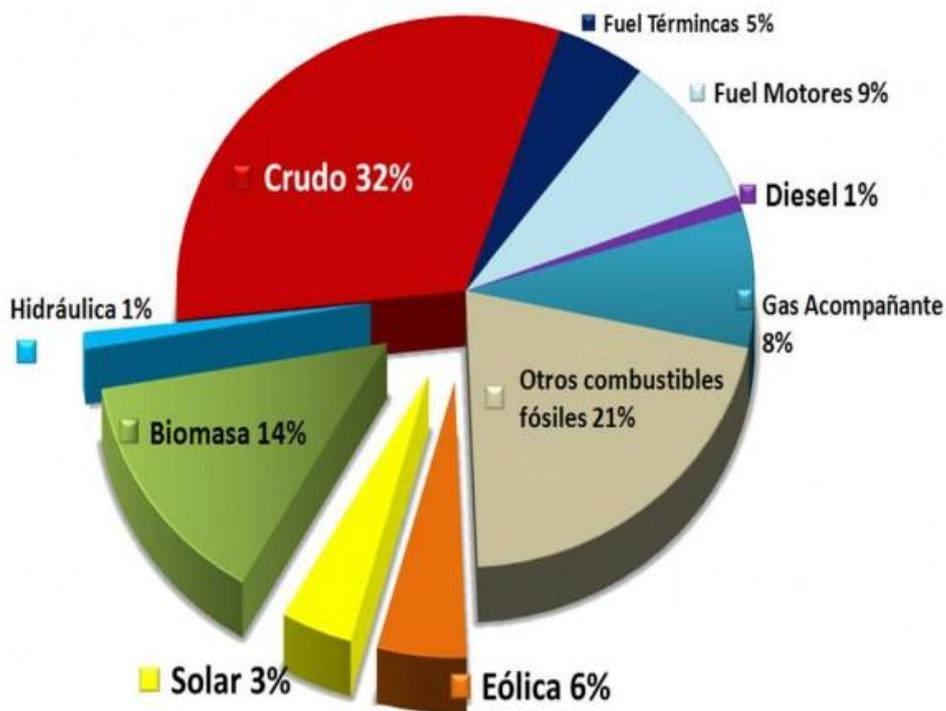


Figura 1.7. Matriz energética de Cuba propuesta para el 2030.

Fuente: www.cubadebate.cu

El país produce hoy 18 mil millones de kWh cada año. Para el 2030 se prevé alcanzar los 30 mil millones de kWh; más de la mitad de ese crecimiento se hará a través de fuentes renovables de energía. En el 2013 las instalaciones de generación de electricidad con energía hidráulica, solar y eólica, generaron el equivalente a la generación de 2,9 días del país, se sustituyeron 41 694 toneladas de combustibles que tienen un valor aproximado de 23,3 millones de dólares estadounidenses (USD) y se dejaron de emitir más de 114 028 toneladas de CO₂ (13).

Para el continuo mejoramiento de la eficiencia energética en el sector residencial, se prevé lo siguiente (13):

- ↪ La introducción paulatina de la iluminación con LED.
- ↪ La introducción progresiva de la cocina de inducción.
- ↪ La introducción progresiva de calentadores y paneles solares.
- ↪ El incremento de la eficiencia energética en los procesos industriales.

1.2 Eficiencia energética

La energía es un elemento primordial en la economía de un país, y el impacto que ésta tiene sobre el medio ambiente, como es el crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero, ha obligado a las empresas a implementar buenas prácticas del uso racional de los recursos energéticos, prácticas que no implican sacrificios en la calidad de sus productos ni disminución en la productividad del país. Por el contrario, tienen la oportunidad de ofrecer a sus clientes productos que son más sostenibles desde su creación, producción, distribución y ciclo de vida.

Por eficiencia energética se entiende el conjunto de actividades encaminadas a reducir el consumo de energía en términos unitarios, al mejorar el uso de la misma, con el fin de proteger el medio ambiente, reforzar la seguridad del abastecimiento y crear una política de eficiencia energética (10). Se trata de utilizar mejor la energía. El objetivo de una política de eficiencia energética es fomentar comportamientos, métodos de trabajo y técnicas de producción que consuman menos energía.

Según Cisneros (12), la eficiencia energética se refiere a la minimización del insumo energético por unidad de producto, donde se mantiene la misma o mejor calidad. Se origina a partir de la disminución de las pérdidas de energía durante los procesos de conversión o transformación de un tipo de energía a otro. Gracias a ella es posible producir un mismo o un mayor volumen de bienes o de niveles de servicio, sin aumentar (o al aumentar en una proporción menor) el consumo de energía. Por su parte, Segovia (14) define como eficiencia energética, a las prácticas que permiten optimizar los costos productivos relacionados con el consumo de la energía, requerida para el accionamiento de la maquinaria productiva industrial.

Con la eficiencia energética se intenta mantener la misma calidad del servicio de energía, se fomenta un comportamiento sostenible en su uso, se asegura el abastecimiento y se protege al medio ambiente. La importancia que tiene la eficiencia energética en la actualidad, ha despertado el interés de muchos países en buscar iniciativas y programas que ayuden a disminuir el consumo

de energía per cápita, reducir la intensidad energética y reducir las emisiones de CO₂ (12).

1.2.1 Mecanismos para mejorar la eficiencia energética

La eficiencia energética tiene un gran significado ambiental, económico, cultural, social y de seguridad de suministro, por lo que representa una fuente energética menos costosa que puede orientar a los consumidores de energía a tomar acciones e iniciativas que generen ahorros energéticos.

Para establecer un proceso de mejora continua y poder fomentar la eficiencia energética, se deben implementar algunas acciones, procedimientos y capacitaciones que contribuyan al uso eficiente de los recursos energéticos, ayudar a reforzar la competitividad empresarial, así también, las medidas para incrementar la eficiencia energética de los sistemas, deben tomar en cuenta diferentes niveles de intervención con referencia particular a las causas que provocan pérdidas de energía, preservar el equilibrio económico y articular acciones que permitan la efectiva reducción de pérdidas. Bajo tales conceptos, Horta (15) clasifica los mecanismos para mejorar la eficiencia energética en dos grupos:

Mecanismos de base tecnológica: estos mecanismos promueven el uso de equipos de alta eficiencia y la implementación de procesos innovadores que presenten menos pérdidas de energía que los procesos estándares mediante la inversión de capital.

Mecanismos de base conductual: se fundamenta en cambios de conductas, cambios en la gestión de la empresa, al reducir el consumo de la energía, sin alterar los sistemas o equipos ni el nivel de satisfacción en el uso de la energía.

1.3 Sistemas de gestión energética

Un Sistema de Gestión Energética (SGEn) es una parte del Sistema Integrado de Gestión de una organización, que se ocupa de desarrollar e implementar su política energética y de organizar los aspectos energéticos (16).

Un SGEn está vinculado de forma directa al sistema de gestión de la calidad y al sistema de gestión ambiental de una organización (Figura 1.8). Se contempla

la política de la entidad sobre el uso de la energía y cómo van a ser gestionadas las actividades, productos y servicios que interactúan con este uso, bajo un enfoque de sostenibilidad y eficiencia energética, ya que el sistema permite realizar mejoras sistemáticas del desempeño energético (17).



Figura 1.8. Esquema de un Sistema Integrado de Gestión que incluye un Sistema de Gestión Energética.

Fuente: Fundación MAPFRE (17).

La implantación de un SGEN es voluntaria y su nivel de éxito depende en su mayoría del nivel de implicación de la propia organización, y en especial de la dirección, para gestionar el consumo y costos energéticos (18).

Un correcto SGEN está compuesto por los siguientes elementos (17):

- ↳ Una estructura organizacional.
- ↳ Procedimientos.
- ↳ Procesos.
- ↳ Recursos necesarios para su implementación.

Un SGEN por sí mismo, siempre es beneficioso para la organización que lo define e implementa (19):

- ↳ Permite la elaboración de la política energética

- ↪ Establece objetivos de mejora de la eficiencia y optimización energética e identifica y da prioridad a las medidas que deben tomarse.
- ↪ Revisa los usos significativos de energía e identifica las áreas para los ahorros de energía.
- ↪ Implica a todo el personal con la gestión energética.
- ↪ Identifica y garantiza el cumplimiento de todos los requisitos legales relativos a sus aspectos energéticos, el orden y condiciones así como otros esquemas que la organización suscriba.
- ↪ Establece una estructura y un plan para la implementación de la política energética y el logro de objetivos.
- ↪ Establece procedimientos eficaces de planificación, control, seguimiento, auditoría y evaluación de los procesos energéticos para asegurarse que la gestión energética funcione como se diseñó.
- ↪ Se adapta al cambio de condiciones en términos de intercambio de precios de la energía, a las necesidades de nuevas regulaciones y a cambios en la organización y áreas de la empresa.

Un SGEN se basa en el siguiente ciclo básico:

- ↪ Establecimiento de la política energética de la entidad: Debe evidenciar el compromiso de la dirección (no solo emitir y firmar), el alcance del sistema apropiado al tamaño de la organización, establecer el compromiso de la mejora continua, disponer los recursos y el marco para establecer los objetivos y la revisión por la dirección **(16)**.
- ↪ Mejora continua mediante el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (Figura 1.9) **(20)**:
 - . Planificación: ¿qué vamos a hacer y en qué plazo?
 - . Implementación de medidas: hagámoslo
 - . Verificación: examen para comprobar si funcionan las medidas.
 - . Revisión por la dirección: resultados que deciden qué incluir la nueva planificación.

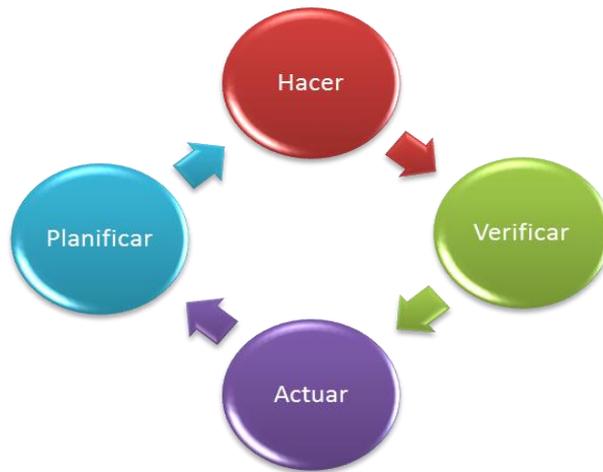


Figura 1.9. Ciclo PHVA (PDCA en inglés) o Ciclo de Deming¹.

Fuente: Obando (10).

1.3.1 Necesidad de un SGE en las organizaciones

Los beneficios para la organización son (17):

- ↳ Conocer el potencial de ahorro y mejora de la organización.
- ↳ Toma de decisiones para mejorar la competitividad.
- ↳ Un medio para gestionar la energía de forma activa, y para disponer de documentación ordenada y registros fiables en relación a los ahorros.

Los beneficios económicos (18):

- ↳ Hay estudios que evidencian que una gestión energética sistematizada permite ahorros mucho mayores que una gestión energética no sistematizada.
- ↳ La gestión energética sistemática, aunque supone un coste inicial, genera una rápida disminución de costes en cadena, y los resultados son espectaculares en pocos años, consiguiéndose ahorros cercanos al 23% del coste inicial.

¹ Es una estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos, basada en un concepto ideado por Walter A. Shewhart. También se denomina espiral de mejora continua.

- ↪ Con un sistema de gestión no sistematizado el ahorro no va más allá del 10%.

Otros beneficios: Responsabilidad Social Corporativa e imagen institucional **(17)**.

- ↪ Otorgan a la entidad un prestigio evidente.
- ↪ Transmite a terceros la preocupación medioambiental de la organización y su vinculación a unos objetivos concretos respecto al uso racional de la energía, aporta transparencia respecto a su política de eficiencia energética, más allá de las comunicaciones habituales.

1.3.2 Sistema de gestión energética según la norma ISO 50 001

El 15 de junio de 2011, la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) lanzó de manera oficial el estándar sobre sistemas de gestión de la energía. Esta norma establece los requisitos para los sistemas de gestión de la energía, que permite a una organización desarrollar e implementar una política energética establecer objetivos y procesos para alcanzar los compromisos de la política, tomar las acciones necesarias para mejorar su desempeño energético y demostrar la conformidad del sistema con los requisitos de dicho estándar internacional **(16)**.

En Cuba se han diseñado para gestionar la eficiencia energética dentro de las organizaciones, la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE) **(21)**, y el procedimiento para la Mejora de los procesos que intervienen en el consumo de combustibles **(22)**.

Ambos respetan el ciclo de mejora continua *Planear-Hacer-Verificar-Actuar*, con técnicas y herramientas coincidentes entre ambas metodología, sin embargo la TGTEE ha sido más aplicada en el país, pero adolece de la planificación energética en concordancia con la NC-ISO 50 001: 2011 **(23)**.

1.4 Políticas energéticas en universidades

Muchas son las universidades con experiencias exitosas en la implementación de políticas energéticas para la gestión de las operaciones de los campus universitarios. Especial mención merecen la Universidad de California en Los Ángeles (24), la Universidad de Wisconsin-Madison (25), y, la Universidad de Brown (26), universidades pioneras en materia de sustentabilidad de los campus universitarios, cuyas experiencias han sido reproducidas por otras universidades.

También es importante referir a la University College Cork (UCC) de Irlanda, que el año 2011 se convirtió en la primera universidad en el mundo, en obtener una certificación ISO 50 001 en gestión eficiente de energía (27).

1.4.1 Experiencias en sustentabilidad energética

Universidad de California en los Ángeles (UCLA).

La UCLA fue una de las primeras universidades en incluir conceptos de sustentabilidad y responsabilidad, en la gestión de energía y en las operaciones de su campus, a través del compromiso de minimizar su impacto en el medio ambiente, y, de reducir la dependencia de la energía no renovable. Bajo el amparo de la política energética, las instalaciones de la UCLA se convirtieron en un verdadero laboratorio para la investigación en temas relacionados a la sustentabilidad energética (28).

Desde la promulgación de la política energética, la UCLA ha promovido cerca de 900 iniciativas de aplicación y demostración del progreso de la industria en materia de gestión de energía, con una inversión de 250 millones de dólares. Como resultado, se obtuvo la certificación en Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED en inglés) de todos los edificios del campus universitario; se modernizaron los sistemas de calefacción, ventilación, y, aire acondicionado; se implementaron fuentes de energía no convencional en edificios y zonas comunes; y, se incorporaron prácticas sostenibles de operación en todos los cánones de la vida del campus universitario. En conjunto, la UCLA ahorró cerca de 40 millones de dólares anuales en energía. Según un informe anual de

sostenibilidad de la UCLA, las iniciativas de energía y sostenibilidad tienen un periodo de recuperación de la inversión de menos de 5 años, aunque en algunas iniciativas de iluminación, el período es de menos de un año **(29)**.

Universidad de Wisconsin-Madison (UW-Madison).

La UW-Madison, localizada en el medio oeste de los EEUU, planteó en el 2006 la visión de convertirse en un “modelo vivo de sustentabilidad”, donde fueron ejemplificados valores y acciones que demostraron su compromiso en la administración de los recursos, respeto por el lugar y la salud, y el bienestar de la comunidad en general. **(30)**.

La universidad se propuso reducir el consumo anual de energía y el impacto medioambiental de las operaciones, en un 20% con respecto a los niveles del 2006. Esta meta se alcanzó en el 2010, con una inversión cercana a los 40 millones de dólares **(31)**.

Para mejorar la eficiencia energética en el campus universitario se optimizaron el diseño, construcción y mantenimiento de edificaciones. Se reemplazó y/o restauró sistemas mecánicos e infraestructura de las edificaciones (aislamiento térmico, ventiladores, medidores, sensores, etc.). Se obtuvo una certificación en materia de eficiencia energética y cuidado ambiental **(31)**.

Un aspecto importante a destacar, fue la inclusión en las mallas curriculares, de acciones de alfabetización en materia de sustentabilidad. En total, las iniciativas permitieron obtener un ahorro del 3,5 millones de dólares al año, en las facturas de servicios públicos **(32)**.

Experiencias de la Universidad de Brown (UB).

La Universidad de Brown, en el noreste de los EEUU, en 1990 reconoció su responsabilidad de actuar como un ciudadano del mundo, comprometido, modelo y líder de la comunidad en la protección del medio ambiente, y, presentó un proyecto de sostenibilidad denominado Brown es verde **(33)**, enfocado en reducir al mínimo el consumo de energía, reducir los impactos ambientales negativos, y, promover el cuidado del medio ambiente.

Para desarrollar modelos sostenibles y equitativos del uso de los recursos locales y globales, se creó la Oficina de Energía y Medio Ambiente **(26)**, que

estableció un plan de estudios interdisciplinario riguroso, enfocado a energía y medio ambiente, que ha sido incluido en todos los departamentos académicos, al incentivar y fomentar una cultura de sostenibilidad en docentes, estudiantes, y, otro personal universitario.

Como resultado de las diferentes iniciativas, la UB ha reducido la emisión de gases de “efecto invernadero” en un 29,4%, por debajo de los niveles del año 2007. Además, ha logrado un ahorro de 3 millones de dólares anuales en consumo de energía tras una inversión de 14,6 millones de dólares, es decir se obtuvo un retorno de la inversión en 4,8 años **(26)**.

Experiencias de la University College Cork.

La UCC, en el sur-oeste de Irlanda, tras reconocer su compromiso de mejora continua con la gestión responsable del agua y la energía, como parte de su estrategia medioambiental global, se convirtió en la primera universidad en el mundo, en alcanzar la certificación de la norma internacional de gestión de energía ISO 50 001 **(34)**.

En la actualidad, el Comité de Energía de la UCC supervisa y orienta el consumo de electricidad, gas y agua en el campus universitario; a la vez que impulsa nuevos proyectos en iluminación, medición, recuperación de calor, ventilación, energía fotovoltaica y energía eólica **(35)**.

Universidad de Ciego de Ávila

En Cuba también se trabaja en este entorno. En el trabajo “Gestión eficiente del consumo de electricidad en la Universidad de Ciego de Ávila” **(36)** de Amarilys Méndez García y Lázaro Martínez Ibáñez, se habla acerca de la disminución del consumo de electricidad en la Universidad de Ciego de Ávila (UNICA), con vistas a una mejora de la eficiencia energética, y se tiene en cuenta el impacto económico y ambiental. Los resultados obtenidos muestran que se disminuyó el consumo a partir de las medidas tomadas y las acciones desarrolladas, lo que conllevó al mejoramiento de la eficiencia energética de la universidad. Se concluyó que:

- ↳ La configuración estrella – delta ha provocado averías de gran impacto económico en la UNICA.

- ↪ No se aprovecha de forma correcta la energía eléctrica suministrada, así lo demuestra los valores del factor de potencia, con un comportamiento medio anual de 0,88.
- ↪ El cambio de equipos (aires acondicionados y refrigeradores); contribuyó en gran medida a la disminución del consumo, (no se analizó la influencia de las cargas térmicas en determinados locales).
- ↪ Disminuyó el consumo de energía eléctrica en la UNICA, a partir de las medidas tomadas y las acciones desarrolladas, (se lograron mejoras en la eficiencia energética, con efectos económicos y ambientales).

En la UNISS no existe ningún SGEEn definido, por lo que es objetivo principal y esencial del centro invertir recursos en la implantación de estos sistemas y apostar por el uso eficiente de la energía para reducir costos tanto económicos (para la empresa y para el país) como ambientales.

Conclusiones parciales del capítulo

1. El consumo de combustibles fósiles crece en la actualidad y se prevé que se elevará durante las próximas décadas.
2. Las inversiones en materia de eficiencia energética en América Latina se han visto frenados por la inestabilidad política de varios países.
3. Cuba se encuentra inmersa en una Revolución Energética, donde espera aumentar el uso de las Fuentes Renovables de Energía, no incrementar la dependencia de importaciones de combustibles y reducir la contaminación y los costos de la electricidad.
4. Es necesario la implementación de un SGEEn en las organizaciones debido a sus beneficios energéticos, económicos, sociales y ambientales.
5. Para gestionar la eficiencia energética dentro de las organizaciones se ha diseñado en Cuba la TGTEE, que ha sido más aplicada en el país, pero adolece de la planificación energética en concordancia con la NC-ISO 50 001: 2011.

CAPÍTULO 2: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Introducción

En este capítulo se exponen los métodos y procedimientos empleados para dar cumplimiento a los objetivos trazados.

El escenario de la investigación fue la Universidad de Sancti Spiritus “José Martí Pérez”.

El GLP, el diésel y la gasolina se contabilizan de manera general, pero la electricidad se distribuye y se chequea por centros. Fueron analizadas las demandas de portadores energéticos suministradas por el personal responsable del control de la energía en la UNISS, las facturas del servicio eléctrico suministradas por la empresa provincial de la Empresa Eléctrica Provincial y los análisis económicos suministrados por la administración de la universidad.

2.2 Etapas de la investigación

Para la presente investigación se definió un proceso que cubrió las necesidades de conocer el estado de la energía en la universidad. Para esto propuso tres etapas mostradas en la [Figura 2.1](#):



Figura 2.1. Estructura del proceso de investigación.

Fuente: *Elaboración propia.*

Para el diagnóstico energético (**Etapa 1**) se realizó la Prueba de Necesidad, metodología propuesta por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) de Cuba (37). Se trabajó de la siguiente forma:

- ↪ Se realizó una caracterización a la universidad donde se expusieron datos como su objetivo principal, así como los centros que la componen y sus servicios.
- ↪ Se analizó el impacto de los portadores energéticos en los costos totales de la universidad.
- ↪ Se realizó un análisis de la estructura de consumo de los portadores energéticos a través de diagramas de Pareto para los años 2013 y 2014.
- ↪ Se describieron los elementos principales que caracterizan la situación de la empresa en materia de gestión energética.
- ↪ Se realizaron recorridos de diagnóstico en los centros mayores consumidores de energía eléctrica.
- ↪ Se analizó el comportamiento energético de la universidad en el consumo de electricidad para los años 2013 y 2014, donde fueron interpretados y analizados los datos recolectados a través de gráficos de control, de consumo y producción, dispersión de consumo contra producción y gráficos de tendencias.
- ↪ Se identificaron los factores globales fundamentales que influyen en la eficiencia energética.
- ↪ Se identificaron los equipos mayores consumidores de energía eléctrica.

Para la identificación de las principales oportunidades de ahorro (**Etapa 2**) se analizaron los diagnósticos de recorrido hechos a los centros mayores consumidores, en conjunto con el personal encargado en materia energética en la entidad y los administradores de los centros.

- ↪ Se realizó un diagrama de Causa y Efecto partir de las deficiencias detectadas. Las causas se distribuyeron entre las de tipo organizativas, técnicas, metodológicas y materiales.
- ↪ A partir del diagrama de Causa y Efecto se diseñó el Plan de acciones.

En cuanto a la valoración de los impactos técnicos, económicos y ambientales de las principales oportunidades de ahorro identificadas (**Etapas 3**) se trabajó de la siguiente manera:

Valoración de impactos técnicos: Se realizó el análisis del ahorro y otras consideraciones que aportan las medidas adoptadas como vida útil, etc.

Valoración de impactos económicos: Se calculó el ahorro en pagos al servicio eléctrico por concepto de la sustitución de equipos. Se analizó la posibilidad de venta de los equipos sustituidos. Se realizó la valoración económica de los proyectos adoptados, donde se determinaron los posibles escenarios. También se calculó el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR), y el período de recuperación de la inversión (PRI).

Valoración de impactos ambientales: Fue realizado un diagnóstico de la reducción de consumo de combustible por la generación de electricidad y la reducción de emisiones equivalentes por concepto de ahorro energético.

2.3 Herramientas utilizadas

↪ **Gráficos de Pareto:** Son gráficos de barras que presentan información en orden descendente, desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades y en por cientos acumulados. Los porcentajes agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la suma incremental de cada categoría respecto al total.

Su utilidad se expresa por lo siguiente:

- . Identifica y concentra los esfuerzos en los puntos clave de un problema o fenómeno.
- . Predice la efectividad de una mejora al conocer la influencia de la disminución de un efecto al reducir la barra de la causa principal que lo produce.
- . Determina la efectividad de una mejora al comparar los diagramas de Pareto anterior y posterior a la mejora.

↪ **Gráfico de Control de Consumo de Energía**

Con este gráfico se logra visualizar el control del consumo en el tiempo.

Se construye con un gráfico de líneas donde se ubican:

- . El consumo de energía.
- . El promedio de consumo en el período evaluado.
- . El límite superior (Promedio + 3*D) (2.1)
- . El límite inferior (Promedio – 3*D) (2.2)

↪ **Fórmula de Estudiantes equivalentes**

Para las universidades el Ministerio de Educación Superior (MES) establece el índice de consumo kWh consumidos por estudiantes equivalentes (Eeq) (38). Se obtienen con la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Eeq = B + T + 75\%*D + 30\%*E} \quad (2.3)$$

Donde:

B: Estudiantes becados.

T: Trabajadores.

D: Estudiantes del curso diurno.

E: Estudiantes del curso por encuentros.

↪ **Gráfico de Consumo y Producción en el tiempo (E-P vs T)**

Este grafico mostró la variación de la energía eléctrica consumida con la producción durante el periodo analizado, así como los comportamientos anormales de la variación del consumo de electricidad respecto a la producción.

↪ **Gráfico de Dispersión y Correlación del Consumo vs Producción**

En un gráfico que muestra la relación entre 2 parámetros. Su objetivo es mostrar en un gráfico (x;y), si existe correlación entre dos variables, y en caso de que exista, qué carácter tiene esta. Su utilidad es la siguiente:

- . Muestra con claridad si los componentes de un indicador de control están correlacionados entre sí y por tanto si el indicador es válido o no.

- . Permite establecer nuevos indicadores de control.
- . Permite determinar la influencia de factores productivos de la empresa sobre las variables en cuestión y establecer nuevas variables de control.

Se construye de la siguiente forma:

- . Seleccionar las variables a evaluar.
- . Seleccionar las unidades que expresen el rango de valores de cada variable; determinar una escala para el eje x y otra para el eje y, de tal manera que ambos ejes tengan aproximadamente la misma longitud.
- . Ubicar los pares (x;y) de las variables sobre el plano x,y.
- . Determine el factor de correlación o coeficiente de correlación, lo cual se puede realizar mediante un software de procesamiento estadístico.

↪ **Gráfico Estratificación del consumo de equipos**

Se seleccionaron por categorías, tipos de equipo, potencia, uso en horas/día y días/año los equipos de los centros escogidos mediante su ubicación en la base de datos de la UNISS. Se representó en gráficos de Pareto para cada centro analizado.

↪ **Diagrama de Causa y Efecto**

El Diagrama de Causa y Efecto (o como se le conoce “Espinas de pescado”) se utilizó para identificar las posibles causas del problema específico existente (el alto consumo de portadores energéticos). La naturaleza gráfica del diagrama permitió organizar gran cantidad de información sobre el problema y determinar exactamente las posibles causas. Su realización se llevó a cabo mediante los siguientes pasos:

- . Identificar el problema: el problema (el efecto generalmente está en la forma de una característica de calidad) es algo que queremos mejorar o controlar.
- . Registrar la frase que resume el problema: Escribir el problema identificado en la parte extrema derecha del papel y dejar espacio

para el resto del Diagrama hacia la izquierda. Dibujar una caja alrededor de la frase que identifica el problema.

- . Dibujar y marcar las espinas principales: Las espinas principales representan la entrada principal/ categorías de recursos o factores causales. No existen reglas sobre qué categorías o causas se deben utilizar. Se utilizaron los materiales, técnicas, organizativas y métodos.
- . Dibujar una caja alrededor de cada título: el título de un grupo para su Diagrama de Causa y Efecto puede ser diferente a los títulos tradicionales; esta flexibilidad es apropiada y se invita a considerarla.

↪ **Cálculo del Valor Actual Neto (VAN) (3)**

Esta técnica se basa en calcular el valor actual neto o presente de los flujos de caja proyectados para todos los años durante el período de evaluación del proyecto. Es una medida de las ganancias que puede reportar el proyecto. Es positivo si el saldo entre beneficios y gastos es favorable, y negativo en caso contrario. Se determina como:

$$VAN = -K_0 + \sum_{i=1}^n \frac{Fc_i}{(1+D)^i} \quad (2.4)$$

- . K_0 - Inversión o capital inicial.
- . Fc_i - Flujo de caja en el año i .
- . D - Tasa de descuento real utilizada.

$$Fc_i = (I_i - G_i - Dep) \cdot (1 - t/100) + Dep \quad (2.5)$$

- . I - Ingresos en el año i , \$
- . G - Gastos en el año i , \$.
- . T - Tasa de impuestos sobre ganancia, %.
- . Dep - Depreciación del equipamiento o amortización de la inversión, \$.

↪ **Cálculo de la Tasa interna de Retorno (TIR) (3)**

Se define como aquella tasa de descuento que reduce a cero el Valor Actual Neto. En términos económicos, la TIR representa el porcentaje o tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión, de forma tal que al finalizar el período de evaluación o vida útil, el saldo no recuperado sea igual a cero. El saldo no recuperado de la inversión en cualquier punto del tiempo de la vida del proyecto es la fracción de la inversión original que aún permanece sin recuperar en ese momento. Analíticamente la TIR se determina como:

$$0 = -K_0 + \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1 + TIR)^i} \quad (2.6)$$

Como se puede observar, esta ecuación no se puede resolver de forma directa, sino que se requiere de un análisis iterativo para obtener el valor de la TIR.

↪ **Cálculo del Período de Recuperación de la Inversión (PRI) (3)**

Es el tiempo en que se recupera la inversión inicial para una tasa de descuento D considerada. Se calcula como el momento para el cual el VAN se hace cero.

Esta ecuación no puede resolverse de forma directa, por lo que para obtener el valor del PRI se le adiciona gradualmente a la inversión inicial los flujos de caja anuales hasta que el resultado sea cero, en ese momento se ha recuperado la inversión.

$$0 = -K_0 + \sum_{i=1}^{PRI} \frac{FC_i}{(1 + D)^i} \quad (2.7)$$

2.4 Origen de los datos utilizados

↪ **Costos**

Para estratificar los costos se utilizaron datos proporcionados por la economía interna (Departamento de Economía) de la universidad **(39)**.

↪ **Consumo energético**

Los consumos de los portadores energéticos en los años 2013 y 2014 fueron proporcionados por el Departamento de Inversiones y Mantenimiento, que está a cargo de los asuntos energéticos.

↪ **Factores de conversión de portadores energéticos a toneladas de combustible convencional (TCC)**

Los factores utilizados para la conversión de los portadores a toneladas de combustible convencional para Cuba fueron proporcionados por la refinería “Sergio Soto”, y se muestran a continuación:

- . Diésel 1,0534 t / TCC
- . Electricidad 0,352 MWh / TCC
- . Gasolina 1,13 t / TCC
- . GLP 1,1631 t / TCC

↪ **Cálculo de los Estudiantes equivalentes**

La cantidad de estudiantes residentes, del curso diurno, curso por encuentros y trabajadores por meses, durante los años 2013 y 2014 fueron proporcionados por la oficina de Estadística de la UNISS.

↪ **Estratificación del consumo de equipos**

Para la potencia se tomaron los datos procedentes de los propios equipos (datos de chapa). El uso en horas/día y días/año fue determinado en base a visitas, recorridos y experiencias de los propios trabajadores.

↪ **Análisis Técnico**

Consumo de luminarias: T8-120-328W (18 W) y LED ZT-L103C (100 W) **(40)**.

El consumo promedio para los monitores CRT (Cathodics Rays Tube) es de 105 W y para los LCD (Liquid Cristal Display), 30 W **(41, 42)**.

↪ **Análisis Económico**

El costo promedio de la electricidad puesta al cliente es de \$ 0,26 **(43)**.

Las tasas utilizadas fueron orientadas por el Departamento de Economía de la universidad:

- . Tasa de interés: 15%
- . Tasa de inflación: 5%
- . Margen de riesgo: 2%
- . Tasa de impuesto: 30%

↪ **Valoración Ambiental**

Se utilizó el índice de 240 gramos de Fuel oil consumido por kWh generado, y como índice de emisión, 700 gramos de CO₂ por kWh generado **(40)**. Para el NO_x (3,41 g/kWh), CO (0,23 g/kWh), HC (0,083 g/kWh), y SO₂ (0,0984 g/kWh) **(44)**.

Conclusiones parciales del capítulo

1. Fueron fijados los métodos y procedimientos a utilizar en la investigación, para cumplir los objetivos, en cuanto al uso racional de los portadores energéticos.
2. Fue precisada la Prueba de Necesidad para caracterizar la situación energética de la UNISS.
3. Se hizo necesario realizar una estratificación del consumo de equipos.
4. Se utilizó el diagrama de Causa y Efecto.

CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DE LA UNISS

3.1 Caracterización de la universidad

La UNISS comenzó a prestar servicio en el año 1976. Primero fue sede universitaria, luego centro universitario y en la primera década del siglo XXI se convirtió en universidad. Su objetivo principal es formar profesionales en las diferentes especialidades ofertadas en el centro, las cuales responden a las necesidades del país. Además de esta tarea, ofrece servicios de superación profesional, se trabaja en líneas de investigación y en proyectos de colaboración nacional e internacional. Esta universidad responde directamente al Ministerio de Educación Superior (MES).

Está compuesta por varios centros en los cuales se realizan diversas labores:

- ↳ Residencia Estudiantil Universitaria: Funciones administrativas y de servicios.
- ↳ Docente I: Funciones administrativas, docentes y de investigación.
- ↳ Docente II: Funciones administrativas y docentes.
- ↳ Docente III: Funciones de investigación y servicios.
- ↳ Docente IV: Funciones administrativas.
- ↳ Residencia de Posgrado II: Funciones de servicios.
- ↳ Sede Universitaria Municipal de Trinidad: Funciones docentes.
- ↳ Sede Universitaria Municipal de Taguasco: Funciones docentes.
- ↳ Sede Universitaria Municipal de La Sierpe: Funciones docentes.
- ↳ Sede Universitaria Municipal de Yaguajay: Funciones docentes.
- ↳ Sede Universitaria Municipal de Cabaiguán: Funciones docentes.
- ↳ Sede Universitaria Municipal de Fomento: Funciones docentes.
- ↳ Facultad Agropecuaria de Montaña del Escambray (FAME): Funciones docentes.
- ↳ Comedor obrero de la FAME: Funciones de servicios.
- ↳ El Castillito – Residencia de Posgrado III (FAME): Funciones de servicios.

Nota: Al cierre del año 2014 la Residencia de Posgrado II y el comedor obrero de la FAME dejaron de ser parte de la UNISS.

3.2 Impacto de los portadores energéticos en los costos totales

El gasto en portadores energéticos que representó 199,8 miles de pesos (1,6% del total de gastos) en el año 2014, no es de las partidas con mayor peso en la estructura general de gastos de la UNISS (Figura 3.1).

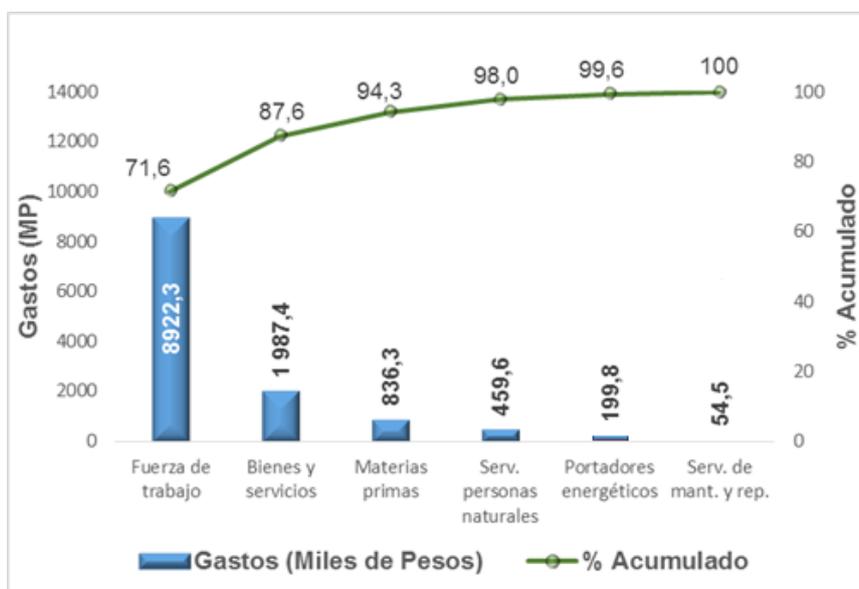


Figura 3.1. Estructura de gastos corrientes de la UNISS en el año 2014.
Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, constituye una estrategia importante trabajar en su reducción debido a que:

- ↪ Los costos energéticos varían constantemente a partir de los precios del petróleo en el mercado mundial.
- ↪ Es una de las pocas partidas que está en manos de la empresa la posibilidad de su reducción.
- ↪ Es un punto vital al momento de evaluar el sistema de gestión de la energía.
- ↪ Al ser la UNISS una entidad presupuestada, se contribuye al ahorro económico del presupuesto del organismo central y del país.
- ↪ Aumenta la competitividad empresarial.

3.3 Estructura de consumo de los portadores energéticos

Los portadores energéticos consumidos en la UNISS son electricidad, gas licuado de petróleo (GLP), diésel, gasolina.

El consumo de electricidad es el único portador energético que se contabiliza por inmuebles o centros (administrativos, docentes, investigativos, de residencia, de servicios y sedes municipales). El GLP es distribuido por el Departamento de Servicios Generales de la UNISS a las cocinas, pero no existe un registro exacto de la cantidad específica consumida los centros. El diésel y la gasolina son controlados por el Departamento de Transporte de la UNISS y son asignados a los vehículos pertenecientes a la piquera y a los autos administrativos, pero no responden a ningún inmueble. Tanto el GLP, el diésel y la gasolina no pueden ser relacionados a un centro específico.

La electricidad tuvo el peso fundamental en el consumo de energía, al alcanzar el 91,5% del consumo total de portadores energéticos en el año 2013 (Figura 3.2).

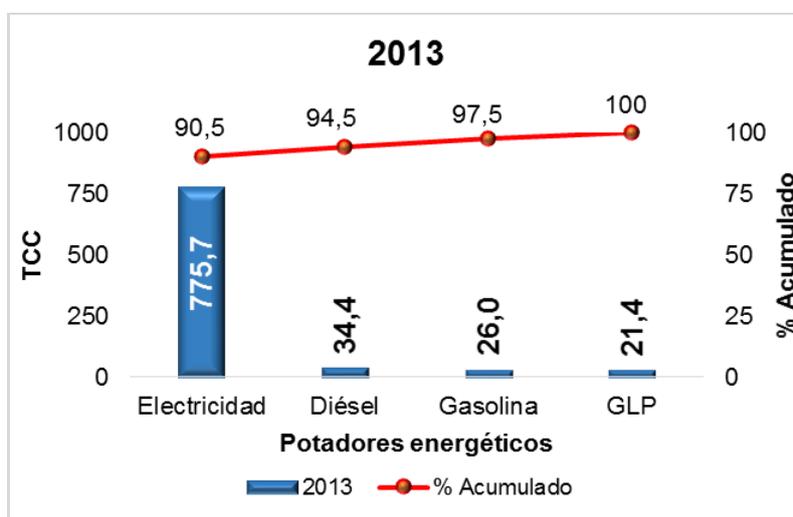


Figura 3.2. Análisis del consumo de los portadores energéticos del año 2013 en la UNISS.

Fuente: Elaboración propia.

También la electricidad se destacó en el año 2014 en el consumo de energía, al representar el 92,3% del consumo total de portadores (Figura 3.3).

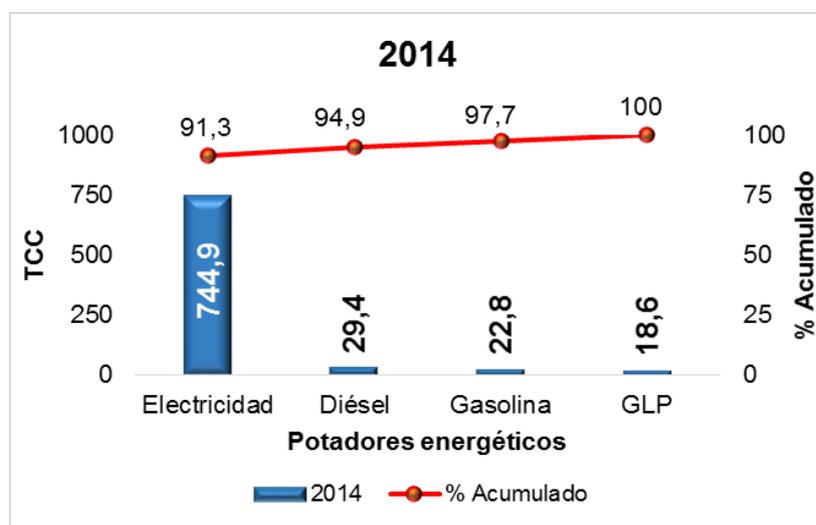


Figura 3.3. Análisis del consumo de los portadores energéticos del año 2014 en la UNISS.

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en las Figuras 3.2 y 3.3, el consumo de electricidad en toneladas de combustible convencional (TCC) ocupó más del 90% del consumo de los portadores energéticos de ambos años, por lo que se enfocó el diagnóstico en el consumo de este portador energético.

3.4 Situación de la UNISS en materia de gestión energética

Los elementos principales que caracterizan la gestión energética de la universidad, recogidos en diagnóstico de recorrido (mes de mayo del año 2015) realizado al sistema de administración actual de la energía, son:

- ↪ El registro del consumo eléctrico es llevado con periodicidad diaria por el área de Inversiones y Mantenimiento.
- ↪ No está identificado el personal que más influye en la eficiencia energética. No están definidos los puestos claves ni los equipos mayores consumidores.

- ↳ La instrumentación es insuficiente para el control de la eficiencia energética.
- ↳ No existen mecanismos efectivos para lograr la motivación por el ahorro de energía.
- ↳ El nivel de concientización general sobre la importancia del ahorro de energía es bajo.
- ↳ Se atacan los efectos y no las causas de los problemas.
- ↳ Los esfuerzos realizados son aislados, no hay mejora integral en la UNISS.
- ↳ No existen estructuras formales para el trabajo por la eficiencia energética.
- ↳ Bajo nivel de capacitación en administración energética de obreros, técnicos y directivos.
- ↳ Los bancos de problemas no responden a la realización de diagnósticos energéticos, no están actualizados y no existe evaluación económica de los problemas.

Al analizar los puntos anteriores se concluyó que la UNISS carece de un sistema efectivo de gestión eficiente de la energía que posibilite el mejoramiento continuo de la eficiencia y la reducción de los costos por este concepto.

3.5 Comportamiento energético de la universidad en los últimos dos años

El análisis del comportamiento energético se realizó para la electricidad, ya que representa el consumo fundamental de la energía en la UNISS.

3.5.1 Comportamiento del consumo de electricidad en la UNISS

Se realizó un diagrama de Pareto para los consumos del año 2014.

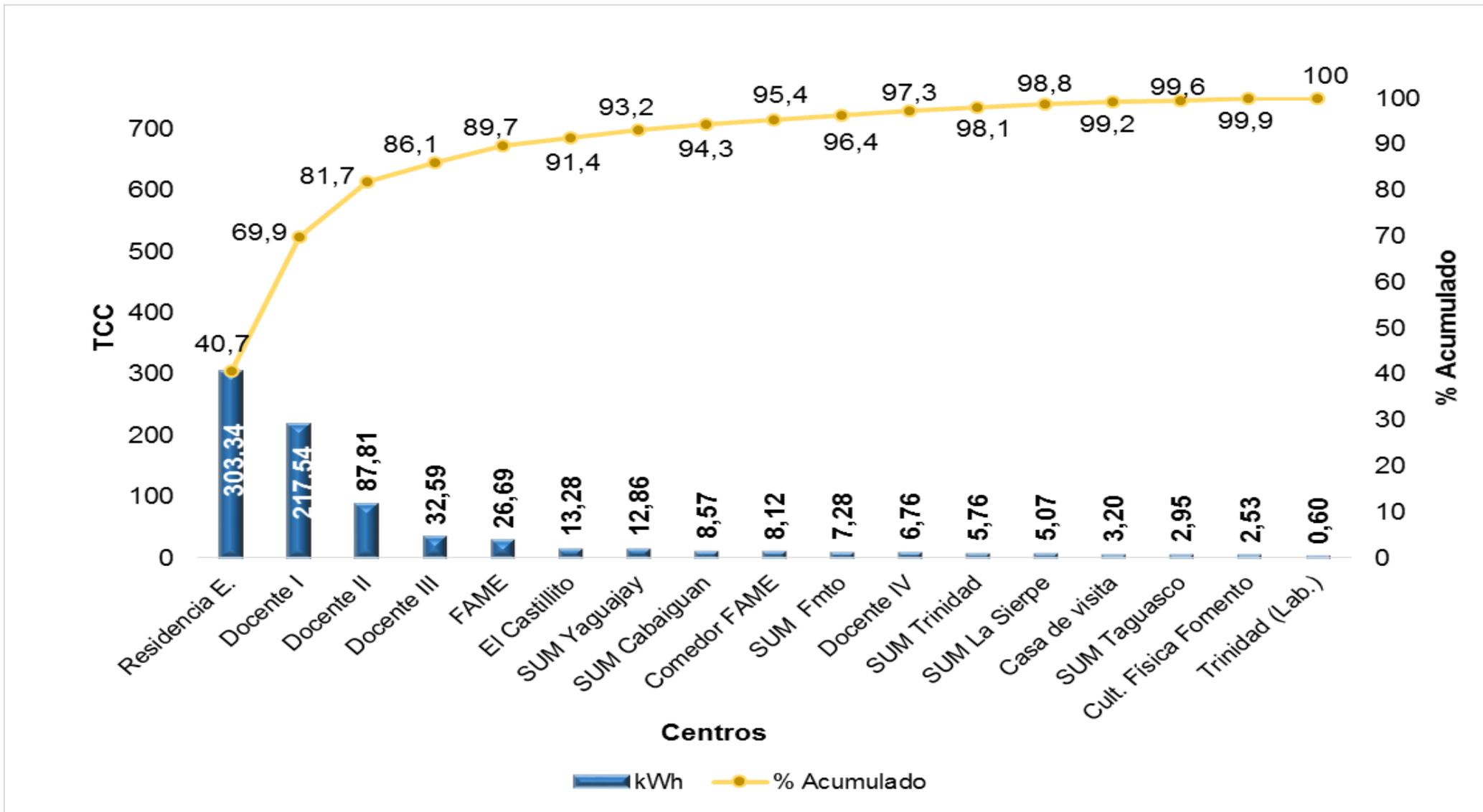


Figura 3.4. Análisis del consumo de electricidad por centros en la UNISS del año 2014.

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar la [Figura 3.4](#), se decidió realizar un diagnóstico de recorrido a los tres centros universitarios mayores consumidores de energía eléctrica: Residencia Estudiantil, Docente I, y Docente II, que en conjunto abarcan el 81,7% del consumo de energía eléctrica de la universidad en el año 2014.

3.5.1.1 Recorrido por la Residencia Estudiantil (9 de febrero de 2014)

La Residencia Estudiantil universitaria forma parte de la Universidad de Sancti Spiritus “José Martí Pérez”. Se alimenta de la red nacional y la tarifa aplicada es la B1. En la actualidad el inmueble está compuesto por:

- ↳ Residencia
- ↳ Residencia de posgrado
- ↳ Oficinas administrativas
- ↳ Cocina y comedor
- ↳ Punto de venta de alimentos elaborados
- ↳ Almacén de insumos

Fueron identificados los siguientes problemas:

- ↳ No se pueden identificar los consumos por áreas.
- ↳ El punto de venta no pertenece a la universidad, por lo que la energía consumida en este no está asociada al proceso.
- ↳ Existen locales con equipos de climatización inadecuados.
- ↳ No se realiza el mantenimiento periódico establecido a los equipos de climatización y refrigeración.
- ↳ Existen instalaciones eléctricas con muchos años de explotación. Algunas están constituidas por conductores con revestimiento de tela y además, dentro de tuberías de hierro, por lo que al filtrarse las paredes se llenan de agua estos tubos y se producen pérdidas de electricidad.
- ↳ Uso indebido de calentadores de agua en las habitaciones por parte de los estudiantes, en su mayoría en el horario pico (de 5 a 9 PM).
- ↳ Existen redes sobrecargadas.
- ↳ Algunos monitores de computadoras tenían el apagado a más de 10 minutos. Computadoras con la opción de suspender desactivada.
- ↳ Luces innecesarias encendidas en oficinas y departamentos.
- ↳ Uso de calentadores y hornillas eléctricas en habitaciones de los estudiantes, y de una hornilla en un local administrativo.

3.5.1.2 Recorrido por el Edificio Docente I (2 de marzo de 2014)

El Docente I es un edificio antiguo de tres niveles, que además en sus exteriores contiene un punto de ventas que no pertenece a la universidad. Se alimenta de un banco exclusivo con dos transformadores de 37,5 kVA y uno de 50 kVA. Se identificaron las siguientes dificultades:

- ↪ El punto de venta no pertenece a la universidad, por lo que la energía consumida por este no está asociada al proceso.
- ↪ Existen locales climatizados que presentan un estado deficiente en cuanto al aislamiento térmico.
- ↪ No se realiza el mantenimiento periódico establecido a los equipos de climatización y refrigeración.
- ↪ Existen instalaciones eléctricas con muchos años de explotación. La mayoría de estas están constituidas por conductores con revestimiento de tela y además, dentro de tuberías de hierro, por lo que al entrar en contacto con el agua se producen pérdidas.
- ↪ Existen redes sobrecargadas.
- ↪ Luces innecesarias encendidas en aulas y departamentos.

3.5.1.3 Recorrido por el Edificio Docente II (8 de abril de 2014)

Este edificio fue remodelado hace pocos años por lo que sus redes eléctricas se encuentran en muy buenas condiciones. Fueron encontrados los siguientes problemas:

- ↪ Existen locales climatizados que presentan un estado deficiente en cuanto al aislamiento.
- ↪ No se realiza el mantenimiento periódico establecido a los equipos de climatización y refrigeración.
- ↪ Luces innecesarias encendidas en oficinas y locales.
- ↪ Existencia de 4 lámparas (en uso) de alto consumo (250 W).

Además de todas las deficiencias detectadas, existen tendederas en la FAME, que alimentan a siete hogares.

3.5.2 Análisis e interpretación de datos

Como se aprecia en las [Figuras 3.5 y 3.6](#), el consumo de electricidad se mantuvo controlado en los años 2013 y 2014.

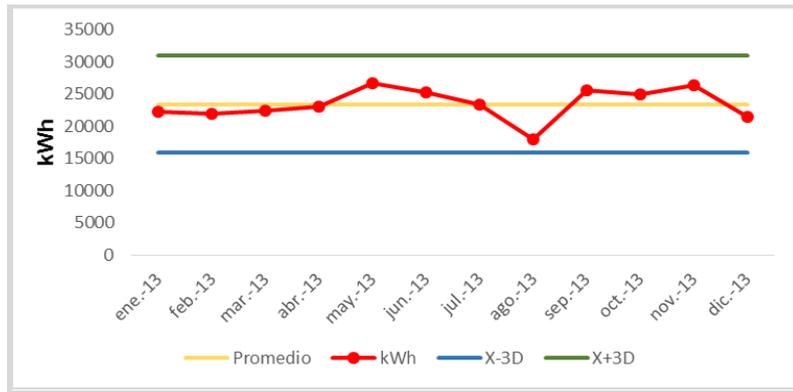


Figura 3.5. Gráfico de control de la energía eléctrica en el año 2013.
Fuente: *Elaboración propia.*

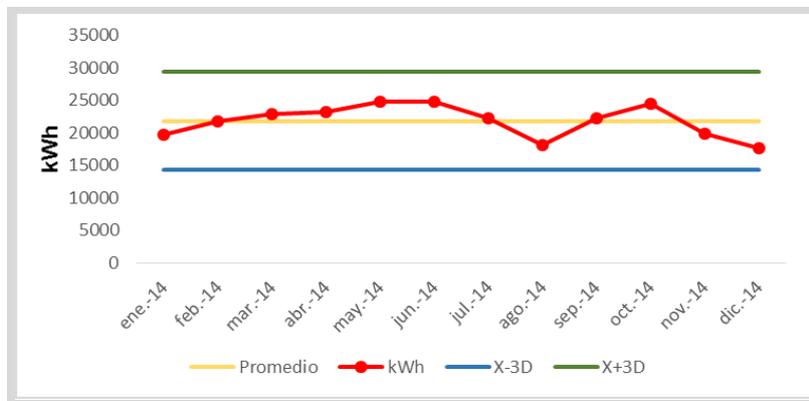


Figura 3.6. Gráfico de control de la energía eléctrica en el año 2014.
Fuente: *Elaboración propia.*

Como la UNISS no tiene producciones, se hizo muy difícil relacionar el consumo de energía eléctrica a un producto, producción o servicio en específico.

En la [Figura 3.7](#) se observa que no existe una buena correspondencia entre el consumo de electricidad y los estudiantes equivalentes en año 2014, y se evidencian varios meses con un comportamiento contradictorio.

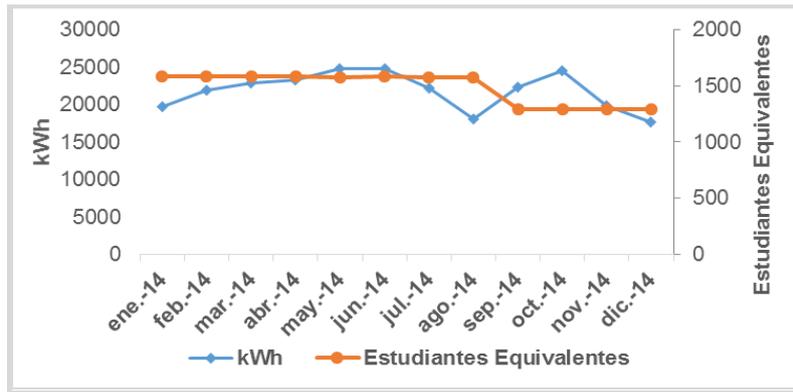


Figura 3.7. Gráfico de consumo de la energía eléctrica y estudiantes equivalentes en el año 2014.

Fuente: Elaboración propia.

En la [Figura 3.8](#) se observa que no existe tendencia a la correlación lineal, por lo que el coeficiente de correlación es muy bajo.

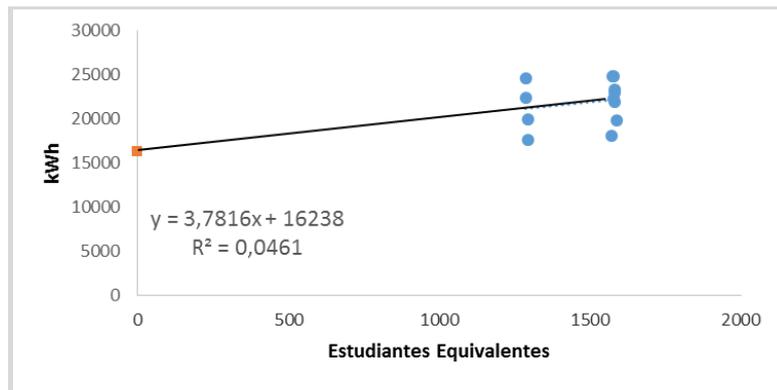


Figura 3.8. Gráfico de dispersión de la consumo contra estudiantes equivalentes en el año 2014.

Fuente: Elaboración propia.

La expresión que caracteriza la relación entre consumo de electricidad y estudiantes equivalentes, con un coeficiente $R^2 = 0,0461$, es la siguiente:

$$\text{kWh} = 3,7816 * \text{estudiantes equivalentes} + 16\ 238$$

El consumo promedio mensual (2014) fue de 21 847 kWh, por lo que el consumo fijo de electricidad no asociado a los estudiantes equivalentes fue en promedio de 16 238 kWh al mes, lo que representa el 74,3 % del consumo total de electricidad promedio mensual, valor muy elevado que está dado fundamentalmente por la carga de climatización y el uso de los equipos de

refrigeración (necesarios para garantizar las condiciones de vida, trabajo y estudio necesarias en la UNISS) que no está asociados directamente a los estudiantes equivalentes.

Debido a esto el índice de consumo global establecido para el MES (kWh consumidos por estudiantes equivalentes) no es representativo como indicador de eficiencia energética en el uso de la electricidad.

3.6 Equipos mayores consumidores de electricidad identificados

Para los tres centros seleccionados se realizó una estratificación del consumo en el año 2014 según datos de los propios equipos, horas promedio de uso diario y días al año. Dicha estratificación arrojó los siguientes datos.

↪ En la Residencia Estudiantil, como se aprecia en la [Figura 3.9](#), los mayores consumidores de electricidad fueron los equipos de refrigeración, climatización y de iluminación, que en conjunto suman 84,8 % del consumo de energía eléctrica total del año 2014.

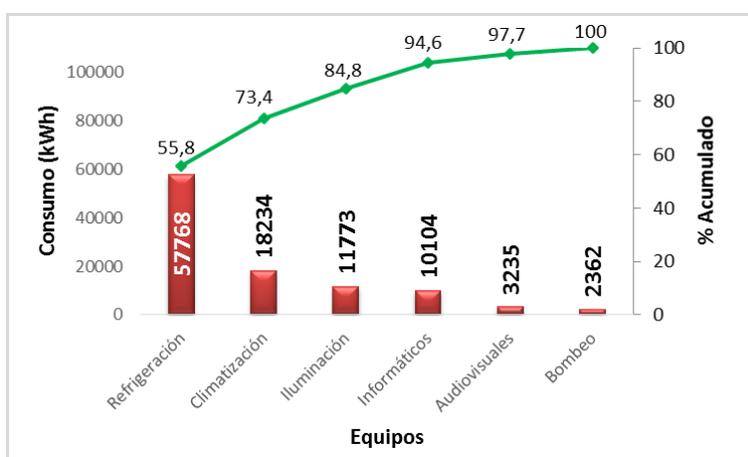


Figura 3.9. Análisis del consumo promedio de electricidad por equipos en la Residencia Estudiantil de la UNISS en el año 2014.

Fuente: *Elaboración propia.*

↪ En el Docente I los mayores consumidores de electricidad fueron los equipos de climatización y los informáticos, que suman el 81 % del consumo de energía eléctrica ([Figura 3.10](#)).

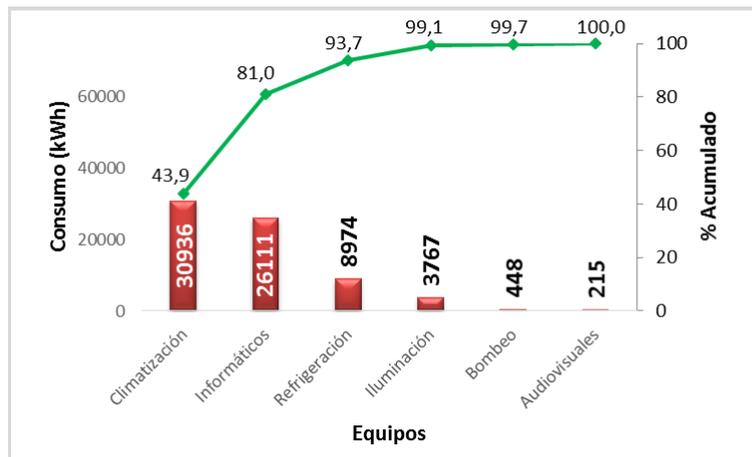


Figura 3.10. Análisis del consumo promedio de electricidad por equipos en el Docente I de la UNISS en el año 2014.

Fuente: Elaboración propia.

↪ En el Docente II los mayores consumidores de electricidad fueron los equipos informáticos, los de climatización y los de iluminación, que en conjunto suman 92,9 % del consumo de energía eléctrica (Figura 3.11).

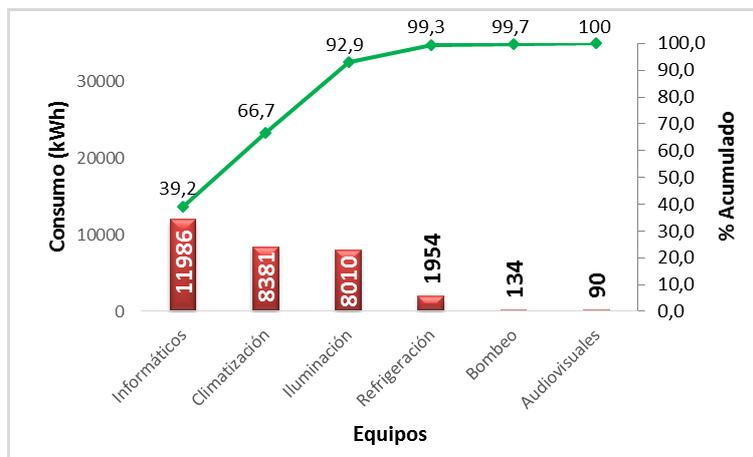


Figura 3.11. Análisis del consumo promedio de electricidad por equipos en el Docente II de la UNISS en el año 2014.

Fuente: Elaboración propia.

3.7 Factores globales fundamentales que influyen en el alto consumo de energía eléctrica en la UNISS

Los factores más influyentes sobre el consumo de la energía eléctrica, según recorridos realizados en conjunto con los encargados en materia energética en

la UNISS y según estudio de la estratificación del consumo de electricidad, son los siguientes:

- ↪ Cantidad de estudiantes residentes (mayor consumo en horario pico).
- ↪ Consumos parásitos (locales consumidores de electricidad que son ajenos a la UNISS).
- ↪ Temperatura ambiente (en verano se utiliza más climatización que en invierno).
- ↪ Locales climatizados con aislamiento deficiente.
- ↪ Estado técnico de los equipos (la falta de mantenimiento produce mayor consumo).
- ↪ Estado técnico de las redes eléctricas (en lugares del Docente I y la Residencia existen “pases” de electricidad a tierra, lo que produce pérdidas).
- ↪ Uso constante de los equipos informáticos (necesario para el proceso educativo y de aprendizaje)
- ↪ Falta de capacitación de los trabajadores.
- ↪ Bajo factor de potencia en el Edificio Residencia Estudiantil ([Figura 3.12](#)).

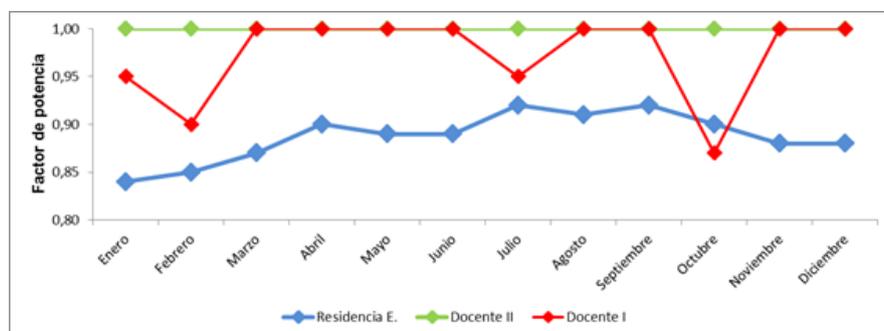


Figura 3.12. Gráfico de potencia de los centros estudiados en el año 2014.

Fuente: *Elaboración propia.*

3.8 Confección del diagrama de Causa y Efecto

A partir de las deficiencias detectadas se confeccionó el siguiente diagrama causa y efecto ([Figura 3.13](#)) que permitió identificar las principales causas del elevado consumo de electricidad en la universidad. Las principales causas detectadas se distribuyeron entre las de tipo organizativas, técnicas, metodológicas y materiales.

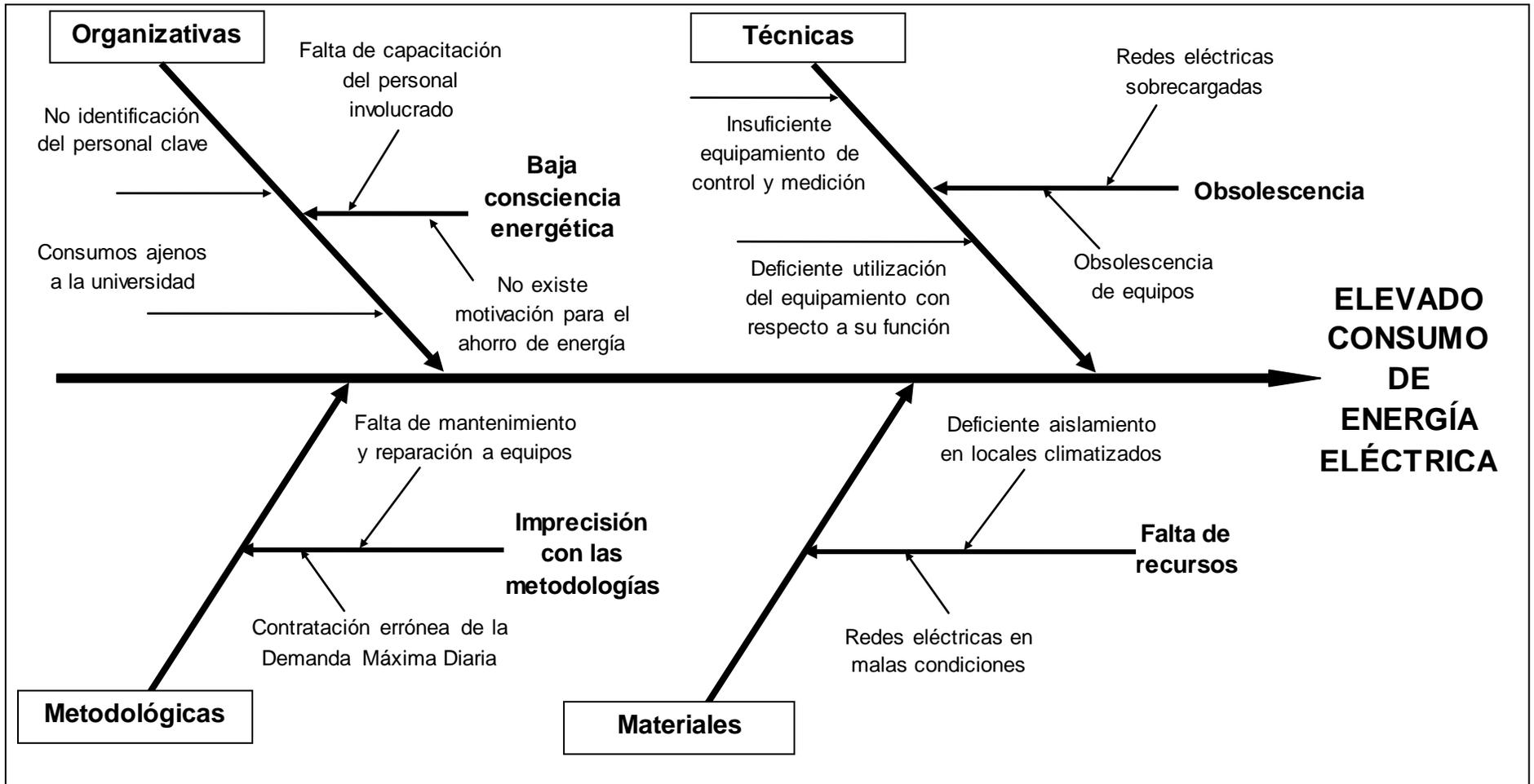


Figura 3.13. Diagrama de Causa y Efecto.

Fuente: Elaboración propia.

3.9 Oportunidades de ahorro de energía eléctrica identificadas

Iluminación

- ↳ Limpieza de difusores y pantallas de lámparas.
- ↳ Cambiar el sistema de iluminación mediante la compra de luces LED (T8-120-328W y LED ZT-L103C (AC)).

Equipos informáticos

- ↳ Programar que se apaguen los monitores a los 5 minutos.
- ↳ Programar la suspensión del equipo a los 30 minutos.
- ↳ Compra de monitores LCD.

Sistemas eléctricos

- ↳ Realizar una nueva contratación de la Demanda Máxima Diaria en el edificio Docente I.
- ↳ Realizar una nueva contratación de la Demanda Máxima Diaria en los edificios Docente II.
- ↳ Eliminar del consumo de la universidad las tendederas eléctricas existentes en la FAME.
- ↳ Eliminar del consumo de la universidad el punto de venta ubicado en la Residencia Estudiantil.
- ↳ Eliminar del consumo de la universidad el punto de venta ubicado en el Docente I.
- ↳ Medir y comprobar las instalaciones para eliminar las pérdidas por conexiones falsas a tierra.
- ↳ Selección de los calibres óptimos de los conductores.
- ↳ Prevenir el bajo factor de potencia mediante la selección y operación correcta de equipos.
- ↳ Compensar la potencia reactiva y corregir el factor de potencia con medios compensadores (capacitores) en los edificios Docente I y Docente II.

Climatización

- ↳ Hermetizar de manera óptima los locales y habitaciones climatizadas.
- ↳ Colocar brazos hidráulicos en los locales y habitaciones climatizadas.
- ↳ Realizar mantenimientos periódicos a los equipos de climatización.
- ↳ Velar por el cumplimiento de las normas de la universidad de apagar los acondicionadores de aire en los horarios establecidos.

Refrigeración

- ↳ Realizar mantenimientos periódicos a los equipos de refrigeración.
- ↳ Introducir los productos en las cámaras de refrigeración a la menor temperatura posible.
- ↳ Aprovechamiento máximo de la capacidad de las cámaras y reducción del número de cámaras en operación.

3.10 Confección del Plan de acciones para la proyección de la universidad hacia el mejoramiento energético

El Plan de acciones se fue dividido por tipos de medidas:

1. Organizativas (11), ubicadas en la [Tabla 3.1](#).
2. Inversión requerida (2), [Tabla 3.2](#).
3. Implementación de estudios (4), [Tabla 3.3](#).
4. Acciones futuras (4), [Tabla 3.4](#).

La fecha de cumplimiento será propuesta por la alta dirección de la universidad una vez discutido el Plan de acciones en el Consejo de Dirección.

Tabla 3.1. Plan de acciones organizativas a proponer a la administración de la UNISS.

Fuente: *Elaboración propia*

Nº	Acción	Responsables
1.1	Limpieza de difusores y pantallas de lámparas.	Gestor de la energía y J´ de Servicios
1.2	Programar que se apaguen los monitores a los 5 minutos.	Gestor de la energía y J´ de Informatización
1.3	Programar la suspensión del equipo a los 30 minutos.	Gestor de la energía y J´ de Informatización
1.4	Realizar una nueva contratación de la Demanda Máxima Diaria en el edificio Docente I.	Gestor de la energía
1.5	Realizar una nueva contratación de la Demanda Máxima Diaria en los edificios Docente II.	Gestor de la energía
1.6	Eliminar del consumo de la universidad las tendederas eléctricas existentes en la FAME.	Gestor de la energía
1.7	Eliminar del consumo de la universidad el punto de venta ubicado en la Residencia Estudiantil.	Gestor de la energía
1.8	Eliminar del consumo de la universidad el punto de venta ubicado en el Docente I.	Gestor de la energía
1.9	Velar por el cumplimiento de las normas de la universidad de apagar los acondicionadores de aire en los horarios establecidos.	Gestor de la energía
1.10	Introducir los productos en las cámaras de refrigeración a la menor temperatura posible.	Gestor de la energía
1.11	Aprovechamiento máximo de la capacidad de las cámaras y reducción del número de cámaras en operación.	Gestor de la energía

Tabla 3.2. Plan de acciones que requieren inversiones a proponer a la administración de la UNISS.

Fuente: *Elaboración propia*

Nº	Acción	Responsables
2.1	Cambiar el sistema de iluminación mediante la compra de luces LED.	Gestor de la energía y J´ de Inversiones
2.2	Compra de monitores LCD.	Gestor de la energía y J´ de Inversiones

Tabla 3.3. Plan de acciones para implementación de estudios (que requieren inversiones) a proponer a la administración de la UNISS.

Fuente: *Elaboración propia*

Nº	Acción	Responsables
3.1	Medir y comprobar las instalaciones para eliminar las pérdidas por conexiones falsas a tierra.	Gestor de la energía
3.2	Selección de los calibres óptimos de los conductores.	Gestor de la energía
3.3	Prevenir el bajo factor de potencia mediante la selección y operación correcta de equipos.	Gestor de la energía
3.4	Compensar la potencia reactiva y corregir el factor de potencia con medios compensadores (capacitores) en los edificios Docente I y Docente II.	Gestor de la energía

Tabla 3.4. Plan de acciones futuras (que requieren inversiones) a proponer a la administración de la UNISS.

Fuente: *Elaboración propia*

Nº	Acción	Responsables
4.1	Hermetizar de manera óptima los locales y habitaciones climatizadas.	Gestor de la energía
4.2	Colocar brazos hidráulicos en los locales y habitaciones climatizadas.	Gestor de la energía
4.3	Realizar mantenimientos periódicos a los equipos de climatización.	Gestor de la energía
4.4	Realizar mantenimientos periódicos a los equipos de refrigeración.	Gestor de la energía

En la [Tabla 3.3](#) y [Tabla 3.4](#) se muestran acciones que requieren inversión, pero que en la actualidad no se pueden acometer por la falta de equipamiento de medición y control, tiempo, personal y estudios de factibilidad que sustenten estas medidas.

Conclusiones parciales del capítulo

- ↪ El consumo de energía eléctrica tuvo un peso fundamental en los años 2013 y 2014, con más del 90% del consumo total (en TCC) de los portadores energéticos en la universidad.
- ↪ En la universidad no se detectan o cuantifican de manera adecuada los potenciales de ahorro.
- ↪ El índice de consumo kWh / estudiantes equivalentes no es viable para la gestión de la energía, ya que no existe tendencia a la correlación lineal ni define las variaciones del consumo de la electricidad.
- ↪ En los centros evaluados de la UNISS los mayores consumidores de electricidad fueron los equipos de refrigeración, climatización, iluminación e informáticos.
- ↪ Se detectaron los factores más influyentes en el consumo de energía eléctrica de la UNISS.
- ↪ Fueron identificadas 21 de oportunidades de ahorro para la UNISS.
- ↪ Fue definido un Plan de acciones para la UNISS.

CAPÍTULO 4: VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS TÉCNICOS, ECONÓMICOS Y AMBIENTALES

4.1 Valoración de impactos técnicos

4.1.1 Ahorro de energía eléctrica

- ↪ Las 423 luminarias de 40, 36, y 32 W de los tres centros seleccionados consumieron 18 476 kWh con tubos fluorescentes, en el año 2014, mientras que con tubos LED de 18 W (T8-120-328W), hubieran consumido 10 187 kWh. Esto evidencia un ahorro de 8 289 kWh/año.
- ↪ En el Docente II existen cuatro luminarias de 250 W, que consumieron (en el año 2014) 3 650 kWh. Al realizar el cálculo con lámparas exteriores de 100 W (LED ZT-L103C AC), arrojó un consumo de 1 460 kWh, lo que significa un ahorro de 2 190 kWh/año.
- ↪ El uso de los monitores CRT en los tres centros evaluados en el 2014 generó un consumo de 28 850 kWh. Con el uso de los monitores LCD, hubieran arrojado un consumo de 8 244 kWh, lo que significa un ahorro al año de 20 606 kWh.
- ↪ En la FAME existen tendederas eléctricas a siete casas, que, a 150 kWh/mes promedio, consumen 12 600 kWh/año. De eliminarse las tendederas, la UNISS se ahorraría este consumo.
- ↪ En la Residencia Estudiantil existe un punto de ventas, que, a 4,52 kWh/mes promedio y unos 288 días al año, consume 1 302 kWh/año. De eliminarse, la UNISS se ahorraría este consumo.
- ↪ En el exterior del Docente I existe un punto de ventas, que, a 4,52 kWh/mes promedio y unos 288 días al año, consume 1 302 kWh/año. De eliminarse, la UNISS se ahorraría este consumo.

Con todas estas mejoras se obtendría un ahorro promedio de 46 289 kWh/año.

4.1.2 Vida útil de las luminarias tipo LED

- ↪ Los tubos fluorescentes FLF T8 E32 W850 de 32 W tienen una vida media de 10 000 a 12 000 horas y se usan unos 300 días al año y unas 10 horas (máximo) al día, para un total de 3 000 horas/año. Si el tubo T8-120-328W tiene una vida media de 50 000 horas:

Vida útil calculada $(T8-120-328W) = 50\ 000 / 3\ 000 = 16,67 \sim 16$ años

- ↪ Las lámparas de vapor de mercurio 250 W tienen unas 10 000 horas de vida media y se usan los 365 días al año y unas 12 horas (máximo) al día, para un total de 4 380 horas/año. Si la lámpara LED ZT-L103C AC tiene una vida media de 50 000 horas:

Vida útil calculada (LED ZT-L103C AC) = $50\ 000 / 4\ 380 = 11,42 \sim 11$ años

4.1.3 Otras consideraciones técnicas

- ↪ Los tubos T8-120-328W (LED) tienen una temperatura del color de 6 000 a 6 500 K, mientras que los tubos FLF T8 E32 W850 de 32 W solo 5 000 K. Además en el horario nocturno se disminuye la demanda por concepto de iluminación.
- ↪ La limpieza de difusores y pantallas de lámparas permite aprovechar al máximo la luz brindada por las lámparas y se evita colocar más de estas por falta de iluminación.
- ↪ Programar que se apaguen los monitores a los 5 minutos y la suspensión del equipo a los 30 minutos conlleva a menos uso de estos equipos; así las partes y circuitos no se sobrecalienten por lo que aumenta su vida útil.
- ↪ Medir y comprobar las instalaciones para eliminar las pérdidas por conexiones falsas a tierra permitirá comprobar donde existas “fugas” de electricidad, para reparar las partes afectadas en las instalaciones eléctricas.
- ↪ La selección de los calibres óptimos de los conductores permitirá mejorar las instalaciones eléctricas. El alambre de mayor grosor es menos susceptible a la interferencia, posee menos resistencia interna y, por lo tanto, soporta mayores corrientes a distancias más grandes, pero es más caro, por lo que se necesita realizar un estudio, de preferencia con la Oficina Nacional de Uso Racional de la Energía. Para esto es necesario prevenir el bajo factor de potencia mediante la selección y operación correcta de equipos, compensar la potencia reactiva y corregir el factor de potencia con medios compensadores (capacitores) en los edificios Docente I y Docente II. Esto trae consigo una menor demanda de electricidad que la actual, lo que implica la necesidad de utilizar cables de mayor sección.
- ↪ Hermetizar de manera óptima y colocar brazos hidráulicos en los locales y habitaciones climatizadas permite un menor uso de los acondicionadores de aire, menos consumo, y por consiguiente, alargar su vida útil.
- ↪ Velar por el cumplimiento de las normas de la universidad de apagar los acondicionadores de aire en los horarios establecidos permite reducir la carga en los horarios pico.
- ↪ Introducir los productos en las cámaras de refrigeración y congeladores a la menor temperatura posible para evitar el exceso de trabajo de las máquinas compresoras.

- ↳ El aprovechamiento máximo de la capacidad de las cámaras de refrigeración permite la reducción del número de cámaras en operación.
- ↳ Realizar mantenimientos periódicos a los equipos de climatización y refrigeración trae como consecuencia menor consumo, alargamiento de su vida útil y evitar futuras fallas y roturas que conllevarían a la sustitución o compra de otro equipo.

4.2 Valoración de impactos económicos

4.2.1 Ahorro monetario en pagos por el servicio eléctrico

- ↳ La colocación de 423 tubos LED de 18 W generaría un ahorro al año de \$ 2 155,14. La colocación de cuatro lámparas exteriores LED de 100 W generaría un ahorro de 569,40 \$/año.
- ↳ Con la sustitución de los 272 monitores CRT por LCD se ahorrarían al año \$ 5 357,56.
- ↳ La DMD actual contratada para el Docente I es de 110 kWh, cuando para el 2014 la DMD real fue de 38 kWh. Por este concepto se realizó un pago de \$ 9 240 en el año. Para un posible aumento en 5 años se prevé una DMD de 45 kWh, por lo que al contratarla, se pagaría 3 780 \$/año, para un ahorro de \$ 5 460.
- ↳ La DMD actual contratada para el Docente II es de 50 kWh, cuando para el 2014 la DMD real fue de 19 kWh. Esto generó un gasto de 4 200 \$/año. Para un posible aumento en 5 años se prevé una DMD de 25 kWh, por lo que al contratar esta cantidad se pagaría 2 100 \$/año, para un ahorro de \$ 2 100.
- ↳ Con la eliminación de las tendederas en la FAME se ahorrarían 3 276 \$/año.
- ↳ Con la eliminación de los puntos de ventas de la Residencia Estudiantil y el Docente I se ahorraría 677,04 \$/año.

Con la aplicación de estas medidas se obtendría un ahorro de 19 595,14 \$/año.

4.2.2 Ingresos extras por concepto de ventas

La eficiencia energética no solo trata de ahorros, sino que también incluye los ingresos por otros conceptos no energéticos. Con la sustitución de tubos fluorescentes y monitores CRT, estos productos quedarían ociosos en la universidad. Para sacar provecho de esta situación se decidió vender estos efectos. No se encontró mercado para las lámparas de vapor de mercurio.

A razón de un 5% por rotura de equipos en el proceso y a un precio de 25 CUC por monitor y 5 CUP por tubo fluorescente, los ingresos calculados por las ventas son:

↪ \$ 2 005 por los tubos fluorescentes.

↪ \$ 5 160 por los monitores CRT.

4.3 Valoración de impactos ambientales

4.3.1 Cálculos de ahorro de combustible

Para un ahorro de 46 289 kWh por parte de la UNISS, se dejaría de consumir 11,1 toneladas de combustible al año.

4.3.2 Cálculos de reducción de emisiones equivalentes

Tabla 4.1. Gases dejados de emitir a la atmósfera.

Fuente: Elaboración propia.

Gases	CO ₂	NO _x	CO	HC	SO ₂
Emisión (t)	32,402	0,158	0,011	0,004	0,005

4.4 Valoración de impactos por escenarios

Se muestran los proyectos individuales.

Proyectos:

↪ Proyecto # 1: Conjunto de medidas organizativas evaluadas que generan ahorro (sin inversiones).

↪ Proyecto # 2: Proyecto de compra y sustitución de tubos FLF T8 E32 W850 (fluorescentes) por tubos T8-120-328W (LED).

↪ Proyecto # 3: Proyecto de compra y sustitución de lámparas de vapor de mercurio por lámparas LED ZT-L103C.

↪ Proyecto # 4: Proyecto de compra y sustitución de monitores CRT por monitores LCD.

Para todos se hizo una valoración en un período de 10 años. Se hace necesario evaluar la combinación de varios de los proyectos para visualizar los escenarios posibles. Los proyectos que no requieren inversiones se agruparán en uno solo y estarán presentes en todas las posibilidades. Los resultados se muestran en la [Tabla 4.2](#).

Tabla 4.2. Valoración de resultados de las situaciones posibles para 10 años.

Fuente: Elaboración propia.

Escenarios	Inversión (MP)	Ahorro eléctrico (MWh)	Ingresos (MP)	Gastos (MP)	VAN (MP)	TIR (%)	PRI (años)	Combustible ahorrado (t)	CO2 no emitido (t)	NOx no emitido (t)	CO no emitido (t)	HC no emitido (t)	SO2 no emitido (t)
1 + 2	4,2	234,9	138,7	26,5	42,2	176	0,51	56,4	164,5	0,801	0,054	0,020	0,023
1 + 3	0,5	173,9	120,8	3,8	46,8	1 523	0,07	41,7	121,8	0,593	0,040	0,015	0,017
1 + 4	13,1	358,1	175,2	21,4	52,7	78	0,96	85,9	250,7	1,221	0,082	0,030	0,035
1 + 2 + 3	4,7	256,8	144,4	30,3	42,6	159	0,56	61,6	179,8	0,876	0,059	0,022	0,025
1 + 2 + 4	17,3	441,0	198,7	47,9	48,4	55	1,31	105,8	308,7	1,504	0,101	0,037	0,043
1 + 3 + 4	13,5	380,0	180,9	25,2	53,0	75	0,98	91,2	266,0	1,296	0,087	0,032	0,037
1 + 2 + 3 + 4	17,8	462,9	204,4	51,7	48,8	54	1,34	111,1	324,0	1,578	0,106	0,039	0,046

En todos los escenarios sucede lo siguiente:

- ↳ El VAN es mayor que cero, por lo que son aceptables.
- ↳ La TIR supera la Tasa de Interés (15%), por lo que son rentables.
- ↳ El PRI es aceptable (el peor de los casos solo es de 1,34 años)

Se decidió tomar la combinación de todos los proyectos por su mayor ahorro y sus mayores ingresos anuales y proponerla a la alta dirección de la UNISS. Además, el PRI solo es de 1,34 años, la TIR (54%) supera la Tasa de Interés, y presenta el tercer mayor VAN.

Conclusiones parciales del capítulo

1. Con todas las mejoras se obtendría un ahorro promedio de 46 289 kWh/año.
2. Con la aplicación de las medidas se obtendría un ahorro de 19 595,14 \$/año.
3. El escenario más factible para los proyectos es la combinación de todos los proyectos por su mayor ahorro, sus mayores ingresos anuales y VAN, TIR y PRI aceptables.
4. Se dejarían de consumir 11,1 toneladas de combustible y se dejarían de emitir a la atmósfera 32,4 toneladas de CO₂ al año.

CONCLUSIONES GENERALES

1. El consumo de energía eléctrica tuvo un peso fundamental en los años últimos años con más del 90% del consumo total (en TCC) de los portadores energéticos.
2. En la universidad no se detectan o cuantifican de manera adecuada los potenciales de ahorro.
3. El índice de consumo kWh / estudiantes equivalentes no es viable para la gestión eficiente de la energía en la UNISS.
4. En los centros evaluados los mayores consumidores de electricidad fueron los equipos de refrigeración, climatización, iluminación e informáticos.
5. El escenario más factible para los proyectos es la combinación de todos los proyectos por su mayor ahorro, sus mayores ingresos anuales y VAN, TIR y PRI aceptables.
6. Con las mejoras se obtiene un ahorro de 46 289 kWh y 19 595,14 \$ anuales. Se dejarían de consumir 11,1 t de Fuel oil y de emitir a la 32,4 t de CO₂ a la atmósfera cada año con la implementación de las medidas.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la alta dirección de la universidad trabajar en base a:
 - . la concientización energética,
 - . la motivación por el ahorro,
 - . detección y cuantificación de los potenciales de ahorro.
2. Se propone a la UNISS realizar un estudio de factibilidad para los equipos de climatización y refrigeración en cuanto a continuar con equipos obsoletos y realizar mantenimientos, a costa de un mayor consumo, o comprar equipos nuevos y más eficientes.
3. Se recomienda investigar y proponer nuevos índices de consumo de electricidad para cada centro, en base a su utilidad.
4. Se hace necesario realizar estudios de cargas y corrección del factor de potencia en conjunto con la UEB Provincial de Uso Racional de la Energía de Sancti Spíritus.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. UCLA. Sustainability. What is Sustainability? Julio 2013. Available from: <http://www.sustain.ucla.edu/article.asp?parentid=5>.
2. Camacho Macas JS. Propuesta de política energética para el Campus San Cayetano de la UTPL, bajo los requerimientos de norma NTE INEN-ISO 50 001:2012. Loja: Universidad Técnica Particular de Loja; 2013.
3. Colectivo de autores. Gestión y Economía Energética. Universidad de Cienfuegos ed. Cienfuegos: Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente; 2006. 104 p.
4. EIA. Short-Term Energy and Summer Fuels Outlook (STEO). U.S. Energy Information Administration, 2015.
5. Rampe T, Heinzl A, editors. A New Reactor Concept for the Steam Reforming of Bio-ethanol to Produce Hydrogen Rich Gas for a CHP-Unit based on a PEMFC Technology. 2nd World Biomass Conference-Biomass for Energy; 2004; Roma: Industry and Climate Protection.
6. Microsoft®. Enciclopedia Encarta: Medio ambiente.2008.
7. ExxonMobil. Outlook for Energy. 2015.
8. EIA. Energy Information Administration. Available from: <http://www.eia.gov/forecasts/ieo>.
9. Casallas D. Entrevista a Manlio Coviello. BNamericas.
10. Obando Llan-Llán KA. Análisis y evaluación para la determinación de la Eficiencia Energética en una piscicultura. Puerto Montt: Universidad Austral de Chile; 2013.

11. Laiton Romero N. Viabilidad técnica y operativa para implementar un sistema de gestión energética (SGE) en una refinería de Colombia basado en la metodología del estándar ISO 50 001. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2013.
12. Cisneros Guancha JE. Guía para la aplicación de Sistemas de Gestión Energética orientado a la energía eléctrica, basado en la norma ISO 50 001. Quito: Escuela Politécnica Nacional; 2014.
13. MINEM. Cuba apuesta por una energía más limpia, diversa y eficiente. Cubadebate. 2014.
14. Segovia Bonilla MO. Empresa de servicios de ingeniería para la implementación de soluciones de eficiencia energética. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2013.
15. Horta Luis A. Indicadores de Políticas Públicas en materia de Eficiencia Energética en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: 2010.
16. Acoltzi Acoltzi H. ISO 50 001 Gestión de Energía (México). Ginebra: ISO, 2011.
17. MAPFRE. Guía Práctica para la Implantación de un Sistema de Gestión Energética. Henares, España: MAPFRE; 2011.
18. ONUDI. Manual del Estudiante. Guía Práctica para Implementar un Sistema de Gestión Energética. Viena, Austria.2011.
19. Intarajinda R. Feasible Study of Integrated Energy Management. System with International Organization for Standardization in Thailand. GMSARN International Journal. 2010.

20. Hrustic A. A simplified energy management system towards increased energy efficiency in SMEs. World Renewable Energy Congress; Linkoping, Sweden.2011.
21. Borroto Nordelo AE. Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía. Cienfuegos, Cuba.2009.
22. Miyashiro Pérez L. Procedimiento para la mejora de procesos que intervienen en el consumo de combustible. Ingeniería Industrial. 2009.
23. Alpha Bah M. Etapas de la planificación energética en correspondencia con la NC-ISO 50 001:2011 para empresas Metalmecánicas Cuba. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos; 2013.
24. UCLA. Sustainability. Diciembre de 2014. Available from: <http://www.sustain.ucla.edu>.
25. UW-Madison. Oficina de Sustentabilidad/Operaciones del campus. Octubre de 2014. Available from: <http://sustainability.wisc.edu/campus-operations>.
26. Brown Ud. Oficina de energía y medio ambiente de la Universidad de Brown. Octubre de 2013. Available from: http://brown.edu/Facilities/Facilities_Management/energy/energy.php.
27. UCC. ISO 50 001 software helps University get certified in record time-A world first. UCC.
28. Universidad de California. Sustainable Practices Policy. Universidad de California.
29. UCLA. Informe anual sobre la política de sostenibilidad de la UCLA. Los Angeles.

30. UW-Madison. Office of Sustainability. Mission, Vision and guiding principles. Available from: <http://sustainability.wisc.edu/about/mission-and-vision>.
31. UW-Madison. Informe Final de la Iniciativa de sustentabilidad de la Universidad de Wisconsin. 2010.
32. UW-Madison. Reporte de Sostenibilidad de la Universidad de Wisconsin-Reporte 2011. Indicadores. 2011.
33. Universidad de Brown. Programa "Brown is Green" de la Universidad de Brown. Available from: <http://www.brown.edu/about/brown-is-green>.
34. UCC. Buildings and Estates Energy Septiembre de 2013. Available from: http://www.ucc.ie/en/build/energy/iso50_001.
35. UCC. Edificios y patrimonio. La energía y el consumo de agua en el campus principal de la UCC Octubre de 2013. Available from: <http://www.ucc.ie/en/build/energy>.
36. Méndez García A, Ibáñez Martínez L. Gestión eficiente del consumo de electricidad en la Universidad de Ciego de Ávila. Monografías [Internet]. 13 de enero de 2015. Available from: <http://www.monografias.com/trabajos56/disminucion-consumo-electricidad/disminucion-consumo-electric>.
37. CEEMA. Informe de Prueba de Necesidad. In: Cienfuegos Ud, editor. Cienfuegos 2005.
38. Herrera M. Entrevista a funcionario del MES. In: Labrada R, editor. 2014.
39. MES. Análisis Económico Diciembre. La Habana: 2014.
40. Zerquera R. Potenciales de ahorro de electricidad en el sector estatal de la provincia de Sancti Spíritus. Sancti Spíritus: UNISS; 2015.

41. Llorach F. Monitores Vs. LCD. 2005.
42. ¿Cuanta electricidad consume un PC? 2007. Available from: <http://www.taringa.net/post/info/1146726/Cuanta-electricidad-consume-un-PC.html>.
43. MINEM. Informe Final de Supervisión al Consumo y Control de Portadores Energéticos. UEB Provincial de Uso Racional de la Energía, 2013.
44. Barrera Cardoso EL. Propuestas tecnológicas para producir biogás con fines energéticos. Un estudio de caso en la granja Remberto Abad Alemán. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos; 2007.

BIBLIOGRAFÍA

1. ¿Cuánta electricidad consume un PC? 2007. Available from: <http://www.taringa.net/post/info/1146726/Cuanta-electricidad-consume-un-PC.html>.
2. La verdadera vida útil de un televisor LCD o Plasma2010 13-10-15. Available from: <http://www.informatica-hoy.com.ar/electronica-consumo-masivo/La-verdadera-vida-util-de-un-televisor-LCD-o-Plasma.php>.
3. Aplicación de la norma ISO 50 0012011; Colombia: Ministerio de Minas y Energía.
4. ¿Cuál es la duración de vida de los televisores de pantalla plana?2015 13-10-15. Available from: <http://es.ccm.net/faq/10649-cual-es-la-duracion-de-vida-de-los-televisores-de-pantalla-plana>.
5. Acoltzi Acoltzi H. ISO 50 001 Gestión de Energía (México). Ginebra: ISO, 2011.
6. Alpha Bah M. Etapas de la planificación energética en correspondencia con la NC-ISO 50 001:2011 para empresas Metalmecánicas Cuba. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos; 2013.
7. Barrera Cardoso EL. Propuestas tecnológicas para producir biogás con fines energéticos. Un estudio de caso en la granja Remberto Abad Alemán. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos; 2007.
8. Betancourt Carballo IA. Propuesta de un indicador de producción equivalente para el control y mejoramiento de la eficiencia energética en la Electromecánica Escambray. Sancti Spíritus: Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez"; 2010.
9. Bonachea Crespo M. Disminución de los costos energéticos a partir de la aplicación de técnicas de producciones más limpias en la Refinería "Sergio Soto". Sancti Spíritus: Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez"; 2010.
10. Borroto Nordelo A, González Pérez F, Armas Teyra MA. Temas de cogeneración y generación descentralizada. La Habana, Cuba.2009. 78 p.

11. Borroto Nordelo AE. Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía. Cienfuegos, Cuba.2009.
12. Brown Ud. Oficina de energía y medio ambiente de la Universidad de Brown. Octubre de 2013. Available from: http://brown.edu/Facilities/Facilities_Management/energy/energy.php.
13. Camacho Macas JS. Propuesta de política energética para el Campus San Cayetano de la UTPL, bajo los requerimientos de norma NTE INEN-ISO 50 001:2012. Loja: Universidad Técnica Particular de Loja; 2013.
14. Campos Avella JC. Eficiencia Energética y Competitividad de Empresas. Cienfuegos.1998.
15. Carretero A, García J. Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora. España: AENOR; 2012. p. 28.
16. Casallas D. Entrevista a Manlio Coviello. BNamericas.
17. Casanova Cámara MM. Evaluación de alternativas de ahorro de portadores energéticos en el Establecimiento Pasteurizadora. Sancti Spíritus: Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez"; 2010.
18. CEEMA. Informe de Prueba de Necesidad. In: Cienfuegos Ud, editor. Cienfuegos2005.
19. CEEMA. Manual de procedimientos para efectuar la Prueba de la Necesidad. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos; 2006.
20. Cisneros Guancha JE. Guía para la aplicación de Sistemas de Gestión Energética orientado a la energía eléctrica, basado en la norma ISO 50 001. Quito: Escuela Politécnica Nacional; 2014.
21. Colectivo de autores. Gestión Energética Empresarial. Universidad de Cienfuegos ed. Cienfuegos: Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente; 2001.
22. Colectivo de autores. Gestión y Economía Energética. Universidad de Cienfuegos ed. Cienfuegos: Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente; 2006. 104 p.

23. Colectivo de autores. Uso final de la energía eléctrica. La Habana, Cuba.2010. 203 p.
24. Cuenca Mendieta SE. Factibilidad de la norma ISO 50 001 en la central hidroeléctrica “Carlos Mora Carrión”. Loja, Ecuador: Universidad de Cuenca; 2013.
25. Departamento de Energía del Reino Unido. Porcentaje de la energía total consumida en algunos países. 2005.
26. EDINN. Análisis Eficiencia Energética2010 12-1-15]. Available from: <http://edinn.com/dwn/es/201008-INFORME%20EFICIENCIA%20ENERGETICA-v2.pdf>.
27. EIA. Energy Information Administration. Available from: <http://www.eia.gov/forecasts/ieo>.
28. EIA. International Energy Outlook. Energy Information Administration [Internet]. 2005.
29. EIA. Short-Term Energy and Summer Fuels Outlook (STEO). U.S. Energy Information Administration, 2015.
30. ExxonMobil. Outlook for Energy. 2015.
31. Fernández Velásquez L, Aballe Infante L, Carbonell Morales T. Aplicación de Gestión Total Eficiente de Energía en el Centro Internacional de Salud “La Pradera”. Ingeniería Energética. 2013:112-20.
32. García Rivero AE. Mejoramiento de la eficiencia energética y económica del CAI Arrocerero Sur del Jíbaro mediante estudio de potenciales de ahorro por aprovechamiento energético de residuos. Sancti Spíritus: Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez"; 2010.
33. Garit Campos CA. Gestión total eficiente de la energía. Aprovechamiento de los potenciales de generación.Central Azucarero Heriberto Duquesne”. Remedios. Villa Clara. Santa Clara: Universidad Central de Las Villas; 2009.
34. Garmendia López ES. Caracterización Energética del Hospital Pediátrico Docente José Luis Miranda. Santa Clara, Cuba: Universidad Central de Las Villas; 2011.

35. Gil Santos JC. Propuesta para electrificación y mejora de la calidad de vida, en la comunidad rural "Yayabo Arriba", provincia de Sancti Spíritus, Cuba. Sancti Spíritus: Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez"; 2010.
36. González Leyva J. Gestión Eficiente de la energía en la Fábrica de Cigarros Ramiro Lavandero. Santa Clara: Universidad Central de las Villas; 2009.
37. González Pérez JG. Mejoras en la eficiencia energética del Matadero de Aves aplicando la Tecnología de Gestión Total. Sancti Spíritus: Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez"; 2010.
38. Gustabello Sánchez R. Mejoramiento de la eficiencia energética en el Instituto de Biotecnología de las Plantas. Santa Clara: Universidad Central de las Villas; 2009.
39. Hany Elrefaei HE. A Methodology for Deriving a Renewable Energy Market Competence Index with Application to CSP Technology. Giza, Egypt: Cairo University; 2012.
40. Hernández J, León R, Ambrosio A. Diagnóstico energético y elaboración de propuestas de uso eficiente de energía eléctrica para una institución educativa. Impulso. 2005.
41. Hernández Sampier R. Metodología de la Investigación I. La Habana, Cuba.2004. 475 p.
42. Herrera M. Entrevista a funcionario del MES. In: Labrada R, editor. 2014.
43. Horta Luis A. Indicadores de Políticas Públicas en materia de Eficiencia Energética en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: 2010.
44. Hrustic A. A simplified energy management system towards increased energy efficiency in SMEs. World Renewable Energy Congress; Linkoping, Sweden.2011.
45. IDAE. Análisis del consumo energético del sector residencial en España. España: IDAE, Estudios DdPy; 2011 16-7-11. Report No.
46. Intarajinda R. Feasible Study of Integrated Energy Management. System with International Organization for Standardization in Thailand. GMSARN International Journal. 2010.

47. ISO. ISO/FDIS 50 001: 2011 Energy management systems. Requirements with guidance for use. International Organization for Standardization; 2010.
48. Laiton Romero N. Viabilidad técnica y operativa para implementar un sistema de gestión energética (SGE) en una refinería de Colombia basado en la metodología del estándar ISO 50 001. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2013.
49. Leiva Moscoso SR. Implementación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía en la Planta de hielo, Sancti Spíritus. Sancti Spíritus: Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez"; 2010.
50. Llorach F. Monitores Vs. LCD. 2005.
51. Lloyd's Register. Global Energy Management Systems. ISO 50 001. 2012. Septiembre de 2013. Available from: http://www.pwc.com/mx/es/post-eventos/archivo/2012-07-Foro-de-Gestion-Energetica-ISO-50_001-2.pdf.
52. López J, Fundora P. Energía, medio ambiente y sociedad: una experiencia interdisciplinaria en la montaña. Universidad y Sociedad. 2011.
53. Lozano Jiménez M. La implementación de la norma UNE EN-ISO 50 001 en edificios de uso administrativo. Sevilla: Universidad de Sevilla; 2013.
54. Madariaga Segovia DA. Diseño e implementación de indicadores de desempeño energético para Empresa de Telecomunicaciones. Santiago de Chile: Universidad de Chile; 2013.
55. MAPFRE. Guía Práctica para la Implantación de un Sistema de Gestión Energética. Henares, España: MAPFRE; 2011.
56. Méndez García A, Ibáñez Martínez L. Gestión eficiente del consumo de electricidad en la Universidad de Ciego de Ávila. Monografías [Internet]. 13 de enero de 2015. Available from: <http://www.monografias.com/trabajos56/disminucion-consumo-electricidad/disminucion-consumo-electric>.
57. Merino Cabrera M. Evaluación de alternativas de ahorro de portadores energéticos de la UEB agropecuaria "Ramón Ponciano". Sancti Spíritus: Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez"; 2010.

58. MES. Análisis Económico Diciembre. La Habana: 2014.
59. Microsoft®. Enciclopedia Encarta: Medio ambiente.2008.
60. MINEM. Cuba apuesta por una energía más limpia, diversa y eficiente. Cubadebate. 2014.
61. MINEM. Informe Final de Supervisión al Consumo y Control de Portadores Energéticos. UEB Provincial de Uso Racional de la Energía, 2013.
62. Miyashiro Pérez L. Procedimiento para la mejora de procesos que intervienen en el consumo de combustible. Ingeniería Industrial. 2009.
63. Molina Velasteguí PF. Levantamiento, rediseño y auditoría energética para la factibilidad de implantación de la norma ISO 50 001 en el sector de termoplásticos de la empresa "Plasticaucho Industrial" S.A. Latacunga: Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE; 2014.
64. Obando Llan-Llán KA. Análisis y evaluación para la determinación de la Eficiencia Energética en una piscicultura. Puerto Montt: Universidad Austral de Chile; 2013.
65. Oca Morales T. Investigación sobre gestión energética en la Empresa Pesquera PESCASPIR. Sancti Spíritus: Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez"; 2010.
66. ONUDI. Manual del Estudiante. Guía Práctica para Implementar un Sistema de Gestión Energética. Viena, Austria.2011.
67. Pérez Martín D. XI Seminario Nacional de Energía en apoyo a la toma de decisiones (SENAE). Renovablecu. 2013.
68. Pérez Rodríguez MR. Elaboración e implementación de manual para la norma ISO 140001: Universidad Tecnológica de Querétaro; 2014.
69. Quispe EC, Castrillon RP, Campos JC, Urhan M, editors. El modelo de gestión energética colombiano: desarrollo, experiencias y resultados de aplicación y perspectivas futuras de desarrollo. IX Congreso Nacional y IV Internacional de Ciencias y Tecnología del Carbón y Combustibles alternativos; 2011; Santiago de Cali, Coñombia.

70. Ramírez D, Luyando J, Flores D. Determinantes del consumo de energía eléctrica residencial de la Zona Metropolitana de Monterrey, Nuevo León, en México. *Universidad & Empresa*. 2012:79-98.
71. Rampe T, Heinzl A, editors. A New Reactor Concept for the Steam Reforming of Bio-ethanol to Produce Hydrogen Rich Gas for a CHP-Unit based on a PEMFC Technology. 2nd World Biomass Conference-Biomass for Energy; 2004; Roma: Industry and Climate Protection.
72. Reding E. *Micrisoft Excel 2000.2007*. 240 p.
73. Rivera Valdez J. Implementación de un Sistema de Calidad Nuclear en una empresa que trabaja bajo la norma ISO. Ciudad de México, Distrito Federal.: Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas; 2012.
74. Rodríguez Esquivel J. Implementación de la Tecnología de Gestión Total y Eficiente de la Energía en la Central Eléctrica de Fuel Oil de Sancti Spíritus. Sancti Spíritus: Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez"; 2010.
75. Ruiz Perdomo R. Aplicación del Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía en la Tenería "Patricio Lumumba". Santa Clara, Cuba: Universidad Centralde Las Villas; 2009.
76. Segovia Bonilla MO. Empresa de servicios de ingeniería para la implementación de soluciones de eficiencia energética. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2013.
77. Sevilleja Aceituno D. Eficiencia energética en el sector industrial. Leganés: Universidad Carlos III de Madrid; 2011.
78. Stoddard SJ. *Project Process Mapping: Evaluation, Selection, Implementation, and Assessment of Energy Cost Reduction Opportunities in Manufacturing*. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology; 2012.
79. UCC. ISO 50 001 software helps University get certified in record time-A world first. UCC.
80. UCC. Buildings and Estates Energy/Septiembre de 2013. Available from: http://www.ucc.ie/en/build/energy/iso50_001.

81. UCC. Energy Policy Marzo de 2014. Available from: <http://www.ucc.ie/en/build/energy/uccenergypolicy/UCCEnergyPolicy.pdf>.
82. UCC. Edificios y patrimonio. La energía y el consumo de agua en el campus principal de la UCC Octubre de 2013. Available from: <http://www.ucc.ie/en/build/energy>.
83. UCLA. Sustainability. What is Sustainability? Julio 2013. Available from: <http://www.sustain.ucla.edu/article.asp?parentid=5>.
84. UCLA. Sustainability. Diciembre de 2014. Available from: <http://www.sustain.ucla.edu>.
85. UCLA. Informe anual sobre la política de sostenibilidad de la UCLA. Los Angeles.
86. UCLA. UCLA Sostenible, Programas de Eficiencia Energética para ahorrar hasta 21 millones de dólares por año. Available from: <http://www.sustain.ucla.edu/news/article.asp?parentid=11597>.
87. UCLA. Plan Estratégico de Sostenibilidad de UCLA-2009/2010. Los Angeles.: 2009.
88. Universidad de Brown. Programa “Brown is Green” de la Universidad de Brown. Available from: <http://www.brown.edu/about/brown-is-green>.
89. Universidad de Brown. Program Brown is Green.
90. Universidad de Brown. Diseño y construcción de edificios de alto rendimiento”. Departamento de Gestión de las Instalaciones de la Universidad de Brown.
91. Universidad de Brown. Sustainable Food Initiative (SuFI) Diciembre de 2013. Available from: http://students.brown.edu/sufi/Brown_University_Sustainable_Foods_Initiative/Home.html.
92. Universidad de California. Sustainable Practices Policy. Universidad de California.

93. Urrutia Torres L, González Olredo G. Metodología de la Investigación Social I. La Habana, Cuba.2003. 251 p.
94. UW-Madison. Oficina de Sustentabilidad/Operaciones del campus. Octubre de 2014. Available from: <http://sustainability.wisc.edu/campus-operations>.
95. UW-Madison. Office of Sustainability. Mission, Vision and guiding principles. Available from: <http://sustainability.wisc.edu/about/mission-and-vision>.
96. UW-Madison. Office of Sustainability. Available from: <http://sustainability.wisc.edu/about>.
97. UW-Madison. Programa de conservación. NOSOTROS CONSERVAMOS-Universidad de Wisconsin Madison. Available from: <http://conserve.wisc.edu>.
98. UW-Madison. Informe Final de la Iniciativa de sustentabilidad de la Universidad de Wisconsin. 2010.
99. UW-Madison. Reporte de Sostenibilidad de la Universidad de Wisconsin-Reporte 2011. Indicadores. 2011.
100. Yero Echemendía L. Rediseño del Sistema de Alumbrado de la Fábrica de Cigarros Ramiro Lavadero. Santa Clara: Universidad Central de Las Villas; 2009.
101. Zerquera R. Potenciales de ahorro de electricidad en el sector estatal de la provincia de Sancti Spíritus. Sancti Spíritus: UNISS; 2015.

ANEXOS

Anexo I: Análisis de estructura de gastos corrientes de la UNISS en el año 2014.

Fuente: Elaboración propia.

Partidas	Gastos (Miles de pesos)	%	% Acumulado
Fuerza de trabajo	8 922,3	71,6	71,6
Bienes y servicios	1 987,4	16,0	87,6
Materias primas	836,3	6,7	94,3
Servicios personas naturales	459,6	3,7	98,0
Portadores energéticos	199,8	1,6	99,6
Servicios de mtto. y reparación	54,5	0,4	100
TOTAL	12 459,9	100	

Anexo II: Consumo de portadores energéticos en la UNISS para el año 2013.

Fuente: Elaboración propia.

Mes	Electricidad	GLP	Diésel	Gasolina
	kWh	t	L	L
Enero	22 242	2,100	2 503	2 705
Febrero	21 882	2,100	3 382	2 977
Marzo	22 420	2,100	3 050	3 077
Abril	23 010	2,100	2 670	3 277
Mayo	26 734	2,085	2 870	3 667
Junio	25 346	2,100	2 561	3 387
Julio	23 380	1,965	3 496	3 746
Agosto	17 972	1,675	3 256	3 308
Septiembre	25 544	1,965	2 897	3 517
Octubre	25 045	1,975	2 961	4 037
Noviembre	26 379	2,100	3 343	3 757
Diciembre	21 443	2,660	2 785	2 662

Anexo III: Consumo de portadores energéticos en la UNISS para el año 2014.

Fuente: Elaboración propia.

Mes	Electricidad	GLP	Diésel	Gasolina
	kWh	t	L	L
Enero	19 766	1,795	2 355	2 959
Febrero	21 855	1,750	2 550	2 807
Marzo	22 923	1,670	2 463	2 935
Abril	23 282	1,670	2 042	2 706
Mayo	24 835	1,670	2 527	2 916
Junio	24 825	1,670	2 633	2 866
Julio	22 240	1,580	2 254	3 325
Agosto	18 071	1,500	2 375	2 606
Septiembre	22 336	2,095	2 626	3 216
Octubre	24 553	2,065	2 687	3 316
Noviembre	19 880	2,100	3 072	3 216
Diciembre	17 597	2,085	2 362	2 356

Anexo IV: Estructura de los portadores energéticos consumidos en el año 2013.

Fuente: Elaboración propia.

Portadores	TCC	%	% Acumulado
Electricidad	775,7	90,5	90,5
Diésel	34,4	4,0	94,5
Gasolina	26,0	3,0	97,5
GLP	21,4	2,5	100
Total	857,5	100	

Anexo V: Estructura de los portadores energéticos consumidos en el año 2014.

Fuente: Elaboración propia.

Portadores	TCC	%	% Acumulado
Electricidad	744,9	91,3	91,3
Diésel	29,4	3,6	94,9
Gasolina	22,8	2,8	97,7
GLP	18,6	2,3	100
Total	807,279	100	

Anexo VI: Consumo de electricidad de la UNISS en el año 2014.

Fuente: Elaboración propia.

Centro	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Residencia E.	7 031	8 304	8 964	8 945	9 022	10 000	9 981	10 000	8 916	9 960	8 236	7 415
Docente I	5 892	6 530	6 760	6 699	7 770	7 315	6 514	3 996	7 168	7 318	5 683	4 929
Docente II	2 376	2 529	2 554	2 760	2 841	2 370	2 161	1 812	2 982	3 330	2 689	2 504
Docente III	959	1 261	1 400	1 333	1 537	1 539	885	619	652	390	437	458
FAME	1 157	1 025	952	1 134	1 035	1 038	584	447	0	1 012	597	414
El Castillito	546	413	551	519	501	454	245	0	325	444	420	255
Yaguajay	403	380	394	354	400	447	400	100	450	406	444	350
Cabaiguán	258	258	260	240	280	303	250	94	280	283	261	249
Comedor FAME	274	197	216	320	372	286	194	0	403	276	212	107
Fomento	230	202	222	227	223	214	239	87	253	287	198	182
Docente IV	136	147	165	157	279	235	180	242	214	230	192	203
Trinidad	116	177	137	177	162	161	181	85	201	234	214	181
La Sierpe	156	146	149	140	158	149	149	81	187	210	113	145
Casa de visita	100	68	56	100	65	100	200	369	68	0	0	0
Taguasco	59	97	77	82	86	116	0	129	120	76	88	109
C.F. Fomento	53	101	98	75	84	78	77	0	97	77	76	76
Trinidad (Lab.)	20	20	20	20	20	20	0	10	20	20	20	20

Anexo VII: Datos de los metros contadores de los centros de la UNISS.

Fuente: Elaboración propia.

Centro	Ruta	Folio	Tarifa
Residencia E.	H4	0571	B1
Docente I	H4	0171	B1
Docente II	H2	0035	B1
Docente III	P1	0640	B1
FAME	P1	4840	M1C
El Castillito	P1	4900	M1C
Yaguajay	P1	0055	B1
Cabaiguán	P1	0327	B1
Comedor FAME	P1	4920	M1C
Fomento	P0	2385	B1
Docente IV	P0	0165	B1
Trinidad	P1	0980	B1
La Sierpe	P1	3140	B1
Casa de visita	P1	1690	B1
Taguasco	P0	2600	B1
C.F. Fomento	P0	2125	M1C
Trinidad (Lab.)	P1	0620	B1

Anexo VIII: Datos para el gráfico de control de electricidad en 2013.

Fuente: Elaboración propia.

Mes	kWh	Promedio	Desviación Estándar	X-3D	X+3D
Enero	22 242	23 449,75	2 506,38	15 930,618	30 968,882
Febrero	21 882	23 449,75	2 506,38	15 930,618	30 968,882
Marzo	22 420	23 449,75	2 506,38	15 930,618	30 968,882
Abril	23 010	23 449,75	2 506,38	15 930,618	30 968,882
Mayo	26 734	23 449,75	2 506,38	15 930,618	30 968,882
Junio	25 346	23 449,75	2 506,38	15 930,618	30 968,882
Julio	23 380	23 449,75	2 506,38	15 930,618	30 968,882
Agosto	17 972	23 449,75	2 506,38	15 930,618	30 968,882
Septiembre	25 544	23 449,75	2 506,38	15 930,618	30 968,882
Octubre	25 045	23 449,75	2 506,38	15 930,618	30 968,882
Noviembre	26 379	23 449,75	2 506,38	15 930,618	30 968,882
Diciembre	21 443	23 449,75	2 506,38	15 930,618	30 968,882

Anexo IX: Datos para el gráfico de control de electricidad en 2014.

Fuente: Elaboración propia.

Mes	kWh	Promedio	Desviación Estándar	X-3D	X+3D
Enero	19 766	21 846,92	2 509,07	14 319,692	29 374,141
Febrero	21 855	21 846,92	2 509,07	14 319,692	29 374,141
Marzo	22 923	21 846,92	2 509,07	14 319,692	29 374,141
Abril	23 282	21 846,92	2 509,07	14 319,692	29 374,141
Mayo	24 835	21 846,92	2 509,07	14 319,692	29 374,141
Junio	24 825	21 846,92	2 509,07	14 319,692	29 374,141
Julio	22 240	21 846,92	2 509,07	14 319,692	29 374,141
Agosto	18 071	21 846,92	2 509,07	14 319,692	29 374,141
Septiembre	22 336	21 846,92	2 509,07	14 319,692	29 374,141
Octubre	24 553	21 846,92	2 509,07	14 319,692	29 374,141
Noviembre	19 880	21 846,92	2 509,07	14 319,692	29 374,141
Diciembre	17 597	21 846,92	2 509,07	14 319,692	29 374,141

Anexo X: Estudiantes Equivalentes calculados en 2014.

Fuente: Elaboración propia.

Mes	Trabajadores	Becados	Diurno	Por encuentro	Estudiantes Equivalentes
Enero	757	267	486	662	1 587,10
Febrero	752	267	486	662	1 582,10
Marzo	751	267	486	662	1 581,10
Abril	753	267	486	662	1 583,10
Mayo	746	267	486	662	1 576,10
Junio	749	267	486	662	1 579,10
Julio	747	267	486	662	1 577,10
Agosto	741	267	486	662	1 571,10
Septiembre	741	173	357	349	1 286,45
Octubre	741	173	357	349	1 286,45
Noviembre	748	173	357	349	1 293,45
Diciembre	750	173	357	349	1 295,45

Anexo XI: Estratificación del consumo por equipos en la Residencia Estudiantil en 2014.

Fuente: Elaboración propia.

Categoría	Denominación	Potencia (W)	Horas al día	Días al año	Cantidad	Consumo al año (kWh)
Audiovisuales	Televisor 21"	100	2	100	1	20,00
				150	1	30,00
				226	1	45,20
			4	150	10	600,00
				200	30	2 400,00
				350	1	140,00
Bombeo	Bomba 1 HP	750	2	226	1	339,00
	Bomba 2 HP	1 492	6	226	1	2 023,15
Climatización	Acondicionador de aire 6000 BTU/h	754,8	5	150	5	2 830,50
	Acondicionador de aire 9000 BTU/h	1 251,5	5	150	3	2 815,88
	Acondicionador de aire 12000 BTU/h	1 770,7	3	150	1	796,82
			5	150	5	6 640,13
	Acondicionador de aire 24000 BTU/h	2 346	5	226	1	2 650,98

	Ventilador de mesa	40	4	200	1	32,00	
			6	226	2	108,48	
			8	226	2	144,64	
				364	1	116,48	
	Ventilador de pared 16"	50	2	360	3	108,00	
			5	226	1	56,50	
			6	222	1	66,60	
				226	3	203,40	
			8	226	2	180,80	
	Ventilador de pedestal	40	2	226	1	18,08	
			4	200	1	32,00	
				226	3	108,48	
			6	222	1	53,28	
				226	3	162,72	
	8	226	13	940,16			
	Ventilador de techo	247,4	3	226	1	167,74	
	Iluminación	Lámpara 18 W	18	0,5	226	1	2,03
				2	150	10	54,00
					220	28	221,76
226					2	16,27	
365					1	13,14	
4				200	1	14,40	
5				200	2	36,00	
8				226	5	162,72	
12				220	7	332,64	
				365	1	78,84	
22				360	3	427,68	
Lámpara 32 W				32	5	226	2
		6	200		1	38,40	
			220		52	2 196,48	
		8	200		2	102,40	
			226		29	1 677,82	
		9	150		20	864,00	
12		220	6	506,88			
		226	4	347,14			

			20	360	20	4 608,00	
Informáticos	Computadora de escritorio	150	4	100	3	180,00	
				226	3	406,80	
			5	226	3	508,50	
			6	200	14	2 520,00	
				222	1	199,80	
			8	226	23	6 237,60	
	Impresora cinta	50	0,0833	50	1	0,21	
			0,1667	226	2	3,77	
			0,25	180	7	15,75	
			0,0833	100	1	0,42	
				150	1	0,63	
			0,25	226	1	2,83	
	Impresora laser	342	0,0833	150	2	8,55	
0,25			226	1	19,32		
Refrigeración	Bebedero (1/4 ton)	70	18	300	1	378,00	
				360	1	453,60	
	Caja de agua (1/2 ton)	1 756	24	150	1	6 321,60	
			10	210	2	7 375,20	
	Freezer	375	24	226	1	2 034,00	
			250	24	364	4	8 736,00
			650	24	364	2	11 356,80
			212	24	364	1	1 852,03
	Nevera	902	24	364	1	7 879,87	
	Nevera 0,8 kW	800	24	364	1	6 988,80	
	Refrigerador	150	24	150	5	2 700,00	
210				1	756,00		
260				1	936,00		

Anexo XII: Estratificación del consumo por equipos en el Docente I en 2014.

Fuente: Elaboración propia.

Categoría	Denominación	Potencia (W)	Horas al día	Días al año	Cantidad	Consumo al año (kWh)
Audiovisuales	Televisor 21"	100	1	50	5	25,00
			2	50	1	10,00
				150	3	90,00
			4	226	1	90,40
Bombeo	Bomba	1 492	2	150	1	447,60
Climatización	Acondicionadores de aires 6000 BTU/h	754,8	4	150	1	452,88
				200	1	603,84
			5	150	1	566,10
	Acondicionadores de aires 12000 BTU/h	1 770,7	5	150	1	1 328,03
				6	150	1
			226		2	4 802,14
			364	2	7 734,42	
	Acondicionadores de aires 18000 BTU/h	2 250	4	150	3	4 050,00
				226	1	2 034,00
	Acondicionadores de aires 24000 BTU/h	2 346	4	100	1	938,40
				150	1	1 407,60
	Acondicionadores de aires 36000 BTU/h	3 835,2	5	150	1	2 876,40
	Ventilador de mesa	40	4	150	2	48,00
				226	2	72,32
			8	150	3	144,00
	Ventilador de pared	50	4	150	12	360,00
				200	1	40,00
			8	150	2	120,00
	226	1		90,40		
	Ventilador de pedestal	40	4	100	1	16,00
150				7	168,00	
200				2	64,00	
226				3	108,48	
8			150	1	48,00	
			226	2	144,64	
Iluminación	Lámpara 32 W	32	4	100	5	64,00
				150	15	288,00
				200	32	819,20
				220	5	140,80
			6	220	15	633,60
			8	150	25	960,00

				220	1	56,32
				300	5	384,00
			12	365	3	420,48
Informáticos	Computadora de escritorio	150	4	50	1	30,00
				100	58	3 480,00
				150	54	4 860,00
			6	150	9	1 215,00
				226	1	203,40
			8	150	1	180,00
				200	41	9 840,00
		226	23	6 237,60		
	Escáner	150	0,167	50	1	1,25
	Fotocopiadora	500	0,083	50	1	2,08
			0,167	50	5	20,83
	Impresora cinta	50	0,083	50	4	0,83
0,167			50	13	5,42	
Impresora laser	342	0,083	50	2	2,85	
		0,167	50	8	22,80	
	1 000	0,167	50	1	8,33	
Impresora riso	500	0,083	20	1	0,83	
Refrigeración	Caja de agua	1 756	18	226	1	7 143,41
	Refrigerador	150	18	226	3	1 830,60

Anexo XIII: Estratificación del consumo por equipos en el Docente II en 2014.

Fuente: Elaboración propia.

Categoría	Denominación	Potencia (W)	Horas al día	Días al año	Cantidad	Consumo al año (kWh)
Audiovisuales	Televisor 21"	100	2	50	9	90,00
Bombeo	Bomba	447,6	2	150	1	134,28
Climatización	Acondicionador de aire 6000 BTU/h	754,8	4	150	1	452,88
			5	100	1	377,40
				150	1	566,10
	Split 12000 BTU/h	1 256,6	6	140	1	1 055,54
	Acondicionador de aire 12000 BTU/h	1 770,7	4	20	1	141,66
			6	150	1	1 593,63
	Acondicionador de aire 18000 BTU/h	2 250	4	20	1	180,00
				200	2	3 600,00
Ventilador de mesa	40	6	100	7	168,00	
Ventilador de pared	50	6	100	5	150,00	

	Ventilador de pedestal	40	6	100	4	96,00
Iluminación	Lámpara 7 W	7	8	150	5	42,00
	Lámpara 18 W	18	4	150	2	21,60
	Lámpara 32 W	32	1	100	4	12,80
			3	200	10	192,00
			4	150	36	691,20
			6	100	5	96,00
				150	6	172,80
			Lámpara 36 W	36	2	70
	100	2				14,40
	4	25			6	21,60
		150			35	756,00
	5	50			6	54,00
	6	150			56	1 814,40
	10	365	2	262,80		
Lámpara 40 W	40	6	75	11	198,00	
Lámpara 250 W	250	10	365	4	3 650,00	
Informáticos	Computadora de escritorio	150	4	100	3	180,00
				150	17	1 530,00
				200	1	120,00
			5	150	18	2 025,00
			6	150	32	4 320,00
				220	6	1 188,00
	24	360	2	2 592,00		
	Escáner	150	0,083	50	4	2,50
	Fotocopiadora	500	0,083	75	4	12,50
	Impresora cinta	50	0,083	50	1	0,21
				55	1	0,23
				70	5	1,46
				100	2	0,83
Impresora laser	342	0,083	60	5	8,55	
	1 000	0,083	60	1	5,00	
Refrigeración	Dispensador de agua	750	8	150	1	900,00
	Caja de agua	1 756	4	150	1	1 053,60

Anexo XIV: Consumo promedio de electricidad por equipos en la Residencia Estudiantil de la UNISS en el año 2014.

Fuente: *Elaboración propia.*

Equipos	Consumo	%	% Acumulado
Refrigeración	57 768	55,8	55,8
Climatización	18 234	17,6	73,4
Iluminación	11 773	11,4	84,8
Informáticos	10 104	9,8	94,6
Audiovisuales	3 235	3,1	97,7
Bombeo	2 362	2,3	100
Total	103 476	100	

Anexo XV: Consumo promedio de electricidad por equipos en el Docente I de la UNISS en el año 2014.

Fuente: *Elaboración propia.*

Equipos	Consumo	%	% Acumulado
Climatización	30 936	43,9	43,9
Informáticos	26 111	37,1	81,0
Refrigeración	8 974	12,7	93,7
Iluminación	3 767	5,4	99,1
Bombeo	448	0,6	99,7
Audiovisuales	215	0,3	100
Total	70 451	100	

Anexo XVI: Consumo promedio de electricidad por equipos en el Docente II de la UNISS en el año 2014.

Fuente: *Elaboración propia.*

Equipos	Consumo	%	% Acumulado
Informáticos	11 986	39,2	39,2
Climatización	8 381	27,5	66,7
Iluminación	8 010	26,2	92,9
Refrigeración	1 954	6,4	99,3
Bombeo	134	0,4	99,7
Audiovisuales	90	0,3	100
Total	30 555	100	

Anexo XVII: Comparación de los tubos fluorescentes con los tubos de LED.

Fuente: “Potenciales de ahorro de electricidad en el sector estatal de la provincia de Sancti Spíritus”, de Raúl Zerquera (2015).

Indicador	Fluorescentes	LED
Lámparas	FLF T8 E32 W850	T8-120-328W
Potencia (W)	32	18
Costo Luminaria (\$)	1,35	10
Eficiencia (lm/W)	89	80
Flujo Luminoso (lm)	2 850	2 000
Vida útil (h)	10 000 – 12 000	50 000
Temperatura del color (°K)	5 000	6 000 – 6 500

Anexo XVIII: Comparación de las lámparas de vapor de mercurio con las luminarias LED.

Fuente: “Potenciales de ahorro de electricidad en el sector estatal de la provincia de Sancti Spíritus”, de Raúl Zerquera (2015).

Indicador	Vapor de mercurio	LED
Lámparas	Lámpara de vapor de mercurio de alta presión	LED ZT-L103C (AC)
Potencia (W)	250	100
Costo Luminaria (\$)	50	120
Eficiencia (lm/W)	48	≥ 90
Flujo Luminoso (lm)	12 000	≥ 9 000
Vida útil (h)	10 000	50 000
CRI	50	≥ 65

Anexo XIX: Cálculo de cantidad de horas / año promedio de trabajo de los monitores en la Residencia Estudiantil.

Fuente: *Elaboración propia.*

Horas al día	Días al año	Cantidad	Horas/año
4	100	3	1 200
4	226	3	2 712
5	226	3	3 390
6	200	14	16 800
6	222	1	1 332
8	226	23	41 584
Total		47	67 018

Anexo XX: Cálculo de cantidad de horas / año promedio de trabajo de los monitores en el Docente I.

Fuente: *Elaboración propia.*

Horas al día	Días al año	Cantidad	Horas/año
4	50	1	200
4	100	58	23 200
4	150	54	32 400
6	150	9	8 100
6	226	1	1 356
8	150	1	1 200
8	200	41	65 600
8	226	23	41 584
Total		188	173 640

Anexo XXI: Cálculo de cantidad de horas / año promedio de trabajo de los monitores en el Docente II.

Fuente: *Elaboración propia.*

Horas al día	Días al año	Cantidad	Horas/año
4	100	3	1 200
4	150	17	10 200
4	200	1	800
5	150	18	13 500
6	150	32	28 800
6	220	6	7 920
24	360	2	17 280
Total		79	79 700

Anexo XXII: Cálculo del promedio de horas / año por monitor en cada centro.

Fuente: Elaboración propia.

Centro	Total de horas/año	Cantidad de monitores	Horas/año por monitor
Residencia Estudiantil	67 018	47	1 425,91
Docente I	173 640	188	923,62
Docente II	79 700	79	1 008,86

Anexo XXIII: Cálculo del consumo promedio anual por tipo de monitor en cada centro.

Fuente: Elaboración propia.

Centro	Tipo	Cantidad	Horas/año	Potencia (W)	Consumo (kWh)
Residencia E.	CRT	37	1 425,91	105	5 540
	LCD	10	1 425,91	30	428
Docente I	CRT	177	923,62	105	17 166
	LCD	11	923,62	30	305
Docente II	CRT	58	1 008,86	105	6 144
	LCD	21	1 008,86	30	636
Σ Consumo					30 219
Σ CRT					28 850

Anexo XXIV: Cálculo del consumo promedio por monitor LCD a comprar y los existentes en cada centro.

Fuente: Elaboración propia.

Centro	Tipo	Cantidad	Horas/año	Potencia (W)	Consumo (kWh)
Residencia E.	LCD	47	1 425,91	30	2 011
Docente I	LCD	188	923,62	30	5 210
Docente II	LCD	79	1 008,86	30	2 392
Σ Total					9 613
Σ LCD nuevos					8 244

Anexo XXV: Demanda Máxima Diaria (DMD) por cada centro para el 2014.

Fuente: Elaboración propia.

Centro	Contratada	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Residencia	40	21	24	24	28	36	37	34	31	27	30	29	32
Docente I	110	33	32	36	34	38	40	38	38	20	34	35	31
Docente II	50	14	12	14	15	16	15	14	14	14	14	19	18

Anexo XXVI: Valoración de los impactos.*Fuente: Elaboración propia.*

Medidas	Técnicos	Económicos	Ambientales	
	Ahorro (kWh)	Ingresos (\$)	Combustible (t)	CO ₂ (t)
Compra de 423 tubos LED de 18 W	8 289	2 155,14	2,0	5,8
Compra de 4 lámparas LED de 100 W	2 190	569,40	0,5	1,5
Compra de 272 monitores LCD	20 606	5 357,56	4,9	14,4
Recontratación de DMD para Docente I	0	5 460,00	0	0
Recontratación de DMD para Docente II	0	2 100,00	0	0
Eliminar tenderas de la FAME	12 600	3 276,00	3,0	8,8
Eliminar consumo de punto de ventas en la Residencia Estudiantil	1 302	338,52	0,3	0,9
Eliminar consumo de punto de ventas en el Docente I	1 302	338,52	0,3	0,9
Total	46 289	19 595,14	11,1	32,4

Anexo XXVII: Cálculo de ingresos por ventas de equipamiento sustituido*Fuente: Elaboración propia.*

Elemento	Total	% Roturas	Cantidad real	Precio	Moneda	Importe
Tubos fluorescentes de 32 W	423	5	401	5	Pesos	2 005
Monitores CRT	272	5	258	25	CUC	6 450
					MT	8 455

Anexo XXVIII: Proyectos.*Fuente: Elaboración propia.*

Nº	Proyecto
1	Conjunto de medidas organizativas evaluadas que generan ahorro.
2	Proyecto de compra y sustitución de tubos FLF T8 E32 W850 (fluorescentes) por tubos T8-120-328W (LED).
3	Proyecto de compra y sustitución de lámparas de vapor de mercurio por lámparas LED ZT-L103C.
4	Proyecto de compra y sustitución de monitores CRT por LCD.

Anexo XXIX: Combinación de proyectos para visualizar los escenarios posibles.

Fuente: Elaboración propia.

- ↗ Proyecto # 1 + Proyecto # 2
- ↗ Proyecto # 1 + Proyecto # 3
- ↗ Proyecto # 1 + Proyecto # 4
- ↗ Proyecto # 1 + Proyecto # 2 + Proyecto # 3
- ↗ Proyecto # 1 + Proyecto # 2 + Proyecto # 4
- ↗ Proyecto # 1 + Proyecto # 3 + Proyecto # 4
- ↗ Proyecto # 1 + Proyecto # 2 + Proyecto # 3 + Proyecto # 4 (todos)

Anexo XXX: Resultados de la valoración de las situaciones posibles.

Fuente: Elaboración propia.

Escenarios	Inversión	Ahorro eléctrico	Ingresos (10 años)	Gastos (10 años)	VAN (\$)	TIR (%)	PRI (años)	Fuel oil ahorrado (t)	CO2 no emitido (t)
1 + 2	4 230,00	234 930	138 686,80	26 486,20	42 206,64	176	0,51	5,6	16,4
1 + 3	480,00	173 940	120 824,40	3 796,00	46 805,91	1 523	0,07	4,2	12,2
1 + 4	13 056,00	358 100	175 156,00	21 434,40	52 650,77	78	0,96	8,6	25,1
1 + 2 + 3	4 710,00	256 830	144 380,80	30 282,20	42 575,16	159	0,56	6,2	18,0
1 + 2 + 4	17 286,00	440 990	198 712,40	47 920,60	48 420,02	55	1,31	10,6	30,9
1 + 3 + 4	13 536,00	380 000	180 850,00	25 230,40	53 019,29	75	0,98	9,1	26,6
1 + 2 + 3 + 4	17 766,00	462 890	204 406,40	51 716,60	48 788,55	54	1,34	11,1	32,4

Anexo XXXI: Resultados de la valoración de las situaciones posibles.

Fuente: Elaboración propia.

Centro	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Residencia E.	0,84	0,85	0,87	0,90	0,89	0,89	0,92	0,91	0,92	0,90	0,88	0,88
Docente I	0,95	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	0,87	1,00	1,00
Docente II	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00