

*TESIS EN OPCIÓN AL GRADO ACADÉMICO
DE
MASTER EN EFICIENCIA ENERGÉTICA*

*Título: Análisis de los indicadores de desempeño
energético en los Centro de Educación Superior en
Cuba adscriptos al MES*

Autor: Ing. Miguel Pelayo García Fernández.

*Tutores: Dr. Mario Ignacio Herrera Prat.
Dr. Vladimir Sousa Santos.*

“Año 56 de la Revolución”

Cienfuegos, 2014.

RESUMEN

Actualmente más del 81% de la energía en el mundo depende de los combustibles fósiles, provocando la elevación de sus precios en el mercado internacional haciéndose insostenibles para la mayoría de los países, lo que conlleva a su agotamiento cercano poniendo en peligro la sostenibilidad ambiental del planeta. El uso eficiente de los combustibles fósiles constituye una gran fuente de energía renovable y en escenarios futuros constituirá el 20% de la matriz energética en el mundo. Ante este problema la eficiencia energética en el mundo se está integrando en la política de todos los países de una manera u otra. El trabajo se enmarca en la temática de la eficiencia energética referido a la aplicación de la NC ISO 50001 en el Ministerio de Educación Superior, con el objetivo de lograr un mayor desempeño energético en sus entidades, con el precedente de la utilización del Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía (SGTEE), el cual complementa la aplicación de la norma a partir de los procedimientos y herramientas desarrolladas como parte de la tecnología del mismo. En el modelo de sistema de gestión de la energía de la norma ISO 50001, la planificación es la segunda etapa y dentro de esta constituye un punto fundamental la determinación de los indicadores de desempeño energético. En el estudio se determinaron los indicadores por tipo de portador energético, nivel de actividad y uso final de los mismos, para lograr esto se analizaron datos estadísticos de consumo de portadores energéticos en 9 años en todas las entidades del MES. En la estructura de consumo así obtenida, los CES resultan los mayores consumidores con un 67.6%, y dentro de los mismos la energía eléctrica aparece como el de mayor consumo con 72.02%, le sigue en orden descendente el diesel, el fuel oil y la gasolina. En el caso de los combustibles se determinan los niveles de actividad, los indicadores de desempeño por actividad y se caracteriza el equipamiento utilizado, no así en la energía eléctrica, ya que el establecimiento de un índice de desempeño energético en el consumo de la misma en instalaciones universitarias no tiene la tradición que en la industria o el transporte, y las actividades finales de los CES son diversas, y por lo general con un alto nivel de imbricación entre si, en este caso se propone la determinación de índices a través de modelos multifactoriales.

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
Capítulo I. El uso de la energía en el mundo.	6
1.1. La eficiencia energética en el mundo.	7
1.2. Estado actual de los Programas de Eficiencia en el uso de Portadores Energéticos en el mundo.	15
1.2. Programas de eficiencia energética en Cuba.	19
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA METODOLÓGICA.	26
2.1. Fundamentos teóricos metodológicos de la gestión energética según la NC5001.	27
2.2. Fundamentos teóricos metodológicos del SGTEE.	30
2.3 Principios en la gestión del consumo de energía eléctrica.	34
2.4 Principios de la gestión en el consumo de los combustibles.	36
2.4.1. Principios de la gestión del combustible para tractores y equipos agrícolas.	37
2.5 Metodología estadística.	42
III. CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO Y DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO	44
3.1. Caracterización del consumo de portadores energéticos en el MES.	45
3.2. Caracterización e índice de desempeño energético en los combustibles diesel y gasolina.	53
3.3 Caracterización e índices de desempeño energético para tractores y equipos agrícolas.	59
3.4. Caracterización e índices de desempeño energético en el consumo de combustible FUEL OIL.	63
3.5. Índices de desempeño energético en la energía eléctrica.	68
CONCLUSIONES GENERALES	80
RECOMENDACIONES	81
Bibliografía	82

INTRODUCCIÓN

Actualmente existe un fuerte consenso científico que el clima global será alterado como resultado del aumento de gases relacionados con el efecto invernadero incidiendo en ello los gases producto de la combustión de los combustibles fósiles usados en la obtención de energía.

Más del 81% de esta energía en el mundo depende de los combustibles fósiles, provocando la elevación de sus precios en el mercado internacional haciéndose insostenibles para la mayoría de los países, lo que conlleva a su agotamiento cercano poniendo en peligro la sostenibilidad ambiental del planeta.

Ante este problema la eficiencia energética en el mundo se está integrando a la política de todos los países de una manera u otra, en Europa va a grandes pasos, mientras que en América Latina la eficiencia energética no ha tenido la misma integración que en la región Europea, debido a barreras económicas, financieras y regulaciones que han estado presentes en este continente. También ha fallado el respaldo suficiente de los gobiernos, en ocasiones por desconocimiento, el poco apoyo social y el poder que ejercen sobre el mercado por parte de las empresas de electricidad, gas y petróleo.

No obstante, ya en muchos países de América Latina se han desarrollado programas con diferente intensidad para integrar la eficiencia energética y el uso de las energías renovables a sus políticas. Entre los programas más importantes se encuentran: los programas de CONAE (Comisión Nacional para el Ahorro de Energía) y FIDE (fideicomiso para el ahorro de la energía eléctrica) en México CONAE (2000), PROCEL en Brasil entre otros. En Cuba está el PAEC (Programa de ahorro de electricidad en Cuba) DURE (2007) y la aplicación de las herramientas del Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía (SGTEE) a todas las empresas mayores consumidoras del país, liderado por las universidades a través de la red de eficiencia energética del MES. Este sistema se creó en el Centro de Energía y Medio Ambiente Borroto (2009), (CEEMA), de la Universidad de Cienfuegos, (UCF), en el año 1994 y a partir del año 2002 el Ministerio de Educación Superior lo comienza a aplicar y posteriormente generalizó en los 17 CES, ECIT y el resto MES, unos con mas avances que otros. Anualmente se realiza una reunión de la Red Nacional de Eficiencia Energética de MES, que dirige 3 sub Redes Regionales, para el chequeo

del estado de la aplicación del Sistema así como la incorporación de nuevos elementos para el desarrollo del mismo y el intercambio de experiencias. La aplicación de la NC o ISO 50001 que trata sobre la eficiencia energética es tema actual para incorporar nuevos elementos al SGTEE.

El resultado del trabajo de la aplicación del SGTEE en el Ministerio de Educación Superior, ha permitido ahorrar y caracterizar el consumo de los portadores energéticos por actividad y sus índices de consumos. La energía eléctrica constituye el portador energético de mayor consumo y al analizar los índices de consumo se aplican modelos matemáticos por su origen multifactorial, obteniéndose correlaciones en estos mayores al 74%, estos modelos que sustituirán índices de consumos de energía hasta ahora utilizados (EE/kWh) que no correlacionaban. Estos modelos podrán ser utilizados como herramienta en la GTEE relacionada con este portador, evaluaciones sistemáticas de este modelo aportará incrementos en la eficiencia del uso de la energía eléctrica en el MES.

OBJETO: Portadores Energéticos en el Ministerio de Educación Superior.

PROBLEMA: Los Indicadores de desempeño energético no responden adecuadamente a la planificación de los portadores energéticos en los CES.

HIPÓTESIS: La determinación de indicadores de desempeño energético adecuadamente fundamentados en la Educación Superior permitirá una planificación más eficiente de los portadores energéticos en los CES.

OBJETIVO: Determinar indicadores de desempeño energético en la Educación Superior para lograr una planificación en el uso de los portadores energéticos en los CES con un error menor al 10%.

Tareas de investigación:

1. Caracterización de la estructura de consumo de los portadores energéticos en la Educación Superior en Cuba.
2. Determinación de los índices de desempeño energético en los combustibles diesel y gasolina.
3. Determinación de los índices de desempeño energético en los combustibles para tractores y equipos agrícolas.

4. Determinación de los índices de desempeño energético en los combustibles del consumo de fuel oil.
5. Determinación de los índices de desempeño energético en el consumo de energía eléctrica.

NOVEDAD DEL TRABAJO: La determinación de los indicadores de desempeño energético integrando herramientas en la etapa de planificación energética, logra la reducción de los consumos energéticos y la reducción del impacto ambiental en instalaciones de la Educación Superior en el MES.

Capitulo I. El uso de la energía en el mundo.

1.1. La eficiencia energética en el mundo.

1.2 Programas de eficiencia energética en Cuba.

1.3 Diagrama Lógico Estructural.

1.1. La eficiencia energética en el mundo.

La extraordinaria importancia de la conservación de la energía y sus consecuencias sobre la economía y el medio ambiente, nos conduce a reflexionar a que no existe otro camino que no sea un uso eficiente de todos los portadores energéticos y muy especialmente en el empleo de combustibles no renovables. Según Valero (1998), “el conocimiento puede ser recopilado en libros y ser reutilizado de forma indefinida mientras que la energía puede ser utilizada una sola vez... y queda degradada”.

El sector industrial es el usuario principal consumidor de energía en el mundo entero de acuerdo con International Atomic Energy Agency (2005), valorándose generalmente como el uso relativo por unidad de producto, las tendencias de los consumos, la eficiencia de los sistemas, la composición de los productos, los combustibles y las mezclas etc. que en conjunto pueden ser usados para evaluar tendencias en cambios y mejoras tecnológicas en la estructura del sector industrial y subsectores.

En México, según la Comisión Nacional de Ahorro de Energía, CONAE (2007), la tercera parte de la energía utilizada a nivel nacional es consumida por la industria y de esta cerca del 70,0 % proviene de combustibles fósiles, este requerimiento energético demandado por la industria lo conforman principalmente los equipos donde la combustión es directa, como son los calentadores a fuego directo y calderas, estas últimas lo utilizan para la generación de vapor requerido para suministrar trabajo mecánico y calor a los procesos. La industria brasilera es una de las más limpias del planeta con una contribución de más de 80,0% de fuentes renovables de energía según Vilar (2010),

El desarrollo de una economía de eficiencia energética es un desafío difícil para todos los países. El tema del cambio climático, la falta de recursos públicos para invertir en suministro de energía y el eventual agotamiento de los recursos de energía fósil, a largo plazo proveen fuertes incentivos para el intercambio de experiencias sobre políticas para mejorar la eficiencia energética. El Consejo Mundial de la Energía es un foro único que puede ayudar a los países a superar este desafío.

La principal razón para la introducción de las políticas de eficiencia energética relacionadas con los asuntos de largo plazo es el calentamiento global, pero hasta cierto punto el agotamiento de los recursos de petróleo y gas que se prevé entre los años 2030 a 2050. En los países no miembros de La Organización para la Cooperación y el Desarrollo

Económico, (OCDE), la eficiencia energética también es un modo de aliviar las limitaciones de inversión sobre el lado de la oferta. Desde el año 2000 con el pronunciado aumento en el precio del petróleo, muchos países, especialmente los menos desarrollados están enfrentando limitaciones macroeconómicas y dentro de ellos Cuba. (Lapillonne, 2008)

Ante este problema la eficiencia energética en el mundo se está integrando a la política de todos los países de una manera u otra, en Europa va a grandes pasos, mientras que en América Latina la eficiencia energética no ha tenido la misma integración que en la región europea, debido a barreras económicas, financieras y regulaciones que han estado presentes en este continente. También ha fallado el respaldo suficiente de los gobiernos, en ocasiones por desconocimiento, el poco apoyo social y el poder que ejercen sobre el mercado por parte de las empresas de electricidad, gas y petróleo.

No obstante, ya en muchos países de América Latina se han desarrollado programas con diferente intensidad para integrar la eficiencia energética y el uso de las energías renovables a sus políticas.

Entre los programas más importantes se encuentran: los programas de CONAE (Comisión Nacional para el Ahorro de Energía) y FIDE (fideicomiso para el ahorro de la energía eléctrica) en México CONAE (2001), PROCEL en Brasil entre otros. En Cuba está el PAEC (Programa de ahorro de electricidad en Cuba) (DURE 2007) y la aplicación de las herramientas del Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía (SGTEE) a todas las empresas mayores consumidoras del país, liderado por las universidades a través de la red de eficiencia energética del MES.

Desde esta perspectiva, la historia de la Humanidad no ha sido más que la historia del control de ésta sobre las fuentes y tecnologías energéticas, 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.

Los sistemas energéticos pueden analizarse desde dos puntos de vista: Pueden considerarse sistemas físicos, asociando la energía como la capacidad para realizar trabajo o producir un efecto, sistemas sujetos a leyes físicas que rigen sus transformaciones, y también se pueden

considerar desde el ángulo económico social, a partir de su contribución a la satisfacción de las necesidades humanas, y como factor condicionante del desarrollo de la sociedad, sujetos a regularidades de carácter económico y social. Se conoce que un mismo objetivo energético será alcanzado de distinto modo según el grupo social que lo promueva.

La satisfacción de estos servicios energéticos es por una vía basada en los combustibles fósiles (más del 81% del total mundial), pues tal y como se puede apreciar en los gráficos de las figuras 1.1 y 1.2, creció más de un 2% desde el año 2002 al 2008, debido al desarrollo industrial, el crecimiento de la población y su concentración en grandes urbes, ha hecho que se alteren significativamente algunos ciclos vitales en el planeta, tales como el aumento de la circulación del carbono en un 20%, del nitrógeno en un 50% y del azufre en un 100%.

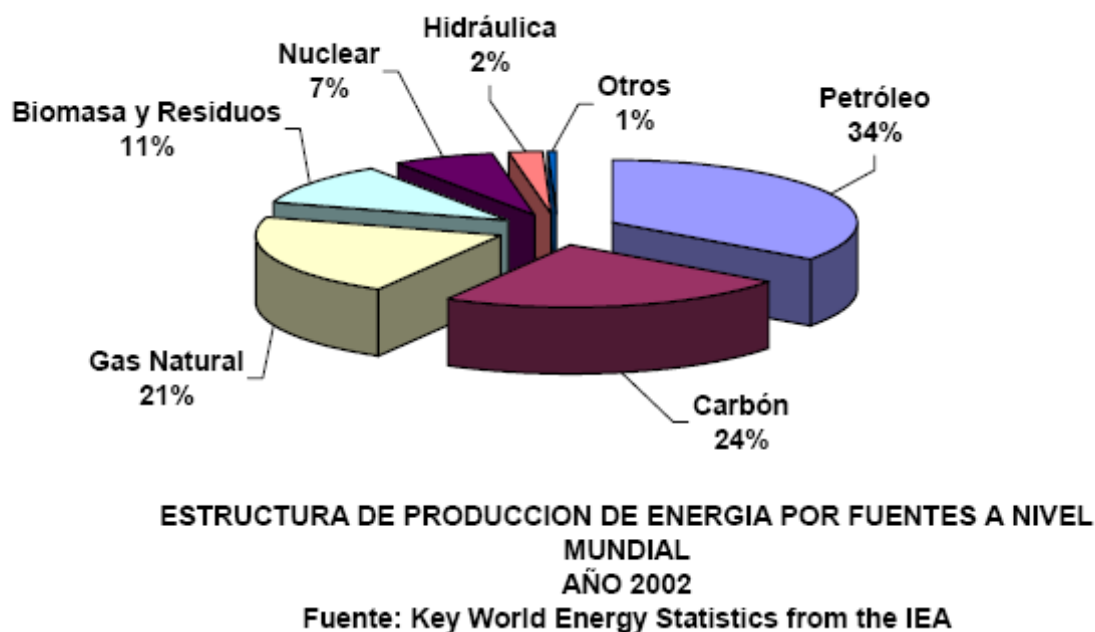


Figura1.1 Estructura de producción de energía por fuentes a nivel mundial año 2002.

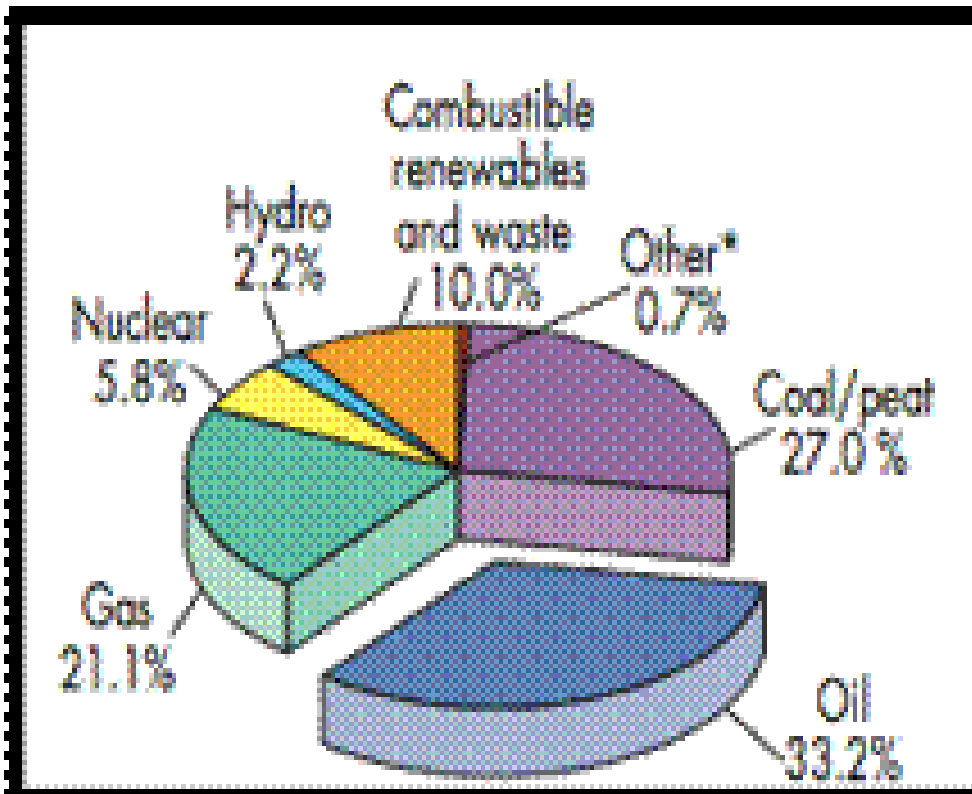


Figura 1.2 Estructura de producción de energía por fuentes a nivel mundial año 2008

El previsible agotamiento de los combustibles fósiles y el daño irreversible que se ocasiona al medio ambiente, exige la adopción de nuevas estrategias en materia de energía, como base de un modelo de desarrollo sostenible, que permita satisfacer las necesidades energéticas de la generación actual y preservar las posibilidades para que las futuras generaciones puedan también encontrar soluciones para satisfacer las suyas. Un modelo que posibilite mejorar la calidad de la vida con más y mejores servicios energéticos, que distribuya más equitativamente los beneficios del progreso económico, pero de una forma racional que permita respetar y cuidar las comunidades de seres vivos, no sobrepasar los límites de la capacidad del planeta para suplir fuentes de energía y asimilar los residuos de su producción y uso, un modelo que posibilite, en definitiva, integrar el desarrollo y la conservación del medio ambiente.

Actualmente existe un fuerte consenso científico que el clima global será alterado como resultado del aumento de gases relacionados con el efecto invernadero incidiendo en ello los gases producto de la combustión de los combustibles fósiles usados en la obtención de energía. Ante este problema se están tomando medidas encaminadas a hacer un mejor

aprovechamiento de la energía y a buscar nuevas fuentes que limiten la dependencia de los combustibles fósiles.

A lo largo de los siglos la Humanidad ha utilizado los diferentes recursos energéticos existentes en la Naturaleza. En cualquier caso el origen común podemos identificarlo en la energía proveniente del Sol, un auténtico reactor que a millones de kilómetros de distancia de la Tierra actúa de motor del clima y de la fotosíntesis, sustento de la vida en el planeta.

Cuando, siglos después, el hombre empezó a explotar los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) no hizo otra cosa que seguir utilizando esta energía solar acumulada por los ecosistemas millones de años atrás. En tiempos recientes, con el descubrimiento de la energía nuclear, el hombre ha sido capaz, por primera vez, de generar y utilizar una fuente de energía completamente independiente del Sol. Sin embargo, como se aprecia en la figura 1.3, la mayor parte de la energía primaria utilizada en la actualidad en el mundo sigue proviniendo, en última instancia, del Sol, con un 93% (88% de los combustibles fósiles más un 5% de fuentes renovables), frente a un 7% proveniente de la energía nuclear y de energías renovables como la geotérmica y la mareomotriz que son ajenas al sol.

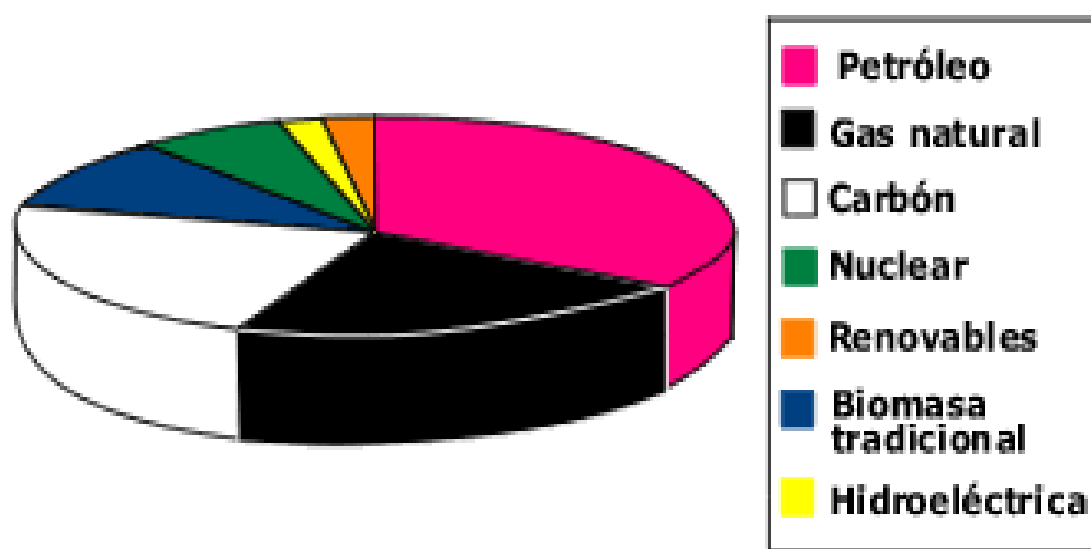


Fig. # 1.3.- Distribución del consumo de energía primaria en el mundo: proveniente del sol el 93% (39% petróleo, 25% carbón, 24% gas y 5% renovables) y no provenientes del sol el 7% (nuclear, geotérmica y mareomotriz). (Fuente: Informe BP 2000)

Las fuentes primarias de energía son aquellas que son de uso directo o bien se emplean para generar electricidad. El criterio básico que se ha establecido para su clasificación es el de las posibilidades de regeneración. De esta forma se distinguen dos tipos fundamentales:

- Fuentes de energías no renovables. (fósiles y nucleares).
- Fuentes de energías renovables. (restantes).

Las primeras son finitas porque su consumo disminuye las existencias disponibles. Las segundas tienen su origen en el flujo continuo de la energía del Sol y se disipan a través de los ciclos naturales. Su uso es por tanto ilimitado.

El Siglo XX, 270 años después del dominio de la electricidad por el hombre, significó la etapa de la gran intensificación de su uso, llegando al extremo actual de no concebirse el mundo sin la electricidad. Tal aseveración se demuestra al observar los consumos a nivel mundial en los últimos años que han alcanzado valores de cerca de 30 millones diarios de toneladas de petróleo equivalente, de los cuales cerca del 35% fue utilizado para la producción de electricidad, el resto para el sector comercial, industrial y en el transporte.

Por otra parte, como se muestra en la figura 1.4, las energías primarias participaron en la generación de la electricidad en el mundo de la siguiente manera: **Fuentes no renovables** con el 81,0%, fósiles 67,6%, petróleo (5,5%), carbón (40,0%) y el gas (21,3%); y la nuclear el 13,4%. **Fuentes renovables** con el 19,0%, hidroenergía (16,2%) y otras (2,8%).

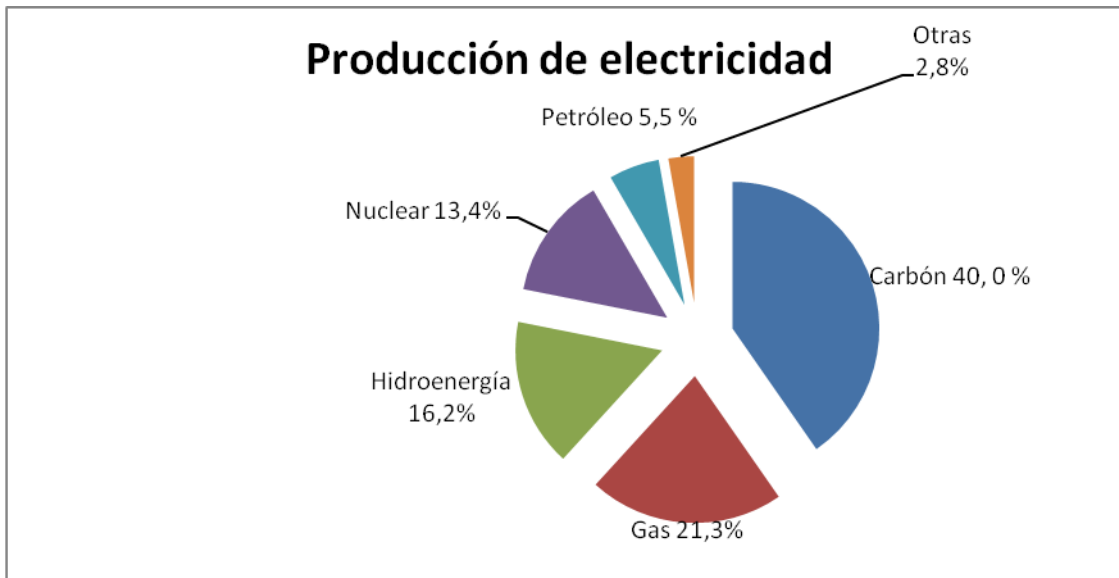


Figura 1.4.- Producción de electricidad en el mundo a partir de las fuentes no renovables 81,0 % (fósil-67,6 % y nuclear-13,4 %) y no renovables 19,0 %, en el 2008. (Fuente: Asociación Nuclear Mundial).

La emisión de CO₂ a la atmósfera debido a la combustión de los fósiles impacta de manera significativa al medio ambiente. Cada KWh producido a nivel de planta de generación, emite a la atmósfera 0.6 Kg de CO₂. En el mes de mayo 2013 la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera alcanzó la cifra record de 400 partes por millón de moléculas. (Fuente: Estación Atmosférica Mauna Loa, Hawái).

Una solución eficaz para la disminución de gases causantes del efecto invernadero es el uso eficiente de la energía, pues el mismo reduce las emisiones causadas por el consumo energético a un mínimo al disminuir emisiones de CO₂ en las plantas de generación con combustibles fósiles. Además tiene también bastante sentido en el mediano plazo llegar a independizarse, en la medida de lo posible, de las fuentes de energía fósiles. Esto sólo es viable a través del aprovechamiento de tecnologías de energías renovables, las que hoy, en la realidad o aparentemente, no son competitivas. De incrementarse los precios de los combustibles fósiles en el futuro, como está previsto por algunos especialistas, el uso de las energías renovables sería la alternativa más ventajosa.

Se concluye que soluciones económicamente ventajosas y viables pueden resultar a través de una estrategia combinada:

- Ahorro y conservación de la energía.
- Uso eficiente de la energía.
- Incremento del uso de las Fuentes Renovables de Energía.

Una visión del escenario alternativo para la producción de electricidad hasta el año 2050 plasmado en la figura 1.5, muestra un incremento progresivo de la energía **eólica**, **concentración** solar, la **fotovoltaica** y, de manera muy significativa, la **eficiencia energética**.

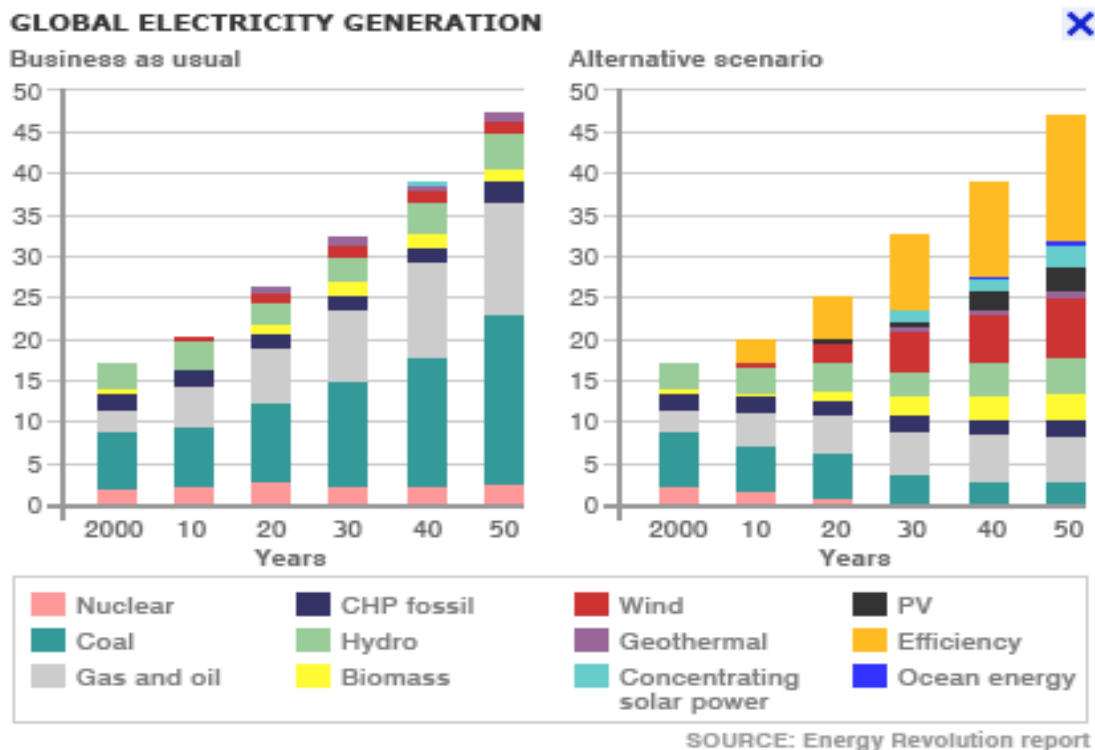


Fig. # 1.5.- Business as usual V.S. Alternative scenario.

En la figura 1.5 se describen dos escenarios de consumo de energía para el mundo entre los años 2000 y 2050, uno el comercial y uno alternativo, como se observa en el comercial se

considera un pequeño aumento en la nuclear hasta el año 2050, un aumento considerable en el consumo del carbón casi al doble del actual, se triplica el uso del gas y el petróleo, otras energías como la eólica, la geotérmica y aparece la eficiencia en un pequeño porcentaje. Ahora se plantea un escenario alternativo el que puede alcanzarse, donde se plantea que la eficiencia logre sustituir el 30 % del consumo total en el mundo, eliminar la energía nuclear y disminuir en tres veces los actuales consumos de gas y petróleo, alcanzar este escenario con el trabajo mancomunado de todos los países en la eficiencia energética es un hecho y así se propone la norma ISO 50001 como primer paso a unir criterios y trabajar con un documento base.

1.2. Estado actual de los Programas de Eficiencia en el uso de Portadores Energéticos en el mundo.

La política energética para lograr un desarrollo sostenible debe conformarse sobre tres direcciones principales.

- **Elevación de la eficiencia energética**, fomentando una cultura de uso racional de la energía, eliminando esquemas de consumo irracionales, implementando sistemas de gestión energética efectivos, utilizando equipos de alta eficiencia, reduciendo la intensidad energética en los procesos industriales, aprovechando las fuentes secundarias de bajo potencial, utilizando sistemas de cogeneración y trigeneración, y empleando, en general, la energía de acuerdo a su calidad.
- **Sustitución de fuentes de energía**, por otras de menor impacto ambiental, en particular por fuentes renovables, tales como energía solar, energía eólica, energía geotérmica, hidroenergía, biomasa, energía de los océanos, etc.
- **Empleo de tecnologías para atenuar los impactos ambientales**, o tecnologías limpias, como son los sistemas depuradores de gases de combustión o las tecnologías de gasificación del carbón en ciclos combinados con turbinas de gas.

Aunque en realidad, la única alternativa verdaderamente sostenible es la sustitución de fuentes convencionales por fuentes renovables, la eficiencia energética es una alternativa esencial, tanto por su efecto directo, como por lo que la misma puede contribuir al relevo por las energías renovables.

El mantenimiento del sistema energético actual durante un plazo de tiempo de una o dos generaciones a partir del año 2000 es, simplemente, insostenible porque está agotando las reservas de combustibles, contribuye al efecto invernadero, a la acidificación del agua y a la deforestación y origina riesgos para la paz mundial.

Las perspectivas de la situación energética actual no son muy optimistas. No se debe olvidar que todos los países, más o menos desarrollados, realizan continuos esfuerzos en un intento de mejorar su situación socioeconómica. De aquí se desprende que si la economía mundial progresa en expansión al ritmo de cumplir con las aspiraciones de los distintos países, la demanda de energía está condenada a crecer en consecuencia, incluso, si esfuerzos adecuados son llevados a cabo para mejorar la eficiencia de utilización de la energía y, en definitiva reducir el consumo.

La gestión eficaz de la energía es una prioridad, ya que cuenta con un potencial significativo en cuanto al ahorro de energía y la reducción de las emisiones de gases invernadero en todo el mundo. Se espera que una norma de sistemas de gestión energética logre un mayor incremento de la eficiencia energética a largo plazo: de un 20% o más en las instalaciones industriales.

La gestión energética persigue lograr un uso más eficiente de la energía sin reducir los niveles de producción, sin mermar la calidad del producto o servicio, ni afectar la seguridad o los estándares ambientales.

La experiencia indica que solo se podrán alcanzar resultados significativos y perdurables en la elevación de la eficiencia energética de una organización, cuando estos se obtienen como resultado de la implementación y el mejoramiento continuo de un sistema de gestión energética.

Un sistema de gestión constituye una estructura documentada que define la política, los objetivos y las responsabilidades de la organización, y establece los procedimientos y procesos de planificación, control, aseguramiento y mejoramiento.

La aplicación de un sistema de gestión energética, al igual que de otros sistemas como el de gestión de calidad, requiere de una guía, una norma que estandarice lo que hay que hacer

para implementarlo, para mantenerlo y mejorarlo continuamente, con la menor inversión de recursos, en el menor tiempo y la mayor efectividad.

En el año 2008 la ISO identificó la necesidad de desarrollar una Norma Internacional para los Sistemas de Gestión Energética, la *ISO 50001*, así se pronuncia Alan Bryden secretario general de la ISO al respect: The urgency to reduce GHG emissions, the reality of higher prices from reduce availability of fossil fuels, and the need to promote energy efficiency and the use of renewable energy sources, provide a strong rationale for developing this new standard building on the most advanced best practices and existing national or regional standards.

Los sistemas de gestión para conducir los programas de calidad y medio ambiente de las empresas, establecidos por las Normas ISO 9000 y 14000, han demostrado su efectividad y tienen una amplia y creciente difusión a nivel internacional, lo que se aprecia en las figuras 1.6, 1.7 y 1.8.

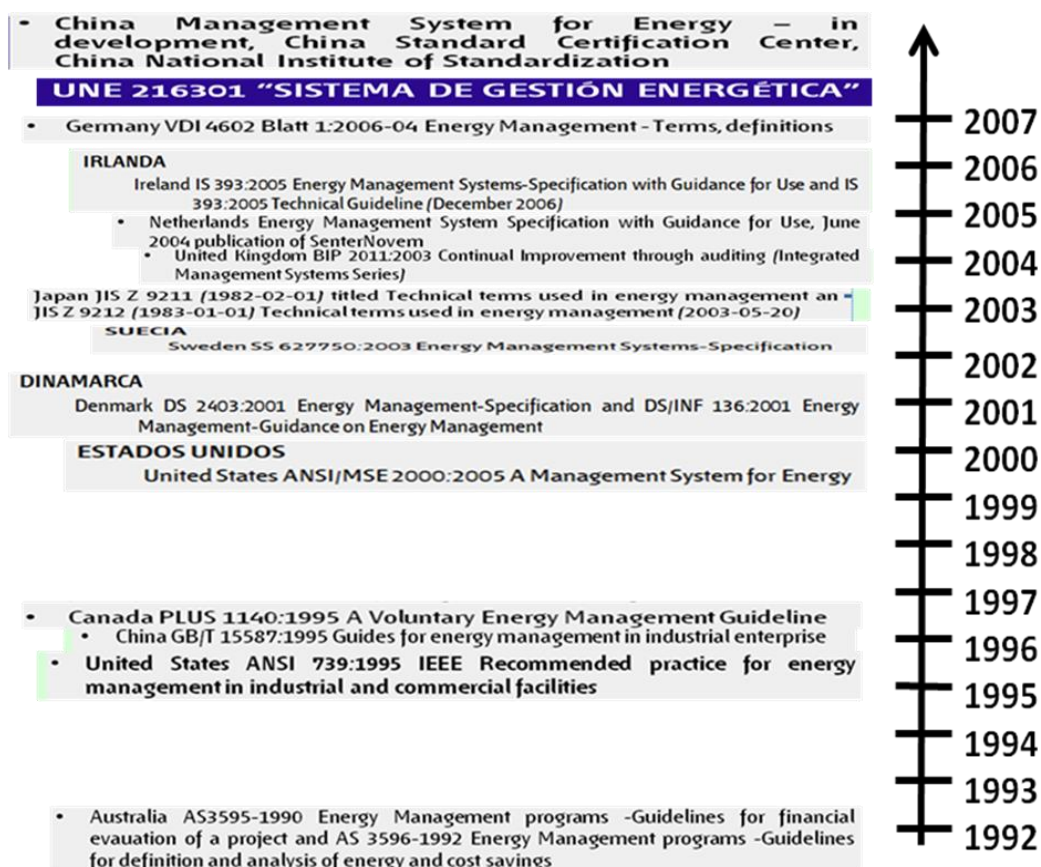


Figura 1.6 Normas de Gestión Energética. Antecedentes.

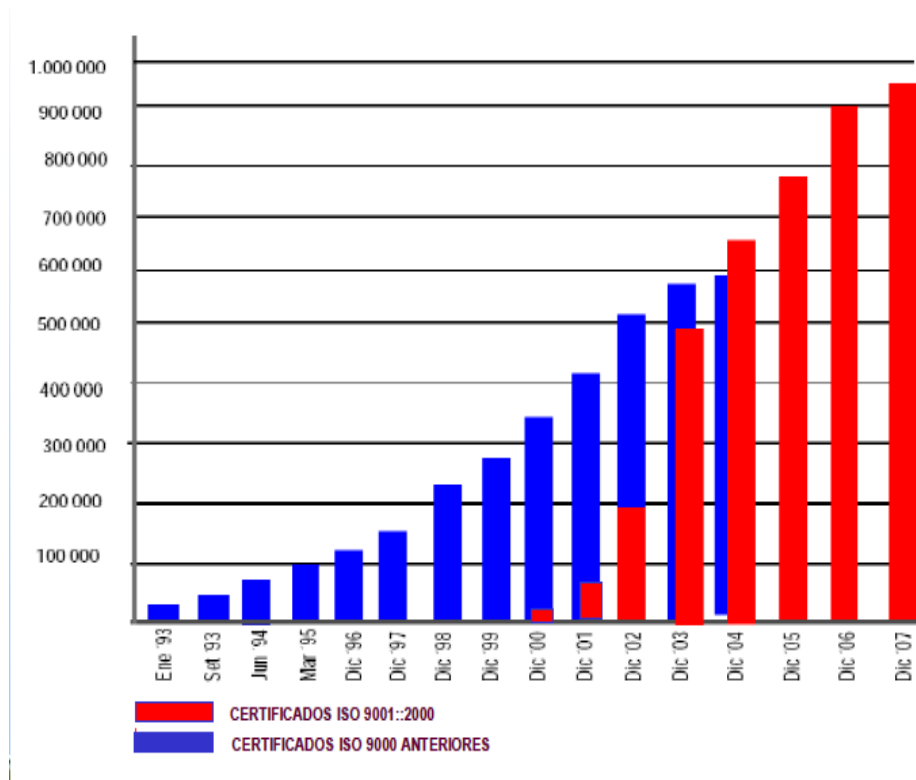


Figura1.7. Difusión Internacional de la Norma ISO 9001.

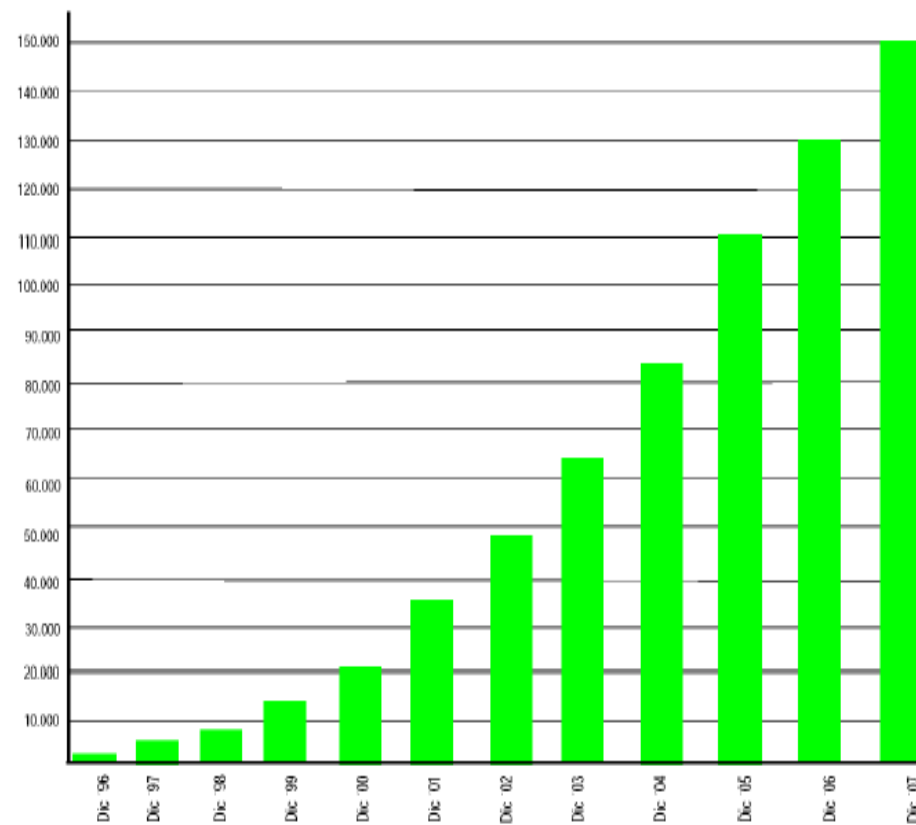


Figura 1.8. Difusión Internacional de la Norma ISO 14001.

El propósito de la Norma Internacional ISO 50001 es posibilitar a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar el comportamiento energético, incluyendo el consumo y uso de la energía, la intensidad y la eficiencia energética.

La ISO 50001 es aplicable a organizaciones de todos los tipos y tamaños, independientemente de las condiciones geográficas, culturales o sociales. Su implementación exitosa depende del compromiso desde todos los niveles y funciones de la organización, especialmente de la alta dirección.

La Norma ISO 50001 establecerá un marco internacional para la gestión de todos los aspectos relacionados con la energía, incluidos su uso y adquisición, por parte de las instalaciones industriales y comerciales, o de las compañías en su totalidad.

Las organizaciones pueden decidir integrar la Norma ISO 50001 con las de otros sistemas de gestión, tales como las de gestión de calidad, medio ambiente, salud y seguridad ocupacional, responsabilidad social u otras. Esto conllevaría a conformar un Sistema Integral de Gestión Empresarial con los beneficios siguientes:

- ✓ Minimización de la documentación
- ✓ Optimización del tiempo y recursos asignados a los sistemas.
- ✓ Auditorías internas simultáneas.
- ✓ Simplificación del proceso de certificación
- ✓ Mejora la comunicación interna y la participación y confianza del personal.

1.2 Programas de eficiencia energética en Cuba.

En Cuba en el terreno del control del uso racional y eficiente de las diversas fuentes de energía, se tiene un equipo de Supervisión a nivel nacional para el Uso y Control de Portadores Energéticos de la Dirección de Uso Racional de la Energía, subordinado a la Unión Eléctrica **del MINEM**. Este centro en su proyección en el país, como parte del Programa de Ahorro de Electricidad de Cuba (PAEC), planteo que para el 2020 haya crecido en un 40,0% de acuerdo con la Dirección del Uso Racional de la Energía (DURE) de la Unión Eléctrica DURE (2007), constituyendo la base energética principal el petróleo, resultando necesario importar grandes cantidades de este combustible para el cual se

requiere invertir elevadas sumas de divisas en su adquisición, ya que los precios son muy elevados y fluctúan constantemente.

Este Grupo, conformado por especialistas de alto nivel profesional y de reconocida experiencia en la rama energética, desempeña sus funciones en el sector de consumidores no residenciales y su objetivo principal es detectar las potencialidades de ahorro existentes en ellos por el uso eficiente de los portadores energéticos, a partir de la detección de deficiencias y prácticas erróneas en el uso de la energía e insuficiencias en el control de su empleo y la carencia de sistemas de gestión energética.

En su desempeño, los Supervisores emplean una Guía de Supervisión que contiene los aspectos que son motivo de chequeo y evaluación en las inspecciones o auditorías energéticas que realizan en las diferentes empresas, y para esto se valen de El **Manual Instructivo para el Uso y Control de Portadores, Fuentes Renovables y Nuevas Tecnologías Energéticas** (DURE 2011).

En Cuba está el PAEC (Programa de ahorro de electricidad en Cuba) y la aplicación de las herramientas del Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía (SGTEE) a todas las empresas importantes del país fundamentalmente, liderado por las universidades. Este sistema se creó en el Centro de Energía y Medio Ambiente, (CEEMA), de la Universidad de Cienfuegos, (UCF), en el año 1994 y a fines del año 2002 el Ministerio de Educación Superior lo comienza a aplicar generalizándolo en sus Centros de Educación Superior, (CES), Entidades de Ciencia e Investigación Tecnológicas, (ECIT), y Empresas, unos con mas avances que otros, creando una Red Nacional de Eficiencia Energética del MES, que dirige 3 sub Redes Regionales y realiza una reunión anual, para el chequeo del estado de la aplicación del Sistema así como la incorporación de nuevos elementos para el desarrollo del mismo y el intercambio de experiencias.

En apoyo a la aplicación de la política de eficiencia energética en el país se cuenta con una Red de Energía del Ministerio de Educación Superior, la que, a su vez, consta de varias redes temáticas que apoyan el trabajo a nivel nacional. Estas redes son:

1.- Red Nacional de Eficiencia Energética del MES.

La Red de Eficiencia Energética del MES es coordinada por la Universidad de Cienfuegos, UCF, e integra la acción de los centros de estudio y grupos de investigación que trabajan en

el campo de la eficiencia energética, mediante un conjunto de proyectos de investigación científica, y un sistema de formación de recursos humanos, publicaciones y eventos especializados, comprendiendo a todos los centros e instituciones adscriptas al MES.

Las universidades han desarrollado una serie de acciones para aplicar en cada centro la Tecnología de Gestión Total Eficiente de Energía, TGTEE, con buenos resultados. Actualmente la Red trabaja en la asimilación e implementación en todo su accionar de la Norma Internacional ISO 50001:2011, adoptada por Cuba como NC-ISO 50 001. Esta norma establece un marco para las plantas industriales, instalaciones comerciales u organizaciones para gestionar toda la energía. Orientación de amplia aplicabilidad en sectores económicos nacionales, se estima que la aplicación de la norma podría influir hasta el 60% del consumo de energía del mundo. El documento se basa en los elementos comunes que se encuentran en todas las normas ISO de administración de sistemas, asegurando un alto nivel de compatibilidad con la norma ISO 9001 (gestión de calidad) e ISO 14001 (gestión medioambiental). (ISO, Secretaria Central, 2011)

2.- Red de Nacional de Generación Distribuida UNE- MES.

La Red Nacional Unión Eléctrica y el MES, UNE – MES, fue creada en Julio de 2006 y está integrada por especialistas de las direcciones provinciales de generación distribuida de la UNE y de las universidades adscriptas al Ministerio de Educación Superior. La coordinación nacional de la red está concebida, de forma conjunta, por la Dirección de Generación Distribuida de la UNE-MINEM y el Centro de Investigaciones y Pruebas Electroenergéticas, CIPEL, del ISPJAE.

3.- Red Nacional de Fuentes Renovables de Energía.

Por acuerdo del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba, en enero de 1995, se crea la Universidad Técnica de Energía Renovable (UTER) como red de universidades cubanas con grupos de trabajo en temas energéticos. Esta Red es coordinada por el CETER, Centro de Estudios de Tecnología Energéticas Renovables, del Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, ISPJAE. El objetivo fundamental de esta Red es el de potenciar y promover los proyectos y la formación de recursos humanos vinculados a las fuentes renovables de energía y la eficiencia energética.

4- Red Universitaria de Biogás.

La red universitaria de biogás del Ministerio de Educación Superior es coordinada por Centro de Estudios de Ingeniería de Ingeniería de Procesos, CIPRO, del ISPJAE.

Esta red fue creada con los objetivos de potenciar el desarrollo universitario en temas relacionados con soluciones medioambientales y energéticas desde los residuos biodegradables, considerando que los residuos biodegradables de diversas fuentes en la vida social y económica de la humanidad comprenden un vasto potencial de materia prima para la generación de energía útil (térmica o eléctrica) por medio de la digestión anaerobia.

5- Redes por Proyectos.

En el Ministerio de Educación Superior están organizadas dos redes de cooperación asociadas a proyectos internacionales y que se relacionan, fundamentalmente, con el desarrollo energético de comunidades rurales:

5.1- “SURE”, modelo para el apoyo a la toma de decisiones.

Esta red es coordinada por el Centro de Estudios de Energía y Tecnologías Aplicadas, CEETA, de la Universidad Central de Las Villas, UCLV. El objetivo de la red es la disseminación y aplicación práctica, por los Centros de Educación Superior del país, de un modelo para el apoyo a la toma de decisiones para dar solución al suministro de energía a comunidades rurales aisladas.

5.2- La biomasa como fuente renovable de energía para el medio rural”.

Esta red es coordinada por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, EEPFIH, de la Universidad de Matanzas, UMCC. La red tiene como objetivo fundamental el de garantizar un desarrollo energético sostenible en comunidades rurales a través de diferentes fuentes renovables, tales como biogás, biocombustibles y gasificación de la biomasa.

Resumiendo Cuba posee redes establecidas para lograr una mayor eficiencia energética, estas redes con protagonismo de las universidades constituye una base para la aplicación de la NC ISO 50001 y el SGTEE una herramienta ya generalizada, además de la tradición en la aplicación de las Normas de calidad y otras en el sistema empresarial cubano. La Norma ISO 50001 fue adoptada en Cuba como NC, a partir de aquí se comenzó un proceso de

sociabilización de la misma mediante conferencias de sensibilización en los OACE y OSDE del país, principalmente por las Universidades utilizando la Red Nacional de Eficiencia Energética, para la formación de capacitadores y extender su conocimiento a los principales consumidores y actores en el consumo de energía en CUBA. No obstante en Cuba en la RED de universidades y otros centros del país la aplicación del SGTEE constituye una herramienta base en la aplicación de la NC ISO 50001.

La aplicación de la NC o ISO 50001 que trata sobre la eficiencia energética es tema actual para incorporar nuevos elementos al SGTEE. La Tecnología de Gestión Total Eficiente de Energía, TGTEE, aplicada en varios Centros y Organismos de la Administración Central del Estado, y en los propios centros del MES donde se trabaja como objetivo en su generalización, cuenta con una amplia actividad de capacitación y cooperación nacional y regional, con resultados positivos.

A partir de las experiencias acumuladas en Cuba, lograr un aumento en la eficiencia energética es un objetivo del país y así lo reflejan los lineamientos de la política del PCC en su último congreso, los cuales se refieren a continuación:

Lineamiento 135. Definir una política tecnológica que contribuya a reorientar el desarrollo industrial, y que comprenda el control de las tecnologías existentes en el país; a fin de promover su modernización sistemática atendiendo a la eficiencia energética, eficacia productiva e impacto ambiental, y que contribuya a elevar la soberanía tecnológica en ramas estratégicas.

Lineamiento 242. Elevar significativamente la eficiencia en la generación eléctrica,

Lineamiento 248. Se priorizará alcanzar el potencial de ahorro identificado en el sector estatal y se trabajará hasta lograr la captación de las reservas de eficiencia del sector residencial.

Lineamiento 251. Prestar especial atención a la eficiencia energética en el sector del transporte.

Lineamiento 253. Perfeccionar el trabajo de planificación y control del uso de los portadores energéticos, ampliando los elementos de medición y la calidad de los indicadores de eficiencia e índices de consumo establecidos.

Lineamiento 254. Proyectar el sistema educativo y los medios de difusión masiva en función de profundizar en la calidad e integralidad de la política enfocada al ahorro y al uso eficiente y sostenible de la energía.

La NC ISO 50001 en sus procedimientos busca la evaluación continua del desempeño energético de las entidades a través de diferentes fases de trabajo, donde la planificación a partir de índices de desempeño energético lleva un gran peso. La Norma determina lo que hay que hacer pero no dice como, en Cuba la ya aplicación del SGTEE constituye una herramienta a perfeccionar para la aplicación de cómo acatar la Norma. La planificación del consumo de energía a partir de índices de desempeño energético constituyen particularidades en cada entidad su determinación y control, más desarrollado este cálculo en empresas de producción, en las entidades de la Educación Superior se emplean índices que constituyen la base de la planificación a partir de datos históricos, por lo que se hace necesario realizar un análisis de estos en función de las actividades sustantivas de la entidad y determinar estos con una base científico metodológico para la posterior implementación de la NC ISO 50001.

En las instituciones de la enseñanza superior el establecimiento de indicadores de consumo no tiene la tradición que en la industria o el transporte, ya que las actividades finales de los CES son diversas, y por lo general con un alto nivel de imbricación entre si.

Además, los CES son diferentes en cuanto a su finalidad y envergadura, lo que dificulta tener indicadores comunes a todos los CES.

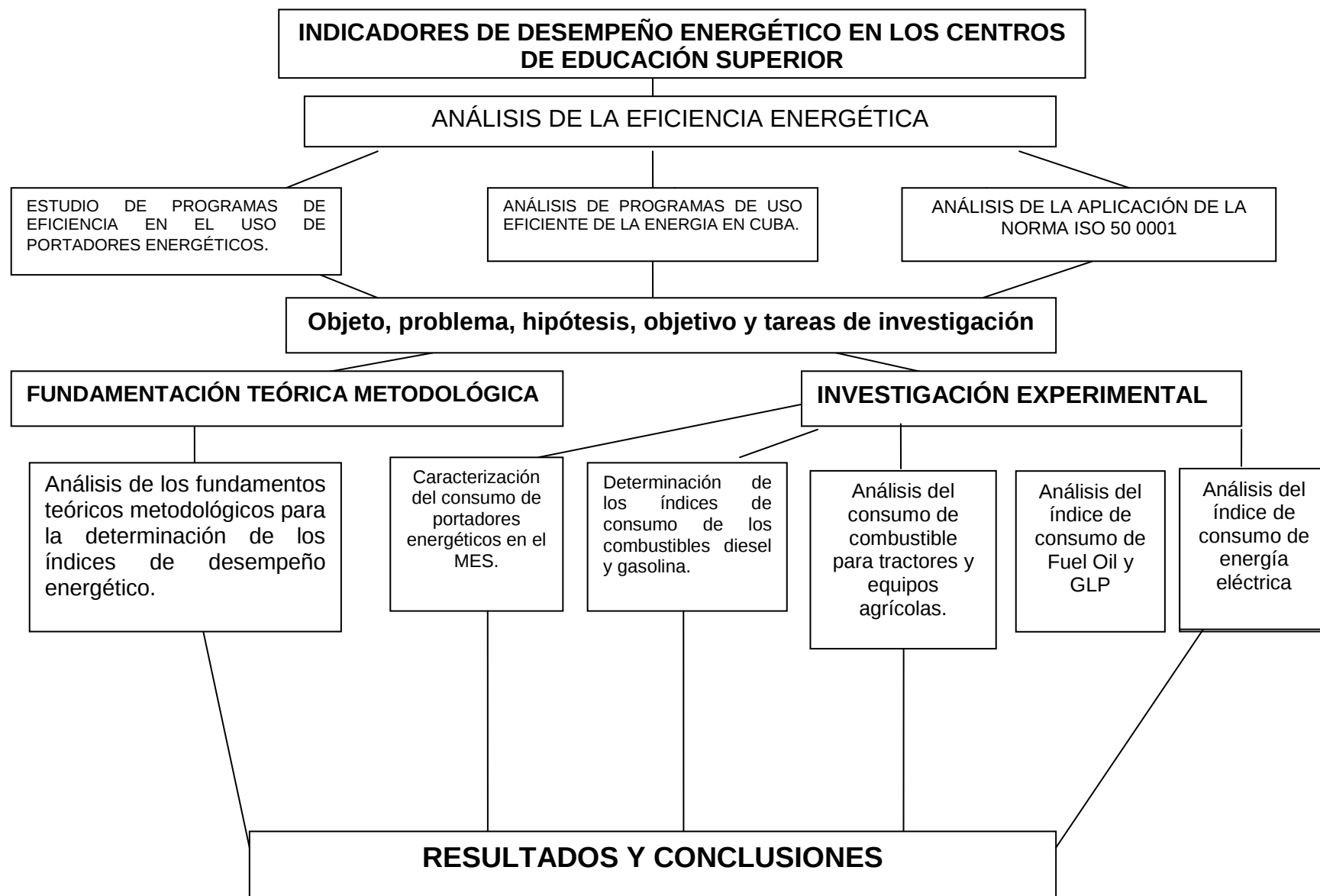
Sin embargo, los CES, en general, son similares en cuanto a que su razón social que es la formación de profesionales de diferentes perfiles, la formación de postgrado, la investigación, el extensionismo universitario y la información científico técnica.

Las instituciones destinadas a la educación tienen en común que están formadas por edificios destinados a oficinas, comedores, residencias de postgrado, dormitorios, aulas, salas de conferencias, laboratorios y talleres.

CONCLUSIONES PARCIALES

- Existe personal capacitado, una infraestructura de Redes de Energía del MES, el precedente de la aplicación SGTEE y la voluntad política del estado expresado en los lineamientos del Partido en su VI Congreso para llevar a cabo la implementación de la NC ISO 500001.

Figura 1.3 Diagrama Lógico Estructural.



II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA METODOLÓGICA.

2.1. Fundamentos teóricos metodológicos de la gestión energética según la NC ISO 50001.

2.2. Fundamentos teóricos metodológicos del SGTEE.

2.3 Principios en la gestión del consumo de energía eléctrica.

2.4 Principios de la gestión en el consumo de los combustibles.

2.4.1 Principios de la gestión del combustible para tractores y equipos agrícolas.

2.5 Metodología estadística.

2.1. Fundamentos teóricos metodológicos de la gestión energética según la NC5001.

La norma internacional **NC5001** especifica los requerimientos de un sistema de gestión energética (SGE) para que una organización desarrolle e implemente una política energética, establezca objetivos, metas y planes de acción, tomando en consideración los requerimientos legales y la información pertinente de los principales usos de la energía.

La aplicación de la Norma ISO 50001 debe ser ajustada para cumplir los requerimientos de una organización, incluyendo la complejidad del sistema, el grado de documentación y los recursos, y se aplica a las actividades bajo el control de la organización.

Entre los procedimientos de la NC ISO 50001 la planificación energética es uno de los elementos fundamentales ya que esta se basa en la determinación de los índices de desempeño energético donde cada entidad según sus funciones sustantivas posee particularidades en su cálculo. La planificación energética debe ser coherente con la política energética y debe conducir a actividades que mejoren de forma continua el desempeño energético.

La organización debe llevar a cabo y documentar la planificación energética, incluyendo:

- **los requisitos legales y otros requisitos,**
- **la revisión energética,**
- **la línea de base energética,**
- **los indicadores de desempeño energético,**
- **los objetivos, metas y planes de acción.**

La **Norma Internacional ISO 50001** está basada en el ciclo de mejora continua **Planear-Hacer-Verificar-Actuar** e incorpora la gestión energética a las prácticas organizacionales cotidianas.

PLANEAR: establecer los objetivos y los procesos necesarios para alcanzar los resultados de acuerdo con las oportunidades para mejorar el comportamiento energético y las políticas de la organización.

HACER: implementar los procesos.

VERIFICAR: monitorear y evaluar los procesos y los productos con referencia a las políticas, objetivos y sus características claves.

ACTUAR: tomar acciones para la mejora continua del comportamiento energético.

Alcance de la ISO-50001.

Esta norma puede ser utilizada para la **certificación, el registro o para la implantación** de un sistema de gestión energética en una organización.

Ella **no establece requerimientos absolutos** en cuanto a un comportamiento energético, más allá de los compromisos de política energética de la organización y su obligación para cumplir con los requerimientos legales o de otro tipo aplicables al caso.

Esta norma ha sido **diseñada para ser utilizada de forma independiente**, pero **puede conjugarse o integrarse** con otros sistemas de gestión y es aplicable a todo tipo de organización.

Para ISO, **la gestión energética es uno de los cinco campos principales dignos del desarrollo y la promoción que ofrecen las Normas Internacionales.**

Se espera que una norma de sistemas de gestión energética logre un mayor **incremento de la eficiencia energética a largo plazo: de un 20% o más en las instalaciones industriales.**

Dado que la norma está basada en una amplia capacidad de aplicación en todos los sectores económicos nacionales, **se espera que afecte hasta un 60% de la demanda energética mundial.**

Requerimientos del Sistema de Gestión Energética.

1 Requerimientos generales

2 Responsabilidades de la Dirección

3 Política energética

4 Planificación energética

5 Implementación y operación

6 Comprobación del comportamiento

7 Revisión por la Dirección

La ISO 50001 conjuga tres factores importantes a saber:

Propósito: Establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar su desempeño energético.

Destinado a: Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros impactos ambientales relacionados y reducción de los costos de la energía.

A través de: Una gestión sistemática de la energía.

La norma NC 50001 para alcanzar estos objetivos plantea el sistema de gestión que se observa en la figura 2.1, basado en la mejora continua.

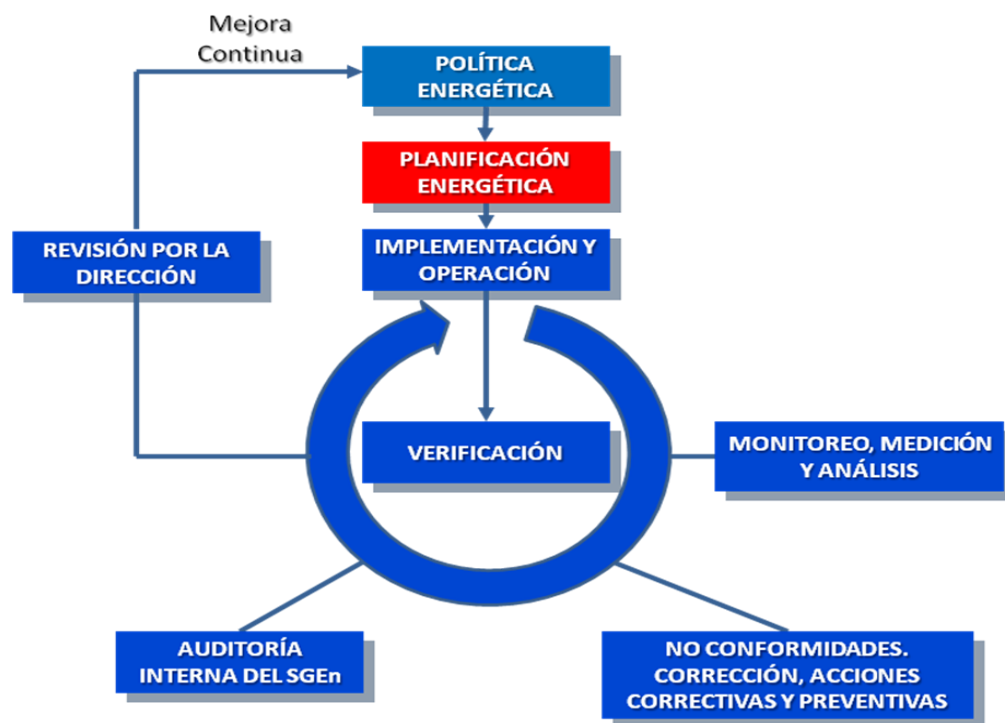


Figura 2.1 Modelo de Sistema de Gestión de la Energía ISO 50001. Ciclo de Mejora Continua ISO 50001 y secuencia de aplicación.

2.2. Fundamentos teóricos metodológicos del SGTEE.

Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE).

El Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) de la Universidad de Cienfuegos, en colaboración con varias universidades e instituciones del país, basándose en la experiencia nacional e internacional en administración de energía, ha desarrollado la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE), para el mejoramiento continuo de la eficiencia y la reducción de los costos energéticos en la industria y los servicios.

La TGTEE consiste en un paquete de procedimientos, herramientas y software especializado, que aplicadas de forma continua, con la filosofía de la gestión total de la calidad, permiten establecer nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro y conservación de la energía, a la reducción de los costos energéticos y la contaminación ambiental asociada.

Su objetivo no es sólo diagnosticar y dejar un programa. La TGTEE persigue elevar las capacidades técnico-organizativas de la empresa para el mejoramiento continuo de su eficiencia energética. La misma incorpora un conjunto de procedimientos y herramientas innovadoras en el campo de la gestión energética. Es particularmente novedoso el sistema de control energético, que incorpora todos los elementos necesarios para que exista verdaderamente control de la eficiencia energética.

Su implantación se realiza mediante un ciclo de capacitación, prueba de la necesidad, diagnóstico energético, estudio socioambiental, diseño del plan, organización de los recursos humanos, aplicación de acciones y medidas, supervisión, control, consolidación y evaluación, en una estrecha coordinación con la dirección de la empresa.

ETAPAS EN EL DESARROLLO DE LA TGTEE

1. Recopilación y análisis crítico de la información nacional e internacional sobre administración de energía.
2. Estudio de las secuencias de mejora de diversos autores (Deming, Juran, Ishikawa, Bekaert-Stanwick, Vicson).

3. Análisis de las tendencias de cambio en los sistemas de gestión empresarial en la década de los 90.
4. Conformación de la TGTEE, con la aplicación de principios y herramientas de la Gestión Total de la Calidad.
5. Introducción y perfeccionamiento del sistema en la práctica empresarial (método investigación – acción).

Procedimientos y herramientas para la implementación de sistemas de gestión energética.

La ISO 50001, como toda norma, define el ¿Qué?, pero no el ¿Cómo?.

Los procedimientos y herramientas desarrolladas como parte de la TGTEE pueden contribuir a aportar el cómo, tal y como se muestra en las figuras 1.9, 1.10 y 1.11, en que se puede comparar los objetivos de la TGTEE y la ISO 50001:

- *Ciclo Planear-Hacer-Verifica-Actuar*
- *Política energética y compromiso de la dirección*
- *Concentración en usos significativos de energía*
- *Diagnóstico energético (revisión energética)*
- *Plan de acción*
- *Monitoreo y control energético (verificación)*
- *Mejora continua (revisión por la Dirección)*

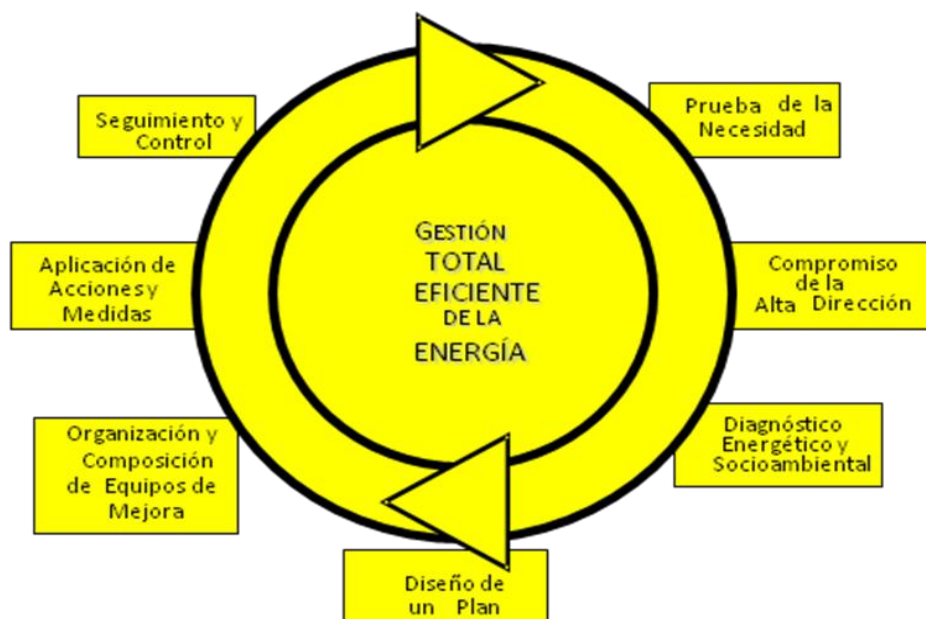


Figura 2.2 Esquema del Sistema de Gestión Total y Eficiente de la Energía.

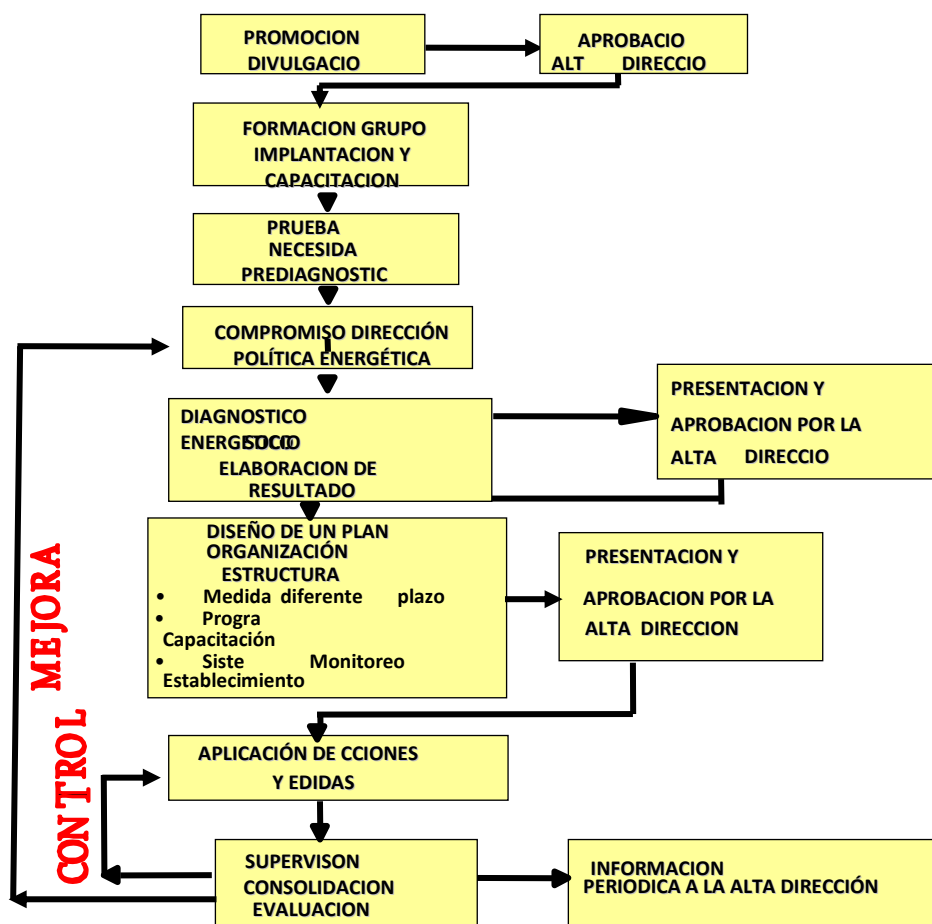


Figura 2.3 Ciclo de mejora continua y secuencia de aplicación de la TGTEE.

- La TGTEE es capaz de desarrollar un proceso de mejora continua, que se logra en la interrelación supervisión y control con el diagnóstico en la secuencia de la aplicación de la TGTEE.
- La TGTEE es una tecnología que permite establecer nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidas al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro, con reducción de los gastos energéticos y mitigación del impacto ambiental.
- Aplicable a cualquier tipo de organización.
- Prepara los recursos humanos en relación con el sistema de gestión energético.
- La capacitación al consejo de dirección, especialistas de la energía y a los trabajadores vinculados al consumo energético en hábitos de uso eficiente.
- La TGTEE eleva las capacidades técnico-organizativas de la empresa.
- Su objetivo no es solo diagnosticar y dejar un programa, sino elevar las capacidades técnicas organizativas de la organización para ser autosuficiente en la gestión para la reducción de sus costos energéticos.

2.3 Principios en la gestión del consumo de energía eléctrica.

La gestión del plan de electricidad del Ministerio de Educación Superior se realiza a través del Ministerio de Economía y Planificación utilizando los modelos CDA 001 y CDA 002, el 001 para la planificación mensual y el 002 para el control del consumo, en los mismos se refleja la cantidad de energía a consumir y el nivel de actividad a través de índices previamente convenidos. En los ANEXOS 1 y 2 se presentan los modelos CDA 001 y CDA 002 respectivamente, en los mismos se reflejan las actividades, en este caso se definieron tres para representar el trabajo en la Educación Superior en función de las funciones sustantivas. La actividad docente investigativa se refiere como la mayor actividad relacionada con la función sustantiva de formación del profesional y la actividad de investigación, la actividad de estudiantes becados está relacionada con la residencia estudiantil donde se alojan los estudiantes que disfrutan de becas y la administrativa que se define fundamentalmente con el edificio del MES como organismo central donde se desarrollan todas las actividades de control a nivel nacional. Estas actividades resumen el trabajo del Ministerio de Educación Superior a nivel nacional, no obstante en los CES se llevan otros niveles de actividad específico siempre que las condiciones técnicas de medición lo permitan.

La determinación del nivel de actividad está relacionada directamente con la actividad en sí, en la actividad Docente-Investigativa el nivel de actividad que se toma son los Estudiantes Equivalentes (EE), que se calculan a partir de:

$$EE = \text{Becados} + 0.75 (\text{Estudiantes Curso Regular Diurno}) + 0.30 (\text{Estudiantes Curso por Encuentros})$$

El índice en esta actividad se refleja como consumo en MWh por Estudiante equivalente (MWH/EE).

En la actividad de Estudiantes Becados el nivel de la actividad se determina con la cantidad de estudiantes becados y el índice se estima como consumo en MWh por becados (MWh/Becados); en la actividad administrativa propia del Organismo Central el nivel de actividad son la cantidad de trabajadores y el índice sería consumo en MWh por trabajador (MWH/trabajador).

El modelo CDA 001 que se utiliza para la planificación en el se refleja el acumulado real de consumo y nivel de actividad hasta un mes determinado, en la próxima sección se refleja el estimado para el mes en curso y en la tercera sección se demanda el mes próximo, en cada una de

estas secciones se calcula el índice de consumo por actividad y se comparan entre ellas, como el índice planificado con respecto al estimado y con respecto al real acumulado, lo que permite un análisis del comportamiento de los índices y reflejar la eficiencia en la actividad.

El modelo CDA 002, se utiliza para el control del plan de consumo de electricidad posee igual tres secciones y considera el análisis de las mismas actividades, en la primera sección como se ve en el ANEXO 2 al igual que en el CDA 001 se refleja el real acumulado en la actividad hasta el mes analizado, en la segunda el plan para el mes analizado y en la tercera el real del mes analizado, en cada una se calcula el índice y se compara el real del mes con el plan que se previo y con el real acumulado.

2.4 Principios de la gestión en el consumo de los combustibles.

La gestión del plan de combustibles del Ministerio de Educación Superior se realiza a través del Ministerio de Economía y Planificación utilizando los modelos CDA 001 y CDA 002 estos modelos se muestran en los ANEXOS 3 y 4, el 001 para la planificación mensual y el 002 para el control del consumo, al igual que en los de electricidad se reflejan la cantidad de combustible a consumir y el nivel de actividad a través de actividades previamente convenidos con el MEP. En el caso de los combustibles se utilizan los modelos para combustible diesel y gasolina con actividades diferentes en ambos casos por lo que resulta necesario explicar por separado cada combustible, en cuanto a los niveles de actividad a utilizar para caracterizar cada actividad en el caso de los combustibles la mayoría es dedicado al transporte donde existen indicadores ya establecidos referido a los kilómetros recorridos por litro de combustible y pasajeros transportados por litro de combustible, aunque en estos modelos en el caso de los km/L se invierte y se utiliza el litro de combustible por kilómetro recorrido (L/km), en el caso que los niveles de actividad que no correspondan con la actividad de transporte se explicará cada uno en particular.

La actividad de transporte de pasajeros está integrada por el sistema de ómnibus para el traslado de trabajadores y estudiantes al CES y en los trabajos de prácticas de producción de los estudiantes, además se contemplan los Microbús que se emplean en la gestión de docencia e investigación de la comunidad universitaria, se caracteriza con los indicadores de la actividad de transporte de pasajeros que están normados en el país.

La actividad administrativa está asociada a los autos de los directivos de la entidad, en este caso en los CES los vehículos asignados al rector y en el organismo central a los directores, viceministros y ministro, al igual se rigen por los indicadores de la actividad de transporte y se cuantifica la cantidad de vehículos.

La actividad Docente Investigativa son los vehículos destinados a la gestión de docencia e investigación en este se incluyen los autos, jeeps y motos, al igual que los anteriores se rigen por los indicadores establecidos en el transporte y se cuantifica la cantidad de pasajeros transportados.

La actividad de servicio está conformada por los vehículos dedicados al aseguramiento de las actividades sustantivas, en esta se incluyen los camiones, las camionetas y los paneles, que por igual se rigen por los indicadores del transporte establecidos y se cuantifican los vehículos

utilizados. Hasta aquí las actividades de mayor cantidad de consumo en el combustible gasolina y que responden a las actividades sustantivas de los CES, existen otras actividades de consumo de menor cuantía de equipos específicos para el mantenimiento de las instalaciones, como son los tractores que en todos los casos coinciden con chapeadoras instaladas, chapeadoras, montacargas, motosierras, y mochilas para el control de plagas. En general los índices en estos equipos se calculan por el consumo por hora de los mismos.

La gestión se realiza idéntico a la electricidad en cuanto al análisis de los indicadores para la demanda en el CDA 001 y el control del plan en el CDA 002.

Las actividades reflejadas en los CDA 001 y CDA 002 para el combustible diesel se muestran en los ANEXOS 5 y 6 y llevan el mismo tratamiento, pero en este caso se incluye el diesel consumido en la actividad de calderas para la producción de vapor que fundamentalmente se utiliza en la cocción de alimentos y el nivel de actividad se valora por comensales y en horas de trabajo del equipo. Las actividades de transporte se valoran por los niveles de actividad establecidos y al igual que en el combustible gasolina se agrupan los vehículos en similares actividades, en el caso del diesel utilizado en tractores por la magnitud de este se le dedica un epígrafe teórico metodológico para su tratamiento. En el diesel la actividad de bomba se controla en horas y en Mm^3 de agua trasegada, otras actividades con menor alcance en el consumo como Fogones, Crematorios, Ordeñadoras y Equipos para Soldar, se controlan por la cantidad de horas trabajadas.

2.4.1. Principios de la gestión del combustible para tractores y equipos agrícolas.

El proceso de mecanización de la agricultura requiere de un sistema de programación del trabajo y de control de la actividad tanto de los indicadores productivos, como de los económicos, técnicos, tecnológicos que permita incrementar su eficiencia.

El balance de maquinaria como sistema para la planificación y el control de la maquinaria resulta un medio efectivo para la programación a largo plazo y sirve además para calcular el parque de medios mecanizados en unidades productivas de nueva creación o para la realización de ajustes en la estructura del parque; pero el proceso productivo requiere también de un sistema a más corto plazo que posibilite de una forma más objetiva el cumplimiento de este propósito Garrido (1995), plantea la necesidad de una planificación integral. En el trabajo a partir de los elementos de la planificación y el cálculo de la maquinaria se aplican elementos de gestión energética

buscando los puntos claves caracterizados por el potencial de consumo de energía Turner, Wayne C, (2005).

En todas las unidades del Ministerio de Educación Superior se realiza de uno u otro modo la programación del combustible ya sea semanal o quincenal y en la mayoría de los casos se realiza una programación mensual, pero este proceso no está estandarizado y cada cual lo realiza a su forma, considerando casi siempre como único aspecto las actividades y el consumo de combustible global por labores y no por agregados, además la independencia entre el análisis del cierre de ciclo de combustible y la programación, contribuye con el descontrol de su uso.

El MES posee 12 universidades y 7 centros de investigación que utilizan la maquinaria agrícola, estos requieren del análisis de la utilización de todos los medios mecanizados que poseen, de su organización y explotación, del estudio y la adecuación de los índices e indicadores que emplean en su programación a corto y mediano plazo, para de esta forma poder incidir en un uso más racional del combustible.

El trabajo se realizó a partir del software "CEMaq" desarrollado por investigadores del Instituto de Investigación de la Maquinaria Agrícola del MINAG, en el mismo se caracteriza y analiza el parque de tractores y sus agregados, las actividades y labores a realizar en las universidades y centros de investigación de la entidad. Se determinan los puntos claves en el uso de combustible referido a actividades, equipamiento y labores a ejecutar. La determinación de los índices de consumo por actividades labores y equipos, servirá de base para la toma de decisiones para una gestión eficiente de la energía en este sector. La actividad de servicio constituye el puesto clave para la gestión energética en esta fuente y dentro de esta la labor el control mecánico de malas hierbas.

El programa CEMaq desarrollado por Sotto, P.D, (2003) que se utiliza, acumula y analiza mensualmente, verificando el comportamiento del índice de consumo de combustible fundamentalmente y en los casos necesarios actualizándolos o disponiendo su verificación por métodos más exactos. Se podrá además analizar el comportamiento de los gastos de combustible por actividad o por cultivo comparándolo con el período precedente y con el similar del año anterior cuando existe el dato.

El nuevo modelo para la programación de los medios mecanizados Sotto, P.D, (2001), consta de un área de información general en la parte superior donde se reflejará el nombre de la empresa, de la unidad productiva y el plazo de tiempo a que corresponde la programación; luego, el

modelo como tal formado por veintiuna columnas agrupadas en ocho secciones fundamentales que son:

- Cultivo.
- Actividad.
- Agregación (Tractor, Implemento).
- Volumen de trabajo (UM, plan, real, % cumplimiento).
- Volumen de combustible (Plan, Real % cumplimiento).
- Índice de combustible (Plan, Real, % cumplimiento).
- Balance (Días efectivos, Horas, Norma, Necesidad de agregados).
- Salario (Tarifa, Plan, Real).

En la figura 2.4 se muestra la tabla con la información primaria a introducir en el programa CEMaq.

Figura 2.4 Hoja de información Primaria.

MINISTERIO DE LA AGRICULTURA
PROGRAMA DE TRABAJO DE MAQUINARIA Y TRACCION ANIMAL. NECESIDAD DE AGREGADOS
PLAN Y CUMPLIMIENTO

EMPRESA: _____

FECHA: _____

UNIDAD DE PRODUCCION: _____

PERIODO DESDE: _____ HASTA: _____

Cultivo	ACTIVIDAD	AGREGACION		VOLUMEN DE TRABAJO				VOLUMEN COMBUSTIBLE (lt)			INDICE DE COMBUSTIBLE			BALANCE				TAREA	SALARIO	
		TRACCION	IMPLEMENTO	UM	PLAN	REAL	%CUMPL	PLAN	REAL	%CUMPL	PLAN	REAL	%CUMPL	DÍAS/HORA	HORAS	NORMA	NCAGREG		PLAN	REAL
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U

$H\% = G/F \times 100$ $I(lts) = E \times L$ $K\% = J/I \times 100$ $M(lts/cab) = J/G$ $N\% = M/L$ $R(ncagr) = F((Q8) \times O \times P)$ donde Q(lts/unidad de trab).

OBSERVACIONES SE REALIZARAN AL DORSO DEL MODELO O UN COMENTARIO SOBRE LAS CAUSAS FUNDAMENTALES QUE INCIDIERON EN LOS INCUMPLIMIENTOS O SOBRE CUMPLIMIENTOS Y VARIACIONES DE LOS INDICES

NOMBRE Y FIRMA J. PRODUCCION

NOMBRE Y FIRMA TECNICO

NOMBRE Y FIRMA MAQUINARIA

Resultados que brinda el programa CEMaq

CEMq ofrece al usuario múltiples posibilidades tales como:

1. Programación y control de:
 - La producción con medios mecanizados.
 - Consumo de combustible.
 - Índice de consumo por labor y agregado.
 - Gastos de salario.
2. Análisis del comportamiento de la producción y el consumo de combustible por:
 - Cultivo.
 - Actividad.
 - Equipo.
 - Agregado.
3. Control y análisis del índice de consumo de combustible por actividad y agregado.
4. Comportamiento de los gastos de salario por cultivo y por actividad.
5. Determinación de la necesidad de equipos e implementos.
6. Consolidar la información al nivel de unidad productiva, empresa, municipio, provincia, etc.

2.5 Metodología estadística.

Metodología del análisis estadístico.

El análisis de datos para la obtención del modelo se resuelve por los métodos estadísticos de correlación y regresión lineal múltiple, en este caso se aplicará la Dócima de la Regresión Múltiple. Este método se desarrolla mediante el programa de computación MINITAB 14.

Por este método es posible tener diferentes variables que tomadas conjuntamente pueden servir como base satisfactoria de la estimación de la variable que se desea, realizado mediante funciones lineales. Con este fin se representan por $Y, X_1, X_2, \dots, X_k$, las variables disponibles y se considera el problema de estimar Y por medio de una función lineal de las variables restantes. Si se designa Y la variable, su estimación se obtiene mediante la expresión:

$$Y = C_0 + C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_k X_k$$

Donde las coeficientes C son determinados por el método de los mínimos cuadrados. El problema es encontrar el conjunto de los coeficientes C que minimice la suma del cuadrado de los residuos Cartaya (1980).

El programa MINITAB 14 ofrece diversos resultados al procesar la información, por lo que es necesario presentar un método de la utilización de éstos para demostrar que el modelo matemático obtenido representa al modelo estudiado.

La metodología se establece sobre la base de la comprobación de dos requisitos fundamentales: la independencia de las variables y la normalidad de los residuales. Además, se analizan datos como: el coeficiente de determinación, el error típico de estimación y el análisis de la varianza siendo este último un poderoso método estadístico para la comparación de medias de diferentes niveles de uno o más factores, a partir de la descomposición o análisis de la variabilidad total en diferentes fuentes de manera que se pueda estudiar el efecto que tienen los factores sobre la variable objeto de estudio López (1988).

Coeficiente de determinación de la regresión. Determina el grado de ajuste del modelo, aceptándose como resultados en estos estudios, valores mayores de 0,8 López (1988).

Evaluación de la normalidad de los residuales: Se realiza a partir de la prueba *Anderson Darling* referido a los residuales.

Evaluación de la independencia de los residuos: Esta se puede demostrar mediante la prueba de Rachas de los residuos Alfonso (1989).

Evaluación matemática: Se realiza mediante el análisis de la varianza que se presenta en la tabla ANOVA la cual analiza el p-valor y la *dócima de Fischer* a partir de la comparación de la suma de los cuadrados del factor, la suma de los cuadrados del error y los cuadrados medios de estos.

Dócima de la regresión múltiple: Permite analizar el aporte conjunto o global de un grupo de b variables independientes para la estimación del valor esperado de Y, en este caso la variable dependiente a estudiar es el consumo de energía eléctrica. Este análisis se realiza mediante la prueba de hipótesis López (1988).

CONCLUSIONES PARCIALES

- Se utiliza como bases Teóricas Metodológicas para el trabajo el SGTEE y la NC ISO 50001.
- Se determinaron los niveles de actividad a utilizar en la Educación Superior por tipo de combustible.
- Se muestra el análisis estadístico en la obtención de los modelos multifactoriales.

III. CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO Y DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

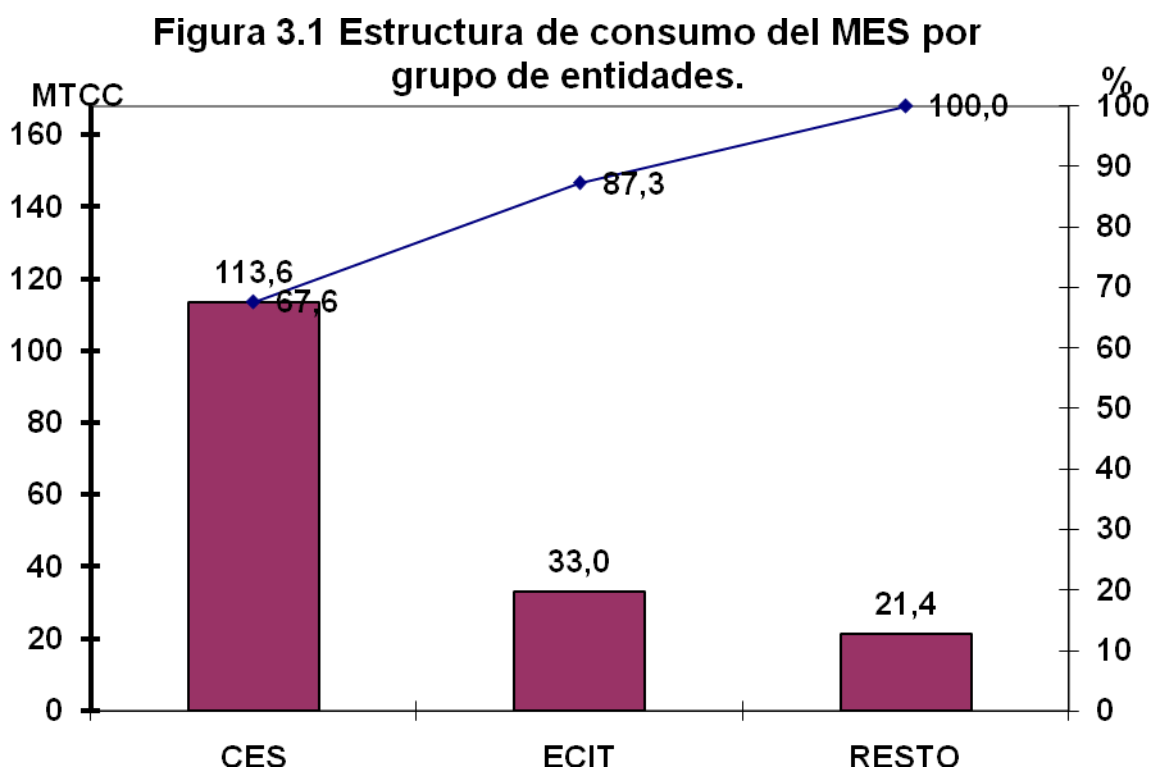
- 3.1. Caracterización del consumo de portadores energéticos en el MES.
- 3.2. Caracterización e índices de desempeño energético en los combustibles diesel y gasolina.
- 3.3. Caracterización e índices de desempeño energético para tractores y equipos agrícolas.
- 3.4. Caracterización e índices de desempeño energético en el consumo de combustible FUEL OIL.
- 3.5. Índices de desempeño energético en la energía eléctrica.

3.1. Caracterización del consumo de portadores energéticos en el MES.

En este punto se caracteriza el comportamiento del uso de los portadores energéticos en las entidades adscriptas al MES, se establecen los niveles de actividad que los caracteriza, se definen los volúmenes de consumo de energía eléctrica por los CES y se analiza su evolución a lo largo del período analizado.

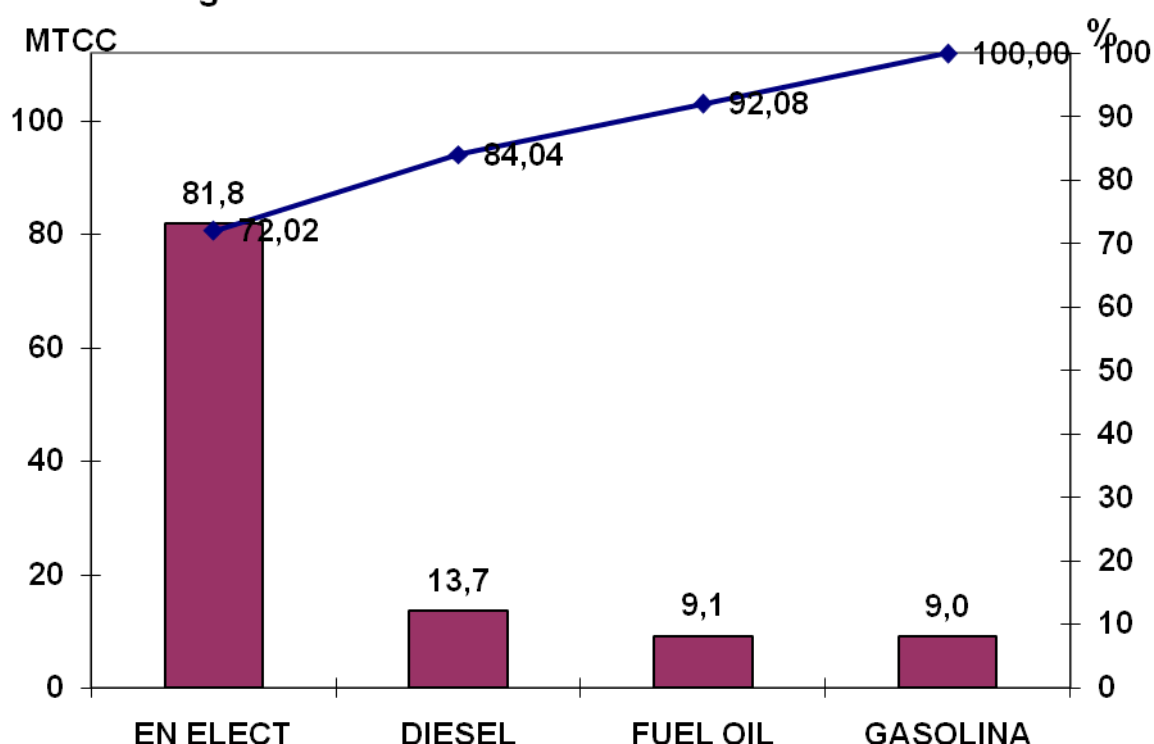
Análisis de la estructura de consumo de los portadores energéticos en el MES.

En el estudio se tomó en consideración los datos de consumo de los portadores fundamentales según fuentes energéticas utilizadas en nueve años, se escogieron los años del 2003 al 2011, considerando tres grupos de entidades con actividades con cierta afinidad, que son la de los Centros de Educación Superior (CES), que comprende todas las Universidades, segundo la de las Entidades de Ciencia e Innovación Tecnológicas (ECIT), que agrupa los centros de investigación, y tercero denominado RESTO, que comprende al organismo central, empresas y el JBN. La estructura de consumo de portadores energéticos en combustible equivalente, se muestra en la figura 3.1, donde se puede apreciar que los CES resultan los de mayor consumo con cerca del 68 %, lo cual está asociado a la función sustantiva de la Educación Superior que es la formación como profesionales de los estudiantes, le siguen las ECIT con un 19.7 %, mientras que el RESTO consume algo más del 12.7 %.



Con esta premisa, donde los CES resultan los mayores consumidores, se analiza el comportamiento de consumo de los portadores fundamentales de los mismos, el cual se muestra en la figura 3.2, donde se puede apreciar que la energía eléctrica resulta la de mayor consumo con más del 72%, el diesel más del 12%, mientras que los combustibles fuel oil y gasolina están alrededor del 8%.

Figura 3.2 Estructura de consumo de los CES.

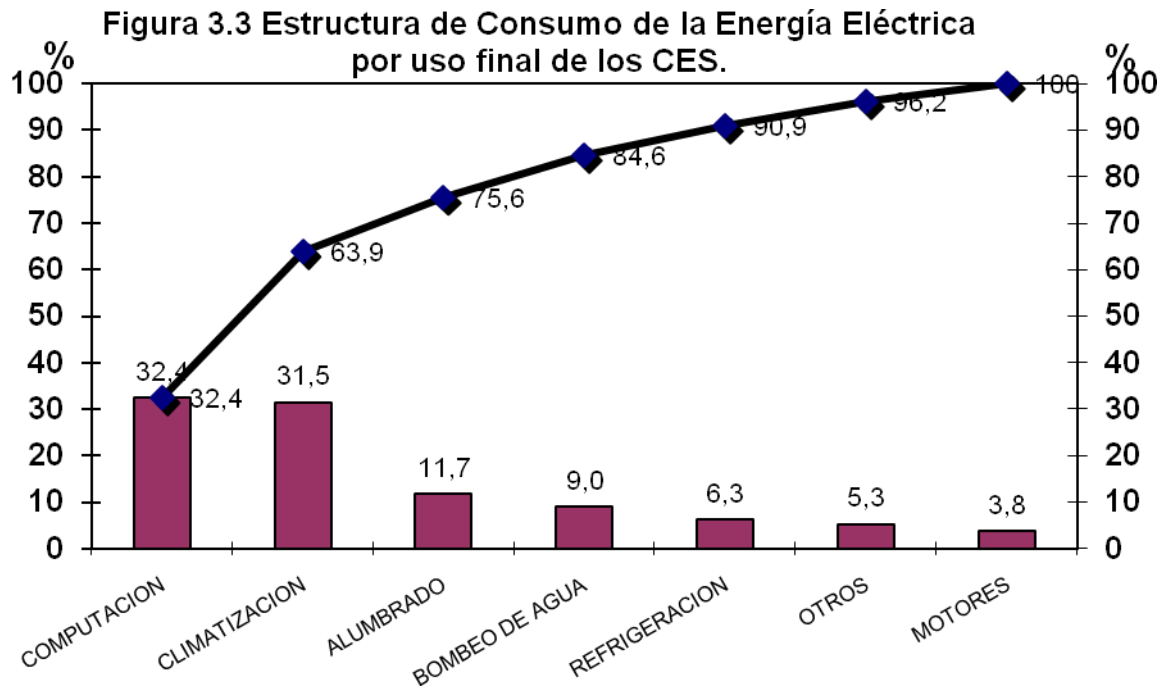


El combustible fuel oil que es el 8.04 % del empleado en los CES, se utiliza en calderas para la cocción de alimentos utilizando quemadores BALTUR, el diesel con un 12.02 % se utiliza en transporte, en tractores y en calderas para la cocción de alimentos y la gasolina con un 7.92 % se utiliza fundamentalmente en transporte.

La energía eléctrica constituye el 72.02 % del combustible equivalente utilizado en los CES, por lo que se profundizará en su caracterización en cuanto al uso final, la distribución por centros y su patrón de consumo en el año.

En la figura No 3.3, se muestra la estructura de consumo de la energía eléctrica por su uso final en los CES, donde su comportamiento refleja que la computación y la climatización son las que resultan los mayores consumidores con un 63.9%, que sumados a la iluminación hacen un consumo por encima del 75% del total, y al añadirle el consumo del bombeo de agua alcanza un

84.6 %. El uso de las computadoras y la climatización constituyen los mayores consumidores y por otro lado su uso está asociado en laboratorios de informática y otros, por lo que la combinación correcta de estos es una fuente importante para lograr eficiencia en los CES.

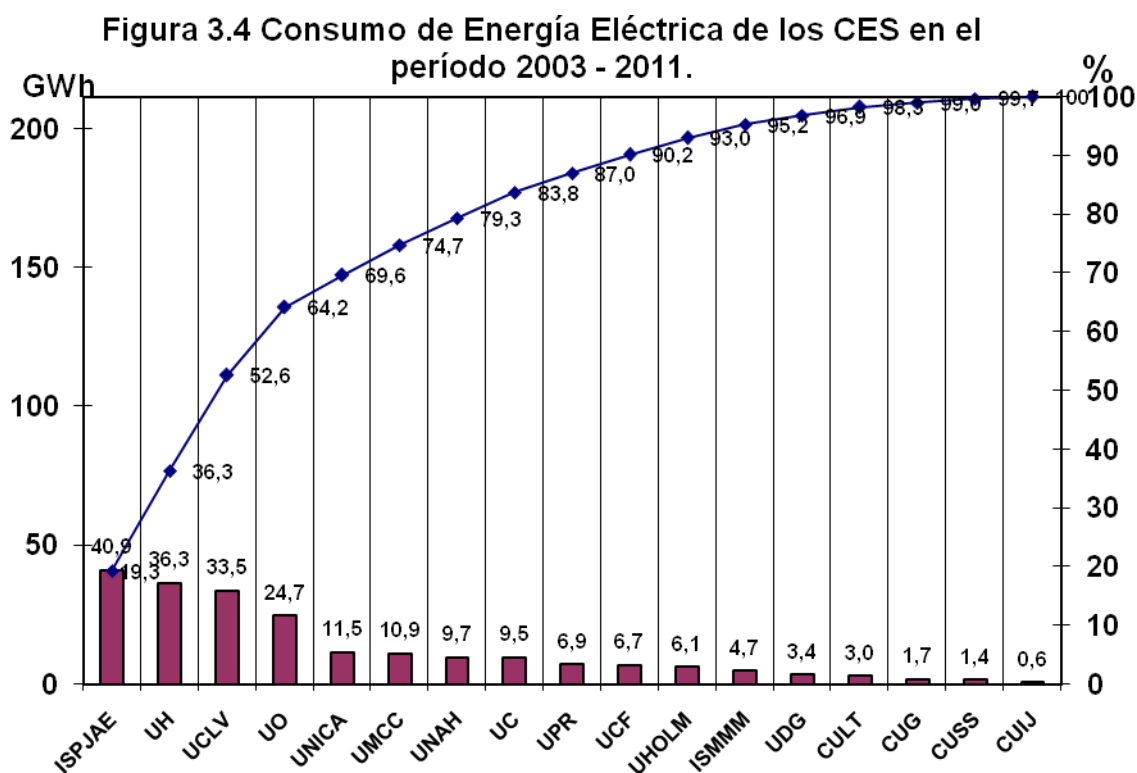


En las instalaciones universitarias la computación juega hoy un papel importante en el proceso de formación del profesional, tan es así que representan el 32.4 % del consumo total, estos equipos además se trabajan habitualmente en locales climatizados, lo que trae por consecuencia un aumento del consumo en climatización, que actualmente representa el 31.5 % del total, conformando ambos el mayor porcentaje de consumo, lo que crea en las universidades otra estructura de uso final que ha traído inclusive cambios sustanciales en el diseño de las redes eléctricas. El uso final en climatización esta asociado directamente a las variables climáticas como la temperatura y la humedad, este tema de asociar el consumo al factor climático ha sido abordado en instalaciones universitarias por el autor en trabajos realizados en residencias estudiantiles y edificios administrativos obteniendo modelos multifactoriales donde la temperatura juega un papel preponderante PELAYO (CIER) universidad 2012. Esta información es sumamente útil para decidir sobre las acciones a tomar en el uso de este portador, además, por el alto nivel de consumidores no lineales que lo constituye la computación, se plantea la

necesidad de analizar los contenidos de armónicos, en especial por el neutro, auxiliándose de analizadores de redes, para evitar valores perjudiciales y ganar en eficiencia.

Distribución del consumo de energía eléctrica por CES.

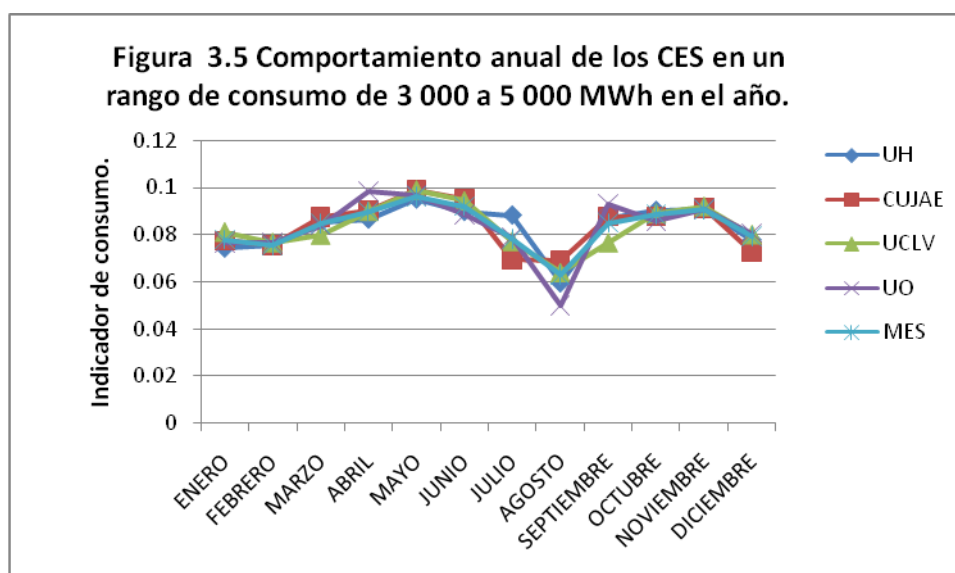
En la figura 3.4, se muestra la estructura de consumo por los CES en los años 2003 al 2011, donde queda determinado que cuatro centros (CUJAE, UH, UCLV y UO), de los 17 CES, consumen el 64.2 % de toda la energía eléctrica, y que si se les añaden los 4 siguientes, (UNICA, UMCC, UNAH y UC), alcanza el 83.8 %, determinando así los CES en que se debe tener una mayor atención en el uso de este portador.



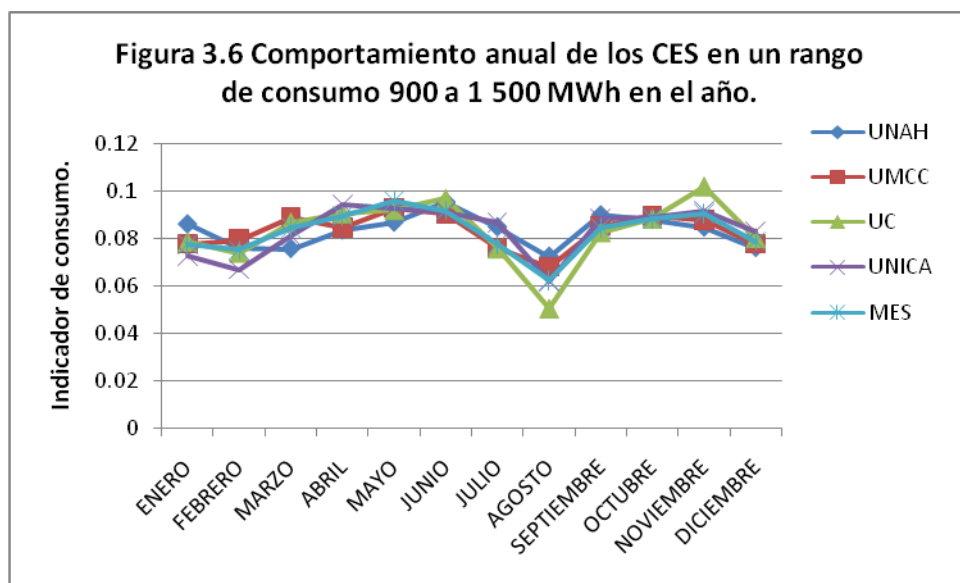
Es evidente que existe una diferencia en el consumo de los CES, que se debe a varios factores como, el tamaño físico de las instalaciones y edificios, diferencias en las magnitudes de las matrículas, diferencias en el nivel de completamiento en computadoras, sistemas de climatización, tipo de carreras que se imparten, existencia de Centros de estudios y de investigación con talleres y laboratorios subordinados. Esta diferencia de consumo sugiere la agrupación de los centros por rango de consumo para los análisis y así descartar la influencia de este factor.

Se formará un primer grupo con consumos de 3 000 a 5 000 MWh al año que lo integran **la CUJAE, la UH, la UCLV y la UO**; un segundo grupo integrado por la **UNICA, la UMCC, la UNAH y la UC** con consumos de 900 a 1 500 MWh, un tercer grupo la **UPR, la UCF y la UHOLM** con consumos de 700 a 800 MWh y un cuarto grupo de 600 MWh y menores integrado por el ISMMM, la UDG, la ULT, la UG, la UNISS y la UIJ.

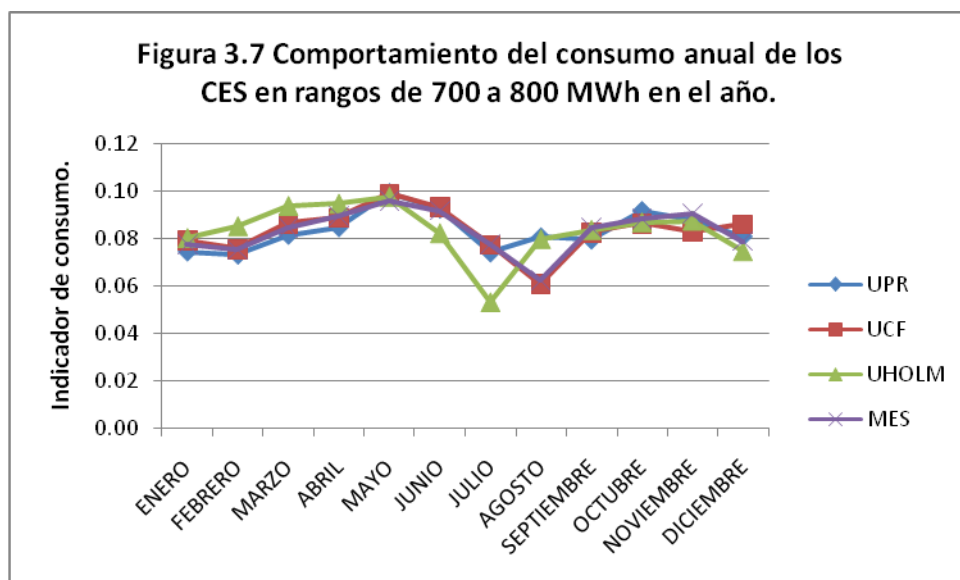
Las entidades de educación superior por sus funciones y las característica de trabajo en el curso escolar, logran una estructura de consumo en el año, a continuación se realizará un análisis de la misma, donde los gráficos están referidos al máximo consumo en el año. En la figura 3.5 se muestra el gráfico de la estructura de consumo para las entidades del primer grupo de consumos de 3 000 a 5 000 MWh al año.



Como se observa en la figura el consumo del mes de agosto es el menor y en el caso de la UH, UCLV y la UO consumen un 4 % del total y la CUJAE difiere de estos consumiendo el 7 % producto del período vacacional, los valores máximos en este grupo se tienen en los meses de abril, mayo, junio, septiembre, octubre y noviembre con un rango de consumo entre 9 y 10 %, por otro lado en los meses de enero, febrero, julio y diciembre los niveles de consumo son menores alrededor del 8 % del total de consumo en el año, aquí se puede observar que a pesar de tener un consumo similar en el año estos centros y un mismo calendario docente el comportamiento difiere entre ellos. La curva denominada MES en el gráfico representa la suma del total de los CES, al compararla con el comportamiento de estos cuatro centros se observa que representa el comportamiento medio de los mismos, pero con la misma tendencia de distribución.



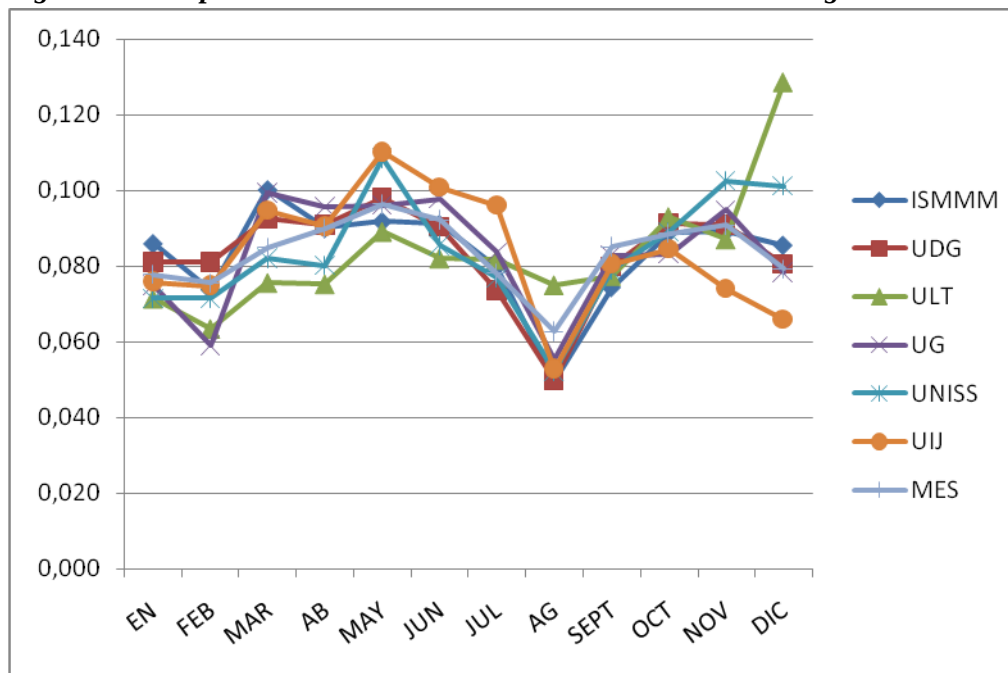
En la figura 3.6 se realizará el análisis para el segundo grupo en un rango de consumo de 900 a 1 500 MWh, donde se agrupan los centros de la UNAH, UC, UNICA y la UMCC, donde analizando el consumo del mes de agosto, se observa que dos centros la UNAH y la UMCC consumen alrededor de un 7 % del total y los otros dos restantes, la UC con el valor menor de un 5% y la UNICA consume el 6 % del total, que coincide con el valor de la curva MES, la cual representa la tendencia media del comportamiento de los CES. Al analizar este gráfico, se puede corroborar que en general mantienen el mismo patrón de comportamiento mensual, además, se debe señalar que en los meses junio, septiembre, octubre y diciembre, coinciden estas 5 curvas en valores.



En la figura 3.7 se muestra el comportamiento del consumo del año en los centros con un rango de consumo en el año de 700 a 800 MWh, analizando el consumo del mes de agosto se tiene que la UCF consume un 6 % coincidiendo con la curva MES, mientras que la UPR y la UHOLM consumen un 8 %, siendo este mes y el de julio donde mayor es la diferencia con respecto a la media del MES, los valores máximos en este grupo se tienen también en los meses de abril, mayo, junio, septiembre, octubre y noviembre con un rango de consumo entre 8 y 10 %, donde la curva MES sigue representando el comportamiento medio de los mismos en general similar a los grupos anteriores. Las diferencias significativas de la UHOLM en junio, julio y agosto indican deficiencias en los datos estadísticos.

En la figura 3.8 se muestra el comportamiento del consumo del año en los centros con un rango de consumo en el año de 600 MWh y menores, analizando el consumo del mes de agosto se tiene que, menos la ULT, que consume por encima del 7 % del consumo anual, los 5 restantes CES están agrupados entre un 5 y un 5.5 %, mientras que la curva MES está en el entorno del 6.5 % y es el mes donde más difiere como curva media del año, los meses con mayor consumo coinciden en mayo, junio y octubre y Noviembre con un rango de consumo entre 8 y 11 %, aunque se debe señalar que la mayoría coinciden en los meses de julio, agosto, septiembre y octubre.

Figura 3.8 Comportamiento del consumo anual de los CES con rango de menos de 600 MWh.



CONCLUSIONES PARCIALES

- En la estructura de consumo de portadores energéticos en el MES por entidades, los CES resultan los de mayor consumo con el 67.6 %, les siguen las ECIT con un 19.7 %, mientras que el RESTO consume el 12.7 %.
- La estructura de consumo de los CES se corresponde con el 72.02 % en consumo de energía eléctrica, el 12.02 % en diesel, el 8.04 % en combustible fuel oil y un 7.92 % en gasolina.
- En la estructura de consumo de la energía eléctrica por su uso final en los CES, la computación y la climatización son las que resultan los mayores, acumulando entre ellas el 64 % del consumo.
- El 64.2 % del consumo de energía eléctrica está concentrado en cuatro de los 17 CES y el 83.8 % en ocho de estos.
- La estructura de consumo de energía eléctrica por meses para los grupos de los CES se mantiene similar en comportamiento por meses, aunque en el mes de agosto el grupo de menos consumo poseen consumos inferiores a la curva del MES, que resulta media en todos los grupos en términos generales.

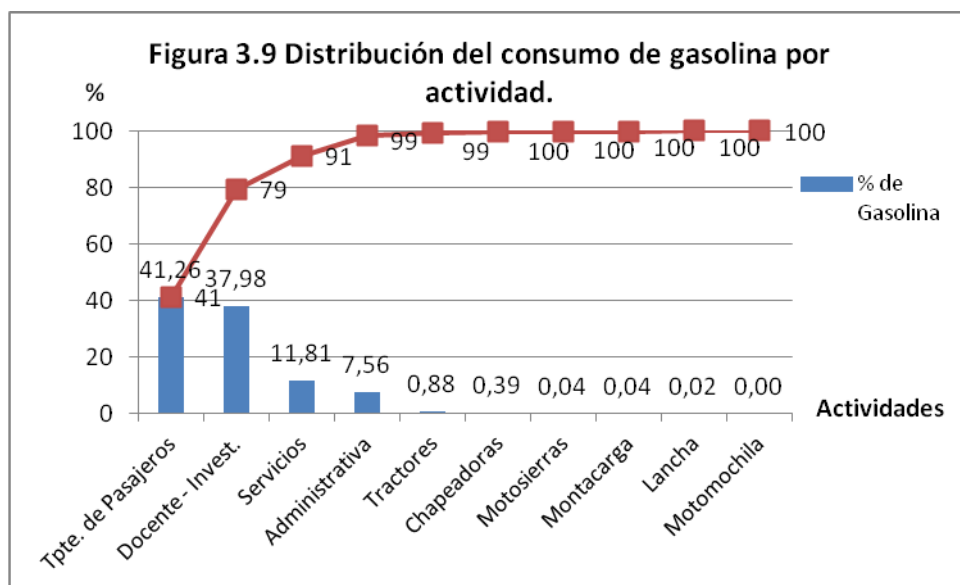
La distribución desigual del consumo de energía eléctrica por los centros del MES obedece a los siguientes factores:

- Diferencias entre los centros en tamaño físico de las instalaciones y edificios.
- Diferencias en las magnitudes de las matrículas.
- Diferencias en el nivel de completamiento en computadoras, sistemas de climatización, laboratorios, bombeo de agua y otros equipos consumidores de energía eléctrica.
- Tipo de carreras que se imparten.
- Existencia de Centros de estudios y de investigación con talleres y laboratorios subordinados.
- Situación y tipo de la iluminación interior y exterior.

3.2. Caracterización e índice de desempeño energético en los combustibles diesel y gasolina.

Análisis de la gasolina.

El combustible gasolina ocupa un 7.92 % en la matriz energética de los centros de la Educación Superior del MES en Cuba, este combustible se gestiona a través de los niveles de actividad fundamentados en el epígrafe 2.4. En la figura 3.9 se muestra la cantidad de gasolina en por ciento que se dedica a cada actividad, se observa que el 41.26 % se utiliza en el transporte de pasajeros que corresponden con los viajes de traslados de los profesores y estudiantes a las universidades y centros de investigación fundamentalmente y las clases prácticas de los alumnos; a esta actividad le sigue la Docente Investigativa con un 37.98 % la misma se utiliza en gestionar la formación del profesional, las investigaciones científicas y las relaciones internacionales, como se puede apreciar entre estos dos niveles de actividad se agrupa el 79 % del consumo de la gasolina y las mismas están asociadas a las funciones sustantivas de los centros Universitarios que es la Formación del Profesional y la Investigación Científica.



El 11.81 % se dedica a la actividad de servicios donde se encuentra las gestiones de ATM y mantenimiento de las instalaciones fundamentalmente, el 7.56 % en la actividad administrativa referida principalmente al directivo de cada entidad y el resto se utiliza en tractores, chapeadoras, motosierras, montacargas, lancha y motomochilas. El 99 % del consumo de gasolina se concentra en las actividades de Transporte de Pasajeros, Docente Investigativa, Servicios y la

Administrativa en este orden, por lo que el análisis de lo que comprenden estas actividades y su índice de consumo es vital para determinar el desempeño energético de la entidad.

En la tabla 3.1 se muestra la relación de los índices de consumo por actividades para el uso de la gasolina, analizando la actividad de Transporte de Pasajeros que genera el 41.26 % del consumo total el índice de consumo, es de 3.36 km/L, en esta actividad se agrupan dos tipos de vehículos los microbús y los ómnibus aunque el mayor consumo está asociado al parque de ómnibus. El parque de ómnibus de gasolina que se utiliza es el GIRÓN y está concentrado fundamentalmente en la empresa de servicios ETTMES, por lo que se garantiza una explotación especializada de estos, aunque hay que destacar que poseen una explotación de más de 20 años, estos ómnibus poseen un índice de consumo de 2.5 km/L. El parque de microbús de 8 y 11 pasajeros está formado por disímiles marcas por lo que los índices de consumo varían de 5 a 7 km/L y en función de la cantidad de combustible consumido elevan el índice a 3.36 km/L, en el análisis de la actividad de Transporte de Pasajeros el índice puede variar en función del combustible utilizado en los diferentes tipos de vehículos. En la referida actividad es importante señalar el indicador de pasajeros transportados en ambos tipos de vehículos tiene indicadores similares a empresas transportistas.

Tabla 3.1 Índices de consumo de gasolina por nivel de actividad.

<i>Nivel de Actividad</i>	<i>Unidades</i>	<i>Cantidad</i>
Transporte de Pasajeros	km/L	3.36
Administrativa	km/L	10.94
Docente - Investigativa	km/L	8.66
Servicios	km/L	3.49
Tractores	L/h	5.92
Chapeadoras	L/h	0.25
Montacarga	L/h	2.32
Motosierras	L/h	0.85
Lancha	L/millas	0.12
Motomochila	L/h	0.56

La actividad Docente Investigativa utiliza el 37.98 % de total de la gasolina, en la tabla 3.1 se tiene que el índice de consumo para esta es de 8.66 km/L, en dicha actividad se agrupan los autos,

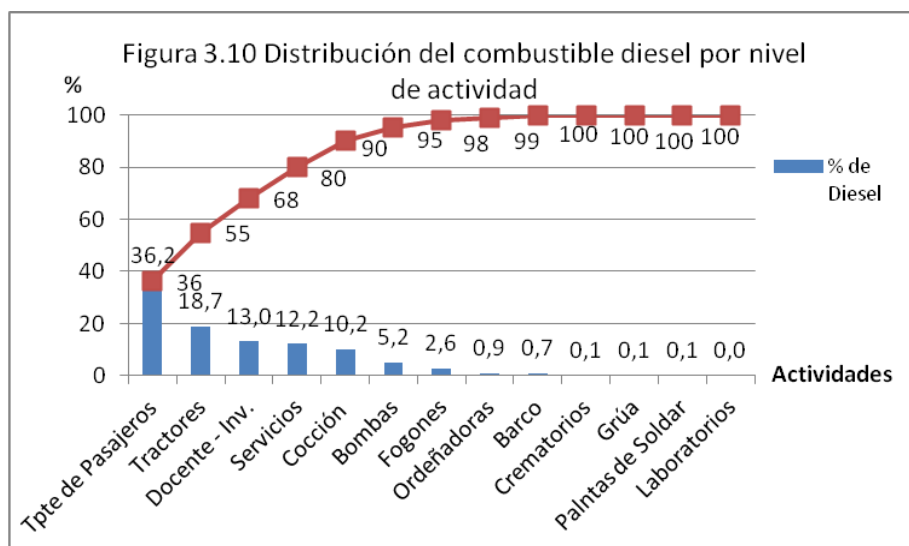
los Jeep y las motos, como se tiene este índice está compuesto por tres tipos diferentes de vehículos que poseen diferentes índices de consumo; los autos caracterizados por un índice de 10 km/L la mayoría marca Lada con más de 20 años de explotación, los Jeep con índices de 7 km/L incluye fundamentalmente el WAZ y Niva, y las motos con índices de 14 km/L, en este caso de las motos se incluyen Susuki con índices de 30 km/L y Urales con 10 km/L como valores máximo y mínimo respectivamente, en esta actividad en las motos como tal el consumo es menor por la cantidad y el plan asignado no así en los autos y jeep que utilizan la mayor parte de este combustible.

La actividad de servicio utiliza el 11.81 % de la gasolina total, aquí se agrupan los paneles, camionetas y camiones y el índice de consumo que se refiere en la tabla 3.1 es de 3.49 km/L, aunque los paneles y camionetas poseen índices de promedio de 9 km/L los camiones fundamentalmente con un parque de modelos Gas con más de 30 años de explotación poseen índices de 2.2 km/L y además llevan la mayor parte del abastecimiento a las universidades teniendo el mayor peso en este consumo, aquí se debe agregar que existe un proyecto de remotorización para estos camiones a combustible diesel que mejora su índice de consumo.

La actividad administrativa con un 7.56 % del consumo total, está vinculado a los vehículos de los directivos principal de cada entidad y formada por equipos marca Lada fundamentalmente con índices de consumo de 10.8 km/L.

Análisis del combustible Diesel.

El combustible Diesel ocupa un 12.02% en la matriz energética de los centros de la Educación Superior en Cuba, este combustible se gestiona a través de los niveles de actividad fundamentados en el epígrafe 2.4. En la figura 3.10 se muestra la cantidad de diesel expresada en por ciento a cada actividad, se observa que la mayor cantidad con un 36.2% se utiliza en el transporte de pasajeros, coincidiendo en este orden con el combustible Gasolina, este combustible fundamentalmente se utiliza para el traslado de los profesores y estudiantes a los centros universitarios, aunque aquí se incluyen los micros que cumplen misiones docente investigativas.



La segunda actividad en consumo de diesel es la de los tractores, la misma esta asociada a la investigación - producción en las carreras agropecuarias, esta actividad consume el 18.7% del combustible Diesel. El uso del combustible en tractores en combinación con la maquinaria agrícola y por otro lado relacionado con la producción agrícola en diversos cultivos y en distintas épocas del año, teniendo en cuenta la cantidad de combustible que representa del total utilizado y la complejidad en el cálculo de los índices de consumo se le dedicará un epígrafe a este análisis. Hasta aquí se acumula el uso del 55% del combustible diesel.

En la actividad Docente Investigativa en combustible diesel se utiliza el 13% y si comparamos con la gasolina que es de un 37.98%, vemos que existe una gran diferencia, debido a que en el diesel se tienen que abrir otras actividades específicas de este combustible. El 12.2% del diesel se utiliza en la actividad de servicio, lo que coincide en orden con el uso de la gasolina, que al igual que en esta se utiliza en las actividades de ATM y mantenimiento del Centro, a esta le sigue la

actividad de cocción de alimentos con un 10.2% del combustible que se utiliza en calderas para la producción de vapor que se utiliza en la elaboración de los alimentos. El bombeo de agua utiliza un 5.2% y el resto en fogones, crematorios, ordeñadoras y el barco de la Universidad de La Habana dedicado a las investigaciones marinas.

En la tabla 3.2 se muestra la relación de los índices de consumo por actividades para el uso del combustible Diesel, analizando la actividad de Transporte de Pasajeros que genera el 36.2% del consumo total el índice de consumo es de 3.42 km/L, en esta actividad se agrupan dos tipos de vehículos los microbús y los ómnibus aunque el mayor consumo está asociado al parque de ómnibus. El parque de ómnibus de diesel que se utiliza es el FIAT y está concentrado fundamentalmente en la empresa de servicios ETTMES, por lo que se garantiza una explotación especializada de estos, aunque hay que destacar que poseen una explotación de más de 20 años, estos ómnibus poseen un índice de consumo de 2.2 km/L. El parque de microbús de 8 y 11 pasajeros está formado por disímiles marcas por lo que los índices de consumo varían de 8 a 9 km/L y en función de la cantidad de combustible consumido en la actividad de Transporte de Pasajeros se llega a un índice de 3.42 km/L, este índice puede variar en función del combustible utilizado en los diferentes tipos de vehículos según disposición técnica de los mismos.

Tabla 3.2 Índices de consumo de combustible diesel por nivel de actividad. **¡Error! Vínculo no válido.**

La actividad Docente Investigativa utiliza el 13% de total del diesel, en la tabla 3.2 se tiene que el índice de consumo para esta es de 7.69 km/L, en dicha actividad se agrupan los autos, Jeep y las motos, como se refiere este índice está compuesto por tres tipos diferentes de vehículos que poseen diferentes índices de consumo; los autos en este caso son un poca cantidad con un índice de 12 km/L con más de 10 años de explotación, los Jeep la mayoría de ellos remotorizados con motores Nisan, Hunday o Toyota y que mantienen índices de 7 a 8 km/L, en este tipo de vehículo se concentra el mayor consumo.

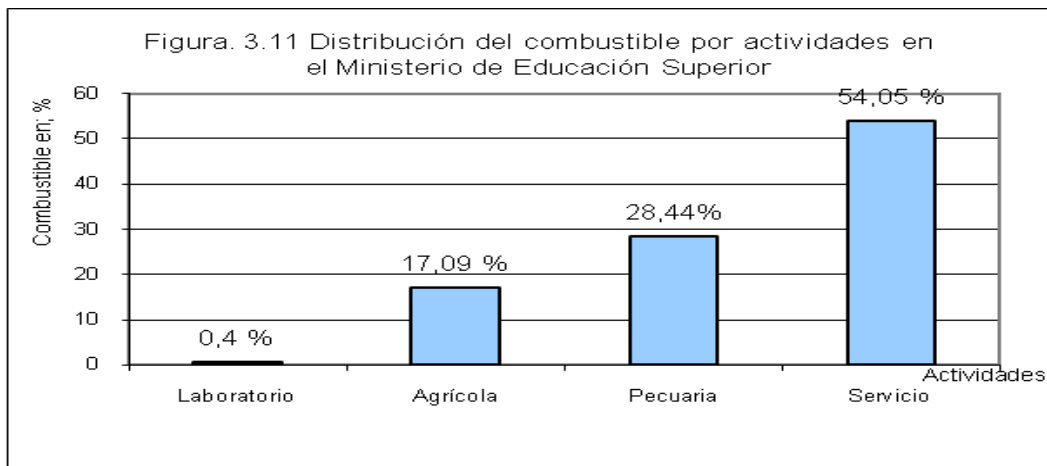
La actividad de servicio utiliza el 12.2% del diesel total similar a lo que ocurre con la gasolina, aquí se agrupan los paneles, camionetas y camiones y el índice de consumo que se refiere en la tabla 3.2 es de 7.87 km/L, aunque los paneles y camionetas poseen índices de promedio de 9 km/L los camiones fundamentalmente remotorizados logran índices de consumo de 5.5 km/L y

por otro lado llevan la mayor parte del abastecimiento a las universidades teniendo el mayor peso en este consumo.

La actividad de cocción de alimentos concentra el 10.2% del consumo de diesel, este se emplea en calderas que están equipadas con quemadores Baltur y poseen un índice de 270 comensales/L, en este índice inciden muchos factores lo que hace que difiera de un centro a otro inclusive utilizando quemadores y calderas similares, entre los factores principales están el régimen de explotación el estado de los sistemas de vapor así como las marmitas y los productos a elaborar.

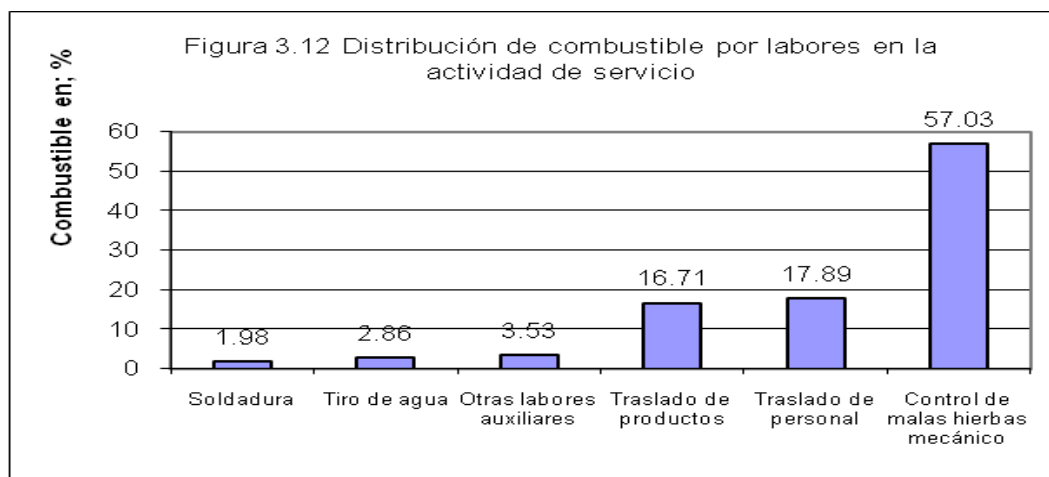
3.3 Caracterización e índices de desempeño energético para tractores y equipos agrícolas.

En la figura 3.11 se muestra una gráfica con la distribución del volumen del combustible por actividades, aquí se observa que la actividad de servicio utiliza un 54.05% del combustible característica de la mayoría de las instituciones en la Educación Superior, le sigue en orden descendente la Pecuaria con un 28.44% esta actividad en su mayoría se concentra en el ICA en las áreas dedicadas a la Investigación-Producción. En la actividad agrícola se utiliza el 17.09% y en laboratorios docentes el 0.4%.



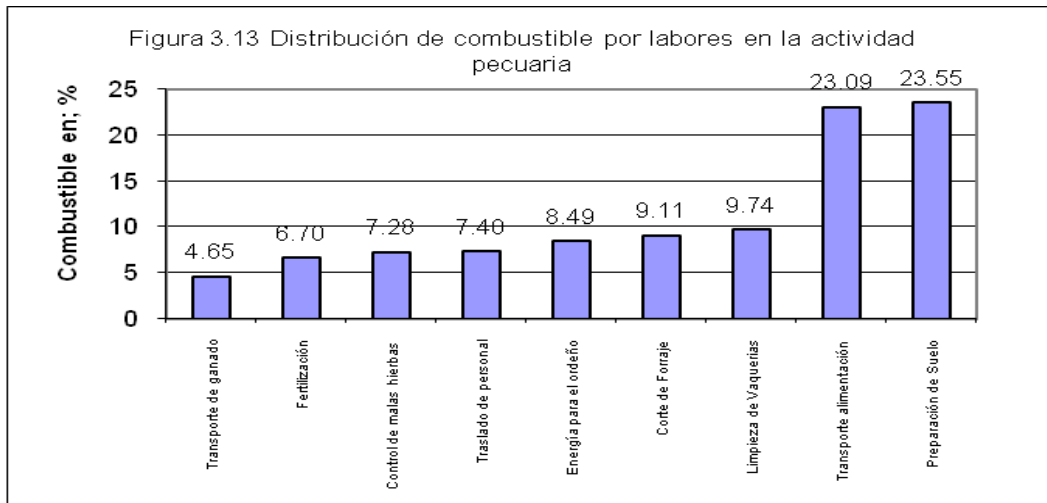
La actividad de servicio constituye el área de puesto clave en la utilización del tractor como fuente energética con un 54.05% del volumen de combustible, aproximadamente 21 600 L mensuales.

En la figura 3.12 se muestra la distribución del combustible por labores en la actividad de servicio la más comprometida en el consumo energético de la entidad. Es significativo que en esta actividad las labores con mayor volumen de combustible son, en primer lugar el control mecánico de malas hierbas con un 57.03% del total, por otro lado el traslado de personal con un 17.89 % en esta labor se destaca la actividad de los recorridos de los visitantes en el Jardín Botánico Nacional, aunque muchas entidades lo utilizan para el movimiento de trabajadores de mantenimiento y otros. El traslado de productos con un 16.7% en recorridos internos que apoyan la gestión de abastecimiento técnico material. La actividad con mayor acumulado de combustible es el control mecánico de malas hierbas, esta labor es mayormente enmarcada en la limpieza de las áreas verdes de los CES y principalmente se realiza en el mantenimiento del Jardín Botánico Nacional.

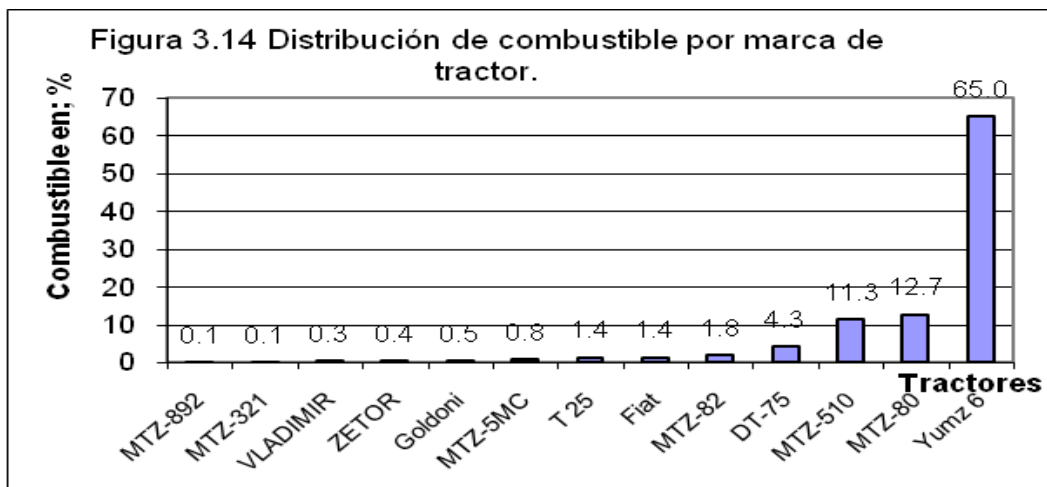


La actividad presenta un índice de consumo en el rango de 5.2 a 5.8 L/h, si se compara este con otras entidades agrícolas y utilizando (YUMZ 6 con Chapeadora CH-60) no posee diferencia significativa aunque los fines sean diferentes, pero si hay que destacar que se debe trabajar con este índice de consumo en los meses de seca cuando la densidad de la hierba es menor y el índice de consumo disminuye, experiencia similares en empresas agrícolas demuestran en el período seco una disminución en el índice de consumo de hasta 1 L/h, Sotto, P.D.2002. Cálculos conservadores en la labor en la entidad proporciona un potencial de ahorro de 3 500 L mensuales. La actividad Pecuaria es la que en segundo lugar consume mayor cantidad de combustible diesel con un 28.44 % que representa aproximadamente 10 800 L al mes. En la figura 3.13 se hace un análisis de la estructura de consumo por las principales labores como herramienta de gestión energética reportados por Wulfinghoff, D. R 1999, se observa que el mayor consumo recae en dos labores de forma similar con un 23.55% y 23.09% respectivamente, estas son la labor de preparación de suelos y la transportación de alimentos para el ganado destacándose en esta última el tiro de forraje que en ocasiones se realiza a grandes distancias para garantizar la alimentación. Las demás labores se mantienen en un volumen racional en la actividad; aunque la labor de suministrar energía con el tractor a las estaciones de ordeño consume un 8.49 %, esta tarea en algunos casos puede sustituirse por energía eléctrica o buscar alternativa con fuentes energéticas mas eficientes y constituye de hecho un potencial de ahorro. Otra labor que se puede racionalizar es la limpieza de las vaquerías que consume el 9.74 % del combustible; en esta labor se incluye el

traslado de las excretas, que de utilizarse esta en la producción de biogás disminuiría eliminaría esta labor obteniendo una fuente energética mas.



En la figura 3.14 se observa el volumen de combustible distribuido por marca de tractor, los mayores volúmenes de combustible se utilizan en los tractores de clase traccional 14 kN con un acumulado de 89 % y entre estos en el tractor YUMZ 6 con un 65 %. Los tractores YUMZ que acumulan el 65 % del combustible tienen mas de 20 años de explotación en el país, no obstante algunos se han remotorizado, pero no logran la eficiencia de la técnica mas moderna, lo que se demuestra utilizando los mismos agregados y labores con tractores mas modernos de la misma clase traccional diferencia en los índices de consumo de 0.5 L/h mayor.



Analizando el parque de tractores del Ministerio de Educación Superior solo el 11.5 % del volumen de combustible se emplean en tractores nuevos el resto en tractores de más de 20 años de explotación. La media de los índices de consumo del MES responde a una técnica con desgaste que provoca índices de consumo de combustible de hasta 1.5 L/h mayor en las mismas condiciones de trabajo utilizando tractores modernos. La renovación del parque de tractores puede disminuir el consumo de combustible hasta un 20% manteniendo el mismo nivel de actividad.

CONCLUSIONES PARCIALES

En el combustible destinado a los tractores en el Ministerio de Educación Superior la actividad de servicio emplea el 54.05 % del combustible, en la pecuaria el 28.44 %, la actividad agrícola el 17.09% y en laboratorios el 0.4%.

En la actividad de servicio el control mecánico de malas hierbas constituye el mayor volumen de combustible empleado con un 57.03%.

En la labor de control mecánico de malas hierbas referida a la actividad de servicio existe un potencial de ahorro de 3 500 L mensuales para los meses de seca a partir del estudio de los índices de consumo en la labor en las diferentes entidades con los agregados actuales.

El 89% del combustible utilizado en tractores en el Ministerio de Educación Superior se utiliza en la clase traccional de 14 kN y el 88.5% en tractores que poseen más de 20 años de explotación.

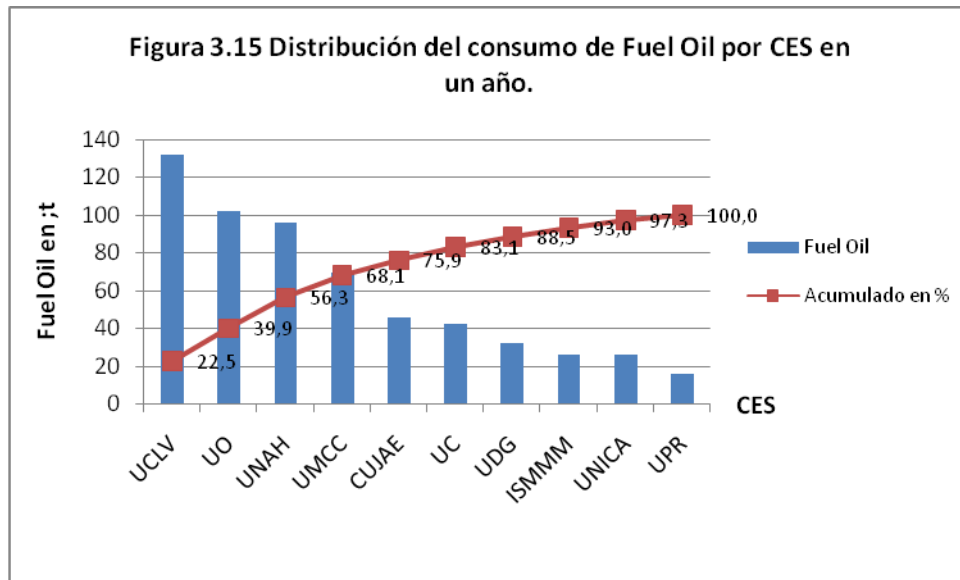
3.4. Caracterización e índices de desempeño energético en el consumo de combustible FUEL OIL.

El Fuel Oil o petróleo combustible, conforma el 8.16 % de la matriz energética de los CES, ocupa así el tercer puesto después del diesel, no por su bajo nivel de consumo es menos importante, ya que el mismo se utiliza en la producción de vapor para la cocción de alimentos en las universidades. De los 17 CES en el período estudiado, 10 consumen este combustible, que al año representa cerca de 700 t. Las calderas utilizadas para la quema de combustible utilizan por lo general quemadores BALTUR, aunque en el presente ya muchas han sustituido su quemador por equipos que utilizan combustible Diesel.

El indicador de desempeño energético que evalúa el uso del combustible Fuel Oil, actualmente se estima en función de la cantidad de comensales en las universidades ya que la producción de vapor se utiliza solo en la cocción de alimentos, este indicador representa las toneladas de combustible por comensal, ahora en este índice intervienen diferentes factores, ya que aquí no solo se evalúa la eficiencia de la caldera en la producción de vapor como equipo, sino que están involucrados el sistema de distribución de vapor, el sistema de cocción (marmitas) y la organización de la explotación de estas en función del número de platos a elaborar; por otro lado hay que señalar que todos los CES utilizan en la cocción de alimentos el GLP en mayor o menor medida, por lo que las raciones de alimentos elaboradas para los comensales no es solo producto del uso del combustible Fuel Oil lo que resulta difícil de identificar, todo lo anteriormente descrito explica que lo más conveniente resultaría hacer un análisis similar al de la electricidad a partir del alumno equivalente que representa la comunidad universitaria en los CES.

Con estas premisas se comenzará un análisis de la caracterización del uso del Fuel Oil en los CES, en la figura 3.15 se muestran los centros que lo consumen, la cantidad y el porcentaje que representa cada uno del total, hay tres centros que se consideran mayores consumidores que anualmente lo hacen entre 85 a 130 t, estos centros son la UCLV, la UO y la UNAH en ese orden y acumulan así el 40% del total, a este grupo le sigue la UMCC con un consumo promedio de 65 t al año y ya aquí se acumula el 56% del total del consumo anual, el restante 44% se distribuye entre seis universidades, cabe destacar que en este grupo se encuentran dos centros de mayor actividad como la CUJAE y la UC, en el caso de la CUJAE la cocción de

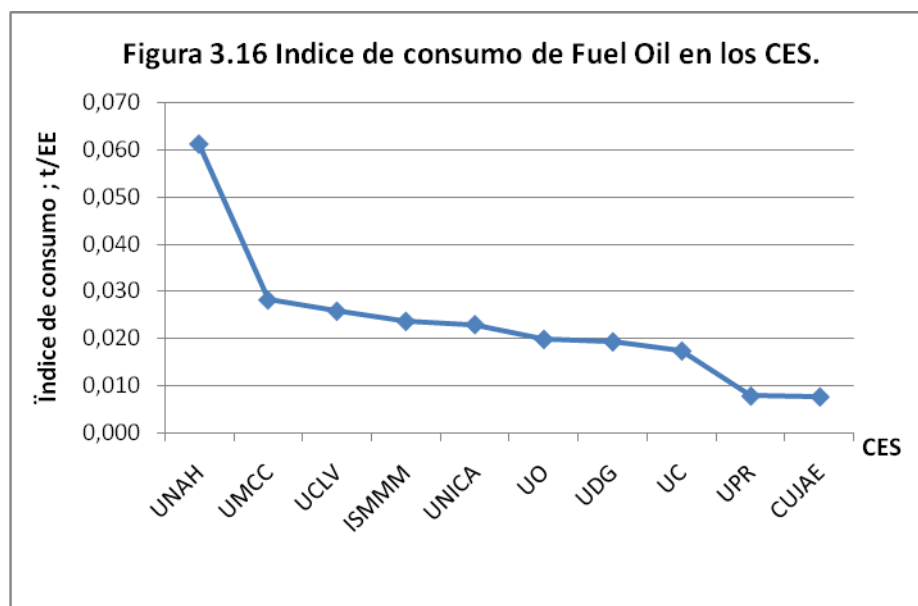
alimentos se comparte con 25 t de GLP y en el caso de la UC utiliza una mezcla de Fuel Oil y diesel al 50%, esto provoca que el consumo sea menor en estas entidades.



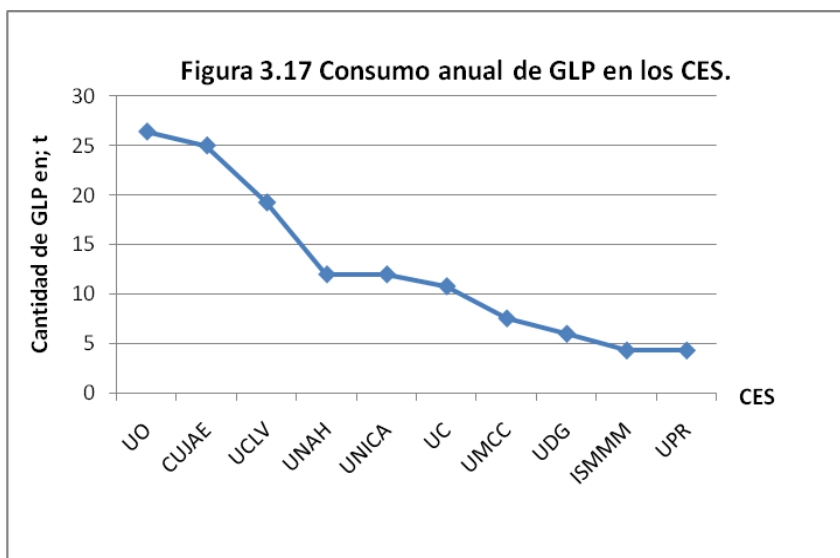
Análisis del índice de desempeño energético.

En este acápite se propone un análisis del índice de consumo de Fuel Oil a partir de los EE (estudiantes equivalente), con el propósito del estudio del desempeño energético de los CES con este combustible, o sea, se estima un indicador de consumo de toneladas de Fuel Oil anual por alumno equivalente en los CES.

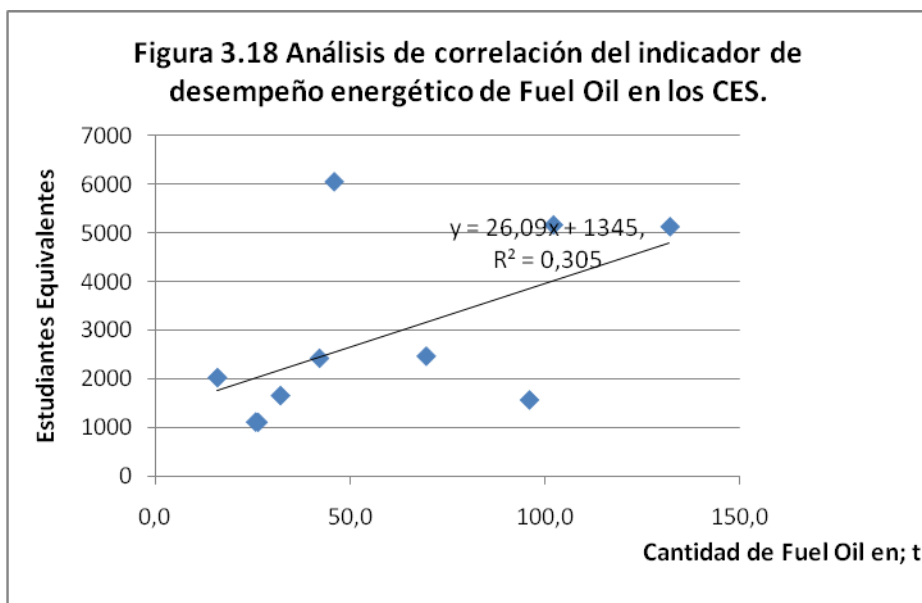
En el gráfico de la figura 3.16 se presenta los indicadores de desempeño energético de los CES para el Fuel Oil en los CES, para su mejor comprensión se ordenaron de mayor a menor índice, como se observa la UNAH aparece con el mayor 0.61 t/EE muy diferentes de los demás Centros que se encuentran en el rango de 0.008 a 0.28 t/EE, o sea, que duplica el mayor de todos los centros, por otro lado los mayores consumidores en orden son la UCLV, UO y UNAH y no mantienen ese orden en el indicador de desempeño energético, esto indica que la dependencia de otros factores en la racionalidad del índice es decisiva para la adecuación de los mismos y lograr así una planificación eficiente de este portador. La UPR y la CUJAE poseen un índice de 0.008 t/EE el mas bajo de los CES, en el caso de la UPR posee una baja cantidad de EE y con un consumo bajo, el bajo índice en la CUJAE es producto de que combina el uso del GLP en la cocción de alimentos, como se observa en la figura 3.16 es el segundo consumidor de este combustible en los CES con 25 t al año.



El análisis del indicador de desempeño energético en este combustible está muy relacionado con el consumo de GLP en las entidades ya que del 70 al 80% del consumo de este es dedicado a la cocción de alimentos, así se tiene en la figura 3.17 el consumo en el año de los CES en orden de mayor a menor consumo; como se observa la UO posee mayor consumo de GLP que la CUJAE, más del doble de consumo de Fuel Oil que la CUJAE y 1 000 EE menos que está y sin embargo el indicador de consumo es de 0.020 t/EE más del doble del valor del indicador de la CUJAE, en este análisis se evidencia la influencia de otros factores como puede ser uno la organización de la infraestructura de cocina-comedor. Otro análisis se hace con la UNAH y la UMCC, la primera consume un 30% más de Fuel Oil que la UMCC, la UNAH consume el doble de GLP que la UMCC y en EE en la UNAH hay 1 000 EE menos, al analizar el indicador de consumo por EE es superior en más de dos veces como se observa en la figura 3.16. Los análisis anteriores evidencian causas multifactoriales en el cálculo del indicador de desempeño energético del combustible Fuel Oil en los CES, ya existen trabajos acerca de la determinación de índices de consumo en sistemas de vapor a partir de modelos multifactoriales que logran mayores ajustes en la correlación de las variables de consumo en entidades de producción como TORRES, S. (2012) en la Planta de Recolección y Tratamiento de petróleo de la Empresa de Perforación y Extracción de Petróleo de Occidente, logró modelos que relaciona la producción de la planta con el consumo de Fuel Oil, otro trabajo lo presentó REGUEIRO, M. C. (2012) logro resultados similares en el sistema de vapor de la Empresa Cárnica Nueva Paz. Gozá, L. (2005 y 2006), Reyes, A. (2006), Pelayo, S. (2009), Fundora, O. (2001).



Después del análisis anterior es importante evaluar el indicador de desempeño energético mediante el análisis de correlación entre las variables que lo conforman para determinar el valor de R^2 y poder determinar si es posible la utilización del mismo como índice en la panificación de este portador. En la figura 3.18 se presenta el gráfico de dispersión del Fuel Oil y los EE en los CES, como se observa el coeficiente de determinación de la correlación es de 0.305 muy por debajo de 0.75 planteado por BORROTO (2006) para estos estudios, por lo que no es factible la utilización de este para describir desempeño energético de este portador en los CES.



CONCLUSIONES PARCIALES

Los indicadores de consumo obtenidos resultan bastante disímiles entre los CES, lo que evidencia la influencia de otros factores como el consumo de GLP en función de la cocción de alimentos y la organización de la infraestructura de cocina-comedor.

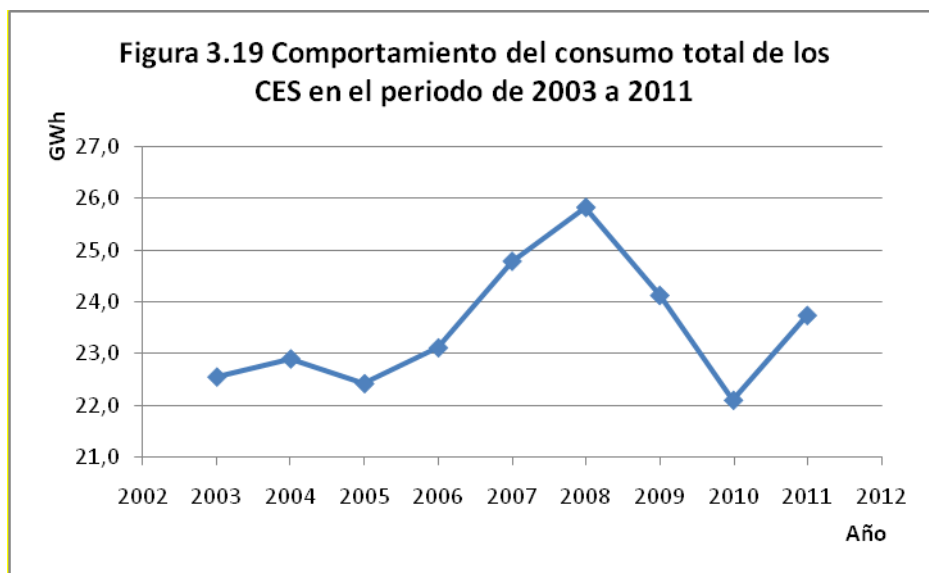
El coeficiente de determinación de la correlación para el Fuel Oil es de 0.305 por lo que no es factible la utilización de este para describir el desempeño energético de este portador en los CES.

3.5. Índices de desempeño energético en la energía eléctrica.

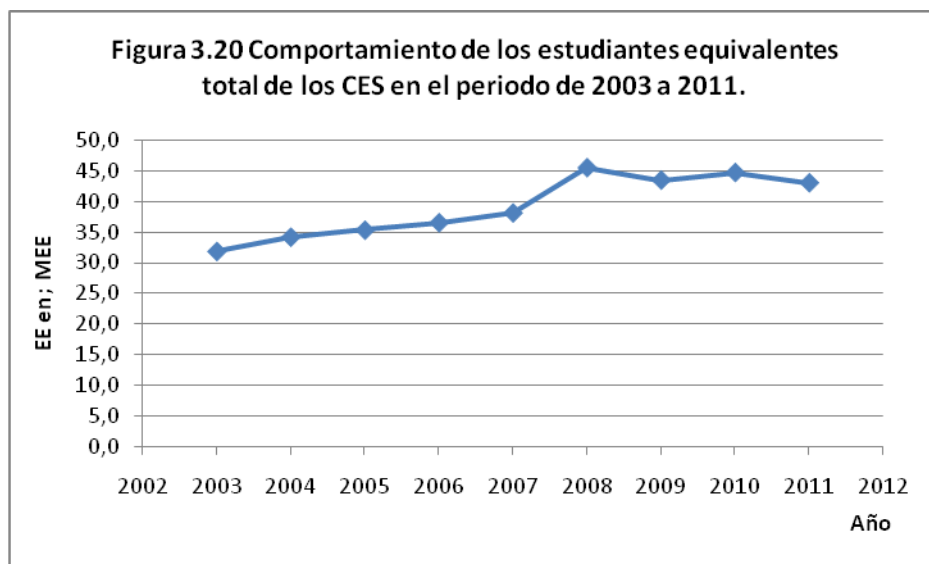
La energía eléctrica por su importancia y alta complejidad, pues quedó demostrado que comprende más del 72% de consumo de estos portadores energéticos, se trata independiente a continuación.

Al quedar establecido un sistema de gestión energética, se tomaron una serie de medidas y se hicieron análisis con los CES y en distintos fórums donde no se pudo concretar indicador alguno de energía eléctrica ni se encontró en literatura internacional, finalmente, y presionado por directivas externas se decidió trabajar con el indicador MWh/EE, que será objeto de análisis en lo que sigue, aclarando que EE se le denomina al número de Estudiantes Equivalentes que se determina como $EE = \text{Est. Becados} + 0.75 \text{ Est. Externos} + 0.30 \text{ Est. CPE}$, expresión que hace una mejor aproximación al consumo en las universidades de este portador. La tabla 1 del Anexo 1 muestra el consumo anual y total por los CES en los 9 años objeto de análisis, donde se aprecian algunas irregularidades en centros como la CUJAE, la UCLV y la UNICA, motivados por problemas con el funcionamiento de los metros contadores en lo fundamental, también se observa un crecimiento del consumo hasta el 2008 y un posterior decrecimiento, lo cual tuvo que ver con el cambio de 21776 lámparas de 40 Watts fluorescentes con auxiliares electromagnéticos por 19711 de 32 Watts con auxiliares electrónicos, 577 refrigeradores, 746 equipos de aire acondicionado y 63 bombas de agua, así como de medidas restrictivas al respecto.

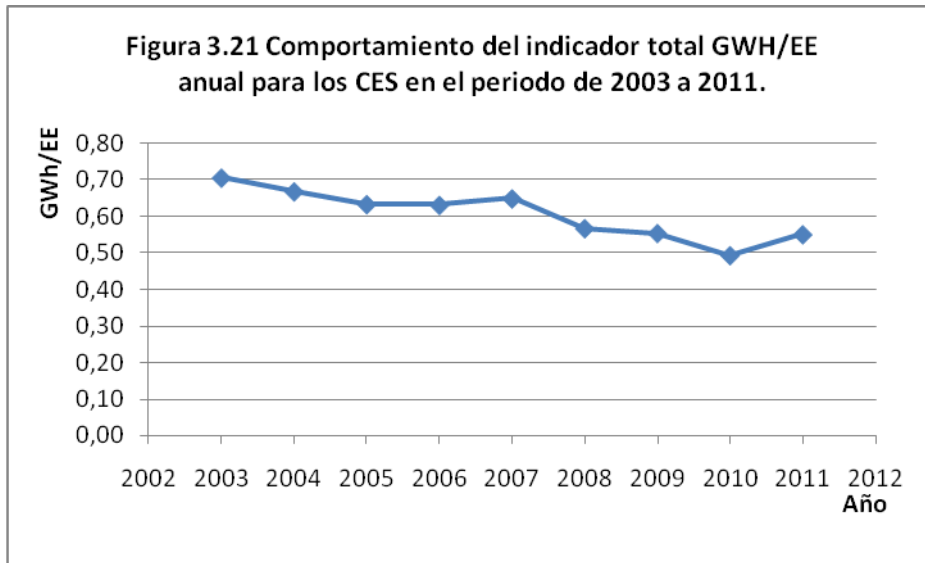
La figura 3.19, tomando como base la tabla 1 (ANEXO 7), muestra un análisis del comportamiento del consumo total de los CES en el período del año 2003 a 2011, en el mismo se observa que del año 2003 al 2006 existe un aumento en el consumo exceptuando el año 2005, esto se debió a que en este período comenzó a mejorar la infraestructura en las universidades con equipos de laboratorio, computación y climatización, este aumento continúa producto de esto hasta el año 2008 y posteriormente se produce una disminución en el consumo hasta el año 2010, como consecuencia de la aplicación de la Revolución Energética con la sustitución de equipos ineficientes como se explica en el párrafo anterior, y a medidas restrictivas para disminuir consumo en esa etapa, en el año 2011 se produce un aumento debido a que se eliminan algunas medidas de disminución de consumo; en general este es el comportamiento de consumo de otros Organismos en concordancia con el contexto económico del país.



En la figura 3.20 se observa el comportamiento del indicador estudiante equivalente en el período estudiado, aquí se tiene un ligero incremento hasta el año 2008 y a partir de este se estabilizan los valores con una ligera disminución en el 2011.



En la figura 3.21 se realiza un análisis del comportamiento del indicador seleccionado GWh/MEE, en la misma se observa una disminución en el valor del año 2003 al 2011, debido al incremento de estudiantes y disminución de consumo por cambios de equipos y medidas restrictivas impuestas en el país.



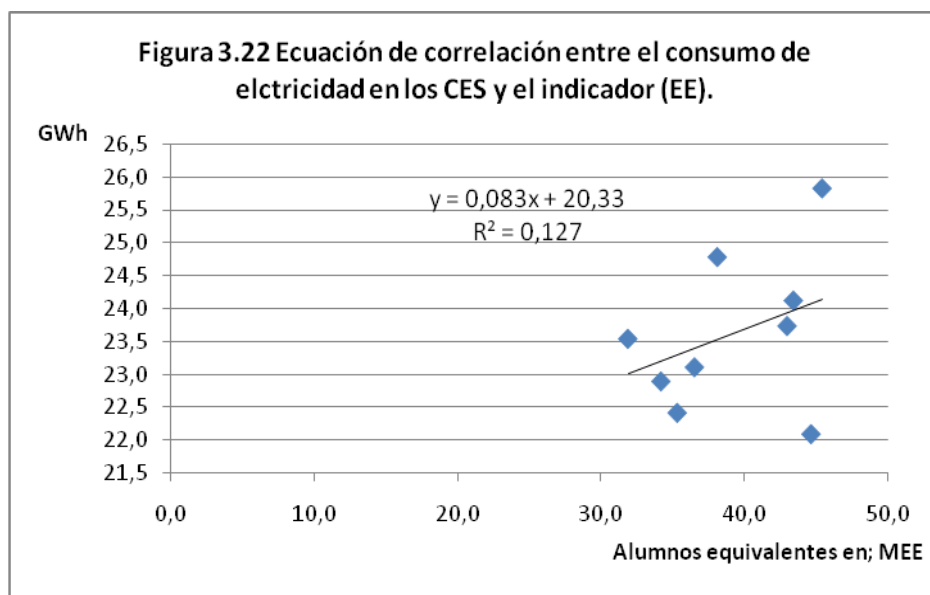
Hasta el momento se realizó un análisis del indicador y de las variables utilizadas en el tiempo y su comportamiento, pero todo índice debe tener una correlación entre las variables seleccionadas, por lo que se requiere un análisis de correlación entre las variables que conforman el indicador de desempeño energético, donde se considera que un indicador de desempeño energético es válido cuando al analizar el coeficiente de determinación de la correlación R^2 es igual o mayor que 0.75 (Borroto 2006).

Con esta premisa, se hizo un análisis de correlación entre el consumo de energía eléctrica y los EE en los 17 CES y el total general de los mismos en el período estudiado con los datos ofrecidos por las tablas 1 y 2 de los anexos. La tabla 3.3 muestra los resultados del análisis de correlación mediante su ecuación y el coeficiente R^2 en cada caso.

Tabla 3,3 Ecuación y Coeficiente de Correlación de los CES.

CES	Ecuación	Coeficiente Correlación
CUJAE	$y = -0,0613x + 4876,4$	$R^2 = 0,0117$
UH	$y = -0,2986x + 6103,1$	$R^2 = 0,4632$
UCLV	$y = 0,3509x + 2164,3$	$R^2 = 0,1143$
UO	$y = 0,3955x + 998,51$	$R^2 = 0,7437$
UNICA	$y = -0,4725x + 1744,4$	$R^2 = 0,0904$
UMCC	$y = 0,1258x + 901,88$	$R^2 = 0,0674$
UNAH	$y = 0,0701x + 962,55$	$R^2 = 0,0041$
UC	$y = 0,1746x + 684,20$	$R^2 = 0,5078$
UPR	$y = -0,547x + 1844,6$	$R^2 = 0,3755$
UCF	$y = 0,1671x + 498,97$	$R^2 = 0,5377$
UHolm	$y = 0,2678x + 137,10$	$R^2 = 0,3780$
ISMMM	$y = -0,1195x + 635,51$	$R^2 = 0,4843$
UDG	$y = 0,1167x + 208,05$	$R^2 = 0,6771$
ULT	$y = 0,1167x + 227,27$	$R^2 = 0,1871$
UG	$y = -0,1331x + 282,41$	$R^2 = 0,0801$
UNISS	$y = -0,1621x + 299,29$	$R^2 = 0,3651$
UIJ	$y = -0,1779x + 114,36$	$R^2 = 0,1298$
TOTAL CES	$y = 0,0836x + 20337$	$R^2 = 0,1279$

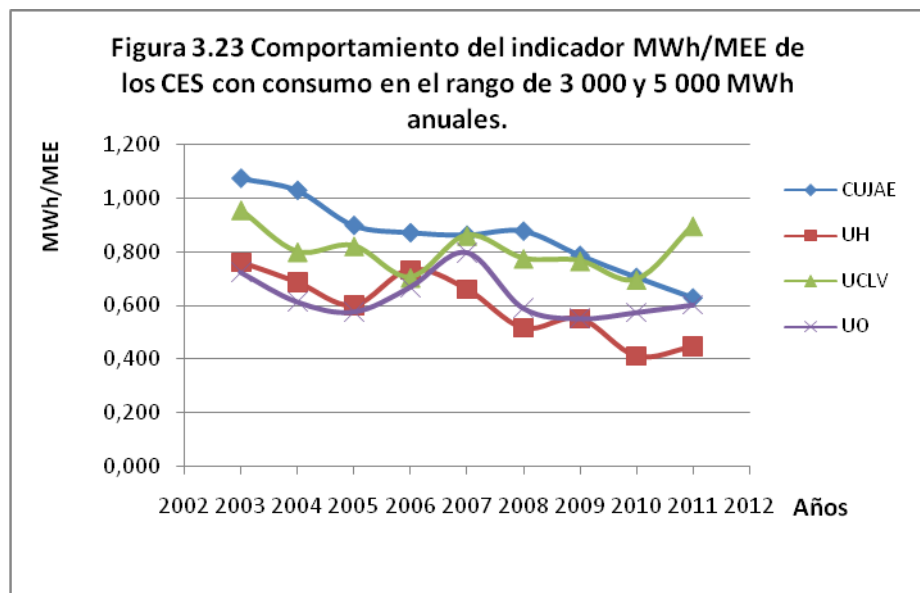
En la tabla se observa que los coeficientes R^2 en ningún CES supera el valor de 0.75, por lo que queda demostrado que los mismos indican una débil correlación entre los parámetros representados en el diagrama de dispersión, y por tanto, que el índice de consumo formado por el cociente entre ellos no refleja adecuadamente su desempeño energético. En general los coeficientes R^2 son bajos, aunque la UO como excepción alcanza 0.74 y la UDG se acerca a 0.68. La figura 3.22 muestra el gráfico de dispersión para la suma de todos los CES buscando un indicador que represente el desempeño energético en las instalaciones de la Educación Superior, se observa que el coeficiente R^2 es de 0.1279 muy por debajo del admitido, lo que determina que no se puede establecer una relación entre el consumo y los EE lo que ratifica como inadecuado este indicador para la planificación energética en la Educación Superior.



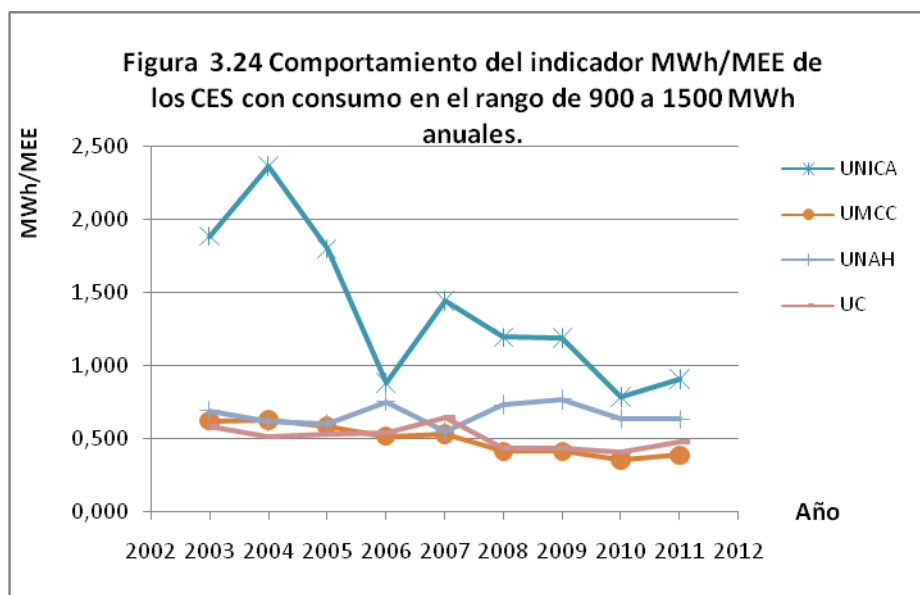
Hasta aquí un análisis general del índice de consumo de electricidad en MWh/MEE del total de los 17 CES en el período de 2003 a 2011, el indicador no responde con un índice de correlación que permita explicar el resultado, teniendo en cuenta los análisis de caracterización del consumo de energía eléctrica en los CES realizado en el epígrafe 3.1 anterior y su heterogeneidad en los resultados que se detallan, se decide realizar un análisis atendiendo a los niveles de consumo anual de los centros y para esto se seleccionaron el primero 3 000 a 5 000 MWh al año que lo integran **la CUJAE, la UH, la UCLV y la UO**; un segundo grupo integrado por la **UNICA, la UMCC, la UNAH y la UC** con consumos de 900 a 1 500 MWh, un tercer grupo la **UPR, la UCF y la UHOLM** con consumos de 700 a 800 MWh y un cuarto grupo de 600 MWh y menores integrado por el ISMMM, la UDG, la ULT, la UDG, la UNISS y la UIJ en orden de consumos.

En la figura 3.23 se muestra el comportamiento del indicador MWh/MEE en los CES en el grupo de mayor consumo anual (3 000 a 5 000 MWh), como se puede observar en el periodo del año 2003 al 2011 ninguno de los centros coinciden en su comportamiento, la Cujae con los mayores valores de consumo por alumnos inclusive mayores que 1 MWh/MEE y con una tendencia a disminuir en el año 2011 y llegar a valores de 0.6 MWh/MEE debido fundamentalmente a los cambios a equipamiento mas eficiente y algunas medidas restrictivas del país en ese periodo. La UH mantiene los menores valores del índices en este grupo y con una tendencia a disminuir en el año 2011 alcanzando valores de 0.4 MWh/MEE, como se observa la UH y la Cujae en el mismo rango de consumo los valores del índices de la CUJAE superan en 0.2 MWh/MEE a la UH. Las

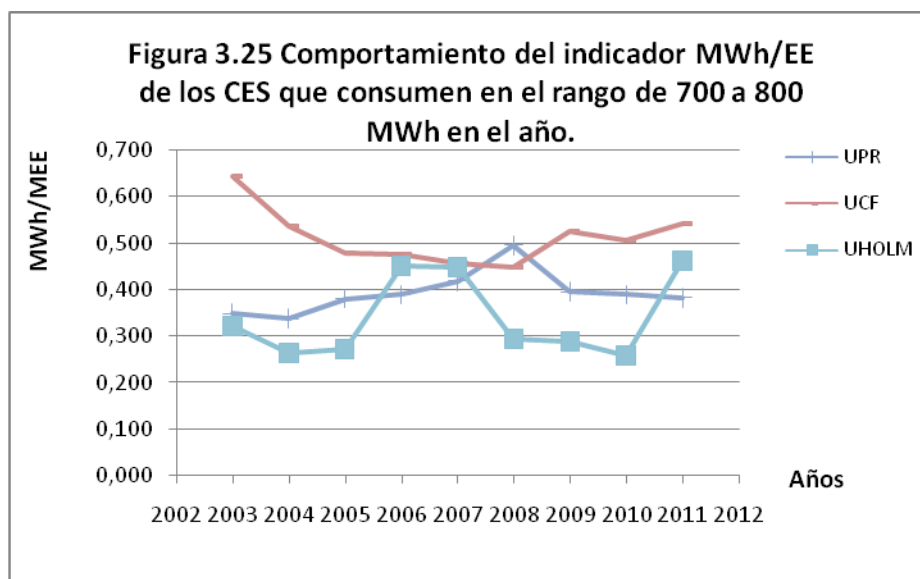
universidades de la UCLV y la UO mantienen valores medios en el grupo pero en el año 2011 se produce un aumento de este a 0.9 y 0.6 MWh/MEE respectivamente.



Resumiendo en el grupo de los mayores consumidores no existe un comportamiento homogéneo del índice de consumo de electricidad, variando este de un valor mínimo de 0.4 a 0.9 MWh/MEE. En la figura 3.24, se muestra el comportamiento para el grupo de universidades con un consumo entre 900 a 1 500 MWh, aquí se observa que excepto la UNICA el resto mantiene un comportamiento homogéneo en el periodo analizado manteniendo valores entre 0.45 a 0.6 MWh/MEE, con una tendencia en la UNAH a disminuir y en la UMCC y la UC un ligero aumento. La Universidad de Ciego de Ávila alcanza un valor máximo en el año 2004 con 2.4 MWh/MEE y así mantiene en el periodo valores superiores en cuatro veces a las demás universidades, esto se debe a que en la UNICA está insertado el CBP (Centro de Bioplasmas) que consume el 40 % de lo reportado por la universidad, este centro se dedica a la investigación y docencia de postgrado fundamentalmente.



En la figura 3.25 se muestra el comportamiento del índice para el grupo que mantiene un consumo anual en el rango de 700 a 800 MWh, aquí se agrupan la UPR, UCF y UHOLM, en el grafico se observa que las tres difieren en el comportamiento del índice en el periodo analizado, la UCF en el año 2003 alcanza su valor máximo en 0.65 MWh/MEE y desciende en el año 2008 a 0.45 MWh/MEE y luego en el 2011 eleva su valor a 0.55 MWh/MEE, en este caso siempre se mantiene valores superiores a los otros CES. En el caso de la UPR en el año 2003 tiene su valor menor con 0.35 MWh/MEE en el 2008 aumenta tomando su valor máximo con 0.5 MWh/MEE y en el 2011 desciende a 0.39 MWh/MEE, lo que difiere totalmente del comportamiento de la UCF explicado anteriormente. La UHOLM en el año 2003 posee un valor de 0.31 MWh/MEE en los años 2004 y 2005 desciende a 0.28 MWh/MEE y en los años 2006 y 2007 asciende a 0.45 MWh/MEE, en los años siguientes hasta el 2010 vuelve a descender hasta 0.25 MWh/MEE y en el año 2011 aumenta a 0.45 MWh/MEE, como se puede observar no mantiene un comportamiento similar a los anteriores o que responda a una variación de la cantidad de matrícula o vinculado al desarrollo de la infraestructura del centro, aunque en el 2011 parte del aumento si responde a la incorporación de nuevos laboratorios pero el aumento en un 30 % es significativo que ocurre solo en esta universidad.



En el análisis anterior donde se detalla el comportamiento del índice por niveles de consumo de los centros y se logra establecer comparaciones entre ellos se observa que no existe un patrón de comportamiento en los CES que pueda llevar a lograr una correlación entre el consumo y la cantidad de alumnos equivalentes en las Universidades, se infiere que el comportamiento se debe a diferentes factores que de una forma u otra deben incorporarse a su determinación.

CONCLUSIONES PARCIALES DEL INDICE

- El indicador de consumo de energía eléctrica por Estudiante Equivalente para el total de los CES tiene un coeficiente de correlación de 0.1279, este es bajo, por lo que no es adecuado para tomar como referencia para la planificación de la energía eléctrica en los CES.
- En general los coeficientes R^2 en ningún CES supera el valor de 0.75, por lo que queda demostrado que los mismos indican una débil correlación entre los parámetros representados en el diagrama de dispersión, y por tanto, que el índice de consumo formado por el cociente entre ellos no refleja adecuadamente su desempeño energético. Todos los coeficientes R^2 son bajos, aunque la UO como excepción alcanza 0.74.

Análisis multifactorial del índice de consumo de energía eléctrica en instalaciones universitarias.

En este epígrafe se tiene como objetivo, lograr modelos de estimación que ayuden a caracterizar el consumo energético en instalaciones universitarias. En el estudio se seleccionó una residencia estudiantil perteneciente a la Universidad Agraria de la Habana situada en la provincia Mayabeque y el Ministerio de Educación Superior situado en la provincia La Habana como edificio administrativo. Para obtener el modelo se realizó un estudio de la series históricas de consumo de energía eléctrica y los factores con mayor incidencia en las variaciones de los consumos; se seleccionaron como factores en primer lugar el clima que es de los factores más importantes a tener en cuenta para el análisis de consumo de energía eléctrica en los países tropicales y por otro lado el nivel ocupacional de cada servicio. La elaboración de los modelos se hizo a través de herramientas estadísticas procesadas en el software estadístico Minitab 14.

Se realizó una revisión del comportamiento diario de los registros históricos de consumo de energía eléctrica del año 2010 además los meses de Enero y Febrero 2011. El modelo se concibe a partir de factores climáticos y de las cargas ocupacionales en las instalaciones. Para las variables climáticas analizadas se escogieron los valores medios mensuales de la temperatura ambiente (máxima, mínima, media máxima y media mínima), la velocidad del viento y la humedad relativa, la variable de carga ocupacional está dada por la cantidad de personas que utilizan el servicio.

Para introducir los datos en el programa Minitab 14 se tomaron los siguientes códigos que identifican a las variables, en la **Tabla 3.4** se presentan estos y las unidades físicas de cada variable.

Tabla. 3.4 Codificación de las variables

Identificación	Variables	Unidad de medida
Y	Consumo de energía eléctrica	MWh
X ₁	Temperatura máxima media	°C
X ₂	Humedad relativa	%
X ₃	Carga ocupacional	%
X ₄	Velocidad del viento	Km/h
X ₅	Temperatura mínima media	°C

En el estudio se analizan dos tipos de servicios, un servicio administrativo que corresponde con el edificio del Ministerio de Educación Superior y una instalación de residencia estudiantil en la Universidad Agraria de la Habana. El modelo tendrá como variable respuesta el consumo de energía eléctrica en función con los factores que se muestran en la **Tabla 3.4**. Los datos de las variables climáticas que se utilizaron en la obtención del modelo matemático pertenecen a la estación meteorológica de Casablanca y Tapaste que coinciden geográficamente con los territorios donde se encuentran ubicados los servicios estudiados.

En el caso del edificio administrativo se tomaron los valores medios por meses de la temperatura máxima pues la mayor parte del consumo de energía eléctrica se produce durante la jornada laboral que está comprendida entre los horarios de 8:30 am hasta la 5:00 pm; en el caso del servicio residencia estudiantil se agregó la temperatura mínima media pues en este tipo de establecimientos el mayor consumo de energía eléctrica se registra durante la noche y la madrugada.

Análisis de los resultados.

En el análisis realizado en el edificio administrativo, se obtuvo el modelo 1 para estimar el consumo en función de los factores estudiados que se representa en la siguiente ecuación:

$$Y = -0,882 + 0,0055 X_1 + 0,0124 X_2 + 0,820 X_3 - 0,0121 X_4$$

En el análisis realizado en la residencia estudiantil, se obtuvo el modelo 2 para estimar el consumo en función de los factores estudiados que se representa en la siguiente ecuación:

$$Y = 20,1 - 0,136X_2 + 0,0162X_3 - 0,870X_4 + 0,342X_5$$

Los resultados de los análisis estadísticos a los modelos 1 y 2 se muestran en tablas de los ANEXOS 9 y 10. En el análisis realizado al **modelo 1** y **modelo 2** se constató que presentan un coeficiente de determinación de la regresión de un 80,8% y 74,5% respectivamente, que representa el nivel de ajuste (R-Sq) de cada modelo, el cual indica que estos eliminan el 80,8% y 74,5% de los errores que se cometerían si en su lugar utilizáramos el consumo promedio. En este tipo de estudio donde se pronostica consumo de energía eléctrica, este valor de ajuste se considera satisfactorio, en trabajos similares, otros autores han obtenido modelos matemáticos con ajuste de un 66%⁽⁵⁾ que han servido como herramientas para estimar los consumos energéticos en estos servicios.

Análisis físico del modelo 1.

El modelo 1 corresponde con el estudio realizado en el servicio administrativo.

$$Y = -0,882 + 0,0055 X_1 + 0,0124 X_2 + 0,820 X_3 - 0,0121 X_4$$

Al analizar los factores del modelo se tiene: el factor X_1 (Temperatura máxima media), se presenta con signo positivo y un coeficiente de **0,0055**, lo que indica que el aumento de la temperatura media máxima contribuye al aumento del consumo de energía eléctrica, este resultado es esperado, pues el consumo de energía en la carga de climatización varía de esta forma debido a la sensación térmica que recibe el equipo.

-El factor X_2 (Humedad relativa), tiene un coeficiente de **0,0124** esta variable se comporta similar a la temperatura pues la humedad indica la cantidad de vapor de agua en el aire⁽⁶⁾, depende en parte de la temperatura ya que el aire caliente contiene más humedad que el frío⁽⁷⁾, al igual que la variable anterior está asociada al consumo de los equipos de climatización.

-El factor X_4 (Velocidad del viento), presenta un coeficiente negativo de **0,0121**, al aumentar el valor de esta variable se obtiene una disminución en el consumo energético del servicio, esto se debe a que al aumentar la velocidad del viento la transmisión de calor aumenta lo que trae consigo que en los locales climatizados disminuye la temperatura y disminuya el consumo energético de los mismos que es una parte importante del consumo en los edificios administrativos.

-Por último analizaremos el factor más potente del modelo representado por el nivel de ocupación del edificio X_3 con un coeficiente de **0,820**. Como es de esperar al aumentar el número de trabajadores hay un aumento en el consumo de energía eléctrica, lo que caracteriza un edificio administrativo donde el 90% del personal trabaja utilizando computadoras en locales climatizados.

Análisis físico del modelo 2.

El modelo 2 corresponde al estudio realizado a la residencia estudiantil.

$$Y = 20,1 - 0,136X_2 + 0,0162X_3 - 0,870X_4 + 0,342X_5$$

Al analizar los factores que presenta el modelo: se tiene el factor X_2 (Humedad relativa) se presenta con signo negativo con un valor **0,136**, con respecto a los demás se considera no muy fuerte, el signo negativo indica que un aumento de la humedad en el rango estudiado produce una disminución de consumo de energía eléctrica debido a que la humedad con temperaturas bajas aumenta la sensación de frío.

-El factor X_3 (Carga ocupacional) que en este caso son los estudiantes becados, presenta signo positivo con un valor **0,0162**, lo que indica que es el factor de menos peso en el modelo, esto

parece contradictorio que tenga la menor influencia en los resultados, esto lo explica que al disminuir el nivel ocupacional de la instalación en el rango estudiado, no necesariamente implica que disminuya proporcionalmente en los edificios el nivel de consumo de energía eléctrica.

-El factor X_4 (Velocidad del viento) presenta signo negativo con un coeficiente de **0,870** al aumentar la velocidad del viento el consumo de energía eléctrica disminuye, esto se debe a que al aumentar el valor de este factor la sensación térmica en las personas disminuye.

-El factor X_5 (Temperatura mínima media) presenta signo positivo con un coeficiente de **0,342**, este factor es el más potente en este modelo, por lo que está asociada a la mayor variación de la respuesta de este, el aumento de la temperatura trae consigo un aumento en el consumo de energía debido al uso de equipos de ventilación buscando el confort térmico en las habitaciones.

Validación de los modelos.

Para evaluar el nivel de ajuste de los modelos se tomaron los datos de los consumos reales de Enero y Febrero del año 2011 en estas instalaciones, así como los valores de las variables climáticas correspondientes a estos meses. En el ANEXO 11 se muestran en las **tablas 4 y 5** el nivel de ajuste alcanzados por los modelos matemáticos. Los resultados demuestran que en ambos servicios el error de estimación de los modelos concebidos varía entre un 5 y 6%, el cual es un nivel de error aceptado para las características deseadas de precisión de estimación y confiabilidad estadística.

Conclusiones Parciales del análisis multifactorial.

- 1- Se obtuvieron los modelos matemáticos para la estimación del consumo de energía eléctrica uno para la instalación de residencia estudiantil de la Universidad Agraria de la Habana y un segundo modelo para el edificio administrativo del Ministerio de Educación Superior:
- 2- En ambos modelos el aumento de la temperatura produce un incremento de consumo de energía eléctrica en cada servicio.
- 3- La humedad presenta un comportamiento diferente en cada modelo, en el modelo de servicio administrativo está asociada a un aumento del consumo y en el servicio de residencia está asociado a una disminución del consumo.
- 4- El factor nivel ocupacional es el que más peso presenta en el modelo matemático del servicio administrativo y en el modelo matemático del servicio de residencia este factor es de menos peso.
- 5- En la validación se obtuvo resultados en la estimación con errores entre un 5 y 6%.

CONCLUSIONES GENERALES

- Existe personal capacitado, una infraestructura de Redes de Energía del MES, el precedente de la aplicación SGTEE y la voluntad política del estado expresado en los lineamientos del Partido en su VI Congreso para llevar a cabo la implementación de la NC ISO 50001.
- La estructura de consumo de los portadores energéticos en el MES se corresponde con el 67.6% de consumo en los CES, el 19.7% en las ECIT y un 12.7% en el RESTO y en los CES el 72.02% en consumo de energía eléctrica, el 12.02% en diesel, el 8.04% en combustible Fuel Oil y un 7.92% en gasolina.
- En la gasolina se determinó el consumo e índices de desempeño energético por nivel de actividad, la transportación de pasajeros con un 41% es la de mayor consumo.
- En el combustible diesel se determinó el consumo e índices de desempeño energético por nivel de actividad, la transportación de pasajeros con un 36% y la actividad de tractores con un 19% son las actividades de mayor consumo.
- En el combustible diesel para tractores se determinó el consumo e índices de desempeño energético por nivel de actividad, la actividad de servicio emplea el 54% del combustible, en la pecuaria el 28.44%, la actividad agrícola el 17% y en laboratorios el 0.4%.
- El índice de desempeño energético determinado a partir de los EE en el combustible Fuel OIL tiene un coeficiente de correlación R^2 de 0.305 por lo que no es factible la utilización para la planificación de este portador en los CES.
- El índice de desempeño energético determinado a partir de los EE para la energía eléctrica tiene una correlación R^2 de 0.127, por lo que resulta inadecuado para utilizarlo en la planificación de la energía eléctrica.
- Se obtuvieron modelos matemáticos para la estimación del consumo de energía eléctrica en los CES con coeficientes de correlación mayores a un 75 %.

$$Y = 20,1 - 0,136X_2 + 0,0162X_3 - 0,870X_4 + 0,342X_5$$

$$Y = - 0,882 + 0,0055 X_1 + 0,0124 X_2 + 0,820 X_3 - 0,0121 X_4$$

- Se validaron los modelos y los errores en la estimación del consumo oscilaron entre un 5 y 6 %, lo que ratifica la utilización de modelos multifactoriales en la determinación del índice de desempeño energético en los CES.

RECOMENDACIONES

- Aplicar en el caso de los combustibles Diesel y Gasolina los modelos de gestión analizados en el trabajo con vistas a lograr una mejor planificación en el marco de la aplicación del SGTEE y la NC ISO 50001 en las entidades universitarias.
- Realizar los estudios de los índices de desempeño energético en el consumo de energía eléctrica a partir de modelos multifactoriales considerando los preceptos de la aplicación del SGTEE y la NC ISO 50001 en las entidades universitarias.

BIBLIOGRAFÍA

1. Atkinson M. 2001. Improving Process Heating Sistem Performance. Department of Energy Efficiency and Renewable Energy. United status of America. 28 – 33 p.
2. Alfonso Roche José R. 1989. Estadísticas en las Ciencias Geológicas. TOMO 2, Editorial Científico Técnica.
3. Borroto, A.E., J. Monteagudo. 2006. Gestión y Economía Energética. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Editorial Universidad de Cienfuegos.Cuba. 7- 120p
4. Borroto, A.E.2009. Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía, impartida al MININT, Aníbal Borroto Nordelos, Abril de 2009.
5. Borroto, A.E.2011.Los Sistemas de Gestión Energética y la nueva Norma Internacional ISO 50001, Aníbal Borroto Nordelos, Abril de 2011.
6. Cartaya O.; Fundamentos de la teoria de errores. Taller de ediciones del Instituto Superior Politécnico José A. Echevarría (ISPJAE). Ciudad de la Habana, Cuba1982. P-137.
7. Castro, F. La revolución energética. Periódico Trabajadores, 21/01/06
www.trabajadores.co.cu/especiales/intervenciones-Fidel/21/01/06-amc1.htm
21/01/2006.
8. Castro, F.2006. Discurso pronunciado en la Unión Eléctrica. Cuba 5 de Mayo 2006. Disponible en: <http://cuba.cu/gobierno/discursos/>
9. Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE).2000. Metodología para el desarrollo de diagnósticos energéticos en sistemas de generación y distribución de vapor. México D.F. Versión 4. 3-60p
10. Comisión Nacional para el ahorro de energía (CONAE). Colectivo de autores.2001. Análisis de Sistemas de Vapor. Consultoría y tecnologías eficientes S.A. de CB. Del Valle. México. 3-61p.
11. Comisión Nacional para el ahorro de energía (CONAE). 2007. Guía de Vapor para la industria. México. 1-8p 14. CONAE. Análisis de Sistemas de Vapor. Consultoría y Servicios en Tecnologías Eficientes S.A. de C.V. México, D.F.
12. David R. F. 2007. *Sistema de gestión y pronóstico de energía eléctrica en la Universidad de Cienfuegos*. Tesis de Maestría. Universidad de Cienfuegos.
13. DURE. Dirección de Uso Racional de la Energía. (2007). Revolución Energética Resultados y Perspectivas., UNE. La Habana. Presentación 22 /11/2007 ppt.
14. Dirección de Uso Racional de la Energía. (2011). Manual Instructivo para el Uso y Control de Portadores, Fuentes Renovables y Nuevas Tecnologías Energéticas. La Habana, Cuba.
15. Duliep E. 2001. Gestión Energética Integral en Instalaciones de Servicios. ISPJAE, Ciudad de la Habana. 12p
16. Energy Efficiency Handbook. Council of Industrial Boiler Owners (CIBO). Burke, VA. USA. Edited by Ronald A. Zeitz. November 1997. 25-30 p
17. Energy Efficiency Planning and Management Guide.PEEIC Guide de planification et de gestion de l'efficacité énergétique. ISBN 0-662-31457-3. Cat. No. M92-239/2001E.
18. García de la Figal, A. 2008. Teoría y metodología de la investigación científica. Armando Eloy García de la Figal Costales. En Word 8.0. 141-227p.
19. García M. P., D. Sicilia, M. Herrera. 2012. Modelos de predicción y control para el consumo de energía eléctrica considerando el efecto de la sensación térmica. 7^{mo} Taller Internacional De Energía y Medio Ambiente. ISBN: 978-959-257-323-9. Cienfuegos.

20. García M. P. et al. 2013. Eficiencia Energética y Energía Renovable. Potencialidades de las Redes de Energía del Ministerio de Educación Superior de Cuba. 12th World Wind Energy Conference & Renewable Energy Exhibition WWEC2013. Habana Cuba.
21. Garrido J.P. 1985. Implementos, máquinas agrícolas y fundamentos para su explotación. Ed. Científico técnica. 504p.
22. Guzmán A. 2011. Norma de Gestión Energética para la UCF a partir de la ISO 50001, Trabajo de Diploma.
23. Herrera M. I., M. P. García. 2011. Elementos de gestión en el uso del parque de tractores. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, vol. 20, No. 1,2011. ISSN 1010-2760.
24. Hoel, G. “*Introducción a la estadística matemática*”. Edición Revolucionaria. Instituto Cubano del Libro, Cuba, 1968. p.265
25. International Atomic Energy Agency. 2005. Energy indicators for sustainable development: guidelines and methodologies. Vienna, Austria .52 p. Disponible en: <http://www.iaea.org/Publications/index.html>
26. JOHNSON, D. (1998). “*Métodos Multivariados Aplicados al Análisis de Datos*”. International Thompson Editores, México, 1998. p. 56
27. Labeyrie, J. “*El hombre y el clima*”. Gedisa. Barcelona. España. 1988. p.245
28. Lapillone, B. 2008. WEC energy efficiency indicators: analysis of trends by main world region.10-210p. Web site:
www.worldenergy.org/wecgeisgeis/wec_info/work_programme08/tech/seep/reports.aspx
30. Lapido, M. 2013. Seminario de Sensibilización Gestión Energética y NC ISO 50001, Margarita Lapido Rodríguez, Abril de 2013.
31. López Planes R.1988.Diseño estadístico de experimento, Cuba, La Habana, Editorial Científico Técnica, 203 p.
32. McMichael, A.J. y Kovats, S. “*El tiempo, el clima y la salud*”. En: Boletín de la Organización Meteorológica Mundial, E.U, 1999. Vol. 48, Nº 1, p.16 – 21
33. MES. Análisis Económico Mensual. Ministerio de Educación Superior. Editorial Poligráfica Félix Varela.2003 – 2011.
34. MINAGRI. Evaluación y ordenamiento del uso y organización de la maquinaria agrícola y los equipos de riego, transporte, construcciones y comunicaciones. C. Habana, 1995.
35. **Montelier, H.S.** “*Influencia de las principales variables climatológicas en la operación de los sistemas de climatización por agua helada*”. 4to Taller de Energía y Medio Ambiente, Cienfuegos. Cuba, 2006.
36. Pelayo Díaz, S. 2009. Obtención de un modelo dinámico para simulación de una caldera de vapor industrial. Centro de Tecnología Azucarera, Universidad de Valladolid. España.
37. Portillo, J.1982. Técnicas de Conservación de la Energética en la industria, Fundamentos y Ahorro en operaciones, Vol. 1, Editorial Científico Técnica, La Cuidad de la Habana, Cuba. 4-174 p.
38. Portillo, J.1982. Técnicas de Conservación de la Energética en la industria, Ahorro en Procesos, Vol. 2, Editorial Científico Técnica, La Cuidad de la Habana, Cuba. 113-460 p.
39. Regueiro M. C.; 2012 “Modelo matemático para determinar la eficiencia energética en la Planta de Recolección y Tratamiento de petróleo de la Empresa de Perforación y Extracción de Petróleo de Occidente”. Tesis de Maestría. UNAH. Mayabeque. Cuba.
40. Sánchez Ávila, J. L. y M. Orama Ortega: Economía y Mantenimiento en Instalaciones Turísticas. Revista de Mantenimiento, No. 18, Chile, pp. 15 a 19, julio agosto septiembre, 1994.

41. Serrano J. M. 2006. Protección ambiental y producciones mas limpias .Segunda Parte. CITMA. Editorial Academia. La Habana. 10-11 p.
42. Sicilia D., M. P. García, M. I. Herrera. 2011. Modelo matemático para estimar el consumo de energía eléctrica en instalaciones de la educación superior. VII Conferencia Internacional “CIER 2011”.
43. Sicilia D., M. P. García. 2012. Efecto de los factores climático en el consumo de energía eléctrica en instalaciones universitarias. Universidad 2012. 8^{VO} CONGRESO INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR. ISBN: 978-959-1614-34-6. .La Habana.
44. Sotto P. D. et al. 2001. Organización de la explotación y la asistencia técnica de la maquinaria. Proyecto de I + D. IIMA. Programa de mecanización.La habana. 13p.
45. Sotto, P et al. Manual de usuario del CEMaq. IIMA. C. Habana. 2003. 10p.
46. Sotto, P. et al. 2002. Balance de los medios mecanizados. Informe Etapa 03. IIMA. C. Habana. 16p.
47. Sotto, P; N, Fuentes y Salva, R. CEMAQ, Software especializado para la programación, el control y el análisis del uso de los medios mecanizados. AGROMECA 2003. La Habana. 2003. 10 p.
48. Sotto, P. et al. 2003. Sistema para la planificación, control y análisis de la explotación de la maquinaria. Proyecto de I + D. Programa de mecanización. La Habana. 12p.
49. Torres S.; 2012 Modelo matemático para determinar la eficiencia energética en la Planta de Recolección y Tratamiento de petróleo de la Empresa de Perforación y Extracción de Petróleo de Occidente”. Tesis de Maestría. UNAH. Mayabeque. Cuba.
50. Torres R., M. P. García, M. I. Herrera. 2012. Resultados y perspectiva del trabajo de las Redes de Energía del Ministerio de Educación Superior. ISBN: 978-959-1614-34-6.La Habana.
51. **U.S.A. Annual Energy Outlook 2005 with Projections to 2025. Energy Information Administration.** [En línea].Tomado de:
tonto.eia.doe.gov/FTP/ROOT/forecasting/0383.2005www.
52. Valero, A. y Lozano, M. 2001. Métodos para el Diagnóstico en Instalaciones News en español. Departamento de Termoenergética y Física Química, E.T.S.I.I. Universidad de Zaragoza. España. 7- 22p.
53. Vilar Alé, J. A.2010.Brasil . Revista **Energía y tú**. Frente de Energías Renovables .No. 49, Ene-Marzo, 2010. Edición Cubasolar. Ciudad de la Habana, Cuba.
54. Wayne C. Turner & Steve Doty Energy management handbook -- 6th ed.p. cm. ISBN: 0-88173-542-6 (print) — 0-88173-543-4 (electronic). Power resources--Handbooks, manuals, etc. 2. Energy conservation.
55. Wikimedia Foundation, I. Combustibles fósiles. 2007. Cited; Available from:
http://es.wikipedia.org/wiki/Combustible_fósil.
56. Yero L., 2009. *Rediseño del Sistema de Alumbrado en la Fábrica de Cigarros Ramiro Lavandero*. Tesis de Maestría. Universidad de Cienfuegos.

ANEXO 1

MODELO DE CONTROL DEL CONSUMO Y CAPTACION DE DEMANDA DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES POR ACTIVIDADES

(1) MES A DEMANDAR: NOVIEMBRE			(2) CENTRO :	MES			CDA-001					
U.M para el consumo: MWh			(3) CODIGO :	223			PRODUCTO: ELECTRICIDAD					
ACTIVIDAD	U.M N. ACT	ACUMULADO HASTA SEPTIEMBRE			ESTIMADO DE OCTUBRE			PLAN DE NOVIEMBRE			REL. INDICES	
		NIVEL ACTIV	CONS. REAL	INDICE	NIVEL ACTIV	CONS. REAL	INDICE	NIVEL ACTIV	CONS. EST.	INDICE	PLAN vs Estimado	PLAN vs Acumulado
(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(16)	(17)
Docente - Investigativa	Estudiante Equivalente	836394	21466,239	0,0256652	94888	2863,262	0,0301752	94888	2472,474	0,0260568	0,8635165	1,0152556
Estudiantes becados	Estudiantes Becados/ días	25590	628,590	0,0245639	3080	75	0,0243506	3080	74,236	0,0241026	0,9898133	0,9812206
Administrativo	Cantidad de Trabajadores	2708	379,031	0,1399671	315	47,13	0,1496190	315	38,710	0,1228889	0,8213452	0,8779839
TOTAL			22473,860			2985,392			2585,420			

ANEXO 2

MODELO DE CONTROL DEL CONSUMO Y CAPTACION DE DEMANDA DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES POR ACTIVIDADES

⁽¹⁾ MES A ANALIZAR: SEPTIEMBRE				⁽²⁾ CENTRO :	MES			CDA-002				
U.M para el consumo: MWh				⁽³⁾ CODIGO :	223		PRODUCTO: ELECTRICIDAD					
ACTIVIDAD	U.M N. ACT	ACUMULADO HASTA SEPTIEMBRE			PLAN DE SEPTIEMBRE			CONSUMO DE SEPTIEMBRE			REL. INDICES	
		NIVEL ACTIV	CONS. REAL	INDICE	NIVEL ACTIV	CONS. REAL	INDICE	NIVEL ACTIV	CONS EST.	INDICE	REAL vs Demanda	REAL vs Acumulado
⁽⁵⁾	⁽⁶⁾	⁽⁷⁾	⁽⁸⁾	⁽⁹⁾	⁽⁷⁾	⁽⁸⁾	⁽⁹⁾	⁽¹⁰⁾	⁽¹¹⁾	⁽¹²⁾	⁽¹⁶⁾	⁽¹⁷⁾
Docente - Investigativa	Estudiante Equivalente	836394	21466,239	0,0256652	94888	2863,262	0,0301752	94888	2472,474	0,0260568	0,8635165	1,0152556
Estudiantes becados UH	Estudiante Becados/días	25590	628,590	0,0245639	3080	75	0,0243506	3080	74,236	0,0241026	0,9898133	0,9812206
Administrativo	Cantidad de Trabajadores	2708	379,031	0,1399671	315	47,13	0,1496190	315	38,710	0,1228889	0,8213452	0,8779839
TOTAL			22473,860			2985,392			2585,420			

ANEXO 3

MODELO DE CONTROL DEL CONSUMO Y CAPTACION DE DEMANDA DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES POR ACTIVIDADES

⁽¹⁾ MES A DEMANDAR:	NOVIEMBRE			⁽²⁾ CENTRO :	MES				CDA-001			
U.M para el consumo: M Litros				⁽³⁾ CODIGO :	223			PRODUCTO:	GASOLINA			
ACTIVIDAD	U.M N. ACT	ACUMULADO HASTA SEPTIEMBRE			ESTIMADO DE OCTUBRE			PLAN DE NOVIEMBRE			REL. INDICES	
		NIVEL ACTIV	CONS. REAL	INDICE	NIVEL ACTIV	CONS. REAL	INDICE	NIVEL ACTIV	CONS. EST.	INDICE	REAL vs Dem	REAL vs ACUM.
(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(16)	(17)
Transporte de Pasajeros	MKm Recorrido	2281,584	678,764	0,2974968	262,355	78,050	0,2974977	260,709	77,560	0,2974964	0,9999959	0,9999987
Pasajeros Transportados	M pasajeros	1259,837			162,18			16,56				
Actividad Administrativa	MKm Recorridos	1339,847	122,497	0,0914261	152,800	13,970	0,09142670	151,511	13,852	0,0914257	0,9999891	0,9999956
Cantidad de vehículos	u	630,000			70,000			70				
Docente - Investigativa	MKm Recorrido	5438,173	627,741	0,1154323	607,202	70,091	0,1154328	605,221	69,862	0,1154322	0,9999953	0,9999990
Pasajeros Transportados	M pasajeros	156,074			17,593			17,320				
Actividad de Servicios	MKm Recorrido	657,957	188,259	0,2861266	79,306	22,692	0,2861322	76,82	21,98	0,2861234	0,9999693	0,9999888
Cantidad de vehículos	u	873,000			97			97				
Tractores	MHoras	2,345	13,797	5,8835821	0,276	1,634	5,9202899	0,264	1,550	5,8712121	0,9917102	0,9978975
Chapeadoras	MHoras	25,956	6,570	0,2531207	2,874	0,728	0,2533055	3,161	0,800	0,2530845	0,9991274	0,9998570
Montacarga	MHoras	0,293	0,670	2,2843505	0,035	0,080	2,2857143	0,029	0,065	2,2413793	0,9806034	0,9811889
Motosierras	MHoras	0,850	0,710	0,8352941	0,098	0,083	0,8469388	0,096	0,080	0,8333333	0,9839357	0,9976526
Lancha	Mmillas	2,940	0,350	0,1190476	0,361	0,043	0,1191136	0,336	0,040	0,1190476	0,9994463	1,0000000
Motomochila	MHoras	0,144	0,081	0,5625000	0,016	0,009	0,5625000	0,016	0,009	0,5625000	1,0000000	1,0000000
Compensados (19)	Vehículos	3456,000	192,150	0,0555990	384	21,350	0,0555990	384,000	21,350	0,0555990	1,0000000	1,0000000
Privados (19)	Vehículos	5526,000	145,602	0,0263485	614,000	16,178	0,0263485	614,000	16,178	0,0263485	1,0000000	1,0000000
TOTAL			1977,191			224,908			223,326			

ANEXO 4

MODELO DE CONTROL DEL CONSUMO Y CAPTACION DE DEMANDA DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES POR ACTIVIDADES												
⁽¹⁾ MES A DEMANDAR:	NOVIEMBRE			⁽²⁾ CENTRO :				CDA-001				
U.M para el consumo: M Litros				⁽³⁾ CODIGO :				PRODUCTO:	Diesel			
ACTIVIDAD	U.M N. ACT	ACUMULADO HASTA SEPTIEMBRE			ESTIMADO OCTUBRE			PLAN DE NOVIEMBRE			REL. INDICES	
		NIVEL ACTIV	CONS. REAL	INDICE	NIVEL ACTIV	CONS. REAL	INDICE	NIVEL ACTIV	CONS. EST.	INDICE	REAL vs Dem	REAL vs ACUM.
(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(16)	(17)
Cocción de Alimentos	MComensal	59456,157	219,705	0,0036952	6946,982	25,680	0,0036966	6849,345	25,310	0,0036952	0,9996415	1,0000000
Transporte de Pasajeros	MKm Recorrido	2679,245	784,074	0,2926474	295,631	86,520	0,2926621	292,113	85,486	0,2926470	0,9999484	0,9999988
Pasajeros Transportados	Mpasaj	2064,890	0,000		228,15			225,100				
Docente - Investigativa	MKm Recorrido	2187,395	284,395	0,1300154	243,718	31,688	0,1300191	242,434	31,52	0,1300148	0,9999665	0,9999953
Pasajeros Transportados	Mpasaj	79,334	0,000		8,980			8,500				
Actividad de Servicios	MKm Recorrido	2070,809	263,152	0,1270769	234,124	29,752	0,1270780	234,898	29,850	0,1270764	0,9999880	0,9999963
Cantidad de vehiculos	u	1584,000	0,000		176,000			176,000				
Tractores	MHoras	88,430	418,441	4,7318896	10,187	48,209	4,7324040	10,419	49,300	4,7317401	0,9998597	0,9999684
Bombas	MHoras	12,664	111,296	8,7883765	1,444	12,703	8,7972061	1,372	12,050	8,7827988	0,9983623	0,9993653
Bombas	Mm3	720,069	0,000		82,189			77,964				
Fogones	MHoras	15,693	55,360	3,5276875	1,764	6,231	3,5324100	1,645	5,800	3,5258359	0,9981389	0,9994751
Crematorios	MHoras	0,376	2,616	6,9667111	0,045	0,317	7,0402424	0,038	0,260	6,8421053	0,9718565	0,9821141
Barco	Mmillas	3,387	16,302	4,8131089	0,373	1,802	4,8304215	0,582	2,800	4,8109966	0,9959786	0,9995611
Ordeñadoras	MHoras	5,028	16,354	3,2525855	0,691	2,253	3,2607311	0,487	1,582	3,2484600	0,9962367	0,9987316
Equipo para Soldar	MHoras	0,532	1,587	2,9830827	0,059	0,179	3,0414957	0,054	0,160	2,9629630	0,9741796	0,9932554
Grúa	MHoras	1,481	1,980	1,3369345	0,167	0,224	1,3425505	0,191	0,255	1,3350785	0,9944345	0,9986118
Laboratorios	MHoras	0,090	0,344	3,8257306	0,008	0,037	4,4166118	0,010	0,037	3,6657878	0,8300000	0,9581929
Administrativa	Mkm	0,000	0,000									
Cantidad de vehiculos	u	0,000	0,000									
Compensados ⁽¹⁹⁾	Vehículos	18,000	0,900	0,0500000	2	0,100	0,0500000	2,000	0,100	0,0500000	1,0000000	1,0000000
Privados (19)	Vehículos	36,000	1,899	0,0527500	4	0,211	0,0527500	4	0,211	0,0527500	1,0000000	1,0000000
TOTAL			2178,405			245,906			244,721			

ANEXO 5

MODELO DE CONTROL DEL CONSUMO Y CAPTACION DE DEMANDA DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES POR ACTIVIDADES												
⁽¹⁾ MES A ANALIZAR:	SEPTIEMBRE			⁽²⁾ CENTRO :	MES			CDA-002				
U.M para el consumo: M Litros				⁽³⁾ CODIGO :	223			PRODUCTO:	PRODUCTO: GASOLINA			
ACTIVIDAD	U.M N. ACT	ACUMULADO HASTA SEPTIEMBRE			PLAN SEPTIEMBRE			CONSUMO SEPTIEMBRE			REL. INDICES	
		NIVEL ACTIV	CONS. REAL	INDICE	NIVEL ACTIV	CONS. REAL	INDICE	NIVEL ACTIV	CONS. EST.	INDICE	REAL vs Dem	REAL vs ACUM.
(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(16)	(17)
Transporte de Pasajeros	MKm Recorrido	2281,584	678,764	0,2974968	262,355	78,050	0,2974977	260,709	77,560	0,2974964	0,9999959	0,9999987
Pasajeros Transportados	Mpasaj	1259,837			162,18			16,56				
Actividad Administrativa	MKm Recorrido	1339,847	122,497	0,0914261	152,800	13,970	0,09142670	151,511	13,852	0,0914257	0,9999891	0,9999956
Cantidad de vehículos	u	630,000			70,000			70				
Docente - Investigativa	MKm Recorrido	5438,173	627,741	0,1154323	607,202	70,091	0,1154328	605,221	69,862	0,1154322	0,9999953	0,9999990
Pasajeros Transportados	Mpasaj	156,074			17,593			17,320				
Actividad de Servicios	MKm Recorrido	657,957	188,259	0,2861266	79,306	22,692	0,2861322	76,82	21,98	0,2861234	0,9999693	0,9999888
Cantidad de vehículos	u	873,000			97			97				
Tractores	MHoras	2,345	13,797	5,8835821	0,276	1,634	5,9202899	0,264	1,550	5,8712121	0,9917102	0,9978975
Chapeadoras	MHoras	25,956	6,570	0,2531207	2,874	0,728	0,2533055	3,161	0,800	0,2530845	0,9991274	0,9998570
Montacarga	MHoras	0,293	0,670	2,2843505	0,035	0,080	2,2857143	0,029	0,065	2,2413793	0,9806034	0,9811889
Motosierras	MHoras	0,850	0,710	0,8352941	0,098	0,083	0,8469388	0,096	0,080	0,8333333	0,9839357	0,9976526
Lancha	Mmillas	2,940	0,350	0,1190476	0,361	0,043	0,1191136	0,336	0,040	0,1190476	0,9994463	1,0000000
Motomochila	MHoras	0,144	0,081	0,5625000	0,016	0,009	0,5625000	0,016	0,009	0,5625000	1,0000000	1,0000000
Compensados (19)	Vehículos	3456,000	192,150	0,0555990	384	21,350	0,0555990	384,000	21,350	0,0555990	1,0000000	1,0000000
Privados (19)	Vehículos	5526,000	145,602	0,0263485	614,000	16,178	0,0263485	614,000	16,178	0,0263485	1,0000000	1,0000000
TOTAL			1977,191			224,908			223,326			

ANEXO 6

MODELO DE CONTROL DEL CONSUMO YCAPTACION DE DEMANDA DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES POR ACTIVIDADES												
⁽¹⁾ MES A ANALIZAR:	NOVIEMBRE			⁽²⁾ CENTRO :				CDA-002				
U.M para el consumo: M Litros				⁽³⁾ CODIGO :				PRODUCTO: Diesel				
ACTIVIDAD	U.M N. ACT	ACUMULADO HASTA SEPTIEMBRE			PLAN DE SEPTIEMBRE			CONSUMO DE SEPTIEMBRE			REL. INDICES	
		NIVEL ACTIV	CONS. REAL	INDICE	NIVEL ACTIV	CONS. REAL	INDICE	NIVEL ACTIV	CONS. EST.	INDICE	REAL vs Dem	REAL vs ACUM.
⁽⁵⁾	⁽⁶⁾	⁽⁷⁾	⁽⁸⁾	⁽⁹⁾	⁽⁷⁾	⁽⁸⁾	⁽⁹⁾	⁽¹⁰⁾	⁽¹¹⁾	⁽¹²⁾	⁽¹⁶⁾	⁽¹⁷⁾
Cocción de Alimentos	MComensal	59456,157	219,705	0,0036952	6946,982	25,680	0,0036966	6849,345	25,310	0,0036952	0,9996415	1,0000000
Transporte de Pasajeros	MKm Recorrido	2679,245	784,074	0,2926474	295,631	86,520	0,2926621	292,113	85,486	0,2926470	0,9999484	0,9999988
Pasajeros Transportados	Mpasaj	2064,890	0,000		228,15			225,100				
Docente - Investigativa	MKm Recorrido	2187,395	284,395	0,1300154	243,718	31,688	0,1300191	242,434	31,52	0,1300148	0,9999665	0,9999953
Pasajeros Transportados	Mpasaj	79,334	0,000		8,980			8,500				
Actividad de Servicios	MKm Recorrido	2070,809	263,152	0,1270769	234,124	29,752	0,1270780	234,898	29,850	0,1270764	0,9999880	0,9999963
Cantidad de vehiculos	u	1584,000	0,000		176,000			176,000				
Tractores	MHoras	88,430	418,441	4,7318896	10,187	48,209	4,7324040	10,419	49,300	4,7317401	0,9998597	0,9999684
Bombas	MHoras	12,664	111,296	8,7883765	1,444	12,703	8,7972061	1,372	12,050	8,7827988	0,9983623	0,9993653
Bombas	Mm3	720,069	0,000		82,189			77,964				
Fogones	MHoras	15,693	55,360	3,5276875	1,764	6,231	3,5324100	1,645	5,800	3,5258359	0,9981389	0,9994751
Crematorios	MHoras	0,376	2,616	6,9667111	0,045	0,317	7,0402424	0,038	0,260	6,8421053	0,9718565	0,9821141
Barco	Mmillas	3,387	16,302	4,8131089	0,373	1,802	4,8304215	0,582	2,800	4,8109966	0,9959786	0,9995611
Ordeñadoras	MHoras	5,028	16,354	3,2525855	0,691	2,253	3,2607311	0,487	1,582	3,2484600	0,9962367	0,9987316
Equipo para Soldar	MHoras	0,532	1,587	2,9830827	0,059	0,179	3,0414957	0,054	0,160	2,9629630	0,9741796	0,9932554
Grúa	MHoras	1,481	1,980	1,3369345	0,167	0,224	1,3425505	0,191	0,255	1,3350785	0,9944345	0,9986118
Laboratorios	MHoras	0,090	0,344	3,8257306	0,008	0,037	4,4166118	0,010	0,037	3,6657878	0,8300000	0,9581929
Admisnitrativa	Mkm	0,000	0,000									
Cantidad de vehiculos	u	0,000	0,000									
Compensados ⁽¹⁹⁾	Vehículos	18,000	0,900	0,0500000	2	0,100	0,0500000	2,000	0,100	0,0500000	1,0000000	1,0000000
Privados (19)	Vehículos	36,000	1,899	0,0527500	4	0,211	0,0527500	4	0,211	0,0527500	1,0000000	1,0000000
TOTAL			2178,405			245,906			244,721			

ANEXOS 7

Tabla 1 Consumos de energía eléctrica en MWh por años.

CES	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
CUJAE	4428,6	4625,7	4546,5	4788,6	4862,1	5154,4	4468,8	4234,3	3811,6
UH	4589,5	4250,3	3760,5	4538,5	4126,7	4176,3	3901,0	3397,6	3565,5
UCLV	3899,2	3526,3	3732,3	3282,3	4107,1	3943,2	3874,5	3543,7	4604,5
UO	2425,1	2194,6	2090,6	2359,2	2952,5	3241,4	3098,6	3177,1	3112,8
UNICA	1579,2	1656,0	1450,0	740,4	1307,3	1448,1	1404,1	941,6	1016,9
UMCC	1090,3	1257,6	1382,7	1450,9	1459,9	1278,9	1105,0	938,6	967,1
UNAH	1032,5	1030,5	1005,6	1245,1	970,3	1260,8	1135,5	1016,8	991,6
UC	1017,8	934,0	947,5	906,6	1137,9	1138,2	1153,6	1067,4	1167,5
UPR	677,0	690,7	773,7	769,6	813,4	898,4	759,9	775,3	777,8
UCF	729,1	671,8	678,0	736,9	791,9	816,1	773,6	736,9	767,2
UHOLM	482,4	407,4	424,7	710,7	756,8	747,7	741,8	659,1	1121,7
ISMMM	578,1	625,3	582,7	498,7	469,3	512,2	510,3	451,9	500,8
UDG	359,5	348,9	313,0	351,9	378,0	436,1	427,2	396,4	420,4
ULT	232,3	210,1	379,8	385,2	363,5	386,5	339,4	315,7	341,4
UG	200,3	232,1	135,2	164,3	148,0	177,6	196,8	193,0	227,8
UNISS	149,4	138,0	152,0	165,8	122,0	148,9	148,0	163,3	259,7
UIJ	73,5	95,3	60,4	15,5	21,9	69,6	87,8	82,5	82,8
TOTAL	23543,8	22894,6	22415,2	23110,1	24788,6	25834,4	24126,0	22091,2	23737,1

ANEXO 8

Tabla 2 Estudiantes equivalentes por años.

CES	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
CUJAE	4123,9	4495,0	5058,8	5494,0	5636,1	5873,6	5675,8	5999,1	6057,6
UH	6035,8	6196,5	6273,2	6193,7	6249,7	8100,3	7079,1	8254,4	7990,8
UCLV	4077,6	4408,6	4542,3	4661,8	4773,4	5087,5	5060,8	5091,6	5134,9
UO	3350,1	3574,3	3628,7	3534,5	3705,9	5490,7	5622,0	5533,8	5170,0
UNICA	837,3	700,4	805,9	839,3	904,1	1213,2	1181,2	1199,1	1115,6
UMCC	1734,8	1984,4	2355,7	2784,2	2733,5	3049,8	2646,1	2612,9	2468,9
UNAH	1490,1	1677,4	1665,2	1653,9	1773,8	1725,3	1478,1	1603,2	1568,4
UC	1733,3	1814,0	1786,7	1680,4	1762,6	2575,5	2617,1	2574,9	2427,3
UPR	1937,4	2042,4	2030,2	1972,8	1941,7	1811,1	1917,5	1987,9	2028,4
UCF	1133,2	1251,6	1412,6	1544,7	1731,4	1817,2	1469,8	1453,2	1416,9
UHOLM	1504,4	1543,5	1561,3	1581,3	1689,3	2547,6	2579,0	2557,7	2430,1
ISMMM	463,6	579,6	659,5	734,9	853,6	1275,8	1328,0	1284,8	1109,7
UDG	1282,1	1319,0	1192,2	1211,0	1245,7	1644,1	1941,5	1861,0	1659,5
ULT	539,1	731,4	582,1	719,1	1005,7	1285,7	1049,5	974,8	899,7
UG	760,5	798,4	794,5	766,9	781,7	610,2	668,5	667,4	664,1
UNISS	719,2	906,0	788,9	907,6	1035,3	1100,2	828,8	743,4	661,0
UIJ	193,1	209,1	231,3	297,2	345,5	286,4	342,8	324,3	243,3
TOTAL	31915,1	34231,1	35368,7	36577,0	38168,6	45493,9	43485,2	44723,2	43045,9

(*) ESTUDIANTES EQUIVALENTES=EST BECADOS+0,75EST EXTERNOS+0,30EST CPE

ANEXO 9

Análisis de varianza para el modelo recibido para el edificio administrativo.

Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	0,219490	0,054872	7,36	0,012
Residual Error	7	0,052164	0,007452		
Total	11	0,271654			
R-Sq=80,8%					

TABLA.2 Análisis de la varianza para el modelo 1

ANEXO 10

Análisis de varianza para el modelo de la residencia estudiantil.

Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	98,645	24,661	5,12	0,030
Residual Error	7	33,707	4,815		
Total	11	132,352			
R-Sq=74,5%					

Tabla 3 Análisis de la Varianza del modelo 2

ANEXO 11

Resultados de la validación de los modelos.

Tabla 4 Porcentaje de error del modelo 2

	Residencia estudiantil		
	Consumo Real	Consumo calculado	% de error
Enero	21,26	19,89	6,48
Febrero	19,29	20,38	5,60

Tabla 5 Porcentaje de error modelo 1

	Edificio administrativo MES		
	Consumo Real	Consumo calculado	% de error
Enero	25,54	24,00	6,02
Febrero	22,26	20,83	6,42