

I. Introducción.

Uno de los grandes retos que han de abordar los países en los próximos años, en función de las actuales tendencias de una sociedad más sostenible, lo constituyen las grandes transformaciones que se experimentan en el ámbito energético y ambiental.

Las discusiones internacionales acerca de las causas e implicaciones para la humanidad del llamado "efecto invernadero", provocado por las crecientes emisiones a la atmósfera de gases tales como: CO₂, metano, óxido nitroso y los cloro-fluorocarbonatos, reflejan la necesidad de un enfoque integral en el tratamiento de los problemas ambientales y del desarrollo, así como la realización de acciones concertada de la comunidad internacional para mitigar los efectos del calentamiento global.

Entre las medidas que están siendo consideradas figuran: el uso de combustibles alternativos, sistemas ampliados de transporte masivo y una mejor planificación urbana. No obstante, el impacto ambiental de los motores de combustión interna (MCI) es de consideración, y se acrecienta por la congestión del tráfico en ciudades, que obliga a velocidades de movimiento reducidas y por el uso aún de un número elevado de vehículos con períodos de explotación elevados, que por su estado técnico o tecnología elevan la emisión de sustancias tóxicas al medio ambiente.

Otras medidas están relacionadas con la intensificación de la utilización de fuentes alternativas de energía y la eficiencia energética, la cual esta última es uno de los elementos de vital importancia, ya que con la aplicación de medidas eficientes sobre los portadores energéticos, tanto en el área de los servicios como en las esferas productivas, no solo se pueden ahorrar estos recursos, sino que además se mejoran las condiciones medio-ambientales y se reducen los costos por este concepto.

En nuestro país (Cuba), se llevan a cabo programas gubernamentales con vistas a realizar acciones por la mejora energética en el ámbito productivo y social, lo cual aún se está muy lejos de lograr estos objetivos. No obstante se realizan esfuerzos en algunas entidades como por ejemplo: en el sector turístico y algunas empresas,

que optan por la categoría de empresas eficientes, de acuerdo a los requisitos que se establecen para ello.

En los últimos años las empresas cubanas han estado enfrascadas a tomar una serie de medidas con el objetivo de aumentar el ahorro de recursos energéticos, sin embargo en auditorías realizadas por Cuba Petróleo (CUPET) a algunas de estas, se puso de manifiesto el insuficiente nivel de gestión energética existente; así como la insuficiencia de capacidades técnico organizativas para administrar eficientemente estos recursos.

Hasta el momento, el problema de explotar el recurso eficiencia energética se ha visto de una forma muy limitada, fundamentalmente mediante la realización de diagnósticos energéticos para detectar las fuentes y niveles de pérdidas, y posteriormente definir medidas o proyectos de ahorro, para la conservación energética. Esta vía, además de obviar parte de las causas que provocan baja eficiencia energética en las empresas, generalmente tiene reducida efectividad por realizarse muchas veces sin la integralidad, los procedimientos y el equipamiento requerido; todo ello por limitaciones financieras para aplicar los proyectos, pero sobre todo, por no contar las entidades con la cultura, ni con las capacidades técnico-administrativas necesarias para realizar el seguimiento y control requerido y lograr un adecuado nivel de consolidación de las medidas aplicadas.

En este material se presentan los principios fundamentales y los procedimientos para la evaluación, el diagnóstico, la organización, la ejecución y la supervisión de la gestión energética en las empresas, con el fin de reducir sus costos energéticos y elevar su competitividad. Se dan a conocer en particular los principios, herramientas y procedimientos para la implantación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía en empresas industriales y de servicios. En el desarrollo se tuvieron en cuenta los diferentes procedimientos de la prueba de necesidad, y en el diagnóstico de las diferentes áreas de trabajo se pudo observar, que aún falta por resolver problemas de carácter subjetivos (administrativos), materiales y de carácter financieros; que nos posibiliten entre otras cosas la sustitución de equipos que trabajan ineficientemente (acondicionadores de aires, bombas, calderas, etc.).

Por lo planteado anteriormente se tratará el siguiente **problema científico**: En la Empresa de Productos Lácteos de Bayamo (fábrica de Helados-Queso) no existe un sistema de gestión de energética que basados en indicadores confiables posibilite evaluar el uso eficiente de los recursos energéticos.

Hipótesis: Con la aplicación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía, como base del sistema de gestión para la administración eficiente de los portadores energéticos, se debe elevar la eficiencia energética, reducir los consumos energéticos y el impacto ambiental.

Objetivo General: Evaluar el estado energético de la línea de producción de helados de la fábrica de Helados-Quesos de Bayamo.

Objetivos específicos:

1. Realizar revisión bibliográfica sobre la situación de la energía en Cuba y el Mundo.
2. Determinación de los indicadores energéticos.
3. Aplicar herramientas de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía en la Fábrica de Helados-Queso de Bayamo (línea de producción de helados), Granma.
4. Realizar una valoración económica sobre la aplicación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía en la Fábrica de Helados-Queso de Bayamo (línea de producción de helados), Granma.

II. Desarrollo.

CAPITULO 1.

ESTADO ACTUAL DE LA ENERGÍA EN CUBA Y EL MUNDO.

1.1 Panorama Energético Mundial.

1.1.1 La crisis energética mundial.

Históricamente la producción de energía ha sido uno de los factores decisivos para el desarrollo del ser humano. El carbón propició la primera revolución industrial transformando a las sociedades agrarias. La electricidad permitió la formación de los grandes centros urbanos actuales. A partir del siglo XX, los combustibles fósiles han sido la base del avance de las sociedades industrializadas. Sin embargo, el petróleo tiene sus días contados al tratarse de un recurso no renovable, por lo que la utilización de nuevas fuentes de energía, múltiples y renovables, será uno de los principales retos del siglo XXI.

En este sentido hay que señalar que, el precio del petróleo ha aumentado más del doble desde finales de los 80 hasta el 2005, y seguirán incrementándose a medida que se vayan agotando los yacimientos y haya que recurrir a otros en peores condiciones de explotación. De seguir esta tendencia, algunos analistas calculan que para 2010 los países del Golfo Árabe-Pérsico controlarán el 95% de la capacidad de exportación a nivel mundial, puesto que los demás países con reservas disponibles tendrán que absorberlas para consumo doméstico. [18]

Es por estas razones que el presidente norteamericano George Bush lanza la guerra contra Irak, pero en si fue contra Europa, para sostener su control del petróleo en el mundo, según un artículo de la Yellow Times.org. Esto sucede porque las mayores reservas de petróleos probadas están en el medio oriente con el 65 % del total, y según British Petroleum (BP), la OPEP posee el 75 %, en la que Arabia Saudita es el principal país del mundo en términos de reservas petroleras, con 263 billones de barriles. [22]

Algunos expertos e incluso instituciones como la Agencia Internacional de la Energía, en su informe World Energy Outlook 2005, ya han advertido de que si no se toman medidas de ahorro energético, o si no se encuentran fuentes de energía alternativas, se producirá una grave crisis energética de mayor magnitud que la vivida hace 25 años y que perjudicará seriamente la economía mundial. Esta la sentirán más en sus economías los países industrializados, y otros como China o la India, donde por ejemplo China alcanzará el 43 % en el 2030 del consumo mundial, producto a su crecimiento económico, y chocará en unos años con la caída de la oferta mundial de petróleo. [66]

En las fuentes de energías renovables debe estar parte de la solución, según un informe del Consejo Mundial de la Energía Eólica (GWEC), ya la potencia eólica instalada en todo el mundo ha aumentado desde los 4.800 MW en 1995 a los 59.000 MW a finales de 2005, por lo que esta fuente de generación podría llegar a suministrar un 30 % del consumo eléctrico mundial en 2030 y un 34,2 % en 2050. [46]

1.1.2 El problema energético mundial.

El mundo enfrenta grandes problemas relacionados con la energía, sin embargo las medidas tomadas respecto a esta no son suficientes, teniendo en cuenta los daños que le ocasionan al ambiente. Por ello desde el punto de vista energético, en la primera mitad de siglo nos enfrentamos a tres retos fundamentales:

- 1) El inicio del declive de la producción mundial de petróleo convencional, y seguido más tarde, por el mismo fenómeno para el gas natural.
- 2) El acusado incremento de demanda energética global, debido sobre todo a la irrupción de importantes economías en vías de industrialización, como las de

China y la India, y a la necesidad de mejorar el nivel de vida de los países del Tercer Mundo.

3) La obligación de ir reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero. Para ello se inicia un nuevo ciclo de construcciones nucleares que, contribuiría a mitigar significativamente las emisiones de CO₂.

Es por esto que en los problemas referidos anteriormente, mucho ha tenido que ver el desarrollo despiadado de las industrias, por no contar con un respaldo medio ambiental desde el punto de vista jurídico, que sirviera de contraparte, en cuanto al uso racional del petróleo. También porque durante muchos años el panorama energético se centraba en el mercado de la oferta, pero este dio un rol a partir del creciente consumo mundial de petróleo, y por tanto paso a mercado de demanda; es decir los productores son los que tienen el control y los consumidores apostar por los precios y volúmenes de petróleo que se les deben entregar.

Por su parte según un informe de la Agencia Internacional de la Energía (IEA), la demanda mundial de petróleo seguirá creciendo a pesar de la subida de los precios y que llegara el punto de máxima producción de petróleo (los expertos vaticinan que ese límite máximo de producción ya podrá alcanzarse en el año 2010), debido fundamentalmente a que se hace más difícil el descubrimiento de nuevos posos de petróleos, por el agotamiento de los posos ya en explotación; donde los Estados Unidos y Alemania serán los menos intensivos energéticamente, todo ello por políticas trazadas sobre la eficiencia energética y la ampliación de utilización de las fuentes de energías renovables.

Sin embargo no será de esta manera para los países en vías de desarrollo, donde sus economías estarán afectadas fuertemente por la crisis energética, ya que las políticas adoptadas por los gobiernos sobre este problema, no han sido suficientes para paliar dichos efectos. No obstante se toman medidas para la utilización de las denominadas de fuentes alternativas de energía, en aras de contrarrestar la subida de los precios del petróleo y a la ya difícil explotación de las reservas.

Mientras tanto según lo estimado por la organización internacional de energía (IEO2005) , las emisiones de CO₂ que provienen principalmente de la combustión de combustibles fósiles para la producción de energía, aumentaran de 24,4

billones de toneladas en 2002 a 38,8 en 2025. Es por esto que el protocolo de Kyoto exige la reducción de emisiones de forma colectiva en un 5 % con respecto a los niveles de 1990 en el periodo de compromiso de 2008-2012.

Como se puede ver el mundo no saldrá de esta crisis al menos por muchos años, si no se toman medidas para agilizar el uso de las fuentes alternativas de energía como vía de paliar los efectos de esta, en conjunto con la eficiencia energética y el ahorro de energía.

1.1.3 Problema energético en América Latina y el Caribe.

América Latina no ha estado alejada de los problemas energéticos mundiales y ha vivido desde hace muchos años los embates de la crisis energética internacional, fundamentalmente la de los años de la década del 70, de aquí que en este contexto nace la organización latinoamericana de energía (OLADE). Esta organización esta conformada por 26 países del área (incluida Cuba), y tiene entre sus objetivos el de desarrollar los recursos energéticos, además de atender conjuntamente los aspectos relativos a su eficiente y su racional aprovechamiento, a fin de contribuir al desarrollo económico y social de la región.

Sin embargo es preciso señalar que los países que integran a la América Latina y el Caribe, no todos presentan las mismas condiciones desde el punto de vista energético, por ejemplo: Venezuela, México, Trinidad y Tobago, Colombia y Ecuador, son considerados exportadores netos de petróleo; pero los de mayor peso son México, Venezuela y Colombia, aunque esta ultima ha disminuido su cuota de 820.000 barriles por día (bpd) en 1999 a 520.000 bpd en el 2005. Mientras que México, junto con Venezuela, concentra el grueso de las reservas disponibles en América Latina. México representa un 1,4 % de ellas a nivel mundial y produce el 5 % de la oferta mundial; Venezuela, en cambio, es la quinta exportadora mundial de petróleo y, cuenta con unas reservas para 250 años, manteniendo el volumen vigente de extracción, con el 6,8 % de las reservas, aporta el 3,9 % de la producción.

Entre tanto hay países que se autoabastecen de petróleo como Argentina y, con limitaciones, Bolivia. Pero a partir del 2005 esa condición sería también la característica de Brasil, cuya situación es analizada entre los países importadores

de hidrocarburos. Por ejemplo Argentina a pesar de poseer petróleo, en la actualidad importa gran cantidad de gas y petróleo de otros países. Por su parte Bolivia tiene una producción de hidrocarburos que en 2005 equivalió a su consumo, pero que no alcanza para cubrir enteramente sus necesidades, lo que le obliga a importaciones de crudo que no son significativas.

Por otro lado hay otros países que son importadores netos de petróleos, en Sudamérica por ejemplo esta condición la tiene Perú, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay; en Centroamérica (excluyendo a México, Venezuela y Colombia), la única nación exportadora de hidrocarburos es Trinidad y Tobago. Todos los restantes no tienen reservas de petróleo, con la excepción de Cuba y Guatemala que producen petróleo, pero son importadores netos. [69]

En tanto el comportamiento de la demanda y los consumos energéticos en el área, producto al crecimiento de la población y el desarrollo en algunas esferas de la producción, hacen que los volúmenes se incrementen para poder satisfacer las necesidades cada día más crecientes en estos países. De aquí que por ejemplo en Argentina, Brasil, México y Venezuela representan el 73.75 % del consumo total de energía en América Latina y el Caribe. En términos absolutos el orden es: Brasil (30.15 %), México (24.36 %), Argentina (9.79 %) y Venezuela (9.45 %).

Por su parte en Argentina y México el sector transporte es el mayor demandante con un 33% y 35.5% respectivamente, pero en Brasil y Venezuela el mayor consumidor es el sector industrial con 35.1% y 50.0% respectivamente.

Mientras que en Chile y Colombia el consumo se distribuye casi equiproporcionalmente entre el sector transporte, industrial y residencial. Entre tanto en Cuba el 45 % del consumo corresponde al sector industrial y el 37 % al residencial, sin embargo en Ecuador, Costa Rica, Granada y Jamaica más del 42 % corresponde al sector transporte. Pero en los países como Trinidad y Tobago y Surinam el principal destino de la energía es el sector industrial con un 67.1 %. Por otro lado hay países donde más del 40 % de sus consumos están en el sector residencial y servicios como Perú, Guatemala, Nicaragua y Haití. [15]

Teniendo en cuenta estos datos relacionados con situación energética del área, y debido al acecho de los Estados Unidos a que estas naciones formen parte del área de libre comercio para las Américas (ALCA), con el objetivo de anexarse

energética y económicamente a esta región; es que se da surgimiento a la Alternativa Bolivariana para las Américas (ALBA), como necesidad de contrapartida al ALCA, ya que esta tiene como objetivo de lograr unificar social, económica y políticamente los estados pertenecientes a la América Latina y el Caribe, para que estos puedan ser independientes y se liberen de las garras neoliberales. El ALBA se formuló por primera vez el Presidente de la República Bolivariana de Venezuela, Hugo Chávez Frías, en el marco de la III Cumbre de Jefes de Estado y de Gobierno de la Asociación de Estados del Caribe, celebrada en la isla de Margarita, en diciembre de 2001, y ha tenido mucho impacto sobre las nuevas políticas llevadas a cabo por los acuerdos y convenios, entre los estados de esta región.

Es por ello que debido a estos convenios y con la aprobación de los mandatarios de la región, en conjunto con el presidente de la República Bolivariana para las Américas dan nacimiento a:

- **PETROSUR** (Integrada por Argentina, Brasil, Venezuela y Uruguay).
- **PETROCARIBE** (Compuesta por 14 países de la región caribeña, incluida Cuba).
- **PETROANDINA** (Integrada por Ecuador, Colombia, Bolivia, Perú y Venezuela).
- **PETROAMÉRICA**: Impulsada por el Gobierno Venezolano para redefinir las relaciones existentes sobre la base de sus recursos y potencialidades, aprovechar la complementariedad económica, social y cultural a fin de reducir las asimetrías de la región. En ella confluyen las tres iniciativas anteriores.

Donde su objetivo fundamental es lograr y estimular la política de cooperación energética de Venezuela con los países de América Latina y el Caribe en el sector energético, incluyendo petróleo y sus derivados, gas, la electricidad y su uso eficiente, cooperación tecnológica, capacitación, desarrollo de infraestructura energética, así como el aprovechamiento de fuentes alternas tales como: energía eólica, solar y otras. [75]

1.1.4 La gestión energética empresarial a nivel mundial.

Para poder analizar esta nos basaremos en una serie de modelos de gestión como son:

a) Modelo de gestión energética de las empresas colombianas. [90]

Un antecedente en este campo lo constituye la Norma MSE 2000 “Management System for Energy”, desarrollada por el Georgia Tech Energy and Environmental Management Center (EEMC) y adoptada en los Estados Unidos como norma nacional ANSI/MSE 2000., la cual establece los elementos requeridos para un programa sostenible de mejoramiento continuo de la gestión energética organizacional [87].

Otra experiencia importante lo constituye la Norma IEEE Std 739-1995 “Recommended Practice for Energy Management in Industrial and Commercial Facilities” del Institute of Electrical and Electronics Engineers, reconocida también como Norma Nacional Americana (ANSI) [88].

El Modelo de Gestión Integral de la Energía, MGIE, fue desarrollado en el marco del proyecto de investigación 'Programa de Gestión Integral de la Energía para el Sector Productivo Nacional' adelantado por el Grupo de Investigación en Energías, GIEN, de la Universidad Autónoma de Occidente y el Grupo de Investigación en Gestión Eficiente de la Energía, KAI, de la Universidad del Atlántico, con el financiamiento de Colciencias y la Unidad de Planeamiento Minero Energético, UPME, del Ministerio de Minas y Energía. En el mismo se fomenta la sostenibilidad ambiental y se propone la gestión integral de la energía para alcanzar ahorros hasta del 25 por ciento en costos energéticos, visibles antes del primer año de su aplicación, y será puesto al servicio de las pequeñas, medianas y grandes empresas colombianas.

Este modelo de Gestión Integral de la Energía similar en su espíritu a los sistemas de mejora continua de la calidad, la propuesta concilia el interés común de los seres humanos de preservar el ambiente y el del sector empresarial, orientado a reducir sus costos de operación y aumentar su competitividad.

Sólo en la primera de sus tres etapas, en la que se efectúa la caracterización energética e identificación de potenciales de ahorro, se logra reducir, con poca o ninguna inversión, a partir de la actualización de la estructura técnica organizativa de los procesos y la concientización del personal, los costos energéticos hasta en un 20 por ciento.

"En las empresas donde se ha aplicado un modelo preliminar (Cerro Matoso S.A. de Córdoba, Industrias del Maíz de Cali, Lamitech S.A. de Cartagena) se han logrado ahorros de entre 400 y 650 millones de pesos anuales mientras las inversiones en la implementación estuvieron en un rango de 50 a 70 millones. El ahorro se mantiene a lo largo de los años, porque se establecen procedimientos, normas, sistemas de entrenamiento y capacitación de personal y herramientas de software, de evaluación y de mantenimiento para aumentar la eficiencia energética de la empresa", indicó Juan Carlos Campo, director del Grupo de Investigación de Gestión Eficiente de la Energía de la Universidad del Atlántico.

El proyecto de investigación incluyó la implementación del MGIE en Faggrave S.A. del Grupo Empresarial Team, en Barranquilla y Biofilm S.A. del Grupo Empresarial Sanfor, en Cartagena, en calidad de empresas demostrativas. La implementación se inició en enero del 2007 y concluyó en julio, arrojando resultados exitosos.

El MGIE fue construido analizando las ventajas y experiencias de otros modelos similares realizados y aplicados en diferentes países del mundo como Cuba, Estados Unidos, Canadá, India y México, e incorpora software y tecnologías desarrolladas en el proyecto que lo ponen al alcance de todas las empresas", puntualizó.

Además, para masificar su implementación en la industria colombiana este modelo se ubicará en la página Web de la Unidad de Planeamiento Minero Energético, en un portal donde se podrá acceder a las herramientas de gestión energética, bases de datos informativas para evaluar el nivel actual de gestión energética y conocer el potencial de ahorro económico.

Etapas de implementación del MGIE.

Por formular cambios en la cultura energética empresarial, el modelo debe incorporarse a la estructura organizativa de la entidad, lo que significa que su aplicación está directamente ligada a la voluntad política de la dirección.

- **Así, la primera etapa muestra** a la dirección, mediante la caracterización energética de la empresa, dónde tiene pérdidas y cuáles son los potenciales de ahorro e identifica la serie de proyectos a desarrollar a corto, mediano y largo plazo, con el objetivo de brindar datos para el análisis de rentabilidad de la estrategia y facilitar la toma de decisión de implementarla o no.
- **La segunda etapa consiste** en la adecuación organizativa y locativa de la empresa en función de la eficiencia energética integral, que incorpora aspectos como la capacitación del personal, cambios de procedimientos de mantenimiento, operación y producción; evaluación tecnológica, medición de generación y uso de energía, incorporación de modelos tecnológicos e intervenciones de empresas contratistas especializadas en procesos de mediciones y optimización, entre otros.
- **La tercera etapa propone** el seguimiento constante al modelo de gestión, midiendo los ahorros efectivos de acuerdo con las medidas de eficiencia energética incorporadas.

b) El modelo europeo de sistemas de Gestión Energética, según la UNE216.301/EN-16001:[91]

En 1997, los países industrializados se comprometieron, a través del Protocolo de Kioto, a llevar a cabo un conjunto de medidas para reducir los gases de efecto invernadero. Se puede decir, que este punto supuso el comienzo de una estrategia para el ahorro y la eficiencia energética en el sector industrial.

Como consecuencia, se desarrollaron una serie de compromisos relacionados con la seguridad en el suministro de energía, así como con el aumento de la importancia de las fuentes de energía renovables, que dieron lugar a la publicación

de diversas normas de eficiencia energética en varios países, como es el caso de la IS 393:2005 en Irlanda, la DS 2403:2001 en Dinamarca, la SS 627750:2003 en Suecia y la ANSI/MSE 2000:2005 en Estados Unidos.

Los modelos de gestión energética que se han aplicado hasta el momento entienden como necesario, desarrollar una cultura organizacional para el uso eficiente de la energía energética a nivel empresarial, dirigida a lograr la sostenibilidad energética y ambiental de los procesos productivos, y a incrementar el nivel de competitividad empresarial.

En España el contexto energético gira en torno a La Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética, (E-4), así como en las medidas urgentes de la estrategia española de cambio climático y energía limpia, (EECCCEL).



Fig.1 Basamento del sistema de gestión energética en España.

Como consecuencia de lo anterior y a raíz de la Directiva Europea 2006/32/CE sobre “la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos”, mediante la que se instaba a los países miembros a desarrollar las labores de normalización en este campo, en España, a finales de año 2007, se publica la norma UNE 216301. La UNE 216301 de Sistemas de Gestión Energética, SGE, se presenta como una herramienta que permite a las organizaciones alcanzar los compromisos energéticos suscritos a través de la implantación de una política

energética y la gestión de los procesos energéticos de su actividad. Esta norma es aplicable a organizaciones de todo tipo, que deseen mejorar la eficiencia energética de su actividad de forma sistemática, incrementar el aprovechamiento de energías renovables o demostrar ante terceros, a través de la certificación, su política energética.

El principal objetivo del Sistema de Gestión Energética, es proveer una metodología para fomentar la eficiencia energética en las organizaciones, el ahorro energético y la disminución de las emisiones de los gases que provocan el cambio climático, es decir fomentar la mejora del desempeño energético, en sí mismo el SGE es un medio, no un fin.

La Certificación de Sistemas de Gestión Energética se dirige a aquellas organizaciones que quieren mejorar la eficiencia energética de sus procesos de forma sistemática, incrementar el uso de las energías renovables, y mejorar continuamente su Sistema de Gestión Energética.

Algunos de los beneficios derivados de la implantación de un SGE son:

1. Optimización del uso de la energía.
 2. Fomento de la eficiencia energética en las organizaciones.
 3. Disminución de las emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero.
 5. Mayor aprovechamiento de las energías alternativas y renovables.
 6. Reducción de los riesgos derivados de las oscilaciones de los precios de los recursos energéticos.
1. Cumplimiento con los requisitos legales en materia energética.

Se puede concluir que la finalidad del Sistema de Gestión Energética es la de proporcionar a las organizaciones, independientemente de su sector de actividad o su tamaño, una herramienta que facilite la reducción de los consumos de energía, los costes financieros asociados y consecuentemente las emisiones de gases de efecto invernadero. Para ayudar a potenciar la gestión energética eficiente el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2008-2011, aprobado por el Gobierno, recoge

que las empresas que hayan obtenido el certificado del Sistema de Gestión Energética serán valoradas positivamente en las contrataciones públicas.

El pasado mes de septiembre se presentó la norma EN 16001 que será traducida al castellano y sustituirá en un futuro a la norma UNE 21630. Es importante destacar que la norma europea no introduce cambios significativos

Con respecto a la norma española.

1.2 Panorama Energético en Cuba.

1.2.1 El problema energético en Cuba y la generación distribuida.

Cuba no está exenta de la crisis energética internacional, y en torno a esto arrastra una de las peores crisis electroenergética de su historia, ya que se contaba con 10 plantas termoeléctricas con una capacidad instalada de 3958 MW; donde el 72,77 % le correspondía a las termoeléctricas, los autoprodutores de Níquel y MINAZ con el 16,52, la Hidroeléctrica con el 1,48%, las turbinas de gas con el 7,88 % y el resto pertenecía a la eólica. Estas plantas tienen 46 unidades de generación, sin embargo, debido a varias causas como por ejemplo: averías, la falta de mantenimiento en el tiempo planificado y el uso de combustible no idóneo para su operación, provocaron que la capacidad real de generación fuera de 1200 MW. El consumo de electricidad se concentraba en la industria, el sector residencial y los servicios con más del 95 %.

Por su parte la demanda de energía eléctrica en Cuba, se redujo de 2,500 MW en el 1989 a 950 MW en el 2005, debido al gran número de industrias paralizadas, así como a una baja en el consumo agrícola y doméstico. [82]

En torno a esto la crisis se hizo más aguda debido a los accidentes ocurridos en mayo del 2004, en la central termoeléctrica matancera Antonio Guiterras, lo que unido a la falta de suministro de combustible por parte de la antigua URSS; la nación cubana experimentó enormes apagones, que en ocasiones fueron por más de 10 horas. Para este período la generación de electricidad era de 15673 GWh, donde el 78 % de esta generación le correspondía a las termoeléctricas y el resto se repartía en las turbinas de gas, las plantas diesel, hidroeléctricas, etc.

Es por estos motivos que la falta del suministro del petróleo golpeó fuertemente a la economía nacional dañando algunos sectores, e incluso provocando el cierre de

algunas fabricas. De aquí que el estado cubano determino priorizar a las empresas exportadoras y a los servicios sociales básicos en cuanto al suministro energético. En medio de esta situación se logran algunos convenios con la República Bolivariana de Venezuela y otras entidades exportadoras de combustibles. Entre uno de los acuerdos realizados con Venezuela, se encuentra la venta a Cuba de 53 000 barriles diarios de petróleo (2,5 millones de toneladas anuales), donde el 80% de los suministros se pagarán a precios del mercado mundial y en los 90 días posteriores a la entrega. El plazo de pago para el 20% restante podrá estar entre los 5 y 20 años, en dependencia del precio promedio anual que alcance el petróleo. [79]

Fue así que entre los convenios establecidos y sumado a esto el descubrimiento de un yacimiento de petróleo de calidad, a escasos kilómetros de Santa Cruz del Norte, con reservas probadas de 14 millones de toneladas de crudo, promete restaurar e incrementar los niveles de extracción y dar un alivio importante al apetito energético de Cuba. Según expertos, los pozos que se perforen en ese yacimiento podrían llegar a producir, de conjunto, hasta un millón de toneladas al año, alrededor de la cuarta parte de la producción actual del país. [77]

De aquí que se mantuvo la política de impulsar la extracción del crudo nacional y del gas acompañante, ya que como se muestra en la figura 2, se produce un amplio crecimiento de ambos en el periodo de 1990 al 2004, donde para el gas fue de un 25 % y el petróleo de un 31 %.

No obstante el sistema eléctrico nacional se mantuvo dañado en el 2005, debido fundamentalmente por las diferentes averías en las plantas generadoras (Felton, Rente, etc.), y da señales de estabilidad en los primeros meses del 2006; aunque se mantienen en vigor las medidas de ahorro y contingencia. Sin embargo producto a los elevados precios del petróleo por encima de los \$ 60/barril, hace que el país invierta cada año más de 1200 millones de dólares en la importación de este recurso. [89]

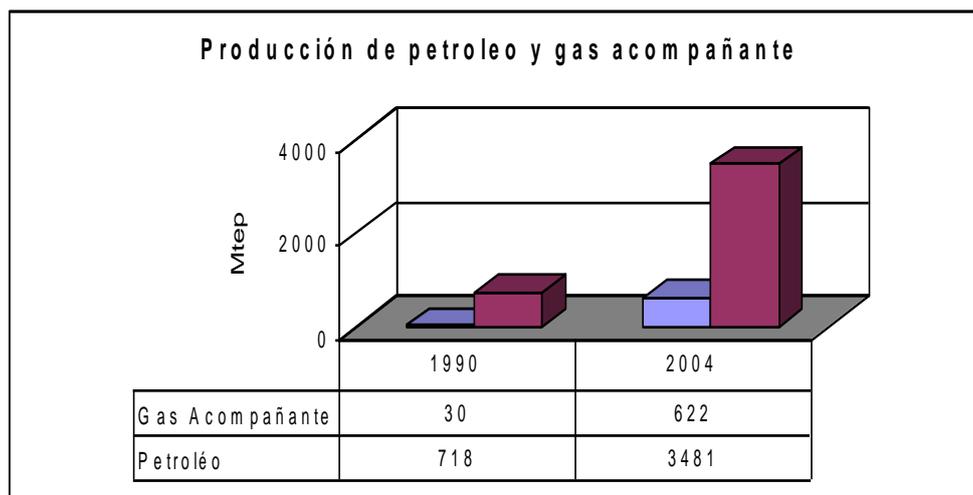


Fig.2 Producción nacional de crudo y gas acompañante en, miles de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep).

Fue así que para el periodo 2005-2006, el gobierno cubano, decide tomar una serie de alternativas con el objetivo de aprovechar al máximo los recursos que hoy disponemos para la generación de energía eléctrica, y desarrollar programas para el uso de las fuentes de energías renovables en conjunto con las tradicionales, pero con más eficiencia.

Por todos los factores antes descritos se anuncia un cambio total en la concepción de generar energía eléctrica y se traza como política una serie de programas energéticos que se denominaron revolución energética, el cual se define como la puesta en práctica de nuevas concepciones para el desarrollo de un Sistema Electroenergético Nacional más eficiente y seguro. [55]

Estos programas son liderados por el comandante en jefe Fidel Castro, donde se hace un llamado al ahorro energético y la toma de medidas en aras de mejorar nuestro estado energético hasta ese momento vigente.

Entre los objetivos más importantes de este programa tenemos las siguientes:

- Impulsar las fuentes renovables de energía (Eólica, Fotovoltaica, etc.).
- Incrementar la eficiencia energética en las Empresas Cubanas.
- Aplicar medidas para la transformación del Sistema Electroenergético Nacional.

No obstante para poder garantizar la transformación del sistema electroenergético es necesario que se adopten las medidas siguientes [55]:

- Adquisición e instalación de equipos de generación más eficientes y seguros con grupos electrógenos y motores convenientemente ubicados en distintos puntos del país.
- Intensificación acelerada del programa para incrementar el uso del gas acompañante del petróleo nacional en la generación de electricidad mediante el empleo del ciclo combinado.
- Rehabilitación total de las redes de distribuciones anticuadas e ineficientes que afectaban el costo y la calidad del fluido eléctrico.
- Priorización de los recursos mínimos necesarios para una mejor disponibilidad de las plantas del sistema electroenergético y su paso a conservación.
- Un programa intensivo de investigación y desarrollo del uso de la energía eólica y solar en Cuba.

Es por ello que con la aplicación de la nueva concepción de generación, aportara las siguientes ventajas:

- Distribución geográfica adecuada, lo cual contribuye a la protección del servicio eléctrico de la población y los objetivos económicos y sociales ante huracanes y averías.
- Disponibilidad mayor de un 90% y muy por encima del 60% de las plantas termoeléctricas en nuestro actual sistema.
- Rehabilitación de las redes con el objetivo de reducir las pérdidas de distribución y los bajos voltajes.
- Por otro lado, el país ha contratado un total de 4 158 grupos electrógenos de emergencia, que representan un potencial a instalar de 711 811 kW.

Otras medidas para incrementar el ahorro y la eficiencia energética:

- a) Incrementar la utilización de fuentes de energías renovables, fundamentalmente de la solar y eólica.

- b) Cambio y sustitución de diferentes equipos altos consumidores de energías por otros de menor consumo, entre los cuales se encuentran: los refrigeradores, televisores, hornillas eléctricas, bombas de agua, etc.
- c) La remotorización de algunos vehículos y la compra de otros más eficientes.

Otro elemento importante fue la generación distribuida (GD) como un cambio de un paradigma energético.

La generalización de la GD significó una verdadera revolución energética en sí misma, porque fue necesario cambiar la forma tradicional en que se generó la electricidad en el país. Aunque las grandes centrales térmicas habían desempeñado un papel importante en el desarrollo del país, muchas de estas habían quedado obsoletas. Esta situación se agravó aún más, como consecuencia de los huracanes que causaron enormes daños las líneas de transmisión y distribución de energía. Los daños a la interconexión de las líneas todo el país de este a oeste, hacían al país aún más vulnerable.

Además, debido a la dispersión de las centrales eléctricas, había un alto porcentaje de pérdidas técnicas en la transmisión de la electricidad. Un aspecto adicional que pudiera señalarse como ventajoso de este nuevo modelo, es que facilita una mayor penetración de las tecnologías energéticas renovables en el Sistema electroenergético Nacional.

Cuba tiene una capacidad de generación eléctrica de 2497 MW sobre la base de la generación distribuida, de la cual 1280 MW corresponden a generadores diesel y el resto son motores de fuel oil (540 MW), cogeneración (529 MW) y otras tecnologías energéticas renovables (69 MW). El país también tiene una reserva de más de 6000 pequeños generadores diesel instalados en centros clave de la economía y los servicios a la población, tales como panaderías, centros comerciales, hospitales, clínicas y centros para la producción de alimentos. La potencia combinada de todos estos generadores alcanza la cifra de 690 MW y el objetivo es interconectarlos a la red eléctrica nacional.

El modelo de GD de la electricidad, ha demostrado sus beneficios en el enfrentamiento a los desastres naturales. Esto quedó demostrado después del

impacto de los huracanes que afectaron el territorio nacional en el plazo de dos semanas en agosto y septiembre del presente año, cuando más de 130 torres de líneas de transmisión fueron destruidas en la provincia de Pinar del Río. Las líneas de distribución en el parte oriental del país, así como la planta generadora centralizada situada en Nuevitas, al norte de la provincia de Camagüey, también sufrieron enormes daños.

Aunque la magnitud del desastre creado por los huracanes se comparó con el impacto de una “bomba nuclear”, los sistemas descentralizados de energía siguieron estando operativos y mantuvieron la garantía de servicios esenciales y el abastecimiento de agua. Después de la huracanes, generadores diesel se situaron en lugares específicos y se crearon micro-sistemas eléctricos, o islas, con el fin de garantizar los servicios a la población.

La energía solar está disponible en Cuba a lo largo de todo el año con un valor promedio de 5 kWh/m² por día. Cada día, cada metro cuadrado del territorio cubano recibe una cantidad de energía solar que es equivalente al contenido energético de la mitad de un kilogramo de petróleo, teniendo en cuenta que la capacidad calórica del petróleo sea igual a 9600 kJ/kg. La energía hidroeléctrica y el empleo de la energía eólica para el bombeo de agua, fueron las dos tecnologías energéticas renovables más utilizadas en Cuba durante la primera mitad del siglo XX. Las dos centrales hidroeléctricas más antiguas construidas en Cuba se remontan a 1912 (Pilotos, Pinar provincia del Río, 155 Kw) y 1917 (Guaso, de Guantánamo provincia, 1,75 MW). Ambas plantas están aún en funcionamiento. El potencial hidroeléctrico en Cuba es relativamente bajo, y su explotación se determinará por estudios de factibilidad técnica y económica y por las correspondientes evaluaciones de impacto sobre el medio ambiente.

La primera planta para la conversión de la energía térmica Océano construida en el mundo se desarrolló e instaló en la Bahía de Matanzas en 1930 por dos científicos franceses. Los calentadores de agua a partir de la captación de la energía solar, también se introdujeron en Cuba en la década de 1930. Se reconoce que el primer anuncio comercial en idioma español de una tecnología energética

renovable disponible comercialmente, se publicó en un periódico cubano de la época.

La Revolución energética de Cuba también ha significado un acelerado despegue en la aplicación de las tecnologías energéticas renovables. La creación del Grupo Nacional para la atención a las Fuentes Renovables de Energía, la Eficiencia Energética y la Cogeneración, la creación de un Vice-Ministerio de Energías Renovables adjunto al Ministerio de la Industria Básica, la implementación de programas para el desarrollo de la generación de electricidad basada en la energía eólica, el uso de la energía solar para el calentamiento de agua de uso doméstico, social y con fines industriales, el desarrollo de la capacidad hidroeléctrica y el aprovechamiento de los desechos sólidos con fines de valorización energética, así como la investigación sobre la energía geotérmica, energía oceánica y otras tecnologías, demuestra todos los avances del país en favor de una inclusión cada vez mayor de tecnologías energéticas renovables dentro del modelo de Generación Distribuida.

Hasta la fecha, el país ha instalado 7098 sistemas fotovoltaicos (2,57 MW), con el apoyo de organizaciones no gubernamentales extranjeras y a partir de programas gubernamentales como el de la electrificación de todas las escuelas rurales del país. Este último hizo posible la instalación de estos sistemas en 2364 las escuelas rurales aisladas, lo que permitió a todos los niños en edad escolar primaria acceder a iluminación eléctrica eficiente, computadoras, y televisión educativa.

En cuanto a la bioenergía, existe experiencia en el país en el uso de bagazo (residuos de la caña de azúcar) para producir energía térmica para el proceso de producción de azúcar y para generar electricidad que satisfaga la demanda de los centrales y enviar el excedente a la red nacional. La industria azucarera sigue siendo un componente estratégico del desarrollo de las fuentes nacionales de energía. Después de la crisis económica de la década de 1990, la proporción del empleo de la biomasa cañera en el conjunto de las fuentes primarias de energía usadas en Cuba ha disminuido.

Según la publicación “Cuba: Un perfil de país sobre el Desarrollo Sostenible”, una publicación patrocinada por la Organización Internacional de

Energía Atómica, CUBAENERGÍA y el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas, la cogeneración en la industria azucarera representó el 18 por ciento de toda la electricidad generada en el país en 1970. En el año 2003, esta cifra había disminuido a 5 por ciento. Los esfuerzos se hacen ahora para aumentar la eficiencia energética en la industria de la caña de azúcar y se espera que la cogeneración aumente con la instalación de calderas de mayor eficiencia y nuevos turbogeneradores en los centrales azucareros. El país posee un potencial total de cogeneración estimado en 1355 MW.

La evaluación del recurso eólico para la generación de electricidad, se ha acelerado desde el comienzo de la Revolución energética. Hoy día, el país tiene tres herramientas fundamentales para la toma de decisiones en la instalación de parques eólicos: el mapa de evidencias ecológicas del viento, el mapa de riesgo de huracanes, inundaciones y tormentas eléctricas, y el mapa eólico nacional. Hay un amplio programa para la aplicación del biogás, la biomasa forestal, hidroenergía, la energía solar fotovoltaica, energía solar térmica y eólica en Municipio Especial Isla de la Juventud. Se espera que el territorio cubra el 40 por ciento de su demanda de electricidad a partir de fuentes renovables de energía de aquí a 2013. Los Trabajadores Sociales, las Brigadas Universitarias de Trabajo Social y las organizaciones de base comunitaria llevaron a cabo el programa de sustitución de las bombillas tradicionales y distribuyeron lámparas fluorescentes y bombillos ahorradores de energía, totalmente gratis. En menos de un año, el país eliminó progresivamente la iluminación ineficiente, siendo el primer país en el mundo en hacerlo. Casi tres millones y medio de ollas arroceras y más de tres millones de ollas de presión eléctricas multipropósito fueron vendidas a las familias cubanas para desplazar el uso del queroseno para cocinar por la electricidad.

Otro elemento importante fue la Implantación de la Tecnología para la Gestión Total Eficiente de la Energía, pues la misma promueve la educación de la fuerza de trabajo y los directivos en cuestiones energéticas.

Además se establece un programa educativo sobre la energía que se enseña en todas las escuelas del país, y los medios de comunicación promueven el ahorro de energía y demuestran la importancia de aprovechar las fuentes renovables de

energía y aplicar medidas de eficiencia energética. Hay un programa semanal sobre cuestiones energéticas en la televisión nacional (Energía XXI), dirigido a aumentar la cultura de la población sobre la energía.

Por otro lado es conveniente destacar que entre 2005 y 2007 Cuba redujo sus emisiones de CO₂ en aproximadamente 5 millones de toneladas, lo que representa el 18 por ciento de las emisiones totales del país en 2002, según el último informe rendido por Cuba al IPCC. La Revolución Energética también ha desempeñado un papel clave en el cumplimiento del Protocolo de Montreal por nuestro país, ya que más de tres millones de refrigeradores domésticos y acondicionadores de aire han sido cambiados por otros eficientes y que no utilizan CFC, llevando a la eliminación gradual de CFC en el sector doméstico en un corto periodo de tiempo.

El cambio de paradigma hacia un sistema energético más sostenible que está teniendo lugar en Cuba, se caracteriza no sólo por las medidas de ahorro energía y de la aplicación de la eficiencia energética y tecnologías de energías renovables, sino también por prestar especial atención a la cooperación internacional y el fomento de la participación de los jóvenes en las diferentes tareas que deben llevarse a cabo.

Es por ello que Cuba está trabajando junto con Venezuela y otras naciones de América Latina en la aplicación de estrategias de la reducción de su demanda energética y el uso de tecnologías energéticas renovables. Los trabajadores sociales cubanos han participado en la sustitución de unos 100 millones de bombillos incandescentes en una docena de países de la región. La sostenibilidad de la Revolución Energética de Cuba es garantizada por sus propias acciones educativas [86].

1.2.2 Sistema de Gestión Energética Empresarial en Cuba.

Este sistema se materializa con la denominada “Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía” (TGTEE), según (Borroto, 2002).

Su basamento se relaciona con los pasos siguientes:

- Prueba de necesidad.

- Compromiso de la alta dirección.
- Diagnostico energético y socioambiental.
- Diseño de un plan de mejora.
- Organización y composición de equipos de mejora.
- Aplicación de acciones y medidas.
- Seguimiento y control.

La TGTEE, ha demostrado la posibilidad de reducir los consumos energéticos de las empresas, fundamentalmente con medidas técnico-organizativas y de baja inversión, así como organizar el control y gestión de ahorro y conservación de los portadores energéticos, identificando el grupo de soluciones técnicas más favorables a los problemas de suministro de energía. Ha sido diseñada con la filosofía de las ISO 9000, por lo que su implementación se inserta en los procesos de certificación y perfeccionamiento, contribuyendo a la cultura de la organización [82, 83, 85].

Para implantar la TGTEE es necesario realizar la prueba de necesidad. Esta prueba constituye el primer paso para implantar un sistema de gestión total por la eficiencia energética en la empresa. De los resultados de esta prueba depende que los especialistas y la alta dirección, decidan, con elementos técnicos y económicos, continuar con la implantación y dedicar recursos materiales y humanos a esta actividad. La metodología que se presenta sirve de guía para alcanzar los objetivos planteados en esta etapa y confeccionar el informe que debe presentar a la alta dirección de la empresa. La prueba de la necesidad, en sí, constituye un resultado importante, al caracterizar e identificar los principales problemas energéticos de la empresa en el ámbito general. En el orden práctico, sus resultados permiten la planificación objetiva de los índices de consumo, la modelación de los comportamientos históricos, y la cuantificación de la influencia de diferentes factores globales en los consumos, costos energéticos y gastos totales de la empresa, aspectos todos que se usan en las etapas subsiguientes de la implantación del Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía [82, 85]. Para comenzar se establecen los siguientes objetivos:

-  Caracterizar el estado de eficiencia energética y de impacto ambiental de la empresa.

- ✚ Determinar potenciales globales de disminución de consumos, costos energéticos e impactos ambientales en la empresa.
- ✚ Determinar la necesidad de la empresa de implantar un sistema de gestión total eficiente de la energía.

Etapas en la implementación de un sistema de gestión energética.

En general, en todos los sistemas de gestión energética o de administración de energía se pueden identificar tres etapas fundamentales:

- ✚ Análisis preliminar de los consumos energéticos.
- ✚ Formulación de un programa de ahorro y uso racional de la energía (Planes de Acción).
- ✚ Establecimiento de un sistema de monitoreo y control energético.
- ✚ Sistema de mejora continua.

Debe señalarse que en muchos casos la administración de energía se limita a un plan de medidas de ahorro de energía, no garantizándose el mejoramiento continuo [85].

Actividades.

- Recopilación de información y datos.
- Diagnóstico de recorrido en las instalaciones de la empresa.
- Entrevistas a dirigentes, técnicos, operadores y obreros de la empresa.
- Procesamiento de la información.
- Elaboración del Informe Final de la Prueba de la Necesidad.

Análisis preliminar de los consumos energéticos.

Para establecer un sistema de gestión energética, un primer paso es llevar a cabo un análisis de los consumos energéticos, caracterizar energéticamente la empresa y establecer una estrategia de arranque. Esta etapa tiene como objetivo esencial conocer si la empresa efectivamente se viese significativamente beneficiada si implantara un sistema de gestión energética que le permitiera abatir costos por sus consumos de energía, alcanzar una mayor protección ante los problemas de

suministro de la energía, reducir el impacto ambiental, mejorar la calidad de sus productos o servicios, y de esta forma elevar sus beneficios.

Contar con un buen sistema de gestión energética resulta particularmente importante para las industrias energointensivas, y en general, para las empresas en las cuales la facturación por energéticos puede llegar a representar una elevada fracción de los gastos totales de operación [82,83].

Luego de haber realizado la prueba de necesidad, se debe evaluar el nivel de gestión utilizando las herramientas propuestas por esta tecnología.

1.2.2.1 Herramientas empleadas para la gestión energética empresarial, según (Boroto, 2002).

❖ Diagrama Energético-Productivo

Esta herramienta consiste en desarrollar el flujograma del proceso productivo, agregándole todas las entradas y salidas de materiales (incluidos residuos) y de energía, con sus magnitudes características para los niveles de producción típicos de la empresa. También en el diagrama se muestran los niveles de producción de cada etapa, así como entradas externas al proceso de materiales semiprocesados si los hubiera. Es conveniente expresar las magnitudes de la energía consumida en cada etapa del flujograma por tipo de energía consumida y en porcentaje con respecto al consumo total de cada tipo.

❖ Gráficos de Control.

Los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos. Se usan como instrumento de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagramas causa y efecto, para detectar en cuales fases del proceso analizado se producen las alteraciones.

Su importancia consiste en que la mayor parte de los procesos productivos tienen un comportamiento denominado normal, es decir existe un valor medio M del parámetro de salida muy probable de obtener, y a medida que nos alejamos de este valor medio la probabilidad de aparición de otros valores de este parámetro cae bruscamente, si no aparecen causas externas que alteren el proceso, hasta hacerse prácticamente cero para desviaciones superiores a tres veces la desviación estándar del valor medio.[12]

Este comportamiento (que debe probarse en caso que no exista seguridad que ocurra) permite detectar síntomas anormales actuando en alguna fase del proceso y que influyan en desviaciones del parámetro de salida controlado. Para que todo esto se lleve a cabo se debe tener en cuenta lo siguiente:

- LCS: Límite de control superior. $LC\bar{X}+3\sigma$
- LCI: Límite de control inferior. $LC\bar{X}-3\sigma$
- μ : Media aritmética de los argumentos $\bar{X} = \mu = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$

Donde:

x: Datos de consumo (kW-h)

n: Número de datos

- σ : Desviación estándar. $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n-1}}$

El gráfico consta de la línea central y las líneas límites de control. Los datos de la variable cuya estabilidad se quiere evaluar se sitúan sobre el gráfico. Si los puntos situados se encuentran dentro de los límites de control superior e inferior, entonces las variaciones proceden de causas aleatorias y el comportamiento de la variable en cuestión es estable. Los puntos fuera de los límites tienen una pauta de distribución anormal y significan que la variable tuvo un comportamiento inestable. Investigando la causa que provocó la anomalía y eliminándola se puede estabilizar el proceso.

❖ **Gráfico de consumo y producción en el tiempo (E – P vs. T).**

Consiste en un gráfico que muestra la variación simultánea del consumo energético con la producción realizada en el tiempo. El gráfico se realiza para cada portador energético importante de la empresa y puede establecerse a nivel de empresa, área o equipos.

❖ **Diagramas de Dispersión y Correlación.**

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

La utilidad de los diagramas de dispersión y correlación, es que muestra con claridad si los componentes de un indicador de control están correlacionados entre sí y por tanto si el indicador es válido o no.

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

❖ **Diagrama índice de consumo–producción (IC vs. P).**

Este diagrama se realiza después de haber obtenido el gráfico E vs. P y la ecuación, $E = m.P + E_0$, con un nivel de correlación significativo.

La expresión de la función $IC = f(P)$ se obtiene de la siguiente forma:

$$E = m.P + E_0$$

$$IC = E/P = m + E_0/P$$

$$IC = E_0/P + m$$

El gráfico IC vs. P es una hipérbola equilátera, con asíntota en el eje x, al valor de la pendiente m de la expresión $E = f(P)$.

Se aplica cuando la correlación entre las dos variables tratadas E-P, sea significativa. Este grafico es muy importante ya que nos permite evaluar la eficiencia energética de la empresa.

La curva anterior muestra como el índice de consumo aumenta al disminuir el nivel de la producción realizada.

En la medida que la producción se reduce debe disminuir el consumo total de energía, como se aprecia de la expresión $E = f(P)$, pero el gasto energético por unidad de producto aumenta. Esto se debe a que aumenta el peso relativo de la energía no asociada a la producción respecto a la energía productiva. Si la producción aumenta, por el contrario, el gasto por unidad de producto disminuye, pero hasta el valor límite de la pendiente de la ecuación $E = f(P)$. En el gráfico IC vs. P existe un punto donde comienza a elevarse significativamente el índice de consumo para bajas producciones. Este punto se puede denominar punto crítico.

Producciones por encima del punto crítico no cambian significativamente el índice de consumo; sin embargo, por debajo del punto crítico éste se incrementa rápidamente. El gráfico IC vs. P es muy útil para establecer sistemas de gestión energética, y estandarizar procesos productivos a niveles de eficiencia energética superiores. Valores de IC por debajo de la curva que representa el comportamiento del índice durante el periodo de referencia comparativa, indican un incremento de eficiencia del proceso; en el caso contrario existe un potencial de disminución del índice de consumo igual a la diferencia entre el IC real (sobre la curva) y el IC teórico (en la curva) para igual producción. También se pueden establecer sobre este gráfico las metas de reducción del índice proyectadas para el nuevo periodo e ir controlando su cumplimiento.

❖ **Gráfico de tendencia o de sumas acumulativas (CUSUM).**

Este gráfico se utiliza para monitorear la tendencia de la empresa en cuanto a la variación de sus consumos energéticos, con respecto a un período base de comparación dado. A partir de este gráfico también puede determinarse cuantitativamente la magnitud de la energía que se ha dejado de consumir o se ha consumido en exceso con relación al comportamiento del periodo base hasta el momento de su actualización [86,87].

La utilidad del gráfico de tendencia radica en conocer la tendencia real de la empresa en cuanto a variación de los consumos energéticos, en comparar la eficiencia energética de períodos con diferentes niveles de producción, en

determinar la magnitud del ahorro o gasto en exceso en un período actual respecto a un período base y, en evaluar la efectividad de medidas de ahorro de energía.

❖ **Diagrama de Pareto.**

Los diagramas de Pareto son gráficos especializados de barras que presentan la información en orden descendente, desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades y en porciento. Los porcentajes agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la suma incremental de cada categoría respecto al total. El diagrama de Pareto es muy útil para aplicar la Ley de Pareto o Ley 80 – 20, que identifica el 20 % de las causas que provoca el 80 % de los efectos de cualquier fenómeno estudiado.

La utilidad del diagrama de Pareto es la de identificar y concentrar los esfuerzos en los puntos clave de un problema o fenómeno como puede ser; los mayores consumidores de energía de la fábrica, las mayores pérdidas energéticas o los mayores costos energéticos, la de predecir la efectividad de una mejora al conocer la influencia de la disminución de un efecto al reducir la barra de la causa principal que lo produce, y la de determinar la efectividad de una mejora comparando los diagramas de Pareto anterior y posterior a la mejora [5].

❖ **Estratificación**

Cuando se investiga la causa de un efecto, una vez identificada la causa general aplicando el diagrama de Pareto, es necesario encontrar la causa particular del efecto, aplicando sucesivamente Pareto a estratos más profundos de la causa general. La estratificación es el método de agrupar datos asociados por puntos o características comunes pasando de lo general a lo particular. Pueden ser estratificados los gráficos de control, los diagramas de Pareto, los diagramas de dispersión, los histogramas y otras herramientas de descripción de efectos.

La estratificación es un método de análisis, no consta de un diagrama particular. Consiste en utilizar las herramientas de diagramas para profundizar en las capas interiores de las causas. Si se estratifica un diagrama de Pareto, en cada capa se utiliza un diagrama de Pareto para encontrar las causas particulares más influyentes en el efecto estudiado. Si se estratifica un gráfico de control, se

subdivide el gráfico en períodos, máquinas, áreas, etc., para encontrar la influencia de estos elementos en la variabilidad del gráfico. Si se aplica la estratificación a un diagrama de dispersión, se agrupan los puntos por materiales, fabricantes, períodos, etc., para encontrar las causas de una alta dispersión, etc. [85,87].

1.2.2.2 Sistema de monitoreo y control energético.

El sistema de monitoreo y control cuenta con tres etapas fundamentales: la información, control y mejoramiento. En general, el control es la acción de hacer coincidir los resultados con los objetivos; persigue elevar al máximo el nivel de efectividad de cualquier proceso.

Para que llevar a cabo la acción de control debe existir un estándar (objetivo a lograr), una medición del resultado y herramientas que permitan comparar los resultados con el estándar e identificar las causas de sus desviaciones y variables de control, sobre las cuales actuar para acercar el resultado al estándar. [12]

Necesidad del Control.

El control de cualquier proceso es una necesidad real, ya que el medio en que se desarrollan los procesos es dinámico y provoca desviaciones que deben ser corregidas.

El control permite identificar todas las desviaciones y corregir las que sean posibles, señalando cuándo se hace necesario efectuar una mejora general en el proceso. En el caso particular de la eficiencia energética, pueden agregarse a las causas anteriores de necesidad del control las siguientes:

- El precio de la energía cambia, provocando el cambio en los estándares.
- El estado técnico de los equipos consumidores cambia, produciendo cambios en los resultados.
- La actitud, motivación y nivel de competencia de gerente, subgerentes, operarios y empleados respecto al uso de la energía se modifica con el tiempo de función de

las prioridades de la empresa. Sólo un sistema de control energético puede mantener la atención sobre estos aspectos.

Proceso de control.

El proceso de control, en su organización, consta de las siguientes etapas:

1. Establecer los lugares de control (áreas, equipos).
2. Establecer los indicadores de control.
3. Establecer las variables de control y su relación con los indicadores de control.
4. Establecer las herramientas de medición de los indicadores de control.
5. Establecer los estándares.
6. Establecer las herramientas de comparación de los indicadores con los estándares de detención de causas de desviaciones o de diagnóstico.

Un proceso de control general incluye también una etapa de mejoramiento del proceso, cuando la acción sobre las variables de control no es suficiente para corregir las constantes variaciones que en este se presentan. Esta etapa consiste en una revisión periódica de procedimientos y evaluación técnico-económica de posibilidades de inversión que producen, sin duda, un cambio en los estándares y en los resultados del control frecuente.

Método de control.

El proceso de control se puede realizar de diferentes formas. En los sistemas de control energético es recomendable utilizar el método de control selectivo. La selección de las áreas y equipos se realiza sobre la base de la estructura de consumo y de pérdidas energéticas de la empresa. Se cubre el 20% de las áreas o equipos que provocan el 80% de las posibles pérdidas energéticas en la empresa. Este método incluye el control por excepción, o sea, dentro de estas áreas o equipos se priorizan aquellas que tienen tendencia a las mayores desviaciones.

CAPITULO 2.

Materiales y Métodos.

La Empresa de productos Lácteos de Bayamo (Fabrica de Helados-Queso), se dedica a la producción de helados y quesos). La misma colinda con la Empresa ENFRIGO y PROMEGA.

Su objeto es abastecer de Helados y Quesos a los diferentes municipios de la provincia de Granma.

Caracterización energética de la empresa.

Para caracterizar a la empresa nos basaremos en los resultados contenidos en la tabla # 6, del anexo 4.

2.2 Metodología.

Para efectuar las evaluaciones de los consumos energéticos en las diferentes áreas se emplearon los elementos y herramientas de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía, según (Borroto, 2001), desarrolladas en el epígrafe 1.2.2.1. Los cálculos se realizaron con ayuda de los programas profesionales Microsoft Excel 2003.

El método utilizado fue el analítico-investigativo (método selectivo), donde se procedió al cálculo de los principales indicadores energéticos-productivos y se valoró su estado actual.

CAPÍTULO 3.

Presentación y análisis de los resultados.

Para poder evaluar el nivel de gestión energética de la línea de producción de la Empresa de productos Lácteos de Bayamo (Fábrica de Helados-Queso), es necesario aplicar las herramientas basadas en la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía, según (Borroto, 2002).

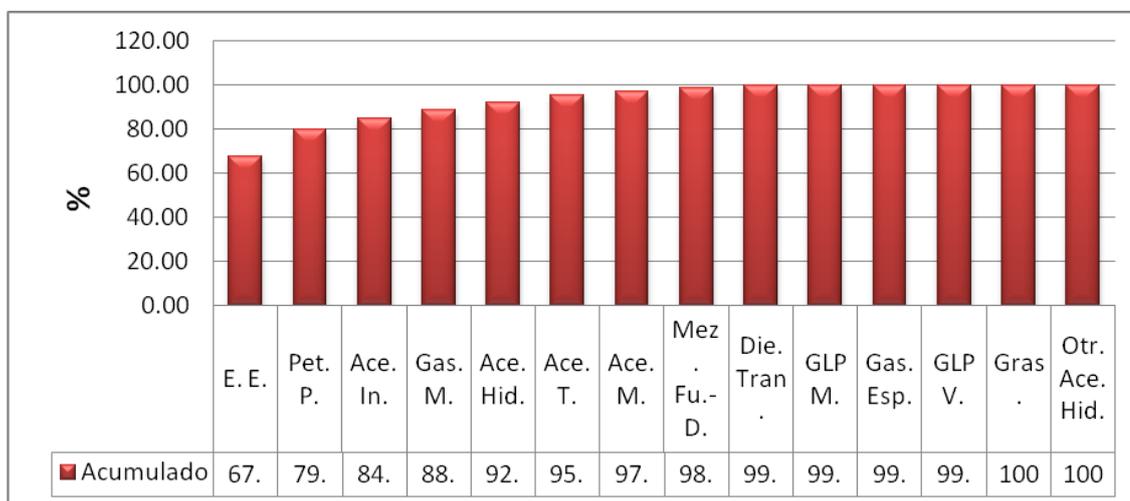


Gráfico # 1 .Estratificación de los portadores energéticos, a través del diagrama de Pareto, para el año 2009.

Como se puede observar en el gráfico # 1, los portadores que más se consumen la energía eléctrica (con el 67 %), el petróleo pesado y el aceite industrial, con un total del 84 %; por lo que según la ley de Pareto, estos son los portadores a tratar, ya que son los de mayor influencia.

Sin embargo, en esta investigación solo se tratará los consumos de electricidad en la línea de fabricación de helados.

PORTADOR	Consumo plan, TCC	consumo real, TCC
E. E.	9.497.012	8.055.312
Pet. P.	1.073.040	1.480.430
Ace. In.	452.355	564.710

Tabla # 1. Valores de consumos de los portadores energéticos de acuerdo al plan y real, para el año 2009.

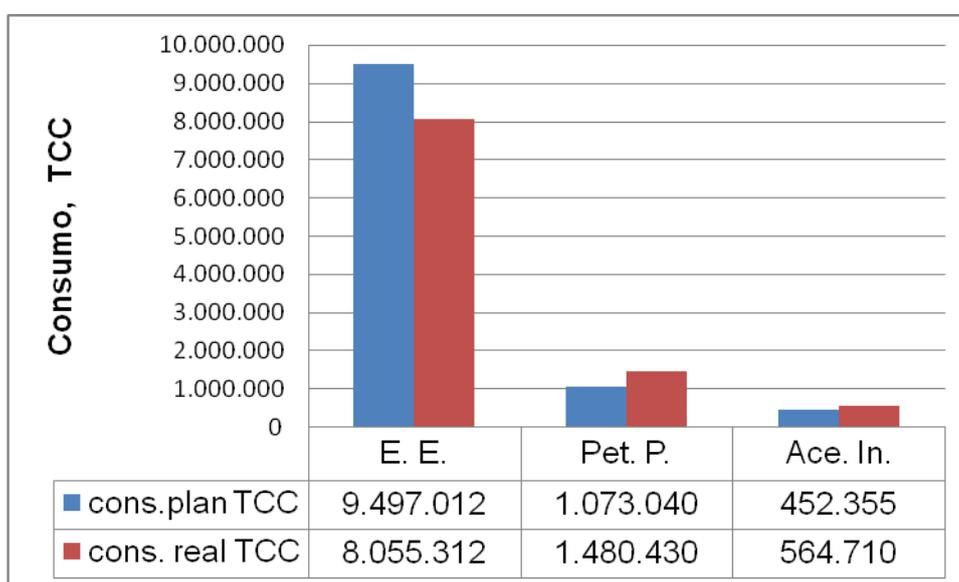


Gráfico # 2. Comportamiento de los consumos de portadores energéticos de acuerdo al plan y real, para el año 2009.

Como se observa en el gráfico # 2, la energía eléctrica según plan es superior a la que se consumió realmente, esto es debido fundamentalmente por las medidas de ahorro que han sido aplicadas en la empresa. Sin embargo, en cuanto al consumo del petróleo pesado y el aceite industrial el comportamiento fue deficiente, ya que lo planificado estuvo por debajo de lo real, siendo esto causa de la utilización irracional de estos portadores.

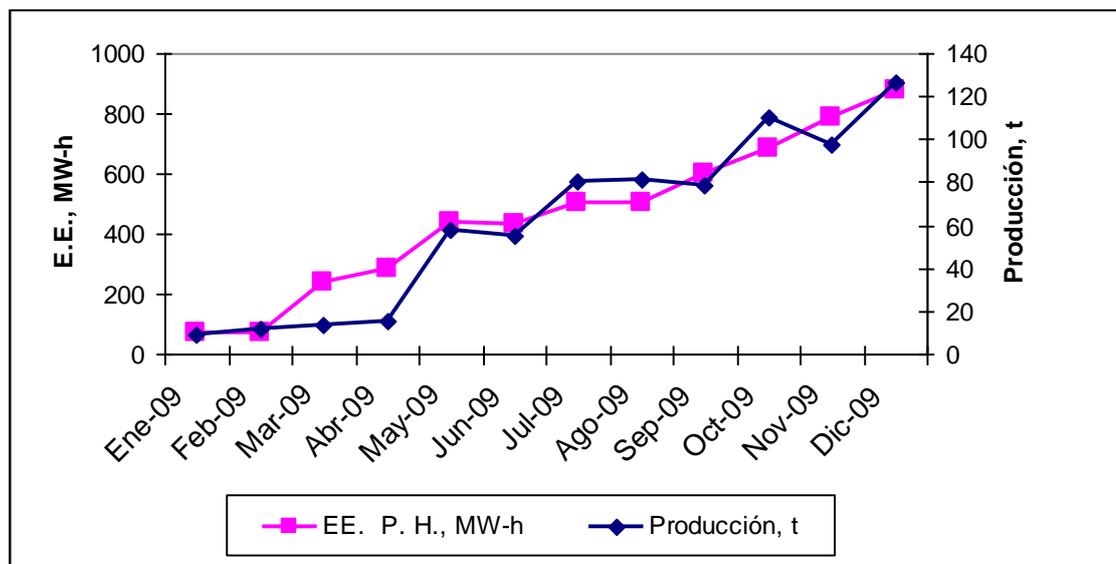


Gráfico # 3. Comportamiento del consumo de energía-Producción en el tiempo.

En el gráfico # 3, se muestra un aceptable comportamiento de los consumos de energía eléctrica vs producción en el tiempo, ya que al aumentar una la otra aumenta y viceversa. Sin embargo no se comporta de esta misma manera en el mes de noviembre, debido a lo fundamental por problemas en el sistema de producción.

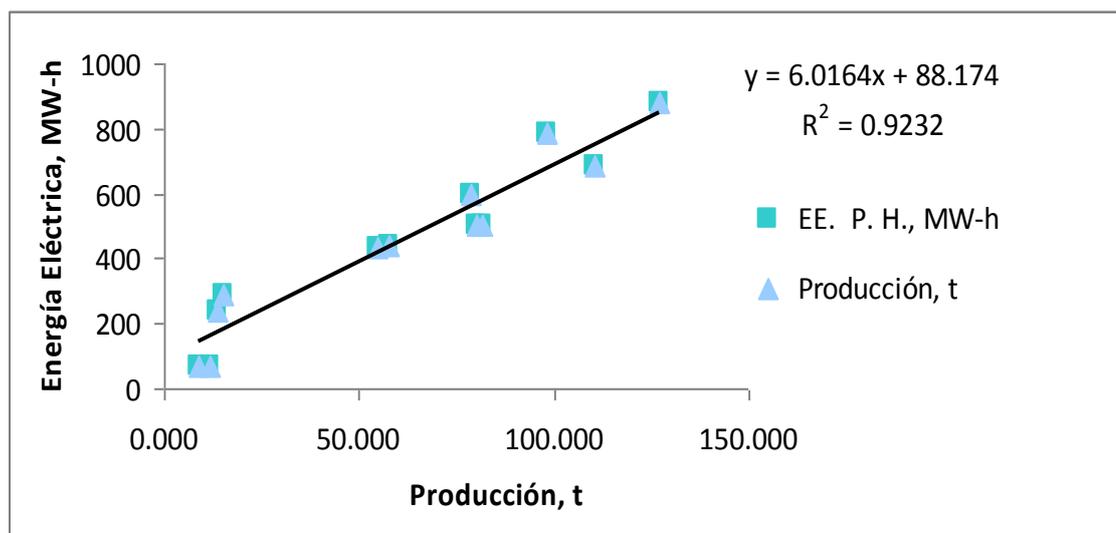


Gráfico # 4. Análisis de la correlación y dispersión de las variables EE vs Producción, en el periodo del año 2009.

En el gráfico # 4, se puede observar que el $R^2 = 0.92$ para este periodo del año 2009, por lo que se considera aceptable; esto significa que existe una buena correlación entre las variables evaluadas, o sea la energía eléctrica y la producción, ya que este coeficiente se encuentra por encima de 0,75. Por tanto el índice de consumo energía-producción debe ser el establecido para valorar el estado energético de la línea de producción de helados.

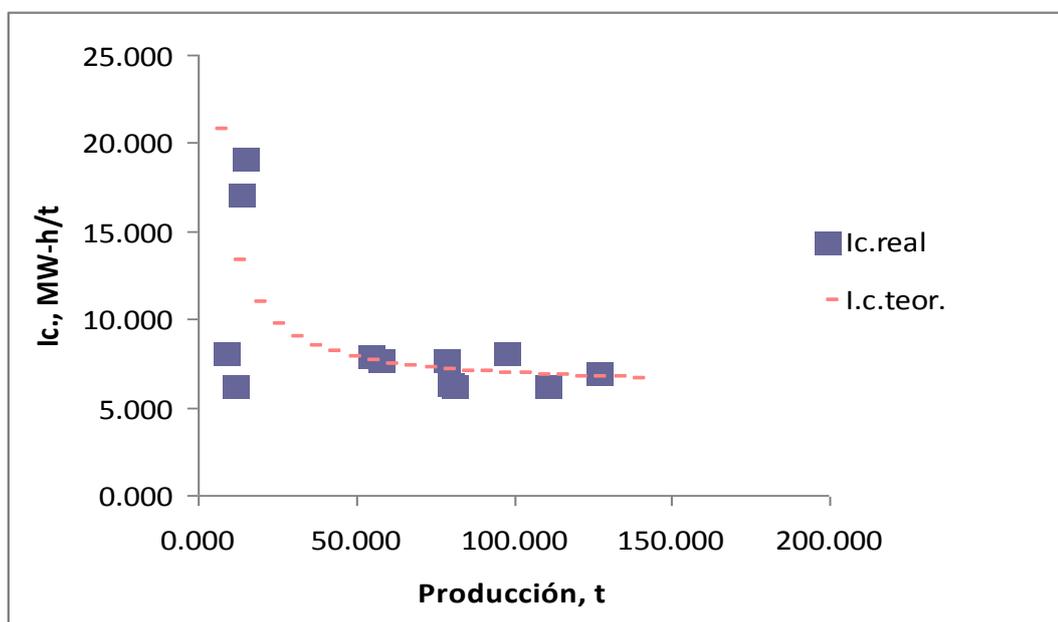


Gráfico # 5. Comportamiento del índice de consumo (Ic) vs Producción

Como se puede observar en el gráfico # 5, hay un comportamiento favorable del índice de consumo vs producción, no siendo de esta manera en los meses de marzo y abril de 2009.

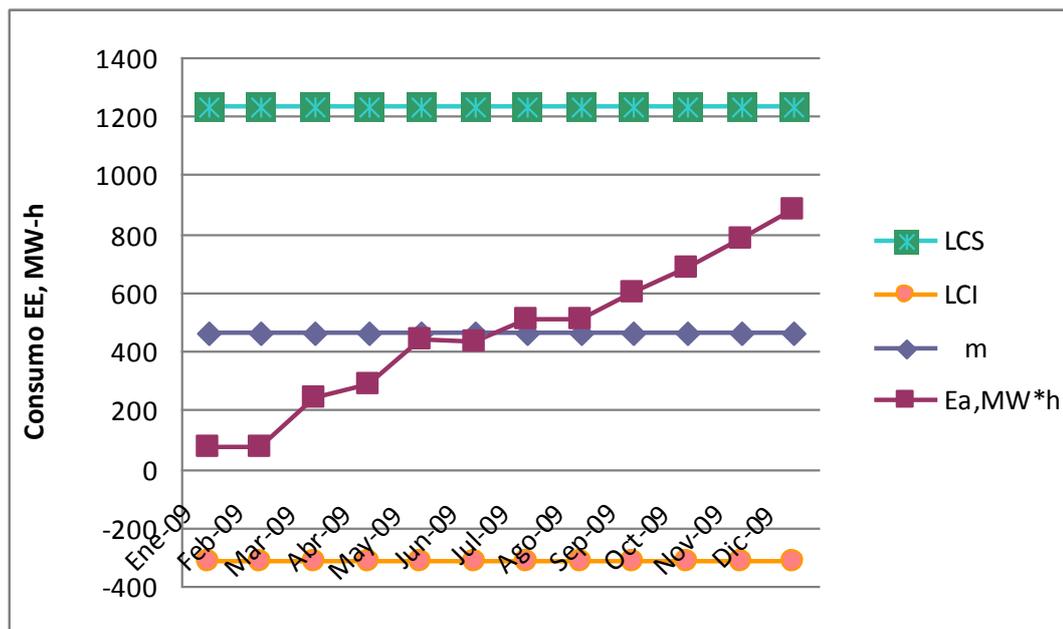


Gráfico # 6. Comportamiento de los consumos de energía eléctrica dentro de los límites de control.

Como se puede observar en el gráfico # 6, los consumos de energía eléctrica se mantiene dentro de los límites de control superior e inferior, por lo que no existe sesgos ni anomalías en el proceso.

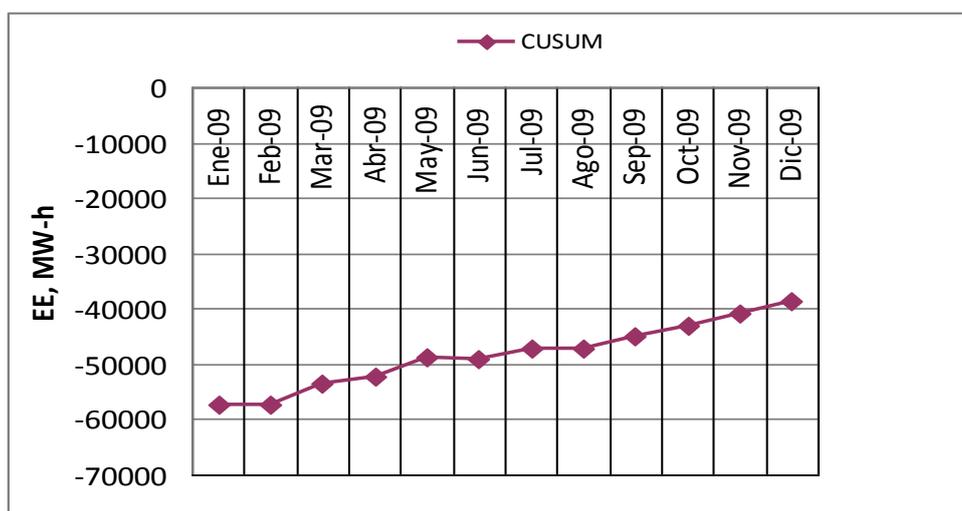


Gráfico # 7. Comportamiento de la tendencia del consumo de energía eléctrica, en comparación al mes de mayo del año 2004.

Como se puede observar en el gráfico # 7, la tendencia ha sido en aumentar los consumos de energía eléctrica, comparado con igual periodo del año 2004.

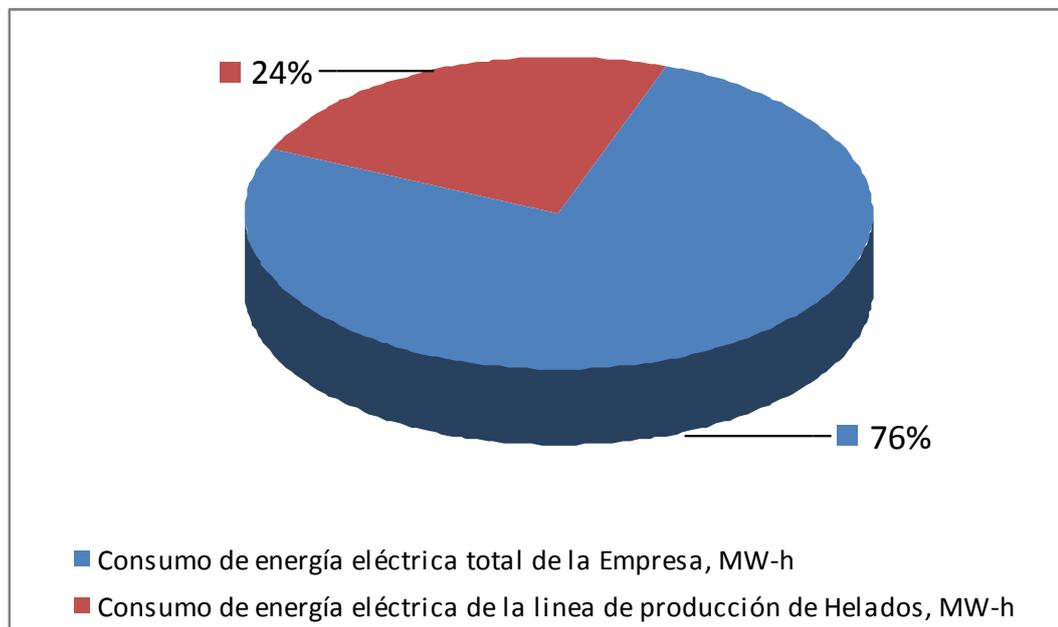


Gráfico 8. Comportamiento en porcentaje del consumo total de energía eléctrica vs el consumo de energía de la línea de producción de helados.

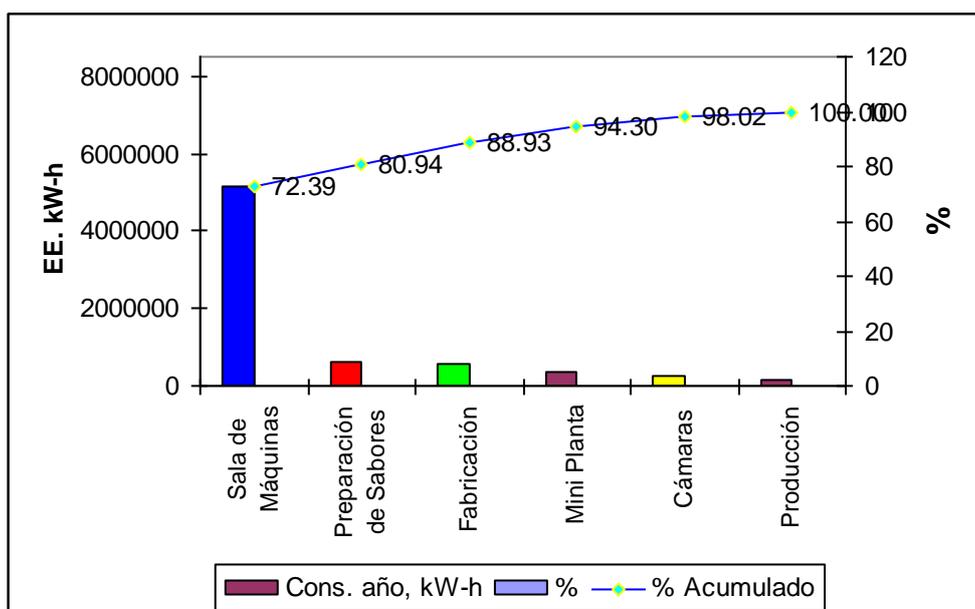


Gráfico # 9. Estratificación de las áreas más consumidoras, dentro de la línea de producción de helados.

Como se observa en el gráfico # 9, el área más consumidora de energía eléctrica es la sala de máquinas con un 72 %, que sumada a los consumos a la de preparación de sabores dan un total de 80 %, lo que significa que es donde se deben concentrar las medidas de ahorro y eficiencia energética.

CAPITULO 4.

Valoración económica.

Para valorar económicamente la empresa (línea de producción de helados), es necesario basarse en los resultados representados por los gráficos y tablas que se mostrarán a continuación:

Gastos	MN
Gastos Totales	27884063.6
Gastos en portadores energéticos	766914.28

Tabla # 2. Gastos totales y gastos de portadores energéticos en el año 2009.

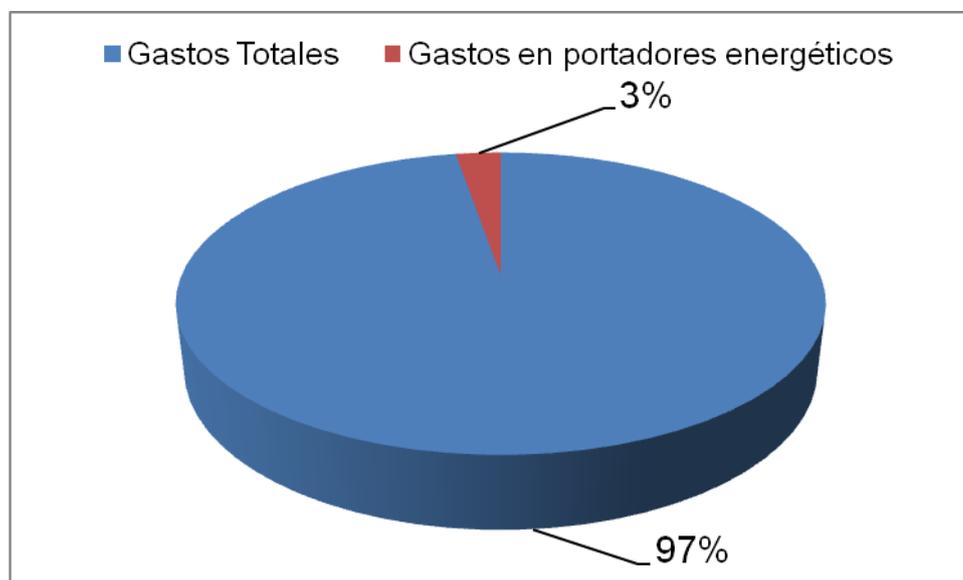


Gráfico # 10. Comportamiento en % de los Gastos de portadores energéticos vs Gastos Totales en, MN.

Como se aprecia en el gráfico # 10, los gastos de portadores energéticos ocupan el 3 % con respecto a los totales. Este resultado significa que no ejercen gran influencia sobre los gastos que realizó la empresa en el año 2009.

4.1 Determinación del gasto de la energía eléctrica de la línea de producción de helados.

Para poder realizar este cálculo se necesita conocer los consumos energéticos de los equipos y las horas trabajadas, ver tabla # 5 del anexo # 4.

Formulas	Valor
$\Delta ET_{\text{día}} = 20508 \text{ kW-h/día}$	20508
$\Delta ET_{\text{m}} = \Delta ET_{\text{día}} * 30, \text{ kW-h/mes}$	615240
Consumo de energía total del año $\Delta ET_{\text{T}} = \Delta ET_{\text{a}} = \Delta ET_{\text{m}} * 12, \text{ kW-h/año}$	7382880
Gasto Energético = $\Delta ET_{\text{a}} * \text{Tarifa}, \$ \text{ kW-h/año}$ Tarifa = \$ 0.042	310080.96
- Costo de sobreconsumo al país (C); (CUC/año) $C = \Delta ET_{\text{a}} * 0.1 \text{ CUC/ KW-h.}; \text{ CUC/año}$	738288
- Toneladas de combustible convencional que se consumen. (B); (ton. /Año). $B = \Delta ET * (350) \text{ gr. /kW-h} * \text{ton}/10^6 \text{ gr.}; \text{ t. /año.}$	2584.008

Tabla # 2. Cálculo económico de los gastos de consumo de energía eléctrica en la línea de producción del helado.

En la tabla # 2, se muestran los resultados del cálculo del gasto de energía eléctrica de la línea de producción de helados, donde se determinaron los elementos siguientes:

$\Delta ET_{\text{día}}$: Consumo de energía eléctrica día.

ΔET_{mes} : Consumo de energía eléctrica mes.

ΔET_{a} : Consumo de energía eléctrica año.

III- Conclusiones.

- 1) El índice de consumo energía-producción debe ser el establecido para valorar el estado energético de la línea de producción de helados, ya que el $R^2 = 0.92$ es superior a 0,75
- 2) El comportamiento entre la energía y la producción en el periodo del año 2009, se considera aceptable.
- 3) La empresa gastó por concepto de energía eléctrica 310080.96 pesos en el año 2009.
- 4) El área de mayor consumo de energía eléctrica en la línea de producción de helados es la Sala de Máquinas con un 72.39 %.

IV- Recomendaciones.

- ❖ Continuar trabajando en el sistema de mejoras energéticas en la Empresa de Productos Lácteos de Bayamo (fabrica de Helados-Quesos).

V- Bibliografías.

Referencias bibliográficas

1. A fin de mejorar la eficiencia de este proceso, resulta conveniente poner en marcha la comisión energética del centro. Tomado de:
www.jmarcano.com/educa/curso/activ10.html - 13k.
2. A shadow of a lake: Africa's disappearing Lake Chad. Tomado de:
www.gsfc.nasa.gov/topstory/20010227lakechad.html.
3. Agenda Estrategica Detalles Entre 1990 y 2003, el auge del consumo mundial de petróleo fue del 13%, en China del 81%. Tomado de:
www.agendaestrategica.com.ar/.
4. Algunos instrumentos para el control y gestión ambiental nacional. Tomado de: www.medioambiente.cu/download/.pdf
5. Ahorro y gestión del agua. Tomado de:
www.mundoenergia.com/content/view/60/36/.
6. Antoine Libert Amico y Georg Schön CIEPAC. Tomado de:
www.rmalc.org.mx/. 11 de Mayo de 2006.
7. Bank Information Center: “La iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional en Sur América. Tomado de: www.bicusa.org. 9 de Octubre de 2006.
8. BBVA. El cambio climático. El campo de las ciencias y las artes. Servicio de estudios n° 137. 2000.
9. BID, 2000: Departamento de Desarrollo Sostenible. División de Medio Ambiente. Estrategia para el sector energía: Informe de estrategia del BID. Washington: BID.
10. Blanco, J. Hurí tiene sed. El nacional. C.E.N(1981). Capitulo dos. Sección 220-22. Carga del neutro alimentador. (2001, Noviembre 22). Codelecta p-57.
11. Boletín, CHIAPAS; MEXICO. Las Jornadas en Defensa del Agua Primera Parte: El Foro Internacional en Defensa del Agua y la Lucha contra el modelo neoliberal “Chiapas al Día” No. 506 CIEPAC. (2 de junio de 2006)
12. Borroto N., Aníbal. Gestión energética empresarial. 2001

13. Bosch J.M. y Hewlett J.D. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. *Journal of Hydrology* 55: 3-23. 1982
14. Cambio climático y energía. 5pag, 2001. [en línea]. Tomado de:
www.uplgc.es/otros/asoc/.
15. CEDEX. Estudio Sobre el Impacto Potencial del Cambio Climático en los Recursos Hídricos y Demandas de Agua de Riego en Determinadas Regiones de España. Informe técnico para el Ministerio de medio Ambiente de España. Madrid. 1998
16. CEPAL. Estudio Económico de América Latina y el Caribe”. Petróleo y gas en América Latina un análisis político de relaciones internacionales a partir de la política venezolana (DT).htm. 2005-2006.
17. Consumer es eroski... ¿Hacia una crisis energética? Tomado de:
www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2005/05/16/142009.php - 49k.
18. Consumer es eroski...Hacia una crisis energética. Tomado de:
www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2005/05/16/142009.php.
19. Control de la demanda. Módulos Tecnológicos. CONAE. 2001. [en línea]. Tomado de:
<http://www.conae.gob.mx/programas/control/controldemanda.html>.
20. CRU. Representing twentieth century space-time climate variability. II Development of 1901-96 monthly grids of terrestrial surface climate. En: New M., Hulme M. y Jones P. Climate Research Unit. School of Environmental Sciences, University of East Anglia. Norwich, NR4 7TJ. Reino Unido. 1998
21. Distribución y consumo del agua. Mapa mundial del agua (mapas en formato PDF). Tomado de: www.ecojoven.com/tres/10/acuiferos.html - 23k.
22. El mercado mundial del petróleo. Las estimaciones son que las regiones productoras de petróleo aumentarán su producción entre 1997 y el 2005. OPEP. Los países miembros de la OPEP. Tomado de:

- cipres.cec.uchile.cl/~jrybertt/t2/Pagina3.html - 79k.
23. El problema de la escasez de agua potable en el mundo. Tomado de:
www.ecojoven.com/tres/10/acuiferos.html - 23k.
 24. El uso doméstico, que representa el 10% del consumo mundial de agua.
Tomado de:
www.suez-environnement.com/ es/l_eau/l_eau/les_usages_de_l_eau - 17k.
5 Junio 2006.
 25. Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation. [en línea]. Tomado de: www.encarta.msn.es.
 26. Energía y tú. Revista científico-popular trimestral de CUBASOLAR. (Cuba) (30) (abril-junio, 2005). SIN 1028-9925.
 27. Energías renovables, La eólica puede suministrar el 30% del consumo global en 2030. Tomado de: www.energias-renovables.com.
 28. Energy saving in buildings. [En línea]. Tomado de: <http://me.hku.hk/msc-courses/MEBS6016/GIL050.pdf>.
 29. Enfrentar los excesos con renovada energía: Buscar soluciones. 9 Pág., 2002. [en línea]. Tomado de: www.consumerinternational.org/.
 30. Engineering, January 1998, pág. 107-108 Eléctrica. Energía de Cons. (2005). Consumo Disponible Tomado de:
<http://www.escala.Com.br/investigadores/mer.energ/Consulta:2005>.
 31. Fernández Ostolaza, M^a. A. 'Eco-auditoría escolar/Eskola ekoauditoria'. Vitoria-Gasteiz. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Eusko Jaurlaritza. 1996.
 32. Foro mundial del agua. Tomado de:
www.worldwaterforum4.org.mx/home/home.asp?lan=spa Fuente: México, marzo 16/2006 (EFE).
 33. Fuente: <http://www.olade.org.ec/>.
 34. Fuente: Internacional Outlook 200. Informe elaborado por la Energy Information Administration, del Gobierno de Estados Unidos.
 35. Fuente: Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. 1999.
 36. Fuentes: 2002: Energy Information Administration (EIA), International Energy Annual 2002, DOE/EIA-0219(2002) (Washington, DC, March

- 2004). Tomado de: web site www.eia.doe.gov/iea/. Pronósticos: EIA, System for the Analysis of Global Energy Markets (2005).
37. Gallart F. y Llorens P... Catchment management under Environmental Change: Impact of Land Cover Change on Water Resources. *Water International* 28(3): 334-340. 2003
38. Gestión de ahorro de agua en empresas de producción y servicios. Tomado de: www.ucf.edu.cu/publicaciones/anuario2002/tecnicas/articulo16.pdf.
39. H2O Magazine: <http://www.h2o.net>.
40. IPCC. 2003. Future climate in world regions: and intercomparison of model-based projections for the new IPCC emissions scenarios.
41. Joule Des intentions aux actes citoyens», *Cerveau & Psycho*. Tomado de: www.rathenow.de/static/eprojekt/index.htm.
42. La “producción equivalente”. un método para elevar la efectividad de los índices energéticos, Dr. José P. Monteagudo Yanes; Dr. Aníbal Borroto Nordelo. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Universidad de Cienfuegos. Cuba
43. La CIA, en breve, estima que la demanda mundial de energía crecerá 50%. Tomado de: ww.agendaestrategica.com.ar/ 21 de Septiembre de 2006.
44. La conferencia general de la UNESCO:
www.unesco.org/water/news/water_related_centres_es.shtml - 27k.
45. La educación energética en Cuba. Realidades y perspectivas....
ticat.ua.es/educacio-energetica/comunicacions/fundora-ConferenciaCongresoEducacionYenergia.pdf.
46. La eólica puede suministrar el 30% del consumo global en 2030. Tomado de: www.energiasrenovables.com/.
47. La gestión del agua y la energía Tomado de:
www.earth.ac.cr/info_programa_uso.php.
48. La OPEP, surge de una necesidad común comprobable y satisface una necesidad práctica. Tomado de:
www.efemeridesvenezolanas.com/html/o pep.htm - 26k.
49. La resolución P-6 del 2000, del Ministerio de Finanzas y Precios

50. Lehman, Harry, Valdivia Sonia. Economía energética internacional. Tomado de: <http://www.eia.doe.gov/emeu/iea/overview.html>.
51. Los problemas del agua y la agricultura. Tomado de: www.fao.org/docrep/003/t0800s/t0800s09.htm.
52. Los yacimientos de agua subterránea. Tomado de: <http://usuarios.advance.com.ar/rudemsl/A%20S/AS.htm>.
53. Manual de auditorias energéticas. [en línea]. Tomado de: <http://www.camaramadrid.es>.
54. Mara, C, J. Ahorro eléctrico en tiempo de crisis. Últimas Noticias, —La Habana: PAEC, 2002--p18 ibidem. p60-66.
55. Material de estudio marzo-abril de 2006, La Revolución Energética en Cuba.
56. México 2006, IV Foro Mundial del Agua. Tomado de: www.worldwaterforum.org/home/home.asp?lan=spa.
57. MIMAM. El Libro Blanco del Agua en España. Ministerio del Medio Ambiente.1998
58. N C 93-02-1985. Agua potable. Requisitos sanitarios y muestreo. Vig 1986.
59. OLADE, 2000: Informe energético de América Latina y el Caribe 1999 y prospectiva 2000-2020 Quito.
60. Plan de Calidad Ambiental: Gestión energética. Tomado de: [www.uva.es/index.php?mostrar=3195 - 73k](http://www.uva.es/index.php?mostrar=3195-73k).
61. Política y panorama energético\Claves del sector-Artículos.htm.infoenergia.com.
62. Política y panorama energético\Crisis Energética - Habrá un antes y un después de la Revolución Energética de Cuba.htm.
63. Prevención de la contaminación para una producción más limpia en oficina de Latinoamérica y el Caribe (lac) de la usaid,.. Universidad de Wisconsin (USA) en eficiencia energética. Tomado de: www.iie.org/programs/energy/training/MondaySlides.
64. Resultados del Programa de Ahorro de Energía en Cuba (Período 1998 – 2000)--La Habana: PAEC, 1998.

65. Según los datos elaborados de la ONU, el consumo del agua en el mundo ha representado casi el 70 por ciento. Tomado de:
[www.spanish.xinhuanet.com/ spanish/2006-03/17/content_230210.htm](http://www.spanish.xinhuanet.com/spanish/2006-03/17/content_230210.htm).
66. Situación de la energía en el Mundo, Europa y España. Tomado de:
[www.energiasrenovables.ciemat.es/ especiales/energía/22k](http://www.energiasrenovables.ciemat.es/especiales/energía/22k).
67. Suele organizar cursos: Gestión Energética, Energías Renovables, etc. Tomado de: [www.mundoenergia.com/content/blogcategory 24k](http://www.mundoenergia.com/content/blogcategory/24k) "Tarifas para el suministro y venta de energía eléctrica". CFE. Tomado de: <http://www.cfe.gob.mx/gercom/control/tarif100.html>.
68. Tercer Mundo Económico-Integración energética en el Mercosur. Tomado de: www.redtercermundo.org.uy/tm_economico/texto_completo. UNFCCC: "Greenhouse Gas Emissions Data for 1990-2003 submitted to the UNFCCC".
69. WCD. 2000. Represas y Desarrollo. El reporte final de la comisión mundial de represas. Tomado de: <http://www.dams.org/docs/report/.pdf>. 4 de Octubre 2006.
70. [www.Comunidad Andina. Documentos.asp](http://www.comunidadandina.org/Documentos.asp). (7) Id.Op.Cit. Tomado 11 de Mayo 2006.
71. [www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_1917_generacion_distribución](http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_1917_generacion_distribucion). Tomado 11 de Octubre de 2006.
72. [www.escala.Com.br/investigadores/mer.energ/Consulta:2005,Coveni](http://www.escala.com.br/investigadores/mer.energ/Consulta:2005,Coveni), iluminaciones en áreas de trabajo. Tomado 11 de Mayo de 2006.
73. www.OLADE.org.ec/documentos/convenios.lin.doc. Tomado 8 de Mayo de 2006
74. Reunión de la Asociación de Estados del Caribe TVPrensa 2000, C. A. Tomado de: www.pdvsa.com/index.php?tpl=interface.sp/design. 4 de Octubre de 2006.
75. www.bohemia.cubaweb.cu/2005/ene/03/sumarios/economia/articulo3.htm Tomado 11 de Octubre de 2006.
76. Zonas del mundo con problemas de agua. Tomado de:
www.bbc.co.uk/spanish/especiales/agua/default.stm. 11 de Octubre de 2006.

77. Zonas calientes. El servicio eléctrico de Cuba mejorará en 2005 Tomado de: <http://www.americaeconomica.com/numeros4/298/noticias/>. 11 de Octubre de 2006.
78. www.OLADE.org.ec/documentos/ONE.doc. Tomado 11 de Mayo de 2006
79. 70% del consumo mundial del agua y los cultivos con agua de lluvia, son en particular los. Tomado de: www.laneta.apc.org/laneta/interior. 8 de Junio de 2006
80. CUBA: Crisis de energía eléctrica. Por Manuel Cereijo, Tomado de la Revista Electrónica GUARACABUYA.
81. AVELLA., Juan Carlos. La Eficiencia Energética en la Gestión Empresarial. Editorial Universidad de Cienfuegos, Cuba, ISBN 959 – 257 – 018 – 3, 1997.
82. BORROTO., Nordelo, A., Monteagudo Yanes J.P. Ahorro de Energía en Sistemas Termomecánicos. CEEMA. Universidad de Cienfuegos. Editorial U.C. Unión Eléctrica. Ministerio de la Industria Básica. La Habana Cuba. 2002.
83. Colectivo de Autores. Gestión Energética Empresarial. CEEMA. Universidad de Cienfuegos. Editorial U.C. Unión Eléctrica. Ministerio de la Industria Básica. La Habana Cuba. 2002.
84. Técnicas de Conservación Energética en la Industria. Tomo II. Ahorro en Procesos. Ediciones Revolucionaria. Editorial Científico - Técnica. La Habana Cuba. 1987.
85. MONTEAGUDO., YANES J.P. U.C. CEEMA. Diplomado en Gestión Energética, en convenio con la Universidad de Ibagué, Sept. 2004.
86. Generación Distribuida en Cuba: Cambio a un nuevo paradigma energético www.giron.co.cu/.../Generacion%20Distribuida
87. A Management System Standard for Energy. Georgia Tech Energy and Environmental Management Center West Coast Energy Management Conference September 17-18, 2003.

88. Recommended Practice for Energy Management in Industrial and Commercial Facilities. ISBN 1-55937-696-1 Copyright © 1996 by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. IEEE Std 739-1995.1.
89. Fuente: www.OLADE.org.ec/documentos/ONE.doc
90. <http://www.universia.net.co> - Universia Colombia Generado: 20 April, 2010, 12:38.
91. <http://www.grupo-arce.com/index>

Bibliografías

- ACACIA. Valoración de los efectos potenciales del cambio climático en Europa/ ACACIA—España. Informe ACACIA. (eds.). 1999.--[s.p]
- Manual de laboratorio.--USA: American Water Works Association, [197?].-- [s.p].
- Aspectos básicos del factor de potencia orientados al ahorro de energía eléctrica. — México: FIDE, 1992.-- [s.p].
- Balairon Ruiz, L. Escenarios Climáticos. Energía y cambio climático. /Luis Balairon Ruiz. —La Habana: Ministerio de Medio Ambiente, 1998.- [s.p].
- Bale, A, M. Como se elabora el proyecto de investigación. /A. M. Bale.-- Caracas Editorial BL a Consultores Asociados, 2001.-- [s.p].
- Barreira A. Dams in Europe, the Water Framework Directive and the World/A. Barreira.--EU: / Commission on Dams Recommendations: A Legal and Policy Analysis. WWF, 2004.—[s.p].
- Borroto Nordelo, A. Ahorro de energía en sistemas termomecánicos. / Aníbal Borroto Nordelo. —Cienfuegos: UCF, 2002.-- 158 p.
- Chambers, Ann. Air cooled condensers cut tower water plume. Power engineering, (E.U), 58 August 1998.
- CONAE. Agua y su relación con el medio ambiente y la energía/ CANOE. —México: Editorial Sec. Energía de Méjico, 1996.—[s.p]
- Flores-Montoya, F. The hydrologic regime of the Tagus river in the last 60 years /Fernando Flores Montoya.—Madrid: XI World Water Congress, IWRA, CEDEX, 2003.—[s.p].

- Gino Haper, E. Fundamento del sistema eléctrico./ Enrique Haper Gino.— México: Limusa, 1985.—[s.p]
- García Díaz, Rafael. Diccionario técnico Inglés – Español / Rafael García Díaz. – La Habana: Editorial Ediciones revolucionaria, 1987.--540p
- García-Vera M.A., [...et al...]. Evaluación preliminar de los efectos de la forestación sobre la escorrentía del Ebro / Manuel García Vera. —Madrid: XI World Water Congress, IWRA, CEDEX, 2003.-- (CD).
- .Honty, G. Escenarios Energéticos para el MERCOSUR/ Georgino Honnty. —Montevideo: Editorial Coscoroba, 2005. — [s.p].
- Ortiz J. R. Proyecto de ahorro de energía en el edificio. / Raúl Ortiz. — Caracas: Sede Peguiven. Dtto Federal, [200?].— [s.p].
- MIMAM. El Libro Blanco del Agua en España/ MIMAN. —España: Ministerio del Medio Ambiente, 1998. — [s.p].
- Libro Blanco de las Aguas Subterráneas. —España: MOPTMA-MINER, 1994. — [s.p].
- Programa Nacional del Clima. —España: MOPTMA, 1995. — [s.p].
- Nordel E. Tratamiento de agua para industria y otros usos/ Enrique Nordel. —La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1984.-- T I.
- Parry M.L. (Ed.)... Assessment of Potential Effects and Adaptations for Climate/M. L. Parry... [et.al].--Norwich, UK: University of East Anglia, 2000. -- 24p.
- Peni, O. Canalizaciones eléctricas residenciales/ O. Peni, Raúl Clementes. —Caracas: Editorial Valencia-Venezuela, 1993. — [s.p].
- Manual del alumbrado. Especificaciones técnicas para las mediciones de energía eléctrica. —México: Dossatsa, Pequi-Oriente, 1984. — [s.p].
- Manual del alumbrado.—México: Dossatsa-Westing, 1984.—[s.p]
- TEMAS ESPECIALES DE SISTEMAS ELÉCTRICOS INDUSTRIALES. / Percy Viego Felipe... [et.al]. —Cienfuegos: Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente Universidad de Cienfuegos, 2006.- -129p.

VI. Anexos