



**REPUBLICA DE CUBA  
MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALURGICO DE MOA  
“Dr. ANTONIO NUÑEZ JIMENEZ.”**

# **Evaluación del Sistema de Gestión Energética del ISMM y determinación de los indicadores de consumo del portador electricidad y agua.**

**Trabajo de diploma en opción al Título de:**

## **Ingeniero Eléctrico**

**Autores: Alex Pérez Mustelier.**

**Yácomo Torres Noa.**

**Tutores: Dr. Secundino Marrero Ramírez.**

**M.Sc. Reineris Montero Laurencio.**

**2006**

**“Año de la Revolución Energética en Cuba.**

### **Dedicatoria de Alex:**

*A mis padres que me han brindado todo su apoyo y cariño, a mi hermana por cubrir en parte las tareas que hacía día tras día y darme esa fuerza y apoyo que tanto necesité, a mi esposa que con su ánimo incansable supo apoyarme y ayudarme en la confección de este trabajo.*

### **Dedicatoria de Yacomo:**

*A mis padres por su dedicación y apoyo, además a mi hermana, familiares y amistades que se han preocupado por mi de una forma u otra y me han brindado apoyo en cada momento que lo necesité.*

## **Agradecimientos**

*Le agradecemos especialmente a la Revolución, por habernos dado la posibilidad de estudiar y formarnos como profesionales.*

*A todos aquellos que de una forma u otra nos han ofrecido su apoyo incondicional para la realización de este trabajo.*

*Reconocimientos al Dr. Secundino Marrero Ramírez, quien fue el encargado de dirigir y orientar este trabajo y al M.Sc. Reineris Montero por su apoyo incondicional.*

## **Pensamiento**

*Esforcémonos por lo imposible: Recordad que las grandes hazañas a lo largo de la historia han sido la conquista de lo que parecía imposible.*

*Charles Chaplin.*

## Resumen

En el trabajo se muestran los resultados obtenidos durante el diagnóstico realizado como parte del proyecto que se ejecuta en el ISMM, con vista a la implantación de un sistema de gestión energética. Se hace una evaluación de los consumos históricos de portadores energéticos y los indicadores de consumo, donde se profundiza en los consumos y pérdidas de energía eléctrica y agua por ser estos los portadores de mayor peso. Se cuantifica el valor de estas pérdidas y se proponen un conjunto de medidas con vista a la mejora de la eficiencia energética y la reducción del costo por estudiante.

## Summary

In this work are shown the results obtain during the diagnostic made as part of the project realized in the Institute, as first part of the energetic (gestion) implantation. It had been made a valuation of the historic consumption of the energetic (portadores) and the consumption indicators, here we (profundize) in the consumptions and losses of electric energy and water because those (portadores) are the most important in this center. We quantified the values of these losses and we propose a group of measures to improve the energetic efficiency and the reduction of cost per student.

# Introducción General

En el año de la revolución energética el uso de la energía y la sostenibilidad energética de los procesos y servicios revisten gran importancia no solo nacional sino internacional, debido a la repercusión que tiene cada día el crecimiento del uso de la energía y las limitaciones económicas y compromisos ambientales que tienen muchos países y en particular Cuba.

El ISMM requiere de un sistema de gestión que le permita conocer sus reservas y administrar de forma eficiente los recursos energéticos a partir de la nueva organización y regulaciones que establece el MES, donde se ha planteado la reducción en el uso de la energía eléctrica en un 10 % para este año.

La utilización racional de la energía requiere de métodos racionales que enfoquen la solución de los sobreconsumos, el exceso de pérdidas y la explotación de las instalaciones desde el punto de vista técnico económico y ambiental. Por otra parte las diferentes soluciones y medidas a implantar han de estar basadas en un análisis integral.

El ISMM que es una instalación que inició sus actividades en noviembre 1976, posee 4 edificios de la residencia estudiantil, 4 edificios docentes y presenta una matrícula actual de 885 estudiantes diurnos.

Esta entidad que a mediados de los años 90 disminuyó su matrícula, hoy por el contrario comienza a incrementarla y realiza una reparación en el área de residencia. Aquí a pesar de existir un trabajo sostenido en la disminución de los consumos energéticos, se han presentado problemas en el ahorro de energía, por situaciones relacionadas con el deterioro de los equipos e instalaciones. El hecho de no tener los suficientes recursos para acometer las inversiones necesarias, ha puesto de manifiesto la necesidad de implementar un sistema de gestión que permita realizar las inversiones a partir de prioridades, detectar y utilizar las reservas energéticas relacionadas con problemas organizativos, de conciencia de ahorro y explotación.

## INDICE

<b>Capítulo I</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
1.1 INTRODUCCIÓN .....	¡Error! Marcador no definido.
1.2 Actualidad del tema.....	¡Error! Marcador no definido.
1.3 Eficiencia Energética .....	¡Error! Marcador no definido.
1.4 Gestión energética.....	¡Error! Marcador no definido.
1.5 Antecedentes de la calidad de la energía .....	¡Error! Marcador no definido.
1.6 Antecedentes de la gestión energética en el ISMM.....	¡Error! Marcador no definido.
1.7 Conclusiones .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Capítulo II: Diagnóstico de los portadores energéticos. Análisis de la electricidad y el agua en el ISMM.</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
2.1 Introducción .....	¡Error! Marcador no definido.
2.2 Estudio de la carga instalada .....	¡Error! Marcador no definido.
Tipos de receptores existentes en el centro: .....	¡Error! Marcador no definido.
2.3 Levantamiento de la carga actual .....	¡Error! Marcador no definido.
2.4 Análisis de los consumos de energía del banco docente y residencia¡Error! Marcador no defini	
2.5 Campaña de mediciones.....	¡Error! Marcador no definido.
2.6 Estudio de la situación real del centro:.....	¡Error! Marcador no definido.
2.7 Estado técnico de los elementos que conforman el sistema eléctrico del centro.¡Error! Mar	
2.8 Deficiencias que se encontraron en recorrido realizado a la red hidráulica del centro. ....	¡Error! Marcador no definido.
2.9 Conclusiones.....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Capitulo III: Alternativas energéticas.</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
3.1 Introducción .....	¡Error! Marcador no definido.
3.2 Análisis del portador electricidad y agua dentro de la gestión energética el ISMM¡Error! Mar	
3.3 Cálculo de las pérdidas de energía en los transformadores. . ¡Error! Marcador no definido.	
3.4 Propuesta de del índice de consumo de energía por estudiante en residencia¡Error! Mar	
3.5 Análisis económico de las reservas que presenta el portador electricidad y agua¡Error! Mar	
3.4 Valor total de las reservas encontradas.....	¡Error! Marcador no definido.
3.5 Propuestas de medidas de ahorro.....	¡Error! Marcador no definido.
3.6 Conclusiones .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Conclusiones generales</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Recomendaciones</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Bibliografía</b> .....	¡Error! Marcador no definido.

# Capítulo I

## **1.1 INTRODUCCIÓN**

El objetivo de este capítulo es definir las bases para implementar un sistema de gestión energética con sus características para realizar en los siguientes capítulos el estudio de la situación energética actual del ISMM; además daremos una panorámica nacional e internacional de la situación actual del portador electricidad y se hará un análisis de los trabajos antecedentes realizados en el centro basados en este tema.

### **Fundamentación teórica de la investigación**

La búsqueda de soluciones que mejoren los costos de los servicios a través de los indicadores energéticos y la creación de condiciones favorables que propicien un aumento de la eficiencia energética, son premisas indispensables para el desarrollo energético del centro. Los problemas existentes y la necesidad de realizar un estudio que ponga en práctica los resultados obtenidos, son elementos que deben tenerse en cuenta en toda fundamentación teórica.

### **Problema no resuelto.**

La necesidad de conocer y determinar los indicadores de eficiencia en el consumo de portadores energéticos principalmente electricidad y el agua, con vistas a reducir los costos de los servicios en el centro, desarrollar nuevos hábitos de consumo en función de la eficiencia y mejorar la calidad del sistema de suministro eléctrico. Así como la actualización de los indicadores de consumo en el centro.

### **Hipótesis**

Si se determinan las reservas energéticas del ISMM y se establece un sistema de gestión eficiente de uso de los portadores energéticos y el agua, entonces será posible reducir los consumos y los gastos por concepto del uso de la energía.

### **Objetivo general**

Evaluar el sistema de gestión energética actual del ISMM y definir los indicadores de consumos de energía eléctrica y agua por actividad.

### **Tareas para alcanzar el objetivo:**

- ❖ Actualización de la base de datos de las cargas instaladas y los consumos mensuales de portadores energéticos.



- ❖ Realizar diagnóstico de recorrido.
- ❖ Análisis estadístico de los consumos y gráficos de tendencia.
- ❖ Determinación de los índices de consumo de electricidad y agua por actividad y estudiante.
- ❖ Efectuar mediciones de campo con el analizador de redes eléctricas y el flujómetro de agua.
- ❖ Calcular los indicadores de consumo y proponer vías para su reducción.
- ❖ Actualizar el programa de ahorro del ISMM y proponer nuevas medidas a corto mediano y largo plazo.

## **1.2 Actualidad del tema**

A partir de la condiciones actuales del país y de la necesidad de evaluar los diferentes indicadores de consumo, se aborda en este trabajo un conjunto de temáticas donde se exponen, de forma metodológica, los elementos principales que componen la tecnología de gestión, para lograr la eficiencia energética a través de una continua aplicación de medidas y proyectos de ahorro de energía. Con el objetivo de establecer un control del consumo de la energía eléctrica y el agua por ser estos los de mayor peso en la actividad universitaria.

### **1.2.1 Situación eléctrica del país**

Las serias dificultades enfrentadas por el Sistema Eléctrico Nacional en el 2004 conllevaron, después de un estudio profundo de la situación y a partir de las experiencias del enfrentamiento a fuertes huracanes, a la puesta en práctica de nuevas concepciones para el desarrollo de un sistema electroenergético nacional más eficiente y seguro.

Las principales medidas adoptadas para la transformación del sistema han sido:

- Adquisición e instalación de equipos de generación mas eficientes y seguro con grupos electrógenos y motores convenientes 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 redes de distribución 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

Hasta el 15 de Enero 2006 ya han sido instalados 205 grupos electrógenos con capacidad para general 253 500 kWh.

La nueva concepción de generación tiene las siguientes ventajas:

- Valores mínimos de consumo de combustibles por kWh generados: 210 gramos/kWh como promedio de diesel o fuel oil, según el tipo de motor y su objetivo
- Valores de potencia unitaria cuya capacidad, en caso de avería, no tiene impacto significativo en la disponibilidad del sistema
- 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.

La generación de electricidad con gas es ya de 235 000 kWh, próximamente entran en servicio otros 90 000 kW producto de esa tecnología, y en proyecto 70 000 kW de dos nuevas turbinas de gas y un ciclo combinado que sumara mas de 200 000 kW para un total de casi medio millón de kW con esa fuente limpia y barata de energía.

Se inicio un proceso de rehabilitación de las redes con el objetivo de reducir las perdidas de distribución en los bajos voltajes.

Existen en nuestro país 2 940 000 kW de potencia instaladas en termoeléctricas. Paulatinamente estas termoeléctricas serán sustituidas por la nueva generación de motores incluido los de ciclos combinados y se le dedican los recursos mínimos necesarios para mantener la disponibilidad de las unidades mas eficientes.

Por otro lado, el país ha contratado un total 4 158 grupos electrógenos de emergencia, que representa un potencial a instalar de 711 811kW.

Para el primero de mayo se debe generar un millón de kWh en los grupos electrógenos coordinados, equivalente a 3,3 termoeléctricas como la Antonio Guiteras, cuyo costo total seria de alrededor de 1 700 millones de dólares en inversión y no menos de seis años para construirlas. A esta capacidad habría que añadir no menos de un millón de kWh producto de las medidas de ahorro. El país dispondrá así de una capacidad de dos millones de kWh por encima de la que disponía hace solo seis meses. [1]

### **1.2.2 Programa de desarrollo de la energía eólica en Cuba**

Estudios para determinar las regiones cubanas de mayores posibilidades en la creación de energía eólica se realizan en la costa norte de la isla, de la central Villa Clara a la oriental Holguín, Pinar del Río e Isla de la Juventud. La utilización del poder del viento para generar energía eléctrica, en sustitución de hidrocarburos fósiles, está entre los objetivos priorizados dentro del modelo de desarrollo cubano.

Ese propósito se enfatiza en un año en que el país se empeña de manera especial y con medidas muy concretas en el ahorro y uso racional de la energía, en lo que se ha llamado revolución energética, que implica a sectores económicos y sociales.

El Programa nacional de Prospección Eólica atiende las recomendaciones realizadas por estudios científicos acerca de las potencialidades del archipiélago cubano y se conoce que la cayería norte de Ciego de Ávila, Camaguey y Villa Clara tiene condiciones.

Desde 1999 en Cuba funciona el primer y único Parque Eólico Nacional, en la Isla de Turiguanó, Ciego de Ávila, una comunidad conocida anteriormente por su desarrollo agropecuario y en especial por el fomento del ganado Santa Gertrudis.

En seis años que lleva funcionando el parque de Turiguanó se ahorraron más de 500 toneladas de petróleo, mientras dos mil 250 personas se benefician con la electricidad generada de esta manera limpia.

Desde la década de los 90 han cobrado auge en el planeta inversiones que priorizan la utilización de la energía eólica, un recurso natural renovable, que contribuye a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

El dióxido de carbono se encuentra entre los gases contaminantes que producen el efecto invernadero, influyente en el cambio climático que se registra actualmente en la Tierra. [18]

### **1.2.3 La Demanda de Electricidad en Cuba**

El proceso de reconvertir todas las centrales eléctricas cubanas para que usaran el crudo nacional significó la independencia de la generación de la electricidad del país de la importación de combustible. La demanda eléctrica es la suma de la potencia de los equipos eléctricos que están funcionando simultáneamente en una casa, un centro de trabajo, una provincia o el país. Eso significa entonces que no es una magnitud fija, sino que va variando

durante el día y la noche. Por eso la demanda eléctrica es mas baja durante el horario de la madrugada y es mas alta en el horario pico de 11:00 am a 1:00 pm y de 6:00 pm a 1:00 pm, momento del día en que en que la mayoría de nuestros hogares se realizan los mas diversos quehaceres domésticos. A esto súmele que las fabricas, hoteles, hospitales, centros de servicios entre otras instalaciones, están funcionando; obviamente, se eleva este valor. Para satisfacer la demanda se necesitan generadores eléctricos, es decir, maquinas que transforman una energía primaria en energía eléctrica para que esta, que pueda ser transmitida mediante conductores de cobre o aluminio, llegue hasta nuestras casas o centros de trabajos.

Mientras más elevada sea esta demanda mas plantas eléctricas se necesitan. Este proceso se realiza las 24 horas y en tiempo real. Es decir que hay que producir en cada momento la electricidad que se demanda por el país.

Siempre que la suma de las potencias de las termoeléctricas que están funcionando sea mayor que dicha demanda. La demanda eléctrica creció con la llegada del calor, le consumo se elevo y había días donde la demanda ha llegado 2178 MW, cuando estaba previsto 2100 MW. Los hogares consumen 1200 MW mientras que el sector estatal lleva hasta los mil. Particularmente el alumbrado público gasta solo el uno y el dos porciento. En un día típico el país consume una cantidad de electricidad que requiere quemar en las termoeléctricas mas de 9000 toneladas de petróleo, alrededor de 58 000 barriles de este preciado combustible.

#### **1.2.4 Programa de ahorro de electricidad en Cuba. (PAEC)**

Ahorrar energía es una necesidad económica, y significa hacer de ella un uso racional; en especial, cuando su generación se produce mediante la quema de combustible fósiles, es indispensable reducir al máximo la contaminación ambiental, y el nivel económico del país es bajo como en nuestro caso. El ahorro de la energía ha llegado ha convertirse en una practica universal adoptada en muchos países del mundo por las potencialidades que brinda; en estos han influidos los vaivén del mercado en las ultimas décadas. En la actualidad el ahorro se considera, realmente y en si mismo, como una gran reserva de energía; esto no significa retornar al pasado cuando los índices de consumo eran muy bajos, y enunciar a las comunidades de la vida moderna, y reducir los niveles de iluminación de las casas, hospitales, escuelas, fabricas, etc.

Por lo antes expuesto y dada la situación severa del bloqueo económico que tiene nuestro país, así como la necesidad de emplear el combustible nacional (crudo cubano) para la

producción de la electricidad -recurso renovable y altamente contaminante y el incremento de consumo y de la demanda eléctrica, nuestro Partido y Gobierno aprobaron en 1997 la creación y desarrollo de Cuba en el Programa de Ahorro de Electricidad (PAEC).

Este programa tiene, entre otros, los objetivos básicos siguientes:

- Reducir la demanda máxima y la tasa de crecimiento anual de consumo eléctrico.
- Desarrollar hábitos y costumbres en el uso racional de la energía y protección del medio ambiente en las nuevas generaciones.
- Desarrollar una nueva normativa y una política de precios que garanticen una nueva eficiencia energética de todos los nuevos equipos eléctricos que se instalen.

Mediante el PAEC se logra orientar a todo el país la aplicación de medidas sistemáticas y practicas de ahorro para la reducción de los consumos y de la demanda en el horario pico; entre estas se pudieran nombrar las siguientes:

- Instalar los refrigeradores en lugar fresco y separado de la pared, así como usar juntas de refrigeradores que garanticen un mejor cierre y hermeticidad en las puertas.
- Apagar las luces que no se utilicen.
- Emplear lámparas fluorescentes y reducir al máximo el uso de los bombillos incandescentes.
- Decorar las paredes con colores claros, lo cual requiere menos iluminación artificial.
- Regular la velocidad de los ventiladores de acuerdo con la temperatura ambiental, y limpiar sistemáticamente el polvo de las aspas de estos.
- Utilizar bombillos ahorradores, que gastan tres veces menos y brindan una mejor iluminación que los incandescentes.

El PAEC también tiene entre sus objetivos la promoción y la realización de proyectos para el aseguramiento técnico, la motivación al ahorro de energía, la actividad docente- educativa y la implantación de normas y precios. En relación con esto el ministerio de Educación desde el curso 1997- 1998 y en coordinación con el Ministerio de la Industria Básica comenzó a desarrollar un proyecto docente-educativo para el ahorro de electricidad denominado PAEME. [2]

### **1.2.5 Características generales**

Para que de un programa de ahorro de energía pueda esperarse un resultado eficaz de su puesta en marcha, debe reunir una serie de condiciones.

Un programa de ahorro de energía debe ser: Escrito, concreto, justificado, cuantificado económicamente, con responsabilidad definida, comprometido en objetivo, revisado periódicamente y participado en todos los niveles.

La auditoria energética que se efectúa sobre el conjunto de todas las instalaciones de una empresa, debe obtenerse posibles mejoras que puedan clasificarse en tres grandes grupos.

1. Mentalización y motivación del personal.
2. Mejoras que no requieran apenas inversión o que requieran una pequeña inversión como puede ser:
  - a) El mantenimiento energético.
  - b) El cambio del modo de la operación.
3. Mejoras que requieran de una inversión significativa tales como:
  - a) Modificación de materiales y equipos.
  - b) Innovación tecnológica.
  - c) Integración y optimización de procesos.

Un programa de ahorro energético solo será positivo si tiene el interés participativo de todos los miembros de la instalación.

La mentalización del personal ha de llevarse a cabo mediante campaña de motivación, formación y entrenamiento que garantice una correcta ejecución del programa de ahorro energético.

Ningún programa de ahorro de energía tendrá éxito, sino se logra una motivación del personal a todos los niveles.

Los medios a utilizar son: Folletos, carteles, conferencias, charlas, mesas redondas, concursos, visitas y encuentros.

Como estímulo y con el fin de hacer del programa una causa de todos, es necesario establecimientos de reuniones periódicas con el personal para mantenerlos informados sobre el programa de ahorro. [9]

### **1.2.6 El panorama energético internacional**

Según el escenario de referencia de la Agencia Internacional de la Energía (AIE) planteado en el World Energy Outlook 2004 (WEO2004), proyectando a futuro las tendencias actuales el crecimiento económico global -determinante del consumo energético- sería de un 3,2% anual en el período 2002-2030, con un 5% para China. La población mundial pasaría de los 6.200 millones de habitantes a más de 8.000 millones en el mismo período, con un 80% viviendo en economías en desarrollo. La energía primaria necesaria para alimentar este crecimiento económico y demográfico aumentaría en un 1,7% anual, alcanzando en 2030 los 16.500 millones de toneladas equivalentes de petróleo (un 60% de crecimiento acumulado), con dos terceras partes del incremento en países en desarrollo. La intensidad energética (energía/PIB) mejoraría al ritmo del 1,5% anual, prácticamente equiparándose en todo el mundo al final del período.

Los combustibles fósiles seguirían dominando el mix energético, con una cuota superior al 80%, y el petróleo mantendría su predominio con un importante aumento de las exportaciones provenientes de Oriente Medio. La energía nuclear perdería cuota, experimentando un ligero crecimiento del 0,4% anual, y el gas natural sería el combustible que más crecería, con un 2,3% anual. Resultado de todo ello, las emisiones de CO<sub>2</sub> alcanzarían los 38.000 millones de toneladas anuales en 2030 -un incremento del 62% sobre los niveles de 2002-. De este incremento de emisiones, un 37% serían debidas al petróleo, un 33% al carbón y el 30% restante al gas natural. Del total de emisiones en 2030, el petróleo generaría un 39%, el carbón un 36% y el gas un 24%.

La demanda de electricidad se duplicaría entre 2002 y 2030, pasando de ser el 16% de la energía final consumida en 2002 al 20% en 2030. Casi la mitad del gas natural consumido se emplearía para generar electricidad y aproximadamente el 40% de las centrales nucleares actuales serían clausuradas en el período analizado. El consumo eléctrico global pasaría de los 16.074 TWh de 2002 a 31.657 TWh en 2030, creciendo un 2,5% anual, y se precisaría para ello un incremento de generación de 4.800 GWe, incluyendo nuevas instalaciones y el reemplazo de infraestructuras caducas. De ese incremento, 2.000 GWe serían en países de la OCDE y 2.800 GWe en países en desarrollo. Es obvio que la energía nuclear podría tener un papel mucho más destacado en este incremento de generación que el que le asigna la AIE. [19]

### **1.3 Eficiencia Energética**

La eficiencia energética, entendida como la eficiencia en la producción, distribución y uso de la energía necesaria para garantizar calidad total, además implica lograr un nivel de producción o servicios, con los requisitos establecidos por el cliente, con el menor gasto energético posible y la menor contaminación ambiental por este concepto.

La energía es necesaria para todas las actividades en la vida cotidiana, puede ser generada en forma de electricidad, movimiento, luz, calor para satisfacer las necesidades de las personas y de los objetivos de la sociedad y recibida, además, mediante fenómenos naturales o del entorno, fuerza de los vientos, calor, iluminación, radiación solar, efectos fotoquímicos etc. Tanto la generación como el uso de la energía deben efectuarse con el menor número de pérdidas, ya sea por el calor o acciones innecesarias. Cuando la energía del entorno influye sobre las personas y las edificaciones los medios pueden tener efectos agradables o indeseados, por lo que para su aprovechamiento o eliminación se hace necesario también consumirla. La Eficiencia Energética, es una combinación de medidas técnicas, de organización y comportamiento, es una herramienta tecnológica orientada a lograr y mantener resultados. Es una actividad permanente, integral y cíclica. Es un enfoque sistemático y estructural del uso eficiente de la energía eléctrica, combustible y agua en las industrias e instituciones. Es una responsabilidad de todos los niveles de la empresa y del gobierno. Para determinar la eficiencia con la que es utilizada la energía se requieren realizar diversas actividades: medir los distintos flujos eléctricos; registrar las condiciones de operación de equipos, instalaciones y procesos; efectuar balances de materia y energía; calcular los índices energéticos o de productividad, los energéticos reales, y actualizar los de diseño; determinar los potenciales de ahorro y darle seguimiento al programa mediante la aplicación de listas de verificación de oportunidades de conservación de ahorro de energía.[6,10]



### **1.3.1 Objetivos principales de la eficiencia energética:**

- Identificar y definir áreas prioritarias de consumo de energía y optimizar el consumo de los recursos energéticos y el agua.
- Determinar y valorar los cambios tecnológicos que puedan reducir los consumos específicos (consumo de energía por unidad de producto).
- Monitorear en forma permanente las variaciones desviaciones de los consumos específicos con respecto al valor estándar.
- Implementar acciones correctivas en caso que se compruebe que las variaciones de los consumos específicos (kWh, gal, m<sup>3</sup>/unidad de producción), estén alejados de los valores objetivos.
- Implementar Programas de mejoramientos continuos de la calidad de los productos y los servicios.
- Mejorar la productividad y competitividad de la empresa.
- Reducir el impacto ambiental (emisiones gaseosas (CO<sub>2</sub>), vertidos líquidos, desechos sólidos, etc.).

### **1.3.2 Alternativas energéticas que se presentan en los inicios del tercer milenio; sus bases política energética para lograr un desarrollo sostenible**

En este sentido se señalan tres direcciones principales para conformar una política energética acorde al desarrollo sostenible:

1. Elevación de la eficiencia energética, eliminando esquemas de consumo irracionales, reduciendo la intensidad energética en los procesos industriales, aprovechando las fuentes secundarias de bajo potencial, utilizando sistemas de cogeneración, y empleando en general la energía de acuerdo a su calidad.
2. Sustitución de fuentes de energía, por otra de menor impacto ambiental, en particular por fuentes renovables, tales como energía solar, energía eólica, energía geotérmica, hidroenergía, biomasa, energía de los océanos, etc.
3. 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

### **1.3.3 Eficiencia energética empresarial**

Toda técnica creada por el hombre trabaja sobre la base de la utilización de energía; por ello es natural que en muchos casos una de las principales partidas del costo total sea el costo energético, donde se incluyen los componentes relativos a la producción, distribución y uso de las diferentes formas de energía.

Los aspectos básicos que determinan la competitividad de una empresa o institución son la calidad y el precio de sus productos o servicios. La posición en el mercado y la estrategia de cambio de posición viene determinada por la relación calidad-precios con respecto a otras entidades de competencias.

El impacto de los costos energéticos sobre los costos totales de producción depende del tipo de empresa, pero aun en aquella donde la energía no representa una de las principales partidas, es importante la administración eficiente de la energía. El control de los costos de la energía es una estrategia importante para mejorar la rentabilidad.

El ahorro de energía, si bien no representa una fuente de energía en si, se acostumbra a considerarla como tal, ya que ofrece la posibilidad de satisfacer más servicios energéticos, lo que es equivalente a disponer de más energía. El incremento de la eficiencia energética tiene un beneficio ambiental inmediato y directo, ya que implica una reducción en el uso de recursos naturales de la emisión de contaminantes, incluido el dióxido de carbono. Sin lugar a duda, la energía mas limpia es la energía ahorrada.

El incremento de la eficiencia energética se logra mediante las acciones tomadas por productores o consumidores que reducen el uso de la energía por unidad de producto o servicio, sin afectar la calidad del mismo.

Para evaluar los cambios de la eficiencia energética se utilizan dos indicadores básicos:

- La intensidad energética.
- El consumo específico de energía o índice de consumo.

*La intensidad energética* se define, para un sector de la economía de un país, como el consumo de energía por unidad de valor añadido por ese sector. Al nivel de nación, el Producto Interno Bruto (PIB) es la suma de los valores añadidos por todos los sectores económicos; y en este caso, la intensidad energética para la economía nacional como un todo, es la relación entre el consumo total de energía de todos los sectores y el PIB. Para

una empresa, la intensidad energética sería la relación entre el consumo total de energía primaria y la producción mercantil expresada en valores.

*El consumo específico de energía o índice de consumo* se define como la cantidad de energía por unidad de actividad, medida en términos físicos (productos o servicios). [4]

### **1.3.4 Aspectos para una mejor eficiencia energética**

El uso de la eficiencia energética está adquiriendo el más alto grado de prioridad y convirtiéndose en el desafío más grande que enfrenta el mundo. El 20% de la población que vive en los países más ricos del mundo consumen aproximadamente el 60% de la energía comercial del mundo. Los países industrializados, usan la energía más eficientemente que los países en desarrollo, que por lo común no tienen los medios para invertir en tecnologías economizadoras de la energía o en medidas de control de la contaminación. Desde la crisis del petróleo en 1973, los países desarrollados han adoptado tecnologías energéticas eficientes y eficaces en función de los costos. Estas tecnologías incluyen sistemas de calefacción y enfriamiento más eficientes, mejor aislamiento e iluminación que usan mucho menos energía por unidad de rendimiento. La eficiencia energética también está aumentando a medida que los procesos industriales hacen menos uso intensivo de energía los benefician. Otras mejoras en términos de conversión es el aprovechamiento de fuentes de energía renovable, como la energía eólica, solar y geotérmica que, comparadas con los combustibles fósiles, son cada vez más competitivas en cuanto al precio. Más aun, causan poca o ninguna contaminación.

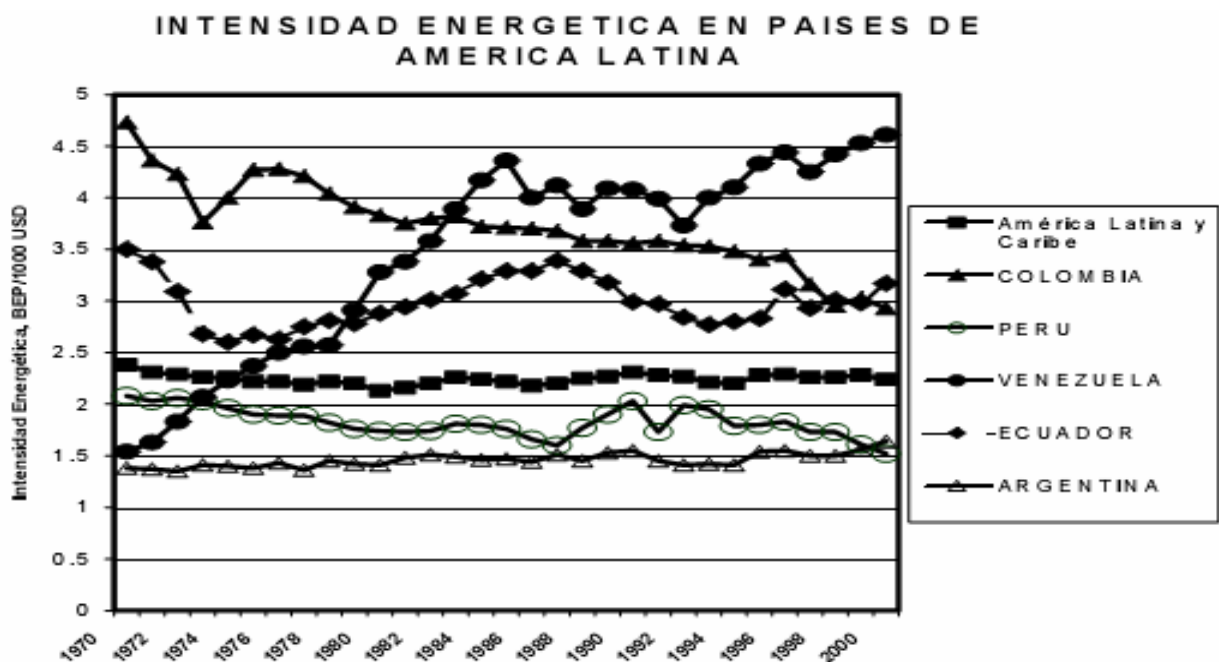
Las medidas siguientes también podrían ayudar a conservar energía:

- Estimular el diseño y uso de edificios de bajo consumo de energía. En la India, por ejemplo, Development Alternatives, una organización no gubernamental, ha diseñado una casa sencilla de material con apariencia de adobe que no necesita aire acondicionado. Está hecha con bloques especialmente diseñados que permiten la circulación del aire y unas nuevas tejas para el techo hechas de microconcreto, sin productos químicos ni fibras sintéticas.
- Eliminar las subvenciones gubernamentales para combustibles fósiles. En 1991 las subvenciones para combustibles fósiles en todo el mundo ascendieron a un total de 220.00 millones de dólares. Si se eliminaran estas subvenciones antieconómicas, costeadas con dinero de los impuestos públicos, y se ofrecieran incentivos tributarios (subvenciones) para la generación de energía eólica y solar se fomentaría el desarrollo de estos tipos de energía.

- Fomentar en la industria los programas de eficiencia energética. Casi todos los países industrializados tienen programas tributarios para fomentar la eficiencia energética en los lugares de trabajo. Los países en desarrollo también están iniciando esos programas.
- Invertir en transporte público. El estilo al uso de transporte público en reemplazo de los vehículos individuales en las zonas urbanas es una tarea difícil pero cada vez más necesaria en vista del crecimiento de las poblaciones urbanas y el aumento de vehículos que circulen en ellas. Si se encontrara la manera de elevar el número de usuarios del transporte público, se contribuiría apreciablemente a la reducción de la contaminación y al ahorro de energía.

### 1.3.5 Situación de la eficiencia energética en América Latina y el Caribe

En América Latina y el Caribe, salvo algunas excepciones, no se han observado mejoras en este campo, donde el crecimiento del PIB ha ido en paralelo con el consumo de energía, incluso manifestándose determinada tendencia a la elevación de este indicador en algunos sectores.



**Figura #1.1:** Intensidad energética en países de América Latina.

La baja eficiencia energética en la región se debe a un conjunto de factores, dentro de los que se encuentran:

- La etapa en que se encuentran en el proceso de industrialización.
- Las políticas aplicadas por los gobiernos.
- El deficiente funcionamiento de los mercados energéticos.
- Los bajos precios de la energía que han prevalecido.
- La falta de financiamiento para proyectos de eficiencia energética.
- La insuficiente capacidad técnica de la ingeniería local en este campo.
- El bajo nivel de la gestión energética empresarial.
- La insuficiente información y motivación social por el ahorro de energía.

Esta situación ha venido cambiando rápidamente en los últimos años. El incremento de la demanda, el aumento de los precios de energía, las restricciones financieras para ampliar las ofertas energéticas, la necesidad de lograr mayor competitividad internacional, así como la imperiosa necesidad de protección del medio ambiente, son factores que impulsan actualmente al aumento de la eficiencia energética en la Región, existiendo un gran potencial para ello.

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

1. Las actividades energointensivas están creciendo a mayor ritmo en los países en desarrollo, de modo que existe mayor oportunidad de lograr ahorros de energía en nuevas instalaciones, que es donde el potencial de ahorro es mayor.
2. Los precios han sido tradicionalmente más bajos, subsidiados, por lo que el mercado no ha estimulado el ahorro de energía.
3. Ha faltado acceso a tecnologías comerciales para el incremento de la eficiencia energética.
4. Han sido muy limitadas las fuentes de financiamientos para proyectos de eficiencia energética.

Dentro de los resultados más significativos de Programas de Ahorro de la Energía en la Región se encuentra el Perú, que en apenas 3 años de iniciado reporta haber logrado detener el crecimiento de la demanda de la electricidad a pesar del incremento del número de consumidores y mejorar los hábitos de consumo y la cultura energética en el sector residencial e industrial, también reportan resultados similares México, Brasil, El Salvador y otros países del área.

Aún existen grandes insatisfacciones por los insuficientes resultados logrados en la Región. Del lado del consumo, se consideran aún insuficientes la acción institucional y legislativa

sobre la eficiencia energética, la capacidad de planificación y gestión para una mejor asignación de recursos y manejo de la demanda energética y la educación y divulgación sobre la eficiencia energética, entre otras.

En particular la OLADE recomienda en el Sector Industrial y de Servicios las siguientes acciones para elevar la eficiencia energética: auditorías detalladas en establecimientos de uso intensivo de la energía (grandes consumidores), programas de auditorías e incentivos para pequeñas y medianas industrias; promover la cogeneración, la implantación de programas de manejo de la demanda de energía eléctrica, la introducción de equipos eficientes, los programas de capacitación y entrenamientos de cuadros técnicos, la ejecución de actividades de investigación y desarrollo tecnológico conjunto con universidades, centros de investigación aplicada y empresas de consultoría energética.

Se considera que el potencial de ahorro de energía alcanzable en los países de la Región es del 20-50% en el caso de mejoras de instalaciones existentes y del 50-70% en nuevas instalaciones. [4]

## **1.4 Gestión energética**

La gestión energética puede definirse como el análisis, planificación y toma de decisiones con el fin de obtener el mayor rendimiento posible de la energía que se necesita; esto es, lograr un uso más racional de la energía, que permita reducir el consumo de la misma sin disminuir la calidad de los servicios y la producción.

Frecuentemente se considera el ahorro o conservación de energía como una cuestión a corto plazo. Es también opinión muy generalizada que con aplicar una buena administración del uso de la energía y otras técnicas básicas, se ha hecho todo lo que cabía y esperar hasta que nuevas tecnologías aporten nuevas soluciones. No obstante, tales convicciones son erróneas ya que la gestión energética es una tarea a mediano y largo plazo que debe significar; implantar y controlar la forma en que cualquier empresa use o planifique de forma más racional sus recursos energéticos.[27]

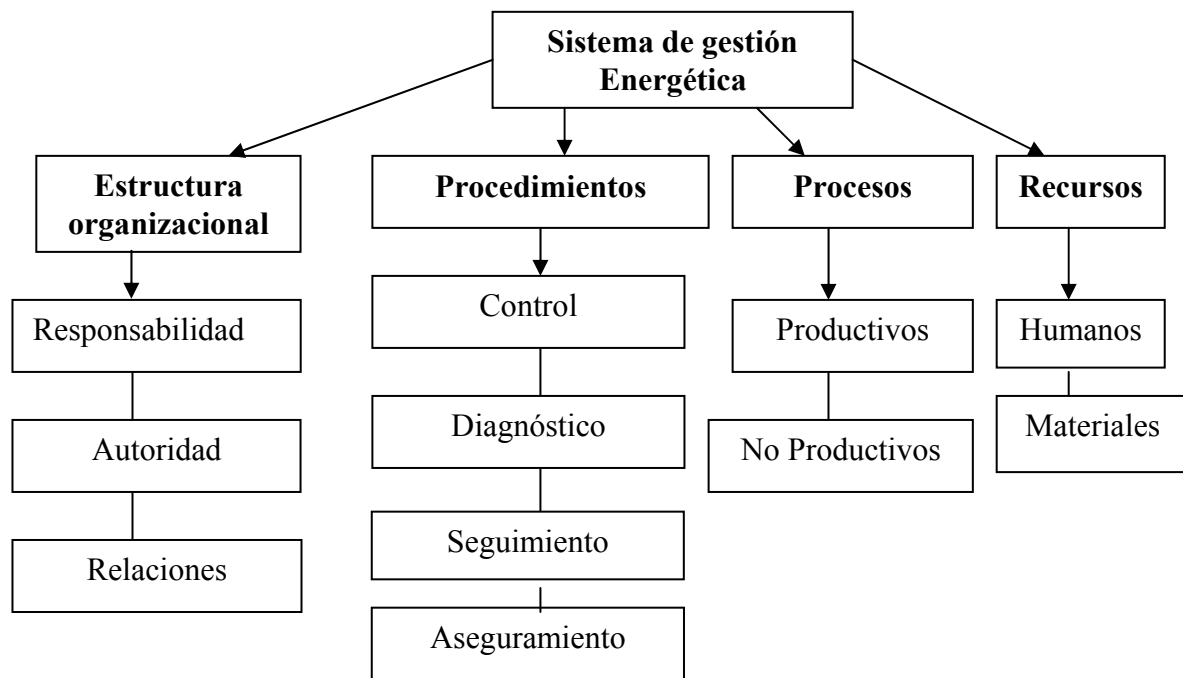
### **1.4.1 Objetivos de la gestión energética:**

El objetivo fundamental de la gestión energética es la obtención de un rendimiento óptimo, minimizando costos sin detrimento de la calidad o cantidad de producción en cada uno de los procesos o servicios donde el uso de la energía es indispensable. Los objetivos específicos son:

- Obtener a corto plazo ahorro de energía que no requieran inversiones.
- Lograr ahorros con inversiones rentables para las industrias u otros.
- Optimizar la calidad de las energías disponibles (electricidad, petróleo, gas, carbón, solar etc.).
- Reducir el consumo de energía sin disminuir la producción, e incluso tratar de aumentar esta.

### 1.4.2 Sistema de gestión energética

Un sistema de gestión energética se compone de: la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para su implementación. A continuación mostramos en forma de diagrama de bloque el flujo de un sistema de gestión energética: [4]



*Esquema #1: Estructura de un sistema de gestión energética.*

### 1.4.3 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:

1. Análisis preliminar de los consumos energéticos.
2. Formulación de un programa de ahorro y uso racional de la energía (Planes de acción).
3. Establecimiento de un sistema de monitoreo y control energético.

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.

#### **1.4.3.1 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 enérgicamente 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.

El análisis preliminar abarca la información de las fuentes y consumos de portadores energéticos, de los del proceso productivo, distribución general de los costos, indicadores globales de eficiencia y productividad, etc.

El mismo conduce a conocer el comportamiento y significación de los costos de las funciones o servicios energéticos, a la caracterización del comportamiento energético de la empresa y sus tendencias en los últimos años, a la identificación de las áreas claves y de las principales oportunidades de ahorro, y posibilita la conformación de la estrategia general para la implantación del sistema de gestión energética en la empresa

#### **1.4.3.2 Diagnósticos o auditorías energéticas**

El diagnóstico o auditoría energética constituye una etapa básica, de máxima importancia dentro de todas las actividades incluidas en la organización, seguimiento y evaluación de un programa de ahorro y uso eficiente de la energía, el que a su vez constituye la pieza fundamental en un sistema de gestión energética.

Para el diagnóstico energético se emplean distintas técnicas para evaluar grado de eficiencia con que se produce, transforma y usa la energía. El diagnóstico o auditoría energética constituye la herramienta básica para saber cuanto, como, donde y por que se



consume la energía dentro de la empresa, para establecer el grado de eficiencia en su utilización, para identificar los principales potenciales de ahorro energético y económico, y para definir los posibles proyectos de mejora de la eficiencia energética.

En resumen, los objetivos del diagnóstico energético son:

1. Evaluar cuantitativamente y cualitativamente el consumo de energía.
2. Determinar la eficiencia energética, pérdidas y despilfarros de energía en equipos y procesos.
3. Identificar potenciales de ahorro energético y económico.
4. Establecer indicadores energéticos de control y estrategias de operación y mantenimiento.
5. Definir posibles medidas y proyectos para ahorrar energía y reducir costos energéticos, evaluados técnica y económicamente

#### **1.4.3.3 Actividades de un diagnóstico o auditoría energética**

En sentido general, un diagnóstico o auditoría energética comprende las siguientes actividades:

1. Reunión inicial en la empresa.
2. Integración del grupo de trabajo.
3. Determinación de la información necesaria para el diagnóstico.
4. Selección de unidades, áreas y equipos a diagnosticar.
5. Planeación de los recursos y el tiempo.
6. Revisión metrológica en los lugares claves a diagnosticar.
7. Recopilación de información.
8. Elaboración del plan de mediciones.
9. Mediciones en campo, recopilación y filtrado de los datos.
10. Procesamiento de datos y análisis de resultados.
11. Determinación de posibles medidas de ahorro.
12. Estimación del potencial de ahorro energético y económico.

13. Definición de medidas de ahorro y proyectos de mejora de la eficiencia energética.

14. Elaboración y presentación del informe final del diagnóstico.

#### **1.4.4 Errores que se cometen en la gestión energética**

- Se atacan los efectos y no las causas de los problemas.
- Los esfuerzos son aislados, no hay mejora en todo el sistema.
- No se atacan los puntos vitales.
- No se detectan y cuantifican adecuadamente los potenciales de ahorro.
- Se consideran las soluciones como definidas.
- Se conforman creencias erróneas sobre cómo resolver los problemas.

#### **1.4.5 Sistema de gestión energética empresarial**

La gestión empresarial incluye todas las actividades de la función gerencial que determina la política, los objetivos y las responsabilidades de la organización y que las ponen en práctica a través de: la planificación, el control, el aseguramiento y el mejoramiento del sistema de la organización.

La gestión energética o administración de energía, como subsistemas de la gestión empresarial abarca, en particular, las actividades de administración y aseguramiento de la función de gerencial que le confieren a la entidad la actitud para satisfacer eficientemente sus necesidades energéticas. Entendiendo por eficiencia energética el logro de los requisitos establecidos por el cliente con el menor gasto energético posible y la comunicación ambiental por este concepto.

Un sistema de gestión energética se compone de: la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para su implementación.

Análisis realizados en numerosas empresas ponen de manifiesto el insuficiente nivel de gestión energética existente en muchas de ellas, así como las posibilidades de reducir los costos energéticos mediante la creación en las empresas de las capacidades técnico organizativo para administrar eficientemente la energía.

Actualmente este problema se enfrenta, al no contar con un sistema de gestión energética competitivo, mediante la adopción de medidas aisladas que no garantizan el mejoramiento continuo de la eficiencia económica que debe lograr la empresa.

Los sistemas de plantación y control de la administración de energía que se aplican hoy en la mayor parte de las empresas estudiadas se han retrasado respecto a los métodos de planeación y control económico que el perfeccionamiento de la economía ha exigido.

En resumen, los estudios realizados han puesto de manifiesto el bajo nivel de gestión energética que como promedio existe en las empresas, así como las importantes áreas de oportunidad que existen para reducir los costos energéticos mediante la creación en las empresas de las capacidades técnicas organizativas para administrar eficientemente la energía.

### ***1.5 Antecedentes de la calidad de la energía***

Desde hace unos años, se está registrando en todos los países industrializados una creciente sensibilidad hacia la “calidad del producto electricidad” o, dicho de otra forma, hacia la “calidad de la onda de tensión”. Las alteraciones de la “calidad de la onda” tienen lugar en los propios procesos de producción, transporte y distribución, así como en su utilización por determinados tipos de receptores. Son, por lo tanto, inevitables. Sin embargo, sólo en los últimos años se están convirtiendo en un motivo de preocupación. Y ello, por dos causas. [3]

- Por un lado, los procesos industriales requieren, de día en día, una mayor calidad de todos los productos utilizados y, en particular, de la electricidad, haciéndose más sensibles a las alteraciones que puedan existir.
- Por otro lado, la creciente utilización de receptores que generan perturbaciones hace que el nivel de contaminación general de las redes eléctricas esté aumentando, lo que puede así incidir en el normal funcionamiento de los demás receptores a ellas conectados y, en definitiva, extendiendo el problema.

Consciente de ello, el Comité de Distribución de UNESA encomendó al Grupo de Trabajo “Calidad de la Onda” la elaboración de unos documentos divulgativos que dieran a conocer esta situación más allá del grupo de especialistas que la estudia. Así, se podrá profundizar en el conocimiento de este tema y, por tanto, fomentar el diálogo entre todas las partes implicadas para buscar soluciones a los problemas que se presenten, las cuales, en cualquier caso, deberán surgir del esfuerzo conjunto de todas ellas.

Las propias empresas eléctricas han de intentar reducir en lo posible el impacto de las alteraciones existentes, asesorando a sus clientes sobre la forma más correcta de utilizar la energía eléctrica, especialmente en receptores que generan perturbaciones.

Los fabricantes de aparatos y receptores tienen que diseñarlos y fabricarlos para que su utilización no altere la compatibilidad electromagnética entre la red a la que se van a conectar y los equipos a ella conectados.

Los propios usuarios tienen que preparar y explotar sus instalaciones teniendo en cuenta las características de la red a la que se van a conectar, su entorno electromagnético y los requerimientos de inmunidad de sus propias instalaciones.

Finalmente, las Administraciones Públicas competentes deberán organizar el marco legal adecuado que regule las relaciones entre todos ellos.

La energía eléctrica es suministrada en la forma de un sistema trifásico de tensiones de naturaleza sinusoidal. Hay cuatro parámetros que caracterizan a la onda de tensión y que permiten medir su grado de pureza que son: Frecuencia, Amplitud, Forma de onda y Simetría.

Las centrales eléctricas producen una onda sinusoidal de 60 ciclos por segundo prácticamente perfecta, por lo que, desde el punto de vista del suministro al cliente, los parámetros mencionados se consideran constantes en la generación. Sin embargo, en el proceso de transporte y distribución de la energía desde las centrales hasta los puntos de consumo final, que tiene lugar a través de las redes eléctricas, estas magnitudes sufren alteraciones que pueden afectar a determinados usuarios.

Estas alteraciones tienen su origen en las propias instalaciones eléctricas como consecuencia de maniobras, averías, etc., en fenómenos naturales –descargas atmosféricas –y en el funcionamiento normal de determinados receptores –puentes rectificadores, hornos de arco, etc. – que las transmiten a los demás receptores a través de la red eléctrica. Su eliminación completa resulta, por lo tanto, imposible. Por ello, es necesario adecuar los receptores, con el fin de disminuir al máximo las emisiones que generan y que pueden afectar al funcionamiento de otros receptores, así como reducir en lo posible las repercusiones que pueden tener dichas alteraciones sobre su propio funcionamiento normal.

#### **Emisores de perturbaciones**

#### **Receptores sensibles**

Rectificadores

Ordenadores

Hornos de arco

Automatismos

Baterías condensadores

Motores

En el análisis de las alteraciones de la onda de tensión, sus consecuencias y las medidas de corrección y prevención, cumple un papel fundamental el concepto de Compatibilidad Electromagnética.

Se denomina Compatibilidad Electromagnética (CEM) a la aptitud de un aparato o de un sistema para funcionar de manera satisfactoria en su entorno electromagnético y sin producir él mismo perturbaciones electromagnéticas intolerables para todo lo que se encuentre en dicho entorno. Asociado a este concepto, está el de nivel de CEM, que es el nivel especificado de perturbación en un entorno electromagnético, para el cual existe una elevada probabilidad de CEM. En aquellos casos en los que, por las características especiales de los receptores, no se den las condiciones de CEM, se puede proceder a la inmunización de los equipos, recurriendo a los llamados sistemas de corrección de perturbaciones.

El objetivo de esta publicación es analizar los aspectos técnicos fundamentales de las alteraciones de la onda de tensión, exponiendo las causas que las originan, los efectos que producen y las acciones que se pueden aplicar para prevenirlas y corregirlas.

### **1.5.1 Influencia de la calidad en la energía**

La energía eléctrica es sin lugar a dudas una de las formas de energía de mayor consumo. Tales cifras representan para la economía nacional un costo importante, pero a su vez estos costos agravan a todos y cada uno de los sectores de la industria, servicios y a la propia economía doméstica.

A partir de tales hechos, es fácil deducir que cualquier acción que tienda a un uso más racional de dicha energía, tendrá unas representaciones importantes sobre la economía de estos y cada uno de los sectores implicados.

El uso racional de energía eléctrica es aquel que persigue obtener el máximo rendimiento de la energía consumida y de las instalaciones necesarias para su generación, transporte, distribución y utilización; garantizando un funcionamiento sin interferencias de todos los receptores conectados a la red.

Uno de los aspectos fundamentales para un uso racional era generar y transportar en todo momento sólo la energía útil (activa), compensando en las cargas otros tipos de energía fluctuantes, como son la energía reactiva y la energía de distorsión.

La energía eléctrica tiene un grave inconveniente con respecto a otros tipos de energía y es que no permite su almacenamiento en cantidades significativas, lo cual implica que hay que generarla y transportarla en el preciso momento de su utilización. Esto obliga a dimensionar

las instalaciones para prever la demanda máxima e inclusive tener una reserva rotante, y por consiguiente implica la infrautilización de tales instalaciones en los momentos de menor demanda. El uso racional debe tender por tanto a repartir los consumos en el tiempo, evitando puntas innecesarias y aprovechando las instalaciones en el periodo de menor demanda.

Otro aspecto a considerar es el de la distorsión en las redes de alimentación causados por algunos equipos con componentes no lineales con uso de electrónica de potencia (convertidores con tiristores o transistores de potencia, hornos de arco y otros).

Dichas perturbaciones ocasionan una pérdida de rendimiento en la mayoría de cargas convencionales, sobrecargan innecesariamente las redes eléctricas y ponen en peligro el buen funcionamiento de una serie de equipos electrónicos, informáticos y de comunicaciones, originando un problema de COMPATIBILIDAD, entre los niveles de perturbaciones generados por unos y los niveles de gran tolerancia a las perturbaciones de otros equipos.

La optimización del suministro frente a toda esta problemática requiere conocer como están repartidos los consumos a lo largo del tiempo, cuales son las solicitudes de carga, cuales son las cargas con factor de potencia más desfavorable y cual es la causa en definitiva del bajo rendimiento de la instalación. Todo ello requiere fundamentalmente de instrumentación adecuada para la medida, registro administración y tratamiento de datos.

Los Analizadores Electrónicos de Redes Eléctricas y los analizadores de perturbaciones eléctricas (armónicos, formas de onda, etc.), constituyen una herramienta para obtener estos datos en una instalación, además es indispensable contar con software y equipos de cómputo adecuados para el tratamiento y análisis de la información de campo y ensayos de mejoras para el ahorro de energía.

La mayor parte de cargas industriales como: motores, transformadores, alumbrado con fluorescentes y otras cargas demandan potencia activa y reactiva (generalmente de tipo inductivo); esto implica, un consumo de corriente total mayor que el estrictamente necesario para obtener el trabajo útil, produciendo pérdidas innecesarias en la instalación.

Otros factores que contribuyen de forma importante a las pérdidas en los circuitos de alterna son los armónicos, producidos por cargas no lineales (rectificadores u onduladores de potencia, reguladores, hornos, variadores de frecuencia, etc.) absorben de la red corrientes periódicas no senoidales. Estas corrientes están formadas por un componente fundamental de frecuencia 50 ó 60 Hz, más una serie de corrientes superpuestas, de frecuencias múltiplos de la fundamental, que denominamos ARMONICOS.

La presencia de dichos armónicos en una red ocasiona una serie de inconvenientes, tales como: Sobrecarga en baterías de condensadores, mal aprovechamiento de la instalación y aumento de pérdidas en la misma, disparo intempestivo de algunos elementos de protección, parpadeo del alumbrado y sobre todo averías frecuentes y mal funcionamiento de equipos electrónicos disminuyéndole tiempo de vida de los equipos. [17]

### **1.5.2 Cogeneración**

Se llama cogeneración de energía a una técnica en la que se aprovecha el calor residual. Por ejemplo utilizar el vapor caliente que sale de una instalación tradicional, como podría ser una turbina de producción de energía eléctrica, para suministrar energía para otros usos. Hasta ahora lo usual era dejar que el vapor se enfriase, pero en esta técnica, con el calor que le queda al vapor se calienta agua, se cocina o se usa en otros procesos industriales. Esta técnica se emplea cada vez más en industrias, hospitales, hoteles y, en general, en instalaciones en las que se produce vapor o calor, porque supone importantes ahorros energéticos y por tanto económicos, que compensan las inversiones que hay que hacer para instalarla.

### **1.5.3 REEES: Energía renovable y eficiencia energética - medidas sectoriales**

Las siguientes medidas deberían pasar a formar parte de REEES.

#### **1.5.3.1 Energía renovable**

Hacemos un llamamiento en favor del establecimiento de un objetivo obligatorio de un 25% de consumo de energía renovable para 2020 en la Unión Europea, que se puede lograr en combinación con medidas de eficiencia energética.

Hacemos un llamamiento en favor de una Directiva que fomente la calefacción y refrigeración renovables con objetivos nacionales obligatorios y un marco ambicioso. El calor es el mercado energético de mayores dimensiones de Europa, mayor que la electricidad el transporte. Más de un 40% del consumo energético primario de la UE se utiliza para la calefacción o refrigeración en edificios, para el suministro de agua doméstico y para procesos industriales en el sector de servicios. Actualmente, la mayor parte de la calefacción y la refrigeración se produce a partir de combustibles fósiles importados y contaminantes o de electricidad que se genera en su mayor parte por combustibles fósiles o energía nuclear. El consumo energético relacionado con la refrigeración está aumentando

de forma espectacular. Por primera vez en la historia, la demanda máxima de electricidad en diversos países ha dejado detener lugar en invierno, siendo ahora en verano.

Hacemos un llamamiento en favor de acciones coordinadas para superar los obstáculos significativos existentes que impiden que se siga desarrollando la electricidad procedente de FER (fuentes de energía renovable):

- Debe continuar eliminándose los obstáculos administrativos, sobre todo mediante la adopción de planes de utilización del suelo y protección territorial sencillos y transparentes, que den prioridad claramente a la utilización de FER.
- Se debe priorizar el acceso a las redes de distribución y la parte de costes asociados debe ser justa y no discriminatoria. Se debe actuar para ampliar o reforzar, o ambos, las redes de distribución locales en zonas aisladas con un gran potencial de FER, así como las redes de distribución y transmisión en los casos en que sea necesario para integrar las energías renovables. Se debería obligar a los operadores de las redes a asumir los costes relacionados, teniendo en cuenta que en décadas anteriores esas redes se construyeron básicamente con dinero público.
- La gestión de las redes de distribución debería ser justa y transparente, ya que tiene implicaciones para los precios asociados.
- Se debe crear condiciones justas de mercado y eliminar las distorsiones del mercado energético convencional, incluyendo la introducción de un principio de “quien contamina paga”.
- El papel de las políticas gubernamentales en el fomento de la energía renovable y la eficiencia energética es fundamental, y deberían examinarse atentamente las políticas más eficaces.

Insistimos en el hecho de que la liberalización de los mercados no implica sólo desregulación, sino que requiere un marco regulador que reconozca las mejores opciones disponibles, sobre todo las renovables y la eficiencia.

Solicitamos que se analicen las repercusiones medioambientales globales de la energía fósil y nuclear, así como los costes externos asociados.



Aguardamos con interés el Plan de Acción sobre la Biomasa de la Comisión Europea y esperamos que incluya una estrategia ambiciosa para sincronizar las áreas asociadas.

Reconocemos que la biomasa como combustible contribuirá a incentivar las áreas agrícolas de la UE, y a utilizar bien las materias primas agrícolas; considerando que, en relación con las recientes reformas y recortes en el apoyo financiero (PAC, azúcar), la promoción del uso y la producción de la biomasa como combustible podría ofrecer a este sector una nueva salida e incitar otras reformas de la PAC.

Reconocemos la importancia de las Políticas Agrarias Comunes para el sector energético de la biomasa.

Solicitamos que se aproveche el potencial de la bioenergía y los biocombustibles conjuntamente con la agricultura y silvicultura sostenible, y una gestión sostenible de los residuos, dentro de la PAC y la estrategia de residuos de la UE.

Hacemos un especial énfasis en el hecho de que las tecnologías de almacenamiento utilizadas para la energía renovable podrían contribuir a un futuro sostenible.

Apoyamos de forma activa la fundación de una Agencia Internacional para la Energía Renovable como sede institucional del fomento de la Energía Renovable para establecer la igualdad de trato respecto a la energía fósil y la energía nuclear, representadas por la Agencia Internacional de la Energía (AIE) y la Agencia Internacional de la Energía Atómica (AIEA), respectivamente. Una agencia de este tipo para la energía renovable debería ser uno de los principales facilitadores de la constitución de una capacidad internacional y de la transferencia de tecnología y políticas en el campo de la Energía Renovable.

Reconocemos que el Tratado EURATOM ofrece aún muchas ventajas al sector de la energía nuclear. Debería adoptarse un tratado específico sobre las FER o un instrumento similar, que se denominara, por ejemplo, EURENEW.

### **1.5.3.2 Eficiencia energética**

Proponemos que se establezcan objetivos de eficiencia energética nacionales obligatorios dentro del marco de la propuesta para una Directiva sobre eficiencia energética y servicios energéticos.

Solicitamos que se aumente la eficiencia a través de nuevas medidas en todos los Estados Miembros y en todas las áreas de relevancia, y para promover un mercado de servicios de eficiencia energética.

Expresamos nuestra esperanza de que la implementación de la directiva sobre edificios

conducirá a un mejor rendimiento energético de los edificios, y que la Comisión hará las propuestas necesarias para reforzar y ampliar el ámbito de aplicación de la directiva.

Nos complace reconocer el Libro Verde sobre Eficiencia Energética de la Comisión Europea y animamos a la Comisión Europea a proponer un plan de acción sólido. Llamamos a la industria de la electrónica a producir aparatos de bajo consumo energético.

### ***1.6 Antecedentes de la gestión energética en el ISMM.***

En nuestro centro se han realizados varios trabajos en los cuales se abordaron las situaciones en que se encontraba el sistema de suministro eléctrico del centro, donde se hizo un estudio para dar soluciones a estos problemas. Algunos de estos trabajos fueron:

Legrá Rodríguez; Wilmer. Sistema de Monitoreo de la Red de Suministro Eléctrico del ISMM. 2004. En este trabajo se establecen las características de Sistema de Suministro Eléctrico del centro, donde aparecen las principales fortalezas y debilidades encontradas, así como las variantes de protección y balance de las cargas en los bancos de transformadores. También crea las bases para el montaje de un laboratorio para el automatizado de la red de suministro del centro a través de los medios computacionales, para los sistemas de mando de los accionamientos eléctricos en los puestos de control de la energía a suministrar por áreas, para la incorporación de todas las señales generadas en un sistema de monitoreo de las variables eléctricas.

Beatón Lobaina; Raúl Felipe. Elaboración de un Sistema de Gestión Energética. 2003. En este trabajo se realizó un estudio de los diferentes portadores energéticos en las empresas Rene Ramos Latour, Empresa Forestal Integral Mayarí y el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, con vista a comprobar la forma de control de estos portadores como Sistema de Gestión Energética y contribuir así al uso racional de estos. Aquí se concluyó que en las empresas analizadas el Sistema de Gestión Energético implantado no estaba acorde con las exigencias y necesidades, ni responde a los principios de la política de Ahorro del país, Además existía pobre utilización de los adelantos científicos-técnicos y de las técnicas de la informática y las comunicaciones, en función de la creación de herramientas mas efectivas para el control de los portadores. Exhortó que este trabajo se continuara perfeccionando hasta lograr la automatización del control de todos los portadores posibles hasta que la lectura de los consumos sea on line.

Figuroa Pérez; Arian Ernesto. Estudios de los Indicadores Energéticos del ISMM. 2002. En este se analizan los diferentes portadores energéticos del centro y se realiza un estudio para tratar de disminuir el consumo de estos portadores a través de varias medidas dictadas y

estableciendo un control y monitoreo de estos.

### ***1.7 Conclusiones***

Este capítulo ha realizado un resumen general sobre las diferentes metodologías de análisis que se emplean en la implantación de un sistema de gestión energética, que establezca nuevos hábitos de consumo y se difunda en la más alta dirección, donde se garantice el control y evaluación de los resultados fijados para obtener el éxito que se calcula en las entidades o empresas y que no requieran de una apreciable inversión y esta cambie los resultados finales. Además se hizo referencia a la situación actual del país y las diferentes formas de renovación de la energía, que a través de esto se incrementa la generación de energía en el país.

# **Capítulo II: Diagnóstico de los portadores energéticos. Análisis de la electricidad y el agua en el ISMM.**

## **2.1 Introducción**

Cuando se explota las fuentes de energía de forma inconsciente, nos olvidamos de todo el esfuerzo que se realiza y los gastos que surgen para poder generar la electricidad que tanto todos los humanos necesitamos, por eso debemos encaminarnos a erradicar este tipo de problema determinando y analizando el lugar donde se produce, las causas que la producen, su evaluación en cantidad y calidad, las vías que conducen a su aumento o disminución. Para poder lograr y hacer permanentes los avances en la eficiencia energética, tenemos que trazarnos una meta donde se investigue, controle, monitoree y se disponga de medidas constructivas que permitan el buen uso y desarrollo de la misma. Este capítulo recoge las investigaciones realizadas sobre los diferentes portadores del centro, en especial los portadores electricidad y agua haciendo un estudio del comportamiento de los mismos. La realización de este trabajo esta encaminado a la explotación eficiente de las fuentes de energía y el aprovechamiento de potenciales en el centro.

### **Fuentes de energía en el centro.**

A la hora de adquirir los productos energéticos es necesario conocer las disposiciones oficiales que determinan las especificaciones a las que han de ajustarse y las normas de seguridad a las que han de someterse en su manipulación y almacenamiento.

### **Productos almacenados.**

Petrolíferos.

- Fuel-oil.
- Gasolina.
- Petróleo.

### **Productos no almacenados.**

- Electricidad.
- Vapor (en determinados casos).

### 2.1.1 Consumos globales de los diferentes tipos de portadores energéticos en el centro

Para hacer el análisis comparativo del portador electricidad con respecto a los otros portadores ya mencionados nos dimos la tarea de recopilar los siguientes de datos que no son más que los consumos por meses de los últimos cuatros años de cada uno.

**Tabla # 2.1 Consumo en el año 2002.**

<b>2002</b>	<b>FUEL- OIL(mL)</b>	<b>DIESEL(mL)</b>	<b>GAS REG.(mL)</b>	<b>GAS ESP.(mL)</b>	<b>ELECTRIC. (MW)</b>
Enero	5.9	5.9	2.4	0.6	57.5
Febrero	5.1	6.0	1.8	0.5	30.8
Marzo	6.6	4.4	2.4	0.3	36.5
Abril	3.9	6.4	2.0	0.3	38.3
Mayo	8	5.5	2.5	0.2	42.7
Junio	5.8	4.4	2.7	0.2	43.2
Julio	2.4	4.4	2.9	0.3	35.0
Agosto	1.3	6.3	2.6	0.3	19.0
Septiembre	4.5	5.2	2.8	0.2	28.9
Octubre	7.0	4.3	2.7	0.2	48.5
Noviembre	2.7	4.4	2.3	0.3	40.4
Diciembre	7.0	3.8	3.0		38.9
<b>Total</b>	<b>60.2</b>	<b>61.0</b>	<b>30.1</b>	<b>3.4</b>	<b>459.7</b>

**Tabla # 2.2 Consumo en el año 2003.**

<b>2003</b>	<b>FUEL- OIL(L)</b>	<b>DIESEL(L)</b>	<b>GAS REG.(L)</b>	<b>GAS ESP.(L)</b>	<b>ELECTRIC. (MW)</b>
Enero	5178.0	3462.4	2451.1	146.0	37.1
Febrero	5134.0	5460.5	2000.9	443.5	43.7
Marzo	5000.0	5420.0	2183.0	210.0	41.2
Abril	5121.0	4687.5	3410.7	168.5	39.8
Mayo	4621.0	5755.4	2880.2	297.1	50.1
Junio	9455.0	4091.0	2497.0	116.0	46.9
Julio	3942.9	5013.0	1844.0	180.0	45.4
Agosto	0.0	3739.0	1949.0	350.6	50.6
Septiembre	11449.0	4658.0	2918.5	99.2	54.3
Octubre	3506.0	5312.0	2809.0	272.0	58.6
Noviembre	6038.0	4144.6	2346.4	344.0	56.9
Diciembre	4978.0	6386.3	3646.0		53.5
<b>Total</b>	<b>64422.9</b>	<b>58129.7</b>	<b>30935.8</b>	<b>2626.9</b>	<b>578.1</b>

**Tabla # 2.3 Consumo en el año 2004.**

<b>2004</b>	<b>FUEL- OIL(L)</b>	<b>DIESEL(L)</b>	<b>GAS REG.(L)</b>	<b>GAS ESP.(L)</b>	<b>ELECTRIC. (MW)</b>
Enero	3961.0	4430.0	2778.0	145.0	47.9
Febrero	3343.5	5147.0	2852.6	272.0	51.9
Marzo	5033.0	5478.0	2511.0	414.9	62.8
Abril	3723.0	5170.0	776.5	3111.5	61.8
Mayo	3936.0	5279.5	3178.0		60.3
Junio	4344.0	5070.3	3003.0		57.3
Julio	3506.0	4715.0	2493.9		45.7
Agosto	2184.5	5695.0	2567.4		38.8
Septiembre	3541.5	3122.0	2222.0	155.0	36.0
Octubre	4568.0	2810.0	3623.5		53.5
Noviembre	9478.0	3570.0	3270.0	30.0	54.0
Diciembre	3385.0	4070.0	3528.6		55.3
<b>Total</b>	<b>51003.5</b>	<b>54556.8</b>	<b>32804.5</b>	<b>4128.4</b>	<b>625.3</b>

**Tabla # 2.4 Consumo en el año 2005.**

<b>2005</b>	<b>FUEL- OIL(L)</b>	<b>DIESEL(L)</b>	<b>GAS REG.(L)</b>	<b>GAS ESP.(L)</b>	<b>ELECTRIC. (MW)</b>
Enero	10131.0	4440.0	3039.0		47.8
Febrero	2497.0	4645.0	2607.6		56.5
Marzo		5098.6	4097.2		51.4
Abril		5272.9	3993.6		52.2
Mayo	13939.0	4525.0	4344.7		49.3
Junio		5698.6	3602.8		51.9
Julio	11757.0	853.5	4334.4		33.6
Agosto		8414.4	4499.1		35.1
Septiembre	2373.0	4922.9	3737		50.6
Octubre	7513.0	4596.6	3651.1		50.4
Noviembre	3219.0	4670.1	4396.3		48.4
Diciembre	3552.0	4432.0	3592.8		56.6
<b>Total</b>	<b>54981.0</b>	<b>57569.6</b>	<b>45895.6</b>	<b>0.0</b>	<b>583.7</b>

## **2.1.2 Comentarios de los diferentes portadores existentes en el centro**

### **1. Portador (fuel-oil).**

Este combustible esta destinado para la alimentación de las calderas, que se utiliza en la elaboración de alimentos del centro. Existen dos calderas una Alastor, modelo CMS/660 la cual desde su instalación en el año 2003 ha trabajado de forma intermitente debido a averías que ha presentado y la otra que actualmente está llevando la generación de vapor en el centro, de modelo 1100 de la Constructora Field S.A. Barcelona la cual fue puesta en marcha en Noviembre de 1976. Esta caldera cuenta con mas de 25 años de trabajo, por tanto sus parámetros nominales han sido alterados y su rendimiento no es el mismo ya que su estado técnico no es el más apropiado. La fusería tiene 11 tubos ponchados, lo que implica que no trabaje a su máxima potencia y de esta forma consume mas combustible, ya que trabajando en régimen nominal debería estar conectada menos tiempo que el que actualmente se conecta. Según los datos tabulados, el año donde se establece el mayor consumo fue el 2003 con una cifra de 64422.9 litros. En los años 2004-2005 el consumo de este combustible a mermado con respecto al del 2003 existiendo incluso una matricula

superior, esto se debe según los datos anteriores que el ingreso promedio de este portador al centro en los últimos dos años ha disminuido en 11430.65 litros comparando con el del 2003. Se puede apreciar que ha existido un buen aprovechamiento y empleo de este combustible en el (2004-2005) ya que elaborando más alimentos que otros años (ejemplo 2003) debido al incremento de matrículas se percibe un ahorro significativo para el centro y el país. Analizando el 2005 el tiempo de trabajo de la caldera fue de 6 horas diarias, aun en nuestros días (2006) mantiene este ritmo de trabajo, dos horas mas que el 2001 donde se realizó el mismo estudio. El valor promedio de consumo de la caldera en un mes del año que estamos analizando fue de 6872.6 litros y sabiendo que trabaja 6 horas diaria el consumo promedio por hora fue de 38,18 litros y en un día consume 229,08 litros.

## **2. Portadores (Diesel y gasolina).**

Este portador se emplea en los medios de transporte del centro sea para la búsqueda de alimentos al centro y la transportación de personal que labora en la entidad.

En el área de transporte existen 25 vehículos y se encuentran en explotación 14 de ellos. Los vehículos que se encuentran activos utilizan diferentes combustibles que a continuación relacionaremos:

**Tabla # 2.5 Equipos que consumen diesel.**

<b>Equipos</b>	<b>Consumo(Km/L)</b>
Camión IFA.	4
Ómnibus Pegaso.	2.5
Camioneta Mitsubishi.	10
Microbús Mercedes Benz.	9
Jeep aro	8
Omnibus Fiat	2.5
Camión Zil	3
Omnibus Fiat	2



**Tabla # 2.6 Equipos que consumen gasolina.**

<b>Equipos</b>	<b>Consumo(Km/L)</b>
Lada	9
Moto Suzuki	25
Lada Comby	9
Motosidecal	10
Niva	9.5
Panel Moscovich	8.5
Jeep UAZ	7
Lada	10
Panel Terra	10
Microbús BMW	8

El ritmo de crecimiento o disminución del consumo de estos portadores en cada año puede variar en dependencia de la asignación de este portador al centro de parte del ministerio y de la necesidad que tenga el centro de realizar viajes para cualquier gestión.

### **3. Portador (Agua).**

Teniendo en cuenta la importancia que tiene el agua en el consumo de energía y la necesidad de su conservación, se evaluó como un portador más. En el centro existen 3 bombas de alimentación pero solo trabajan dos de ellas con una potencia de 20 y 16 KW respectivamente. Estas bombas son destinadas para alimentar el tanque del centro; este tanque abastece los consumidores en el área de residencia donde existe la mayor cantidad de pérdidas de este preciado producto, ya que existen roturas y salideros en el área de becas lo que implica que esta bomba tenga que consumir una mayor cantidad de energía para satisfacer las necesidades del centro. Existe una tarifa fija de pago igual a 10 ctvos. por cada m<sup>3</sup> de agua. El convenio de metros cúbicos contratados en el mes es 29625 m<sup>3</sup> y se paga por concepto de consumo de agua al mes 2962.5 CUP. Hay que conocer según García F. L. [16], en un estudio realizado en Santiago de Cuba determinó que una válvula goteando constantemente se pierde 40 litros por día, que en un inodoro con deficiencia en el flotante se pierde 450 litros por día, un tanque desbordándose pierde por derrame de 2000 a 2500 litros por día, en cada descarga del inodoro se pierde 12 litros, y una ducha abierta durante diez minutos continuos se pierde 30 litros.

En un recorrido realizado a los baños del centro y a la red hidráulica se detectaron los siguientes problemas y pérdidas estimadas, tomando como referencia lo expuesto por el compañero anteriormente mencionado, se obtuvieron los resultados que se reflejan en la tabla:

**Tabla # 2.7 Problemas de la red hidráulica de agua.**

Concepto	Problema	Cantidad de accesorios y averías	Pérdidas en m <sup>3</sup> /día	Pérdidas en m <sup>3</sup> /año
Por consumo en sanitarios	Deficiencia en el flotante	15	1,69	615,94
Por salideros de tuberías	Rotura	6	2,16	788,40
Pilas	Falta de zapatilla	50	0,50	182,50
<b>Total</b>		<b>71</b>	<b>4,35</b>	<b>1 586,84</b>

Nota: En la tabla 2.7 se realizó la conversión de Litros (L) a metros cúbicos (m<sup>3</sup>) donde 1000 L equivale a 1 m<sup>3</sup>

Se considero que a partir desde que abren la válvula del tanque, el tiempo de duración del agua es la suma de las horas en las diferentes secciones del día y dura aproximadamente 6 horas en el día. También se midió los salideros por roturas y se considero que se pierde 60 litros por hora.

**Datos obtenidos a través de un estudio realizado a la bomba de agua.**

Datos de la cisterna:

Ancho = 13,60 m.

Largo = 30,40 m

Area cist = 413.44 m<sup>2</sup>

El tiempo de bombeo en nuestro centro es de 6,5 horas por días y sabiendo que la bomba es de 30 kW., esto representa un consumo de energía en el día de 195 kWh. Se realizaron varias mediciones en diferentes intervalos de tiempo y se comprobó que en una hora de bombeo el agua en la cisterna disminuye una altura de 0.1 m, y teniendo el área de la cisterna obtuvimos un caudal de 41.344 m<sup>3</sup>/h, y en un día se bombea 268.736 m<sup>3</sup> de agua.

### **Análisis de la eficiencia de la bomba.**

Para hacer un buen análisis de la eficiencia de la bomba se necesita la curva característica de trabajo, pero como no se pudo medir por falta de un flujómetro no se obtuvo y se analizó la bomba estableciendo una comparación con los datos nominales de la bomba y los datos reales:

Datos nominales de la bomba.

$$H_0 = 90 \text{ m}$$

$$Q = 54 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$P = 18,2 \text{ kW}$$

$$\eta = 732$$

Datos reales de la bomba.

$$Q = 41.344 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$P = 30 \text{ kW}$$

Donde:

Q- Caudal

P- Potencia de la bomba

H<sub>0</sub>- Altura máxima de bombeo.

η- Rendimiento

Como se observa en las condiciones reales de la bomba existe un caudal inferior y un consumo superior de energía en un 60% en comparación con el valor nominal, esto se debe al envejecimiento de la bomba, mal estado técnico de las tuberías y rodamientos, entre otras. **Caracterización del sistema de mantenimiento general**

Se le está aplicando el engrase a los rodamientos, se está tratando de resolver el problema de la red hidráulica hasta eliminar en totalidad los salideros.

**Tabla # 2.8 Consumo de agua por las diferentes categorías según norma en el año 2005.**

<b>Categoría</b>	<b>Norma, M<sup>3</sup>/categ.</b>	<b>Total</b>	<b>Consumo, M<sup>3</sup></b>
Estudiantes Bec.	0.13	675	87.75
Estudiantes Ext.	0.04	210	8.4
Alberg. y Huéspedes	0.13	66	8.58
Comensales comedor	0.012	1604	19.248
Limpieza, M <sup>2</sup>	0.005	31805.8	47.7

**Tabla # 2.9 Consumos diarios**

Consumos diarios	Gasto de agua en M <sup>3</sup>
Por normas	<b>171.68</b>
Real	<b>268.736</b>
Sobreconsumo	<b>97.056</b>

#### **4. Portador Electricidad**

El sistema de suministro eléctrico del ISMMM está compuesto por tres bancos de transformadores que alimentan las áreas de residencia, docente y transporte, donde se destaca la carga del banco de transporte y residencia por ser las de mayores. Debemos destacar que cada banco posee un contador, lo que facilita el control del consumo de energía. La potencia instalada en las diferentes áreas se muestra en la tabla No 2.10, donde se destaca la carga del banco de transporte y residencia por ser las de mayores. Debemos destacar que cada banco posee un contador, lo que facilita el control del consumo de energía

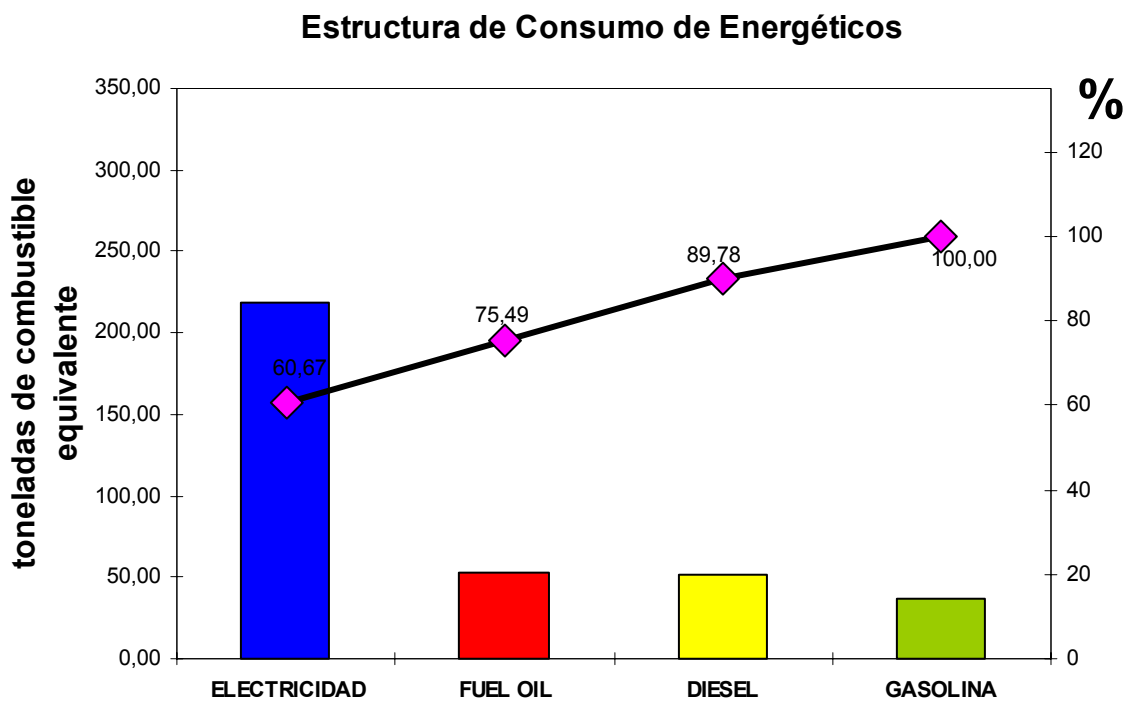
**Tabla # 2.10 Potencia instalada en centro**

Área	Potencia instalada, (kVA)
Banco N <sup>o</sup> 1 Área docente	239
Banco N <sup>o</sup> 2 Área Residencia	551
Banco N <sup>o</sup> 1 Área Transporte	817

Después de hacer un análisis concreto de los diferentes portadores energéticos del centro, daremos una panorámica del comportamiento de los mismos en el año 2005 puesto que aquí se contempla un año completo.

**Tabla # 2.11 Análisis de los portadores energéticos**

Portador	TCC/año	%	% Acumulado
<b>ELECTRICIDAD</b>	218,66	60,67	60,67
<b>FUEL OIL</b>	53,41	14,82	75,49
<b>DIESEL</b>	51,48	14,29	89,78
<b>GASOLINA</b>	36,83	10,22	100,00
<b>TOTAL</b>	<b>360,38</b>	<b>100,00</b>	



**Fig. # 2.1:** Gráfico de Pareto del I.S.M.M. del año 2005.

Una vez analizado los consumos de cada portador energético nos detenemos en el portador de mayor consumo, que es en este caso (electricidad) donde se hace un estudio de la carga en los diferentes departamentos del centro.

## **2.2 Estudio de la carga instalada**

El fundamento de la solución racional al complicado conjunto de problemas técnicos – económicos en la proyección de suministro eléctrico estriba en la correcta determinación de las cargas eléctricas probables. La determinación de las cargas eléctricas es el primer eslabón para la proyección de cualquier sistema de suministro eléctrico.

Las magnitudes de las cargas eléctricas determinan la selección de todos los elementos e índices técnicos – económicos del proyectado sistema de suministro de la correcta valoración de las cargas esperadas dependen los gastos capitales, así como una insuficiente selección de la carga eléctrica que conduce a un bajo índice técnico económico de una empresa.

Para la proyección y explotación del suministro eléctrico es indispensable el conocimiento de los distintos tipos de cargas existentes Pa, Qr y S. Las cargas eléctricas pueden ser observadas visualmente, por medio de instrumentos de medición o registradores. Los cambios de las cargas pueden ser registradas en forma de una curva continua o escalonada.

Los gráficos pueden ser clasificados en: individuales para receptivos independientes de energía eléctrica y para grupos receptivos. Teniendo en cuenta el período de duración, los gráficos de cargas se clasifican en diarios y anuales.

Un alto porcentaje de energía eléctrica puede ser subdividido en grupos según las semejanzas de regímenes; es decir según las semejanzas de los gráficos de cargas. La división de los consumidores en grupos permite analizar con mayor precisión el estado de las cargas, es decir la magnitud suma de las cargas eléctricas. Los consumidores se diferencian en tres grandes grupos característicos de receptores.

### **1. Receptores que operan en régimen de carga continuamente invariable o poco variable:**

En este régimen de máquinas eléctricas o aparato puede trabajar durante un tiempo prolongado sin la elevación de la temperatura de las diferentes partes, por encima del valor permisible. Ejemplos de estos receptores que se encuentran instalados en el centro son las bombas de agua y los motocompresores del cuarto frío.

### **2. Receptores que operan en régimen de carga de corta duración:**

En este régimen el período de trabajo de las máquinas o equipos eléctricos no es tan largo como para que sus diferentes partes puedan alcanzar una temperatura estable.

El período de receso es tan largo que la máquina eléctrica prácticamente puede enfriarse

hasta la temperatura del medio ambiente, son ejemplo de estos grupos los motores de las máquinas de herramientas que existen en los talleres del centro.

### **3. Receptores que operan en régimen de carga intermitente:**

En este régimen los períodos intermitentes de trabajo de la máquina o equipo eléctrico se alternan con períodos cortos de desconexión.

El régimen de trabajo intermitente se caracteriza por la relativa duración de la conexión y por la duración relativa del ciclo. En régimen intermitente la máquina o equipo eléctrico, puede trabajar con la duración relativa de conexión permisible para ello un tiempo ilimitado y la elevación de la temperatura de sus diferentes partes no excederá de los límites permisibles, ejemplo de estos receptores o cargas existentes en el centro son las máquinas de soldadura y los refrigeradores.

Partiendo de la división de los consumidores, según los regímenes de trabajo, se debe considerar la no simetría de la carga y la no uniformidad de la carga de las fases.

Los motores eléctricos son cargas simétricas (monofásicas y bifásicas) el alumbrado eléctrico, los hornos monofásicos y bifásicos, los transformadores monofásicos de soldadura, en aquellos casos que su distribución simétrica entre las fases no resulte posible. El Instituto Superior Minero Metalúrgico por sus características y tipos de receptores que conforman su instalación es un consumidor de tercera categoría. Pues los receptores no son no determinantes en el proceso tecnológico de la producción fundamental.

La confiabilidad del suministro eléctrico de los consumidores está relacionada con el número de fuentes de alimentación, esquemas de suministro y categoría de los receptores.

Refiriéndonos a la categoría de nuestro centro (tercera categoría) podemos encontrar diferentes tipos de receptores:

#### ***Tipos de receptores existentes en el centro:***

- **Equipos de fuerza:** Pertenecen a estos grupos de receptores, bombas y compresores, estos equipos trabajan aproximadamente a igual régimen y en dependencia de la potencia, operan con voltajes desde 0.22 kV hasta 10 kV. La potencia de tales receptores cambian dentro de un amplio diapasón, el carácter de la carga como norma es uniforme.
- **Instalaciones de alumbrado:** Las luminarias eléctricas representan una carga monofásica aunque gracias a una adecuada agrupación de estos tipos de receptores

se puede lograr una carga bastante uniforme por fases pero hay que señalar que por el número de este tipo de receptores es una carga considerable.

- **Hornos eléctricos:** La estructura de estos hornos está formada por resistencias y su funcionamiento se basa en el calentamiento del material al pasar la corriente eléctrica. La utilización de estos hornos en el centro es para la realización de laboratorios con el fin de promover la actividad práctica en nuestro centro y lugares de servicios además este tipo de receptor es de pequeña potencia.
- **Equipos electrodomésticos:** Estos representan una carga monofásica de pequeña potencia, pero por el número considerable de receptores existentes de este tipo representa una carga considerable para el centro de estudio.

### ***2.3 Levantamiento de la carga actual***

El banco número uno (residencia estudiantil) alimenta el edificio postgrado, cocina comedor, edificio de economía, casa de bombas, áreas deportivas y alumbrados exteriores.

Esta compuesto por tres transformadores monofásicos, dos de 50 kVA y otro de 75 kVA, este banco esta alimentado por una línea primaria de 13.2 kV y una entrega por el secundario de 0.24 kV con una conexión en estrella-delta cerrada.

El levantamiento realizado en los diferentes departamentos del centro, nos muestra los diferentes tipos de consumidores de energía eléctrica así como la carga instalada en cada uno de ellos.



**Banco #1: Residencia estudiantil y otras áreas.****Edificio #1.**

<b>Tipos de consumidores</b>	<b>Cantidad de equipos</b>	<b>Potencia(kW)</b>
Olla arrocera	5	2,5
Ventilador (Orbita)	7	0,28
Ventilador (TRD)	43	1,72
TV(Panda)	5	0,425
Cocina Eléctrica	18	21,6
Lámpara (20W)	60	1,2
Radio/Grabadora	3	0,06
Plancha	3	3,6
Calentador	8	8
Computadora	2	1
Laptop	1	0,085
<b>Total</b>	<b>155</b>	<b>40,47</b>

**Edificio #4.**

<b>Tipos de consumidores</b>	<b>Cantidad de equipos</b>	<b>Potencia(kW)</b>
Olla arrocera	25	12,5
Ventilador (Orbita)	56	2,24
Ventilador (TRD)	116	4,64
TV(Panda)	9	0,765
TV(TRD)	7	0,455
Cocina Eléctrica	50	60
Refrigerador ruso	6	0,9
Refrigerador (TRD)	10	0,45
Lámpara (40W)	3	0,12
Lámpara (20W)	127	2,54
Radio/Tocadiscos	11	0,22
Radio/Grabadora	6	0,12
Plancha	12	14,4
Calentador	13	13
Equipo de música	12	1,116
Computadora	11	5,5
Laptop	20	1,7
<b>Total</b>	<b>494</b>	<b>120,666</b>

**Área cafetería-carpintería.**

<b>Tipos de consumidores</b>	<b>Cantidad de equipos</b>	<b>Potencia(kW)</b>
Lamp(40W)	14	0,56
video	1	0,014
Amplificador	1	0,18
Grabadora	1	0,02
Vent(Techo)	1	0,12
Freidora	1	2
Horno	1	3
Sierra	1	2,2
<b>total</b>	<b>21</b>	<b>8,094</b>

**Oficina de beca y demás departamentos.**

<b>Tipos de consumidores</b>	<b>Cantidad de equipos</b>	<b>Potencia(kW)</b>
Lamp(40W)	14	0,56
Computadoras	2	1
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>1,56</b>

**Área de enfermería y demás departamentos.**

<b>Tipos de consumidores</b>	<b>Cantidad de equipos</b>	<b>Potencia(kW)</b>
Lamp(40W)	27	1,08
Lamp(20W)	2	0,04
Vent(Techo)	1	0,12
Vent(rustico)	1	0,08
Autoclave	1	1,2
Refrigerador	1	0,05
Compresor	1	1,1
Radio	1	0,005
Dispensador agua	1	0,13
Amplificador	1	0,18
Grabadora	1	0,02
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>4,005</b>

**Cocina comedor.**

<b>Tipos de consumidores</b>	<b>Cantidad de equipos</b>	<b>Potencia(kW)</b>
Lámpara (40W)	10	0,4
Lámpara (20W)	20	0,8
Nevera	2	3
Motores	2	6,3
Computadoras	2	1
Ventilador(Techo)	2	0,24
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>11,74</b>

**Área de Economía:**

<b>Tipos de consumidores</b>	<b>Cantidad de equipos</b>	<b>Potencia(kW)</b>
Lámpara (40W)	21	0,84
Lámpara (20W)	2	0,04
Computadoras	11	5,5
Dispensador agua	1	0,13
Impresora	4	1,1
Condicionador aire	1	1,5
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>9,11</b>

**Edificio Postgrado.**

<b>Tipos de consumidores</b>	<b>Cantidad de equipos</b>	<b>Potencia(kW)</b>
Olla arrocera	11	5,5
Ventilador (Orbita)	9	0,36
Ventilador (TRD)	46	1,84
TV(Panda)	2	0,17
TV(TRD)	21	1,365
Cocina Eléctrica	20	24
Refrigerador ruso	13	1,95
Refrigerador (TRD)	11	0,975
Lámpara (40W)	54	2,16
Lámpara (20W)	113	2,26
Radio	4	0,08
Radio/Grabadora	3	0,06
Plancha	9	10,8
Calentador	3	3
Equipo de música	1	0,093
Computadora	7	3,5
Ventilar(Techo)	22	2,64
Nevera	1	1.5
Minibar	13	6,5
Condicionador de aire	16	24
Telefax	1	0,176
Foto Copiadora	1	1,078
Lavadora	1	0,18
Horno	1	1
Impresora	1	0,275
<b>Total</b>	<b>390</b>	<b>95,462</b>

### Casa de bombas:

<b>Tipos de consumidores</b>	<b>Cantidad de equipos</b>	<b>Potencia(kW)</b>
Bomba de alimentación(tanque)	1	30
Bomba de alimentación(cocina)	1	16
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>46</b>

Nota: En esta área existen dos bombas de alimentación, una destinada a bombear al tanque del centro y la otra es utilizada en el área de la cocina para la confección de los alimentos, con consumos muy elevados que inciden en la importancia de este banco.

### Áreas deportivas:

En esta área el alumbrado está deficiente ya que solo existen cuatro luminarias las cuales tienen una potencia de 1.2 kW.

### Alumbrado exterior:

<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad De luminarias</b>	<b>Potencia((kW)</b>
Plaza (2 de diciembre)	2	0.375
Parque(JULIO ANTONIO MELLA)	4	0.65
Escalinata	9	1.25
Cochiguera	2	0.55
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>2.83</b>

El banco número dos (docente) alimenta todos los edificios docentes, es decir el edificio de Metalurgia-Electromecánica y sus laboratorios, edificio de Minas, Geología, casa de compresores, planta de beneficio, taller de mecánica, y la biblioteca. Este banco esta compuesto por dos transformadores monofásicos de 50 kVA respectivamente. Está alimentado por una línea primaria de 13.2 kV y una entrega por el secundario de 0.24 kV con una conexión estrella-delta abierta.

**Banco # 2:****Edificio de Rectoría.**

<b>Tipos de consumidores</b>	<b>Cantidad de equipos</b>	<b>Potencia(kW)</b>
Ventilador(orbita)	2	0,08
Ventilador(Techo)	5	0,375
Cocina Eléctrica	1	1,1
Refrigerador(TRD)	1	0,075
Lámpara (40W)	122	4,88
Lámpara (20W)	30	0,54
Computadora	50	25
Dispensador de agua	3	0,39
Scanner	2	2,15
Foto Copiad.	1	1,075
Refrigerador (ruso)	1	0,15
Consolas de aire	3	27.3
Condicionador de aire	7	8.73
Videos	2	0.029
Impresoras	12	1.44
televisor	1	0,065
<b>Total</b>	<b>243</b>	<b>73,98</b>



**Edificio de Minas:**

<b>Tipos de consumidores</b>	<b>Cantidad de equipos</b>	<b>Potencia(kW)</b>
Lámpara(40W)	90	3,6
Computadora	37	18,5
Condicionador de aire	5	7,5
Impresoras	5	1,375
TV.	2	0,13
ventilador	1	0,04
Dispensador de agua	1	0,13
Generador	1	14,3
Estabilizador voltaje	1	5,6
Bombas	3	20,85
<b>Total</b>	<b>146</b>	<b>72,025</b>

**Edificio de Geología:**

<b>Tipos de consumidores</b>	<b>Cantidad de equipos</b>	<b>Potencia(kW)</b>
Lámpara(40W)	79	3,16
Computadora	29	14,5
Condicionador de aire	2	3
TV.	1	1,5
Estufa	1	0,241
Equipo Corte	1	0,675
Pulidora 1	1	0,685
Pulidora 2	1	0,45
Impresoras	1	0,275
Dispensadora de agua	1	0,13
Ventilador	1	0,04
<b>Total</b>	<b>118</b>	<b>24,656</b>

**Edificio de Metalurgia-Electromecánica:**

<b>Tipos de consumidores</b>	<b>Cantidad de equipos</b>	<b>Potencia(kW)</b>
Lámparas (40W)	95	3,8
Computadora	45	22,5
Impresoras	3	0,825
Ventiladores	2	0,36
Ventiladores (agua)	1	2,78
Condicionador de aire	2	3
Motor 1	1	0,18
Motor 2	1	0,15
Horno 1	1	0,18
Horno 2	1	0,114
Horno Mofla	1	0,275
Pesa	1	0,5
Photometer	1	0,014
Peresistem	1	1,1
Titratore	1	24
Destilador agua	1	0,011
Descodificador	1	1,5
Máquina Herramienta	1	62,6
Generador 1	1	13,14
Generador 2	1	13,14
Generador 3	1	19,2
Motor 1	1	15
Dispensador de agua	1	0.13
<b>Total</b>	<b>165</b>	<b>184,499</b>

**Casa de compresores:**

<b>Tipos de consumidores</b>	<b>Cantidad de equipos</b>	<b>Potencia(kW)</b>
Motores eléctricos	2	18.5
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>37</b>

**Planta de beneficio:**

<b>Tipos de consumidores</b>	<b>Cantidad de equipos</b>	<b>Potencia (kW)</b>
Lámparas fluorescentes	8	0.32
Equipos eléctricos	22	99.50
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>99.82</b>

**Taller de mecánica:**

<b>Tipos de consumidores</b>	<b>Cantidad de equipos</b>	<b>Potencia(kW)</b>
Lámpara fluorescentes	1	0.04
Máquinas herramienta	12	62.60
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>62.64</b>

El banco número tres (transporte) alimenta a las naves de transportes y los almacenes de ATM. Este banco está distribuido en dos transformadores monofásicos de 37.5 kVA y 25 kVA respectivamente. Está alimentado por una línea primaria de 13.2 kV y una entrega por el secundario de 0.24 kV con una conexión estrella-delta abierta.

**Banco #3:****Naves de transporte.**

<b>Tipos de consumidores</b>	<b>Cantidad de equipos</b>	<b>Potencia(kW)</b>
Lámparas fluorescentes	5	0.12
Lámparas de mercurio	1	0.85
Máquinas herramientas	4	14.69
Máquinas de soldadura	1	8.7
Refrigeradores	1	0.18
Ventiladores	1	0.04
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>24.58</b>

**Almacenes de ATM:**

<b>Tipos de consumidores</b>	<b>Cantidad de equipos</b>	<b>Potencia(kW)</b>
Lámparas fluorescentes	20	1.3
Focos	2	0.6
Dispensadora de agua	1	0.13
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>2.03</b>

**2.4 Análisis de los consumos de energía del banco docente y residencia**

Analizamos estos dos bancos porque se encuentran en las áreas de mayores consumos del centro. El período analizar es del 2002 al 2005 y contamos con los consumos de energía por meses de estos años registrados en la empresa eléctrica.

**Tabla # 2.12 Consumo de energía en kWh del banco docente.**

<b>Meses</b>	<b>Año 02</b>	<b>Año 03</b>	<b>Año 04</b>	<b>Año 05</b>
Enero	17760	20987	17115	17618
Febrero	20640	20195	21898	18762
Marzo	20720	22853	24984	19131
Abril	21732	23098	25743	22078
Mayo	23619	25754	22598	21411
Junio	23183	27202	28354	23523
Julio	22938	23789	19974	18362
Agosto	7931	23673	2014	3948
Septiembre	20808	24381	12443	18686
Octubre	27298	23534	21157	19299
Noviembre	26258	24290	23013	19963
Diciembre	22938	18962	18962	19215
<b>Total</b>	<b>255825</b>	<b>278718</b>	<b>238255</b>	<b>221996</b>
<i>Matricula</i>	568	683	787	885

**Tabla # 2.13 Consumo de energía en kWh del banco de residencia.**

<b>Meses</b>	<b>Año 02</b>	<b>Año 03</b>	<b>Año 04</b>	<b>Año 05</b>
Enero	14246	17183	30784	30537
Febrero	13471	20580	30261	30370
Marzo	14979	18901	30908	32270
Abril	13499	16924	35232	30894
Mayo	1926,1	28517	33509	29301
Junio	19993	21224	31527	28052
Julio	15713	26430	26587	24249
Agosto	8041	24820	21917	24741
Septiembre	12402	29646	21902	28669
Octubre	17306	34530	30290	32022
Noviembre	19993	33139	31389	31265
Diciembre	16815	31904	30042	31403
<b>Total</b>	<b>168384,1</b>	<b>303798</b>	<b>354348</b>	<b>353773</b>
<i>Matricula</i>	439	538	626	675

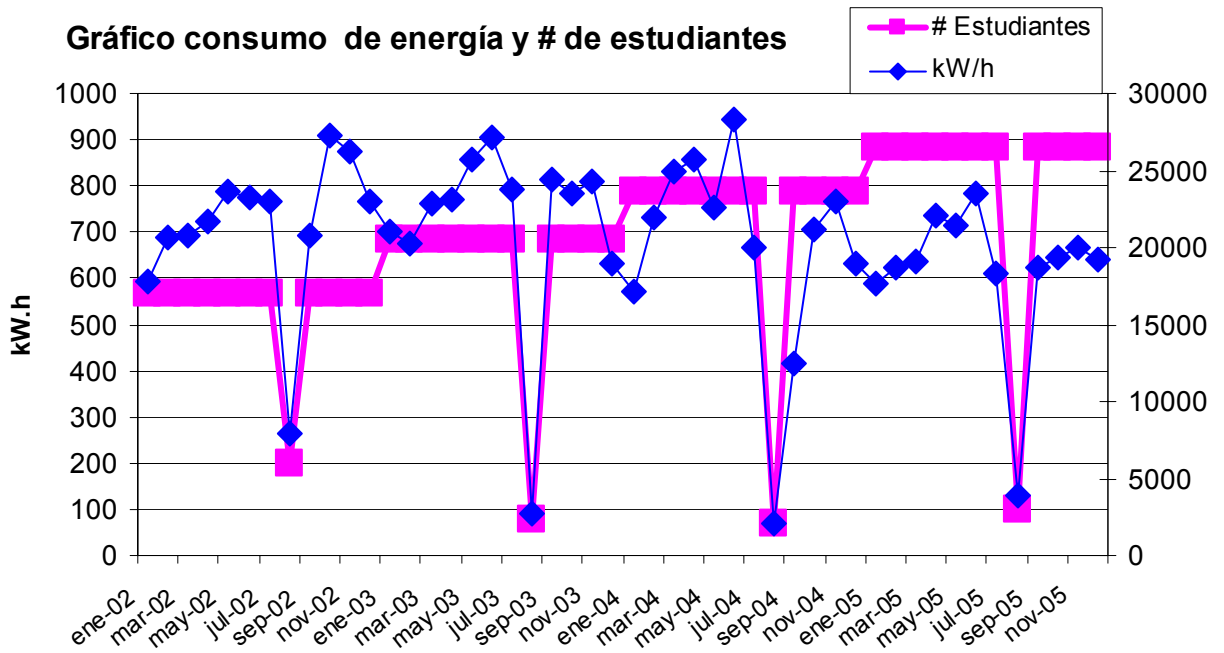


Figura # 2.2: Gráfico de consumo de energía y # de estudiantes del banco docente.

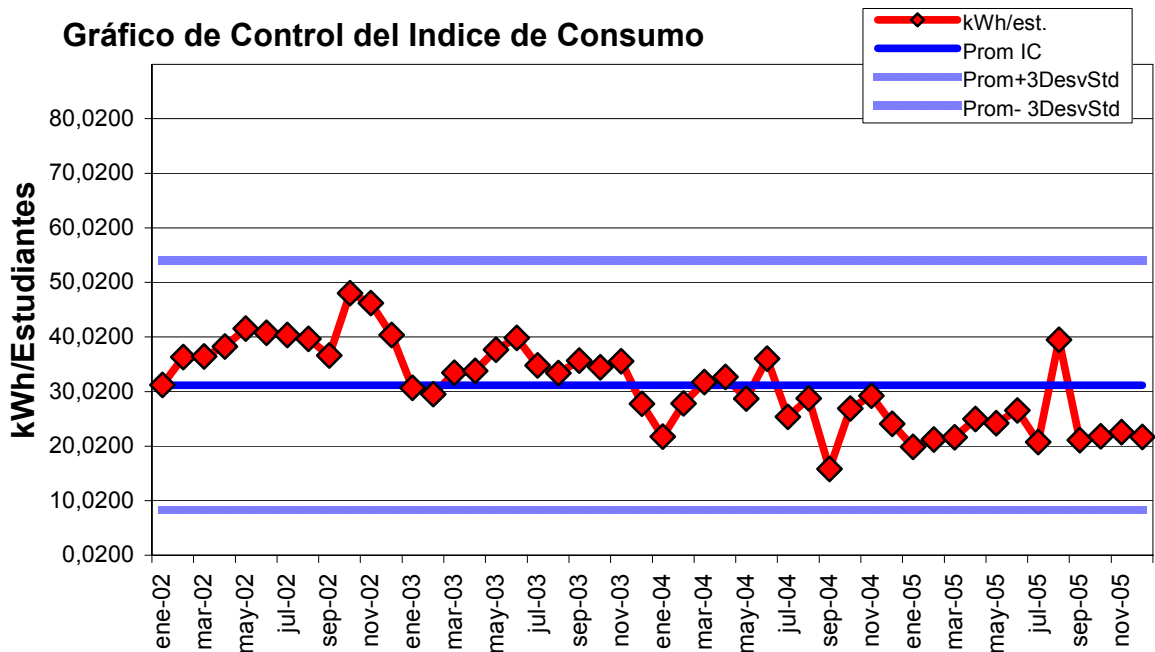
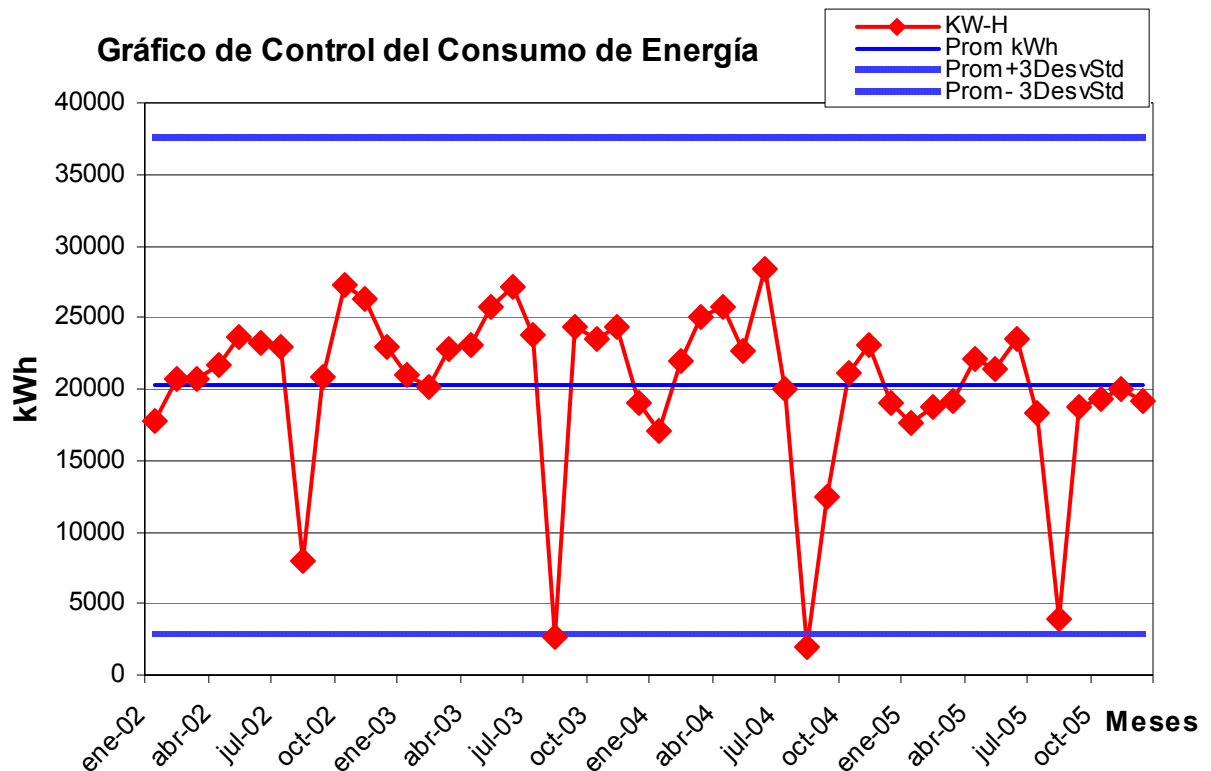


Figura # 2.3: Gráfico de control del índice de consumo del banco docente.

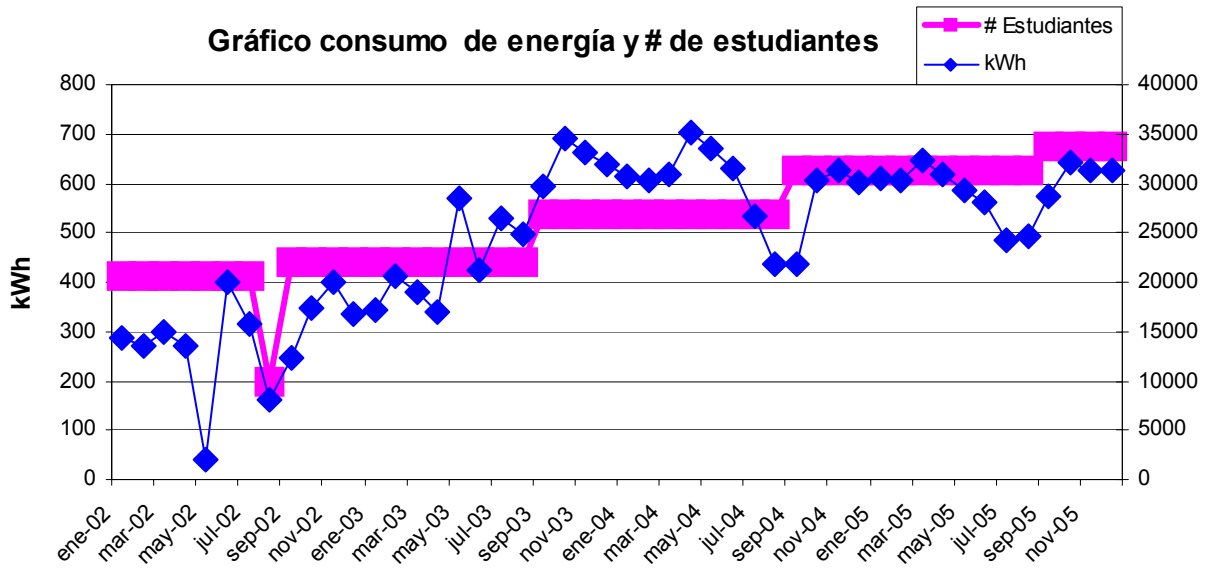


**Figura # 2.4:** Gráfico de control del índice de consumo del banco docente.

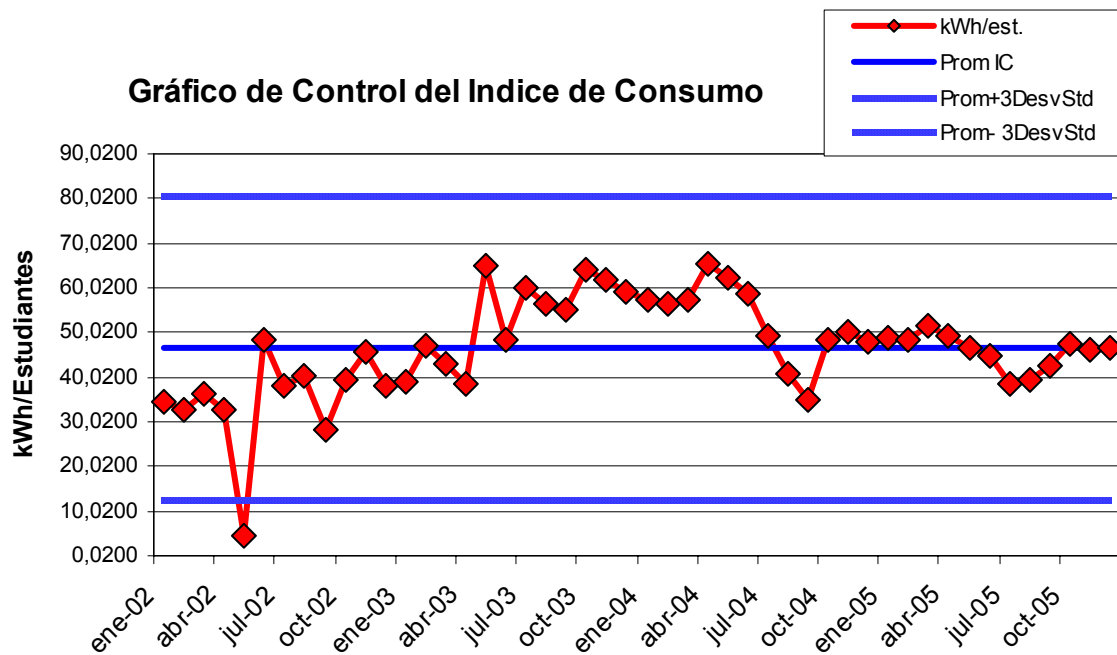
### 2.4.1. Análisis del comportamiento de los consumos y los índices del banco docente

El consumo de energía en este banco en los 4 años analizados alcanzó un valor promedio por mes de 20287,38 kWh para una desviación estándar de 5801,57 kWh, el índice de consumo promedio es de 31,2027 kWh/estudiantes con una desviación estándar de 7.6344 kWh/estudiantes. En la figura # 2.2 se observa el crecimiento al pasar de los años de la cantidad de estudiantes y como el consumo de energía en los dos primeros años es superior existiendo una matrícula inferior a los años restantes. El consumo a mediados del año 2004 surge una pequeña variación que se mantiene en el 2005 esto se debe en parte a afectaciones que existieron en el servicio eléctrico. En los demás gráficos se ve el dominio de los dos primeros años y como luego empieza a disminuir. Los picos bajos de las figuras 2.2 y 2.4 se debe a que los meses de agosto de los cuatros años hubo poca actividad en el docente debido al receso escolar. El valor de correlación es muy malo (Anexo 1), debido a que el consumo de energía por cada estudiante no se corresponde con lo que esta establecido.

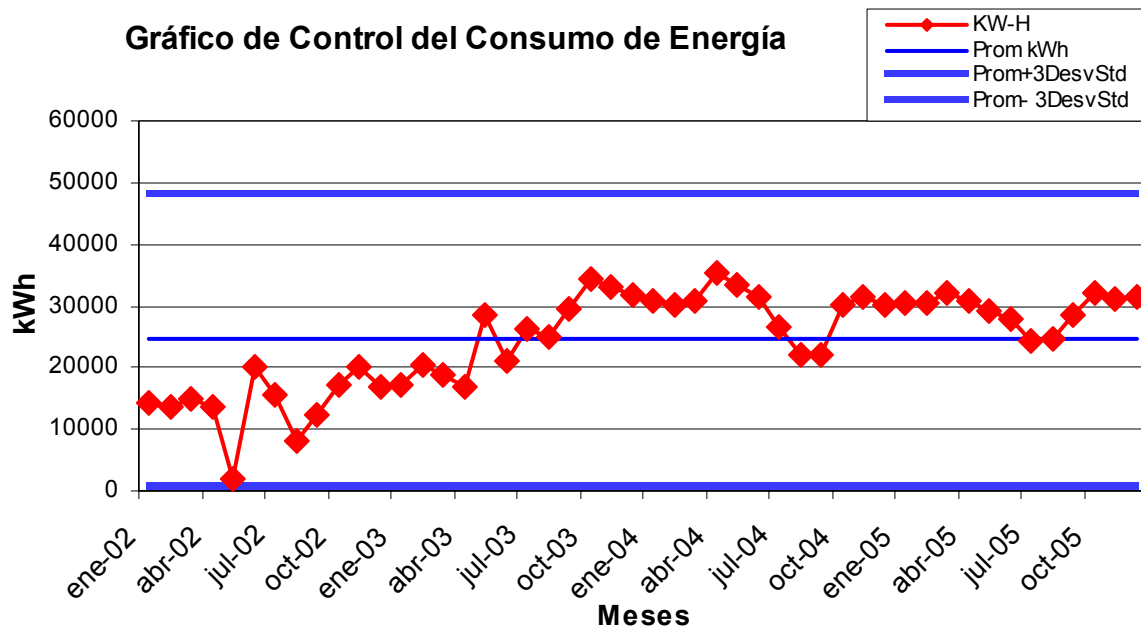




**Figura # 2.5:** Gráfico de consumo de energía y # de estudiantes del banco de residencia.



**Figura # 2.6:** Gráfico de control del índice de consumo del banco de residencia.

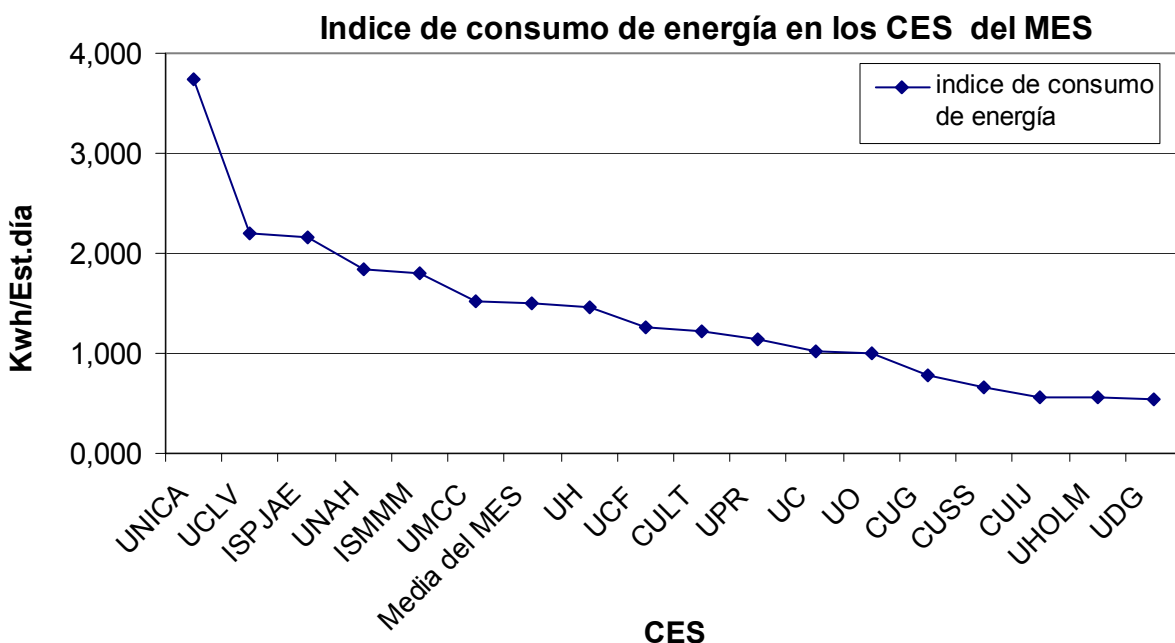


**Figura # 2.7:** Gráfico de control del consumo de energía del banco de residencia.

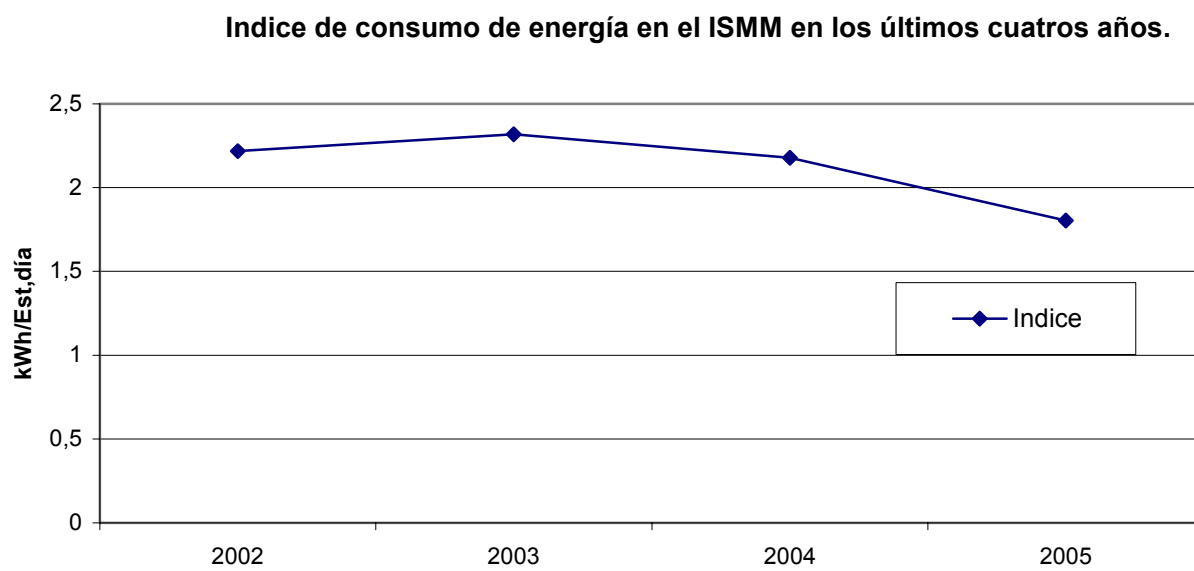
### 2.4.2. Análisis del comportamiento de los consumos y los índices del banco de residencia

El consumo de energía promedio por mes de estos 4 años es 24589 kWh para una desviación estándar de 7858,2 kWh, el índice de consumo promedio es de 46,6061 kWh/estudiantes con una desviación estándar de 11,3536 kWh/estudiantes. En las figuras se aprecian como a partir del año 2003 se registra el mayor consumo que abarca parte del 2004 y luego disminuye levemente (2005) comportándose de forma estable. Estas gráficas se ajustan mas que las del banco docente incluso el coeficiente de correlación es superior (Anexo 2) pero aun estamos fuera de lo establecido.

### 2.4.3 Evaluación del índice de consumo en el ISMM

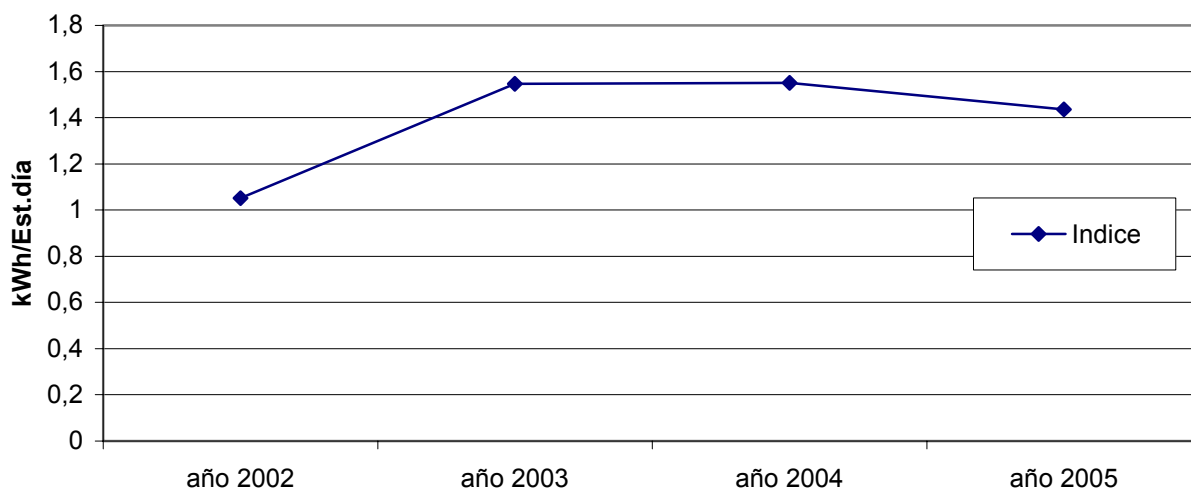


**Figura # 2.8:** Gráfico de índice de consumo de energía en las diferentes universidades.



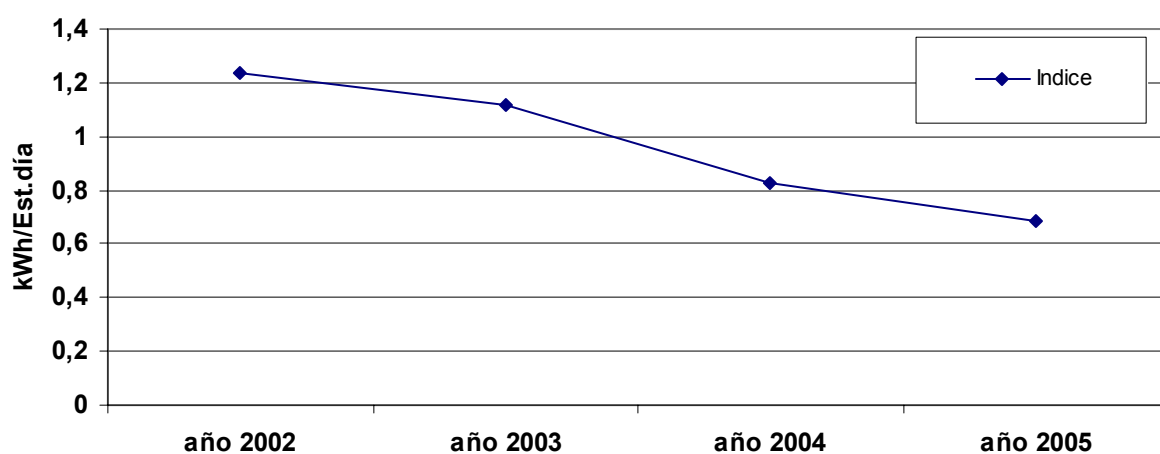
**Figura # 2.9:** Gráfico de índice de consumo de energía en el ISMM en los últimos cuatro años.

### Índice de consumo de energía en la residencia estudiantil en los últimos cuatros años.



**Figura # 2.10:** Gráfico de índice de consumo de energía en la residencia en los últimos cuatros años.

### Índice de consumo de energía en el docente en los últimos cuatros años.



**Figura # 2.11:** Gráfico de índice de consumo de energía en el docente en los últimos cuatros años.

### Análisis del comportamiento de los índices obtenidos en las diferentes figuras.

En la figura 2.8 se observa que nuestro Instituto ocupa el 5to lugar en el año 2005 con respecto a las demás universidades con un índice de consumo de energía de 1,804, por encima de la media del MES, esto implica que nuestra universidad se encuentra dentro de las primeras consumidoras de energía, comparadas con las universidades de Las Villas que

se puede decir que es una de la mas grande del país, ISPJAE, UNAH entre otras. En la figura 2.9, notamos que existe una gran disminución del índice general de consumo de energía en el 2005 con respecto a los demás años anteriores evaluados. Mientras que cuando analizamos por separados los índices de consumo obtenidos en las diferentes áreas, nos damos cuenta que el mayor índice de consumo de energía se establece en residencia como se observa en la figura 2.10, que a pesar que ha disminuido con el pasar de los años debemos centrar el mayor análisis. En el área docente figura 2.11, se aprecia la decadencia del índice de consumo de energía en el 2005 con respecto a los otros años analizados, siendo esta el área que presta servicio es la de menor índice de consumo de energía.

### **2.5 Campaña de mediciones.**

Estas se realizaron en los bancos de mayores consumos (1 y 2) que se encuentran en las áreas de residencia y docente respectivamente, se efectuaron en un período de tiempo de 24 horas, en cada banco se midió por cada edificio y general, las mediciones fueron tomadas en periodos de 10 a 15 minutos.

#### **Caracterización del equipo de medición.**

Las mediciones fueron tomadas con el registrador tipo Interlogger, algunas de las variables registrada por el equipo son:

- Factor de potencia
- Potencia activa
- Potencia reactiva
- Potencia aparente
- Tasa de Distorsión de Armónicos

Todas estas se registraron por fase y total, una forma de onda de tensión y corriente con periodo de muestreo de 128 microsegundos para valores registrados.

El tipo de conexión que se utilizó para medir con el analizador de red en los bancos del centro fueron (Línea trifásica a 4 hilos).

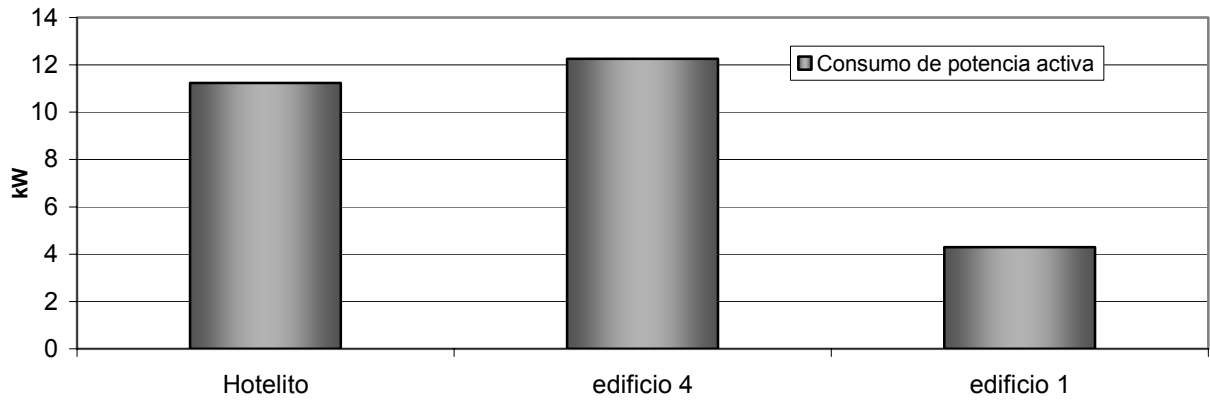
El registrador es un sistema analizador trifásico de tensión y corriente capaz de medir el contenido de armónicos y demás parámetros RMS (valores efectivos) de cada una de las fases. Empleando un complejo algoritmo matemático. Este analizador puede averiguar, porcentualmente, el contenido armónico de la distorsión armónica total en cada fase de

tensión y corriente. Las mayorías de las mediciones pueden ser leídas en display del aparato, mientras que los datos registrados pueden ser volcados en un (PC) vía puerto serial, o mediante la tarjeta de memoria (PC MCIA). Este aparato se alimenta de la línea en todo su rango de medida y la batería recargable mantiene la información registrada en caso de fallo de tensión. Todas las entradas van separadas galvánicamente y protegidas por varistores y fusibles. La unidad completa bien alojada en una caja hermética al agua y dispuesta para ambientes hostiles.

Para el análisis de los diferentes bancos de transformadores nos basamos en los gráficos de carga, la situación real de los bancos así como el funcionamiento de algunas cargas instaladas en las mismas para cada uno de los horarios asignados.

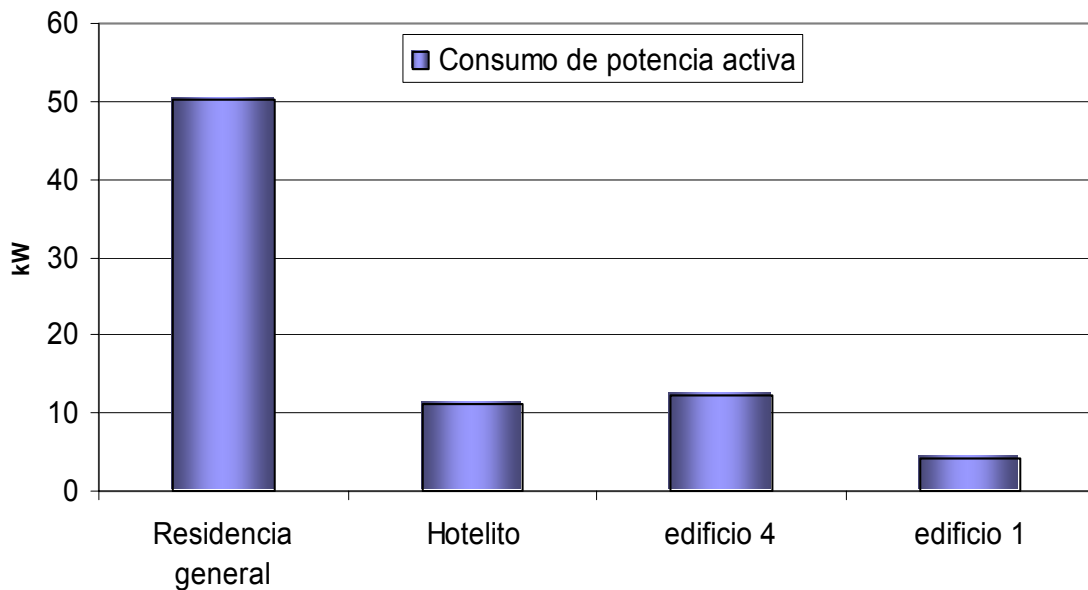
El día en que se efectuó la medición en el banco de residencia (1) se registró el consumo más elevado a las 12:21 pm con un valor igual a 69.67 kW y el valor más bajo fue de 31.92 kW y este se registró a las 15:17 pm, el horario donde se comporto el consumo poco variable fue de 2:05 a 6:05 am con un valor promedio de 35.36 kW. (Anexo4). También se midió por cada edificio separado perteneciente a este banco y se apreció que el de mayor consumo de potencia activa promedio diaria fue el edificio #4 (figura #2.12) que es el de mayor carga instalada (120.66 kW), según el gráfico de potencia (Anexo #3) se registró que el pico más elevado se alcanzó 18:32 con un valor de 25.35 kW y el valor mas bajo se registró a las 10:22 am y fue de 6.81 kW, se mantuvo poco variable de las 1:02 hasta las 5:42 am con un valor promedio de 11.9 kW. Esto se debe a que aquí habitan los estudiantes extranjeros que poseen un hábito de vida y consumo diferente al de los estudiantes cubanos.

**Consumo de promedio de potencia activa diaria por edificios en el área de residencia.**



**Figura # 2.12: Consumo promedio de potencia activa diaria por edificios en residencia.**

**Consumo promedio de potencia activa diaria por edificio y general en el banco de residencia.**

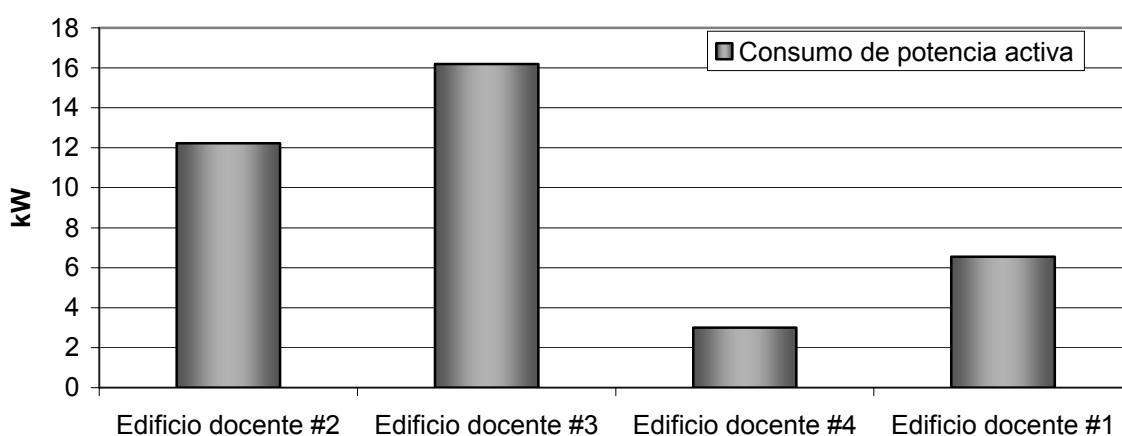


**Figura # 2.13: Consumo promedio de potencia activa diaria en residencia por edificios y general.**

En el banco #2 el consumo más elevado se produjo 7:58 am con un valor de 60.71 kW y el consumo mas bajo lo registro a las 4:48 am con un valor de 9.60 kW, el horario donde el consumo estuvo poco variable fue entre las 1:38 am y las 6:58 am con un consumo

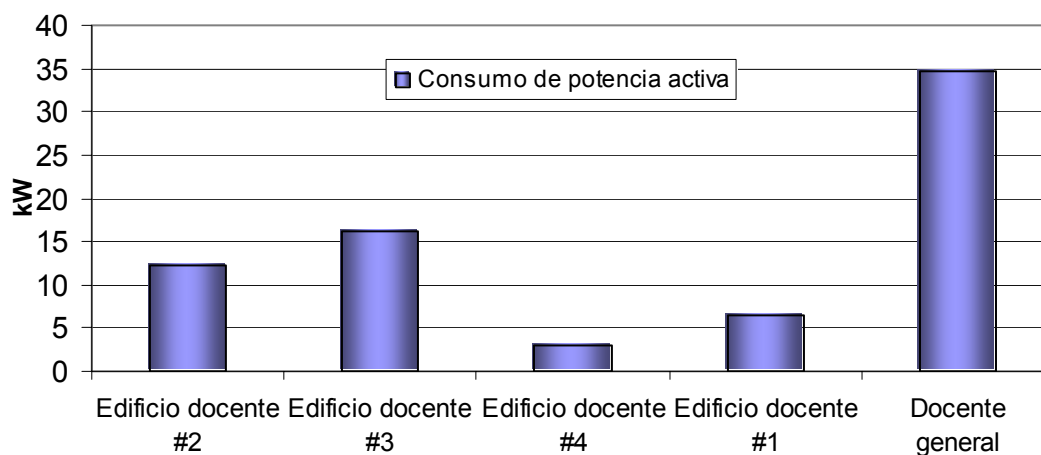
promedio de 11.66 kW. (Anexo 5). También se midieron los edificios docentes por separados y como se aprecia en la figura # 2.14 el de mayor consumo promedio de potencia activa diaria fue el edificio #3 que es el de mayor carga instalada (184.499 kW), el registro de mayor consumo en las mediciones realizadas lo alcanzó a las 13:57 pm con un valor de 31.41 kW y el menor valor registrado fue de 6.17 kW a las 6:26. Se comportó poco variable el consumo de potencia en el horario de 17:46 a 2:26 am con un valor promedio de 12.29 kW. (Anexo # 6).

**Consumo promedio de potencia activa diaria por edificio en el área docente.**



**Figura # 2.14:** Consumo promedio de potencia activa diaria por edificios docentes.

**Consumo promedio de potencia activa diaria en el banco docente por edificio y general.**



**Figura # 2.15:** Consumo promedio de potencia activa diaria por edificios docentes y docente general.



## **2.6 Estudio de la situación real del centro:**

Nuestro centro se alimenta de la subestación número dos que se localiza en la entrada de Moa al frente del combinado mecánico del níquel con una capacidad instalada de 6.3 MVA, a una distancia aproximadamente de 1,6 Km, alimentándose con una tensión de 33,5 kV y una entrega por el secundario de 13.2 kV. (Anexo 7)

El sistema energético del centro está conformado por tres bancos de transformadores, el banco número uno está formado por tres transformadores monofásicos (Anexo #8) y los bancos número dos y tres por dos transformadores monofásicos (Anexo #9), el cual no existe defasaje de 120° entre cada una de las fases, se encuentra completamente desbalanceado. El sistema de barras de los transformadores y protección por el lado de alta se encuentra en mal estado técnico y las cuchillas generales presentan que afecta el buen funcionamiento de los mismos. (Anexos # 10, 11, 12)

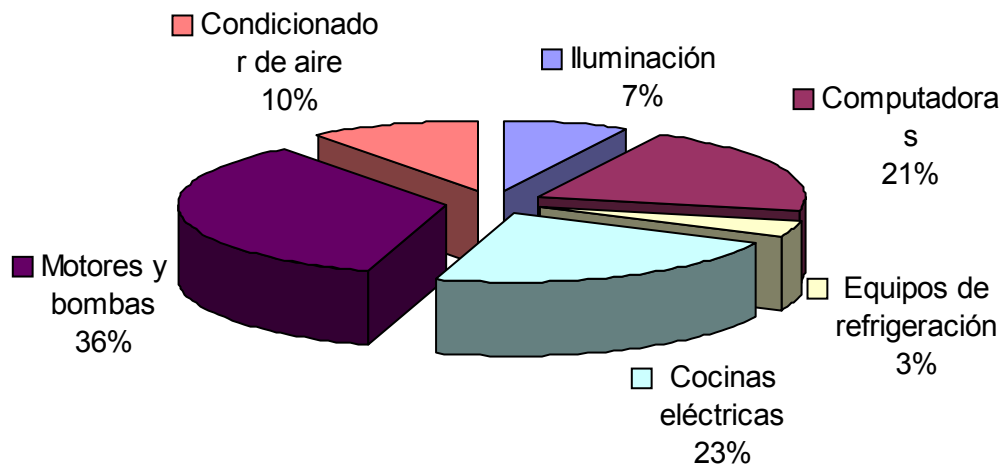
En los edificios y talleres se encuentran un gran sinnúmero de cables deteriorados producto a las filtraciones del agua que han provocado en muchas ocasiones la interrupción a diferentes áreas del centro.

**Tabla # 2.14 Carga instalada en el centro**

<b>Áreas</b>	<b>kW</b>
<b>Banco # 1</b>	<b>339.457</b>
<b>Banco # 2</b>	<b>554.995</b>
<b>Banco # 3</b>	<b>27.16</b>
<b>Total</b>	<b>921.612</b>

A continuación mostramos el por ciento de algunas cargas instaladas seleccionadas con relación con la carga total instalada.

### % de las diferentes cargas seleccionadas



**Figura # 2.16:** % de las cargas instaladas seleccionadas de la carga total.

### **2.7 Estado técnico de los elementos que conforman el sistema eléctrico del centro.**

En el recorrido realizado por el centro se detectaron deficiencias que atentan contra el buen funcionamiento del sistema eléctrico, atendiendo a esta situación se relacionaron varias de estas deficiencias:

1. Los conductores eléctricos que pertenecen al sistema de alumbrado se encuentran en mal estado técnico.

Ejemplo: En los edificios de residencia se pueden encontrar estas dificultades ya que la protección de los conductores que se encuentran por dentro de las tuberías eléctricas están destruidas por varias partes del circuito lo que provoca que se cortocircuiten los conductores. Existen filtraciones producidas por el agua; esto se debe a la deficiente construcción de los edificios.

2. Violación de las normas del proyecto eléctrico.

Ejemplo: En la residencia estudiantil se realizan instalaciones exteriores (tendederos) sin tener una norma adecuada para la instalación por tanto podemos decir que no se calculan para la potencia real instalada.

3. Se encuentran circuitos sobrecargados que influyen en la buena distribución del sistema eléctrico.

Ejemplo de esta dificultad se pueden señalar los interruptores de cuchillas generales

en los bancos 1 y 2, donde se observó un apreciable calentamiento en unas de sus fases debido a conexiones en mal estado.

Otro ejemplo es que una vez efectuadas las mediciones se detectaron problemas de calidad de la energía en el banco N0 2, producto de la conexión delta abierta que el mismo tiene, existe desbalance y asimetría en las fases.

4. Existen motores que se encuentran instalados adimensionalmente por tanto afectan en gran medida el factor de potencia del centro.

Ejemplos de esta situación la podemos ver en la planta de beneficio; taller de transporte; taller de piedras semipreciosas.

5. No existe una adecuada protección a tierra de los equipos eléctricos.

Ejemplo: Planta de beneficio, taller de mecánica, taller de piedras semipreciosas y algunos laboratorios de la facultad Minas-Geología.

6. No existe conciencia con los equipos que están encendidos innecesariamente de parte de los estudiantes.

## ***2.8 Deficiencias que se encontraron en recorrido realizado a la red hidráulica del centro.***

1. Salideros por roturas de las tuberías en las áreas docente y residencia.
2. Mal estado técnico de la bomba.
3. Sanitarios sin su adecuado equipamiento. (Ejemplo baño de primera planta del edificio de Metalurgia-Electromecánica)
4. La tubería que está a la salida de la bomba hacia el tanque posee varios diámetros.
5. No existe una válvula que cierre el paso de agua al docente cuando se entrega por la tarde-noche a residencia.
6. Se detectaron pilas con problemas en la zapatilla.
7. La bomba esta fuera de sus parámetros nominales.
8. No existe un adecuado mantenimiento de la bomba.

## **2.9 Conclusiones.**

En este capítulo se logró mostrar el comportamiento de los diferentes portadores energéticos del centro, y se hizo énfasis en el portador electricidad y el agua por ser estos los de mayor consumo y derroche. Se realizó un levantamiento que nos permitió identificar la carga instalada actual que posee el centro, que conjuntamente con las mediciones realizadas en los diferentes bancos de transformadores nos conllevó a búsquedas de soluciones de ahorro, y para una buena distribución de la energía eléctrica, que permita un buen funcionamiento de los bancos de transformadores dentro de las condiciones actuales.

Además se determinaron los indicadores globales de consumo de energía eléctrica en las áreas docente y residencia, donde se pudo apreciar que en la actividad de residencia existe un incremento considerable del consumo. También se hizo un estudio del agua donde se conoció el estado de la red hidráulica del centro y las características de la bomba en las condiciones de trabajo.

## **Capitulo III: Alternativas energéticas.**

### ***3.1 Introducción***

En los últimos años las fuentes alternativas de energía han adquirido una importancia cada vez mayor en Cuba. A partir de esto especialistas y trabajadores vienen trabajando sostenidamente en la búsqueda de nuevas soluciones que garanticen el buen funcionamiento de las tecnologías, estas se encuentran en un proceso de cambio por tanto requieren de una especial atención y su posible aplicación esta determinada por los resultados que se obtengan en cada investigación dentro de las condiciones actuales.

### ***3.2 Análisis del portador electricidad y agua dentro de la gestión energética el ISMM***

El sistema de gestión energética del ISMM se basa principalmente en tres aspectos fundamentales:

1. Auditorias y diagnósticos: esto nos brinda las características actuales de los portadores energéticos del centro, esto se realiza con bastante frecuencia a través de estudios, trabajos de diplomas como este, forum, ect.
2. Sistemas de control y monitoreos: en el centro existe un sistema de control automatizado en el banco de transformadores del docente del cual se controla todos los parámetros eléctricos de dicho banco, se recomienda que se coloque en los demás bancos.
3. Programa de Ahorro: aquí se dictan un grupo de medidas para el ahorro de consumos de los portadores energéticos del centro y el agua.

Analizaremos ahora el conjunto de medidas de ahorro y acciones de control dictada por el sistema de gestión del centro en el 2005 (Anexo #20) al portador electricidad y el agua para ver lo que se ha hecho al respecto.

#### **Energía eléctrica:**

Las acciones de control se realizan pero muy poco, se deben incrementar más las auditorias y los diagnósticos e instalar mas sistemas de monitoreos automatizados para el control de los consumos de energía, se debe exigir la factura de pago de la electricidad a la empresa eléctrica para saber si se corresponde con los consumos, también se deben cambiar e instalar más protecciones y acometidas que estén dentro de las normas. El mantenimiento

de estas instalaciones para alcanzar una mayor eficiencia no se cumple como es debido. En cuanto al alumbrado, no se cumple del todo las medidas dictadas, porque existen áreas con déficit de claridad producto a la iluminación requerida, existen luminarias en muy malas condiciones y las lámparas fundidas.

El tiempo de bombeo sigue siendo el mismo por tanto no se cumplió esta medida, como tampoco se sustituyeron los breaker actuales por sistemas de disparo automático.

En cuanto a la sustitución de los transformadores en el banco docente por otros de mayor potencia no se ha realizado, lo que se hizo fue cambiar uno de 75 MVA por uno de 50 MVA lo cual disminuye la carga de este banco.

El mantenimiento y limpieza sistemática de reflectores y luminarias es muy escaso.

#### **Agua :**

Se está cumpliendo parcialmente con el mantenimiento y control del estado técnico de la red hidráulica y en la eliminación de salideros en sanitarios y pilas de agua. También se determinó el nivel de consumo de agua por actividad, en este trabajo se hace énfasis a esto. En cuanto a la bomba el mantenimiento que se le da hoy en día es muy pobre, es un engrase, por tanto esta medida se cumple parcialmente, y existe derrames en los diferentes tanques del centro y pienso que en esta medida debe establecerse un control que le de cumplimiento.

### **3.3 Cálculo de las pérdidas de energía en los transformadores.**

Metodología para el cálculo de pérdidas de energía en los transformadores.

Las pérdidas que ocurren en los transformadores están dadas fundamentalmente por las pérdidas activas (P) y reactivas (Q). Las pérdidas activas están dadas, cuando el transformador está con carga, por las pérdidas en el cobre, por el calentamiento de los devanados y cuando el transformador está trabajando en vacío.

Las pérdidas reactivas del transformador están dadas, cuando está con carga, por la dispersión del flujo magnético y cuando está trabajando en vacío.

Para determinar estas pérdidas se utiliza la siguiente metodología de cálculo. El consumo de energía eléctrica por concepto de pérdidas en un transformador durante un tiempo dado será:(12 y 23)

$$\Delta E_a = \Delta P_t \text{ (kW)}$$

Donde:

$\Delta P_t$ : Pérdidas activas referidas totales del transformador; (kW).

T: Tiempo de trabajo de los transformadores (horas)

Las pérdidas activas referidas totales se calculan por la siguiente expresión:

$$\Delta P't = \Delta P'sc + K_c^2 \Delta P'cc \quad (\text{kW})$$

$$\Delta P'sc = \Delta Psc + \Delta Q'_{sc} \quad (\text{kW})$$

Donde

$\Delta P'cc$  : Pérdidas referidas de cortocircuito; (kW)

$K_c$  : Coeficiente de carga.

$S_c$  : Carga real del transformador ; (kW)

La potencia reactiva demandada por el transformador se calcula de la siguiente forma:

$$\Delta Q'sc = S_n \frac{I_{sc}}{100}$$

Donde:

$\Delta Q_{sc}$ : Potencia reactiva demandada por el transformador sin carga.

$I_{sc}$ : Corriente del transformador sin carga.

$U_{cc}$ : Voltaje de cortocircuito del transformador; (%).

Este cálculo de las pérdidas de los transformadores se realiza con ayuda de catálogos y datos nominales como son:

- ✓ Tipo de transformador, conexión.
- ✓ Potencia nominal del transformador en kVA.
- ✓ Tensión nominal en el primario.
- ✓ Tensión en el secundario.
- ✓ Tensión en cortocircuito.
- ✓ Potencia en vacío.

También existe otro método de análisis para calcular las pérdidas de energía en los transformadores las cuales se calculan de la siguiente forma:

$$\Delta E = N * \Delta P_{sc} * 8760 + \frac{1}{N} * \Delta P_{cc} * \left( \frac{S_M}{S_C} \right)^2 * T$$

$$T = \left( 0.124 + \frac{T_M}{10^4} \right)^2 * 8760 \text{ Horas.}$$

Donde:

$S_M$ : Carga máxima de los transformadores.

$S_C$ : Potencia del transformador.

$T_m$ : Duración de la carga máxima.

$N$ : Número de transformadores en paralelo.

### 3.3.1 Cálculo de las pérdidas anuales de energía para el banco de residencia estudiantil

El banco de residencia estudiantil está constituido por dos transformadores monofásicos de 50 kVA y uno de 75 kVA, alimentado por una línea primaria de 13.2 kV y una entrega por el secundario de 0.24 kV con una conexión estrella-delta cerrada. Con los siguientes datos:

$\Delta P_{sc1} = 0.269$  kW,  $\Delta P_{cc1} = 0.884$  kW,  $\Delta P_{sc2} = 0.199$  kW,  $\Delta P_{cc2} = 0.626$  kW,  $\Delta P_{sc3} = 0.199$  kW,  $\Delta P_{cc3} = 0.626$  kW.

$\Delta P_{sct} = 0.667$  kW,  $\Delta P_{cct} = 2.136$  kW, una carga máxima con un valor de 81.38 kVA y un tiempo de duración de la carga máxima igual a 1460 horas/año.

$$T = \left( 0.124 + \frac{T_M}{10^4} \right)^2 * 8760 \text{ Horas}$$

$$T = \left( 0.124 + \frac{1460}{10^4} \right)^2 * 8760$$

$T = 639$  horas.

$$\Delta E = N * \Delta P_{sc} * 8760 + \frac{1}{N} * \Delta P_{cc} * \left( \frac{S_M}{S_C} \right)^2 * T$$

$$\Delta E = 0.667 * 8760 + 2.136 * \left( \frac{81.38}{175} \right)^2 * 639$$

$\Delta E_{TOT1} = 6138.08$  kWh/año.

Teniendo en cuenta que la empresa eléctrica tiene impuesta una tarifa de \$ 0.06 por cada kWh, el centro pierde anualmente \$368.28 en este banco.

### 3.3.2 Cálculo de las pérdidas anuales de energía para el banco del docente

El banco docente está constituido por dos transformadores de 50 kVA. Alimentado por una línea primaria de 13.2 kV y una entrega por el secundario de 0.24 kV con una conexión



estrella abierta delta abierta. Con los siguientes datos:

$\Delta P_{sc}$  total = 0.398 kW,  $\Delta P_{cc}$  total = 1.252 kW, carga máxima de 52.35 kVA respectivamente, y un tiempo de duración de la carga máxima igual a 1825 horas/año, respectivamente.

$$T = \left( 0.124 + \frac{T_M}{10^4} \right)^2 * 8760 \text{ Horas}$$

$$T = \left( 0.124 + \frac{1825}{10000} \right)^2 * 8760$$

T = 823 horas.

$$\Delta E_1 = N * \Delta P_{sc} * 8760 + \frac{1}{N} * \Delta P_{cc} * \left( \frac{S_M}{S_C} \right)^2 * T$$

$$\Delta E_1 = 0.398 * 8760 + 1.252 * \left( \frac{52.35}{100} \right)^2 * 823$$

$\Delta E_1 = 3768.86$  kWh/año.

Pérdida anual del banco \$226.13

### 3.4 Propuesta de del índice de consumo de energía por estudiante en residencia

Como se comprobó en el capítulo anterior que en el área de residencia existe mayor índice de consumo de energía por estudiante, hacemos la siguiente propuesta:

Equipo/ concepto	Per cápita por estudiante	Potencia KW		Tiempo de de trabajo (h)	Consumo de energía (KWh/Estad. Días)
Ventilador	1/2	0,04	(0,020)	8,0	0,1600
Cocina	1/14	1,2	(0,086)	4,5	0,3870
Calentador	1/34	1,2	(0,035)	0,1	0,0035
Iluminación	2Lamp/cubículo	0,04	(0,010)	8,0	0,0800
Iluminación exterior	3 Lamp/24 Est.	0,05	(0,005)	10,0	0,0500
Televisor	1/24 Est.	0,07	(0,003)	6,0	0,0180
Refrigerador	1/20 Est.	0,08	(0,004)	10,0	0,0400
Otros	1	0,02	(0,020)	3,0	0,0600
<b>Índice de consumo de energía general de la residencia</b>					<b>0,8</b>

Esto se realizó con los datos logrados del levantamiento realizado, atendiendo el tiempo de trabajo de cada equipo y su potencia.

Para poder dar cumplimiento a esto a esta propuesta deben instalarse breaker que responda a la potencia calculada y desconecte a los consumidores que se encuentran excedidos en el consumo de potencia activa.

Aporte de la reducción del consumo por concepto de fijar el índice de consumo en residencia acorde al estándar nacional aporte una cifra de \$9460.8 al año.

### **3.5 Análisis económico de las reservas que presenta el portador electricidad y el agua**

#### **1- Reserva por el tiempo de bombeo.**

<b>Tiempo de bombeo establecido con los parámetros nominales de la bomba en un día</b>	<b>Tiempo real de bombeo en un día</b>	<b>diferencia</b>	<b>Potencia real de la bomba</b>	<b>Consumo anual en kWh</b>	<b>Pérdida anuales en dinero</b>
<b>5 horas</b>	<b>6.5 horas</b>	<b>1,5 horas</b>	<b>30kW</b>	<b>16 425</b>	<b>\$ 985.5</b>

#### **2- Pago de agua de salideros.**

El gasto total de agua en un año por salideros se estimó en el capítulo anterior y dio un valor de 1 586,84 m<sup>3</sup>/año, sabiendo que por cada m<sup>3</sup> el instituto paga 10 ctvos., existe una pérdida de dinero por este concepto de \$ 158.684. Esto vinculado con el medio ambiente posee un valor superior al costo en perdidas en salideros, ya que el agua es el recurso mas indispensable para la vida.

#### **3- incremento de potencia de consumo en la bomba**

Existe actual una bomba de 30 kW, esta trabaja 6.5 horas diarias para un consumo de 195 kWh, comparado con los datos nominales de la bomba que debe usarse para el bombeo de agua en el centro mencionada en el capitulo anterior, que posee una potencia nominal de 20 kW y un tiempo de trabajo de 5 horas para un consumo de 100 kWh en un día, se observa que existe un sobreconsumo de 95 kWh por día para una pérdida de \$2 080.5 al año.

### **3.4 Valor total de las reservas encontradas**

<b>Conceptos</b>	<b>Valor en un año (pesos)</b>
Por pérdida total en el banco #1	368.28
Por pérdida total en el banco #2	226.13
Por implantación del índice de consumo	9460.8
Por tiempo de bombeo	985.5
Sobreconsumo de agua según norma	3542
Por pérdidas en salideros	158.684
Por incremento de potencia de consumo en la bomba	2 080.5
<b>Total</b>	<b>16821.894</b>

### **3.5 Propuestas de medidas de ahorro**

#### **Electricidad**

- Cambio y instalaciones de protecciones en las pizarras de las áreas de residencia y docente.
- Restaurar el sistema de suministro eléctrico del área de residencia.
- Establecer el control de la carga instalada en función de la capacidad de los bancos de suministro de la energía eléctrica y establecer un mayor control en el consumo de residencia.
- Definir el consumo per cápita de energía por estudiante según propuesta (0.8 Kwh/etud.dia) para establecer el sistema de protecciones acorde a la norma interna.
- Sistematizar el control del consumo de los puestos claves como climatización, bombeo de agua y cámara fría.

#### **Agua**

- Cambio del diámetro de tuberías de 2cm a 4cm.

- Instalación de válvula para poder cerrar el paso de agua en la tarde-noche en el docente ya que en ese momento se encuentra prácticamente deshabilitado.
- Mantenimiento adecuado de la bomba atendiendo a los criterios de eficiencia.
- Continuar en la eliminación de salideros en su totalidad.
- Reducción del tiempo de bombeo en función de la eliminación de las pérdidas en salideros.
- Reparación de las instalaciones sanitarias.

### **3.6 Conclusiones**

En este capítulo se abordaron las medidas necesarias para garantizar el buen uso del portador electricidad y el agua en el centro, tomando como iniciativa las propuestas realizadas con vista a obtener mejoras en el sector de los servicios.

Se propuso un índice de consumo de energía en residencia que de aplicarse con rigurosidad las condiciones para alcanzarlo, mejoraría el índice de consumo global de la universidad, también tiene gran importancia aplicar las medidas para mejorar la red hidráulica ya que con eso se eliminaría las pérdidas existentes y esto representaría un ahorro significativo monetario y de energía, y la bomba mejoraría su eficiencia. En cuanto a la mejora del sistema de suministro eléctrico se debe trabajar duro porque las protecciones que existen están en muy mal estado y muchas no cumplen con las normas establecidas lo que provoca interrupciones en el servicio eléctrico del centro y a veces no disparan y producen daños en los equipos de trabajos o electrodomésticos.

#### **3.6.1 Conclusión económica**

Concluimos que el valor total de las reservas encontradas en el centro en pesos anuales es de \$16821.894.

## Conclusiones generales

- Se ratificó que el portador de mayor peso en los consumos energéticos del ISMM es la electricidad, seguido por el agua que constituye una de las principales reservas en cuanto a eficiencia del sistema de bombeo y su uso racional. Este recurso es una de las fuentes principales para el desarrollo de la especie humana y debe ser considerado con un mayor interés atendiendo a su carácter estratégico para la economía nacional. Nuestro centro presenta déficit en la entrega de este último a las diferentes áreas, debido al mal estado técnico de la red hidráulica, deficiencia en la bomba, salidero, etc. Por concepto de salideros se está perdiendo 1586.84 m<sup>3</sup>/año que representa una cantidad en dinero de \$158.684. Actualmente se está consumiendo por concepto de bombeo 195 kWh por días y existe un sobreconsumo de energía de 70.4 kWh en relación al sobre consumo de agua.
- Con respecto a los datos nominales que debe consumir el sistema de bombeo del centro se detectó un sobre consumo de 48% de pérdidas asociadas a la potencia del motor que se ha incrementado para suplir los problemas que presenta la instalación. Esto representa un gasto adicional de 2080.5 pesos anuales.
- El índice de consumo de energía global del centro en el 2005 fue de 1.80 kWh/Est.día. Estableciendo una comparación con los años anteriores ejemplo el 2002, donde el índice fue de 2.12 kWh/Est.día se observa que ha existido una disminución de un 32% lo que representa un ahorro por este concepto de \$4730.4 sin embargo este valor aun resulta alto si comparamos nuestro consumo contra los índices de otros centros mayores con matriculas superiores. Durante los últimos cuatro años se observa que el mayor índice de consumo se tiene en el área de residencia con un valor de 1.44 kWh/Est.día (para el año 2003); por ello se propone llevar este valor a 0.8 kWh/Est.día y esto significaría un ahorro anual de \$9460.8 pesos.
- En las principales áreas del centro (residencia y docente) se ratificó que el mayor consumidor de energía es la actividad residencia con una demanda de 50.18 kW y dentro de esta área el mayor consumidor es el edificio # 4 con 12.26 kW.
- La carga total instalada en el centro que es de 921.612 kW creció en este año en 78.69 kW con respecto a la del año 2002 (842.992 kW).

## Recomendaciones

- Incorporación de una válvula en la tubería de paso de agua al docente.
- Poner en marcha el plan para obtener el índice de consumo de energía propuesto en la residencia.
- Instalación de breaker que responda a la potencia calculada en la propuesta del índice de consumo.
- Que la bomba sea cambiada según sus parámetros nominales.
- Cambiar el tramo de la tubería de la salida de la bomba hacia el tanque y que posea su diámetro original de 4 pulgadas.
- Mantenimiento adecuado de la bomba según el fabricante.
- Exigir a la empresa electricista factura de pago de electricidad.

## Bibliografía.

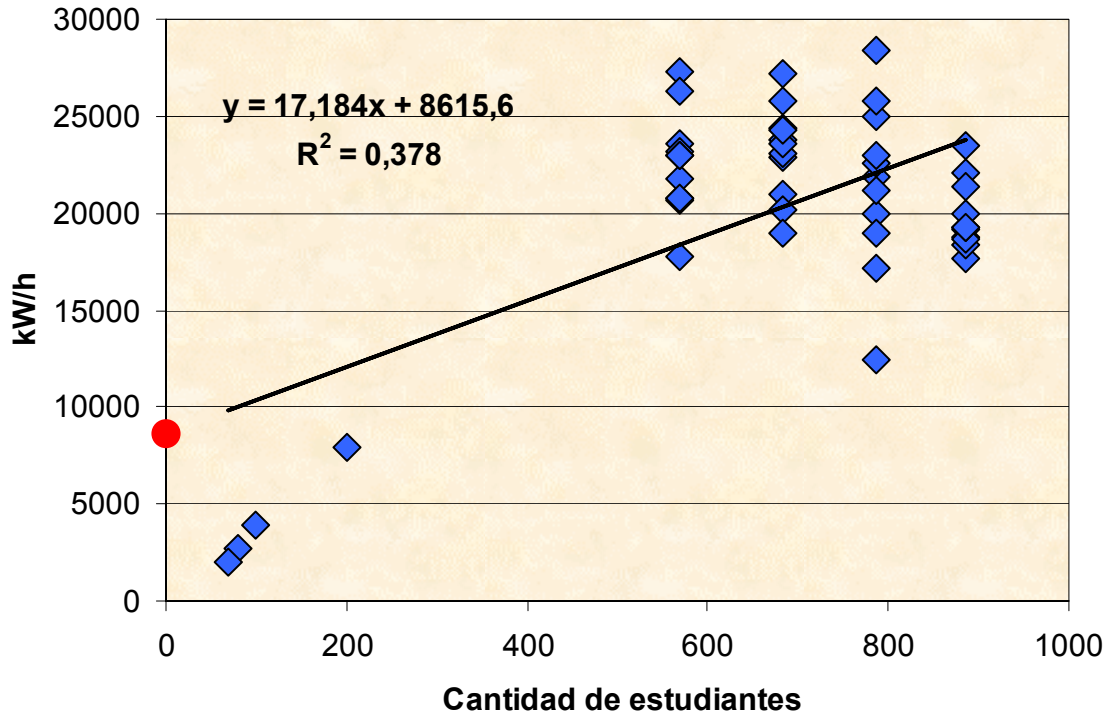
1. Acle Tomasini, Alfredo. Planeación estratégica y control total de la calidad. Editorial Grijalbo S.A. México D.F. 1989.
2. Ahorro de Energía. <http://www.PAEC>.
3. Balcells. J. Medida de la calidad de la red eléctrica. ELECTRA nº 105 febrero 2001. <http://energuía.com>.
4. Borroto Nordelo, Aníbal E. Gestión Energética Empresarial. Editorial Universidad de Cienfuegos, 2002.
5. Campos Avella, Juan C.; Leonardo Santos Macías y Osmel Cabrera. “Análisis termoeconómico: herramienta para establecer acciones de ahorro y conservación de la energía”. Revista Construcción de Maquinaria (Cuba). 2: Mayo - Agosto, 1995.
6. Campos Avella, Juan C.; Santos Macías, Leonardo. “Gerencia energética: un nuevo camino hacia el ahorro y uso racional de la energía”. Revista Construcción de Maquinaria (Cuba). 3: Mayo - Agosto, 1995.
7. Campos Avella, Juan Carlos; Gómez Dorta Rafael; Santos Macías, Leonardo. La eficiencia energética en la gestión empresarial. Editorial Universidad de Cienfuegos, 1999...
8. Conservación de Energía en la Industria: manual de recomendaciones. Sao Pablo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 1990.
9. Despacho nacional de carga, UNE. Comunicación interna, 1999.
10. Eficiencia Energética Provechosa para el Medio Ambiente. (2004). [www.medioambiente.com](http://www.medioambiente.com)
11. ENCSAC. (Cuba). Uso eficiente de la energía en calderas y redes de vapor de la IDEA.
12. Feodorov, Suministro eléctrico industrial, la Habana. Editorial pueblo y educación 1987.
13. Fernández Condes, Emilio. Termodinámica Técnica, La Habana. Editorial pueblo y Educación 1994.

14. Figueroa Pérez, Arian E. (2002). Análisis del Consumo de Energía Eléctrica y reservas de Portadores Energéticos en el ISMM. (Trabajo de Diploma).
15. Freund, John E. Estadística Elemental Moderna, Editorial Cuba y Educación. Habana. 1983.
16. García Faure, Luis. Cuales son hoy los territorios mas amenazados por la escasez de agua. Presentación de Microsoft Power Point. Santiago de Cuba, 1977.
17. Gutiérrez Pulido, Humberto. La Calidad Total y el Ahorro de Energía. Universidad de Guadalajara. México. 1993.
18. <http://www.energía.info.cu/PAEC>.
19. <http://www.ica.org/textbase>.
20. <http://energuia.com>. Ciencias de la tierra y del medio ambiente. Libro electrónico.
21. Indicators for energy, Use and Efficiency, Intenational Energy agency, OECD, Paris, 1997.
22. Kostenko. Máquinas Eléctricas (dos tomos). Editorial Mir-Moscú.
23. López López I.; Pérez Martín D. Inventario nacional de Gases de Efecto de Invernadero de la generación eléctrica correspondiente a 1990 Preprint CIEN-12-7/98, Habana 1998.
24. Mazorra S. J. Gestión Energética Integral. CETA. 1998.
25. Mc Pherson. George. An introduction to Electrical Machines and Transformers. Segunda edición. 1989.



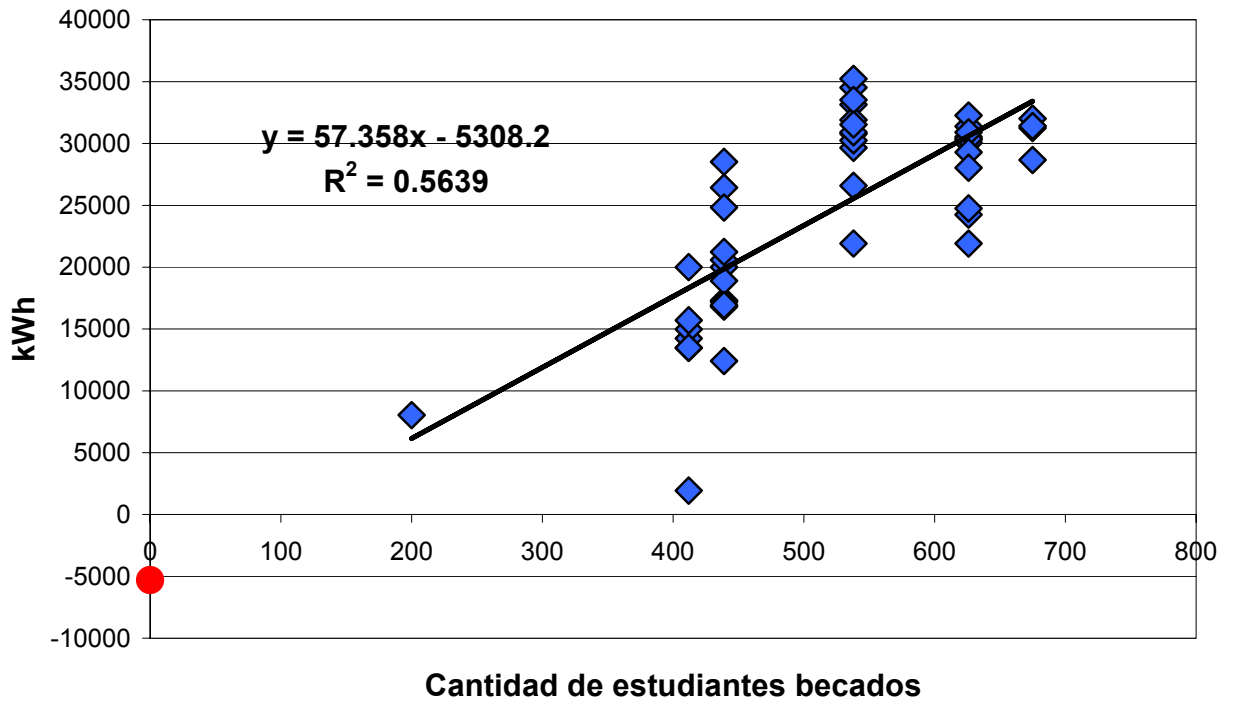
# Anexo #1

## Diagrama de correlación Energía vs. Estudiantes



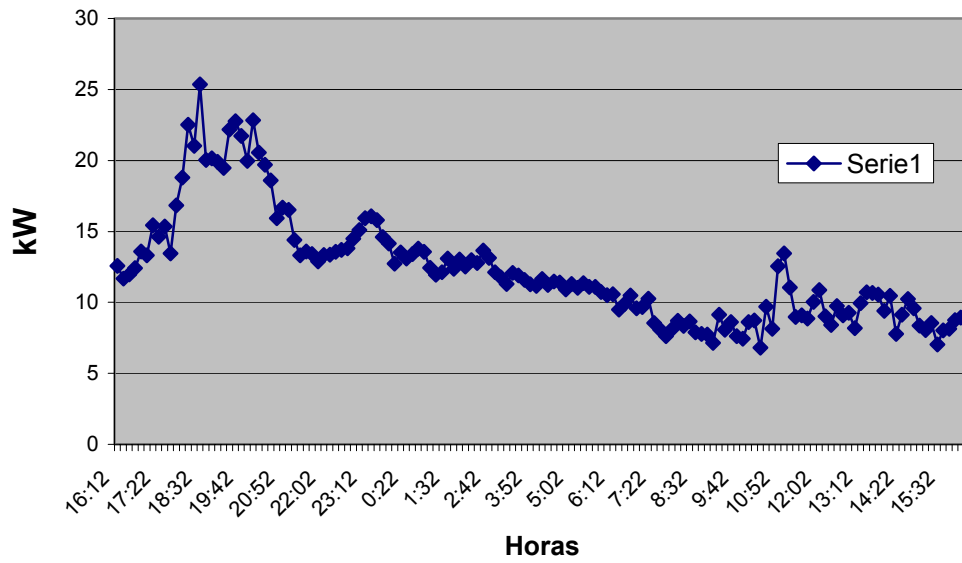
## Anexo #2

### Diagrama de Dispersión Energía vs. Estudiantes

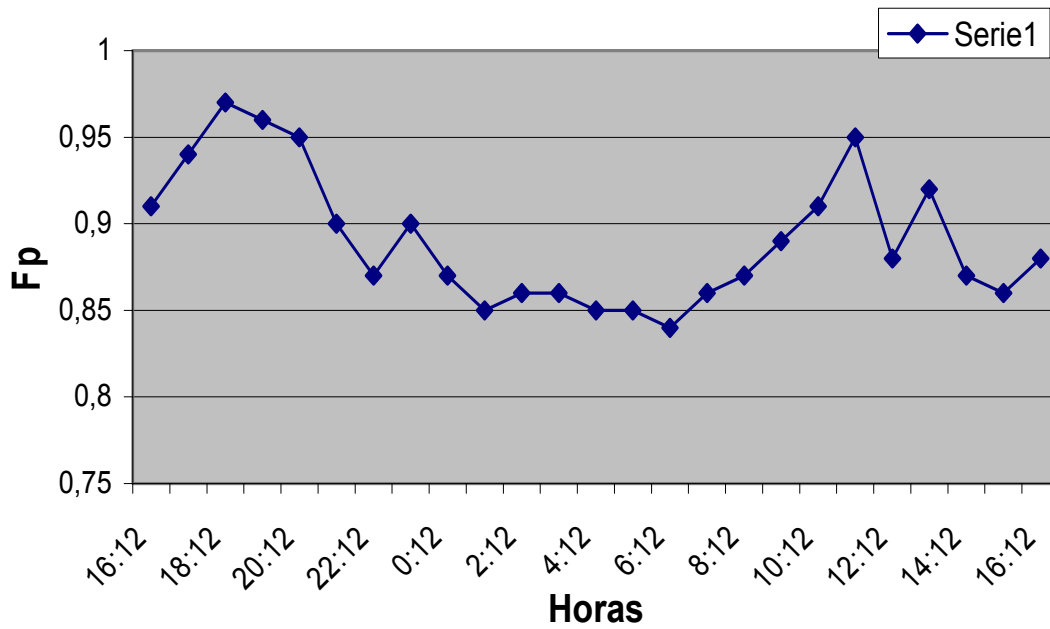


### Anexo #3

Consumo de potencia activa en el edificio #4.

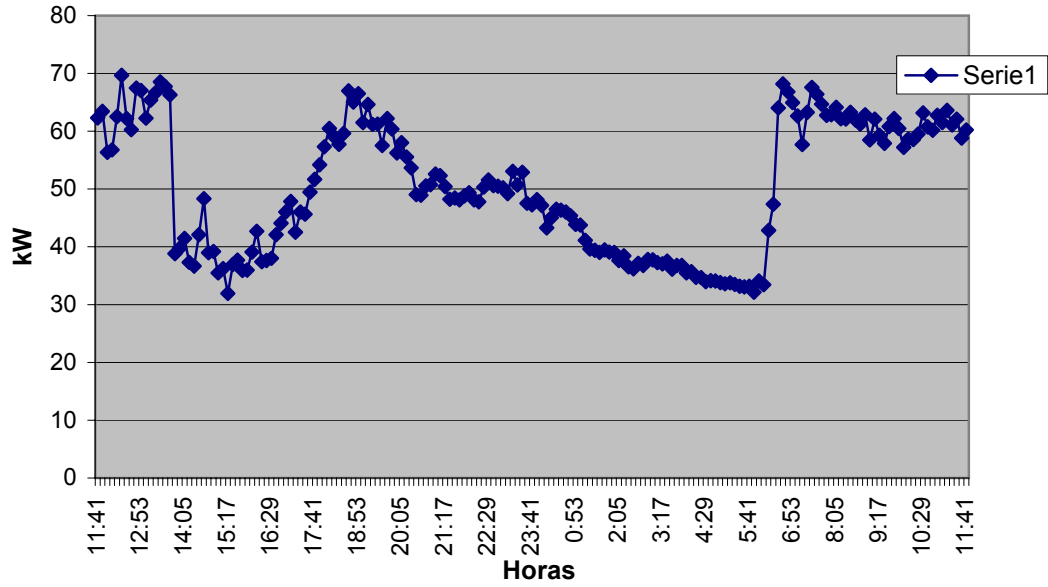


Muestra del factor de potencia en el edificio de residencia # 4.

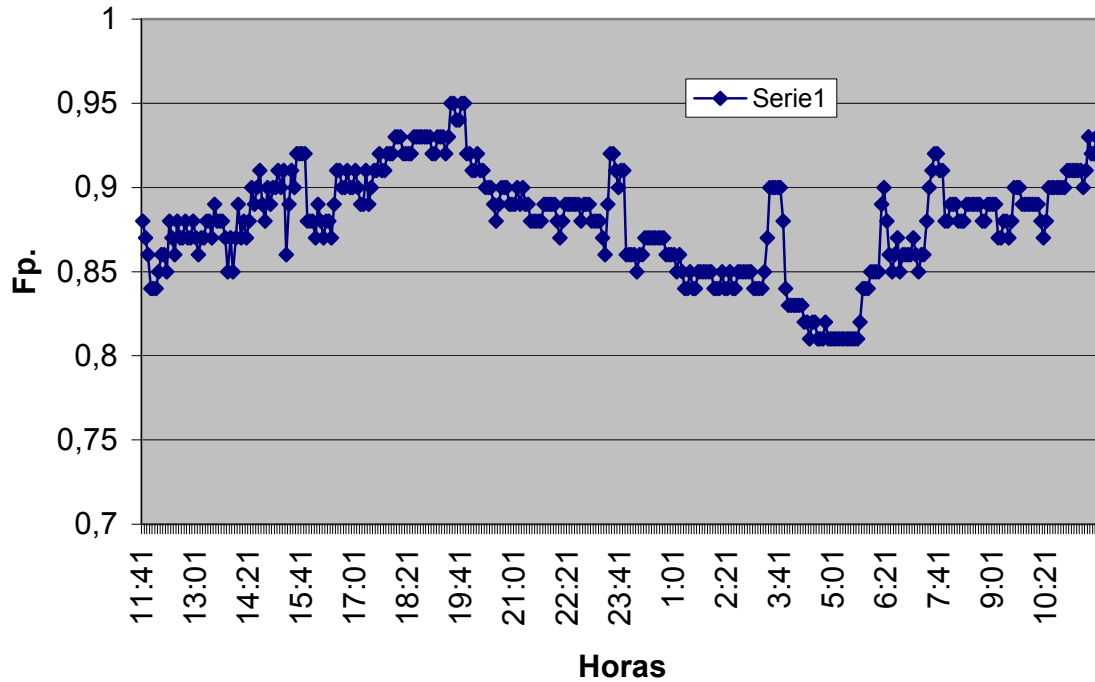


## Anexo #4

### Consumo de potencia activa en el banco de residencia.

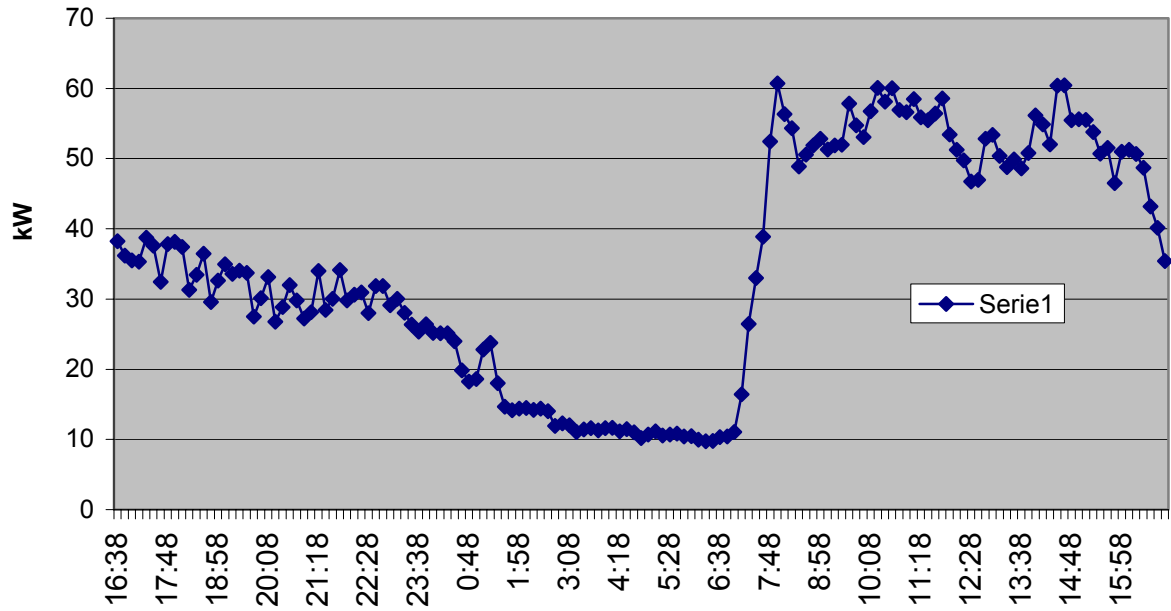


### Factor de potencia en el banco de residencia.

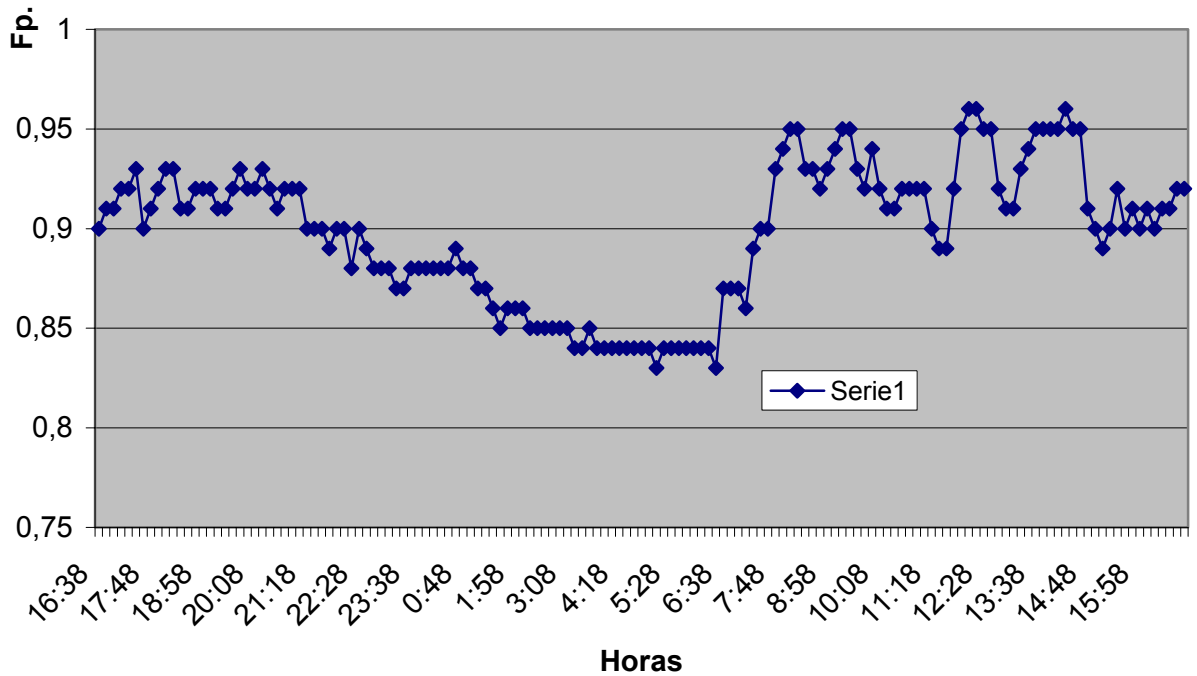


## Anexo #5

### Consumo de potencia activa en el banco docente

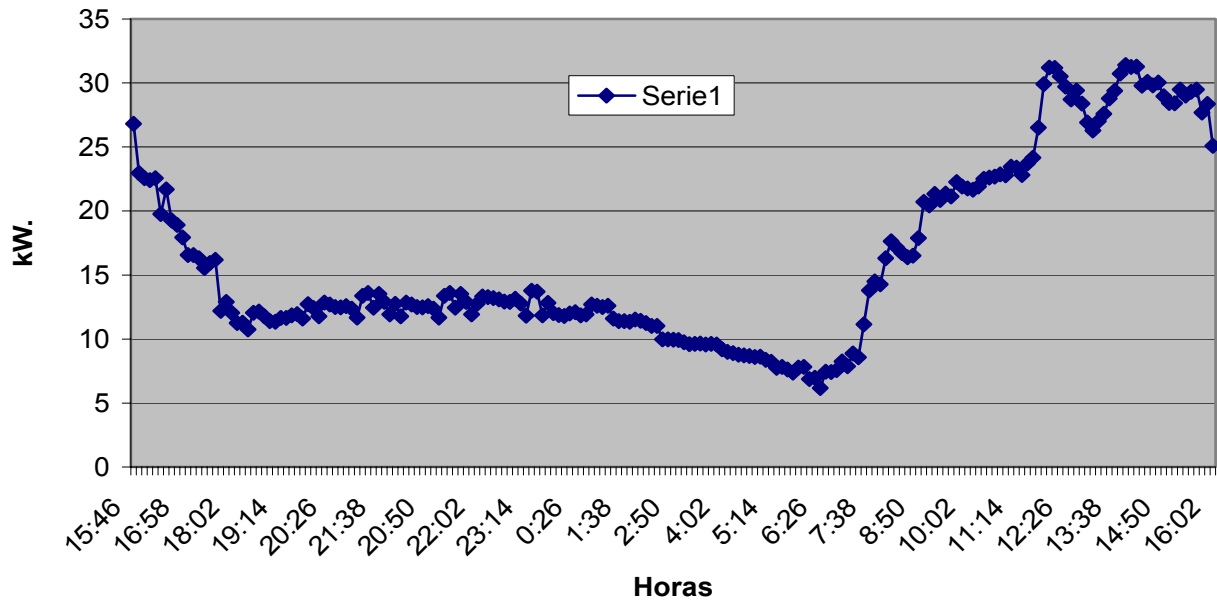


### Factor de potencia en el banco docente.

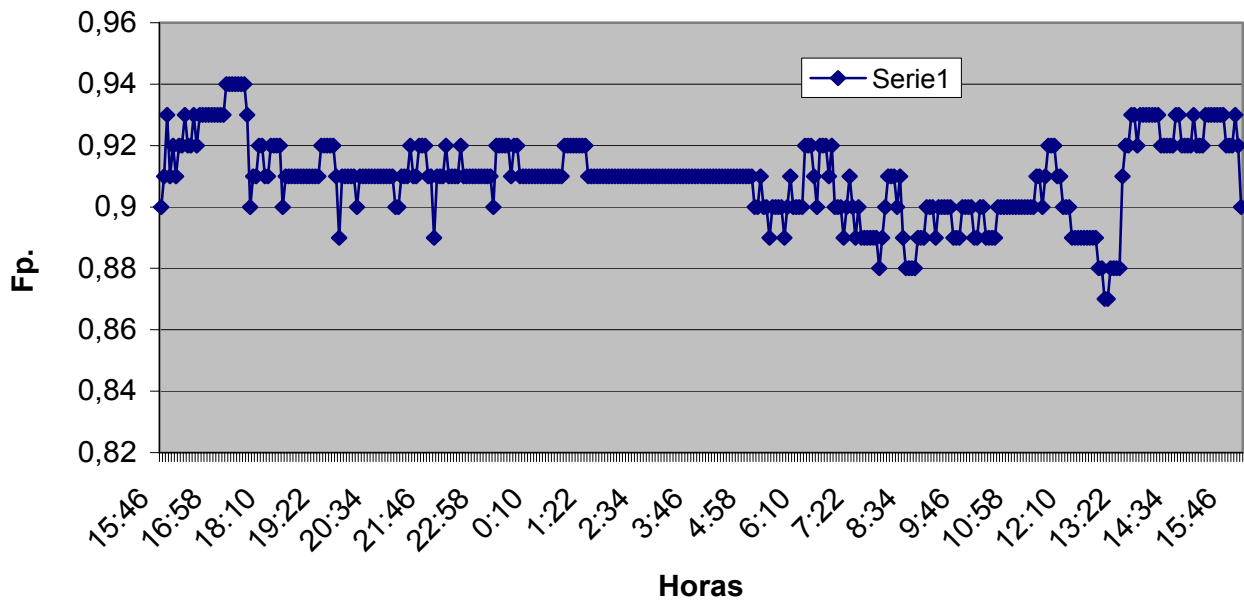


## Anexo # 6

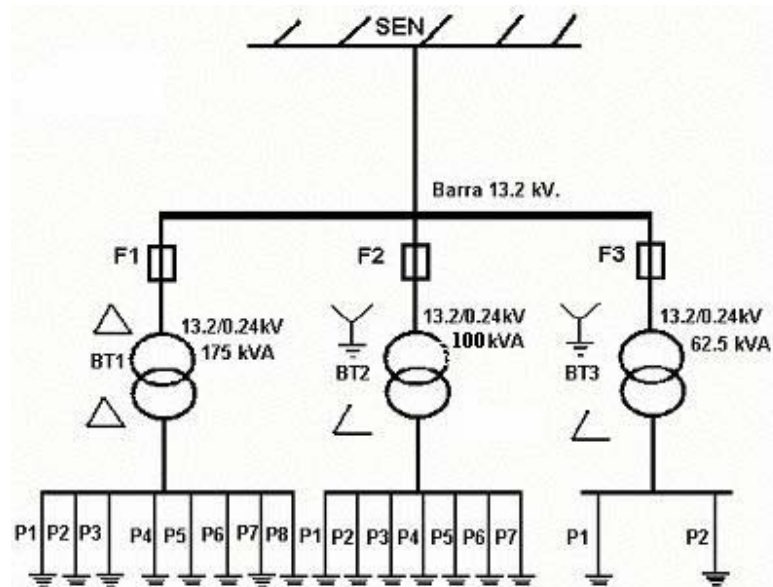
### Consumo de potencia activa en el edificio docente # 3.



### Factor de potencia en el edificio docente # 3.



## Anexo #7



**Esquema del suministro eléctrico del ISMMM.**

### **Simbología utilizada.**

SEN: Sistema Electroenergético Nacional.

F(1,2 y 3): Fusibles para la protección de los transformadores.

BT.1: Banco de transformadores en el área de Residencia Estudiantil.

P(1,2,3,4,5,6,7 y 8) Potencia (kW) instalada en el banco # 1 para cada departamento del área.

BT.2: Banco de transformadores en el área docente.

P(1,2,3,4,5,6 y 7): potencia (kW) instalada en cada departamento que suministra el banco # 2.

BT.3: Banco de transformadores en el área de transporte.

P(1 y 2): Potencia (kW) instalada en el banco # 3.

## Anexo #8

Banco de transformador de residencia.





## Anexo #9

Banco de transformadores del docente.