

*Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa*  
*Dr. Antonio Núñez Jiménez*  
*Facultad Metalurgia- Electromecánica*

# *Trabajo de Diploma*

*En opción al Título de Ingeniero Eléctrico*

## **Perfeccionamiento del sistema de Gestión Energética en el CAI Antonio Guiteras**

**Autor: Yan Manuel Álvarez Cruz**

**Tutores: Dr. Secundino Marrero Ramírez**  
**Ing. Julio Silva Becheran**

Moa 2008-2009

## Declaración de autor

---

### Declaración de autor

Yo Yan Manuel Álvarez Cruz

Autor de este trabajo de Diploma tutoreado por el Dr. Secundino Marrero y el Ing. Julio Silva Becheran certifico la propiedad intelectual a favor del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez”, el cual podrá hacer uso del mismo para fines docentes y educativos.

---

Yan Manuel Álvarez Cruz  
(Diplomante)

---

Dr. Secundino Marrero Ramírez  
(Tutor)

---

Ing. Julio Silva Becheran  
(Tutor)

*PENSAMIENTO*



*”Mientras no seamos un pueblo realmente ahorrativo, que sepamos emplear con sabiduría y con responsabilidad cada recurso, no nos podemos llamar un pueblo eternamente revolucionario”.*

*Fidel Castro Ruz*

## *Dedicatoria*

*Una de las partes más bonita del trabajo es la dedicatoria donde el autor dedica todo lo realizado a los que lo han apoyado la vida entera, a los que les ha brindado una mano amiga , a los que se han sacrificado por él , yo dedico este trabajo especialmente a :*

- Mis padres Cruz Del Carmen y Manuel Álvarez por su gran apoyo, esfuerzo y confianza que han tenido en mí.*
- Mi hermana Yudennys Álvarez por todo su apoyo, consejos y confianza que ha tenido en mí.*
- Mis abuelos que aunque no estén presentes se sentirían muy orgulloso de mí.*
- A mi mujer Alianza Sánchez por toda su ayuda, por toda su paciencia y la gran confianza que tuvo en mí.*
- Dedico este trabajo a la persona más especial en mi vida, a mi hija Isabela de la Caridad Álvarez que se que en un futuro se sentirá muy orgullosa de mí.*

## *Agradecimientos*

*Agradecer es lo que hace el ser humano cuando se siente complacido con algo, es, expresar con pocas palabras lo bien que se siente con todos por hacer algo bueno, es, decir gracias ha todos por su ayuda.*

*Quisiera empezar agradeciendo a:*

- *Mis tutores Dr. Secundino Marrero e Ing. Julio Silva Becherán por su gran ayuda, su apoyo y paciencia que han tenido conmigo.*
- *A mis padres y mi hermana por su apoyo, dedicación y sacrificio hechos.*
- *A mi tía Maria de Lourdes y mi primo Julio Aguilera por toda su ayuda.*
- *A mi Amarilis Lorenzo por su apoyo e ayuda.*
- *A mi Esposa Alianza Sánchez por toda la confianza que tuvo en mí.*
- *A mi hija Isabela por ser un motivo más en mi vida, Por ser parte de mí, por dejarse querer y darme tantas alegrías.*
- *A todos los trabajadores del CAI por su ayuda.*
- *A mis compañeros de clase y cuarto.*
- *A toda mi familia que saben que estoy muy agradecidos.*
- *A todos los que de una forma u otra han contribuido al desarrollo de mi formación.*

*A todos muchas gracias.*

## Resumen

---

### Resumen

Este trabajo se realiza en el contexto del CAI Antonio Guiteras, municipio Puerto Padre, provincial Las Tunas, la investigación se desarrolla para perfeccionar el sistema de gestión existente en el complejo, aplicándose en él, la tecnología de gestión total eficiente de la energía, se estudió el sistema de gestión y se detectó las ineficiencias del mismo , determinándose también los niveles de consumo de los portadores energéticos , se hizo un breve análisis del consumo de agua en la empresa ,además de realización de mediciones y levantamiento de carga con el objetivo de conocer el estado eléctrico del CAI, se evaluaron algunas medidas para reducir los consumos de agua y el portador electricidad.

## **Summary**

This work is developed in the context of the CAI Antonio Guiteras at the municipality of Puerto Padre, province of Las Tunas, the investigation is done to make perfect the existing system of steps in the complex. Applying on this the techniques and tools for the implementation of the system of complete steps, the system was studied and its inefficiency was detected, also determining the level of consumption of the energy bearers, a brief analysis was done on the consumption of water in the company in addition to the realization of measurements and a load survey with the objective of knowing the electrical status of the CAI, some measures were also evaluated in order to reduce the consumption of water and the electricity bearer.

## Índice

PENSAMIENTO .....	II
Dedicatoria .....	III
Agradecimientos.....	IV
Resumen .....	V
Summary .....	VI
Índice.....	VII
Introducción.....	1
Capítulo I: Nociones generales para la evaluación de un sistema de gestión.....	3
1.1    Introducción. ....	3
1.2    Actualidad. ....	4
1.3    Estado del arte.....	5
1.4    Nociones generales de la gestión energética. ....	7
1.4.2 <i>Etapas en la implantación de un sistema de gestión energética</i> .....	8
1.4.4 <i>Gestión total eficiente de la energía</i> .....	9
1.4.5    La Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE).....	9
1.5    Herramientas que se utilizan para establecer un Sistema de gestión Energética.....	10
1.5.1 <i>Diagrama de pareto</i> .....	11
1.5.2 <i>Histograma</i> .....	11
1.5.3 <i>Intensidad Energética</i> .....	12
1.5.4 <i>El diagrama causa y efecto</i> .....	12
1.5.6 <i>Estratificación</i> .....	13
1.5.7 <i>Gráficos de Control</i> .....	14
1.6    Descripción del CAI Antonio Guiteras.....	14
1.6.1 <i>Situación actual del sistema de gestión del CAI</i> .....	15
1.7    Flujograma de los portadores energéticos .....	16
1.8    Conclusiones .....	17
Capítulo II: Determinación de las regularidades de un sistema de gestión. ....	18
2.1    Introducción. ....	19
2.2    Comportamiento del consumo de los portadores energéticos del CAI Antonio Guiteras.....	19
2.2.1 <i>Importe de los portadores energéticos</i> .....	21
2.2.2 <i>Comportamiento de los gastos de la instalación</i> .....	22
2.2.3 <i>Índice de consumo de electricidad</i> .....	25
2.3    Sistema de Suministro Eléctrico .....	27
2.3.1 <i>Levantamiento de las cargas instaladas</i> .....	29
2.3.2    Análisis de la facturación eléctrica.....	30
2.3.3 <i>Análisis de las mediciones eléctricas realizadas</i> .....	31
2.4    Evaluación del sistema de iluminación .....	41
2.5    Cálculo de las pérdidas por transformación en el transformador.....	43
2.6    Cálculo del banco de condensadores.....	45
2.7    Características del bagazo y Estados de las Calderas .....	47
2.8    Análisis del consumo de Agua.....	49
2.9    Conclusiones .....	52

Capítulo III: Implementación del sistema de gestión en el CAI Antonio Guiteras.....	53
3.1 Introducción.....	53
3.2 Nivel de competencia en materia energética del CAI .....	54
3.2.1 <i>Otras entrevistados</i> .....	55
3.2.2 <i>Establecimiento de los puestos claves, índice de consumo y personal que influye en el ahorro energético.</i> .....	55
3.3 Ineficiencias de la gestión energética en la Instalación.....	56
3.4 Principales oportunidades para reducir los consumos y costos de energía y Agua 57	
3.4.1 <i>Análisis de la matriz DAFO</i> .....	57
3.4.2 <i>Medidas organizativas</i> .....	58
3.4.3 <i>Medidas de pequeña inversión</i> .....	58
3.4.4 <i>Medidas de gran inversión</i> .....	59
3.4.5 <i>Otras medidas para reducir los consumos de agua</i> .....	59
3.4.6 <i>Cronograma de la implementación del sistema de gestión</i> .....	59
3.4.7 <i>Plan de acción</i> .....	60
3.5 Valoración económica.....	61
3.5.1 <i>Gastos de Montaje (materiales)</i> .....	61
3.5.2 <i>Gastos de Salario:</i> .....	62
3.5.3 <i>Inversión Total.</i> .....	63
3.5.4 <i>Ahorro en Pérdidas Eléctricas</i> .....	63
3.5.5 <i>Tiempo de recuperación de la inversión.</i> .....	65
3.5.6 <i>Otros ahorros</i> .....	65
3.6 Valoración ambiental.....	66
3.7 Conclusiones .....	67
Conclusiones generales.....	68
Recomendaciones .....	69
Bibliografías .....	70
Anexos.....	I

## Introducción

---

### Introducción

Gran cantidad de los problemas de uso no eficiente de la energía en la industria y los servicios se deben a gestión inadecuada en la administración de estos recursos y no a capacidad o actualización de la tecnología productiva o de servicios existente. La gestión energética se hace generalmente tan cíclica como lo son los aumentos y caídas de los precios de los recursos energéticos primarios que se consumen. Sin embargo, en los últimos tiempos el crecimiento de los costos energéticos ha pasado a ser parte preocupante y creciente dentro de los costos de producción y los métodos tradicionales de administración de los recursos energéticos no logran bajarlos sin realizar grandes inversiones en cambios de tecnología.

Existe un camino de baja inversión que logra reducir y controlar los costos energéticos actuales en la industria y los servicios.

El Programa de Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energía, aprobado por la Asamblea nacional del Poder Popular en 1993, considera que entre un 5 y 10 % del ahorro del consumo de portadores del país puede lograrse mediante el incremento de la eficiencia energética, fundamentalmente a través de medidas técnico - organizativas, con inversiones que se recuperarán en menos de 1.5 años. Lo más importante para lograr la eficiencia energética en una empresa no es sólo que exista un plan de ahorro de energía, sino contar con un sistema de gestión energética que garantice el mejoramiento continuo. Por estas razones se plantea como problema de esta investigación: No están definidas las estrategias que permitan proponer el perfeccionamiento de sistema de gestión energética a partir de la situación actual.

Con el objetivo de caracterizar la situación actual de la capacidad Técnico-Organizativa en el CAI, se realizará Estudio de la eficiencia energética de la empresa azucarera y quedará perfeccionado un sistema de gestión energética garantizando el mejoramiento continuo de la eficiencia energética.

## **Introducción**

---

### **Situación problemática**

Debido a la ineficiencia del sistema de gestión energética en la empresa, no existe sistematicidad en el control de los portadores energéticos, no están definidas las estrategias que permitan proponer un sistema de gestión a partir de la situación actual, esto trae consigo:

- Derroches de combustibles, aceites (lubricantes).
- Uso ineficiente de la energía eléctrica.
- Derroche de agua.
- Contaminación al medio ambiente.

### **Hipótesis:**

Si se establece las principales causas y reservas del uso no eficiente de los portadores energéticos en el CAI Antonio Guiteras, entonces es posible mejorar el sistema de gestión energético, y las oportunidades de ahorro.

### **Objetivo general:**

Determinar las reservas de energía asociada al uso de los portadores en el CAI Antonio Guiteras.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar niveles de consumo de portadores e índices en el proceso productivo.
2. Analizar el sistema de gestión existente en la empresa.
3. Establecer las reservas de energía asociada al los principales portadores.
4. Evaluar las medidas para mejorar la eficiencia energética.

## **Capítulo I: Nociones generales para la evaluación de un sistema de gestión**

**1.1 Introducción.**

**1.2 Actualidad.**

**1.3 Estado del arte.**

**1.4 Nociones generales de la gestión energética.**

**1.5 Herramientas que se utilizan para establecer un Sistema de gestión Energética.**

**1.6 Descripción del CAI Antonio Guiteras.**

**1.7 Flujo grama de los portadores Energéticos.**

**1.8 Conclusiones.**

**1.1 Introducción.**

Se han realizado varios trabajos de implantación del sistema de gestión energético en diferentes empresas demostrando la insuficiencia del mismo .A continuación este capítulo tiene como objetivo presentar algunas nociones generales de la gestión energética así como herramientas y funciones de un sistema de gestión, se conocerá el CAI Antonio Guiteras atravez de una breve descripción, y el uso y destino de los portadores en la instalación.

## 1.2 Actualidad.

En el período 80- 89 en Cuba existía un adecuado balance oferta - demanda de portadores energéticos, creciendo el consumo de energía debido al desarrollo del país a una tasa promedio anual del 4 %. En el período 90- 93, con el derrumbe del campo socialista, el incremento del bloqueo y la crisis económica que comenzó a sufrir el país, la disponibilidad de generación eléctrica decreció desde el 78 % hasta el 53 % y la de combustibles, en prácticamente 2 años, Se redujo a menos del 50 %. El consumo promedio de energía eléctrica en este período en el país decreció en más de un 6 % anual. Esta situación repercutió en los sistemas de gestión energética establecidos, existiendo un período de inestabilidad, en el que se tuvo que obviar gran parte del sistema de control anterior e implementar nuevos mecanismos, muchas veces con carácter particular y no debidamente fundamentado.

El Programa de Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energía, aprobado por la Asamblea nacional del Poder Popular en 1993, considera que entre un 5 y 10 % del ahorro del consumo de portadores del país puede lograrse mediante el incremento de la eficiencia energética, fundamentalmente a través de medidas técnico - organizativas, con inversiones que se recuperarán en menos de 1.5 años. Se estimó que el 85 % de este ahorro podía obtenerse en el sector industrial, residencial y de los servicios.

Las acciones propuestas para el incremento de la eficiencia energética se basan, en lo fundamental, en medidas de carácter técnico - organizativas, mejoras en la instrumentación, el control de la operación, uso de dispositivos de ahorro, mantenimiento energético, mejor utilización de la infraestructura de base y talleres existentes, así como concentrar la producción en las instalaciones más eficientes.

En la actualidad el control de la eficiencia energética empresarial se efectúa fundamentalmente a través de índices de consumo al nivel empresarial, municipal y Provincial. Sin embargo, en muchos casos estos índices no reflejan adecuadamente la eficiencia energética de la empresa, no se han estratificado hasta el nivel de áreas y equipos mayores consumidores, y en ocasiones no se pone en el análisis de dichos

índices el énfasis necesario. (Colectivo de autores ,2002)<sup>1</sup>, (Navarro, Armelio del Monte, 2001)<sup>2</sup>.

También existen problemas pues no contamos con un sistema de gestión energética competitiva, mediante la adopción de medidas aisladas que no garantizan el mejoramiento continuo de la eficiencia económica que debe lograr la empresa.

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

### 1.3 Estado del arte

Existe un buen número de normas y directrices para desarrollar sistemas de gestión energética. La mayor parte de ellas sigue el ciclo establecido PDCA (plan, do, check, act.: planificación, realización, control y actuación). Esta norma proporciona el marco de trabajo para el desarrollo y la puesta en práctica de un sistema de gestión energética que sea fácil de aplicar en la mayor parte de las empresas pequeñas. No obstante, se trata tan sólo de recomendaciones y directrices, sin que exista en ella ningún requisito obligatorio. Las empresas pueden elegir las cláusulas que deseen incluir como prioritarias en su sistema de gestión energética en función de sus necesidades y características. Posteriormente, y en su proceso de mejora continua, podrán ir incorporando paulatinamente más cláusulas. (Colectivo de autores, España 2006)<sup>3</sup>.

La calidad de la gestión energética depende de los resultados obtenidos en cuanto al rendimiento energético.

El motor principal para la adopción de una medida o una práctica concreta es su impacto en el rendimiento energético. Unos resultados energéticos mediocres indican la existencia de puntos débiles o carencias en la gestión energética. Además, la

---

<sup>1</sup> Colectivo de Autores, "Gestión Energética Empresarial", Eficiencia energética en Cuba, Editorial Universidad de Cienfuegos (2002)

<sup>2</sup> Navarro, Armelio del Monte. " La modernización empresarial en Cuba. (2001)

<sup>3</sup> Colectivo de autores, " Manual de Gestión Energética ". España (2006)

evaluación de la gestión energética se basa en el sistema de comparaciones (**benchmarking**). (Colectivo de autores, España 2006)<sup>3</sup>.

Se insta a las empresas a que implanten prácticas de gestión energética, así como a que se beneficien de las reducciones en el consumo de energía. De hecho, ésta debe ser la razón principal para la puesta en práctica de tales medidas. El valor de la presente norma como herramienta de comercialización es limitado. Por esta razón, está orientada al objetivo, sin que sirva como base para una verificación externa.

Las auditorias internas o externas se centran en la adquisición de los datos apropiados sobre el consumo energético, así como en la evaluación del potencial de conservación de energía, en la identificación de las medidas de eficacia y en la realización de comparaciones **benchmarking válidas**. (Colectivo de autores, España 2006)<sup>3</sup>.

Se han realizados varios trabajos sobre la temática nuestra, (Fernández, Puerta Juan F, SA)<sup>4</sup> se basa en los criterios de otros investigadores, donde explica que actualmente se consume mucha agua en la industria azucarera, lo que constituye un serio problema para algunos países debido a lo limitado de su recurso agua. La disponibilidad de agua potable para consumo doméstico se va tornando en un problema muy serio para las generaciones actuales y futuras, y en esta competencia entra a formar parte, también, el agua que se consume en los procesos industriales. La industria azucarera puede alcanzar altos volúmenes de consumo de agua que incluyen hasta casi 141 kg/TC molidas como máximo. En el trabajo los autores analizan las causas fundamentales que inciden en estos niveles de consumos, al igual que se ofrecen algunas sugerencias para el análisis científico de los mismos. La combinación de dichas sugerencias con la atención a las causas que se detallan puede contribuir decisivamente a mejorar el balance de aguas de esa industria.

Según (Carvajal, Reyes Tirso, SA)<sup>5</sup> el comportamiento del consumo de los portadores energéticos fundamentales a nivel de Empresa en la provincia Villa Clara Años 2002-2003 se detectan cuales son los puestos claves en la industria de forma

---

<sup>4</sup> Fernández, Puerta Juan F. La problemática del consumo de agua en la industria azucarera.

<sup>5</sup> Carvajal, Reyes Tirso. Estudio de la eficiencia energética de las empresas azucareras y su impacto en el redimensionamiento industria

general e implantaron del procedimiento para el diagnóstico y control de los portadores energéticos.

También (colectivo de autores ,2002)<sup>1</sup>, presenta los principios fundamentales y los procedimientos para la evaluación, el diagnóstico, la organización, la ejecución y la supervisión de la gestión energética en las empresas, para lograr el objetivo de reducir sus costos energéticos y elevar su competitividad. Se presentan en particular los principios, herramientas y procedimientos para la implantación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía en empresas industriales y de servicios.

**Benchmarking:** Evaluación comparativa entre la empresa y el sector correspondiente en lo que respecta al rendimiento energético anterior y el rendimiento energético actual. (Colectivo de autores ,2002)<sup>1</sup>.

#### **1.4 Nociones generales de la gestión energética.**

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

El objetivo fundamental de la Gestión Energética es sacar el mayor rendimiento posible a todos los portadores energéticos que son necesarios para una actividad empresarial, lo cual comprende:

- 1 Optimizar la calidad de los portadores energéticos disponibles y su suministro.
- 2 Disminuir el consumo de energía manteniendo e incluso aumentando los niveles de producción o servicios.
- 3 Obtener de modo inmediato ahorros que no requieran inversiones apreciables.
- 4 Lograr ahorros con inversiones rentables.
- 5 Demostrar la posibilidad del ahorro energético de la empresa.
- 6 Disminuir la contaminación ambiental y preservar los recursos energéticos.
- 7 Diseñar y aplicar un programa integral para el ahorro.
- 8 Establecer un sistema metódico de contabilidad analítica energética en la empresa. (Colectivo de Autores, SA)<sup>6</sup>, (Colectivo de autores, SA)<sup>7</sup>.

---

<sup>6</sup> Colectivo de Autores, ‘Gestión Energética y competitividad Empresarial’, Universidad de Cienfuegos

<sup>7</sup> Colectivo de autores. ‘Elementos básicos de diagnóstico energético Orientado a la aplicación de un programa de ahorro de energía

### 1.4.1 Funciones de un Sistema de Gestión Energética.

Un Sistema de Gestión Energética ha de cumplir determinadas funciones que deben Implementarse en relación con los servicios de la empresa para alcanzar los objetivos.

**Aprovisionamiento:** Este aspecto comprende la elección de los portadores energéticos.

Las negociaciones con los suministradores, el control de los suministro y su Almacenamiento así como su distribución.

**Análisis energéticos:** En este punto es necesario establecer dos tipos de análisis Energéticos, uno de auditoria o diagnóstico y el otro de consumo de portadores. (Colectivo de autores, SA)<sup>7</sup>, (Fernández, Puerta Juan F, SA)<sup>4</sup> (. (Colectivo de autores, España 2006)<sup>3</sup>.

### 1.4.2 Etapas en la implantación de un sistema de gestión energética

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

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

Existe un falso concepto de que en muchos casos la administración de energía se limita a un plan de medidas de ahorro de energía, no garantizándose el mejoramiento continuo. (Colectivo de autores, SA)<sup>7</sup> , (Colectivo de Autores, 2006)<sup>8</sup>, (RESTREPO V. Álvaro Hernán.1999)<sup>9</sup>.

---

<sup>8</sup> Colectivo de Autores. “ Gestión Energética en el Sector Productivo y los Servicios ”. Editorial Universidad de Cienfuegos (2006).

<sup>9</sup> RESTREPO V. Álvaro Hernán. “ Memorias del diplomado Gestión Total Eficiente de la Energía”, Cienfuegos. Cuba, (1999)

### **1.4.3 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 integral 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 definitivas.
- Se conforman creencias erróneas sobre cómo resolver los problemas (Colectivo de Autores, SA)<sup>6</sup>.

### **1.4.4 Gestión total eficiente de la energía**

Para lograr la eficiencia energética de forma sistemática es necesaria la aplicación apropiada de un conjunto de conocimientos y métodos que garanticen esta práctica. Ellos deben ser aplicados a los medios de trabajo, los recursos humanos, los procesos, la organización del trabajo, los métodos de dirección, control y planificación. A tal efecto, se ha desarrollado una tecnología para la gestión energética en las empresas, que sintetiza la experiencia, procedimientos y herramientas obtenidas en la labor por elevar la eficiencia y reducir los costos energéticos en la industria y los servicios. (Colectivo de Autores, SA)<sup>6</sup>, (Colectivo de autores, España 2006)<sup>3</sup>.

### **1.4.5 La Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE).**

La TGTEE es un paquete de procedimientos, herramientas técnico-organizativas y software especializado, que aplicado de forma continua y con la filosofía de la gestión total de la calidad, permite establecer nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía. Su objetivo no es sólo diagnosticar y dejar un plan de medidas, sino esencialmente elevar las capacidades técnico-organizativas de la empresa, de forma tal que esta sea capaz de desarrollar un proceso de mejora continua de la eficiencia energética.

#### **1.4.6 La Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía incluye:**

- Capacitación al Consejo de Dirección y especialistas en el uso de la energía.
- Establecimiento de un nuevo sistema de monitoreo, evaluación, control y mejora continua del manejo de la energía.
- Identificación de las oportunidades de conservación y uso eficiente de la energía en la empresa.
- Proposición, en orden de factibilidad, de los proyectos para el aprovechamiento de las oportunidades identificadas.
- Organización y capacitación del personal que decide en la eficiencia energética.
- Establecimiento de un programa efectivo de concientización y motivación de los recursos humanos de la empresa hacia la eficiencia energética.
- Preparación de la empresa para auto diagnosticarse en eficiencia energética.
- Establecimiento en la empresa las herramientas necesarias para el desarrollo y perfeccionamiento continuo de la Tecnología.

La TGTEE permite, a diferencia de las medidas aisladas, abordar el problema en su máxima profundidad, con concepto de sistema, de forma ininterrumpida y creando una cultura técnica que permite el auto desarrollo de la competencia alcanzada por la empresa y sus recursos humanos. (Colectivo de Autores, SA)<sup>6</sup>, (Colectivo de autores, España 2006)<sup>3</sup>.

#### **1.5 Herramientas que se utilizan para establecer un Sistema de gestión Energética**

Existe varias herramientas que se utilizan para establecer un sistema de gestión energética pero las principales son las siguientes:

- Diagrama de Pareto
- Histogramas
- Intensidad Energética
- Diagrama causa y efecto

- Diagrama de dispersión Estratificación
- Gráficos de control.

### 1.5.1 Diagrama de Pareto

Un diagrama de Pareto informa sobre los siguientes aspectos:

- ¿Cuál es la causa o elemento de mayor importancia de los registrados y cuál es su influencia cuantitativa?.
- ¿Cuál es el 20% de los elementos que producen el 80% del efecto reflejado en la categoría? Por ejemplo: ¿Cuál es el 20% de los portadores energéticos que producen el 80% del consumo de energía equivalente de la empresa?.

¿Cómo influye cuantitativamente la reducción de una causa o elemento en el efecto o categoría general analizado? . (Colectivo de autores ,2002)<sup>1</sup>, (Colectivo de Autores, SA)<sup>6</sup> , (Colectivo de autores, España 2006)<sup>3</sup>.

### 1.5.2 Histograma

El histograma permite:

- Obtener una comunicación clara y efectiva de la variabilidad del sistema.
- Mostrar el resultado de un cambio del sistema.
- Identificar anomalías examinando la forma.
- Comparar la variabilidad con los límites de especificación.

El Histograma es una instantánea de la capacidad del proceso y revela tres características del mismo:

- Centrado: media de los valores obtenidos.
- Distribución: dispersión de las medidas.
- Forma: tipo de distribución. (Colectivo de autores ,2002)<sup>1</sup>, (Colectivo de Autores, SA)<sup>6</sup> , (Colectivo de autores, España 2006)<sup>3</sup>.

### 1.5.3 Intensidad Energética

A nivel de Empresa este indicador puede determinarse como la relación entre el consumo total de energía y el valor de la producción mercantil total. Nos refleja la tendencia de la variación de los consumos energéticos respecto al incremento de la producción.

Todos los indicadores de eficiencia y de consumo energético dependen de condiciones de la producción y los servicios de la Empresa como: factor de carga (es la relación de la producción real respecto a la capacidad productiva nominal de la Empresa), calidad de la materia prima, estado técnico del equipamiento etc. Debido a esto cada índice debe establecerse especificando las condiciones en que debe alcanzarse. (Colectivo de autores ,2002)<sup>1</sup>, (Colectivo de Autores, SA)<sup>6</sup>, (Colectivo de autores, España 2006)<sup>3</sup>.

### 1.5.4 El diagrama causa y efecto

El análisis de las causas con el Diagrama requiere de 5 pasos:

1. Definir el efecto. Significa que sea claro, preciso y medible.
2. Identificar las causas. Cada miembro del grupo en una tormenta de ideas propone posibles causas del efecto descrito. Se toma la lista y se señala la palabra clave de cada causa. Se determinan las subcausas en torno a la palabra clave.
3. Definir las principales familias de causas. Se agrupan las causas y subcausas en familias de: métodos, mano de obra, equipos, materiales u otra causa fundamental del problema.
4. Trazar el diagrama. Se traza la línea central y las que representan las causas principales. Se aportan ideas en torno a cada causa principal por separado y se colocan con su palabra clave.

5. Seleccionar la causa. Una vez construido el diagrama, este cubre todas las posibles causas. Se realiza un proceso de selección ponderada para determinar las de mayor importancia. (Colectivo de autores ,2002)<sup>1</sup>, (Colectivo de Autores, SA)<sup>6</sup> , (Colectivo de autores, España 2006)<sup>3</sup>.

### **1.5.5 Diagrama de dispersión**

La observación del diagrama de dispersión nos indica, que existe una tendencia a que los valores altos de nivel ocupacional están asociados a los valores altos de consumo. Se observa además que la nube de puntos de este ejemplo describe una línea recta por lo que puede existir una relación de tipo lineal entre ambas variables con una pendiente pronunciada. Para determinar el coeficiente de correlación entre ambas variables y probar matemáticamente su validez se establece la ecuación del modelo  $Y=f(x)$  y se aplica la prueba de hipótesis correspondiente. (Colectivo de autores ,2002)<sup>1</sup>, (Colectivo de Autores, SA)<sup>6</sup> , (Colectivo de autores, España 2006)<sup>3</sup>.

### **1.5.6 Estratificación**

El propósito de la Estratificación es similar al histograma, pero ahora clasificando los datos en función de una característica común que nos permite profundizar en la búsqueda y verificación de las causas a encontrar, resolver o eliminar. (Colectivo de autores ,2002)<sup>1</sup>, (Colectivo de Autores, SA)<sup>6</sup> , (Colectivo de autores, España 2006)<sup>3</sup>.

### 1.5.7 Gráficos de Control

Los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una Variable en función de ciertos límites establecidos. Generalmente se usan como instrumento de Autocontrol por los círculos y grupos de calidad y resultan muy útiles como apoyo a los diagramas causa y efecto, cuando logramos aplicarlos a cada fase del proceso y detectar en cuales fases se producen las alteraciones. Su importancia consiste en que la mayor parte de los procesos productivos tienen un comportamiento denominado normal, es decir existe un valor medio  $M$  del parámetro de salida muy probable de obtener, mientras que a medida que nos alejamos de este valor medio la probabilidad de aparición de otros valores de este parámetro cae bruscamente, si no aparecen causas externas que alteren el proceso, hasta hacerse prácticamente cero para desviaciones superiores a tres veces la desviación estándar ( $3S$ ) del valor medio Este comportamiento (que puede probarse en caso que no estemos seguros que ocurran) nos permite detectar síntomas anormales actuando en alguna fase del proceso y que influya en desviaciones del parámetro de salida controlado. (Colectivo de autores ,2002)<sup>1</sup>, (Colectivo de Autores, SA)<sup>6</sup> , (Colectivo de autores, España 2006)<sup>3</sup>.

### 1.6 Descripción del CAI Antonio Guiteras

La empresa azucarera “Antonio Guiteras Holmes”, está situada en el municipio Puerto Padre, actualmente en la misma se realizan las siguientes producciones y se prestan los siguientes servicios:

- Azúcar Crudo
- Energía Eléctrica al SEN
- Oxígeno
- Hielo
- Tiro de fertilizantes y materiales para la construcción
- Miel final
- Cachaza
- Alcohol

- Torula
- Biogás

La empresa Azucarera “Antonio Guiteras Holmes” aporta más del 60 % de la producción mercantil del municipio y gasta el 25 % del total de energía eléctrica.

Tiene una capacidad instalada para procesar de 14000 t/d(12000000@/d)de caña y el equipamiento técnico para ello se resume de la siguiente manera:

El área de molienda posee dos tándems eléctricos de tecnología inglesa con capacidad de 7000 t/d c/u, la generación de vapor la forman 7 calderas alemana de 45 t/h c/u que trabajan a una presión de 30 ata y 410 °c.

En la planta eléctrica se encuentra instalada 4 turbos generadores con capacidad nominal de 32MW, con voltaje de generación de 6.3 y 13.8 kV ,cuenta con una subestación con capacidad de 28.6MVA y una línea de subtrasmisión de 33 kV con la cual intercambiamos energía con el SEN, también existe un área de fabricación para la evaporación y concentración, además de 4 calentadores de los cuales 3 se mantienen trabajando y 1 de limpieza, la forma de operación es en paralelo, en el área de evaporación existen 3 tipos de evaporadores tipo Ceca 2 con una superficie calorífica de 1858m<sup>2</sup> y otro de 1485m<sup>2</sup> en el área de los cristalizadores se cuenta con 12 tachos de los cuales 11 son del tipo low head y uno hawuayano la superficie calorífica de 7 de ellos es de 376m<sup>2</sup> cada uno y el resto de 248m<sup>2</sup>.

### **1.6.1 Situación actual del sistema de gestión del CAI**

A continuación analizaremos el sistema de gestión existente en nuestra empresa la cual existe un comité de energía pero no cumple con las expectativas, no se realiza ninguna actividad para lograr la motivación por el ahorro, pocas veces se le informa a los trabajadores sobre el estado energético del centro ,están definidos los puestos claves pero no están identificados, no se realizan diagnósticos energéticos internos , se toman algunas medidas con el objetivo de resolver los problemas al instante, no se controla el consumo de los portadores por áreas , el ahorro no es problema de todos.

### 1.7 Flujograma de los portadores energéticos

A continuación se muestra un organigrama energético productivo donde se puede observar que uno de los portadores más utilizados es la energía eléctrica y el agua que por su importancia se analizará posteriormente. También se muestra la relación entre las diferentes etapas del proceso productivo y las etapas mayores consumidoras por tipo de energético.

## Organigrama Energético-Productivo

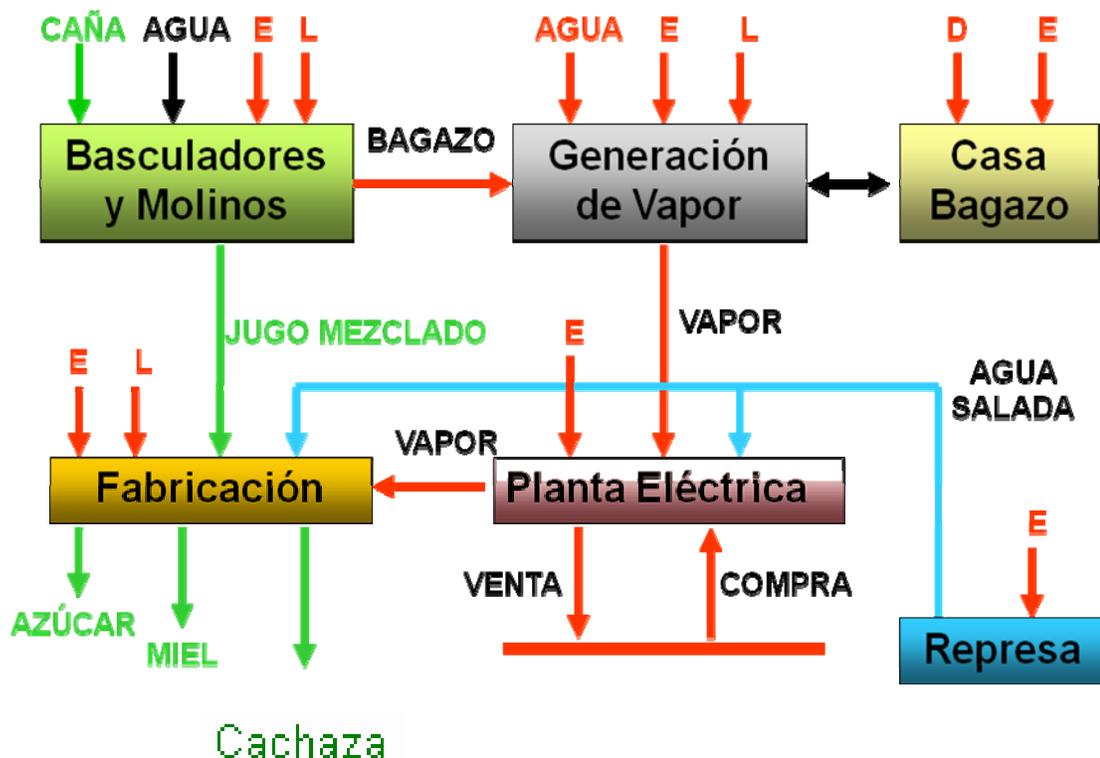


Figura 1.1 Organigrama energético del CAI.

#### Significado



## 1.8 Conclusiones

- Se estableció el estado del arte y se definieron los conceptos de TGEE.
- El portador más utilizado por cada proceso productivo es la electricidad, más el agua.
- Existen grandes deficiencias en el sistema de gestión existente en la empresa.

## **Capítulo II: Determinación de las regularidades de un sistema de gestión.**

- 2.1 Introducción.**
- 2.2 Comportamiento del consumo de los portadores energéticos del CAI Antonio Guiteras.**
- 2.3 Sistema de Suministro Eléctrico.**
- 2.4 Evaluación del sistema de iluminación.**
- 2.5 Cálculo de las pérdidas en el transformador.**
- 2.6 Cálculo del banco de condensadores.**
- 2.7 Características del bagazo y Estados de las Calderas.**
- 2.8 Análisis del consumo de Agua.**
- 2.9 Conclusiones.**

## 2.1 Introducción.

Si bien el uso de dispositivos eléctricos eficientes genera ahorros muy importantes, no son menos importantes los ámbitos de gestión, diseño y operación, en este capítulo trataremos el comportamiento de los portadores energéticos, así como el desarrollo de las herramientas utilizada en la implantación del sistema de gestión. Se presentan los resultados del estudio general del sistema de suministro eléctrico debido a su grado de importancia en la estructura energética. Se aborda además los aspectos relacionados con la iluminación en el sentido de describir e identificar las particularidades de su empleo. Se definen desde el punto de vista técnico las deficiencias y las posibilidades de mejoras en cada uno de los elementos analizados.

## 2.2 Comportamiento del consumo de los portadores energéticos del CAI Antonio Guiteras.

Para el análisis de los consumos de los portadores en el CAI se obtuvo información en el departamento de servicios así como datos y trabajos realizados, dicha información no está actualizada pudiendo comprobar que no existe un control continuo en el consumo de los portadores, en el centro se consumen los siguientes portadores energéticos.

- Energía Eléctrica
- Diesel
- Fuel oil
- Lubricantes
- Gasolina
- Nafta
- Bagazo

En el caso de la nafta, en el centro solo llegan pequeñas porciones, que se utilizan solo en tiempo de reparaciones con el objetivo de limpiar equipos y otros. Por lo que no lo analizaremos porque influye en un mínimo sobre los gastos totales de la empresa. Por otra parte el bagazo es de mucha importancia pero no tenemos como medir la cantidad que se consume y cuanto se necesita quemar para que logre

convertir el agua en vapor, pero haremos un breve análisis de las condiciones de este para la generación. Aunque el agua no constituye un portador energético, por su importancia y la significación energética de su manejo, se incluirá el análisis del uso racional y eficiente de la misma.

Con dichas informaciones y mediciones se pudo realizar el gráfico 2.1, donde al llevar los portadores a toneladas de petróleo equivalente (tcc), se observa que la electricidad representa el 58,45% el diesel un 23.29% el fuel oil el 15.46% la gasolina representa un 1.70% y el lubricante 1.10% respectivamente del consumo de portadores, esto nos indica que la búsqueda de eficiencia debe tener prioridad en la energía eléctrica y el diesel como se verá a continuación.

Tabla 2.1: Estructura de consumo de Portadores energéticos de la Industria

Portadores	Tcc/año	%	% acumulado
Energía Eléctrica	21671,60	58,45	58.45
Diesel	8633,20	23,29	81,74
Fuel oil	5730,00	15,46	97,20
Gasolina	631,40	1,70	98,90
Lubricante	407,80	1,10	100
Total	37074,00	100	

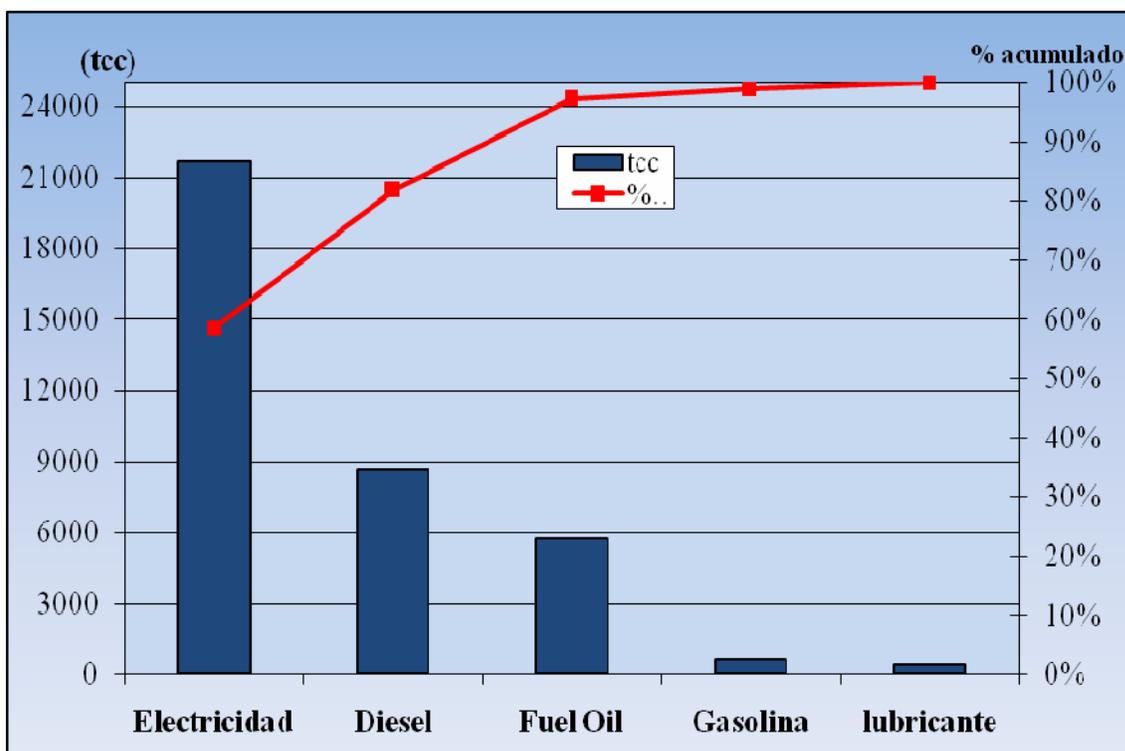


Figura 2.1: Gráfico del comportamiento de los portadores energéticos.

### 2.2.1 Importe de los portadores energéticos

Otro análisis importante lo constituye el Pareto del importe de los portadores energéticos mostrado en la figura 2.2 donde se ratifica a la electricidad en el primer orden de importancia con un importe de \$77520.99 CUC. Cada año los precios de los portadores se incrementan a consecuencia de la crisis mundial de los combustibles y las regulaciones para el sistema estatal se imponen ante una necesidad de lograr la racionalidad.

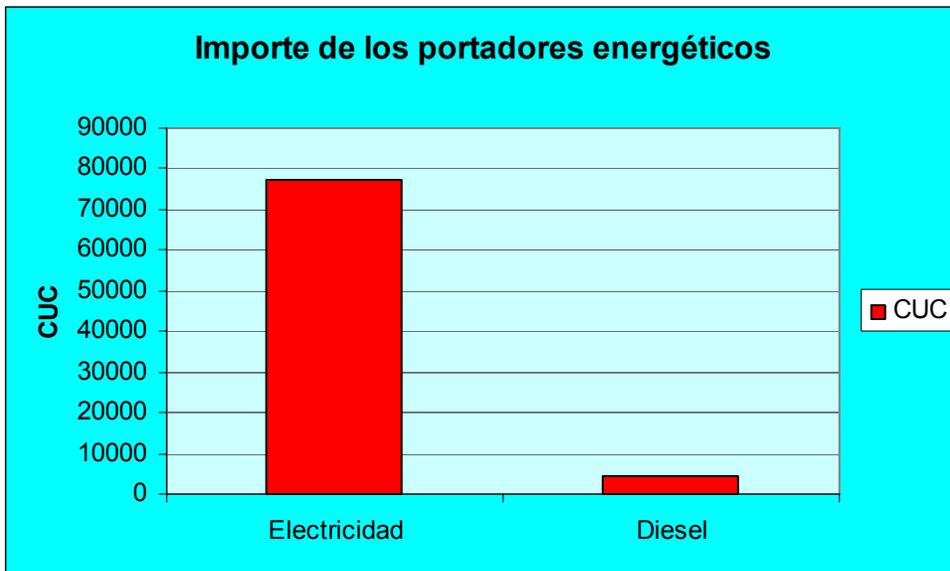


Figura 2.2: Gráfico de Pareto del importe de los portadores energéticos.

### **2.2.2 Comportamiento de los gastos de la instalación.**

Para el estudio anual de los gastos de la instalación se analizaron varios conceptos, para ello debemos decir que los costos variables son la materia prima consumida de acuerdo al volumen de producción, en ella se encuentra lo siguiente:

**Tabla 2.2 gastos de los costos variables**

<b>Costo variable</b>	<b>Gastos en pesos</b>	<b>Gastos en CUC</b>
Materia prima	37674296	1506971.84
Otras materias primas y materiales	926384	37055.36
Combustible	941980	37679.2
Energía	383881	15355.34
Otros gastos	833233	33329.32
total	40961994	1638479.76

Los costos fijos son la mano de obra directa con las distintas prestaciones e impuestos a pagar dentro de ella se encuentra los siguientes.

**Tabla 2.3 gastos de los costos fijos**

<b>Costos fijos</b>	<b>Gastos en pesos</b>	<b>Gastos en CUC</b>
Salario y seguridad social	3331309	133252.36
Amortización de activos fijos (depreciación)	1944741	77789.64
Total	5276050	211042

Se realizó un gráfico de Pareto con los principales consumidores, apreciando que los mayores gastos van dirigidos a materia prima con un importe anual de \$1506971.84. Como se puede observar los combustibles y energía gastan un total de \$ 53034.54 alcanzando al año el cuarto lugar en el consumo del CAI, como se muestra en la figura 2.3. En la figura 2.4 se muestra que por ciento representa la energía y combustible sobre los gastos totales, representando un 3%, hay que tener en cuenta que nuestra empresa tiene un sistema de generación, por eso representa un % bajo de los gastos totales de la empresa.

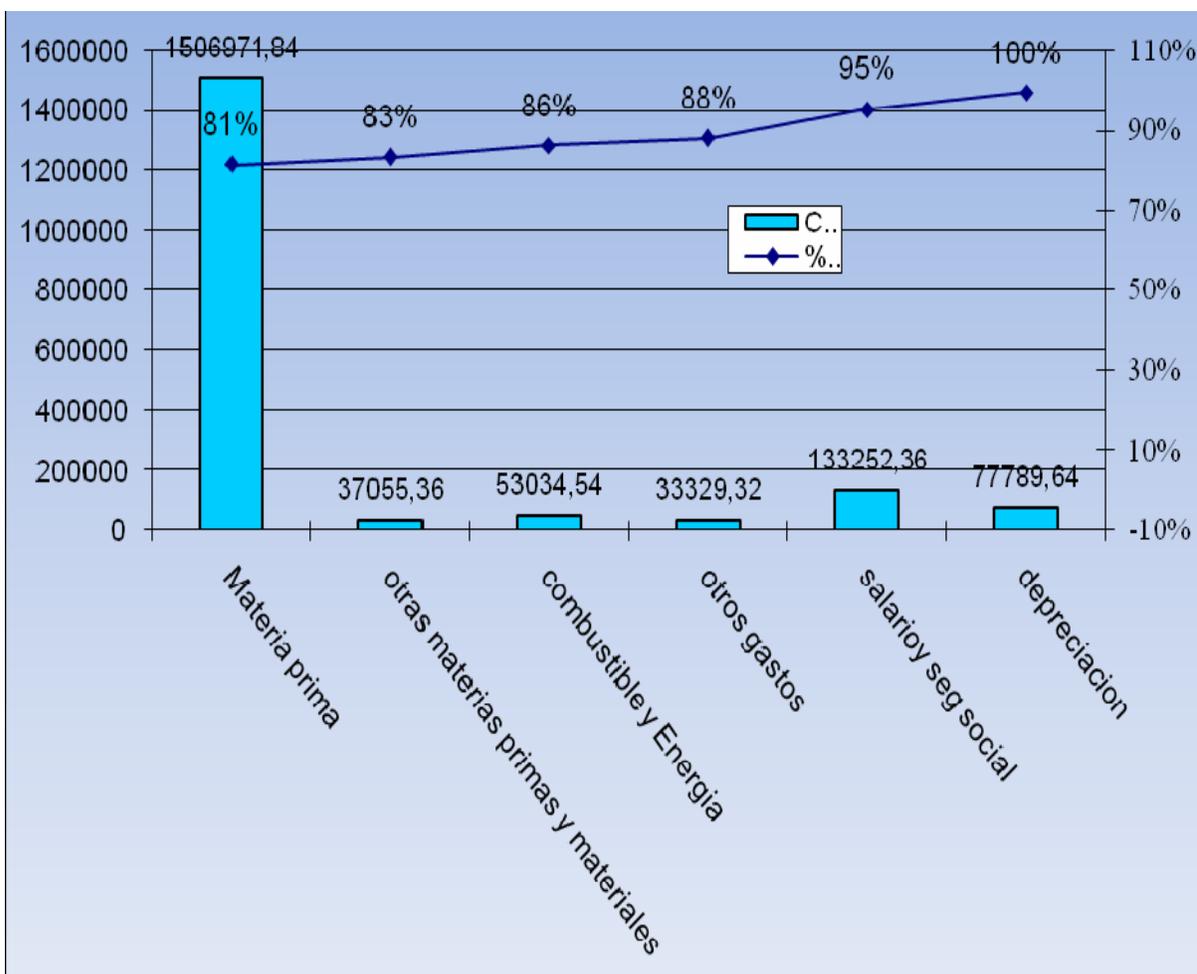


Figura 2.3: Gráfico de gastos anuales de la instalación.

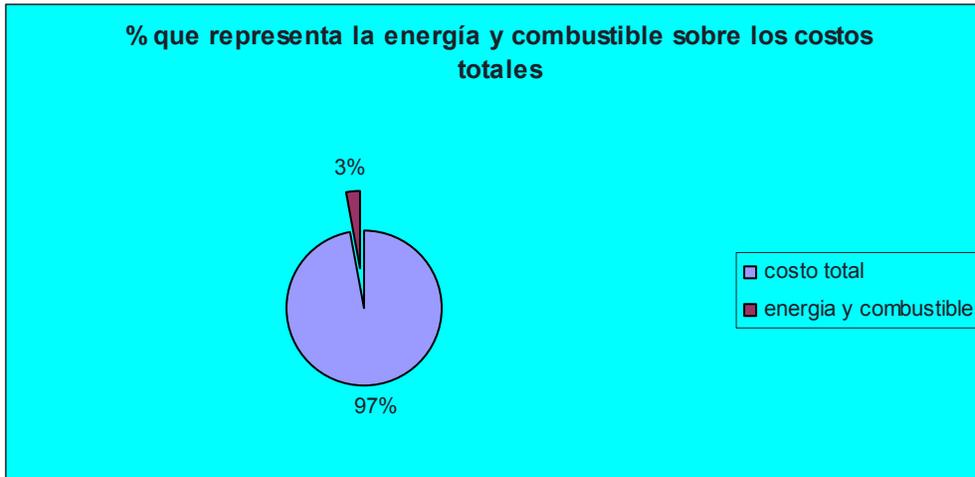


Figura 2.4: Gráfico de % que representa la energía y combustible sobre los costos totales.

La figura 2.5 se aprecia la gráfica del comportamiento del consumo de electricidad en el CAI. En él se puede apreciar que en los meses de Enero 05, Enero 07, Mayo 07, y Enero 09 están por debajo del límite superior solo Marzo, Abril 06 y Mayo del 2008 hay un sobreconsumo de electricidad debido al deterioro considerado de la base energética de la empresa y un aumento de carga instalada innecesariamente .

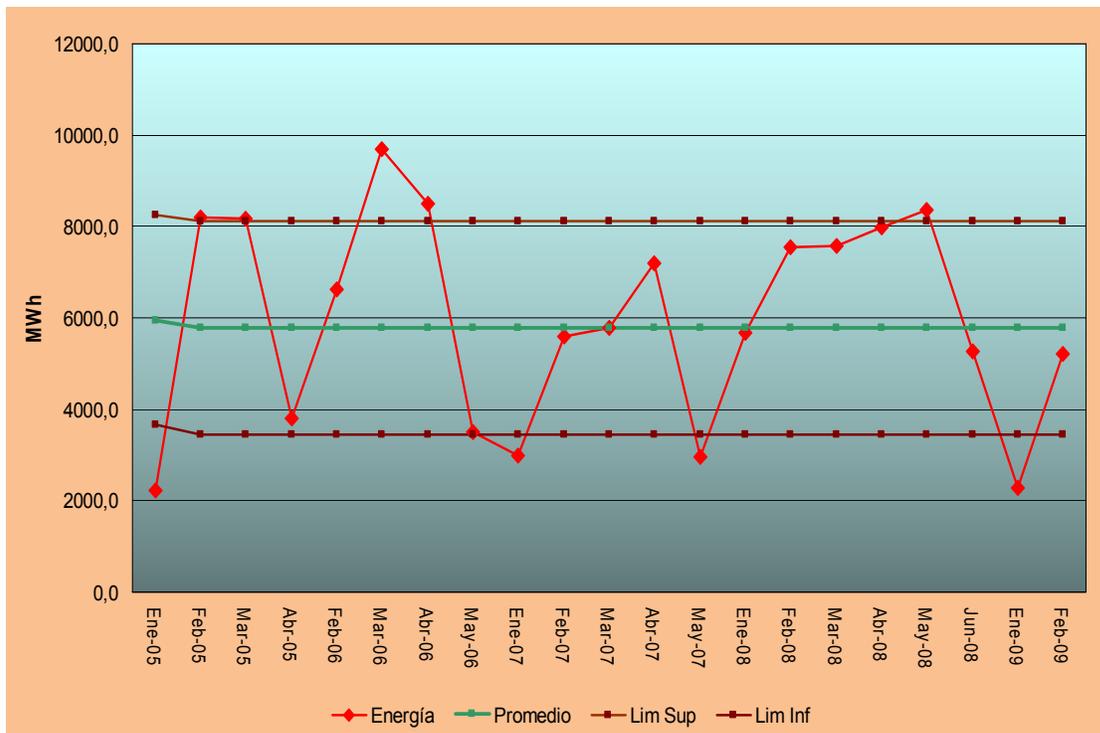
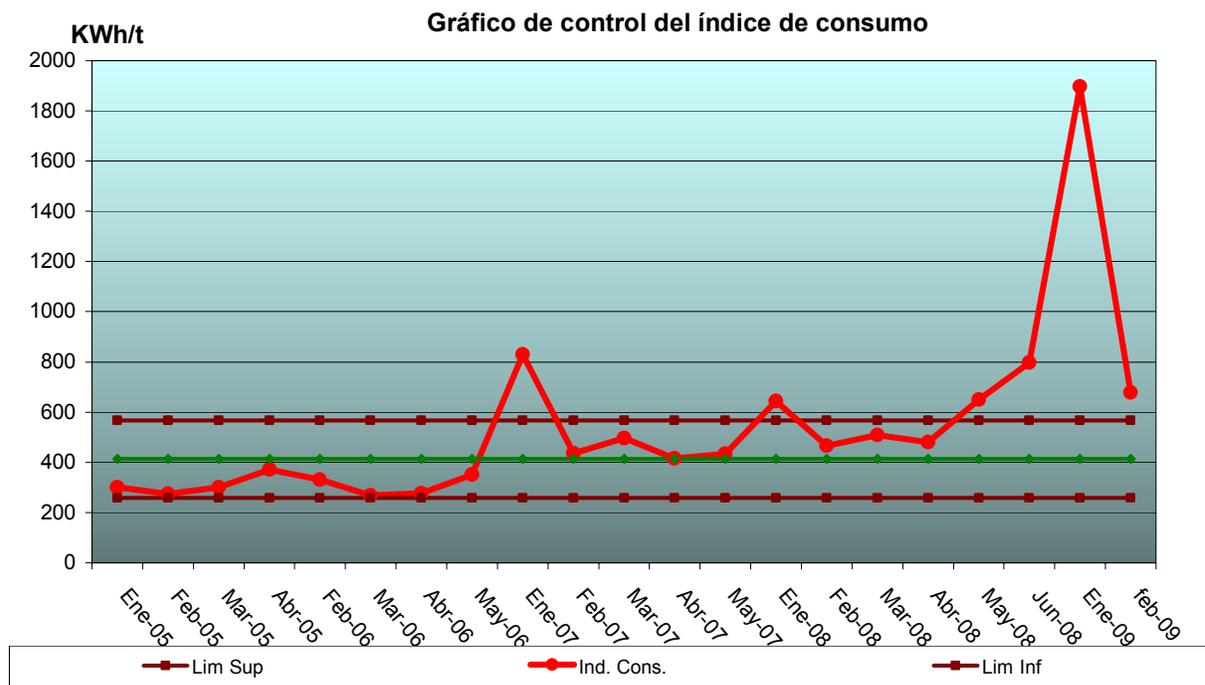


Figura 2.5: Comportamiento del consumo de electricidad del CAI.

### 2.2.3 Índice de consumo de electricidad

Antes de iniciar con el análisis del índice de consumo de electricidad se recuerda que el mismo está definido como la cantidad de kWh entre las toneladas de azúcar producida es decir kWh / ton .Para mostrar más claramente en la figura 2.6 se muestra el gráfico del índice de consumo teniendo en cuenta la energía eléctrica consumida.



**Figura 2.6: Gráfico Índice de consumo del CAI**

En la figura 2.6 se observa el gráfico de control del consumo de electricidad a partir de las series históricas donde se aprecia que existen varios puntos fuera de la línea de control, en Enero del 2007, Enero del 2008, Mayo y Junio de ese mismo año y Enero y febrero para el 2009 existe un sobreconsumo, donde se observa que al iniciar el período de zafra existe un mayor consumo, solo Mayo y Junio del 2008 fueron los meses de no inicio de zafra donde hubo un sobreconsumo de energía debido a los problemas existentes con la caldera y condiciones climáticas muy malas( estaba lloviendo) , lo cual propició un bajo rendimiento.

Se pueden considerar adecuados los valores del coeficiente de correlación  $R^2 \geq 0,75$ . Como se observa en la figura 2.7 el coeficiente de correlación es de 0.698 siendo menor que el mencionado anteriormente por tanto se puede decir que existe una débil correlación entre nuestros parámetros (MWh/ton) y por tanto, que el índice de consumo formado por el cociente entre ellos no refleja adecuadamente la eficiencia energética en la CAI. Esto puede ser por la no estabilidad en el proceso productivo. Y base energética deteriorada.

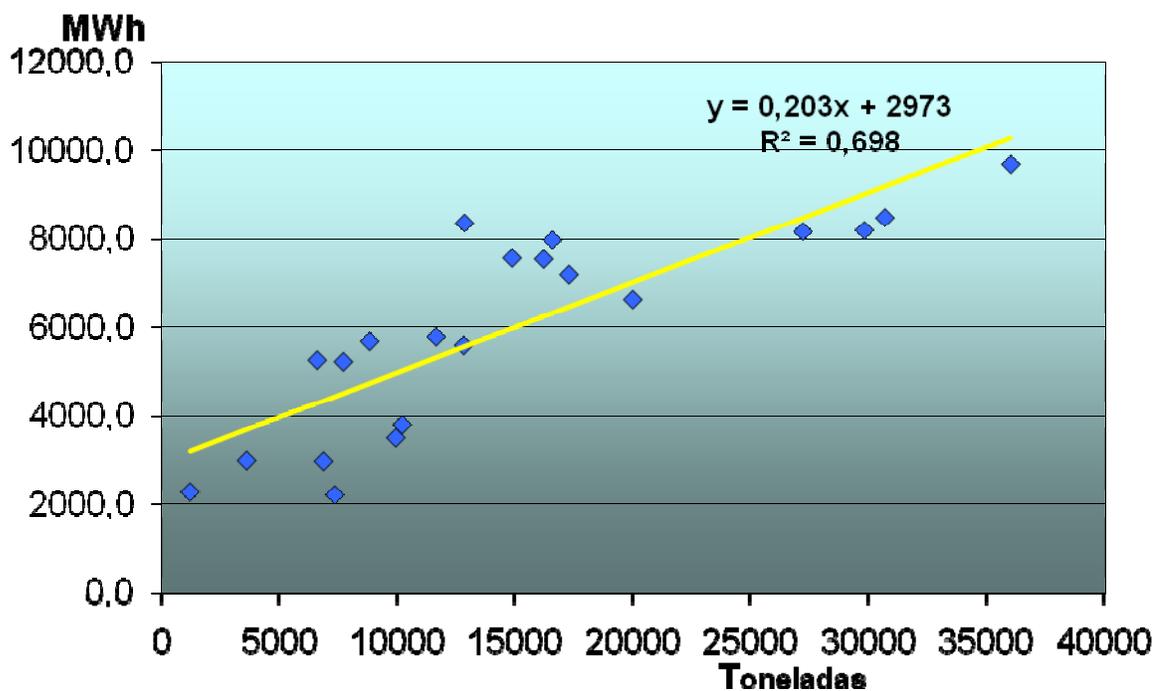


Figura 2.7: Gráfico diagrama de dispersión Energía vs. Producción

En la figura 2.8 se muestra la variación simultánea del consumo energético con la producción realizada en el tiempo, observándose que el comportamiento del Consumo Eléctrico sigue a la las toneladas producida (ton) de manera decreciente y de manera creciente mayormente en todo el período analizado en algunas ocasiones se observa que la curva de consumo está por debajo de toneladas y en otras está por encima, esto confirma la no correlación que existe entre estos

parámetros debido al deterioro de la base energética de la empresa y mala organización del proceso productivo.

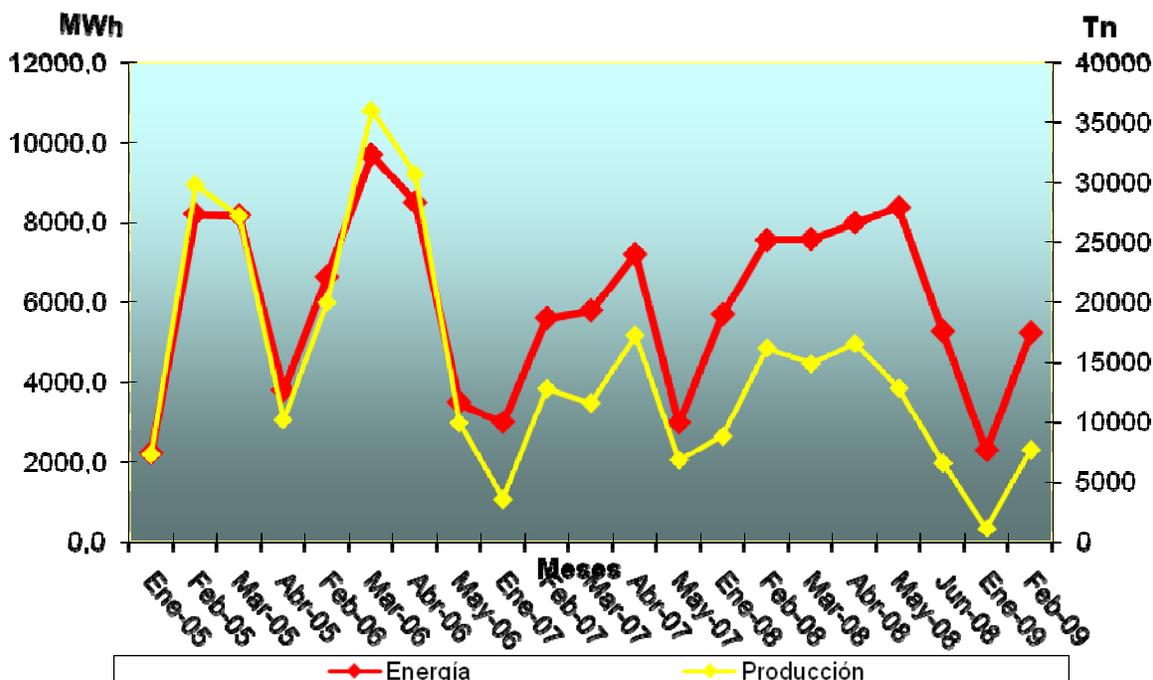


Figura 2.8 Gráfico de Producción (t) vs. Consumo (MWh).

### 2.3 Sistema de Suministro Eléctrico

La planta eléctrica cuenta con 4 turbos generadores cuyos parámetros y características se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 2.4 caracterización del sistema de suministro eléctrico.

Características	Número 8	Número 9	Número 10	Número 11
País de fabricación	RDAlemana	RDAlemana	RDAlemana	RDAlemana
Año de fabricación	1990	1967	1967	1986
Pnom (MW)	5,0	7,5	7,5	12,6
Vnom (KV)	6,3	13,8	13,8	6,3
Frecuencia (Hz)	60	60	60	60
Tipo turbina	contrapresión	condensación	contrapresión	contrapresión
Presión de vapor	28,0	28,0	28,0	28,0

directo (Kg./cm <sup>2</sup> )				
Temperatura	400	400	400	400
Presión de vapor escape (Kg./cm <sup>2</sup> )	1,8	1,30 (ext.)	1,8	1,8
Consumo específico(Kg./KWH)	9,52	7,83(2)	13,85	9,0
Consumo a plena carga	47,6	58,7(2)	90,0	108,0

Actualmente en la barra de 6,3 kV se generan hasta 17,0 MW con la máquina 8 y 11 el consumo desde esta barra es de unos 7,0 MW aproximadamente. En la barra de 13,8 kV se generan de 3 a 4 MW con la máquina 10 mientras que la demanda sobre esta barra asciende a unos 9 MW ello indica que se transfiere energía desde la barra de 6,3 kV hacia la de 13,8 kV mediante un transformador de acople.

La subestación de enlace con el SEN recibe una línea de 33kV y mediante dos bancos de transformadores enlazan con ambas barras los bancos son:

- Un banco de 2 por 6,3MVA 33/13,8 kV
- 2 Un banco de 1 por 16 MVA 33/6,3kV
- 3 Un banco de 1 por 8MVA 13,8/6,3 kV (Acople).

La carga a **13,8kV** se compone por:

- Motores (no existe motores de 13,8 kV).
- Transformadores de centro de carga.
  - 3 por 750 KVA 13,8/0,48 kV.
  - 3 por 1000 KVA 13,8/0,48 kV.
  - 6 por 1600 KVA 13,8/0,48 kV.
  - 2 por 2000 KVA 13,8/0,48 kV.

La carga de **6,3 kV** se compone fundamentalmente de:

- Motores
  - 18 por 630 kW (2 cuchillas 1 desmenuzadora y 6 molinos de cada tándems).
  - 2 por 2000 kW (2 tiros de inducido).
    - 1 por 500 kW (bomba de alimentar).
    - 1 por 450 kW (bomba de alimentar).
    - 1 por 310 kW (bomba de vacío).

- Transformadores de centro de carga

8 por 1000 KVA 6,3/0.48 kV.

**Líneas Aéreas:** Existen varias líneas aéreas a 13,8 KV que alimentan carga externa como son poblado, planta anexa, estación de bombeo de agua cuya demanda totalizada es de 3 MW.

[Ver monolineal en anexos](#)

### 2.3.1 Levantamiento de las cargas instaladas

Para tener una idea de cuáles son los lugares donde existe un mayor consumo se realizó un levantamiento de carga de los equipos principales por área, así como el análisis de lubricantes diesel y gasolina en las diferentes áreas (mayores consumidores) ,cuyo resultado aparece en los [anexos](#), como resultado del análisis se identificaron 395 equipos altos consumidores de energía.

- Energía eléctrica 175
- Diesel 15
- Lubricantes 175
- Gasolina 30

Se realizó una clasificación de estas cargas en los lugares donde mayor consumo existe como se muestra en los siguientes resultados de la tabla2.5.

**Tabla 2.5 clasificación de la carga instalada**

#	Equipos principales	Cant	Dda	Trabaj.	Jef.
			kW		
1	Generación de Vapor	42	4326	44	6
2	Basculadores y molinos	48	3405	38	6
3	Fabricación Casa de Calderas	74	2763	34	24
4	La Represa	9	575	8	1
5	Planta Eléctrica	2	75	4	6

<b>Total</b>	<b>175</b>	<b>11144</b>	<b>128</b>	<b>43</b>
--------------	------------	--------------	------------	-----------

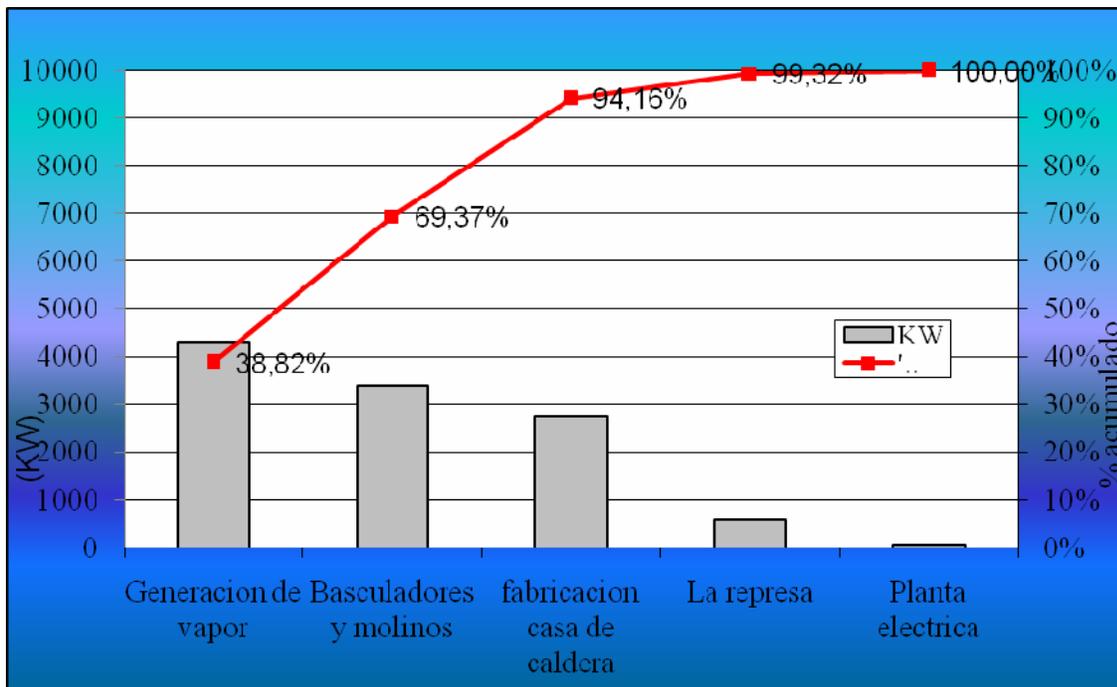


Figura 2.9: Estratificación de la potencia instalada por áreas.

En la figura 2.9 se observa que las áreas de mayor consumo son las de generación de vapor, basculadores y molinos dando a demostrar que en estas áreas es donde se debe analizar para lograr un mayor ahorro de energía.

### 2.3.2 Análisis de la facturación eléctrica

Las tarifas eléctricas aprobadas por la Resolución No 311 del MFP se encuentran diferenciadas por niveles de voltaje (Alta, Media y Baja Tensión) y podrán aplicarse en Moneda Nacional o en Moneda Librementemente Convertible, según la moneda de pago establecida para cada cliente.

El Sistema Tarifario consta de tres grandes grupos, los clientes que se encuentran conectadas a la red de Alta Tensión, clientes de Media Tensión y clientes de Baja Tensión.

La tarifa eléctrica aplicada a la Empresa Azucarera Antonio Guiteras, es a través de contrato, es decir por la resolución 83 la empresa paga:

\$ 0.09 por cada kWh consumido en horario pico.

\$ 0.09 por cada kWh consumido en horario de la madrugada.

\$ 0.09 por cada kWh consumido en el horario del Día.

En resumen se paga a 90 pesos el MW., a el CAI no se le penaliza por tener un bajo factor de potencia ni tener grandes pérdidas por transformación.

### **Demanda contratada por el CAI**

**Tabla 2.6 Demanda contratada en el CAI**

<b>Meses</b>	<b>Demanda (MWh)</b>
Enero	3579.1
Febrero	8790.6
Marzo	9732.5
Abril	6764.2

### **2.3.3 Análisis de las mediciones eléctricas realizadas**

Las mediciones fueron realizadas aprovechando las potencialidades del analizador de red , estas fueron hechas en un espacio de 24 horas con un tiempo de muestreo de 1 hora, se realizaron en el horario zafra del día 3 al 4 de abril del 2009, en el caso de los támdens A y B fueron realizadas en los interruptores de barras.

#### **2.3.3.1 El CAI como sistema**

En la fig 2.10 se muestra la potencia activa(P) reactiva(Q) y aparente(S) en el CAI donde se puede observar con claridad que existe gran diferencia entre P y Q. Además nuestra empresa cuenta con una planta eléctrica , en esta se realiza un intercambio de energía con el SEN , razón por la cual algunas veces la P es positiva y otras negativas , Cuando la potencia activa es positiva significa que se está vendiendo energía al SEN y cuando es negativa se está comprando. Los valores máximos , mínimos y promedio se pueden ver en la tabla 2.7

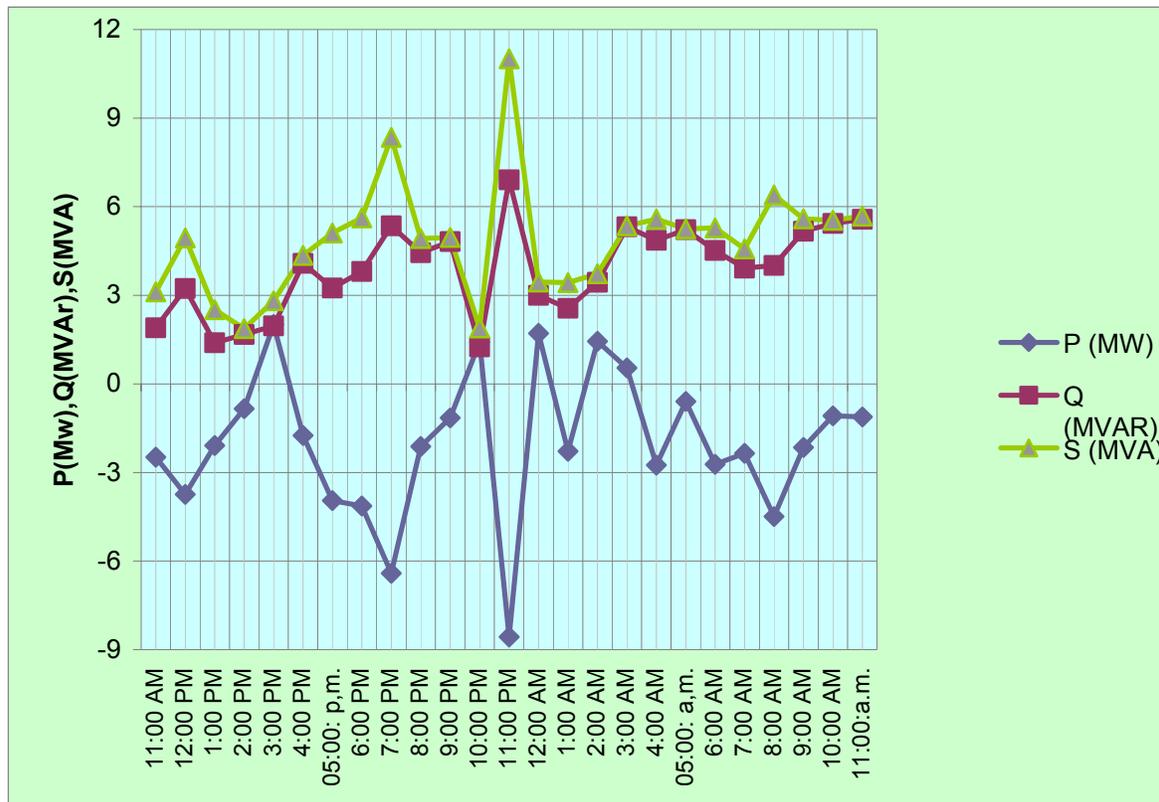


Figura 2.10: gráfico de P, Q, S en el CAI

Tabla 2.7 valores máximos mínimos y promedios del CAI

Variable	Promedio	Máximo	Mínimo
P(MW)	-1.9856	2.01	-8.57
Q(MVAR)	3.8832	6.91	1.25
S(MVA)	4.8524	11.01	1.87

En la figura 2.11 se observa el gráfico de carga de la potencia reactiva (Q) y la activa (P) en el CAI, donde se ve con claridad que existe grandes variaciones de P y Q en el complejo, los valores máximos, mínimos y promedio se pueden ver en la tabla anterior.

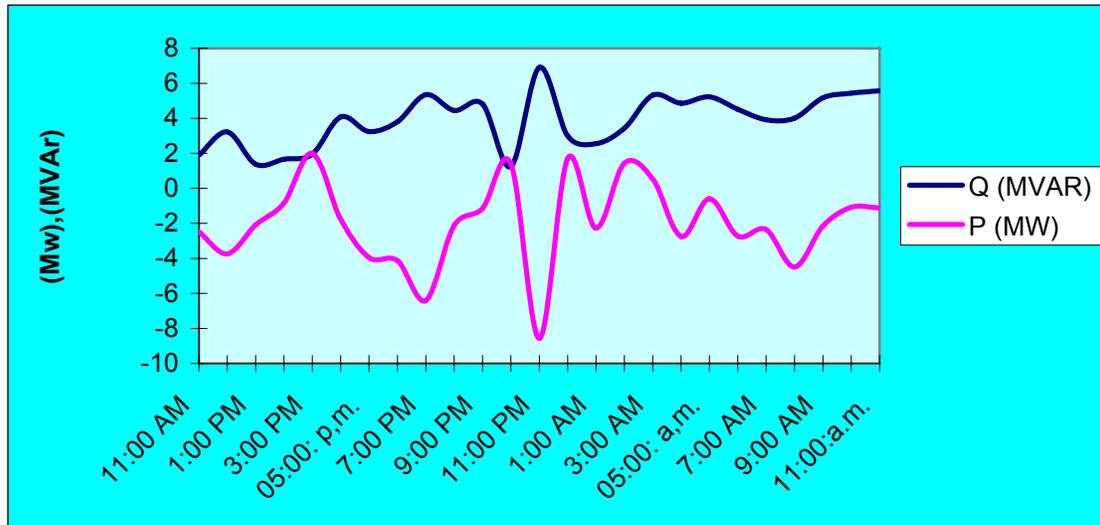


Figura 2.11: Gráfico de carga de P y Q en el CAI.

Para el análisis del comportamiento del factor de potencia en el sistema se puede ver en la figura 2.12 donde se ve que existe un bajo factor de potencia incluso con valores muy pequeños como 0.20 y otros, esto es debido a que se acaba la caña y los equipos permanecen trabajando, en vacío, por lo que la potencia reactiva es mucho más grande que la activa siendo 0.83 el valor máximo que alcanzó el factor de potencia. El valor promedio es 0.53.

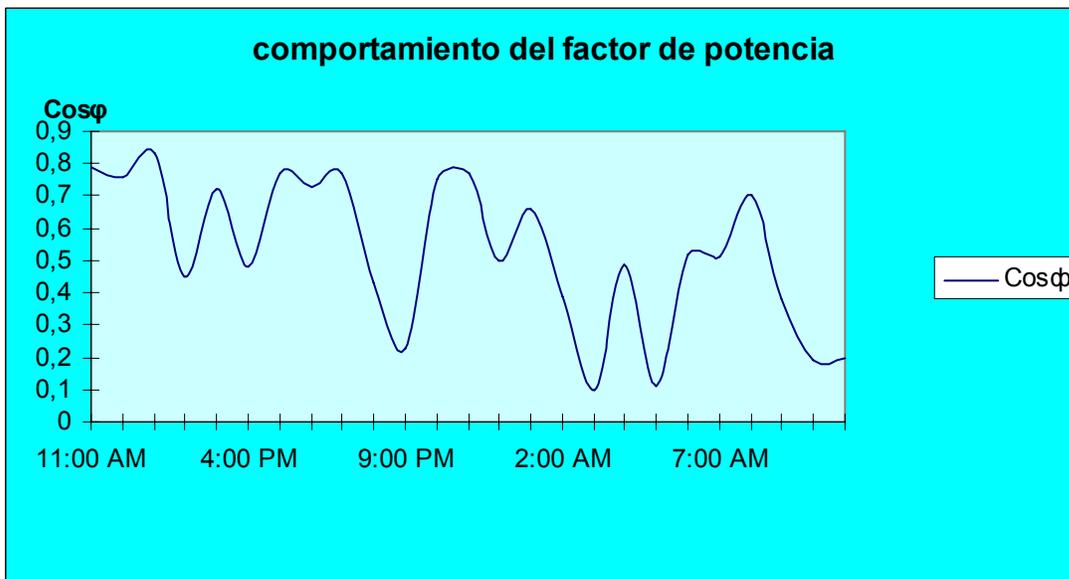


Figura 2.12: Gráfico del factor de potencia en el CAI

### 2.3.3.2 Tándems A

El tándem A pertenece a unas de las áreas de mayor consumo que es basculadores y molinos, en la figura 2.13 se representa el comportamiento de la P, Q, y S en 24 horas. Donde se observa que en ocasiones la potencia activa está por debajo de la reactiva, demostrando que no existe buena relación entre la P y la Q. los valores máximos, mínimos y promedio se muestran en la tabla 2.8.

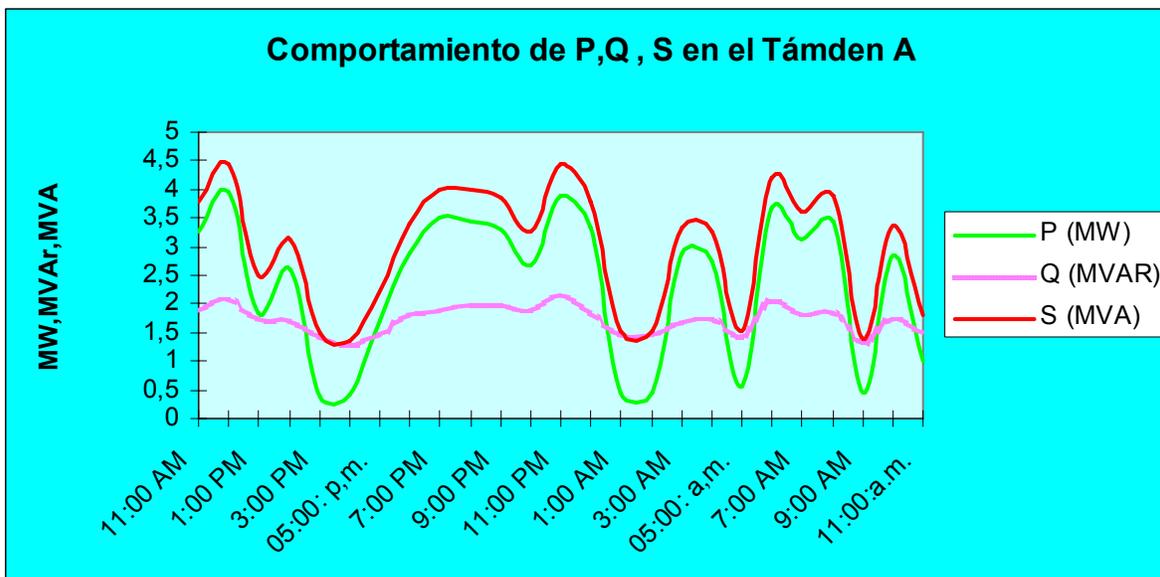


Figura 2.13: Gráfico de P, Q, S en el tándem A.

En la figura 2.14 se muestra el gráfico de carga de la potencia reactiva y activa en el tándem A, los valores máximos, mínimos y promedios se encuentran en la tabla 2.8.

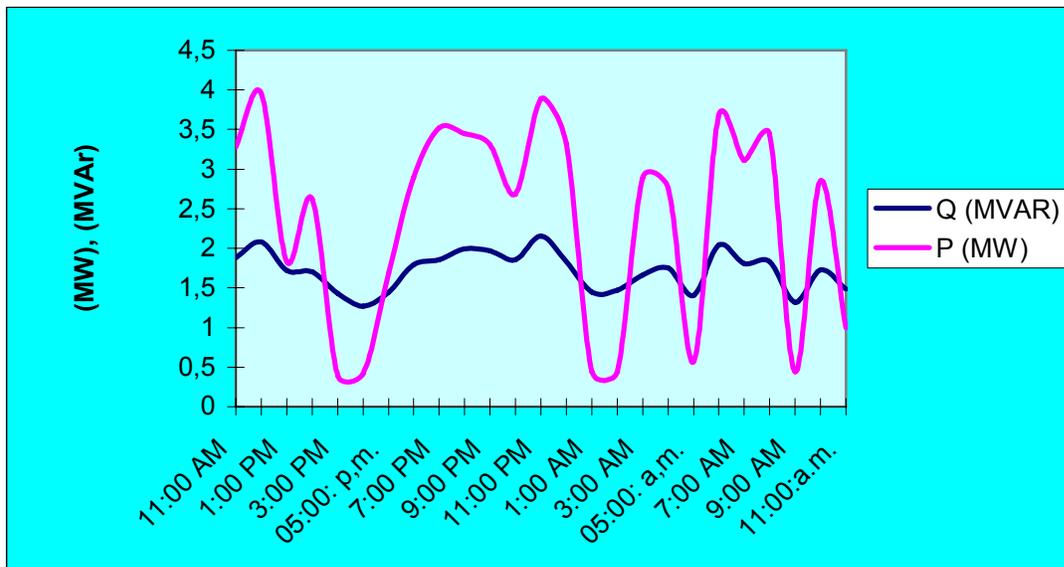


Figura 2.14: Gráfico de carga de P y Q en el tándem A.

Tabla 2.8 valores máximos mínimos y promedios del tándem A

Variable	Promedio	Máximo	Mínimo
P(MW)	2.354	3.95	0.39
Q(MVAr)	1.7176	2.15	1.27
S(MVA)	3.0016	4.46	1.34

La figura 2.15 muestra como se comporta el factor de potencia en este período donde el valor promedio es de 0.71 siendo su máximo valor de 0.89.

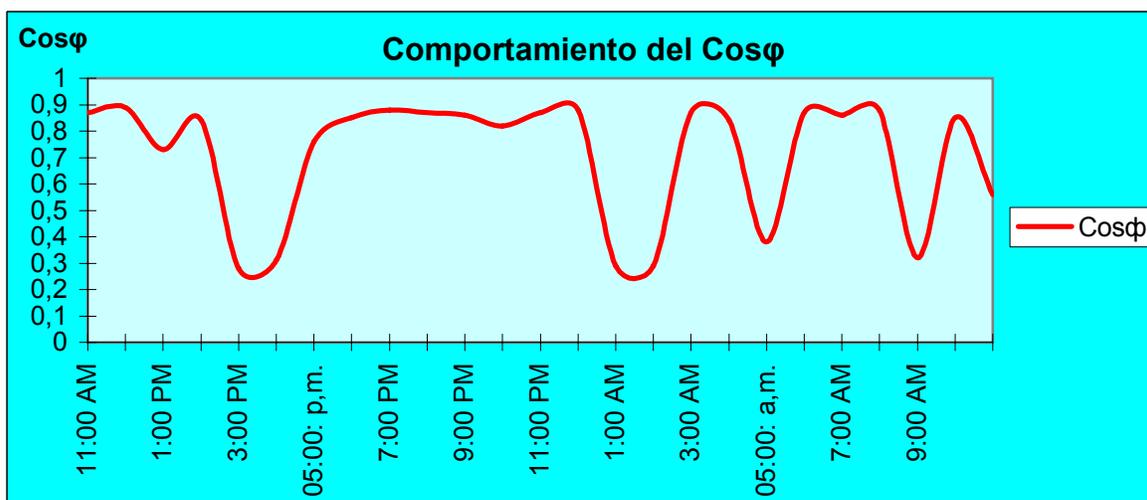


Figura 2.15: Gráfico del factor de potencia en el tándem A.

### 2.3.3.3 Tándems B

El tándem B como el A, pertenece a el área de basculadores y molinos en la figura 2.16 se muestra el comportamiento de la potencia activa, reactiva y potencia aparente en el área, en el se observa que en mayormente la potencia activa es menor que la reactiva siendo en ocasiones muy pequeñas .los valores máximos mínimos y promedio se pueden ver en la tabla 2.9.

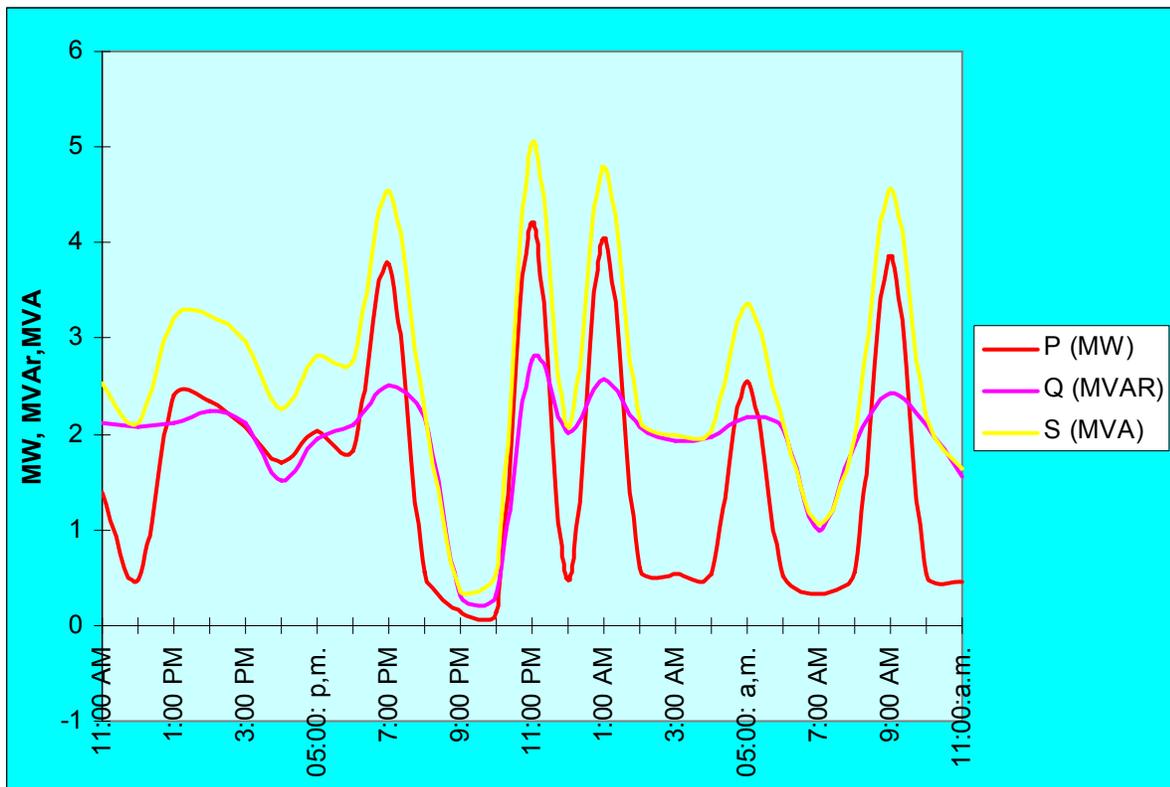


Figura 2.16: Comportamiento de P, Q y S en el tándem B

En la figura 2.17 se muestra el gráfico de carga de la potencia reactiva (Q) y P en el tándem B los valores máximos, mínimos y promedio se ven en la tabla 2.9.

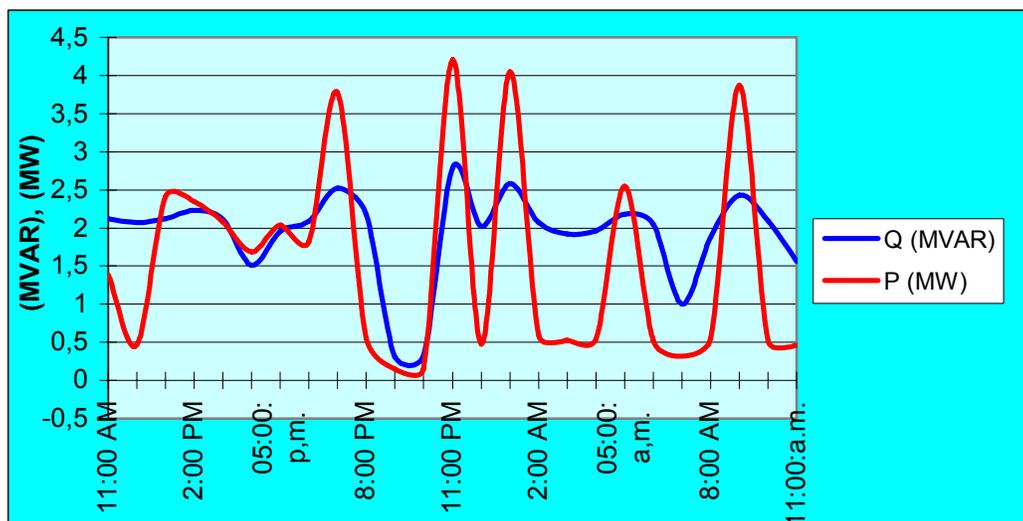


Figura 2.17: Gráfico de carga de P Y Q en el tándem B

Tabla 2.9 valores máximos mínimos y promedios del tándem B

Variable	Promedio	Máximo	Mínimo
P(MW)	1.5228	4.21	0.15
Q(MVAr)	1.9928	2.79	0.31
S(MVA)	2.5828	5.05	0.34

En la figura 2.18 se muestra el comportamiento del factor de potencia en el área siendo su valor promedio relativamente bajo 0.50 y su valor máximo es de 0.85 esto demuestra que el factor de potencia esta deteriorado en esta área ya que esta tiene gran aporte para que en el sistema haya también un  $\text{Cos}\phi$  bajo.

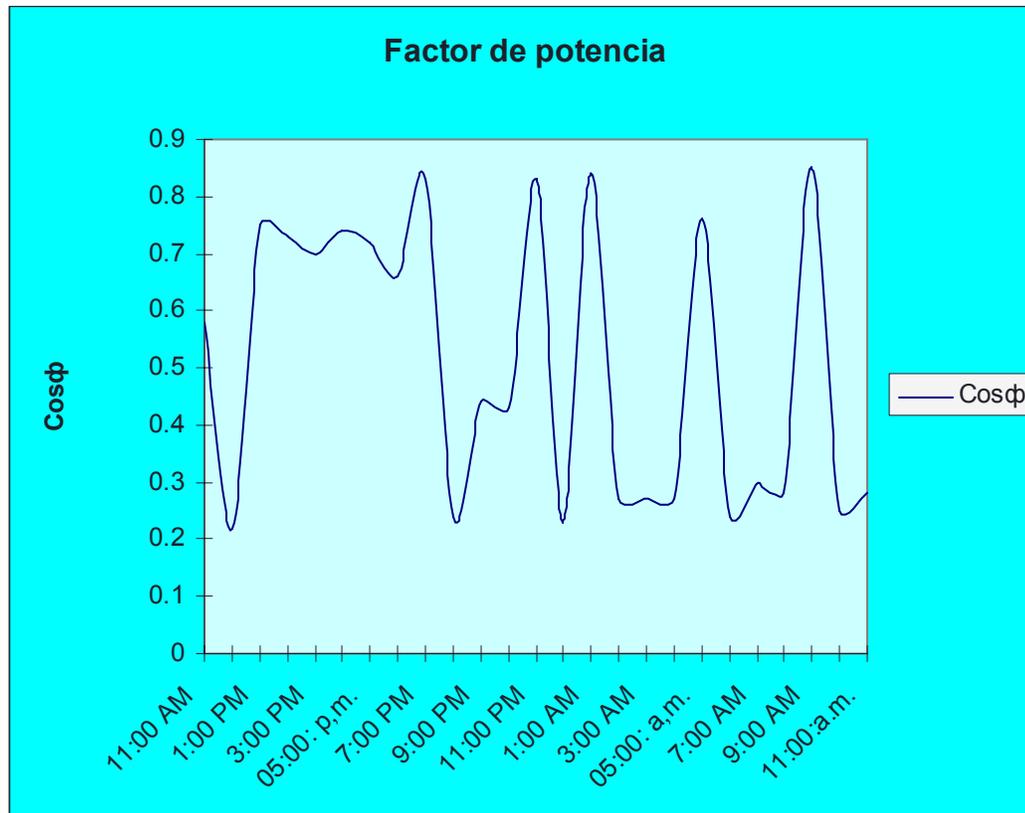


Figura 2.18 Comportamiento del Cosφ en el tándem B

#### 2.3.3.4 Centro de carga #21(CC#21)

Este centro de carga pertenece al área de generación de vapor, las mediciones se realizaron el día 22 y 23 de abril del 2009. En la figura 2.19 se muestra el comportamiento de la potencia activa (P), la reactiva (Q) y la potencia aparente (S) donde se observa que en el caso de la potencia reactiva es negativa porque le está entregando reactivo al sistema, ahí que tener en cuenta que en esta área existe un banco de capacitores, los valores máximos, mínimos y promedios se pueden ver en la tabla 2.10.

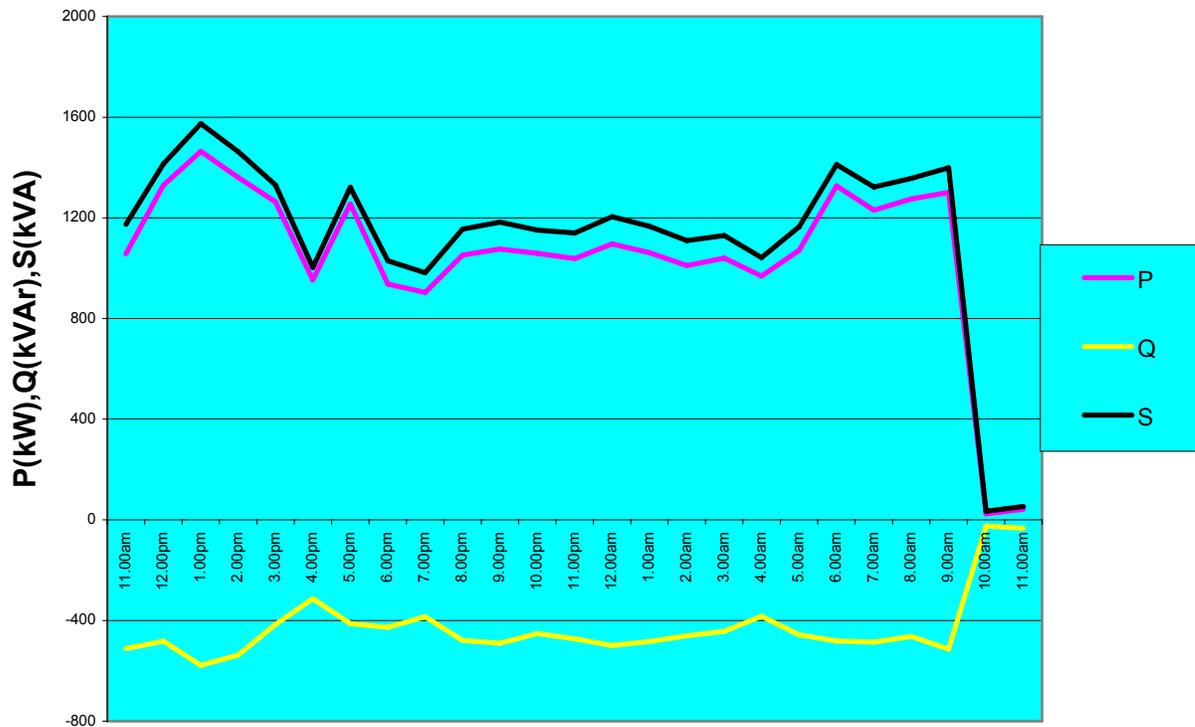


Figura 2.19: Comportamiento de la P, Q y la Sen el CC#21.

Tabla 2.10 valores máximos mínimos y promedio del centro carga #21

Variable	Promedio	Máximo	Mínimo
P(kW)	1047.797319	1464,228165	23,91678384
Q(kVAr)	-427.424	-24,4	-578,7
S(kVA)	1132.70071	1574,43889	34,1668341

En la figura 2.20 se muestra como se comporta el factor de potencia en el período mencionado donde se puede ver que el  $\cos \phi$  es bueno donde su valor promedio es de 0.91.

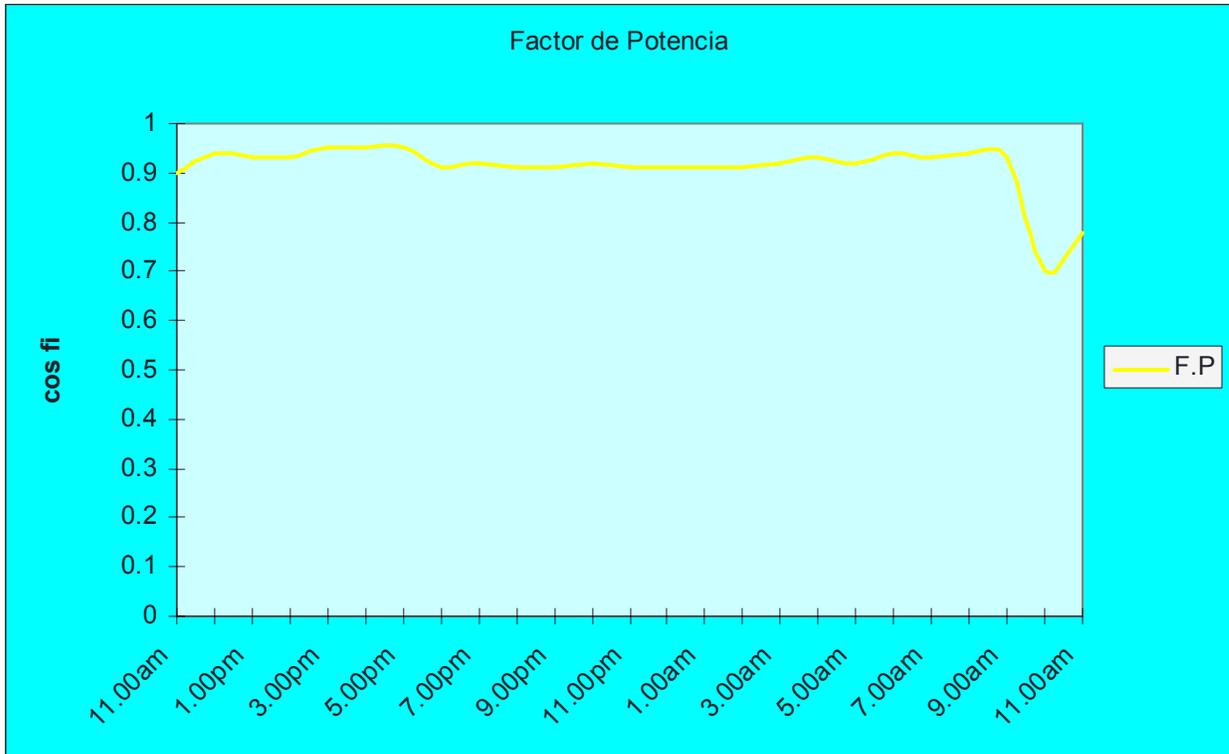


Figura 2.20: comportamiento del  $\text{Cos}\phi$  en el cc#21

### 2.3.3.5 Centro de carga 8 (cc#8)

El CC # 8 pertenece al área de fabricación en la figura 2.21 se muestra como se comporta el  $\text{Cos}\phi$  en esta área en un período de 24 horas donde el valor máximo alcanzado por este es de 0.75 y el valor promedio es de 0.73 el  $\text{Cos}\phi$  es bajo también.

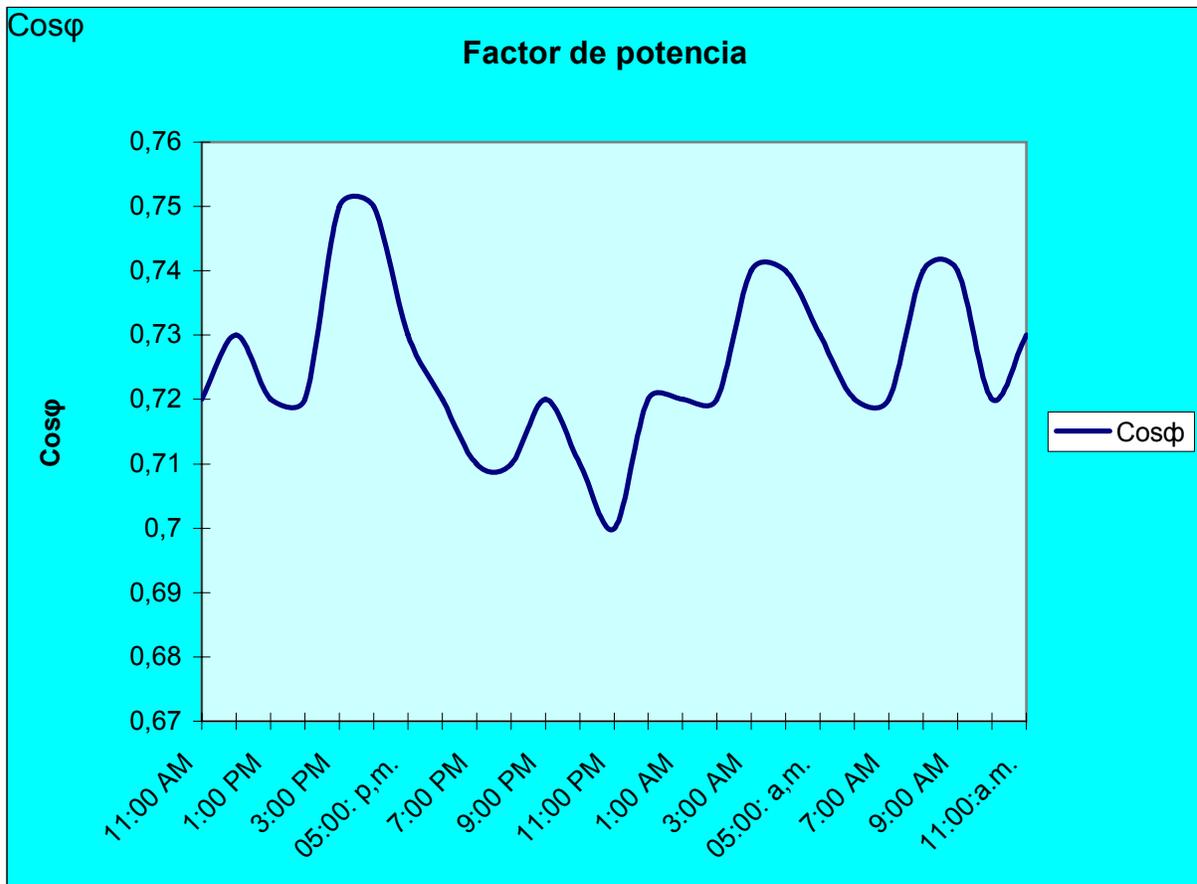


Figura 2.21: comportamiento de Cosφ en el cc #8

## 2.4 Evaluación del sistema de iluminación

En el análisis de iluminación se hizo un levantamiento de la cantidad de lámparas, cuyo resultado se recoge en la tabla 2.11, donde se pudo comprobar que existen aun un número considerables de lámparas que podrían ser sustituidas las de 40 W por 32W.

Tabla 2.11 Levantamiento de la cantidad de lámparas de 40W

Áreas	Cantidad de lámparas
Generación de vapor	44
Taller de maquinaria	46
Oficinas	57

Casa caldera	95
Parlería	2
Almacén	12
Planta eléctrica	34
Instrumentación	35
Protección	6
Basculadores y molinos	39
Laboratorio	30
Taller eléctrico	57
Equipos pesados	2
Diversificación	4
Sala de análisis	20
<b>Total</b>	<b>483</b>

En nuestra empresa existe grandes problemas con el alumbrado algunas deficiencias son:

- Prácticamente no existe iluminación en las áreas exteriores.
- la necesidad del mantenimiento de las lámparas existentes.
- La disposición de las luminarias en algunos casos no es la más conveniente.

Algunas recomendaciones a considerar para ahorrar el sistema de iluminación y mejorar la iluminación son:

- Realizar la limpieza sistemática de las luminarias, ya que la suciedad reduce en un 20 % el nivel de iluminación.
- Evaluar una mayor utilización de la luz solar en aquellos lugares que sea posible. (tejas translúcida).
- Instalar superficies reflectoras en las lámparas, pues esto direcciona e incrementa la iluminación y posibilita la reducción de lámparas en las luminarias.
- Utilizar balastos electrónicos que permiten ahorrar energía hasta un 10 % e incrementa la vida útil de las lámparas.

## 2.5 Cálculo de las pérdidas por transformación en el transformador

Para el cálculo de las pérdidas por transformación antes de la compensación se realizarán en el centro de carga #8 (cc#8), la represa.

Pérdidas de transformación en el cc #8

Las pérdidas totales del transformador se determinan por:

$$P_t = P_{fe} * T_3 + \left( \frac{kVA_{real}}{kVA_{nom}} \right)^2 P_{cu} * T_1 \quad 2.1$$

Donde:

$P_{fe}$  – Pérdidas en el hierro para régimen nominal, las mismas se consideran constante para todo el régimen de trabajo del transformador.

$P_{cu}$  – Pérdidas por efecto Joule en el Cobre, dependen del estado de carga del transformador (cuadrado del coeficiente de carga).

$T_1$ —es el tiempo que dura la carga del transformador (24 h / diarias).

$T_3 = T_1$  porque el transformador trabaja a régimen continuo las 24 h del día, durante los 365 días del año.

El coeficiente de carga no es más que la relación entre los kVa. Reales y los nominales.

$$k_c = \frac{kVA_{real}}{kVA_{nominal}} \quad 2.2$$

El transformador es de 1600KVA

$$P_{cu} = 16.587 \text{ Kw}$$

$$P_{fe} = 3.174 \text{ Kw.}$$

$$T_1 = T_3 = 24 \text{ h}$$

Sustituyendo en la ecuación 2.1 se calculan las perdidas totales.

$$P_t = 3.174 \text{ KW} * 24h + \left( \frac{703.3148 \text{ KVA}}{1600 \text{ KVA}} \right)^2 * 16.587 \text{ KW} * 24h$$

$$P_t = 152.61 \text{ KWh/día.}$$

En la represa las pérdidas por transformación calculadas con esas mismas ecuaciones (2.1) son de  $P_t = 314.35 \text{ kWh/día}$ , el tándems A es de aproximadamente  $658.30 \text{ kWh/día}$ , el tándems B es de aproximadamente  $665.94 \text{ kWh/día}$ .

**Tabla 2.12 trabajo de los transformadores a partir de la ecuación 2.2**

Lugar	Potencia nominal (kVA)	Kc
CC#8	1600	0.44
Represa	1600	0.77
CC#21	2000	0.57

**Después de la compensación en el cc#8**

$$Q_{sist_n} = Q_{antes} - Q_{es \text{ tan } darizado}$$

$$Q_{sist_n} = 479.34 \text{ KVA}r - 230 \text{ KVA}r$$

$$Q_{sist_n} = 249.34 \text{ KVA}r$$

Donde  $Q_{sist_n}$  es la potencia reactiva del sistema nueva

$$S_2 = \sqrt{(P_{antes})^2 + (Q_{sist_n})^2}$$

$$S_2 = \sqrt{514.9^2 + 249.34^2}$$

$$S_2 = 572.03 \text{ kA}$$

$$P_{tn} = P_{fe} * T_3 + \left( \frac{kVA_{real_2}}{kVA_{nom}} \right)^2 P_{cu} * T_1$$

$$P_{tn} = 127.15 \text{ kwh} / \text{Día}$$

$$\Delta P = P_t - P_{tn}$$

$$\Delta P = 153.6 \text{ kwh} / \text{día} - 127.15 \text{ kwh} / \text{día}$$

$$\Delta P = 26.6 \text{ kwh} / \text{día}$$

Para el caso de la represa las  $\Delta P = 63.95 \text{ kwh} / \text{día}$ , para el tándems A es de aproximadamente 45.1 KWh/día, y para el B es de aproximadamente 69.91 KWh./día.

**Donde:**

$S_2$  Es la potencia aparente después de la compensación.

$P_{tn}$  Son las pérdidas después de la compensación.

$\Delta P$  Es la variación de pérdidas.

## 2.6 Cálculo del banco de condensadores

Existen varios problemas por tener bajo factor de potencia como son los siguientes:

- ✓ Mayor coste de la energía consumida.
- ✓ Mayor sección en los conductores de línea.
- ✓ Perdidas en la línea por disipación de calor (efecto joule).
- ✓ Mayor carga sobre transformador y línea.

En el CAI existe un bajo factor de potencia por lo que se calculará su corrección para un mejoramiento del sistema y ahorro económico.

El  $\text{Cos}\phi$  se puede mejorar en el sistema general o en los distintos centros de cargas (CC), se escogió la segunda variante ya que al mejorar el  $\text{Cos}\phi$  en los CC mejora en el sistema.

El valor del  $\text{Cos}\phi$  se podrá ver en la siguiente tabla 2.13

**Tabla 2.13 valor del  $\text{Cos}\phi$ , P, y K en las distintas áreas**

<b>Cosφ</b>	<b>Área</b>	<b>P (kW)</b>	<b>K</b>
0.79	Represa	974.68	0.35
0.59	Tándems B	1522.8	1.261
0.73	Tándems A	2354	0.566
0.75	cc#8	514.904	0.429

K- es el coeficiente tomado de la tabla para mejorar el factor de potencia, ver anexos

$$Q_c = P_a * K$$

2.3

Pa- es la potencia activa media.

Los resultados se pueden ver en la tabla 2.14

**Tabla 2.14 cantidad de Qc ha instalar**

Área	Qc a instalar(kVAr)
Represa	341.1
Tándems B	1120.3
Tándems A	1032.4
cc#8	220.89

Los datos de los bancos de capacitores utilizados aparecen a continuación Para el CC#8 el banco fue el siguiente:

Producto básico #	Sufix	kVAr	Precio CUC
65927	TA2	230	2147

En la represa fue la siguiente:

Producto básico #	Sufix	KVAr	Precio CUC
65I937	TC2	350	3296

Mediante un recorrido realizado por los tándems A y B se detecto que existen condensadores disponibles en cada área mencionada anteriormente, dichos bancos de capacitores están desconectados por presentar problemas con los interruptores, los datos de los bancos pueden observarse a continuación.

En el tándems B existen un total de 4 capacitores con los siguientes datos:

- N<sub>o</sub>. 010308053.
- Merlin Gerin, STD IEC 608711997.
- IMP Jarylec CCO1.

- $C_n=3m8.02\mu f.$
- $U_n =6300v.$
- $Q_n=360KVAr.$

En el tándems A existen un total de 8 capacitores con los siguientes datos de chapa.

- BICC CD 4997 Made in England.
- Serial #3833/2.
- $U=6600v.$
- C/S 66.
- $Q=100KVAr.$
- BS specification 1650, Discharge resistor ARE.

## 2.7 Características del bagazo y Estados de las Calderas

En el área de generación de vapor aparejado al deterioro de las calderas, la calidad del combustible tributario (bagazo), por la planta moledora fue pésimo resultado según parámetro mostrado a continuación.

### CONDICIONES PARA PROCESAR EL BAGAZO EN CALDERA

PARAMETRO	NORMA	VALOR REAL
Humedad (%)	48-50	50.35
Relación fibra/ meoyo	70/30	87/13
% de fibra	12-14	16.69
Pol en bagazo	1.94	2.24
Cant. Jugo en bag.	15	27

El bagazo con que se contó en esta zafra trajo como consecuencia

1. Alta concentración de ceniza en el horno y pasillo de la caldera  
Esto fue producto de la pol alta provocando una mala combustión.
2. Mala combustión por la alta humedad .La humedad en el bagazo es uno de los parámetros más importante que determina la eficiencia en la caldera ya que si la humedad es baja se necesita mucho más bagazo que lo necesario para la combustión. Y si es muy húmedo como el parámetro real reflejado se demora

más la combustión ya que hay que controlar (reducir) su alimentación a la caldera.

3. El tamaño de la fibra es otro parámetro que influye en la combustión ya que si es grande demora mas quemando en los hornos, se acumula residuos en la parrilla disminuyendo el flujo de los tiros (de aire) a la caldera por lo que trae como resultado mala combustión.
4. Baja generación y presión.
5. Incumplimiento con todo los indicadores deficiencias.
6. la indisciplina tecnológica esto recae sobre el personal de operación y mantenimiento de las calderas.

#### **Estado técnico de las calderas**

Las calderas trabaja a 2 presiones la 1, 4, 5,7 trabaja a una presión de 28 kg/cm<sup>3</sup> y las calderas 2, 3 a una presión de 23 Kg/cm<sup>3</sup>.

La base energética está colapsada la caldera 1 tiene problemas en el calentador de aire y en los sobre calentadores de vapor ,la caldera 3 solamente trabajo 5 días en la zafra ya que presenta problemas con el haz de tubo y el domo ,la 4 tiene salideros por soldadura de caldera así como problemas con el haz de tubo, y en los domos, la caldera 5 presenta problemas en el calentador de aire y más de el 50% está taponeada es decir trabaja al 50%, además de problemas con los sobrecalentadotes de vapor, la 6 presenta salidero de la pared lateral izquierdo(horno), en el domo, la caldera 7 presenta salideros en el domo, presenta problemas en los ventilador de tiro inducido.

Para generar 45 TM deben consumirse 20 T/h de bagazo. Las calderas deben de tener un rendimiento de 45Tn/h y fue en esta zafra de aproximadamente 23Tn/h Además podemos decir que las tuberías con la que se transporta el vapor casi ninguna presentan lana de vidrio (insulación), por todo esto en el trayectoria hacia la planta eléctrica se pierde alrededor de 20Tn de vapor.

## 2.8 Análisis del consumo de Agua

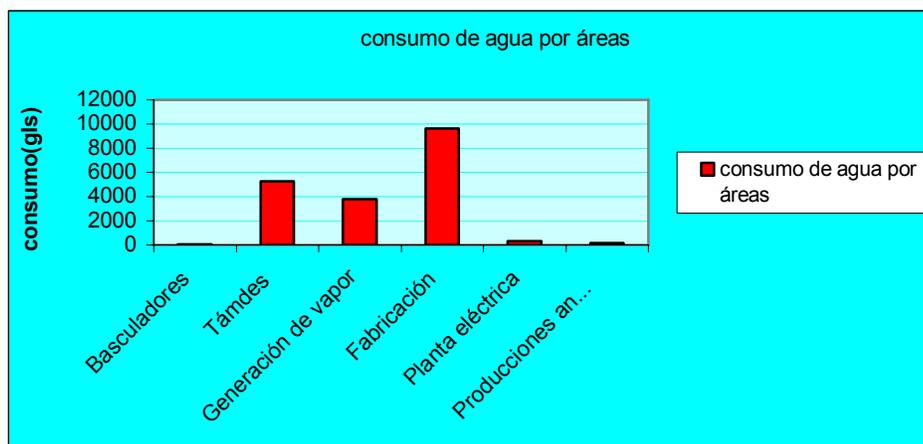
Para el suministro de agua al ingenio existen 3 bombas de 1400 gl/m, de los cuales en el periodo de zafra se mantienen 2 trabando y una de repuestos, la línea de abastecimiento es de Fe fundido con un diámetro nominal de  $\phi=30.48\text{cm}$  (12 pulgadas) la longitud normal de la tubería es de 1460 m la línea de abastecimiento posee varias tomas o derivaciones en distintos puntos por los cuales se suministra agua a la población con un rango de flujo que puede alcanzar los 1350 gl/m en consumos picos.

En la tabla 2.15, se mostraran los lugares de mayor consumo de agua en el CAI (aproximadamente). (Orse Ubalerico, 2004)<sup>10</sup>, (Orse Ubalerico, 2002)<sup>11</sup>.

**Tabla 2.15 mayores consumidores en el CAI de agua.**

Áreas	Capacidad de consumo (gl/s)
Basculadores	3100
Tándems	528000
Generación de vapor	380160
Fabricación	964764
Planta eléctrica	30240
Producciones anexas	14640

Como se observa en el siguiente gráfico las áreas de mayor consumo de agua son las de fabricación, tándems y generación de vapor siendo fabricación la de mayor consumo.



**Figura 2.22: Gráfico del consumo de agua por área.**

<sup>10</sup> Orse Ubalerico, Ahorro del agua en el CAI , (2004)

<sup>11</sup> Orse Ubalerico, Ahorro e historia del agua en el CAI , (2002)

A partir de años atrás se han venido tomando un gran número de medidas para reducir el índice de consumo de agua ante la emergencia del agotamiento de las fuentes previstas y así disminuir los volúmenes de residuales líquidos, los resultados aproximadamente han sido los siguientes.

**Tabla 2.16 índices de consumo por zafras**

Zafra	Índice de consumo (M <sup>3</sup> /Tn caña)
2003	0.7
2004	0.55
2005	0.44
2006	0.39
2007	0.39
2008	0.36



**Figura 2.23: Gráfico del consumo de agua por área.**

Algunas medidas tomadas son las siguientes:

- Recolectar el agua de los compresores de aire y de la planta de hielo así como el enfriamiento de las bombas de agua de alimentar calderas.
- Utilizar el agua recolectada de las bombas de vacío tachos y cuádruple para el enfriamiento de otras bombas de casa de caldera. (Orse Ubalerico, 2004)<sup>10</sup>, (Orse Ubalerico, 2002)<sup>11</sup>.

Todavía existen problemas en el CAI con el consumo de agua ya que no existen flujómetros para medir el consumo de esta así como derroches y no aprovechamiento al máximo de los volúmenes del agua.

En el CAI el agua llega desde el río y el mar donde luego se distribuye a la población en este organismo no se paga el consumo del agua por lo que existen salideros en algunas áreas y tanques vertiendo agua constantemente todavía faltan tomar medidas por el ahorro de ella las cuales se verán en próximos capítulo.

## 2.9 Conclusiones

- El portador que más se consume en el centro es la electricidad representando un 58.45%.
- La electricidad tiene un importe de 77520.99 CUC.
- El coeficiente de correlación es de 0.69.
- Existe un bajo factor de potencia en la empresa con valores promedios de 0.53.
- El rendimiento de las calderas fue de 23tn/h.

## **Capítulo III: Implementación del sistema de gestión en el CAI Antonio Guiteras**

- 3.1 Introducción.**
- 3.2 Nivel de competencia en materia energética del CAI**
- 3.3 Ineficiencias del sistema de gestión en la instalación.**
- 3.4 Principales oportunidades para reducir los consumos y costos de energía y agua.**
- 3.5 Valoración técnico económica.**
- 3.6 Valoración ambiental.**
- 3.7 Conclusiones.**

### **3.1 Introducción.**

La utilización racional de la energía requiere de métodos racionales que enfoquen la solución del sobreconsumo, el exceso de pérdidas, la explotación de las instalaciones, desde el punto de vista técnico económico y ambiental. Por otra parte las diferentes soluciones y medidas a implantar están basadas en un análisis integral que se corresponda con las características específicas del consumidor. En este capítulo se determina el grado de competencia en materia energética de la instalación a partir de las deficiencias detectadas en capítulos anteriores. Se define los elementos que inciden en el bajo nivel en gestión energética. Se presenta el plan de medidas derivadas del diagnóstico energético. Finalmente aparece un conjunto de estrategias que permitirán perfeccionar el sistema de gestión.

### 3.2 Nivel de competencia en materia energética del CAI

Para la realización de las encuestas se entrevistaron un total de 65 trabajadores dentro de los cuales se encuentran obreros ,especialistas oficinista , directivos, seguridad entre otros ,las encuestas dieron los siguientes resultados.

El 66.7% de los encuestados no recibe información sobre el estado del consumo de los portadores del centro, el 19.1% del total no conoce las medidas de ahorro de su área, un 71.8% respondió que no se discutían los resultados del programa de ahorro, el 90.5% no conoce que %del centro le corresponde a los portadores energéticos el 76.2% no conoce en cuanto influye su área en el consumo energético del centro ,el 81% del total no conocen cuanto influye su puesto de trabajo en el consumo energético del centro, el 80.9% no conoce el programa de capacitación relacionado con el ahorro energético, el 52.4% no saben si el ahorro energético están incluidos dentro de los parámetros emulativos del centro y un 9.5% dicen que no están incluido , el 42.9% no conocen si están incluidos los problemas energéticos dentro del banco de problemas del centro y un 14.2% dicen que no están incluidos.

En resumen no se efectúan intercambios de experiencias, talleres y eventos sobre eficiencia energética en la empresa donde se estimulan las mejores áreas, mejores trabajadores y operadores. Se logran ahorros básicamente por la eliminación parcial o temporal de desperdicios o suspensión de servicios no imprescindibles Se desconocen los potenciales de ahorro y no existe el banco de problemas energético. No se ha capacitado de forma especializada la dirección y el personal involucrado en la transformación y uso de la energía El CAI no cuenta con una instrumentación adecuada para llevar a cabo el control de los diferentes portadores energético más el agua.

Otras encuestas realizadas dieron los siguientes resultados, en la empresa no existe un responsable de energía por área de consumo, no está conformado los programas de inspección del consumo, mantenimiento y reparación de equipos consumidores de energía, la estructura de consumo de la empresa está elaborada por portadores energéticos, no existe un programa de auditoria interna, no se conocen si esta instaurados en la empresa los índices de consumo por actividad, no se conoce si

están informatizados los asuntos energéticos de la empresa, se adoptan nuevas medidas de ahorro pero no se cumplen , eventualmente se informa a los trabajadores sobre los asuntos energéticos de la empresa, no existe en la empresa un mecanismo de estimulación para el ahorro de energía, no se conocen el consumo no asociado a la actividad fundamental , ubican en segundo lugar los asuntos energéticos de la empresa.

### **3.2.1 Otras entrevistados**

No tienen conocimiento de cómo funciona el sistema de gestión, no conocen la cantidad que se consume. No hay un dominio de la contaminación que pueden provocar sus áreas, no se considera informado los trabajadores en cuanto a medio ambiente. No saben si la Instalación cuenta con un plan de medidas para la protección del medio ambiente.

Como hemos podido ver este resultado que no ha sido estadístico recoge las problemáticas principales que presenta el CAI Antonio Guiteras y esta opinión la presenta más del 50 por ciento de los encuestados. Situando a la instalación dentro de un sistema incompetente inconsciente.

### **3.2.2 Establecimiento de los puestos claves, índice de consumo y personal que influye en el ahorro energético.**

Los puestos claves en la instalación son los siguientes:

- Generación de vapor.
- Basculadores y Molinos.
- Fabricación de casa de caldera.
- La represa.
- Planta Eléctrica

A la hora de establecer el índice de consumo (IC) se tubo en cuenta los Kw. /caña, con todo lo mencionado anteriormente quedaron establecidos los puestos claves con sus respectivos índice de consumo como se podrá ver a continuación en la tabla 3.1

**Tabla 3.1: Índices de consumo en los diferentes puestos claves y personal que influye en el ahorro**

Áreas	IC	Personal que influye en el ahorro
Basculadores y Molinos	14.38	38 y 6 jefes
Generación de vapor	7.2	44 y 6 jefes
Casa Caldera Fabricación	6.3	34 y 24 jefes
Represa	1.7	8 y 1 jefe
Planta Eléctrica	0.28	4 y 6 jefes

### **3.3 Ineficiencias de la gestión energética en la Instalación**

Según los análisis realizados en los capítulos I y II podemos decir que los elementos principales que caracterizan la gestión energética de la Instalación son:

- Insuficiente análisis de los índices de eficiencia energética.
- Desconocimiento de la incidencia de cada portador energético en el consumo total.
- La instrumentación es insuficiente para el control de la eficiencia energética.
- No existen mecanismos efectivos para lograr la motivación por el ahorro de energía y agua (ej. Estimulación salarial en función de los ahorros)
- Es bajo el nivel de concientización general sobre la importancia del ahorro de energía. La eficiencia energética no es problema de todos.
- Bajo nivel de capacitación en administración energética de obreros, técnicos y directivos.
- Sistema de información y planificación energética poco efectivos.  
Se desconoce el costo de los portadores energéticos secundarios.
- Bajo nivel de competencia, capacitación y estabilidad de los recursos humanos que influyen en la eficiencia energética.

- Se desconoce la tarifa eléctrica seleccionada para la empresa.
- Los equipos mayores consumidores no cuentan con estándares y metas de consumo fundamentadas técnicamente.
- No existe un sistema de divulgación interna de las mejores experiencias en materia de ahorro de energía.
- La planificación del consumo de portadores energéticos y el monitoreo y control no llega a todas las áreas.
- No están identificados los problemas de prácticas ineficientes en el personal que labora en los puestos claves.

### **3.4 Principales oportunidades para reducir los consumos y costos de energía y Agua**

Luego de realizar el estudio energético del CAI Antonio Guiteras, nos vemos en la necesidad de proponer un grupo de medidas con el objetivo de reducir los consumos de energía y agua, al final de cada medida aparece el importe a efectuar las mismas para eso se hizo búsqueda en catálogos y se contó con la ayuda del inversionista del centro en el caso de las medidas de gran inversión el costo que tienen es el de la inversión.

#### **3.4.1 Análisis de la matriz DAFO**

##### **Debilidad**

- No se cuenta con un sistema de gestión energética que garantice el mejoramiento continuo de los portadores energéticos.
- No existe compromiso de las direcciones de las áreas sobre el uso eficiente de la energía.
- No se concentran los esfuerzos en el control de los principales portadores energéticos.
- Se consideran las soluciones definitivas.

##### **Amenaza**

- La incidencia de los portadores energéticos sobre los gastos totales de la empresa.
- El impacto del consumo de los portadores energéticos sobre el entorno empresarial.

- Deterioro de un base energética de la empresa.

#### **Fortaleza**

- Capacidad de la empresa para el perfeccionamiento de un sistema de gestión energética.
- Personal profesional capacitado.
- La creación de los planes de acción para el ahorro de los portadores energéticos.

#### **Oportunidades**

- Reducir los costos de producción mediante el uso eficiente de los portadores energéticos.
- Evaluación cualitativa y cuantitativa del consumo de energía.
- Definir medida y proyectos para ahorro de energía.

### **3.4.2 Medidas organizativas**

1. Desarrollar un programa interno de concientización para todo el personal alrededor del ahorro de portadores energéticos y agua.
2. Realizar Supervisión y control del consumo y costos energéticos.
3. Gestión de mantenimiento.
4. Desarrollar acomodos de cargas térmicas y eléctricas.
5. Disminución de equipos trabajando en vacío.
6. Responsabilizar a los jefes de turnos en las distintas áreas que cumplan con las medidas creadas para el uso eficiente de los portadores energéticos y agua.

### **3.4.3 Medidas de pequeña inversión**

1. Determinación del personal clave en el consumo de los portadores energéticos y agua, establecer para el mismo un sistema de atención diferenciada, capacitación y motivación a través de mecanismos de interés (\$ 5000 MN y \$ 300 CUC en el año) .

2. Establecer y ejecutar un programa de seminarios y cursos de capacitación para el personal directivo y especialistas en eficiencia energética (\$ 3000 MN y 150 CUC en el año).
3. Realizar un estudio más profundo en el agua con el objetivo de instalar medidores por áreas específicas (\$ 3500 MN en el año).
4. Adquisición de metro contadores en todas las áreas y establecimiento de índice de consumo. (\$2400 MN Y 80.65CUC en el año).
5. Adquisición de bancos de capacitores (5645.67CUC).

#### **3.4.4 Medidas de gran inversión**

1. Reconstrucción de 3 calderas de 45Tn/h de producción (1400.00 en miles de peso).
2. Instalación de tuberías nuevas para agua (reposición) (100.0 en miles de peso).
3. Instalación de variadores de frecuencia en tándems (25.0 en miles de peso).
4. Completamiento del nivel 1 de automatización (variadores de velocidad, motores para calderas, autómatas), (50.0 en miles de peso).

#### **3.4.5 Otras medidas para reducir los consumos de agua**

1. Reubicar las bombas de vacío de los filtros para recuperar el agua de estas (22m<sup>3</sup>por día).
2. Recuperar el agua de prueba de caldera (40m<sup>3</sup>por prueba).
3. Construir un tanque de recolección de agua vegetal de 1300000 gls de capacidad.
4. Construir otro tanque para recolectar las aguas del grupo 2 y 3 para utilizar en la disolución de los residuales de la Torula para los fertirriego.
5. Remodelación del sistema actual de agua (700 m<sup>3</sup>). (Orse Ubalerico, 2004)<sup>10</sup>, (Orse Ubalerico, 2002)<sup>11</sup>.

#### **3.4.6 Cronograma de la implementación del sistema de gestión**

A continuación representamos el cronograma a seguir para la realización del sistema de gestión. Donde se representa las actividades así como los responsables de las mismas y los objetivos a cumplir para lograr la eficiencia de la gestión energética.

### Cronograma de implementación

#	Actividades	Responsables	Objetivos
1	Discusión de los trabajos realizados.	Autor del trabajo y administración.	Motivar e incentivar.
2	Compromiso de la dirección en cuanto al ahorro energético.	Administrador	Compromiso y cumplimiento.
3	Mantenimiento del servicio.	Jefes de mantenimiento	Mantener y mejorar.
4	Cursos de capacitación.	Jefes de capacitación	Preparación.

#### 3.4.7 Plan de acción

Medida	Tiempo de implantación	Acción requerida
<b>Establecer Organización energética</b>	<b>Inmediato</b>	<b>Designar responsable y crear comité</b>
<b>Programa de motivación del personal</b>	<b>Inmediato</b>	<b>Pegar carteles Realizar análisis colectivos. Compara rendimientos. Evaluar aportes e ideas</b>
<b>Uso de lámparas de 32 w</b>	<b>Progresivo</b>	<b>Adquirir lámparas</b>
<b>Monitoreo de la energía eléctrica y demás portadores energéticos</b>	<b>Al instalar los Medidores</b>	<b>Establecer metodología y control de índices e indicadores Preparar hoja de cálculo o software</b>
<b>Control del consumo de agua</b>	<b>Inmediato</b>	<b>Establecer norma de consumo por equipos. Colocar medidor de consumo.</b>

### 3.5 Valoración económica

A continuación se realizará la valoración económica a fin de determinar si la inversión que se realizará resultará viable para la empresa teniendo en cuenta el tiempo de amortización.

#### 3.5.1 Gastos de Montaje (materiales).

Los gastos de Montaje relacionan todos los costos en los que es necesario incurrir para el montaje del equipamiento que se pretende instalar. El costo estimado de los bancos de condensadores se valora según la oferta de la firma suministradora, en el caso que nos ocupa la firma suministradora es la General Electric. , el banco de condensadores que se necesita se encuentra en la tabla 3.2:

**Tabla 3.2: Costo del banco de condensadores**

No.	Descripción.	Cantidad.	Costo unitario. (CUC).	Costo Total. (CUC).
1.	Banco de Condensadores de 230 kVAr para el CC#8	1	2147	2147
2.	Banco de Condensadores de 350 kVAr para la Represa	1	3296	3296
Costo total del conjunto.				5443

Otro aspecto a analizar es el costo de los materiales para montar estos bancos. Dichos costos se pueden ver en la tabla 3.3.

**Tabla 3.3. Costos de los materiales para la instalación del banco de condensadores.**

No.	Descripción.	U.M.	Cant.	Costo Unitario (CUC).	Costo (CUC).
1	Interruptor magneto térmico de 3 polos, tipo: NS250SX-MA220, fab. MG.	U	4	50.25	201.0
Costo de los materiales.					201.0

En esta tabla están incluidos los interruptores que se deben comprar para los támdens A y B.

### 3.5.2 Gastos de Salario:

En este aspecto nuestra empresa cuenta con un grupo de obreros destinados al montaje, mantenimiento y puesta en marcha de todos los equipos, por los costos en mantenimiento y montaje es mínimo como se puede ver en la tabla 3.4, se utilizan 2 trabajadores para realizar esta operación.

**Tabla 3.4 Costos de salario para el montaje del banco de condensadores.**

No.	Descripción.	Cant.	Costo diario. (Pesos).	Costo total. (CUC).
1.	Personal calificado	1	25.44	1.018
2	Ayudante	1	16.21	0.65
Costo total de salario.				1.67

El cálculo de la inversión total parcial queda determinado por la expresión 3.1.

$$C_{mont.} = C_{t.sal.} + C_{acc.} \quad (3.1)$$

Donde:

$C_{mont.}$  – Costo del montaje.

$C_{t.sal.}$  – Costo total de salario.

$C_{acc.}$  – Costo total de los materiales.

$$C_{mont} = 1.67 + 201.0$$

$$C_{mont} = 202.67CUC$$

### 3.5.3 Inversión Total.

El costo general de la inversión para un período de explotación se determina a partir de la sumatoria de todos los gastos deducidos anteriormente, para ello se aplica la expresión 3.2.

$$Inv = C_{admont} + C_{mont} \quad (3.2)$$

Donde:

$Inv.$  – Inversión total.

$C_{mont.}$  – Costo del montaje.

$C_{admont}$  -Costo de adquisición de montaje

$$Inv = 5443 + 202.67$$

$$Inv = 5645.67CUC$$

### 3.5.4 Ahorro en Pérdidas Eléctricas.

Cuando se realiza la compensación en cualquier empresa, en esta se reduce en gran medida las pérdidas, por lo que todo esto permite un ahorro monetario.

En el caso que nos ocupa es vital que la tarifa eléctrica de la empresa sea llevada a su equivalente en CUC, ya que el banco de condensadores sólo se puede comprar en esta moneda, y poder llevar a cabo un mejor análisis del tiempo de recuperación de la inversión realizada. Nuestro análisis fue realizado en el CC#8, represa, tándems A y tándems B.

**Tabla 4.6. Ahorro en pérdidas eléctricas en el CC#8**

Descripción.	Pérdidas totales. (KWh/día).	Tarifa. (CUC/kWh).	Factura. (CUC).
Antes de la compensación.	153.61	0.06	9.22
Después de la compensación.	127.15	0.06	7.63
Variación de pérdidas	26.6		
<b>Ahorro</b>			<b>1.60</b>
<b>Ahorro en 7meses</b>			<b>334.1</b>

**Tabla 4.7. Ahorro en pérdidas eléctricas en Represa**

Descripción.	Pérdidas totales. (KWh/día).	Tarifa. (CUC/kWh).	Factura. (CUC).
Antes de la compensación.	314.35	0.06	18.92
Después de la compensación.	250.4	0.06	15.024
Variación de pérdidas	63.95		
<b>Ahorro</b>			<b>3.896</b>
<b>Ahorro en 7meses</b>			<b>806.4</b>

**Tabla 4.8. Ahorro en pérdidas eléctricas en el támdens A**

Descripción.	Pérdidas totales. (KWh. /día).	Tarifa. (CUC/KWh.).	Factura. (CUC).
Antes de la compensación.	658.30	0.06	39.48
Después de la compensación.	613.2	0.06	36.4
Variación de pérdidas	45.1		
<b>Ahorro</b>			<b>2.07</b>
<b>Ahorro en 7meses</b>			<b>568.26</b>

**Tabla 4.6. Ahorro en pérdidas eléctricas en támdens B**

Descripción.	Pérdidas totales. (KWh. /día).	Tarifa. (CUC/KWh.).	Factura. (CUC).
Antes de la compensación.	745.84	0.06	44.75
Después de la compensación.	665.94	0.06	39.95
Variación de pérdidas	69.91		
<b>Ahorro</b>			<b>4.19</b>
<b>Ahorro en 7meses</b>			<b>880.874</b>

El ahorro por concepto de pérdidas fue de 37000.8KWh en un año.

### 3.5.5 Tiempo de recuperación de la inversión.

El tiempo de recuperación de la inversión está dado por la relación entre la inversión y el ahorro.

$$T = \frac{\text{Inversión.}}{\text{Ahorro.}} \quad (3.3)$$

$$T = \frac{5645.67}{2589.626}$$

$$T = 2.18 \text{ años}$$

### 3.5.6 Otros ahorros

Por otra parte, para lograr un gran ahorro en cuanto al consumo de agua, primeramente debemos recordar que en el CAI no se paga el uso de este recurso natural, existiendo en la instalación gran derroche de la misma por lo anteriormente mencionado y otras planteamientos, se dictaron algunas medidas en este capítulo con el objetivo de reducir los consumo de el agua en el CAI, también estableceremos el importe del agua, tomando como referencia los llevado a cabo por otras empresas. Importe de agua por cada  $\text{m}^3$  se debe pagar 0.30 pesos.

Si se toman las medidas planteadas, el CAI ahorraría un total de 21060 pesos, llevados a CUC un total de 842.4CUC en cada zafra.

Otro ahorro que se puede lograr es al realizar es al sustituir las lámparas de 40W por las de 32W en nuestra empresa existe un total de 483 lámparas de ellas 358 pueden ser sustituidas, por lo que si están encendidas todas, 8 horas, el CAI estaría consumiendo 114560W/h, al sustituir las lámparas de 40w por las de 32w se consumiría 91648W/h, se estaría ahorrando 22912W/h, llevado a dinero se ahorraría 1.37CUC.

### 3.6 Valoración ambiental

La empresa azucarera Antonio Guiteras Holmes vierte gran cantidad de agua que se emplea en el proceso industrial para la bahía de Puerto Padre contaminada con productos químicos como: potasa, sal, grasa, petróleo, Cal, sulfato de aluminio, fosfato trisódico y otros agentes agresivos al medioambiente.

El gasto excesivo de agua en la industria reduce hasta el déficit la disponibilidad de agua cuya fuente de abasto es compartida con la población de Delicias.

Las medidas de producción + limpia están contribuyendo a reducir la emisión de contaminantes por cada KWh. producido. Pero todavía queda mucho por hacer: la producción de 1 KWh. todavía supone la emisión de 0.62 Kg de CO<sub>2</sub>, 0.00674Kg de NO<sub>x</sub> y 1 de partículas en algunas instalaciones. La emisión de SO<sub>2</sub> es de 0.083 Kg por 1 KWh., con lo anteriormente mencionado podemos decir que al ahorrar 37000.8 KWh en un año se deja de emitir al medio ambiente 2220.48Kg de CO<sub>2</sub>, además de 3071.06Kg de SO<sub>2</sub> y 249.38Kg de NO<sub>x</sub>, y 3700 Kg de partículas, lo cual se contribuiría para reducir el efecto invernadero.

### 3.7 Conclusiones

- El área de mayor IC es Basculadores y Molinos 14.38.
- Se plantean las medidas para lograr reducir los consumos y costos de energía y agua.
- El cronograma para la implementación cuenta con 4 actividades fundamentales, discusión de trabajos, compromiso de la dirección en cuanto ahorro, mantenimiento, curso de capacitación.
- El ahorro por concepto de pérdidas fue de 37000.8KWh en un año.
- El ahorro fue de 2589.63CUC.
- La inversión tiene un tiempo de recuperación de 2,18 años.

## Conclusiones Generales

---

### Conclusiones generales

- El mayor logro del trabajo realizado esta en el hecho que permitió conocer cual es el estado técnico y organizativo de nuestra industria azucarera, que aunque se tenían evidencias de los bajos niveles de eficiencia, con anterioridad no habían sido contabilizados en detalle, aspecto el cual se logra en el trabajo.
- Es necesaria la capacitación, motivación y crear una cultura energética que contribuya de forma eficiente a los programas de ahorro de energía y al establecimiento del monitoreo de los indicadores de eficiencia energética. Para resulta necesario perfeccionar el sistema de gestión energética que permita realizar el control eficiente en el uso de los portadores energéticos.
- El 3 % de los gastos totales corresponden a la energía y el combustible.
- La electricidad es el portador de mayor incidencia en la industria (58.45%).
- Los gastos totales por concepto de energía eléctrica alcanzan promedios Mensuales de, 254217.818 pesos.
- Entre las áreas que más inciden en el consumo de electricidad se destaca Generación de Vapor.
- El levantamiento de carga abarca: 175 equipos mayores consumidores de electricidad.
- El Consejo Técnico Asesor no da respuesta a la problemática energética de la entidad en toda su magnitud.
- Los índices globales principales tienen un comportamiento inestable según resultados de la aplicación de los gráficos de control.
- El coeficiente de correlación demuestra que el indicador seleccionado no es válido.
- La producción de energía para el proceso de fabricación de azúcar tiene un impacto Medioambiental significativo por el vertimiento excesivo de agua, para la Bahía, acompañado por agentes contaminantes.
- Existe un bajo nivel de la gestión energética a nivel de Empresa lo que resulta en descontrol del proceso productivo.

## Recomendaciones

---

### Recomendaciones

- ✓ Realizar un estudio con más profundidad de los portadores energéticos, con el objetivo de reducir los costos y consumos de los mismos
- ✓ Realizar un estudio del sistema de alumbrado del CAI, para lograr una correcta iluminación en el complejo.
- ✓ desarrollar el estudio con más profundidad del agua, para reducir el consumo de la misma.
- ✓ Realizar estudio con más profundidad sobre el estado de los transformadores, para disminuir el estado de carga de de los mismos.
- ✓ Instalación de los contadores y flujómetros, para lograr contabilizar de los portadores más el agua.
- ✓ Realizar estudio el CC#21 con el objetivo de recalcular el banco de capacitor existente.
- ✓ Implantar el sistema de gestión energético propuesto en nuestro trabajo.

## Bibliografía

---

### Bibliografías

*Babón, González. J.* El ahorro energético como ayuda a la competitividad de las empresas. [s.l]. [s.n], [s.a].

CAMPOS J. C. La eficiencia energética en la competitividad de las empresas, Cienfuegos, 2000

CARVAJAL REYES, T. *Estudio de la eficiencia energética de las empresas azucareras y su impacto en el redimensionamiento industrial.* [s.l]. [s.n], [s.a].

*Comisión Nacional para el ahorro de energía. Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética.* [On line]. [Consulado Febrero 2009]. Disponible en: <http://www.conae.gob.mx>.

Cómo Ahorrar Energía Eléctrica”. FIDE.México D.F., pág. 17 (1992).

*Elementos básicos de diagnostico energético orientado a la aplicación de un programa de ahorro de energía.* [s.l]. [s.n], [s.a].

FERNÁNDEZ PUERTA, J. F. *La problemática del consumo de agua en la industria azucarera.* [s.l]. [s.n], [s.a].

García, Adriano, y colectivo de autores, diagnostico de la economía energético nacional y la estrategia desde la óptica del uso racional de la energía, Cuba, 2000

*Gestión Energética y competitividad Empresarial.* Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos, 2002.

*Gestión Energética Empresarial: Eficiencia energética en Cuba.* Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos, 2002.

*Gestión Energética en el Sector Productivo y los Servicios.* Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos, 2006.

*Manual de Gestión Energética.* España: [s.n], 2006.

## Bibliografía

---

Minas, objetivos y plan de acciones para la cogeneración de electricidad con biomasa cañera en la centrales azucarera, [s.l]. [s.n], [s.a].

Ministerio de economía, informe diagnostico del departamento energético, [s.n], 2000

MOLINA, V; BRAUDILIO, J; CARBALLO, N. *El empleo de la cadena de valor en la búsqueda de la competitividad*. [s.l]. [s.n], [s.a].

MONTE NAVARRO, A del. *La modernización empresarial en Cuba*. [s.l]. [s.n], [s.a].

Orse Ubalerico. Ahorro del agua en el CAI

Orse Ubalerico. Ahorro e historia del agua en el CAI.

RESTREPO, V. HERNÁN, Á. Memorias del diplomado Gestión Total Eficiente de la Energía. Cienfuegos: [s.n], 1999.

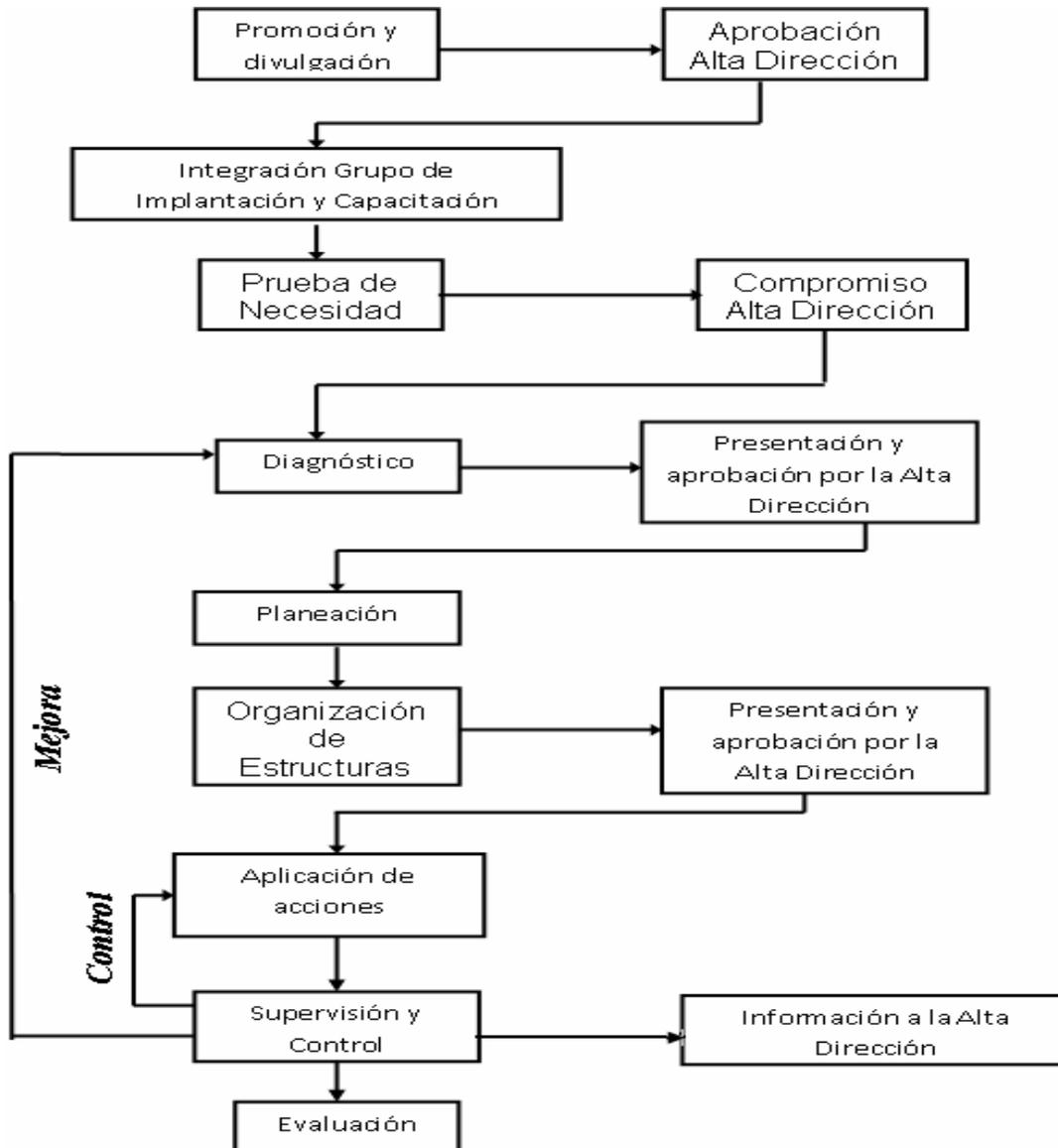
RONDÓN, G. *Base de datos de medida de eficiencia energética en los principales sectores de la economía Tolimense*. Colombia: Ibagué, 2001.

TAMAYO, E. *Técnicas modernas en la conversión y conservación energética*. [[s.l]. [s.n], [s.a].

Unión Eléctrica Española, S.A. UNESA, Memoria estadística eléctrica 1995, Madrid (1996).

VALOR, E.; PARDO, A.; MENEU, V. y CASELLES, V. «Consumo eléctrico y meteorología», *Revista Española de Física*, volumen 15, número 4, 2001

Anexos



**Anexo 1: SECUENCIA DE APLICACIÓN DE LA TGTEE**

## Anexos

---

### ANEXO 2: Levantamiento de carga en Basculadores y Molinos.

No	Equipos principales	Can	Demanda	IC	Trab.	Jefes
			Kw	kWh/ tn Caña		
<b>Área: Basculadores y molinos      Portador : Electricidad</b>						<b>6</b>
1	Motores Molino TANDEM A	6	630	1,0956	2	
2	Motores Molino TANDEM B	4	630	1,0956	6	
3	Motores Molino TANDEM B	2	520	1,9652		
4	Motores de las Cuchillas	4	800	1,0434	6	
5	Motores de Presión Hidráulica.	4	55	0,0956	4	
6	Motores de Presión Hidráulica.	1	45	0,0956		
7	Motores de la Estera Principal	2	125	0,0274	8	
8	Motores de la Estera Auxiliar	2	125	0,2174	2	
9	Motores de la Estera Transv.	4	100	0,1739	2	
10	Motores B. Jugo diluido T A	4	75	0,1304	2	
11	Motores B. Jugo diluido T A	4	75	0,1304	2	
12	Motores B. Jugo Mezclado TA	4	75	0,1304	1	
13	Motores B. Jugo Mezclado TA	4	75	0,1304	1	
14	Winches	3	75	0,1304	2	
	<b>Total</b>	<b>48</b>	<b>3405</b>		<b>38</b>	<b>6</b>

**Anexos**

---

No	Equipos principales	C	Demanda Kw	IC kWh/tnCaña	Trab	J°
<b>Área: Generación de Vapor Portador: Electricidad</b>						6
1	<b>Motor conductor de Bagazo # 2</b>	1	100	0,2246	2	
2	<b>Motor conductor de Bagazo # 3</b>	1	100	0,2246	4	
3	<b>Motor conductor de Bagazo #4</b>	1	110	0,2471	4	
4	<b>Motor conductor Transversal 1</b>	1	55	0,1235	2	
5	<b>Motor conductor Transversal 2</b>	1	55	0,1235	3	
6	<b>Motor Bomba. Alimentar Cald.</b>	1	400	0,8985	4	
7	<b>Motor Bomb. Alimentar Cald. S</b>	1	305	0,6851	1	
8	<b>Motor Bomb. Alimentar Cald. A</b>	1	500	1,1231	1	
9	<b>Motor Bomb. Alimentar Cald. B</b>	1	180	0,4043	1	
10	<b>Motor Bomb. Alimentar Cald. C</b>	1	500	1,1232	8	

**ANEXO 3: Levantamiento de carga en Generación de vapor**

### ANEXO 4: Levantamiento de carga en Generación de vapor

No.	Equipos principales	C	Dda.	IC	Trab.	J'
			Kw	kWh/tnCaña		
<b>Área: Generación de Vapor                      Portador: Electricidad</b>						<b>6</b>
11	Motor Bomb. Alim Cald. Deriv	1	55	0,1235	1	
12	Motores de Tiro Inducido	5	165	0,3906	5	
13	Motores de Tiro Inducido	2	700	1,5724	1	
14	Motores de Tiro Forzado	5	700	0,2471	1	
15	Motores de Tiro Forzado	2	132	0,2965	1	
16	Motores de Toro Inducido	7	55	0,1235	1	
17	Motores elevad Tándem A y B	2	22	0,0494	1	
18	Motores Bomba. Agua Cond.	2	55	0,1235	1	
19	Motores Bomba. Agua de Reserva	2	100	0,2246	1	
20	Motores Bomba. Agua condensada	4	37	0,0831	1	

## Anexos

---

	<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>4326</b>		<b>44</b>	<b>6</b>
--	--------------	-----------	-------------	--	-----------	----------

### ANEXO 5: Levantamiento de carga en Casa de calderas

	Equipos principales	C	Dem. Kw	IC kWh/tnCaña	Trab.	J´
<b>Área: Fabricación (Casa de Calderas) Portador: Electricidad</b>						<b>24</b>
<b>1</b>	<b>Motores de Centrífugas ASEA</b>	<b>5</b>	<b>700</b>	<b>0,4493</b>	<b>2</b>	
<b>2</b>	<b>Motores de Centrifugas ASEA</b>	<b>6</b>	<b>192</b>	<b>0,4313</b>	<b>2</b>	
<b>3</b>	<b>Motores de Centrífugas China</b>	<b>2</b>	<b>200</b>	<b>0,4493</b>	<b>1</b>	
<b>4</b>	<b>Motores de Centrífugas SILVER</b>	<b>10</b>	<b>55</b>	<b>0,1235</b>	<b>1</b>	
<b>5</b>	<b>Motores de Bomba. De Inyección</b>	<b>3</b>	<b>260</b>	<b>0,584</b>	<b>4</b>	
<b>6</b>	<b>Motores de Bomba. De Inyección</b>	<b>3</b>	<b>250</b>	<b>0,5614</b>	<b>1</b>	
<b>7</b>	<b>Motor Bomba. De Vacío</b>	<b>1</b>	<b>250</b>	<b>0,5614</b>	<b>1</b>	
<b>8</b>	<b>Motores. De bomba. vacío española</b>	<b>1</b>	<b>700</b>	<b>1,5724</b>	<b>1</b>	
<b>9</b>	<b>Motores de bomba. De vacío</b>	<b>6</b>	<b>185</b>	<b>0,4155</b>	<b>2</b>	

## Anexos

---

10	Motores. condensadores soviéticos	2	110	0,2471	3	
11	Motor condensador	1	132	0,2966	1	

### ANEXO 6: Levantamiento de carga en Fabricación

	Equipos principales	C	Dda	IC kWh/tnCaña	Trab.	J´
			Kw			
Área: Fabricación Casa de Calderas						24
12	Motor condensador	1	55	0,1235	2	
13	Motores cristalizadores	5	15	0,0337	4	
14	Motores cristalizadores	2	22	0,0494	1	
15	Motores sinfin azúcar comercial	6	22	0,0494	1	
16	Motores agua de lavado	3	55	0,1235	4	
17	Motores de guarapo	4	110	0,2624	1	
18	Motores de guarapo clarificado	4	55	0,1634	1	
19	Motores bomba. Pre. Doble	3	37	0,0831	1	

## Anexos

---

20	Motores de bomba. Doble-cuádruple	3	36	0,0674	1	
21	Ventiladores de Centrífugas	8	22	0,0494	1	
	<b>Total</b>	<b>74</b>	<b>2763</b>		<b>34</b>	<b>24</b>

## ANEXO 7: Levantamiento de carga en la Represa

			Dda	IC	Trab.	J'
	Equipos principales	C	kW	kWh/tnCaña		
Área: La Represa      Portador: Electricidad						1
1	Motor Agua de inyección	4	250	0,5840	3	
2	Motor Agua de inyección	2	250	0,5616	3	
3	Motores bomba. Agua potable	3	75	0,1685	2	
	<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>575</b>		<b>8</b>	<b>1</b>

## Anexos

---

### ANEXO 8: Levantamiento de carga en Planta Eléctrica

	Equipos principales	C	Dda	IC	Trab.	J´
			kW	kWh/tnCaña		
Área: Planta Eléctrica Portador: Electricidad						6
1	Motores de agua de enfriamiento	2	75	0,1685	4	
	Total	2	75		4	6

### Anexo 9: Resumen levantamiento de carga

	Equipos principales	Cant	Dda	Trabaj.	Jef.
			kW		
1	Generación de Vapor	42	4326	44	6
2	Basculadores y molinos	48	3405	38	6
3	Fabricación Casa de Calderas	74	2763	34	24
4	La Represa	9	575	8	1

## Anexos

---

5	Planta Eléctrica	2	75	4	6
	<b>Total</b>	<b>175</b>	<b>11144</b>	<b>128</b>	<b>43</b>

### ANEXO 10: Consumo de lubricantes

Equipos Principales	Cant.	UM	IC
<b>Basculadores y Molinos Portador: Lubricantes</b>			
Freno de Engrane	12	Tn/Día	1,1336
Cadenas	10	Tn/Día	1,1336
Coronas	18	Tn/Día	1,1336
Presiones Hidráulicas (Pistones)	24	Tn/Día	1,1336
<b>Fabricación</b>			
Cadenas	8	Tn/Día	1,1336
Bombas	36	Tn/Día	1,1336
Centrifugas Silver	10	Tn/Día	1,1336
Compresores	6	Tn/Día	1,1336

## Anexos

---

<b>Generación de Vapor</b>			
<b>Cadenas</b>	<b>10</b>	<b>Tn/Día</b>	<b>1,1336</b>
<b>Reductores</b>	<b>35</b>	<b>Tn/Día</b>	<b>1,1336</b>
<b>Bombas</b>	<b>6</b>	<b>Tn/Día</b>	<b>1,1336</b>

### ANEXO 11: Consumo de diesel

<b>Equipos Principales</b>	<b>Cant.</b>	<b>UM</b>	<b>IC</b>
<b>Casa de Bagazo                      Portador: Diesel</b>			
<b>Buldócer</b>	<b>3</b>	<b>l/h</b>	<b>18</b>
<b>MTZ</b>	<b>1</b>	<b>l/día</b>	<b>5,7</b>
<b>Administración</b>			
<b>Equipos Ligeros</b>	<b>11</b>	<b>l/Km.</b>	<b>15,3</b>

### ANEXO 12: Consumo de gasolina

<b>Administración                      Portador: Gasolina</b>			
<b>Equipos Ligeros</b>	<b>30</b>	<b>l/Km.</b>	<b>12,9</b>

### ANEXO 13: Encuestas realizadas

ENCUESTA PARA EL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO    FECHA: \_\_\_\_\_  
CUESTIONARIO

Marcar: Positivo     Negativo

---

Autor: Yan Manuel Álvarez Cruz

Tutor: Dr. Secundino Marrero  
Ing. Julio Silva Becherán

X

## Anexos

---

1. Cargo: Obrero\_\_ Técnico\_\_ Especialista\_\_ Administrativo\_\_
2. Área de trabajo:  
Oficina\_\_ Almacén\_\_ Transporte\_\_ Servicio\_\_ Seguridad\_\_ Otra  
(especificar) \_\_\_\_\_
3. De los siguientes Portadores Energéticos.  
¿Cuáles se consumen en el Centro? Electricidad\_\_ Gasolina\_\_ Diesel\_\_ Gas  
oil\_\_  
¿Cuáles se consumen en su Área de trabajo? Electricidad\_\_ Gasolina\_\_ Diesel\_\_  
Gas oil\_\_  
¿Cuál es el que más se consume en el Centro? Electricidad\_\_ Gasolina\_\_ Diesel\_\_  
Gas oil\_\_  
¿Cuál es el que más se consume en su Área? Electricidad\_\_ Gasolina\_\_  
Diesel\_\_ Gas oil\_\_
4. Recibe o brinda información sobre el estado del Consumo Energético del Centro.  
Si\_\_ No\_\_ ¿Con qué frecuencia recibe o brinda esta información?  
Ninguna\_\_ Diaria\_\_ Semanal\_\_ Mensual\_\_ Anual\_\_ Eventual\_\_
5. ¿Conoce el programa de ahorro de Portadores Energéticos del Centro?  
Si\_\_ No\_\_
6. ¿Conoce las medidas de ahorro de Portadores Energéticos de su Área?  
Si\_\_ No\_\_
7. ¿Cumple con las medidas de ahorro de su Área?  
Si\_\_ No\_\_
  
8. ¿Se discuten en su Área los resultados del programa de ahorro?  
Si\_\_ No\_\_  
¿Con que frecuencia se realizan estas discusiones?  
Ninguna\_\_ Diaria\_\_ Semanal\_\_ Mensual\_\_ Anual\_\_ Eventual\_\_  
¿Se adoptan nuevas medidas de ahorro?  
Si\_\_ No\_\_
9. ¿Conoce qué por ciento del gasto total del Centro le corresponde a los Portadores  
Energéticos?  
Si\_\_ No\_\_
10. ¿Conoce qué por ciento del gasto total de su Área le corresponde a los  
Portadores Energéticos?  
Si\_\_ No\_\_
11. ¿Conoce en cuánto influye su Área en el consumo Energético del Centro?  
Si\_\_ No\_\_
12. ¿Conoce en cuánto influye su Puesto de Trabajo en el consumo Energético del  
Centro?  
Si\_\_ No\_\_
13. ¿Conoce en cuánto influye su Puesto de Trabajo en el consumo Energético de su  
Área?  
Si\_\_ No\_\_
14. ¿Conoce si el Programa de Capacitación del Centro incluye cursos, talleres, u  
otra forma de superación relacionada con el Ahorro Energético?  
Si\_\_ No\_\_

## Anexos

---

15. ¿Ha participado en algún curso, taller u otra forma de superación relacionada con el Ahorro Energético?

Si\_\_ No\_\_

16. ¿Conoce La Directiva del Consejo de Ministros para el Ahorro de los Portadores Energéticos?

Si\_\_ No\_\_

17. ¿Está incluido el Ahorro Energético dentro de los parámetros emulativos del Centro?

Si\_\_ No\_\_ No se\_\_

18. ¿Está incluido el Ahorro Energético dentro de los parámetros emulativos de su Área?

Si\_\_ No\_\_ No se\_\_

19. ¿Están incluidos los problemas Energéticos dentro del Banco de Problemas del Centro?

Si\_\_ No\_\_ No se\_\_

20. ¿Están incluidos los problemas Energéticos dentro del Banco de Problemas de su Área?

Si\_\_ No\_\_ No se\_\_

### **ANEXO 14: Encuestas para el consejo de dirección**

#### ENCUESTA AL CONSEJO DE DIRECCIÓN PARA EL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

MINISTERIO\_\_\_\_\_

EMPRESA\_\_\_\_\_

FECHA

#### CUESTIONARIO

Marcar: Positivo X Negativo \_\_

1. Conoce usted: ¿Qué es un Programa de Ahorro Energético?

Si\_\_ No\_\_

2. Conoce usted: ¿Qué es un Sistema de Gestión Energética?

Si\_\_ No\_\_

3. ¿Está la Empresa dividida por Áreas de Consumo?

Si\_\_ No\_\_

4. ¿Tiene la Empresa conformado el Comité de Energía?

Si\_\_ No\_\_

5. ¿Existe un Coordinador de Energía en la Empresa?

Si\_\_ No\_\_

6. ¿Existe en la Empresa un Responsable de Energía por Área de Consumo?

Si\_\_ No\_\_

7. ¿Está implementado en la Empresa algún Programa de Ahorro Energético?

Si\_\_ No\_\_

8. ¿Tiene la Empresa conformados los programas de inspección del consumo, mantenimiento y reparación de equipos consumidores de Energía?

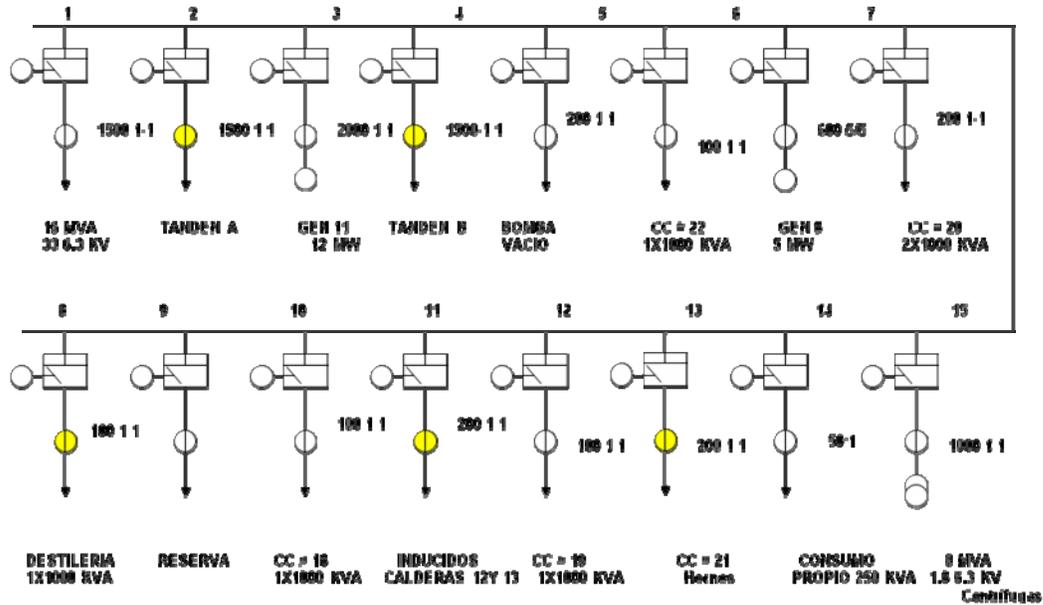
## Anexos

---

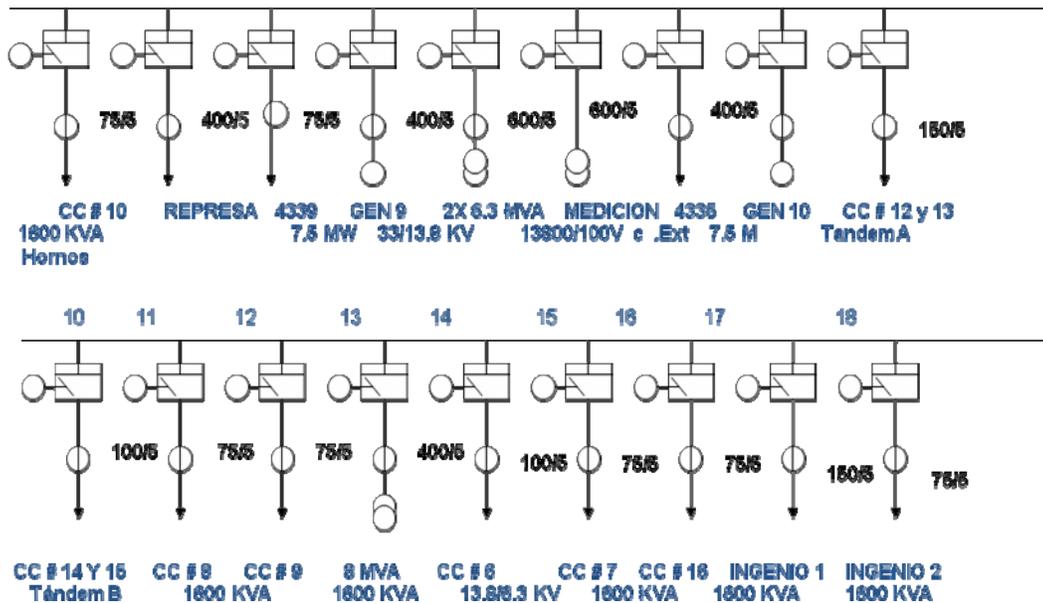
- a) Transporte Si \_\_\_ No \_\_\_      d) Climatización Si \_\_\_ No \_\_\_
- b) Luminarias Si \_\_\_ No \_\_\_      e) Informatización Si \_\_\_ No \_\_\_
- c) Refrigeración Si \_\_\_ No \_\_\_
9. ¿Está elaborada la estructura de consumo de la Empresa?
- a) Por portadores Energéticos Si \_\_\_ No \_\_\_      c) Por actividad Si \_\_\_  
No \_\_\_
- b) Por Áreas de consumo Si \_\_\_ No \_\_\_      d) Por equipos Si \_\_\_  
No \_\_\_
10. ¿Existe en la Empresa un programa de Auditoria Energética Interna?  
Si \_\_\_ No \_\_\_
11. ¿Se realiza la Contabilidad Energética de la Empresa?
- a) Por portadores Energéticos Si \_\_\_ No \_\_\_      c) Por actividad Si \_\_\_  
No \_\_\_
- b) Por Áreas de consumo Si \_\_\_ No \_\_\_      d) Por equipos Si \_\_\_  
No \_\_\_
12. ¿Están instaurados en la Empresa los Índices de Consumo por Actividad?  
Si \_\_\_ No \_\_\_
13. ¿Se discuten los asuntos Energéticos en el Consejo de Dirección?  
Si \_\_\_ No \_\_\_      a) ¿Con qué frecuencia?  
Diario \_\_\_ Semanal \_\_\_ Mensual \_\_\_ Anual \_\_\_ Eventual \_\_\_
14. ¿Se adoptan nuevas medidas de ahorro, derivadas de estas discusiones?  
Si \_\_\_ No \_\_\_
15. ¿Se informa a los trabajadores acerca de la situación Energética de la Empresa?  
Si \_\_\_ No \_\_\_      a) ¿Con qué frecuencia?  
Diario \_\_\_ Semanal \_\_\_ Mensual \_\_\_ Anual \_\_\_ Eventual \_\_\_
16. ¿Existe un Programa de Inversiones para el Ahorro Energético?  
Si \_\_\_ NO \_\_\_
17. ¿Están informatizados los asuntos Energéticos en la Empresa?  
Si \_\_\_ No \_\_\_
18. ¿Existe en la Empresa algún mecanismo de estimulación para el ahorro de energía?  
Si \_\_\_ No \_\_\_



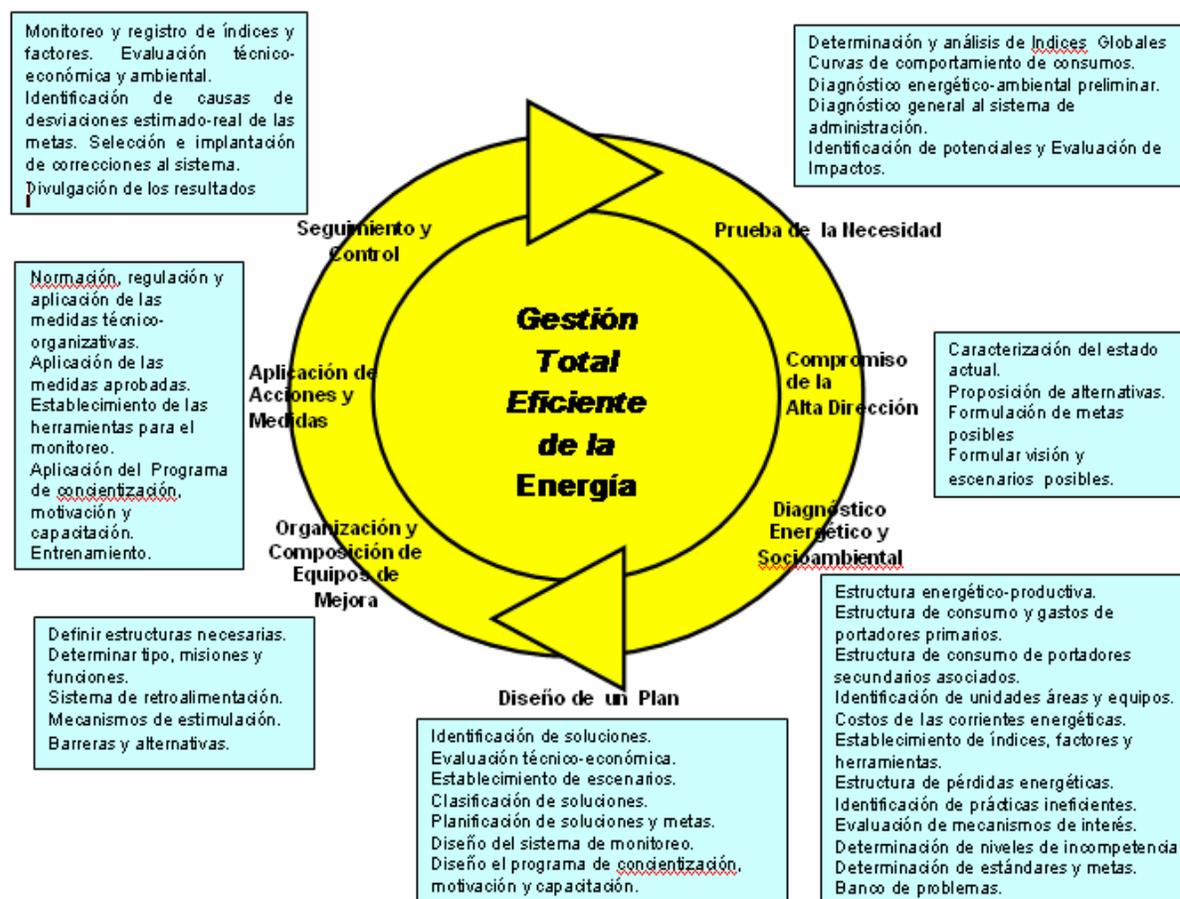
**MONOLINEAL BARRA 6.3 KV**



**MONOLINEAL BARRA 13.8 KV**



## ANEXO 16: Gestión total eficiente de la Energía



**ANEXO 17: Pérdidas promedios en transformadores trifásicos**

<b>KVA</b>	<b>P.CU</b>	<b>PFE</b>
25	0.553	0.230
37,5	0.718	0.259
40	0.860	0.263
50	1.125	0.268
63	1.170	0.285
75	1.306	0.443
100	1.771	0.468
150	2.218	0.813
200	2.738	1.143
300	4.206	1.349
400	5.803	1.457
500	6.883	1.484
630	7.736	1.531
750	9.925	2.237
800	10.340	2.300
1000	11.115	2.594
1250	15.520	2.705
1600	16.587	3.174
2000	23.950	3.649
2500	23.100	5.175
3200	37.000	11.500
10000	65.000	14.500
25000	120.000	27.000

**ANEXO 18 Corrección del factor de potencia**

FACTOR DE POTENCIA ORIGINAL ( $\cos\phi_1$ )	FACTOR DE POTENCIA QUE SE DESEA ( $\cos\phi_2$ )										
	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.90
0.65	1.169	1.027	0.966	0.919	0.877	0.840	0.806	0.774	0.743	0.714	0.685
0.66	1.138	0.996	0.935	0.888	0.847	0.810	0.775	0.743	0.712	0.683	0.654
0.67	1.108	0.966	0.905	0.857	0.816	0.779	0.745	0.713	0.682	0.652	0.624
0.68	1.078	0.936	0.875	0.828	0.787	0.750	0.715	0.683	0.652	0.623	0.594
0.69	1.049	0.907	0.846	0.798	0.757	0.720	0.686	0.654	0.623	0.593	0.565
0.70	1.020	0.878	0.817	0.770	0.729	0.692	0.657	0.625	0.594	0.565	0.536
0.71	0.992	0.849	0.789	0.741	0.700	0.663	0.629	0.597	0.566	0.536	0.508
0.72	0.964	0.821	0.761	0.713	0.672	0.635	0.601	0.569	0.538	0.508	0.480
0.73	0.936	0.794	0.733	0.686	0.645	0.608	0.573	0.541	0.510	0.481	0.452
0.74	0.909	0.766	0.706	0.658	0.617	0.580	0.546	0.514	0.483	0.453	0.425
0.75	0.882	0.739	0.679	0.631	0.590	0.553	0.519	0.487	0.456	0.426	0.398
0.76	0.855	0.713	0.652	0.605	0.563	0.526	0.492	0.460	0.429	0.400	0.371
0.77	0.829	0.686	0.626	0.578	0.537	0.500	0.466	0.433	0.403	0.373	0.344
0.78	0.802	0.660	0.599	0.552	0.511	0.474	0.439	0.407	0.376	0.347	0.318
0.79	0.776	0.634	0.573	0.525	0.484	0.447	0.413	0.381	0.350	0.320	0.292
0.80	0.750	0.608	0.547	0.499	0.458	0.421	0.387	0.355	0.324	0.294	0.266
0.81	0.724	0.581	0.521	0.473	0.432	0.395	0.361	0.329	0.298	0.268	0.240
0.82	0.698	0.556	0.495	0.447	0.406	0.369	0.335	0.303	0.272	0.242	0.214
0.83	0.672	0.530	0.469	0.421	0.380	0.343	0.309	0.277	0.246	0.216	0.188
0.84	0.646	0.503	0.443	0.395	0.354	0.317	0.283	0.251	0.220	0.190	0.162
0.85	0.620	0.477	0.417	0.369	0.328	0.291	0.257	0.225	0.194	0.164	0.135
0.86	0.593	0.451	0.390	0.343	0.302	0.265	0.230	0.198	0.167	0.138	0.109
0.87	0.567	0.424	0.364	0.316	0.275	0.238	0.204	0.172	0.141	0.111	0.082
0.88	0.540	0.397	0.337	0.289	0.248	0.211	0.177	0.145	0.114	0.084	0.055
0.89	0.512	0.370	0.309	0.262	0.221	0.184	0.149	0.117	0.086	0.057	0.028
0.90	0.484	0.342	0.281	0.234	0.193	0.156	0.121	0.089	0.058	0.029	-
0.91	0.456	0.313	0.253	0.205	0.164	0.127	0.093	0.060	0.030	-	-
0.92	0.426	0.284	0.223	0.175	0.134	0.097	0.063	0.031	-	-	-
0.93	0.395	0.253	0.192	0.145	0.104	0.067	0.032	-	-	-	-
0.94	0.363	0.220	0.160	0.112	0.071	0.034	-	-	-	-	-
0.95	0.329	0.186	0.126	0.078	0.037	-	-	-	-	-	-
0.96	0.292	0.149	0.089	0.041	-	-	-	-	-	-	-
0.97	0.251	0.108	0.048	-	-	-	-	-	-	-	-
0.98	0.203	0.061	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.99	0.142	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-