



REPÚBLICA DE CUBA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
INSTITUTO SUPERIOR MINEROMETALÚRGICO
"Dr. ANTONIO NUÑEZ JIMÉNEZ"
FACULTAD DE METALURGIA ELECTROMECAÁNICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Trabajo de Diploma

En opción al Título de

Ingeniero Eléctrico

*Título: Sistema de Gestión Total y Eficiente de la Energía
en el CAI "Urbano Noris".*

Autor: Alfredo Pérez Barea

Tutores: Msc. Gabriel Hernández Ramírez

Ing. César Sarmiento Avila

Moa 2010

Año 52 de la Revolución.

Declaración del Autor:

Yo Alfredo Pérez Barea autor de este Trabajo de Diploma tutorado por el Msc. Gabriel Hernández Ramírez y el Ing. César Sarmiento Avila, certifico esta propiedad intelectual a favor del Instituto Superior Minero-Metalúrgico para que pueda ser utilizado en labores Docentes o estudios posteriores.

Diplomante.

Alfredo Pérez Barea

Tutor.

Msc. Gabriel Hernández Ramírez.

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

Dedicatorias:

Una de las partes más hermosas del trabajo es la dedicatoria donde el autor expresa su agradecimiento hacia las personas que lo han acompañado en este viaje de 18 años bajo la tutela de las letras y los números. Primeramente quisiera dedicar todo este fruto de mi esfuerzo a través de los años a mis padres Claudio Pérez Hernández y Maribel Barea Marrero en los cuales he encontrado todo el apoyo que un hijo necesita, también quisiera agradecerles a mis abuelas Ana Elia Hernández y Georgelina Marrero las cuales han estado al tanto de mis estudios desde mis comienzos y por último a todos mis profesores desde primer grado hasta el último año de Universidad que han logrado hacer de mi un hombre de bien y preparado para cualquier tarea que la vida me imponga a todos

MUCHAS GRACIAS

Agradecimientos:

Agradecer es todo lo que ser humano complacido por la ayuda que su otro semejante le brinde, ser agradecido es uno de los sentimientos más bellos que hay por lo que yo quisiera agradecer a:

- *Primeramente a mis padres Claudio Pérez Hernández y Maribel Barea Marrero y mi hermano José Ricardo Pérez Barea por su apoyo incondicional.*
- *A mis tutores Msc. Gabriel Hdez y el Ing. Cesar Sarmiento.*
- *A los compañeros de la Empresa Eléctrica del Departamento de Supervisión en especial a los compañeros Ing. José Marcelino Escalona Cardet y Lic. Electroenergética Ángel Luís Reyó Buitrago*
- *A mis compañeros de aula en especial al trió Yoel Hernández Rojas, Alfredo Ávila Pérez y Orlay Martínez Proenza.*

Resumen:

El presente trabajo tiene como finalidad la propuesta de un Sistema para la Gestión Energética en el CAI Urbano Noris, tomando como punto de partida el análisis de estudios precedentes en empresas similares y en otras entidades, el análisis de los consumos de portadores energéticos en la empresa y sus costos asociados. Mediante la realización del diagnóstico energético, se establecieron las reservas en el uso de la energía e implantaron medidas organizativas y de inversión que permitirán elevar la eficiencia y la gestión energética hacia el punto más óptimo, las que posteriormente se analizarán técnica y económicamente. Se definieron los principales puestos claves de consumo de energía. Se profundizó en el estudio del portador electricidad a partir del procesamiento de mediciones realizadas en las barras de los Centros de Carga y con las mediciones recogidas en los archivos de la empresa eléctrica en el año 2009, expresando los resultados mediante la utilización de herramientas estadísticas básicas. También se propuso la adquisición de mecanismos para el mejoramiento de la energía en el CAI y evitar las diferentes penalizaciones aplicadas a este tipo de Empresa.

Summary:

The purpose of the present work is to propose a system for energy management within "CAI Urbano" Noris in San German, taking as starting points the analysis of preceding studies at similar companies and entities, the analysis of the consumption of energy raw materials at the company and their associated costs. Through the realization of energy diagnostics the reserves in the use of energy are established and organization and investment measures are implemented that permit an increase in the efficiency and energy management to its optimum point. The same is analyzed later both technically and economically. The key areas of energy consumption are defined. An in depth study of payee's electricity tagging into consideration the measurements that was carried out in the bars of the load Centers and with the measurements picked up from the files of the electric company for the year 2009, expressing the results by means of the use of basic statistical tools. A method for the acquisition of mechanisms for the improvement of the energy in the CAI and to avoid the different applied penalizations to this type of Company was proposed.

Índice:

Resumen:	V
Summary:	VI
Introducción General:.....	1
CAPÍTULO I: Nociones Generales para la Evaluación de un Sistema de Gestión.....	4
1.1 - Introducción.	4
1.2 - Actualidad.....	4
1.3- Estado del arte	5
1.4- Nociones generales de la gestión energética.....	8
1.4.1- Funciones de un Sistema de Gestión Energética.....	8
1.4.2 - Etapas en la implantación de un Sistema de Gestión Energética.....	9
1.4.3 - Errores que se cometen en la Gestión Energética.	9
1.4.4 - Gestión total eficiente de la energía.	9
1.4.5- La Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE).	10
1.4.6 -La Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía incluye:	10
1.5 - Herramientas que se utilizan para establecer un Sistema de Gestión Energética.....	11
1.5.1 -Diagrama de Pareto	11
1.5.2 -Histograma.....	12
1.5.3 -Intensidad Energética	13
1.5.4 -El diagrama causa y efecto.....	13
1.5.5 -Diagrama de dispersión	14
1.5.6 -Estratificación.....	14
1.5.7 -Gráficos de Control	14
1.6- Caracterización de los problemas encontrados.....	15
1.6.1- Factor de Potencia	15
1.6.2- Pérdidas de Energía	17
1.6.3- Facturación Eléctrica	18
1.6.4- Índice de Consumo:	20
1.7 - Conclusiones.....	21
CAPÍTULO II: Determinación de las regularidades de un Sistema de Gestión.	21
2.1- Introducción.	21
2.2 - Descripción del CAI Urbano Noris.....	21
2.2.1 -Situación actual de la gestión del CAI.....	22
2.3-Flujograma de los portadores energéticos:	23
2.4-Comportamiento del consumo de los portadores energéticos del CAI Urbano Noris. 25	
2.4.1- Importe de los portadores energéticos.	26
2.4.2-Comportamiento de los gastos de la instalación.	28
2.4.3-Índice de consumo de electricidad.	31
2.5- Sistema de Suministro Eléctrico	34
2.5.1 -Levantamiento de las cargas instaladas.....	36
2.5.2-Análisis de la facturación eléctrica.....	38
2.5.3-Análisis de las mediciones eléctricas realizadas.	41
2.5.4-El CAI como sistema.....	41

2.6- Evaluación del sistema de iluminación.....	47
2.7- Estado técnico de los transformadores en el CAI.....	49
2.8 – Estado termoenergético.	50
2.8.1- Características del bagazo y Estados de las Calderas	50
2.9- Aire Comprimido	53
2.10- Análisis del Agua	53
2.11- Conclusiones del Capítulo #2	54
Capítulo III: Implementación del Sistema de Gestión en el CAI Urbano Noris	55
3.1- Introducción.	55
3.2- Ineficiencias de la Gestión Energética en la Instalación	55
3.3- Cálculos de beneficios económicos en el CAI.	56
3.4- Establecimiento de los puestos claves, proposición de medidas para el ahorro energético.	70
3.5- Análisis de la matriz DAFO	71
3.6- Propuestas de las medidas organizativas para mejorar la eficiencia energética en las áreas y equipos.	72
3.7- Medidas de pequeña inversión	74
3.8- Medidas de mediana inversión:	77
3.8.1- Cálculo del Banco de Condensadores.	77
3.9- Principales oportunidades de beneficios potenciales detectadas	81
3.10- Valoración económica	82
3.11- Conclusiones del Capítulo #3	84
Conclusiones Generales:	85
Bibliografía:	86
Anexos:	89

Introducción General:

Las energías renovables solo se utilizan en un bajo % del consumo de energía y ha tenido un ritmo de crecimiento moderado sin alcanzar el despegue que ecologistas y especialistas esperan. Ella se ha visto limitada por su alto costo y excepto en algunas aplicaciones, no son competitivos con las tecnologías de producción de energía a partir de fuentes convencionales.

La importancia de reducir el consumo de estas fuentes primarias se ha transformado de un problema económico a un problema vital, y de un problema vital del futuro a uno de los mayores accidentes que ya padecemos en el desarrollo de la humanidad. La lluvia ácida, las catástrofes naturales, las consecuencias del efecto invernadero y de la disminución de la capa de ozono, son secuelas que debemos curar con una nueva vía de producción energética que recorre desde el control de los procesos actuales, el incremento de su eficiencia y nuevos hábitos de consumo, hasta el cambio de estructuras a una utilización descentralizada de las fuentes renovables, inagotables y de bajo impacto ambiental.

Cuba con pobres reservas de combustibles fósiles está obligada a trabajar de forma sistemática en el lado de la demanda para lograr disminuir los consumos totales de energía y en este caso la eficiencia energética tiene un potencial alto de ahorro y es considerado por muchos especialistas como una fuente renovable de energía sin costo ambiental.

En Cuba se han trazado estrategias para disminuir los consumos de combustibles, lo que permitió que a partir de los años 90 del siglo XX, la economía cubana comenzara un proceso de reanimación económica anual consumiendo prácticamente la mitad y menos del combustible que se consumía en los años 80.

Cuba presentó una tasa de incremento anual promedio del consumo de energía del 4% en el período comprendido entre los años 1960 y 1980, mientras que solo se multiplicó en poco más de 2,6% veces el Producto Social Global, situación desfavorable en términos de Intensidad Energética que fue ampliamente discutida en el 2^{do} Congreso del Partido, constituyendo los lineamientos económicos y sociales una guía en la lucha por el ahorro de energía y en la búsqueda de nuevas fuentes energéticas.

Su importancia estratégica se recoge en el programa de desarrollo de las fuentes nacionales de energía, aprobada por el Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros en 1993, cuyo objetivo central, es precisamente trabajar por la reducción progresiva de combustible hasta llevarla a niveles más convenientes técnica y económicamente por medio de un uso más eficiente de los mismos y logrando su máxima sustitución por fuentes nacionales de energía. Existe una serie de insuficiencias en los sistemas de gestión energética en el sector azucarero cubano, los que conllevan a la elevación relativa de los costos energéticos con respecto a sus ingresos.

Constituye, por tanto un problema científico el hecho de que la industria azucarera en Cuba no cuenta con un sistema de gestión energética efectiva, entre otras cosas, por no disponer de índices de eficiencia energética adecuada que posibiliten el monitoreo y control energético, implicando a elevados costos energéticos y afectando la competitividad del sector. Especial importancia tuvo la decisión de aplicar el sistema de gestión energética en las Empresa Azucareras. La misma forma parte de una estrategia de ahorro de energía llevado a cabo por el Ministerio del Azúcar y del programa de ahorro energético que rige en el país. Dada la imperiosa necesidad de alcanzar este sustancial ahorro de energía en las diferentes ramas de la industria y en especial la azucarera; es que surge entonces la intención de hacer este estudio para alcanzar una posible mejora económica en este importante sector de la industria y en el país en general.

Dada la problemática antes planteada, se acuerda por el Ministro del Azúcar y el jefe del departamento de industria del Comité Central de PCC, llevar a cabo este estudio en las empresas azucareras de la provincia.

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.

Hipótesis:

Si se establece las principales causas y reservas del uso no eficiente de los portadores energéticos en el CAI Urbano Noris, entonces es posible plantear un 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 Urbano Noris.

Objetivos específicos

1. Determinar niveles de consumo de portadores e índices en el proceso productivo.
2. Crear un Sistema de Gestión Total y Eficiente de la Energía.
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.

La energía, y el uso en cualquiera de sus formas por el hombre, han delineado el desarrollo de la sociedad humana en cada una de sus etapas evolutivas. La humanidad, a lo largo de los años, ha perfeccionado la utilización de esta, pasando de los métodos más simples de manejo a los más complejos aplicados en la actualidad, con el fin de dar satisfacción a sus necesidades.

Ya que toda técnica desarrollada por el hombre implica el uso fundamental de la energía, resulta necesario resaltar la importancia que ella tiene dentro de todo proceso productivo. Por tal razón, es necesaria una correcta utilización de la misma, de manera que se logre un incremento en la eficiencia energética de la empresa, sin afectar la calidad de sus productos. 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 Urbano Noris a través 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), (Navarro, Armelio del Monte, 2001).

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

En este trabajo se presentarán una serie de temas donde se expone la metodología de los elementos principales que componen la tecnología de gestión, para lograr la eficiencia energética a través de una continua aplicación de medidas y proyectos de ahorro de energía. La eficiencia energética y el uso racional de los portadores energéticos presentan en estos momentos una necesidad de desarrollo sostenible, donde la industria, los servicios y el sector residencial realizan importantes esfuerzos.

La fuente de energía más barata es la eficiencia energética, sabiendo que es generalmente en el equipo, el sistema o la tecnología donde se producen las pérdidas. El problema fundamental para explotarla lo constituye la determinación del lugar donde éstas se producen, su evaluación en cantidad y calidad, la identificación de las causas que la producen, las vías que conducen a su reducción o eliminación, la evaluación del costo-beneficio de cada una de estas vías, el seguimiento de la aplicación de la decisión adoptada y su control así como la valoración técnico-económica final del proceso.

En cada uno de estos elementos, imprescindibles para lograr y hacer permanentes los avances en la eficiencia energética, existen tecnologías bien definidas y que se desarrollan y perfeccionan con el avance científico-técnico. La realización inadecuada o incompleta de alguna parte de este diagnóstico puede llevar a una explotación ineficiente de la fuente y el desaprovechamiento de los potenciales.

La eficiencia energética es una de las alternativas menos costosa y menos contaminante de todas y se convierte en una fuente no agotable y aplicable a todo tipo de empresas.

Se han realizados varios trabajos sobre la temática nuestra, (Fernández, Puerta Juan F, SA) 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) 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 general e implantaron el procedimiento para el diagnóstico y control de los portadores energéticos.

También (colectivo de autores ,2002), 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.

A raíz de lo antes expuesto en América Latina y el Caribe, la OLADE (Organización Latinoamericana de Energía) considera que mediante el uso eficiente de la energía podría reducirse el consumo de portadores energéticos de la región entre el 10 y 20% en corto y mediano plazo. (SÁNCHEZ TORRES, 2003),

En Cuba (BORROTO NORDELO, 2006) la Comisión Internacional de Energía consideró que por esta vía, con inversiones menores y de rápida recuperación (menores de 1,5 años) se logrará un ahorro anual del 5% del consumo del país. Más del 45% de este ahorro se obtendría en el sector residencial y de servicios, y casi un 10% en el transporte.

Se estima que en la industria cubana, las actividades con mayores potenciales son: el níquel, el cemento, el acero, la generación eléctrica, la refinación de petróleo y en menor medida las industrias alimenticias y el papel. En todas ellas las medidas en lo fundamental se dirigen a elevar la disciplina tecnológica, mejoras técnicas y técnico-organizativas, aprovechamiento del vapor residual, sustitución por combustibles económicamente más ventajosos, mejoras en la combustión, automatización de los controles y otras. (BORROTO NORDELO, 2006)

Es imprescindible reducir la dependencia de nuestra economía del petróleo y los combustibles fósiles. Es una tarea primordial debido a la amenaza del cambio climático global y los problemas ambientales serios que hacen que a medio plazo, no podemos seguir utilizando como forma de vida una fuente de energía no renovable que se va agotando y deteriorando paulatinamente. Por una parte aprender a obtener la energía de forma económica y respetuosa con el medio ambiente, es un deber elemental de justicia.

Usar eficientemente la energía significa no emplearla en actividades innecesarias conseguir hacer las tareas con el mínimo consumo de energía posible. Desarrollar tecnologías y sistemas de vida y trabajo que ahorren energía, es lo más importante para lograr un auténtico desarrollo que se pueda llamar sostenible. (VIEGO FELIPE, 2007).

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 como subsistema de la gestión empresarial es sacar el mayor rendimiento posible a todos los portadores energéticos que son necesarios para una actividad empresarial. Dentro de esta idea el sistema de gestión habrá de responder a determinadas funciones, que tendrán que implementarse en relación con los servicios de la empresa. En un sentido más amplio puede ser la comprensión de la elección de las fuentes de energía, las negociaciones con los suministradores y el control de los suministros, almacenamiento y distribución 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), (Colectivo de autores, SA).

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 suministros y su almacenamiento así como su distribución.

Análisis energéticos: En este punto es necesario establecer dos tipos de análisis Energéticos, uno de auditoría o diagnóstico y el otro de consumo de portadores. (Colectivo de autores, SA), (Fernández, Puerta Juan F, SA) (. (Colectivo de autores, España 2006).

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.

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.

1.4.4 - Gestión total eficiente de la energía.

La elevación de la eficiencia energética puede alcanzarse por dos vías fundamentales, no excluyentes entre si:

- Mejor gestión energética y buenas practicas de consumo.
- Tecnologías y equipos eficientes.

Lo más importante para lograr la eficiencia energética en una empresa, no es solo que exista un plan de energía , sino contar con un sistema de gestión energética que garantice que ese plan sea renovado cada vez que sea necesario, que involucre a todos, que eleve cada vez mas la capacidad de trabajadores y directivos para generar y alcanzar nuevas metas en este campo, desarrolle nuevos hábitos de producción y consumo en función de la eficiencia, que

consolide los hábitos de control y autocontrol, y en general, que integre las acciones al proceso productivo o de servicios que se realiza.

En resumen 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)⁶, (Colectivo de autores, España 2006)³.

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

La (TGTEE) es un conjunto 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 nuevas formas de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro, conservación y reducción de los costos energéticos en una empresa. La (TGTEE) incorpora un conjunto de procedimientos y herramientas innovadoras en el campo de la gestión energética. La implantación se realiza mediante un ciclo de capacitación, prueba de la necesidad, diagnóstico energético, estudio socio-ambiental, diseño del plan, organización de los recursos humanos, aplicación de acciones y medidas, supervisión, control, consolidación y evaluación, en una estrecha coordinación con la dirección de la empresa. 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), (Colectivo de autores, España 2006).

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

Utilidad de un diagrama de Pareto:

- Identificar y concentrar los esfuerzos en los puntos clave de un problema o fenómeno como puede ser: los mayores consumidores de energía de la fabrica, las mayores perdidas energéticas o loa mayores costos energéticos.

- Determinar la efectividad de una mejora comparando los diagramas de Pareto anterior y posterior a la mejora.

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), (Colectivo de Autores, SA), (Colectivo de autores, España 2006).

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 anormalidades 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), (Colectivo de Autores, SA) , (Colectivo de autores, España 2006).

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), (Colectivo de Autores, SA) , (Colectivo de autores, España 2006).

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), (Colectivo de Autores, SA) , (Colectivo de autores, España 2006).

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), (Colectivo de Autores, SA), (Colectivo de autores, España 2006).

1.5.5 -Diagrama de dispersión

Es un grafico que muestra la relación entre dos parámetros. Su objetivo es mostrar en un grafico **x, y** si existe correlación entre dos variables, y en caso de que exista, determinar su carácter. 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), (Colectivo de Autores, SA) , (Colectivo de autores, España 2006).

1.5.6 -Estratificación

La estratificación es el método de agrupar datos asociados por puntos o características comunes pasando de lo general a lo particular. Pueden ser estratificados los gráficos de control, los diagramas de Pareto, los diagramas de dispersión, los histogramas y otras herramientas de descripción de efectos.

Utilidad de la estatificación:

- Discriminar las causas que están provocando al efecto estudiado.
- Conocer el árbol de problemas de un problema o efecto.
- Determinar la influencia cuantitativa de las causas particulares sobre las generales y sobre el efecto estudiado.

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), (Colectivo de Autores, SA), (Colectivo de autores, España 2006).

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), (Colectivo de Autores, SA) , (Colectivo de autores, España 2006.

Utilidad de los gráficos de control:

- Conocer si las variables evaluadas están bajo control o no.
- Conocer los límites en que se puede considerar la variable bajo control.
- Identificar los comportamientos que requieren explicación e identificarlas causas no aleatorias que influyen en el comportamiento de los consumos.
- Conocer la influencia de las acciones correctivas sobre los consumos o costos energéticos.

1.6- Caracterización de los problemas encontrados

- Factor de Potencia.
- Perdidas de energía.
- Facturación Eléctrica.
- Determinación del Índice de Consumo

1.6.1- Factor de Potencia

Operar con bajo factor de potencia una instalación eléctrica, además del impacto en el pago de electricidad, tiene otras implicaciones de igual o mayor significación, particularmente en relación con la capacidad de los equipos de transformación y distribución de la energía

eléctrica y con el uso eficiente de la máquinas y aparatos que funcionan con electricidad. El concepto del factor de potencia, los efectos que se presentan cuando su valor es reducido y los métodos para corregirlo, no son temas nuevos. Sin embargo, su análisis es un problema permanente y de obligada importancia para todos aquellos cuya actividad se relaciona con la operación eficiente de las instalaciones eléctricas industriales y el ahorro de energía.

Inconvenientes de un bajo factor de potencia:

- Una disminución de la capacidad de los equipos de generación, distribución y maniobra de la energía eléctrica.
- Un incremento en las pérdidas de cobre.
- Una deficiente regulación de voltaje.
- Un incremento en la facturación de energía eléctrica

Métodos de corrección del factor de potencia:

- Reducción del consumo de potencia reactiva, sin la aplicación de medios compensadores
- Con la aplicación de medios compensadores

En el proyecto se utilizara la aplicación con la aplicación de medios compensadores como son:

Capacitores estáticos de potencia:

En comparación con los compensadores sincrónicos, los capacitores estáticos tienen las siguientes ventajas:

1. Pequeñas pérdidas de potencia activa (0.0025 a 0.005 kW/kVAR)
2. Simplicidad de la explotación (por ausencia de las partes rotatorias).
3. Simplicidad del montaje (pequeño peso, no requieren bases o cimientos, etc.).
4. Para su instalación puede ser utilizado cualquier lugar seco.
5. Bajo costo.
6. Mantenimiento casi nulo.
7. Igual o más alta confiabilidad, aunque son más sensibles a las fallas de cortocircuito y a Voltajes superiores al nominal.

8. Presentan mucho menos tiempo de respuesta de control.
9. Pueden ser diseñados con control individual de voltaje de fase.

1.6.2- Pérdidas de Energía

Pérdidas de energía eléctrica en los transformadores.

Los transformadores son equipos indispensables en los sistemas industriales debido a que son máquinas estáticas, cuya misión es transmitir energía eléctrica desde un sistema con una tensión dada a otro sistema con una tensión deseada. Tiene una importancia capital dentro de los sistemas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica. Pues han permitido la preponderancia de la corriente alterna y la capacidad de utilizar en cada sector los niveles de tensión más apropiados y económicos, atendiendo a factores tales como: potencia a transmitir, seguridad de utilización, longitud de líneas, etc.

Análisis de las Pérdidas de un transformador.

Las Pérdidas de potencia que se producen en un transformador son fundamentalmente de dos tipos:

Pérdidas en el circuito magnético (P_o). Denominadas también Pérdidas en el hierro o Pérdidas en vacío, ya que se determinan mediante el ensayo de vacío del transformador son independientes de la carga a que este sometido el transformador y prácticamente invariables a tensión y frecuencia constante.

Pérdidas por efecto Joule en los devanados (P_{cu}). Se deben a las Pérdidas en los embobinados del transformador debido a las resistencias existentes en estos (efecto Joule). Se denominan también Pérdidas en el cobre, ya que los devanados suelen fabricarse en cobre, aunque a veces se realizan en aluminio. Varían proporcionalmente con el cuadrado de la corriente, si se conocen las Pérdidas producidas por este concepto en régimen nominal P_{cc} , cuando el transformador funcione con un índice de carga "c", las Pérdidas en el cobre son:

$$P_{cu} = c^2 \times P_{cc}$$

Las pérdidas en el cobre de un transformador en régimen nominal P_{cc} es un dato que proporcionan los fabricantes. Las Pérdidas de un transformador P_p , que trabaje con un índice de carga "c" Serán.

$$P_p = P_o + P_{cu} = P_o + c^2 \times P_{cc}$$

1.6.3- Facturación Eléctrica

Control de la Demanda Máxima:

El control de la demanda máxima y del consumo de energía eléctrica, consiste en la administración y el control de las cargas eléctricas para reducir cargos por demanda máxima de potencia y por consumo de energía, durante ciertos períodos de tiempo de acuerdo con la tarifa eléctrica que se aplica. Con este objetivo, se emplean métodos que van desde el desplazamiento en el tiempo de determinadas operaciones fabriles, el control manual o por simples interruptores de reloj de la demanda máxima (que implican una inversión pequeña o aún trivial), hasta equipos altamente sofisticados, totalmente automáticos, que significan una importante inversión. Esto permite lograr las siguientes ventajas:

- Reducir los pagos por demanda máxima.
- Reducir el costo de la energía consumida, a partir fundamentalmente de la reducción de las cargas y de que las operaciones sean desplazadas en el tiempo hacia horarios en los cuales el costo de los kWh sea más reducido.
- Disminuir las pérdidas en líneas y transformadores y su costo asociado.
- Reducir la capacidad necesaria de los conductores, transformadores y equipos de distribución y maniobra de la energía eléctrica, así como de generación, si existen.
- Mejorar la regulación de voltaje.

Generalmente el consumo del portador energético electricidad es el más incidente en el costo total de los portadores de una empresa. La facturación por este motivo tiene determinadas implicaciones que se reflejan en la estructura de la ecuación general de la tarifa eléctrica:

$$\text{\$} = \left[CD \cdot Dc + (P_p \cdot kWh_{pico} + P_m kWh_{mad} + P_d kWh_d) \cdot K + I_{\Delta P_{transf}} \right] \cdot \left(\frac{Fp_{normado}}{Fp_{real}} - 1 \right)$$

\\$: Costo total del consumo de energía eléctrica.

CD: Costo del kW para la demanda contratada.

Dc: Demanda contratada.

Pp: Precio del kWh en horario pico

Pm: Precio del kWh en horarios de la madrugada

Pd: Precio del kWh en horario del día.

K: Factor del Combustible.

$I_{\Delta P_{transf}}$: Pérdidas por transformación:

$\frac{Fp_{normado}}{Fp_{real}} - 1$: Factor que tiene cuenta el aprovechamiento de la energía a través del comportamiento del factor de potencia de la instalación.

En el caso del costo por demanda contratada este representa entre el 30 y el 40% de los costos totales de la factura, de aquí el gran peso que representa. Esto indica que cualquier análisis de factura debe iniciar por este elemento. Algunas empresas por temor a pasarse de lo contratado tienen un cargo fijo adicional que le pesa en su economía, y en el peor de los casos desconocen que se puede contratar hasta dos veces la demanda en el año.

El costo por energía consumida independientemente del horario y del tipo de tarifa que se tenga, es el más importante y en el cual se puede trabajar en reducirlo a partir del conocimiento de las características del consumo. Es por tanto que un reconocimiento detallado del sistema de suministro eléctrico de cualquier instalación permite realizar mejoras encaminadas a mejorar el balance de las cargas, la disminución de perturbaciones en la onda de tensión (calidad de la energía), etc.

El otro elemento de las pérdidas por transformación, estas pasan a la factura en caso que las mediciones de la energía se realicen por la parte de baja del transformador de fuerza. Si las mediciones se realizan por alta estas no se tienen en cuenta. Pero se destaca que el empleo eficiente de la potencia instalada de transformación permite reducir los costos por este motivo. En ocasiones se cuentan con transformadores que en el transcurso de los años se mantienen con un coeficiente de utilización muy bajo, si este mismo transformador fuera de una potencia menor las pérdidas serían menores a partir de que son menores las pérdidas en el cobre y en el hierro.

El factor de potencia es el indicador del grado de aprovechamiento de la energía en un sistema de suministro eléctrico. Los costos por penalización por el bajo factor de potencia oscilan entre el 3 y el 15%, sin embargo existen empresas que pueden adoptar medidas al respecto con pequeñas inversiones.

1.6.4- Índice de Consumo:

Unidades de producto terminado por unidad de energía consumida.

Este valor de índice de consumo puede ser calculado por tipo de producto o como índice de consumo general en el caso que el tipo de producción lo permita (si son varios productos diferentes pero de un mismo material el índice puede reducirse a toneladas de ese material etc.). Si se consumen diferentes tipos de energía para un mismo producto debe determinarse el consumo equivalente haciendo compatibles los diferentes tipos. Este índice permite su comparación con las normas de consumo establecidas para Empresas. Ejemplo de índices de consumo: Tn cemento / tn equivalentes de petróleo: gramos equivalentes de petróleo / kWh; Kilogramos de vapor / Kilogramos de petróleo equivalente; MWh / cuarto noche ocupado.

El consumo equivalente de energía asociada a los productos o servicios realizados por La Empresa se expresa en toneladas de petróleo equivalentes. Las toneladas equivalentes de petróleo se determinan mediante factores de conversión que relacionan el valor calórico real del portador energético con el valor calórico convencional asumido.

Ejemplo:

Toneladas de:	Por factor de conversión:	=Toneladas equivalente de petróleo
Diesel	1.0534	
Gasolina	1.0971	
Fuel Oil	0.9903	

Tabla 1: Factores de Conversión.

Estos factores pueden variar en dependencia del valor calórico real del portador energético, la actualización de los mismos puede obtenerse con los especialistas de energía del gobierno municipal o provincial.

1.7 - Conclusiones

En el presente capítulo hemos logrado establecer y describir los siguientes parámetros:

- ❖ Se estableció el estado del arte.
- ❖ Se elaboraron los conocimientos suficientes para conocer lo que compone un Sistema de Gestión Energética.
- ❖ Conocimos los conceptos básicos de la Tecnología de la Gestión Total y Eficiente de la Energía (TGTEE).

CAPÍTULO II: Determinación de las regularidades de un Sistema de Gestión.

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 - Descripción del CAI Urbano Noris

La empresa azucarera “Urbano Noris” pertenece al Grupo Empresarial Agroindustrial de Holguín, el cual se subordina al Ministerio del Azúcar. La misma se encuentra ubicada en el extremo norte de la zona Geográfica peniplano Camagüey – Tunas - Holguín, en la cuenca del río Cauto, al sur de la provincia de Holguín. Limita al norte con el municipio Báguanos de la misma provincia, al sur con el municipio Jaguaní de Granma, al este con el municipio Cueto, también de Holguín y con el municipio Julio Antonio Mella perteneciente a la provincia Santiago de Cuba, al oeste con el municipio Cacocun de Holguín y Cauto Cristo, este último del territorio de Granma. El Ingenio fue fundado en 1923 y nacionalizado en 1959. A partir de entonces se fue modernizando, llegó a alcanzar una capacidad instalada de molida de 13 800 T de caña diaria. Los principales récord de molida se registraron en 1979 con un volumen de 1 858 440 T de caña, ese mismo año la producción de azúcar crudo fue de 184 507 T. Era el gran “Coloso” de Cuba, contaba con tres tándem, uno de ellos electrificado posteriormente, lo que le permitió lograr su norma potencial de molida durante un largo período.

A partir de las transformaciones que ha sufrido el MINAZ, desde el año 2003, debido al decrecimiento en la producción cañera, aparejado al bajo precio en que se iba comercializando el azúcar, dejando este de ser un negocio sustentable para la economía del país, se cierran la mitad de los ingenios y se reduce la capacidad de molida en otros, siendo este nuestro caso. El objeto social de esta empresa consiste en la producción y comercialización de forma mayorista de azúcares y mieles, derivados, subproductos tales como ceniza, cachaza, bagazo, residuos agrícolas de la cosecha y otros provenientes de la agroindustria, Energía Eléctrica para el sistema de la Unión Eléctrica, semilla de caña certificada; equipos, partes, piezas y repuestos de la agroindustria en pesos moneda nacional. La Industria Azucarera posee tecnología mixta, los molinos son de nacionalidad Checoslovaca con adaptación de motores provenientes de China, 2 Calderas de producción nacional, la Termoeléctrica y Planta de Agua son de nacionalidad Alemana.

2.2.1 -Situación actual de la gestión del CAI

En el Central en cuestión existe un comité y una comisión de energía bien estructurados pero no funcionan como deben

No se evidencia un Plan de Regulación de la Demanda para el horario pico como resultado de la aplicación del Estudio de Acomodo de Cargas en el Central.

Los instrumentos de mediciones existentes en PGD y en Centros de Cargas se encuentran en mal estado técnico, en su mayoría no funcionan. No se evidencia la existencia de la Guía de Operación en las Calderas del Central, donde se reflejen los parámetros de explotación establecidos.

En el consejo de dirección del ingenio no se evalúa el grado de cumplimiento de los planes de consumo, demandas contratadas, comportamiento del factor de potencia y en general el uso racional y eficiente de la energía.

No se evidencia que se hayan aplicado medidas apropiadas para revertir los incumplimientos de los planes de consumo asignados en el Ingenio en los meses de Mayo, Junio, Julio y Diciembre.

Pocas veces se les informa a los trabajadores del estado energético de la empresa. Las Comisiones de Ahorro de Energía del Central no analizan temas relacionados con el uso

racional y eficiente de la energía y el cumplimiento de los planes asignados para el consumo de Energía Eléctrica y de índice de consumo.

Los Sistemas de estimulación implementados no permiten estimular moral y materialmente a todos los trabajadores, técnicos, colectivos y directivos que se destaquen en el uso racional y eficiente de la energía y las iniciativas que surjan al respecto.

2.3-Flujoograma de los portadores energéticos:

La caña cortada es transportada de la agricultura a los centros de limpia en camiones, en estos centros se elimina las materias extrañas (paja) y se cargan los vagones de ferrocarril en los cuales llega la caña a la industria; de ahí es descargada en el basculador sobre las esteras transportadoras, en su tránsito la caña pasa por los rompe bultos, niveladores y cuchillas. La caña pasa posteriormente a las cuchillas, luego sucesivamente de uno a otro molino (5 en total) mediante conductores intermedios antes que la caña ya triturada entre al último molino se le añade cierta cantidad de agua, conocida como inhibición. Después del proceso de extracción del jugo este pasa al área de purificación y el bagazo (con humedad alrededor del 50 %) mediante los conductores pasa directamente a las calderas para ser usado como combustible, el bagazo sobrante va a la casa de bagazo donde se almacena para ser usado como combustible cuando el proceso lo requiera ó para otros usos.

El jugo mezclado procedente de los molinos pasa al proceso de purificación que tiene como finalidad neutralizar el PH del jugo, eliminar las impurezas en suspensión y eliminar parte de la impurezas disueltas y en estado coloidal; pasando a los calentadores donde se garantiza la temperatura del jugo para que se produzcan las reacciones químicas de forma satisfactoria. El jugo clarificado después de ser calentado es enviado por bombas al área de evaporación, que está compuesta por un pre-evaporador y un cuádruple efecto. El jugo es alimentado sucesivamente del pre-evaporador a cada uno de los vasos. Luego la meladura pasa a los tachos que son evaporadores a simple efectos que operan de forma discontinua, de los tachos las masas cocidas pasan a los cristalizadores donde ocurre el proceso de agotamiento, posteriormente estas masas cocidas pasan a las centrífugas donde se separan los cristales de azúcar de las mieles en las masas cocidas mediante la acción centrífuga de

un tamiz metálico (tela) con aberturas suficientemente pequeñas para que puedan retener los granos de azúcar. El azúcar final es transportado por una banda hasta las tolvas.

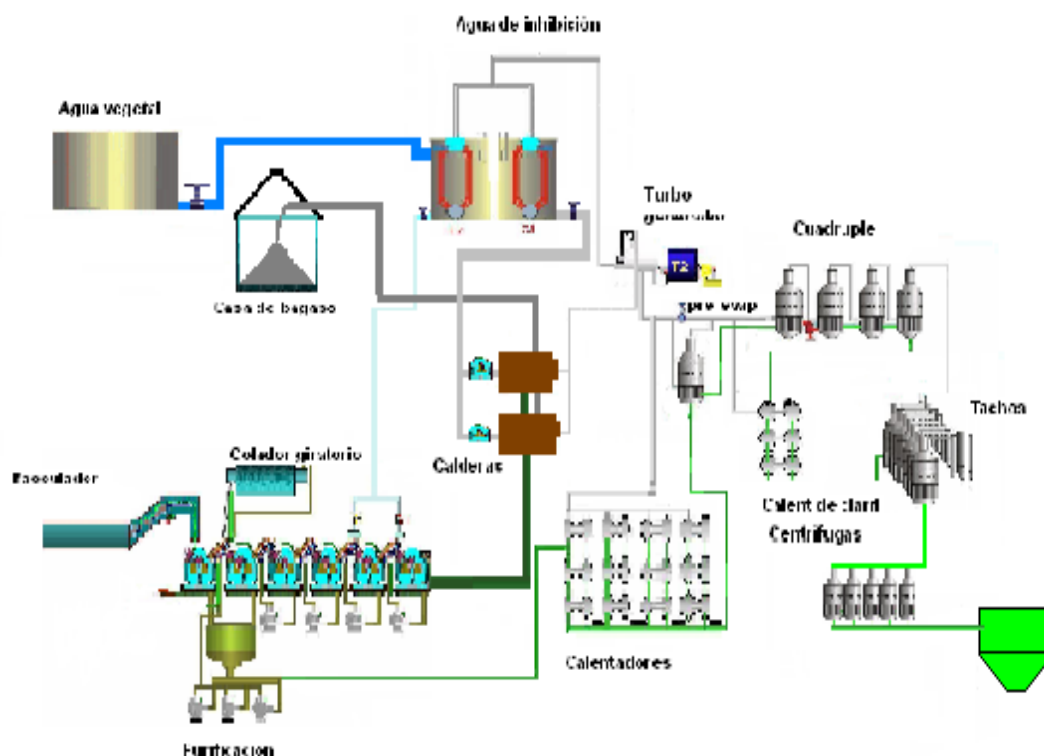


Figura 2.1: Diagrama del Proceso productivo

2.4-Comportamiento del consumo de los portadores energéticos del CAI Urbano Noris.

Para analizar el consumo de los portadores en la empresa se obtuvo la 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
- Bagazo

Por otra parte el bagazo es de mucha importancia en la producción de energía. Podemos afirmar que con 1 tonelada de bagazo se producen 2.35 toneladas de vapor y con este vapor se generaría 80 kW de energía eléctrica.

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 diferentes informaciones y mediciones se pudo realizar el siguiente grafico donde se llevaron los portadores a toneladas de petróleo equivalente (TEP), se observa que la electricidad es el portador más significativo con un 47,8%, el diesel un 39,58%, el fuel-oil un 12.25% y la gasolina es la menos significativa con un 0,26%. Esto nos ayuda a centrar nuestro estudio de eficiencia en la electricidad y el diesel siendo estos los mas explotados.

Tabla 2.1: Composición de portadores a nivel de empresa en el año 2009 (TEP).

Portadores	TEP/año	%	%Acumulado
Electricidad	3977.6	47.8	47.8
Diesel	3287.5	39.58	87.38
Fuel-Oil	1018.1	12.25	99.63
Gasolina	22.40	0.26	99.89
Total	8305.7	100	

El grafico a continuación no demuestra que el portador más significativo es la Electricidad en la cual hay que centrar nuestro estudio.

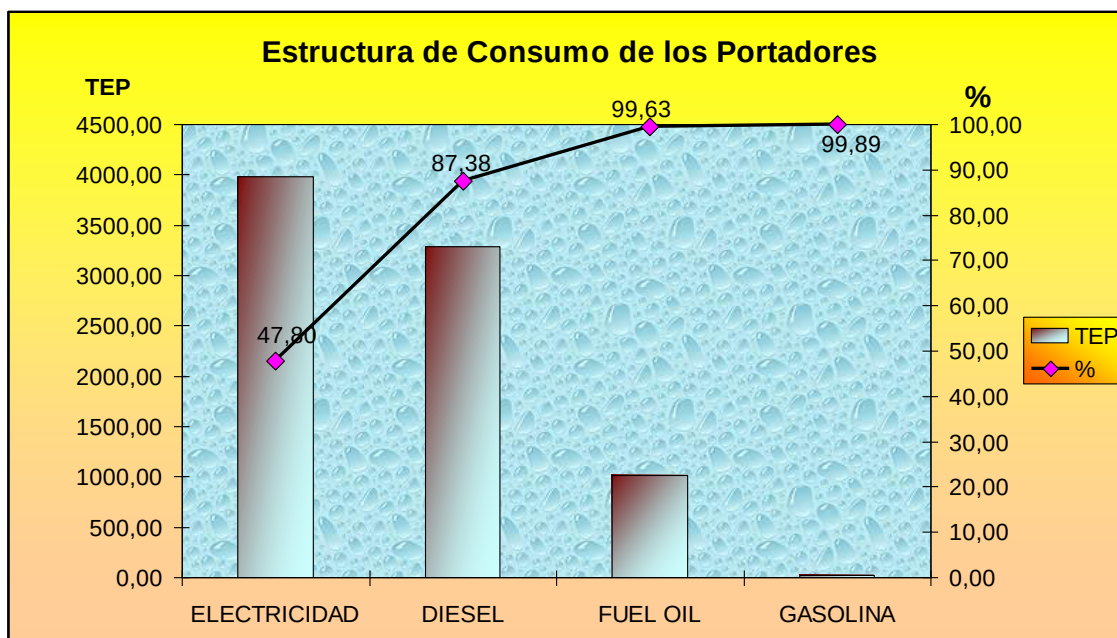


Figura 2.2: Gráfico comportamiento de los Portadores en el 2009.

2.4.1- Importe de los portadores energéticos.

Tabla 2.2: Importe de los portadores en los últimos 3 años.

Años	Energía Eléctrica	Lubricantes	Combustible	Costo (CUC)
2007	744.4	183.1	1317.1	2244.5
2008	948.1	215.6	1656.4	2820.1
2009	1334	221.9	2266.2	3822.1
Total en los 3 años (CUC)	3026.5	620.6	5239.7	8886.7

En esta figura 2.3, se aprecia el alto consumo que representan los combustibles en el CAI resaltando el consumo que lleva en el 2009 llegando al valor de 3622.1 (CUC). También se observa que la Energía Eléctrica tiene una participación activa en estos gastos. 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.

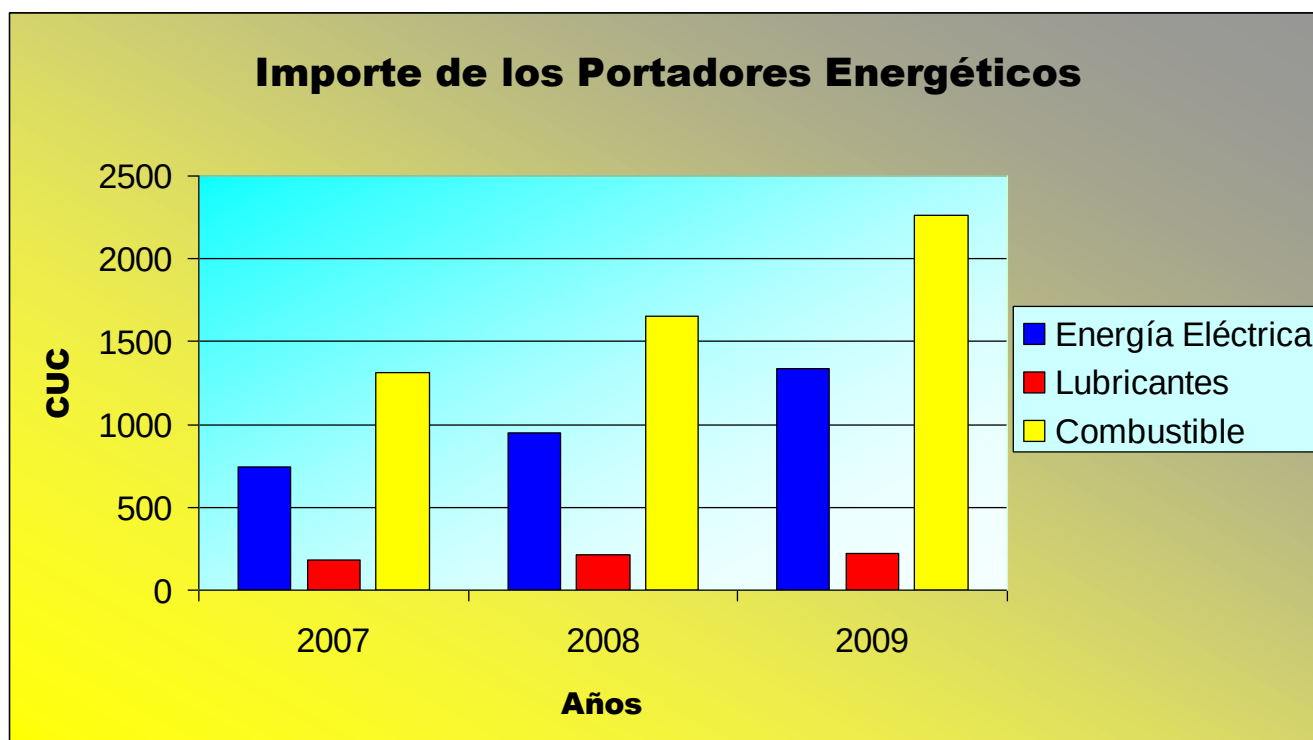


Figura 2.3: Gráfico del importe de los Portadores Energéticos en los últimos 3 años.

El gráfico muestra el estado a nivel monetario de los portadores en los últimos 3 años resaltando el portador más utilizado. Se ve que el Combustible es el de más significación representando un 59% del total de los costos pagados.

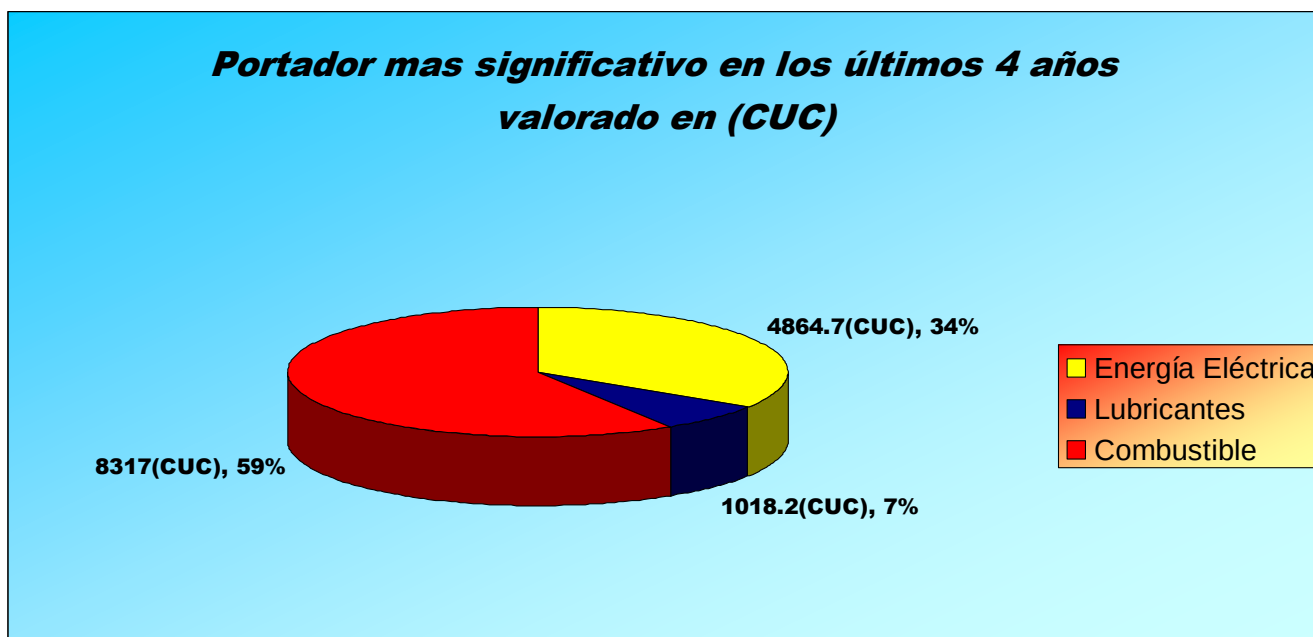


Figura 2.4: Portador más significativo

2.4.2-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 2.3: Gastos de los costos variables.

Costo variable	Gastos en pesos	Gastos en CUC
Materia prima	40 454 924.00	1618196.96
Combustible	1 303 042.00	52 121.68
Energía	1 516 085.00	60 643.6
Otros gastos	677 711.00	27 108.44
total	74 395 711.00	2975818.68

Tabla 2.4: Gastos de los costos fijos

Costos fijos	Gastos en pesos	Gastos en CUC
Salario y seguridad social	15 896 815.00	635 872.6
Amortización de activos fijos (depreciación)	5 555 064.00	222202.56
Gastos Generales de Admón.	1 355 119.22	54 204.76
Gastos de Distribución y ventas	28 620.17	1114.80
Total	22 835 616.17	913 424.72

Se realizó el gráfico 2.5 de Pareto con los principales gastos del año 2009, donde se puede verificar que los mayores gastos son en materia prima con un importe anual de 40 454 924 \$.

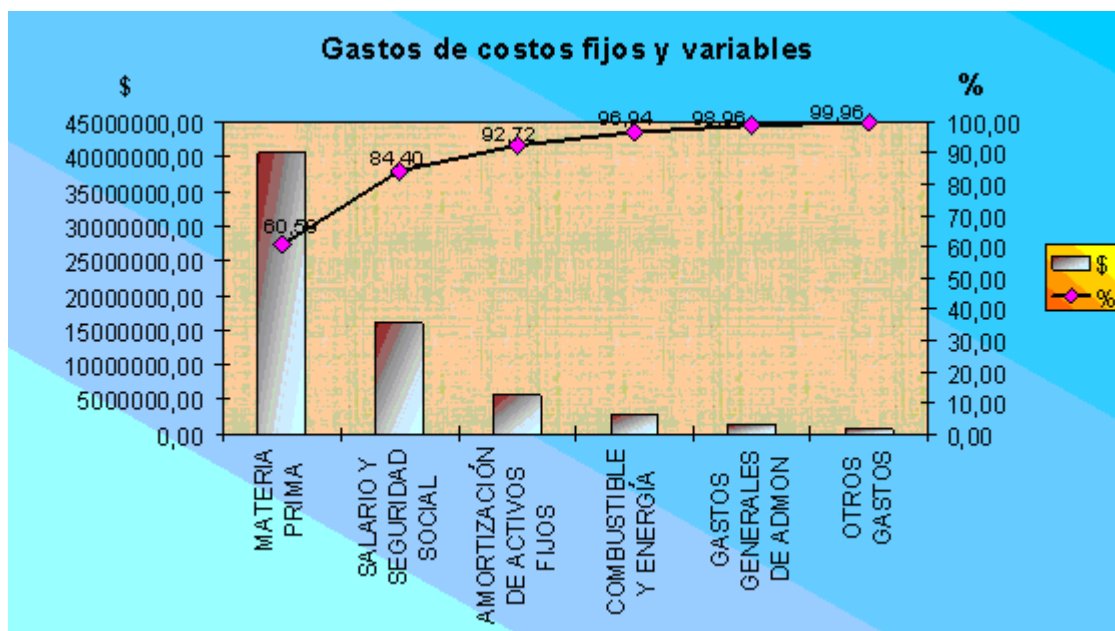


Figura 2.5: Gráfico de costos fijos y variables en el año 2009.

En este gráfico 2.6 se observa el % que representa la energía y el combustible de los costos totales de la empresa.

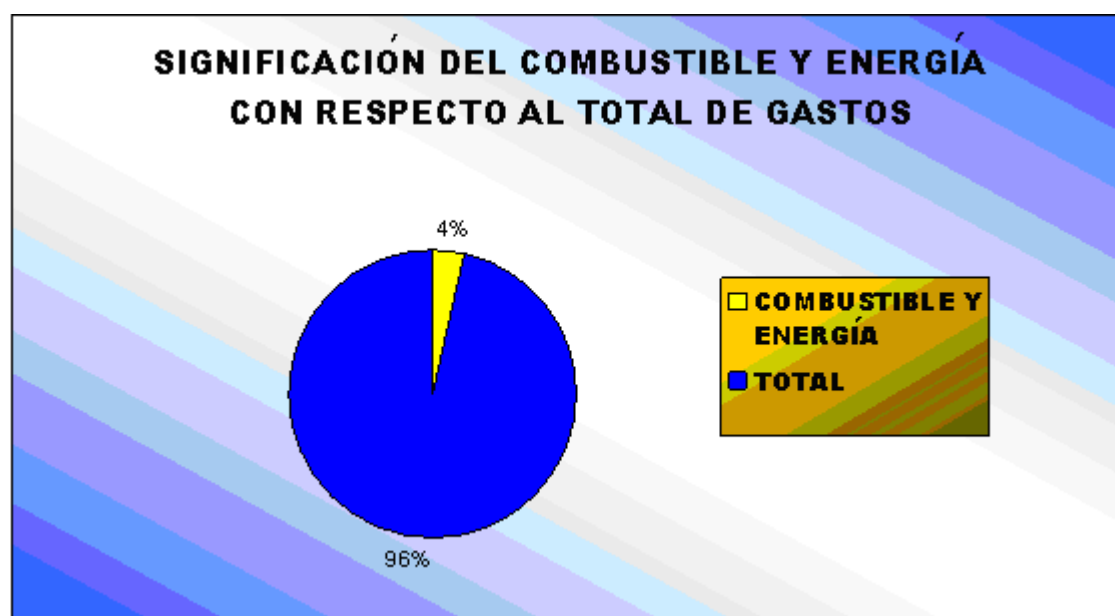


Figura 2.6: Gráfico que representa la influencia de la energía y el combustible sobre los costos totales.

En la figura 2.7 se aprecia la gráfica del comportamiento del consumo de electricidad en el CAI. Donde se aprecia que en los meses de Enero y Mayo hay un sobre consumo de energía ya que se aprecia que se van por encima del plan. Los demás meses se quedan por debajo del plan.

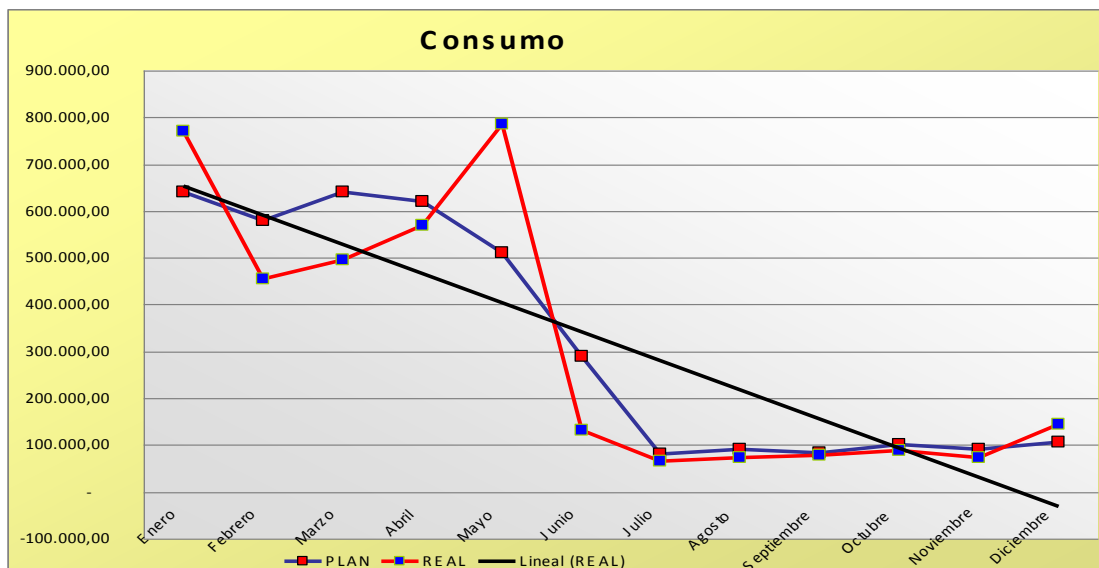


Figura 2.7: Gráfico del consumo de energía del CAI en el año 2009.

En este gráfico se ve el comportamiento del consumo de energía en el horario pico. Se observa que en los meses de Enero y Mayo hay un elevado consumo y en los meses de Julio hasta Diciembre hay poco consumo, saliendo de esto Agosto que no presenta lectura.

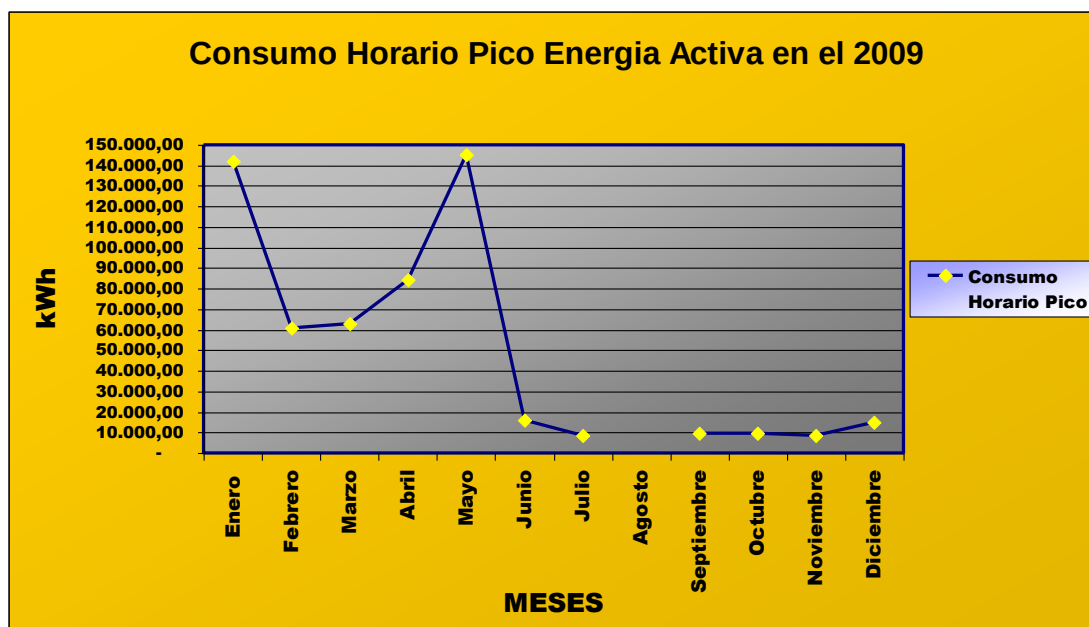


Figura 2.8: Gráfico de Consumo Anual de Potencia Activa en el horario pico.

El contenido del gráfico aborda sobre el consumo anual de energía activa en el año 2009. Donde hay una observación importante donde el horario del día es el de más consumo y el de menos consumo es el horario pico. Es un beneficio al sistema.

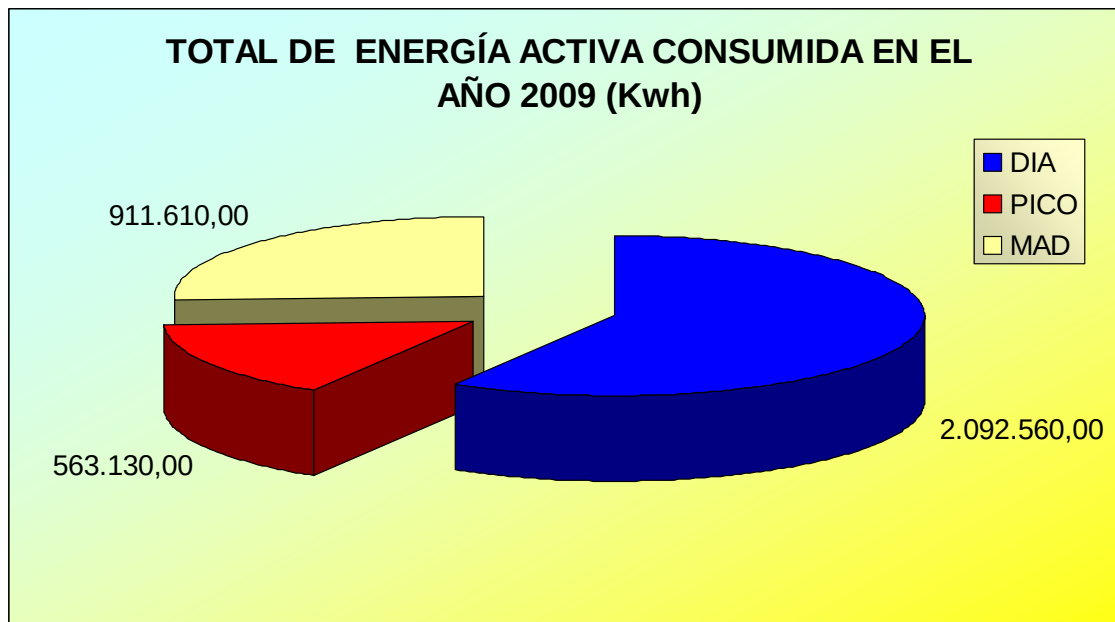


Figura 2.9: Gráfico del consumo total de energía activa en los 3 horarios en el año 2009.

2.4.3-Índice de consumo de electricidad.

Tabla 2.5: Comportamiento de los Índices de consumo en la zafra 2009.

INDICADORES	UM	Zafra 2009		
		PLAN	REAL	%
GENERACIÓN PROPIA	MWh	22848,6	14574,5	64
CONSUMO SEN	MWh	2611,3	2215,1	85
ENTREGA SEN	MWh	3264,1	1980,4	61
ENTREGA NETA	MWh	652,8	-234,7	-36
CONSUMO TOTAL	MWh	22195,8	14809,2	67
ÍNDICE DE GENERACIÓN	kWh/Tc	35,0	34,34	98
ÍNDICE DE CONSUMO SEN	kWh/Tc	4,0	5,22	130
ÍNDICE DE ENTREGA SEN	kWh/Tc	5,0	4,67	93
ÍNDICE DE CONSUMO TOTAL	kWh/Tc	34,0	34,9	103
ÍNDICE DE ENTREGA NETA	kWh/Tc	1,0	-0,6	
AUTOABASTECIMIENTO	%	103	98	

El gráfico 2.10 a continuación muestra los Índices de Consumo de la zafra 2009. Como se observa esta zafra no fue una zafra optima ya que todos sus Índices están por encima del real. Aclaración estos índices son contra toneladas de caña molida.

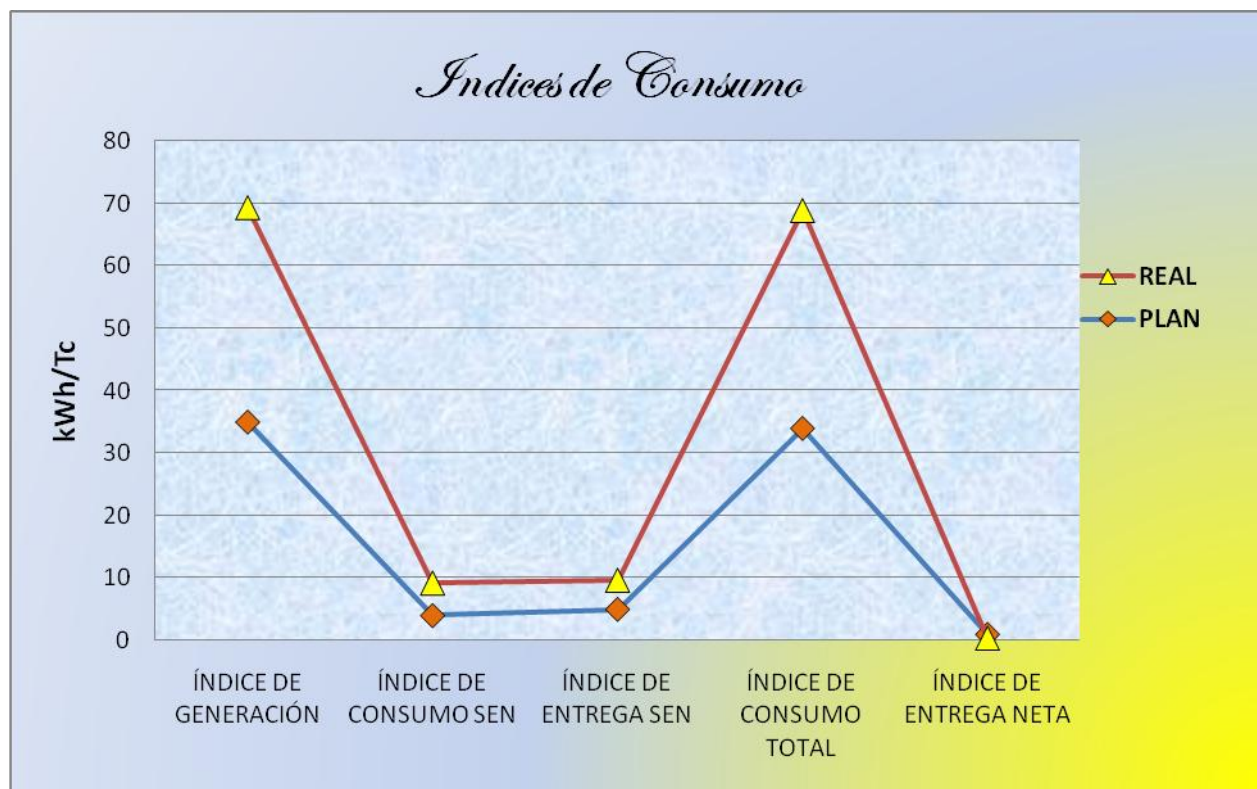


Figura 2.10: Gráfico de comportamiento de los índices de consumo en la zafra 2009.

Tabla 2.6: Consumo de Energía contra Toneladas de Azúcar producidas en la zafra 2009.

Período	Cons. kWh	Prod Ta	kWh/ton
Ene-09	769680	8118	94,8
Feb-09	454560	5889	77,2
Mar-09	495360	6463	76,6
Abr-09	569700	6753	84,4
May-09	785880	8007	98,1
Total	3075180	35230	

La siguiente figura 2.11 nos muestra el Índice de Consumo de energía contra Toneladas de Azúcar producidas. Donde se puede apreciar que en los meses de Enero y Mayo son los de mas Producción y Consumo.

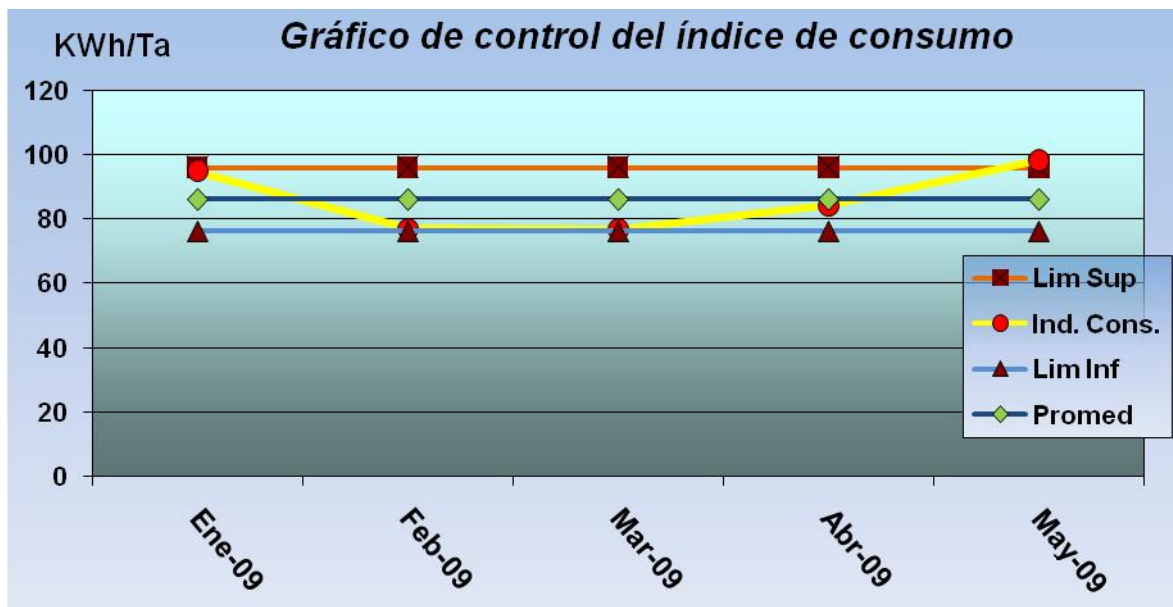


Figura 2.11: Gráfico Control del Índice de Consumo.

El siguiente gráfico 2.12 muestra el índice de consumo contra producción de azúcar, donde se puede apreciar que en los la media del índice esta por las 85 toneladas.

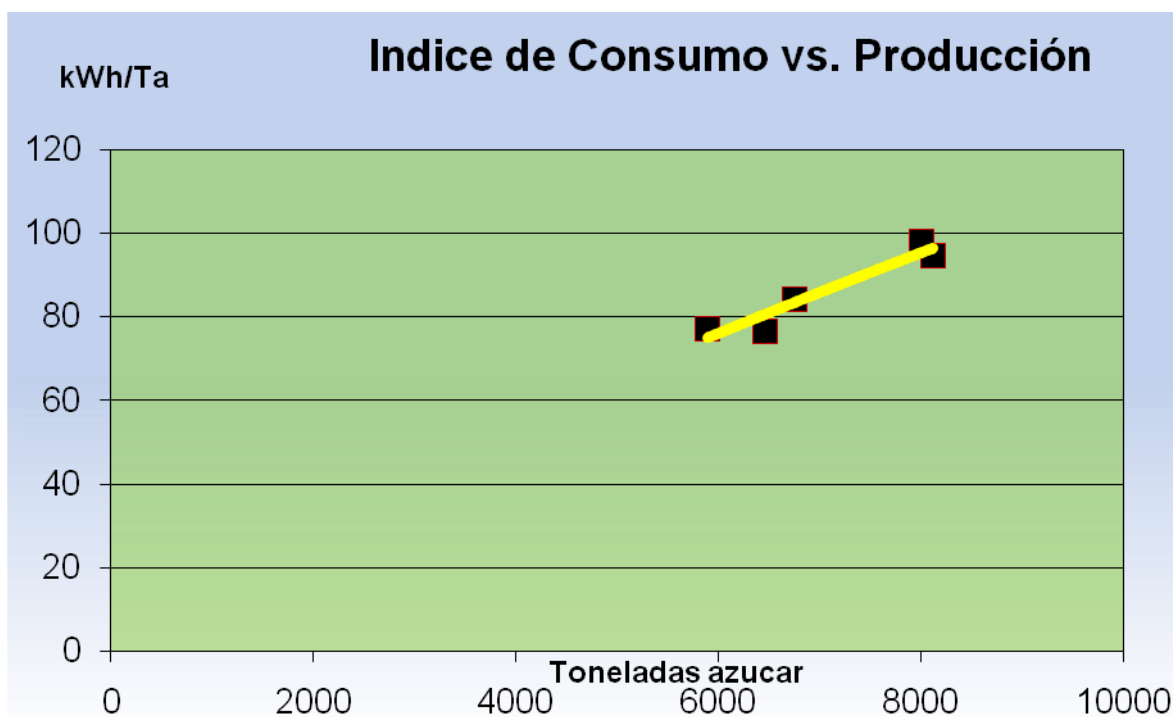


Figura 2.12: Gráfico de índice de consumo contra toneladas

En esta figura se puede apreciar fácilmente la cantidad de energía empleada mensualmente en el tiempo de zafra para producir las diferentes cantidades de Toneladas de Azúcar.

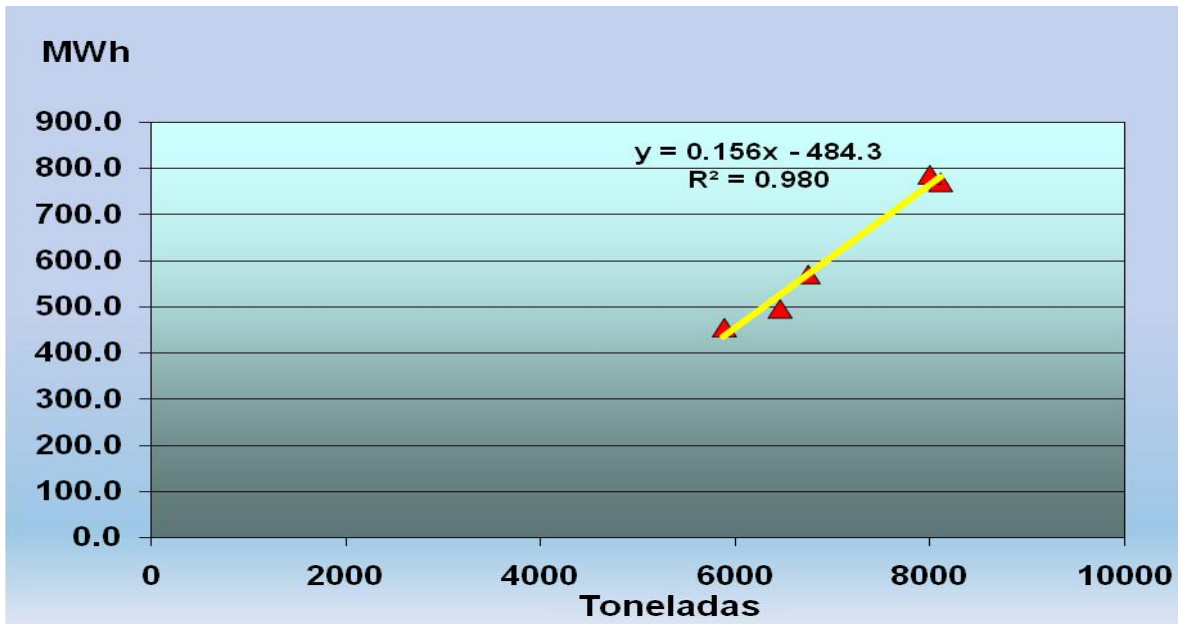


Figura 2.13 :Gráfico de Energía contra toneladas de caña producida.

2.5- Sistema de Suministro Eléctrico

Actualmente la Industria Azucarera cuenta con dos bancos de transformadores de 6300 kVA, uno de 33/4.16 kV que alimenta 8 transformadores de 1600 kVA y 5 de 1000 kVA todos de 4.16/0.48 kV. El otro de 33/6.3kV alimenta 2 transformadores de 1000 kVA de 6.3/0.48 kV y directamente a esta Barra se alimentan los 6 Molinos, las dos Cuchillas y dos motores de Casa de Bombas. La Termoeléctrica está compuesta por 4 Turbogeneradores de 3 MW que sincroniza a la barra de 4.16kV y 1 de 5 MW que sincroniza a al barra de 6.3 kV, actualmente funcionan 3 de 3MW y el de 5 MW. La barra de 6.3kV tiene enlace con el SEN mediante el circuito (H-186) y la barra de 4.18 kV enlaza con el SEN mediante el circuito (H-184). El Generador de 5MW sincroniza con la barra de 6.3 kV y los 4 Generadores de 3 MW sincronizan con la barra de 4.16 kV.

El CAI cuenta con 2 Bancos principales:

- ❖ 1 Banco de 6300 kVA de 33000/6300 V conexión Y / Δ-11
- ❖ 1 Banco de 6300 kVA de 33000/4160 V conexión Δ / YN-1

La carga de 6.3 kV esta compuesta por:

❖ Transformadores de Centro de Carga.

2 Transformadores de 1000kVA de 6300/480V en paralelo de conexión $\Delta / YN-s$

❖ Motores

Tabla 2.7: Equipos más consumidores en la Barra de 6,3 kV.

Equipos	Volt.	A.	F.P	KW
Motor molino # 1..	440	93.5	0.81	800
Motor molino # 2.	440	80.4	0.77	630
Motor molino # 3.	440	80.4	0.77	630
Motor molino # 4.	440	80.4	0.77	630
Motor molino # 5.	440	80.4	0.77	630
Motor eléctrico Cuchilla # 1.	440	94.8	0.77	800
Motor eléctrico Cuchilla # 2.	440	95.5	0.77	800

La barra de 4,16 cuentan con:

❖ 8 Transformadores de 1600 kVA de 4160/480 V.

❖ 5 Transformadores de 1000 kVA de 4160/480 V.

❖ Motores

Tabla 2.8: Equipos más consumidores en la Barra de 4,16 kV.

Equipos	Volt.	A.	F.P	kW
Motor VTF # 2.	440	219	0.82	132
Motor VTS # 2.	440	198	0.82	127
Motor VTI # 2.	440	455	0.82	250
Motor VTF # 3.	440	219	0.82	132
Motor VTS # 3.	440	198	0.82	127
Motor VTI # 3.	440	455	0.82	250
Motor centrifuga comercial # 1.	440	300	0,82	192
Motor centrifuga comercial # 2.	440	300	0,82	192
Motor centrifuga comercial # 3.	440	300	0,82	192
Motor centrifuga comercial # 5.	440	300	0,82	192

Motor centrifuga comercial # 6.	440	300	0,82	192
Motor bomba agua alimentar # 1.	440	511	0,8	315
Motor bomba agua alimentar # 2.	440	425	0,8	285

2.5.1 -Levantamiento de las cargas instaladas

Para tener una idea de los equipos de mayor consumo se realizó un levantamiento de carga de todos los equipos por área, recogiendo en este sus datos de chapa y demanda, teniendo este levantamiento se realizo una tabla con los 10 equipos más consumidores de cada área recogiendo en esta su demanda.

Tabla 2.9: Clasificación de la carga instalada

Áreas	Cantidad de equipos	Demanda kW	%	% Acumulado
Basculador	17	2169	19,01	19.01
Molinos	26	3761	32	51.01
Generación de Vapor	66	2493	21	72.01
Purificación	25	789	6,91	78.92
Cristalización	28	119	1,04	79.96
Centrífugas	7	1845,5	16,26	96.22
Planta Eléctrica	11	231	2,02	98.24
Total	180	11407,5	100	

En este gráfico se observa el comportamiento de la potencia instalada por áreas de CAI. Se puede apreciar que las áreas de más consumo son las de Generación de vapor, Molinos y

Basculador demostrando que se tiene que analizar más a fondo estas áreas ya que son las más representativas.

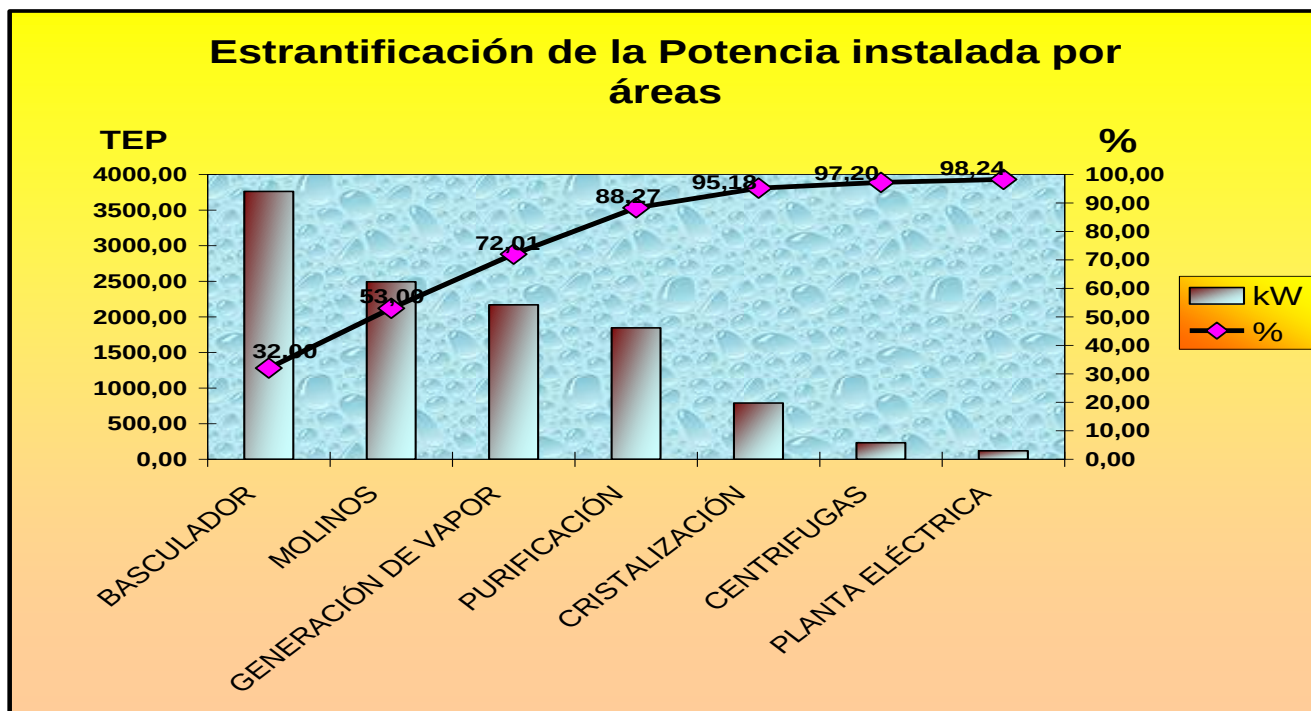


Figura 2.14: Estratificación de la potencia instalada por áreas

Tabla 2.10 Equipos más significativos

AREAS	# EQUIPOS	DEMANDA kW
Basculador	10	2063
Molinos	10	3565
Generación de vapor	10	1838
Purificación	10	606
Cristalización	10	119
Centrifugas	10	1235
Planta Eléctrica	10	225
TOTAL	70	9651

En este gráfico se puede apreciar los equipos más consumidores de energía por área. Se aprecia que el área de molinos es la de mayor peso en el consumo del CAI seguida del área

de las áreas de Basculador y Generación de Vapor. Estas 3 áreas representan el 78 % de la demanda total del CAI.

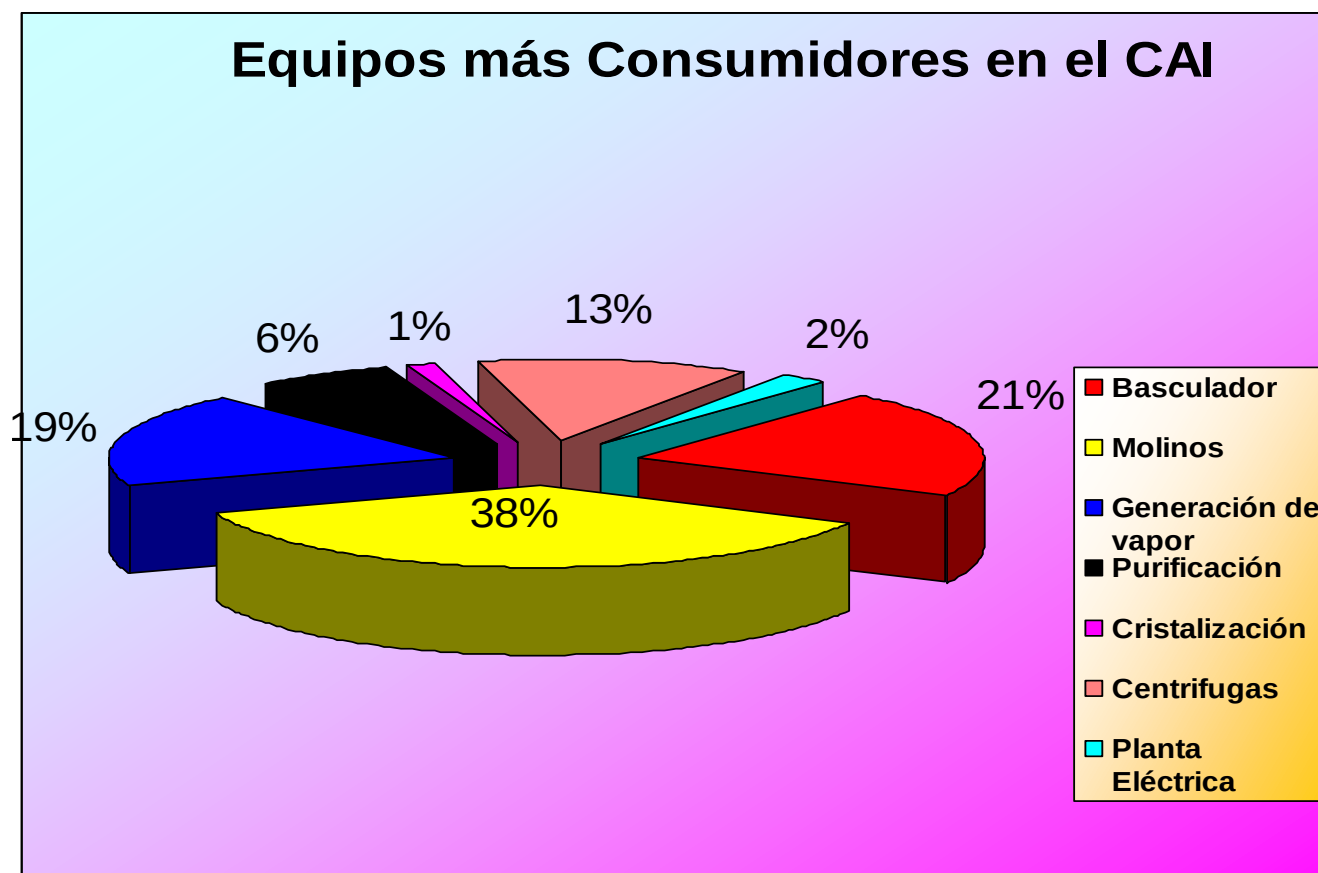


Figura 2.15: Gráfico de los 10 equipos más consumidores.

2.5.2-Análisis de la facturación eléctrica

Mediante el Acuerdo No. 3944, de fecha 19 de marzo del 2001, del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, fueron aprobados, con carácter provisional hasta tanto sea adoptada la nueva legislación sobre la organización de La Administración Central del Estado, el objetivo y las funciones y atribuciones específicas de este ministerio, entre las que se encuentra la de dirigir, ejecutar y controlar la aplicación de la política de precios del Estado. El Ministerio de la Industria Básica ha presentado a este organismo la propuesta de modificación del Sistema Tarifaria Eléctrico, tanto en moneda nacional como en moneda libremente convertible, para el sector no residencial, con el objetivo de actualizarlos y unificarlos en un solo texto legal.

Se aplicará a los servicios de consumidores clasificados como de Media Tensión con

instalaciones de cogeneración u otras que generen energía eléctrica, cuya demanda máxima del SEN sea igual o inferior a su capacidad de generación (en kW) en explotación activa o mantenimientos planificados, cuya extensión sea inferior a un mes completo de la facturación de electricidad. En caso que la industria cese su explotación activa por tiempo continuo, superior a un mes completo de facturación, se aplicará en toda su envergadura la tarifa correspondiente a este nivel de voltaje.

La tarifa eléctrica aplicada a La Empresa Urbano Noris:

\$ 0.102 por cada kWh consumido en el horario pico.

\$ 0.061 por cada kWh consumido en el horario del día.

\$ 0.047 por cada kWh consumido en horario de madrugada

- Las industrias contrataran la máxima demanda para el control de la penalización, sobre la base de la capacidad real necesaria (capacidad real de todas las instalaciones eléctricas deducidas las capacidades de su instalación de generación disponible), mas la capacidad de su mayor instalación de generación propia, pero nunca mayor del 90 % de la capacidad instalada de transformación.
 - Si la demanda máxima registrada en el horario de día y pico es mayor que la contratada, se facturará el exceso al triple del valor de la demanda de la tarifa de media tensión **M-1.A.**, o sea \$ 15,00 por kW en exceso.
 - Se aplica la cláusula del factor de potencia.
- Se aplica la cláusula de ajuste por variación del precio del combustible

Tabla 2.11: Comportamiento de la Demanda

CAI URBANO NORIS

MESES	MÁXIMA DEMANDA CONTRATADA (Kw)	MÁXIMA DEMANDA REAL (LEÍDA) (kW)
Enero	5000	6019
Febrero	5000	5783
Marzo	5000	4738
Abril	5000	5396
Mayo	5000	5175
Junio	5000	3764
Julio	5000	380
Agosto	5000	349
Septiembre	5000	339
Octubre	5000	464
Noviembre	5000	490
Diciembre	5000	3441
TOTAL	Medio	36338

Este Gráfico muestra el comportamiento mensual de la Demanda del CAI Analizando su contenido podemos apreciar que la demanda real leída esta variando constantemente se observa que en los meses de Enero, Febrero, Abril y Mayo la demanda leída se excede de la demanda contratada y en los meses de Julio hasta Diciembre presenta un descenso.

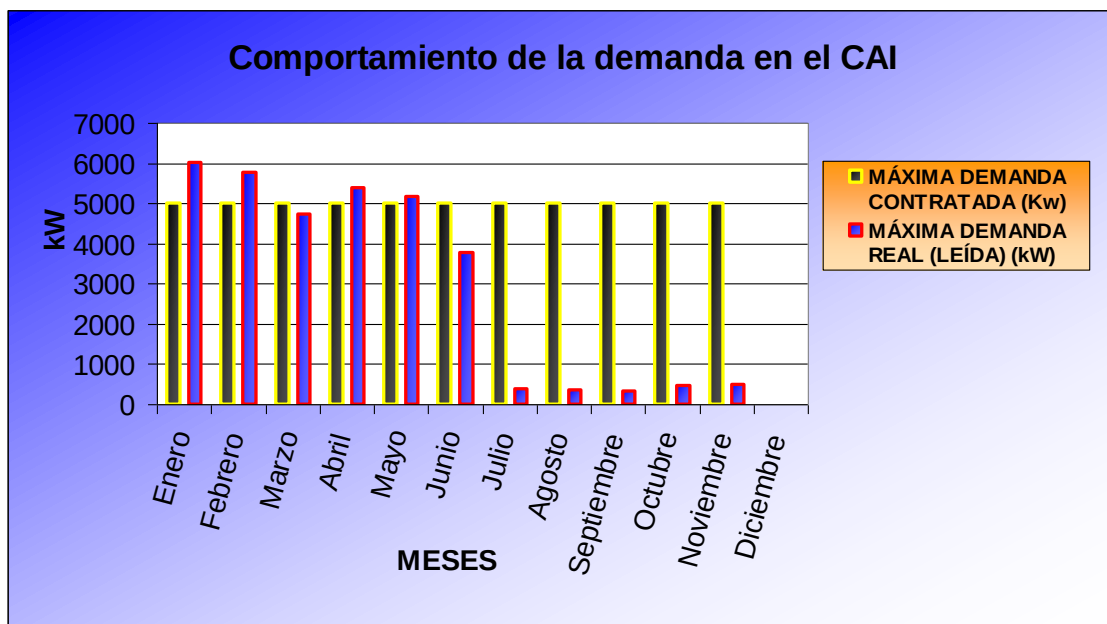


Figura 2.16: Gráfico del comportamiento de la demanda del CAI.

2.5.3-Análisis de las mediciones eléctricas realizadas.

Las mediciones fueron realizadas instantáneamente con un analizador de redes aprovechando sus potencialidades, estas fueron realizadas en el día 15 de febrero del presente año, día estable de zafra, dichas mediciones se hicieron en las barras de los 13 centros de carga del CAI. También se analizan las mediciones mensuales del año 2009 recogidas en los archivos de la Empresa Eléctrica Provincial. El estudio va enfocado en 2 direcciones, la de las mediciones instantáneas y las recogidas en los archivos.

2.5.4-El CAI como sistema

En la figura 2. se muestra el comportamiento de las variables electricas como la P activa ,Q reactiva y la S aparente .Como se aprecia en el grafico en los primeros 6 Centros Carga hay un gran consumo de Q reactiva por encima de la activa mientras que en los restantes hay mayor consumo de P activa.El CAI esta diseñado para autoabastecerse y entregar energia al sistema ,pero en ocaciones tiene que absorber energia del sistema como en caso de arrancada o en alguna parada por rotura o en alguna parada por rotura.

✓ Análisis de las mediciones instantaneas:

Tabla 2.12: Comportamiento de las variables electricas.

CENTRO DE CARGA	Pactiva(kW)	Qreactiva(kVAR)	Saparente(kVA)	cosφ
centro de carga 1	11.2220775	40.01960429	41.56325	0.27
centro de carga 2	183.8298	245.1064	306.383	0.6
centro de carga 3	552.49626	595.7308077	812.4945	0.68
centro de carga 4	377.8511453	418.6596883	563.9569333	0.67
centro de carga 5	345.9554813	449.4026433	567.1401333	0.61
centro de carga 6	29.34852733	40.16287492	49.74326667	0.59
centro de carga 7	755.007292	526.9983316	920.7406	0.82

centro de carga 8	296.167696	293.7489969	417.1376	0.71
centro de carga 9	259.358832	146.9854237	298.1136	0.87
consumo propio	190.3129173	162.7483631	250.4117333	0.76
CC caldera(5 y 6)	261.51372	209.8076007	335.274	0.78
CC caldera(7 y 8)	0	0	0	0
CC caldera(2)	477.307	420.945207	636.4093333	0.75
CC caldera(3)	408.05856	327.3778042	523.152	0.78

En este gráfico 2.17 se observa el comportamiento de las potencias en cada centro de carga.

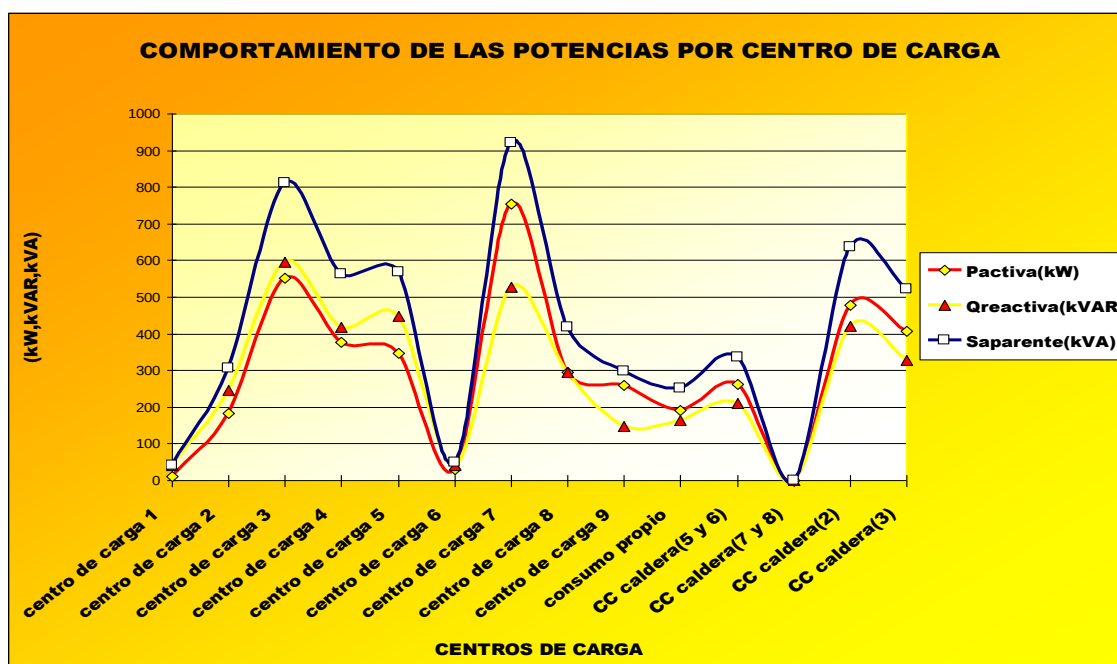


Figura 2.17: Gráfico de potencias medidas por Centro de Carga.

En la figura 2.18 se demuestra la diferencia entre la P activa y la Q reactiva con la diferencia de valores y variaciones del gráfico. Se observa por encima de la activa en los CC del 1 al 6 lo que constituye un alto consumo de reactivo

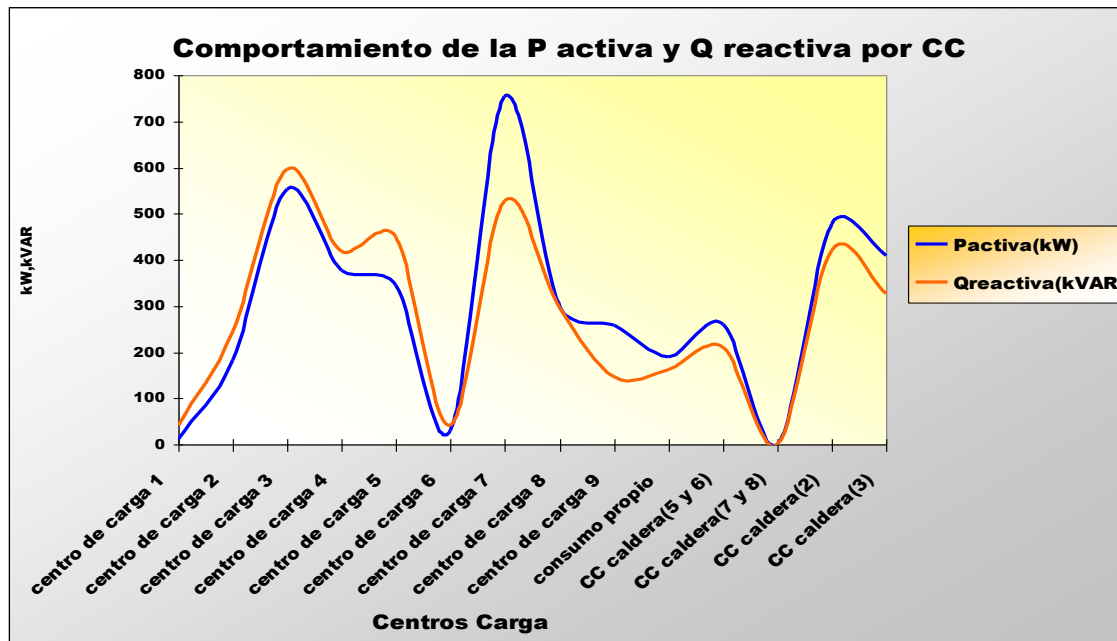


Figura 2.18: Gráfico de P activa y Q reactiva por Centros de Carga.

El gráfico 2.19 muestra la situación de la S aparente en los CC de 1600 kVA de capacidad. Se destaca el CC #1 que casi está trabajando en vacío es decir esta subcargado. También los CC #2, # 4, # 5, #8 y consumo propio no tienen la carga adecuada para trabajar a un régimen eficiente.

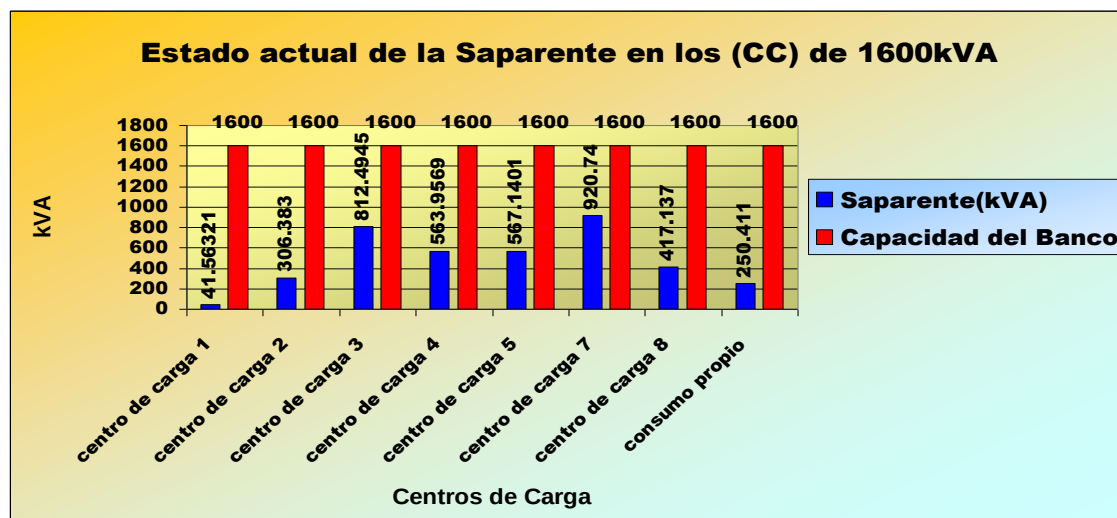


Figura 2.19: Gráfico de S aparente en CC de 1600kVA.

La figura 2.20 muestra el estado actual de carga de potencia aparente de los Centros de Carga 1000 kVA. Dio como resultado los CC#6 y el de las calderas (5 y 6) están subcargados. En el caso del CC#9 que es el de Consumo Propio pose 2 transformadores de 1000kVA en paralelo y como se aprecia en el gráfico están subcargados. El resto de los CC tienen un poco mas de carga pero no la suficiente para que trabajen en óptima forma.

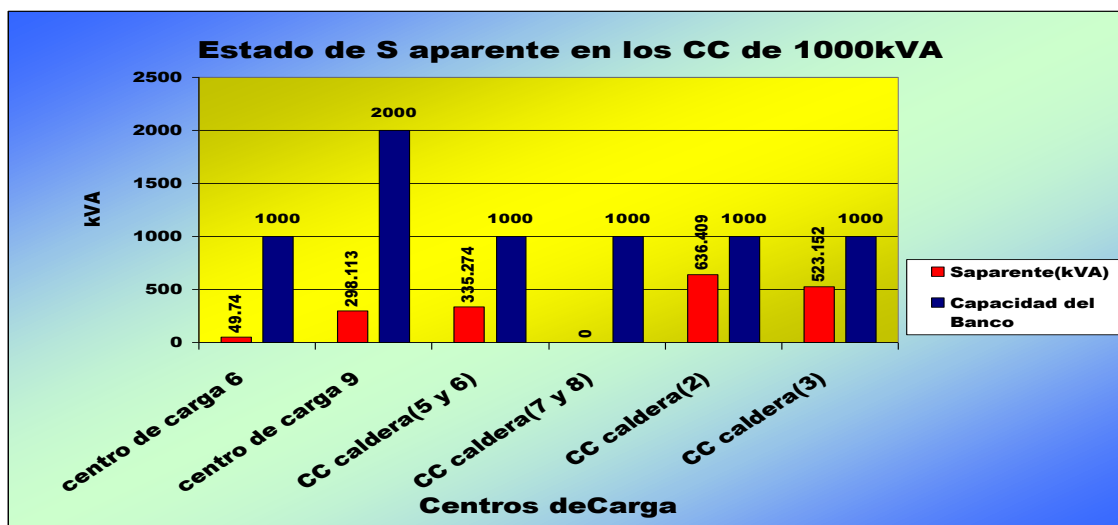


Figura 2.20: Gráfico de estado de la S aparente en CC de 1000 kVA.

Factor de potencia

Para el análisis del comportamiento del factor de potencia en el sistema se puede ver en la figura 2.21 donde se ve que existe un bajo factor de potencia incluso con valores muy pequeños como 0.27 y otros, esto es debido a la falta de instalación de banco de condensadores que regulen el $\cos\phi$ del centro. En las mediciones realizadas por (CC) dio un promedio de 0.63 lo que demuestra la falta de instrumentos y de tecnología para la regulación del mismo.

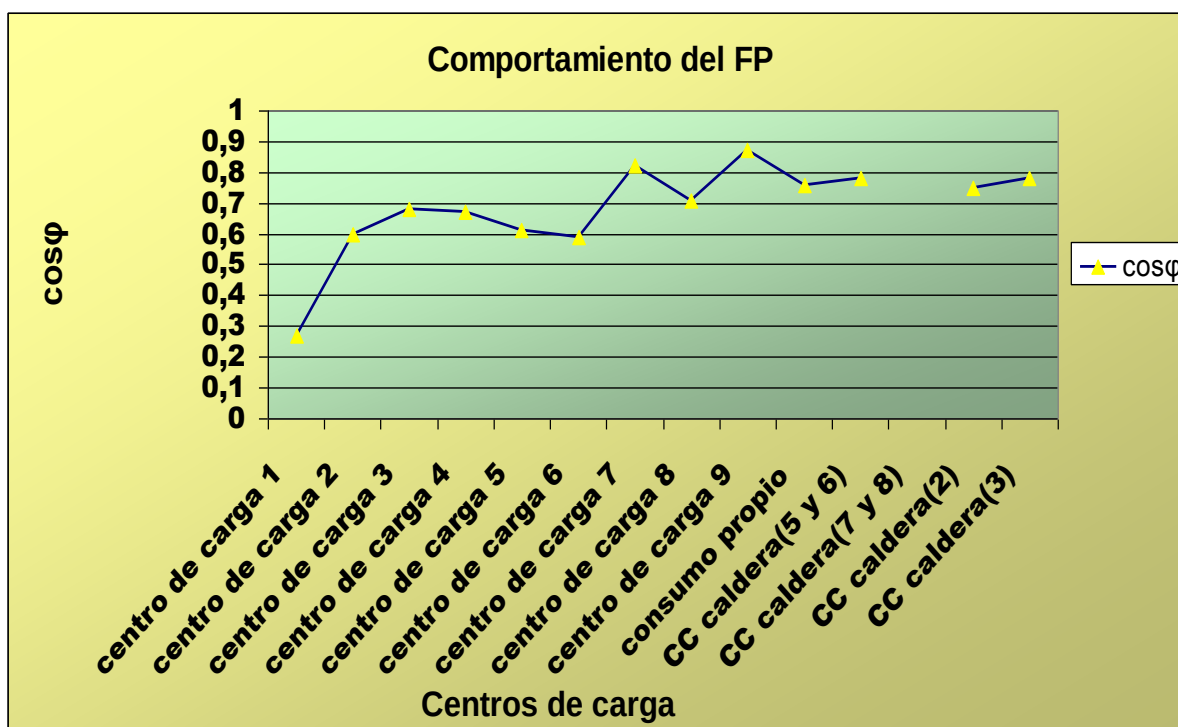


Figura 2.21: Gráfico del comportamiento del FP por Centros de Carga

✓ Análisis de las mediciones de los archivos de la Empresa Eléctrica:

Tabla 2.13 Comportamiento de la Energía Activa, reactiva y FP en el Año 2009.

AÑO 2009		CONSUMO DE ENERGÍA ACTIVA (kW-h)			CONSUMO DE ENERGÍA REACTIVA (kVar-h)		
Meses	FP	DIA	PICO	MAD	DIA	PICO	MAD
Enero	0,93	404.850,00	142.200,00	222.630,00	160.006,96	56.201,04	-
Febrero	0,70	238.290,00	61.110,00	-	243.104,43	62.344,67	-
Marzo	0,73	303.150,00	63.150,00	129.060,00	283.817,81	59.122,86	-
Abril	0,79	293.160,00	84.090,00	192.450,00	227.516,96	65.260,95	-
Mayo	0,91	409.800,00	145.320,00	230.760,00	186.710,40	66.209,75	-
Junio	0,86	83.250,00	16.050,00	31.380,00	49.397,65	9.523,51	-

Julio	0,60	41.550,00	8.790,00	14.580,00	55.400,00	11.720,00	-
Agosto	0,91	46.200,00	-	18.660,00	21.049,34	-	-
Septiembre	0,82	54.780,00	9.360,00	14.640,00	38.236,68	6.533,32	-
Octubre	0,88	60.570,00	9.810,00	18.150,00	32.692,22	5.294,88	-
Noviembre	0,94	52.650,00	8.430,00	13.110,00	19.109,40	3.059,68	-
Diciembre	0,91	104.310,00	14.820,00	26.190,00	47.525,04	6.752,04	-

La figura 2.22 muestra que en los meses de enero y mayo hubo un sobre consumo de energía activa de Julio hubo un sobre consumo de energía reactiva y en los meses de Febrero a Abril fueron los más consumidores de energía reactiva.

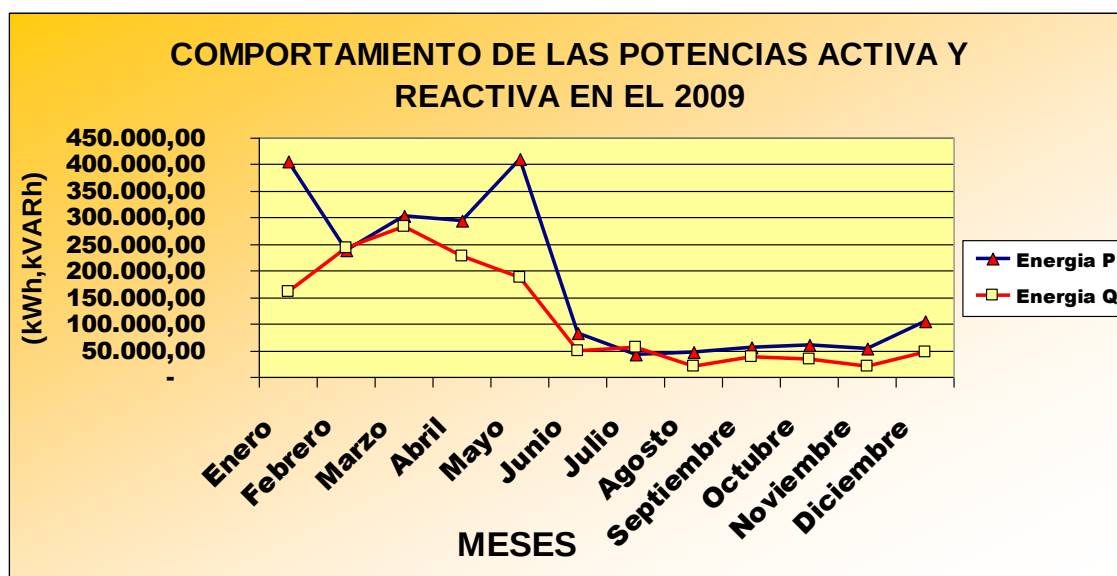


Figura 2.22: Gráfico de las Potencias Activa y Reactiva en el horario del día.

La figura 2.23 esta compuesta por el estado anual del FP en el CAI. Este gráfico da la medida del bajo factor de potencia existente en el central reafirmando el análisis anterior de las mediciones instantáneas. Aquí da un promedio de $\cos\phi=0.76$.estando en la media impuesta por la OBE los meses de Enero, Mayo, Agosto y Noviembre.

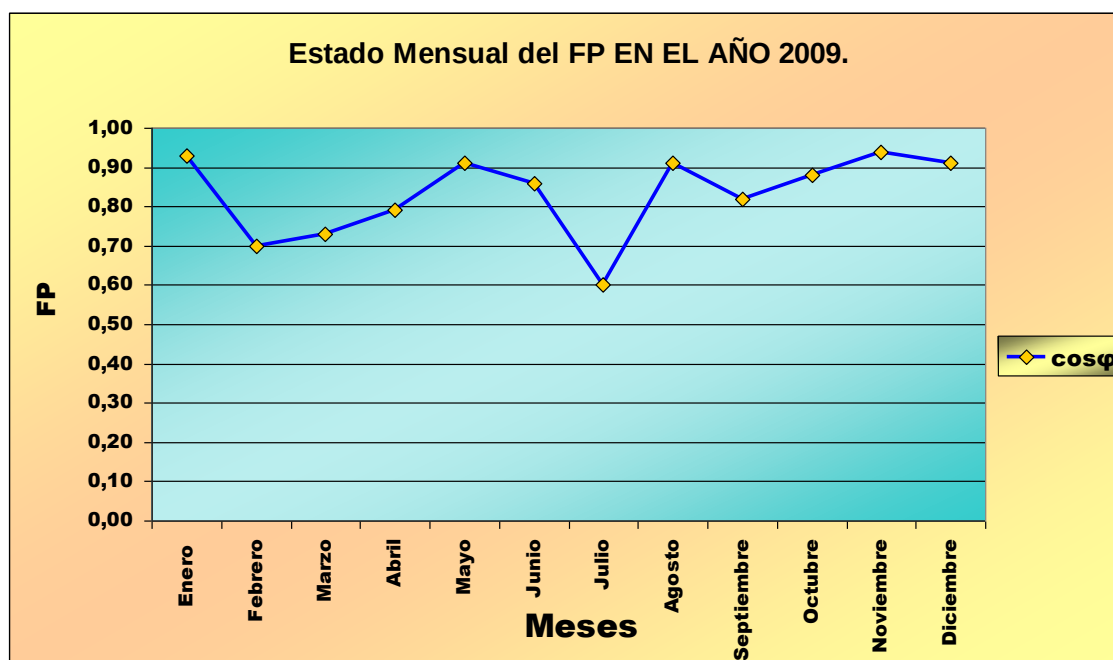


Figura 2.23: Gráfico del comportamiento del FP Anual

2.6- Evaluación del sistema de iluminación

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.

La falta de seccionalización en circuitos de alumbrado:

Provoca el encendido innecesario de luces en el horario del día fundamentalmente, siendo las áreas más significativas:

- Casa de Bombeo de Condensado.
- Sistema de Centrifugado de Agua Vegetal (frente al Laboratorio).
- Área de Calentadores.
- Bombeo para el Tanque de Reserva.

- Tanque de Recuperación de Condensado.
- Cuarto de Control de la caldera.
- Área de Evaporación.
- Cuarto de fuerza parte de Calderas.
- Taller de Maquinado.

.Mala utilización de la iluminación artificial.

- En la parte industrial predomina el alumbrado ineficiente de Mercurio, tal es el caso del pasillo del Área de Molinos.
- En determinadas áreas se encuentra ubicado a baja altura, por ejemplo: Casa de Trasiego de Pailones, Sala de Baja Tensión en el Área de los Molinos.
- No se ha efectuado el cambio de 293 lámparas de 40 W por 32W.
- Con mediciones realizadas con un Luxómetro se detectó que el Sistema de Iluminación del Taller de Maquinado es ineficiente, pues desconectando las 9 lámparas de Mercurio en el horario del día el nivel de iluminación en los puestos no varía.(ver tabla anexo # 3)
- El Sistema de Alumbrado Suplementario no es suficiente para el trabajo en las Máquinas Herramientas en el Taller de Maquinado..
- La instalación del alumbrado de 9 bombillos incandescente 32 V en el Área de Evaporación, tiene tres empalmes desnudos, no tiene Soquet y además no posee el aislamiento necesario en el punto de sujeción del conductor.
- Existen áreas donde se puede sustituir el alumbrado por otro más eficiente, por ejemplo:
 - Escalera de Planta Eléctrica 1 de Mercurio 250 W por 1 X 32W.
 - Casa de Trasiego de Pailones 1 de 250 W por 2 X 32W.
 - Sala de Baja tensión del área de Molinos 1 de Mercurio 250 W por 1 X 32W y uno 150 W de Mercurio por 32W.
 - Pasillo del área de Molinos 5 de Mercurio 150W por 5 de 22W compactos.

2.7- Estado técnico de los transformadores en el CAI.

El CAI Urbano Noris contaba con 3 tándem de molida actualmente cuenta solamente con 1 tándem, esta es la raíz de los problemas existentes en la carga instalada ,la craga de los 3 tándem permanece activa mientras que los tándem a y b fueron desmantelados, en este caso a la entrada de la barra de 4,16kV contamos con 6300 kVA y y en la barra existen 8 transformadores de 1600 kVA y 5 transformadores de 1000 kVA , cuando la carga real en la barra es de 6098kVA.El resultado de esto es que existen varios Transformadores funcionando en vacío y el resto con bajo por ciento de cargabilidad .

Por ejemplo:

- Transformador de Alumbrado de 50 kVA del Área de Molinos trabaja en vacío en el horario del día.
- Transformador de Alumbrado de 25 kVA del Área de los antiguos Tándem A y B funciona con un kVA de carga las 24 horas.
- Transformador de 1000 kVA del centro de carga de las antiguas calderas 7 y 8 trabajando en vacío.
- En el centro de carga # 9 existe dos transformadores de 1000 kVA conectados en paralelo llevando 234 kVA.
- En el centro de carga de las antiguas Calderas 5 y 6 existe un transformador de 1000 kVA llevando 336 kVA.
- En el centro de carga #1 existe un transformador de 1600 kVA llevando una carga de 44 kVA.
- En el centro de carga #2 existe un transformador de 1600 kVA llevando una carga de 350kVA.
- En el centro de carga #6 existe un transformador de 1600 kVA llevando una carga de 52kVA.
- En el centro de carga #8 existe un transformador de 1600 kVA llevando una carga de 289kVA.
- En el centro de carga Consumo Propio existe un transformador de 1600 kVA llevando una carga de 250 kVA.

2.8 – Estado termoenergético.

Las tuberías de conducción de vapor no se encuentran debidamente aisladas térmicamente, por tal motivo presentan pérdidas de calor, los ejemplos más significativos se describen a continuación:

- Conductos de Salida de la caldera hacia los Turbos.(10m de 14")
- Salida de los turbos.(Reductora)(10m de 14")
- Entrada de vapor al proceso.(30m de 48")
- Tubería de Agua Caliente para alimentar Calderas.(20m de 8")
- Conducto que alimenta la Destilería de Vapor desde el Central.(300m de 8")
- Conducto del Clarificador al Calentador.(20m de 12")
- Conducto que va desde la Caldera de la Destilería hacia el proceso.(15m de 12")

2.8.1-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 esta por debajo en algunos renglones y a sobrecumplido en otros como se puede apreciar en el resultado según los parámetro mostrados a continuación.

Tabla 2.14: Parámetros de Eficiencia del azúcar

Parámetros	Plan	Real
% Pol en Bagazo	2.30	2.42
% Humedad en Bagazo	50	50.84
% PH Jugo Clarificado en norma	90	62
% Pol en Cachaza	2.00	3.41
Rendimiento Industrial (Azúcar crudo)	9.36	9.70
Ton. Caña / Ton. Azúcar crudo	9.23	9.86
% Formación de Miel	100	157.89
Pureza Jugo Mezclado	82.91	85.86

El resultado de la calidad fue positivo, aunque debemos señalar que solamente se incumple con las partículas ferromagnéticas.

➤ **Descripción de las calderas.**

La caldera Cal80 es una caldera de dos domos, horno Pin hole y módulos de eficiencia.

Horno:

El horno de la caldera esta formado por:

Pantallas laterales, pantalla frontal, techo, pantalla trasera y piso del horno.

Las pantallas laterales, frontal, trasera y el techo del horno esta diseñado con pantallas de membranas. Fabricadas con tubos Ø 76 x 3.5 mm., de acera A-210, con un paso entre tubos de 102 mm. y colectores fabricado con tubo Ø 273x 14 mm . La mezcla vapor-agua es extraída de los colectores superiores de las pantallas laterales a través de los tubos evacuadores, que a su vez están conectados al domo superior .La pantalla frontal descarga la mezcla vapor-agua en un colector (en el techo del horno) y a su vez dicha mezcla llega al domo a través de unos tubos igualadores que unen el colector con el domo superior.

La pantalla trasera esta fabricada formada por dos colectores: frontal y trasero, tubos del piso y tubos de la pantalla trasera.

Del colector inferior salen los tubos del piso del horno (donde se apoya las placas del horno Pin hole) y llegan al colector trasero. Del colector trasero salen los tubos de la pantalla trasera que se conectan al domo superior.

Para una mejor combustión y para disminuir el arrastre de partículas sólidas se han instalado bloques de toberas en la pantalla del horno.

El aire es inyectado al horno por 4 niveles de toberas (dos en la pantalla trasera y dos en la pantalla frontal), bajo parrilla y por el lanzador neumático.El 60% del aire se inyecta bajo parrilla y 40% sobre esta. El aire se inyecta caliente y frío. En la pantalla frontal se han instalado 6 lanzadores neumáticos que esparcen el bagazo sobre toda la parrilla Pin hole En la parte frontal se han dispuesto tolvas para recibir la ceniza cuando se limpien los módulos de parrilla.

Resultados de los cálculos térmicos

Balance

Generación de vapor	80 t/h
Presión de vapor sobrecalentado	28 kg/cm ²
Presión en el domo superior	30 kg/cm ²
Temp. De vapor sobrecalentado	400 °C
Temp.. de gases a la salida de la caldera	172 °C
Pérdidas por incombustión química	0.5 %
Pérdidas por incombustión mecánica	3.0 %
Pérdida por gases a la salida de la caldera	11.55 %
Eficiencia	85.09 %
Bagazo consumido	33196 kg/h
Volumen de gases por el VTI	230534 m ³ r/h
Volumen de aire por el VTF (p)	79261 m ³ r/h
Volumen de aire por el VTF (s)	18852 m ³ r/h
Índice de generación	2.41kg/kg

Características del combustible

El combustible es bagazo cuya humedad debe estar en 50⁺²₋₅

Contenido elemental de trabajo del bagazo

C= 23.5

H= 3.25

O= 22

Ceniza= 1.25

Humedad= 50%

El poder calórico para 50 % de humedad **es 1825 kcal/kg**

2.9- Aire Comprimido

- Existe un salidero de Aire de 4mm en la salida del Compresor del Área de Calderas.

2.10- Análisis del Agua

Se detectaron salideros en las redes de conducción de Agua, las mismas presentan salideros en las válvulas, algunas presentan problemas técnicos y otras quedan abiertas luego de ser usadas, siendo los más significativos:

- Área de Centrifuga válvula para lavarse las manos.
- Bombeo de Agua para el ingenio(problemas en la empaquetadura)
- Válvula en cuarto para los eléctricos.
- Válvula en el bebedero de la Planta Eléctrica.
- Laboratorio de la industria (válvulas del baño y local de preparación de materia prima)
- Válvula del bebedero ubicado a la izquierda en la entrada del Área de Molino.

2.11- Conclusiones del Capítulo #2

En el presente capítulo hemos logrado describir los siguientes problemas:

- ❖ Se describió el flujograma de los portadores energéticos
- ❖ Se demostró que el portador más significativo en el CAI es la electricidad
- ❖ Conocimos que el portador de mayor gasto monetario es el combustible con un 59 %
- ❖ Destaca que la electricidad y el combustible representan el 4% de los gastos totales de la instalación.
- ❖ Se demostró que el horario del día es el de mayor consumo en el CAI
- ❖ Se establecieron los Índices de Consumo.
- ❖ Destacamos las áreas de Basculador y Molinos como las de mayor peso en el consumo de energía del CAI
- ❖ Se demostró la mala contratación de la demanda en tiempo de zafra y en tiempo de no zafra
- ❖ Demostramos la baja cargabilidad de los transformadores de la industria
- ❖ Demostramos el bajo factor de potencia existente en el central.

Capítulo III: Implementación del Sistema de Gestión en el CAI Urbano Noris

3.1-Introducción.

La utilización racional de la energía requiere de métodos racionales que enfoquen la solución del sobre consumo, 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

A través del desarrollo del capítulo actual se llevará a cabo la valoración económica para determinar si las inversiones a realizar serán factibles, para ello se consideraran los principales costos relacionados con la adquisición, montaje y mantenimientos, así como el tiempo de amortización de las nuevas implementaciones, también se hace un análisis concerniente a las posibles pérdidas eléctricas y sus costos.

3.2-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.
Ejemplo:(Estimulación a los trabajadores).
- Sistema de información y planificación energética poco efectivos
- Desconocimiento por los trabajadores de la tarifa aplicada a la empresa.
- Los equipos más consumidores no cuentan con metas de consumo
- No existe un sistema de divulgación interno de las experiencias en materia de ahorro de energía.

- La divulgación de la planificación del consumo de los portadores energéticos, monitoreo y control no llega a todas las áreas de la empresa.
- El personal no tiene conciencia del peso que tienen los puestos claves sobre el consumo general de la empresa.

3.3-Cálculos de beneficios económicos en el CAI.

Cálculos de la Iluminación:

- **Desconexión durante el día del alumbrado encendido innecesariamente.**

Método de cálculo empleado:

EL ahorro sería la potencia total instalada de 2 kW durante 12 horas diarias en los meses de Zafra.

Beneficios potenciales	
kWh/año	\$ /año
2520	403.2

- **Cambio de iluminación ineficiente en áreas de la industria.**

Método de cálculo empleado:

La Energía Eléctrica Ahorrada se puede determinar empleando los siguientes datos y ecuaciones:

(PLNE) Potencia instalada de las lámparas no eficientes existentes (kW)	1,9
(PLE) Potencia instalada de las lámparas eficientes (kW)	0,3
(Tal) Tiempo de trabajo anual del alumbrado.	1080

Ecuación para el cálculo de (CLNE), consumo de lámparas no eficientes existentes (kWh)

$$CLNE = PLNE \cdot Tal$$

Ecuación para el cálculo de (CLE), consumo de las lámparas eficientes (kWh)

$$CLE = PLE \cdot Tal$$

Ecuación para el cálculo de la **Energía Eléctrica Ahorrada (Ea)**:

$$Ea = CLNE$$

	Beneficios potenciales	
kWh/año		\$ /año
1728		276,48

➤ **Cambio de lámparas de 40W por 32W.**

Método de cálculo empleado:

La Energía Eléctrica Ahorrada se puede determinar empleando los siguientes datos y ecuaciones:

(PLNE) Potencia instalada de las lámparas no eficientes existentes (kW)	11,72
(PLE) Potencia instalada de las lámparas eficientes (kW)	9,37
(Tal) Tiempo de trabajo anual del alumbrado.	1080

Ecuación para el cálculo de (CLNE), consumo de lámparas no eficientes existentes (kWh)

$$CLNE = PLNE \times Tal$$

Ecuación para el cálculo de (CLE), consumo de las lámparas eficientes (kWh)

$$CLE = PLE \times Tal$$

Ecuación para el cálculo de la **Energía Eléctrica Ahorrada (Ea)**:

$$Ea = CLNE - CLE$$

	Beneficios potenciales	
kWh/año		\$ /año
2538		406,08

Cálculos de beneficios potenciales de ahorro en los sistemas de climatización:

Concepto 9	Beneficios potenciales	
	kWh/año	\$ /año
Mejorar hermeticidad a los equipos de clima del área de evaporación y el cuarto de control de calderas	907	145,15

Método de cálculo empleado:

La potencia instalada en ambos locales es de 4,26 kW, se estima una pérdida de un 10% de la potencia de estos equipos en los tres meses de Zafra.

Cálculos de los beneficios potenciales por desconexión de transformadores.

- **Desconexión de transformador de 1000kVA que alimentaba las antiguas calderas 7 y 8.**

Método de cálculo empleado: Para determinar las pérdidas totales que se producen en un transformador de distribución se emplearon los siguientes datos y ecuaciones:

(PT) Pérdidas en el Hierro (ver tabla anexo #4)	2,59
(T3) Tiempo en horas en que está energizado el Transformador (720h al mes)	720
(Fp) Cálculo de acuerdo al CEE ó 0,8 si no se mide reactivo.	0,8
(Pcu) Pérdidas en el Cobre (ver tabla anexo #4).	11,11
(T1) Tiempo de trabajo en que interactúa la carga: Un turno 200h Dos turnos 400h. Tres turnos 720h	720
(kVAn) kVA nominales.	1000
(kWh) Consumo del mes	0

Ecuación para determinar la Potencia Aparente real:

$$kVAr = \frac{kWh}{T1 \times fp}$$

Ecuación para determinar las pérdidas totales que se producen en un Transformador de Distribución:

$$Pt = Pfe \times t3 + \left(\frac{kVAr}{kVAn} \right)^2 \times Pcu \times t1$$

Beneficios potenciales

kWh/año	\$ /año
5603,04	896,48

- **Reajustar capacidad desconectando el transformador de 1000kVA que alimentaba las antiguas calderas 5 y 6**

Método de cálculo empleado: Para determinar las pérdidas totales que se producen en un transformador de distribución se emplearon los siguientes datos y ecuaciones:

(PT) Pérdidas en el Hierro (ver tabla anexo #4)	2,59
(T3) Tiempo en horas en que está energizado el Transformador (720h al mes)	720
(Fp) Cálculo de acuerdo al CEE ó 0,8 si no se mide reactivo.	0,8
(Pcu) Pérdidas en el Cobre (ver tabla anexo #4).	11,11
(T1) Tiempo de trabajo en que interactúa la carga: Un turno 200h Dos turnos 400h. Tres turnos 720h	720
(kVAn) kVA nominales.	1000
(kWh) Consumo del mes	0

Ecuación para determinar la Potencia Aparente real:

$$kVAr = \frac{kWh}{T1 \times fp}$$

Ecuación para determinar las pérdidas totales que se producen en un Transformador de Distribución:

$$Pt = Pfe \times t3 + \left(\frac{kVAr}{kVAn} \right)^2 \times Pcu \times t1$$

Beneficios potenciales

kWh/año	\$ /año
5603,04	896,48

➤ Desconexión de transformador de 1000kVA del centro de carga # 9.

Método de cálculo empleado: Para determinar las pérdidas totales que se producen en un transformador de distribución se emplearon los siguientes datos y ecuaciones:

(PT) Pérdidas en el Hierro (ver tabla anexo #4)	2,59
(T3) Tiempo en horas en que está energizado el Transformador (720h al mes)	720
(Fp) Cálculo de acuerdo al CEE ó 0,8 si no se mide reactivo.	0,8
(Pcu) Pérdidas en el Cobre (ver tabla anexo #4).	11,11
(T1) Tiempo de trabajo en que interactúa la carga: Un turno 200h Dos turnos 400h. Tres turnos 720h	720
(kVAn) kVA nominales.	1000
(kWh) Consumo del mes	0

Ecuación para determinar la Potencia Aparente real:

$$kVAr = \frac{kWh}{T1 \times fp}$$

Ecuación para determinar las pérdidas totales que se producen en un Transformador de Distribución:

$$Pt = Pfe \times t3 + \left(\frac{kVAr}{kVAn} \right)^2 \times Pcu \times t1$$

Beneficios potenciales

kWh/año	\$ /año
22412,16	3585,94

- **Reajustar capacidad desconectando un transformador de 1600 kVA en el centro de carga # 1.**

Método de cálculo empleado: Para determinar las pérdidas totales que se producen en un transformador de distribución se emplearon los siguientes datos y ecuaciones:

(PT) Pérdidas en el Hierro (ver tabla anexo #4)	3,17
(T3) Tiempo en horas en que está energizado el Transformador (720h al mes)	720
(Fp) Cálculo de acuerdo al CEE ó 0,8 si no se mide reactivo.	0,8
(Pcu) Pérdidas en el Cobre (ver tabla anexo #4).	16,58
(T1) Tiempo de trabajo en que interactúa la carga: Un turno 200h Dos turnos 400h. Tres turnos 720h	720
(kVAn) kVA nominales.	1600
(kWh) Consumo del mes	0

Ecuación para determinar la Potencia Aparente real:

$$kVAr = \frac{kWh}{T1 \times fp}$$

Ecuación para determinar las pérdidas totales que se producen en un Transformador de Distribución:

$$Pt = Pfe \times t3 + \left(\frac{kVAr}{kVAn} \right)^2 \times Pcu \times t1$$

Beneficios potenciales	
kWh/año	\$ /año
6855,84	1096,93

➤ **Reajustar capacidad del Transformador de Alumbrado de 50 kVA del pasillo del Tándem.**

Método de cálculo empleado: Para determinar las pérdidas totales que se producen en un transformador de distribución se emplearon los siguientes datos y ecuaciones:

(PT) Pérdidas en el Hierro (ver tabla anexo #4)	0,199
(T3) Tiempo en horas en que está energizado el Transformador (720h al mes)	720
(Fp) Cálculo de acuerdo al CEE ó 0,8 si no se mide reactivo.	0,8
(Pcu) Pérdidas en el Cobre (ver tabla anexo #4).	0,626
(T1) Tiempo de trabajo en que interactúa la carga: Un turno 200h Dos turnos 400h. Tres turnos 720h	720
(kVAn) kVA nominales.	50
(kWh) Consumo del mes	0

Ecuación para determinar la Potencia Aparente real:

$$kVAr = \frac{kWh}{T1 \times fp}$$

Ecuación para determinar las pérdidas totales que se producen en un Transformador de Distribución:

$$Pt = Pfe \times t3 + \left(\frac{kVAr}{kVAn} \right)^2 \times Pcu \times t1$$

Beneficios potenciales

kWh/año	\$ /año
1719,50	275,12

➤ **Reajustar capacidad desconectando un transformador de 1600 kVA en el centro de carga # 2.**

Método de cálculo empleado: Para determinar las pérdidas totales que se producen en un transformador de distribución se emplearon los siguientes datos y ecuaciones:

(PT) Pérdidas en el Hierro (ver tabla anexo #4)	3,17
(T3) Tiempo en horas en que está energizado el Transformador (720h al mes)	720
(Fp) Cálculo de acuerdo al CEE ó 0,8 si no se mide reactivo.	0,8
(Pcu) Pérdidas en el Cobre (ver tabla anexo #4).	16,58
(T1) Tiempo de trabajo en que interactúa la carga: Un turno 200h Dos turnos 400h. Tres turnos 720h	720
(kVAn) kVA nominales.	1600
(kWh) Consumo del mes	0

Ecuación para determinar la Potencia Aparente real:

$$kVAr = \frac{kWh}{T1 \times fp}$$

Ecuación para determinar las pérdidas totales que se producen en un Transformador de Distribución:

$$Pt = Pfe \times t3 + \left(\frac{kVAr}{kVAn} \right)^2 \times Pcu \times t1$$

	Beneficios potenciales	
kWh/año		\$ /año
6855,84		1096,93

➤ **Reajustar capacidad desconectando un transformador de 1600 kVA en el centro de carga # 8.**

Método de cálculo empleado: Para determinar las pérdidas totales que se producen en un transformador de distribución se emplearon los siguientes datos y ecuaciones:

(PT) Pérdidas en el Hierro (ver tabla anexo #4)	3,17
(T3) Tiempo en horas en que está energizado el Transformador (720h al mes)	720
(Fp) Cálculo de acuerdo al CEE ó 0,8 si no se mide reactivo.	0,8
(Pcu) Pérdidas en el Cobre (ver tabla anexo #4).	16,58
(T1) Tiempo de trabajo en que interactúa la carga: Un turno 200h Dos turnos 400h. Tres turnos 720h	720
(kVAn) kVA nominales.	1600
(kWh) Consumo del mes	0

Ecuación para determinar la Potencia Aparente real:

$$kVAr = \frac{kWh}{T1 \times fp}$$

Ecuación para determinar las pérdidas totales que se producen en un Transformador de Distribución:

$$Pt = Pfe \times t3 + \left(\frac{kVAr}{kVAn} \right)^2 \times Pcu \times t1$$

	Beneficios potenciales
kWh/año	\$ /año
6855,84	1096,93

➤ **Reajustar capacidad desconectando un transformador de 1600 kVA en el centro de carga Consumo Propio.**

Método de cálculo empleado: Para determinar las pérdidas totales que se producen en un transformador de distribución se emplearon los siguientes datos y ecuaciones:

(PT) Pérdidas en el Hierro (ver tabla anexo #4)	3,17
(T3) Tiempo en horas en que está energizado el Transformador (720h al mes)	720
(Fp) Cálculo de acuerdo al CEE ó 0,8 si no se mide reactivo.	0,8
(Pcu) Pérdidas en el Cobre (ver tabla anexo #4).	16,58
(T1) Tiempo de trabajo en que interactúa la carga: Un turno 200h Dos turnos 400h. Tres turnos 720h	720
(kVAn) kVA nominales.	1600
(kWh) Consumo del mes	0

Ecuación para determinar la Potencia Aparente real:

$$kVAr = \frac{kWh}{T1 \times fp}$$

Ecuación para determinar las pérdidas totales que se producen en un Transformador de Distribución:

$$Pt = Pfe \times t3 + \left(\frac{kVAr}{kVAn} \right)^2 \times Pcu \times t1$$

Beneficios potenciales

kWh/año	\$ /año
6855,84	1096,93

- **Reajustar capacidad y desconectar el transformador de 1000kVA del centro de carga # 6.**

Método de cálculo empleado: Para determinar las pérdidas totales que se producen en un transformador de distribución se emplearon los siguientes datos y ecuaciones:

(PT) Pérdidas en el Hierro (ver tabla anexo #4)	2,59
(T3) Tiempo en horas en que está energizado el Transformador (720h al mes)	720
(Fp) Cálculo de acuerdo al CEE ó 0,8 si no se mide reactivo.	0,8
(Pcu) Pérdidas en el Cobre (ver tabla anexo #4).	11,11
(T1) Tiempo de trabajo en que interactúa la carga: Un turno 200h Dos turnos 400h. Tres turnos 720h	720
(kVAn) kVA nominales.	1000
(kWh) Consumo del mes	0

Ecuación para determinar la Potencia Aparente real:

$$kVAr = \frac{kWh}{T1 \times fp}$$

Ecuación para determinar las pérdidas totales que se producen en un Transformador de Distribución:

$$Pt = Pfe \times t3 + \left(\frac{kVAr}{kVAn} \right)^2 \times Pcu \times t1$$

Beneficios potenciales

kWh/año	\$ /año
22412,16	895,10

Calculo de los beneficios potenciales en la parte Termoenergética

➤ Falta de aislamiento Térmico en tuberías

Método de cálculo: La energía ahorrada se puede obtener empleando los siguientes datos y ecuaciones:

Tabla 3.1: Cálculos de las pérdidas de energía en las tuberías del CAI.

Tubería	Diámetro(mm)	Temperatura(°C)	Longitud(m)	Perdidas (Kcal/h)
A la Destilería	192	150	300	256800
Salida de Caldera	336	320	10	48150
Reductora	240	254	8	25680
Recuperación de condensado	192	97	120	51360
Entrada de vapor al proceso	1152	170	30	173340
Agua caliente para las calderas	192	70	20	6420
Del calentador al clarificador	288	61	20	11984
TOTAL				573734

Asumiendo la temperatura ambiente (Ta) de 34°C, se calcula la diferencia de temperatura (Tf - Ta) y con el diámetro de la tubería se va al Nomograma de Wrede (Ver anexo # 6) para determinar las Pérdidas de calor por metros lineales de tubería Kcal/h, y luego aplicamos la siguiente ecuación:

Pérdidas de calor diarias = Pérdidas de calor por metros lineales de tubería Kcal/h x Longitud sin aislar (m) x factor para temperatura ambiente distinta de 20 °C x 24 horas.

Conociendo el poder calórico inferior del bagazo (1kg de bagazo aporta 1837 kcal) podemos calcular la cantidad de bagazo (Tn) que se quema en las Calderas para producir estas pérdidas de calor aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{Cantidad de Bagazo diario}(Tn) = \left(\frac{\text{Pérdidas de calor por hora}}{\text{Poder calórico del Bagazo} \times 1000} \right) \times 24 \text{ horas}$$

Estas 7,44 T de bagazo convertido en pérdidas de calor podrían generar:

En generación de vapor: 17.5 T de vapor (Diario).

En el turbogenerador: 1400 KW (Diario) en el periodo de Zafra serían 126 MW, que se hubieran dejado de consumir del SEN, mejorando sus índices energéticos.

Beneficios potenciales

Pérdidas de calor (kcal/día)	Tn de bagazo/ día
13 769 616	7.44

Cálculos de los beneficios potenciales en las redes de agua

➤ Sustitución de Válvulas en mal estado

Método de cálculo empleado: La Energía Eléctrica Ahorrada se puede determinar empleando los siguientes datos:

(CB) Consumo de la Motobomba (kWh)	14
(G) Gasto del salidero convertido a (L/h) conociendo que 1h tiene 3600s	6120
(Q) Caudal de la Bomba convertido a (L/h)	9360
(T) Tiempo de trabajo en el año (h)	900

Ecuación para determinar la **Energía Eléctrica Ahorrada** (Ea) en (kWh) al año:

$$Ea = \left(\frac{CB \times G}{Q} \right) \times T$$

Beneficios potenciales	
kWh/año	\$ /año
8238,46	1318,15

3.4- Establecimiento de los puestos claves, proposición de medidas para el ahorro energético.

Los puestos claves en la instalación son los siguientes:

- Basculadores
- Molinos

Plan de medidas de ahorro de energía en las áreas de Basculador y Molinos.

- Apagar el alumbrado innecesario en horarios del día.
- Independizar todo el sistema de alumbrado que así lo requiera a través de país o interruptores.
- Hacer un uso óptimo de las maquinas de soldar y desconectar después del trabajo.
- No dejar equipos encendidos innecesariamente.
- Si hay roturas prolongadas detener todos los equipos que se encuentren trabajando.
- No arrancar las cuchillas si no sé esta moliendo, por ser estos grandes consumidores de energía.
- Desplazar fuera del horario pico el uso de maquinas de soldar, salvo que sea de extrema urgencia o afecte la producción.
- Parar en horario pico los aires acondicionados instalados en el área.
- No hacer pruebas en horarios pico que provoquen consumos excesivos.
- Eliminar salideros de agua, vapor, combustibles y lubricantes.
- Programar los mantenimientos fuera del horario pico.

- Hacer acomodo de carga para el horario pico y el resto del día, (hacer un uso óptimo de los equipos según lo requiera el proceso). .
- Garantizar la desconexión de los equipos estatales de climatización que no cumplan las siguientes condiciones:
- El aire acondicionado debe estar ajustado para garantizar la temperatura de confort en el local (24 grados Celsius).
- El local tiene que estar debidamente sellado y no existir fugas de aire.
- Deben cumplirse los ciclos de mantenimientos de los equipos de climatización principalmente la limpieza de sus filtros.

3.5-Análisis de la matriz DAFO

Debilidad

- No poseen un Sistema de Gestión Energética que garantice el mejoramiento continuo de los portadores energéticos.
- No se concentran los esfuerzos en el control de los principales portadores energéticos.
- No se analizan los resultados de las auto lecturas.
- Los planes de medidas deben estar desplegados por área para que todos los trabajadores se involucren en esta tarea.
- El central no cumple con el Índice de consumo del SEN, ni con el índice de entrega al SEN.

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 los sistemas tecnológicos de la empresa 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 medidas y proyectos para el ahorro de energía.

3.6-Propuestas de las medidas organizativas para mejorar la eficiencia energética en las áreas y equipos.

A partir del diagnóstico realizado se han presentado una serie de problemas que acarrearán ineficiencias en las diferentes áreas, es de vital importancia establecer medidas que conlleven a una explotación más eficiente de los portadores energéticos en la entidad, así como la concientización del personal encargado de llevar al punto más alto la gestión y la eficiencia energética en la empresa.

Medidas organizativas:

- ✓ Concienciar a los trabajadores del derroche de agua para cerrar las pilas abiertas innecesariamente.
- ✓ Reconstruir la Demanda en el tiempo de zafra elevarla a 6000kW, y en tiempo de no zafra disminuirla a 500kW. Esto le brindará notables ahorros a la empresa.
- ✓ Lograr llevar las calderas a su máximo nivel. Esto brindará un gran apoyo al SEN.
- ✓ Hacer óptimo el estudio del reacomodo de cargas.
- ✓ Mantener una adecuada organización y control de la contabilidad de los portadores energéticos.
- ✓ Aprovechar las potencialidades de la luz solar en el día y desconectar las luminarias encendidas innecesariamente.

- ✓ Determinar donde están las potencialidades de ahorro de portadores energéticos y confeccionar los programas para su explotación.
- ✓ Insulación de las tuberías del proceso.
- ✓ Mantener calibrados y en buen estado los instrumentos de medición existentes.
- ✓ Efectuar y controlar el acomodo de carga.
- ✓ Programar mantenimientos a las PGD.
- ✓ Crear diagramas mono lineales de agua y aire comprimido.
- ✓ Conformar registro primario de operaciones de aire comprimido en las áreas de Centrifugas y Calderas.
- ✓ Conformar Guía de Operación de Calderas donde se reflejen los parámetros de la explotación establecidos.
- ✓ Las secciones sindicales que tienen afiliados a los operadores de los puestos calves deben profundizar en el análisis del consumo del portador energético con el cual tengan mayor incidencia.
- ✓ Realizar acuerdos encaminados a estimular las iniciativas para el uso racional de la energía.
- ✓ Fomentar la ponencia de trabajos en fórum relacionados con el ahorro de Energía Eléctrica.
- ✓ Crear una comisión de preservación del medio ambiente.
- ✓ Evaluar en el consejo del ingenio el cumplimiento de los planes de consumo, demandas contratadas, comportamiento del factor de potencia y en general el uso racional y eficiente de la energía.
- ✓ Aplicar medidas para revertir los incumplimientos de los planes de consumo asignados.
- ✓ Activar planes de estimulación para estimular moral y materialmente a todos los trabajadores, técnicos, colectivos y directivos que se destaquen en el uso racional y eficiente de la energía y las iniciativas que surjan al respecto.
- ✓ Si hay roturas prolongadas detener todos los equipos que se encuentren trabajando, salvo que el proceso requieran que estos permanezcan encendidos.
- ✓ No hacer pruebas en horarios pico que provoquen consumos excesivos.
- ✓ Parar en horario pico los aires acondicionados instalados en el área.

- ✓ No arrancar maquinas herramientas en el horario pico, salvo que sea de extremada urgencia o estos trabajos puedan paralizar la producción.

3.7- Medidas de pequeña inversión

1) Sistema de iluminación.

- Seccionalizar los circuitos de alumbrado en el CAI.
- 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.
- Apagar las luminarias encendidas innecesarias en el transcurso del día. Ejemplo:
 - Cuarto de Control de la caldera.
 - Área de Evaporación.
 - Taller de Maquinado.
- Mejorar la utilización de la iluminación artificial.
- Utilizar las normas para la ubicación de las luminarias. Ejemplo:

En determinadas áreas esta a baja altura la ubicación del alumbrado tales como, Casa de Trasiego de Pailones, Sala de Baja Tensión en el Área de los Molinos.
- Efectuar el cambio de 293 lámparas de 40 W por 32W.
- Desconectar durante el día 9 lámparas del taller de maquinado.
- Instalación de zócalos y correcto aislamiento a los empalmes de los bombillos de 32v en el área de evaporación.
- Mejorar el alumbrado suplementario en el Taller de Maquinado.
- Sustitución del alumbrado ineficiente por uno más eficiente como:

- Escalera de Planta Eléctrica 1 de Mercurio 250 W por 1 X 32W.
- Casa de Trasiego de Pailones 1 de 250 W por 2 X 32W.
- Sala de Baja tensión del área de Molinos 1 de Mercurio 250 W por 1 X 32W.
y uno 150 W de Mercurio por 32W.
- Pasillo del área de Molinos 5 de Mercurio 150W por 5 de 22W compactos.

➤ Utilización de tejas traslucidas en lugares como el Taller de Maquinado y mejorar el mantenimiento de las existentes.

2) Sistemas de bombeo, conducción y almacenaje de fluidos.

➤ Aislar térmicamente las tuberías de conducción de:

- Conductos de Salida de la caldera hacia los Turbos.(10m de 14")
- Salida de los turbos.(Reductora)(10m de 14")
- Entrada de vapor al proceso.(30m de 48")
- Tubería de Agua Caliente para alimentar Calderas.(20m de 8")
- Conducto que alimenta la Destilería de Vapor desde el Central.(300m de 8")
- Conducto del Clarificador al Calentador.(20m de 12")
- Tuberías de Recuperación del Condensado. (120 m de 8")

➤ Restaurar las válvulas en:

- Área de Centrifuga válvula para lavarse las manos.
- Bombeo de Agua para el ingenio(problemas en la empaquetadura)
- Válvula en cuarto para los eléctricos.
- Válvula en el bebedero de la Planta Eléctrica.
- Laboratorio de la industria (válvulas del baño y local de preparación de materia prima)
- Válvula del bebedero ubicado a la izquierda en la entrada del Área de Molino

- Válvulas de los tanques exteriores y en 2 válvulas del Tanque de Dosificar de la Planta de Tratamiento de Agua.

3) Medidas relacionadas con el estado físico de las Instalaciones:

- Verificar la conexión a tierra de las bombas de alimentar calderas y cambiar el conductor por uno más gordo.
- Restaurar la Bandeja de la PGD#4 de las bombas de alimentar calderas.
- Designar una persona para realizar las funciones de un Energético en el Central.
- Realizar un estudio de iluminación en el Taller de Maquinado con el objetivo de diseñar un sistema de alumbrado más eficiente.
- Actualizar el de Acomodo de Carga en los cuatro centros supervisados.
- Desconexión de los transformadores que están trabajando a baja cargabilidad y en vacío tales como:
 - Transformador de Alumbrado de 50 kVA del Área de Molinos trabaja en vacío en el horario del día.
 - Transformador de Alumbrado de 25 kVA del Área de los antiguos Tándem A y B funciona con un kVA de carga las 24 horas.
 - Transformador de 1000 kVA del centro de carga de las antiguas calderas 7 y 8 trabajando en vacío.
 - En el centro de carga # 9 existe dos transformadores de 1000 kVA conectados en paralelo llevando 234 kVA.
 - En el centro de carga de las antiguas Calderas 5 y 6 existe un transformador de 1000 kVA conectados en paralelo llevando 336 kVA.
 - Desconexión de transformador de 1000 kVA en Centro de Carga #6 que tiene solo 30 kVA de carga.
- Reacomodar la carga de los transformadores desconectados en los demás centros de carga.

3.8- Medidas de mediana inversión:

- Entre las inversiones necesarias para mejorar la eficiencia energética tenemos el cálculo y adquisición de bancos de condensadores con vista a aumentar la calidad del servicio eléctrico.

3.8.1- Cálculo del Banco de Condensadores.

La Industria ha sido objeto de penalizaciones por bajo Factor de Potencia en todo el año 2009 (tiempo base utilizado para nuestro estudio), proponemos mejorar este Factor de Potencia mediante la instalación de un banco de condensadores.

La disminución del consumo de reactivo, con la consecuente mejora del factor de potencia, permite disminuir las pérdidas en el sistema, liberar capacidades de los equipos, reducir las caídas de tensión, así como lograr que la instalación en su conjunto tenga un factor de potencia superior. Esto último trae como consecuencia una reducción en el costo de la electricidad, cuando la tarifa incluye recargos por bajo factor de potencia y bonificaciones por valores elevados, lo cual suele ser la mayor ventaja económica de esta medida.

Como ya se conoce, la potencia reactiva no puede ser anulada debido a que muchos equipos la utilizan para su funcionamiento, sin embargo su circulación por transformadores y líneas de las instalaciones produce pérdidas de energía, por lo que se hace necesario llevar de la mano estos elementos inversamente proporcionales para solucionar satisfactoriamente el problema.

De acuerdo con las mediciones realizadas por la Empresa Eléctrica el CAI posee un factor de potencia promedio 0,83 en el año 2009 el cual se desea elevar a 0,93 con su nuevo acomodo de carga.

Datos:

Sr- Potencia Aparente real medida

Sn- Potencia Aparente nominal del Transformador

Pa- Potencia activa medida

Ql- Potencia reactiva real medida

CosφAC- Factor de Potencia antes de la compensación

CosφAC- Factor de Potencia después de la compensación

Pt AC- Pérdidas totales antes de la compensación

Pt DC- Pérdidas totales después de la compensación

ΔPt- Ahorro en perdidas después de la compensación

Qc- Cantidad de reactivo que se necesita para compensar

k- Es el coeficiente tomado de la tabla del libro de suministros eléctricos para mejorar el factor de potencia.

kVAL- Capacidad Liberada

ΔU1- Variación de la tensión antes de la compensación

ΔU2- Variación de la tensión después de la compensación

X- Reactancia de la línea

R- Resistencia de la línea

Pcu- Pérdidas en el cobre

Pfe- Pérdidas en el hierro

S2- Potencia reactiva después de la compensación

T3=T1- Tiempo de trabajo del transformador en la zafra 2009 en horas

Datos del transformador reacomodado con las cargas de los transformadores 1 y 2 el transformador #3 quedaría:

Sr= 1283

cosφAC= 0,66

Sn= 1600

cosφDC= 0,93

Pa= 847

R=0,1375

Ql= 845

X= 5,7

T3=T1=3000

k=0,743

Cálculos:

*Calculo de las pérdidas totales **antes de la compensación.***

$$P_t AC = P_{fe} \cdot T_1 + (kVAR/kVA_n)^2 \cdot P_{cu} \cdot T_3$$

$$P_t AC = 3.174 \cdot 720 + (350/1600)^2 \cdot 16.587 \cdot 720$$

$$P_t AC = 41518,49 kW / 125 \text{ días de zafra}$$

$$Q_c = P_a \cdot k$$

$$Q_c = 847 \cdot 0.743$$

$$Q_c = 629,32 \text{ estandarizado} \approx 675 \text{ ckVAR}$$

Luego estandarizamos la capacidad del banco de condensadores para poder realizar el cálculo de las nuevas pérdidas en el transformador, la misma será de **675 ckVAR**.

Determinación de las pérdidas en el transformador principal. (Después de la compensación).
A medida que los bancos de condensadores operan, les suministran la cantidad de potencia reactiva que demanda la carga, reduciendo la corriente que circula desde la fuente hasta el punto de ubicación del banco de condensadores, al disminuir la corriente disminuye la carga en kVA para generadores, transformadores, cables, etc. Para el cálculo de las pérdidas después de la compensación, con la Q_c calculada y estandarizada, y la Q_l que teníamos de las mediciones entonces calculamos la Q del sistema (Q_{sist}):

$$Q_{sist} = Q_l - Q_c$$

$$Q_{sist} = 845 - 675$$

$$Q_{sist} = 170$$

Luego calculamos la potencia aparente (**S_2**), después de la compensación.

$$S_2 = \text{raiz} (P_a^2 + Q_{sist}^2)$$

$$S_2 = \text{raiz} (847^2 + 170^2)$$

$$S_2 = 863$$

Comprobación del **$\cos \phi$**

$$\cos \phi = P_a / S_2$$

$$\cos \phi = 847 / 863$$

$$\cos \phi = 0.96$$

Pérdidas totales **después de la compensación**

$$Pt\ DC = P_{fe} \cdot T1 + (S^2/kVA_n) \cdot P_{cu} \cdot T3$$

$$Pt\ DC = 3.174 \cdot 720 + (863/1600) \cdot 16.587 \cdot 720$$

$$Pt\ DC = 24370,13$$

Ahorro en perdidas **después de la compensación**

$$\Delta Pt = Pt\ AC - Pt\ DC$$

$$\Delta Pt = 41518,49 - 24370,13$$

$$\Delta Pt = 17148,36\ kW/125\ días\ de\ zafra$$

Capacidad **liberada**

$$kVA2 = kVA1 \cdot (\cos\phi_1 / \cos\phi_2)$$

$$kVA2 = 1283 \cdot (0.66/0.93)$$

$$kVA2 = 372,48$$

$$kVAL = kVA1 - kVA2$$

$$kVAL = 1283 - 910,51$$

$$kVAL = 372,48$$

Variación de tensión **antes de la compensación**

$$\Delta U1 = (RP + XQ)/V$$

$$\Delta U1 = (0.1375 \cdot 847 + 5.7 \cdot 845)/480$$

$$\Delta U1 = 10,27$$

Variación de tensión **después de la compensación**

$$\Delta U2 = \Delta U1 - (XQ_c/V)$$

$$\Delta U2 = 10,27 - (5.7 \cdot 675/480)$$

$$\Delta U2 = 2,80\ V$$

Tabla 3.2: Cálculos con el nuevo reacomodo de carga de los transformadores equivalente

Centros de carga	P	Q	S	CosφAC	CosφDeseado	Perdidas AC	Perdidas DC	Ahorro pérdidas	Qc	Qsist	S2	KVAL	ΔU	Reajustados
CC#3	847	845	1283	0,66	0,93	41518,49	24370,13	17148	675	170	863,9	372,48	2,8	X
CC#4	630	704	1041	0,6	0,93	30586,47	18063,71	12523	600	104	638,5	369,38	2,6	X
CC#5	859	767	1122	0,76	0,93	33992	24482,75	8174,8	450	317	915,6	205	4	X
CC#7	747	515	910	0,75	0,93	21568	16051	5526	300	119	498	124,5	1,5	X
CC CALDERA 2	484	419	643	0,78	0,93	17025,3	14325,92	2699,4	300	125	443	85	1,6	
CC CALDERA 3	405	325	527	0,82	0,93	25618,5	21266	4352,5	300	215	777,3	107,63	2,8	

3.9-Principales oportunidades de beneficios potenciales detectadas

Tabla 3.3: Descripción de las principales oportunidades de ahorro

No	Descripción	Beneficios Potenciales	
		kWh/año	\$ /año
1	Aislar Térmicamente las tuberías	126 000	20160
2	Desconexión de transformadores trabajando en vacío o baja carga	68355.25	10936.84
3	Eliminar salidero de Aire comprimido	8100	1296
4	Cambio de iluminación ineficiente en áreas de la industria.	4266	682.48
5	Desconexión durante el día del alumbrado encendido innecesariamente.	2520	403.2
6	Mejorar hermeticidad en locales	907	145.15
7	Mejorar el factor de potencia		57657.38
8	Recontratar demanda para tiempo de Zafra y no Zafra	---	150485
9	Total de beneficios	---	241765.8

3.10-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.

Costo de los Banco de condensadores

De acuerdo con el servicio de la Empresa eléctrica ellos valoran los Bancos de acuerdo con la cantidad de vasos que tenga, prestan servicios con vasos de 15 Ckvar, 25 Ckvar y 50 Ckvar. Estos vasos deben ser instalados en bancos de 3 vasos y puedes poner la cantidad de bancos que se ajuste a su necesidad. Estos Bancos son manuales y el precio va dado por la cantidad de vasos que necesite la instalación. El precio de los vasos es igual ya sea de cualquiera de las 3 capacidades.

Precio de los vasos:

Cada vaso: **499\$**

Costo Protecciones por fase: **52,05\$**

Costo mano de obra: **87,69\$**

Costo de transporte: **58,88\$**

Costo de pararrayos: **100\$**

Costo de los herrajes: **159,72\$**

Costo equipo central: **100\$**

Costo Total: 1116,41\$

Tabla 3.4: Costo de los bancos

Centro de carga	Capacidad del Banco	#de vasos	15Ckvar	25Ckvar	50Ckvar	Costo total \$
CC#3	675	15	0	3	12	16746,15
CC#4	600	12	0	0	12	13396,92
CC#5	450	9	0	0	9	13396,92
CC#7	300	6	0	0	6	6698,46
CC CALDERA 2	300	6	0	0	6	6698,46
CC CALDERA 3	300	6	0	0	6	6698,46
TOTAL	2625	54	0	3	51	63635,37

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.

Tabla 3.5: Ahorro en pérdidas eléctricas.

Centros de carga	Perdidas AC	Perdidas DC	Ahorro perdidas
CC#3	41518,49	24370,13	17148,36
CC#4	30586,47	18063,71	12522,75
CC#5	33992	24482,75	8174,8
CC#7	21568	16051	5526
CC CALDERA 2	17025,3	14325,92	2699,38
CC CALDERA 3	25618,5	21266	4352,5
TOTAL	170308,76	118559,51	50423,79
COSTO \$			8067,80

Tiempo de recuperación de la inversión.

$Ta = \text{Inversión Total} / (\text{penalizaciones} + \text{ahorro perdidas})$

$Ta = 63635,37 / (49589,58 + 8067,80)$

$Ta = 1,1$ años.

3.11-Conclusiones del Capítulo #3

- ❖ Se dieron a conocer las Ineficiencias detectadas
- ❖ Realizamos los cálculos de beneficios potenciales abordando un resultado de **241765.8\$** al año por eliminar los problemas detectados.
- ❖ Se analizo a fondo la Matriz **DAFO**
- ❖ Elaboramos las medidas Organizativas para el mejoramiento de la Materia Energética.
- ❖ Se dictaminaron las medidas de pequeña inversión para el ahorro de Energía
- ❖ Se realizo la Valoración económica de las medidas de media inversión y se estimo la recuperación de la Inversión en un tiempo de **1,10 años**.

Conclusiones Generales:

Luego del análisis de las condiciones actuales, los resultados expuestos, las medidas adoptadas y la implementación del sistema para la gestión energética en la empresa, llegamos a las siguientes conclusiones:

- ❖ Como parte importante de este trabajo se logró establecer las reservas en los portadores energéticos en la empresa.
- ❖ Se demostró que el portador más significativo en el CAI es la electricidad
- ❖ Conocimos que el portador de mayor gasto monetario es el combustible con un **59 %**.
- ❖ Se demostró que el Horario de mayor Consumo es el del día.
- ❖ Logrando el reajuste de la demanda contratada hasta **6000 kW** en el tiempo de zafra y **600 kW** en el tiempo de no zafra logrará un ahorro de **\$150485 año**.
- ❖ Realizando la desconexión de los transformadores que están a baja carga y en vacío con el nuevo reacomodo de cargas lograrán un ahorro de **\$10936,84 al año**.
- ❖ Realizando la compra del banco de condensadores con el nuevo ajuste de las cargas se ahorrarán **\$57657,38 año**.
- ❖ La Inversión realizada se recuperará en un tiempo máximo de **1,10 años**.
- ❖ Insulando las tuberías de Vapor del proceso se ahorrarían **7,44 T de bagazo** convertido en pérdidas de calor podrían generar:

En generación de vapor: 17.5 T de vapor (Diario).

En el turbogenerador: 1400 KW (Diario) en el periodo de Zafra serían **126 MW**, que se hubieran dejado de consumir del **SEN**, mejorando sus índices energéticos con un ahorro anual de **\$20160 año**.

Recomendaciones:

- ❖ Usar este estudio como base para investigaciones más profundas y aspiramos a la aplicación de este trabajo en el CAI Urbano Noris.
- ❖ Utilizar este trabajo como base de estudio para los estudiantes del ISMM.

Bibliografía:

1. Babón, González. J. El ahorro energético como ayuda a la competitividad de las empresas. [s.l]. [s.n], [s.a].
2. CAMPOS J. C. La eficiencia energética en la competitividad de las empresas, Cienfuegos, 2000
3. 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].
4. *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>.
5. *Cómo Ahorrar Energía Eléctrica*". FIDE.México D.F., pág. 17 (1992).
6. *Elementos básicos de diagnostico energético orientado a la aplicación de un programa de ahorro de energía*. [s.l]. [s.n], [s.a].
7. FERNÁNDEZ PUERTA, J. F. *La problemática del consumo de agua en la industria azucarera*. [s.l]. [s.n], [s.a].
8. 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
9. *Gestión Energética y competitividad Empresarial*. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos, 2002.
10. *Gestión Energética Empresarial: Eficiencia energética en Cuba*. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos, 2002.
11. *Gestión Energética en el Sector Productivo y los Servicios*. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos, 2006.
12. *Manual de Gestión Energética*. España: [s.n], 2006.
13. *Minas, objetivos y plan de acciones para la cogeneración de electricidad con biomasa cañera en la centrales azucarera*, [s.l]. [s.n], [s.a].
14. *Ministerio de economía, informe diagnostico del departamento energético*, [s.n], 2000
15. 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].
16. MONTE NAVARRO, A del. *La modernización empresarial en Cuba*. [s.l]. [s.n], [s.a].

- 17.Orse Ubalerico. Ahorro del agua en el CAI
- 18.Orse Ubalerico. Ahorro e historia del agua en el CAI.
- 19.RESTREPO, V. HERNÁN, Á. Memorias del diplomado Gestión Total Eficiente de la Energía. Cienfuegos: [s.n], 1999.
- 20.RONDÓN, G. *Base de datos de medida de eficiencia energética en los principales sectores de la economía Tolimense*. Colombia: Ibagué, 2001.
- 21.TAMAYO, E. *Técnicas modernas en la conversión y conservación energética*. [[s.l]. [s.n], [s.a].
- 22.Unión Eléctrica Española, S.A. UNESA, Memoria estadística eléctrica 1995, Madrid (1996).
- 23.VALOR, E.; PARDO, A.; MENEU, V. y CASELLES, V. «Consumo eléctrico y meteorología», *Revista Española de Física*, volumen 15, número 4, 2001
- 24.ALEMÁN LÓPEZ, J. F.; H. ECHEMENDÍA MOURE. *Gestión empresarial con vistas a disminuir la demanda máxima de la Red en la empresa de Alcoholes Finos de Caña SA. (ALFICSA)*. Cienfuegos: Forum de Ciencia y Técnica, 2006.
- 25.BORROTO NORDELO, A.E; et. al. *Libro de Gestión Energética en el sector Productivo y los Servicios*. Cienfuegos: Centro de estudios de energía y medio ambiente (CEEMA), 2006
- 26.CAMPOS AVELLA, J. C. *La Eficiencia Energética en la competitividad de empresas*. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos, 1998.
- 27.CARDET GONZÁLEZ, E. *Estudio y análisis del sistema eléctrico de la Empresa de envases de Aluminio de Holguín*. Darío Rodríguez Piña. Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 2004.
- 28.CASAS FERNANDEZ, L. et. al. *Temas Especiales de sistemas Eléctricos Industriales*. Cienfuegos: Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente, 2006.
- 29.CRUIZ GUERRA, J. L. *Eficiencia Energética en el uso de la Energía Eléctrica en la Empresa Comercializadora ITH-ABATUR*. Gabriel Hernández Rodríguez; Reyniel Cruz P. Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 2004.
- 30.FEODOROV, A. A. *Suministro Eléctrico de Empresas Industriales*. 2 ed. La Habana. Editorial Pueblo y Educación, 1993.

- 31.** General Electric. *Capacitors, Arresters and Harmonic Filters*. 2004.
- 32.** *Gestión Energética Empresarial*. Cienfuegos: (CEEMA), 2004.
- 33.** GRUPO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE MOA. *Diagnóstico Energético en el Hotel LTI Costa Verde Beach Resort*, 2001.
- 34.** HERNÁNDEZ BATISTA, O. E. *Gestión Energética en el Hotel Miraflores*. Moa. 2008.
Reineris Montero Laurencio; Marislaidis Reyes Locadio. Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 2008.

Anexos:

ANEXO 1: Gestión Total y Eficiente de la Energía

ANEXO 2: Gestión total eficiente de la Energía

ANEXO 3: Tabla de buscar el Factor K para el Cálculo de los Bancos de Condensadores.

ANEXO 4: Resultado de las mediciones realizadas en el Taller de Maquinado con un Luxómetro.

ANEXO 5: Tablas utilizadas en el cálculo del Sistema de Aire Comprimido.

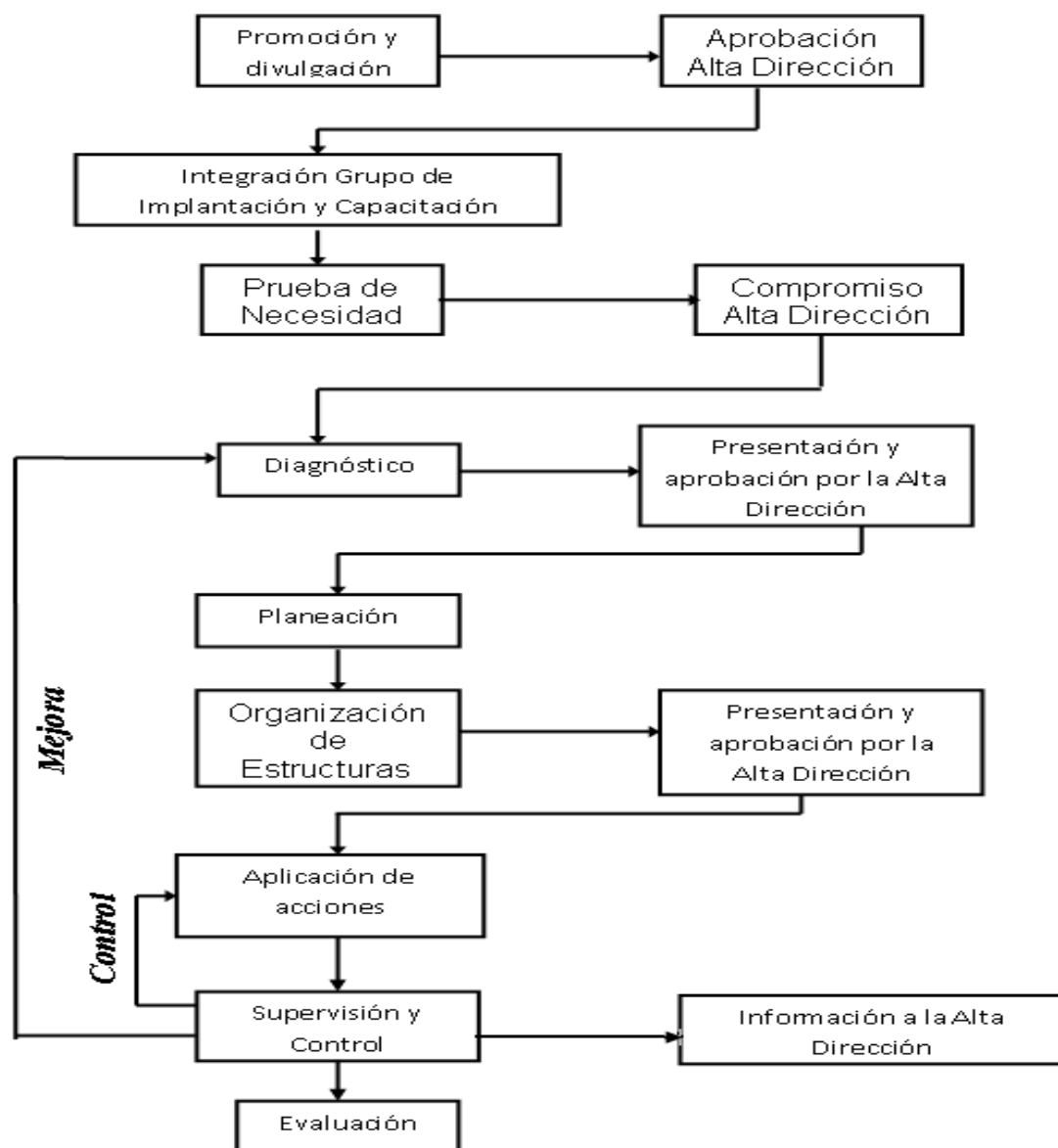
ANEXO 6: Tablas utilizadas en el cálculo de las pérdidas por transformación.

ANEXO 7: Nomograma de Wrede.

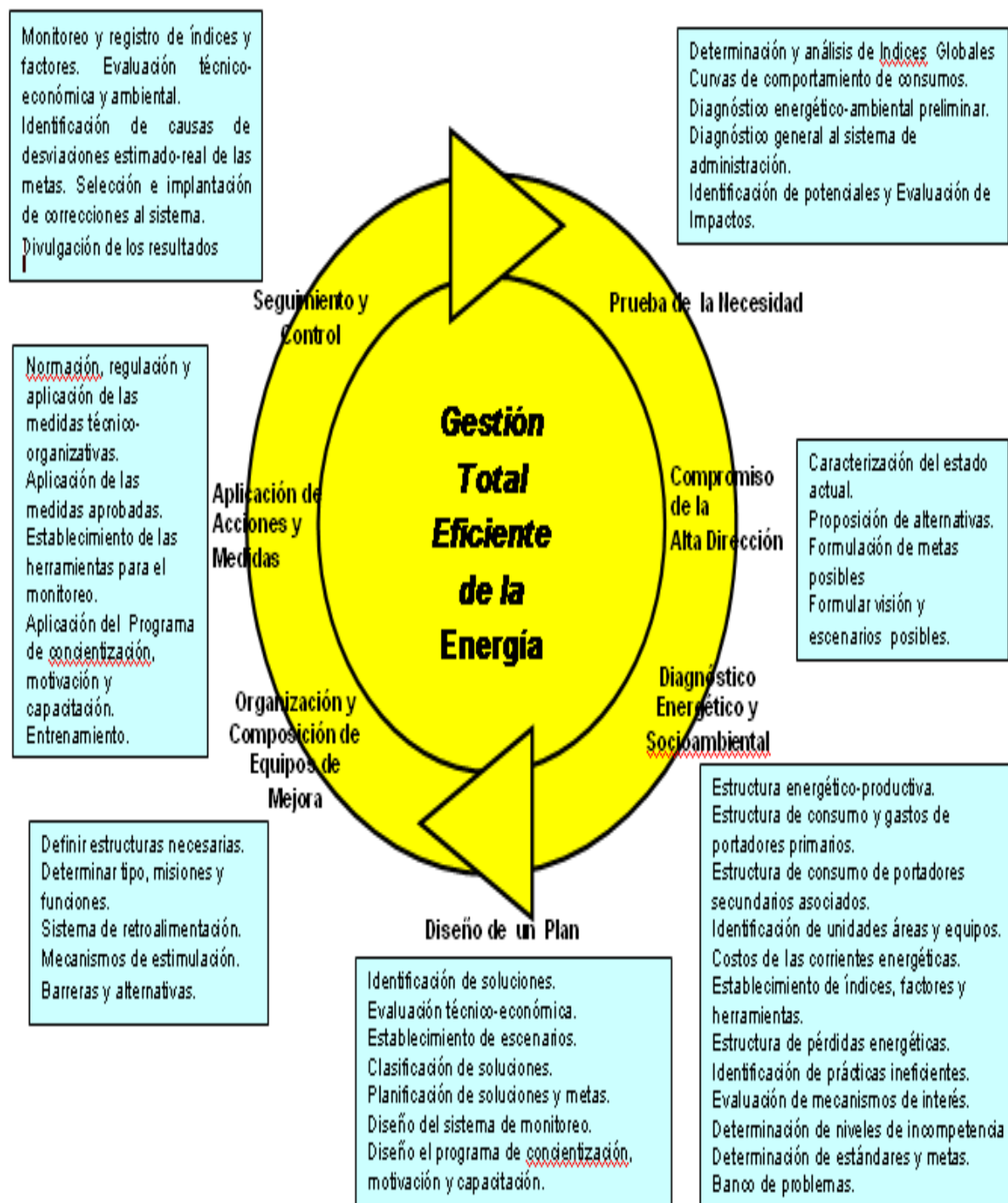
ANEXO 8: *Analizador de Redes de NORTHWOOD DATA LOGGERS LTD*

ANEXO 9: Nuevo monolineal del CAI Urbano Noris

ANEXO 1: Gestión Total y Eficiente de la Energía



ANEXO 2: Gestión total eficiente de la Energía



ANEXO 3: Tabla de buscar el Factor K para el Cálculo de los Bancos de Condensadores.

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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ANEXO 4: Resultado de las mediciones realizadas en el Taller de Maquinado con un Luxómetro.

Puestos de trabajo	Niveles de iluminación Con el sistema encendido (LUX)	Niveles de iluminación Con el sistema apagado (LUX)
Taladro	300	300
Torno 1	370	340
Torno 2	340	313
Torno 3	300	253
Cepillo	150	160

ANEXO 5: Tablas utilizadas en el cálculo del Sistema de Aire Comprimido.

Tabla para determinar (Ga)

Diámetro del Agujero (mm)	Presión del aire (kg/cm²)					
	2	3	4	5	6	7
4	0.45	0.6	0.75	0.9	1.0	1.5
5	0.7	0.9	1.2	1.4	1.6	2.0
6	1.0	1.3	1.9	2.0	2.3	2.8
8	1.7	2.4	3.0	3.6	4.1	4.5
10	2.7	3.7	4.6	5.5	6.4	7.0
12	4.0	5.3	6.7	8.1	9.3	10.1
13	5.4	7.2	9.0	11.1	12.6	13.0
15	6.2	8.3	10.3	12.4	14.5	16.6

Tabla para determinar (Eae)

Presión de aire (kg/cm ²)	Consumo específico (Eae) (kWh/m ³)
2	0.05
3	0.064
4	0.075
5	0.087
6	0.098
7	0.125

ANEXO 6: Tablas utilizadas en el cálculo de las pérdidas por transformación.

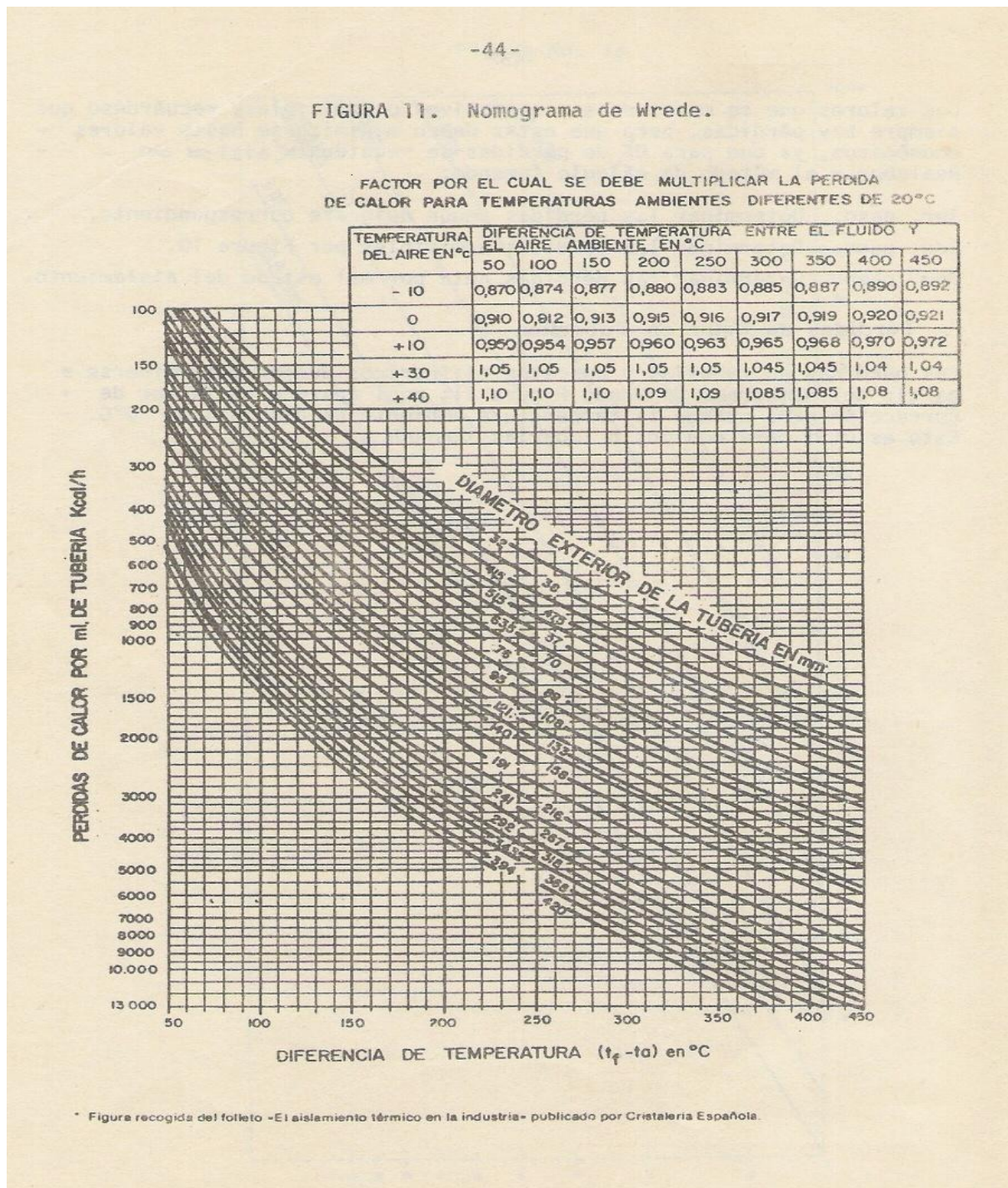
Pérdidas promedio de Transformadores Monofásicos.

kVA	Pfe(Kw)	Pcu(kW)
5	0,046	0,107
10	0,065	0,180
15	0.084	0,251
25	0,115	0,389
37,5	0,162	0,487
50	0,199	0,626
75	0,269	0,882
100	0,332	1,185
167	0,482	1,893
250	0,660	2,802
333	0,83	3,587

Pérdidas promedio de Transformadores Trifásicos.

kVA	Pcu(kW)	Pfe(kW)
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	23,95	3,649
2500	23,100	5,175
3200	37,000	11,500
10000	65000	14,500
25000	120000	27000

ANEXO 7: Nomograma de Wrede.



ANEXO 8: Analizador de Redes de NORTHWOOD DATA LOGGERS LTD



ANEXO 9: Nuevo monolineal del CAI Urbano Noris

