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

Trabajo de Diploma

En opción al Título de

Ingeniero Eléctrico

Título: Sistema de Gestión Energética en la Empresa Azucarera "López-Peña".

Autor: Elexei Peña González

Tutor: MSc. Gabriel Hernández Ramírez

Curso 2011-2012

Año 54 de la Revolución.

Declaración del Autor:

Yo Alexei Peña González autor de este Trabajo de Diploma tutoreado por el MSc. Gabriel Hernández Ramírez, certifico esta propiedad intelectual a favor del Instituto Superior Minero-Metalúrgico para que pueda ser utilizado en labores Docentes o estudios posteriores.

_____ _____

Diplomante. **Tutor.**

Alexei Peña González 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 una persona en especial Eldris González Borja en los cuales he encontrado todo el apoyo que un hijo necesita, también quisiera agradecerles a mis tías las cuales han estado al tanto de mis estudios, a mis hermanos, y por último a todos mis profesores desde primer grado hasta el último año de Universidad que han logrado inculcar en mi ideales patrióticos y sociales para convertirme en un hombre de bien y preparado para cualquier tarea que la vida me imponga.

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 quisiera agradecer a:

- A mis padres y a mis hermanos por su apoyo, dedicación y sacrificios hechos. . . . . .
- A toda mi familia que siempre me ha apoyado y ha tenido confianza en mí. . . . . .
- A mi tutor Gabriel, por depositar toda su confianza en mí para realizar esta investigación. . . . . .
- A todos mis compañeros de aula. . . . . .
- A trabajadores de la empresa como Lisbeth, Leonis, Xiomara, Marlenis entre otros que me brindaron su ayuda para que este trabajo se hiciera con la calidad requerida. . . . . .

Resumen:

El presente trabajo tiene como finalidad la propuesta de un Sistema para la Gestión Energética en la empresa azucarera López-Peña del municipio de Báguanos, tomando como punto de partida el análisis de estudios precedentes en empresas similares y en otras entidades. Se analizó 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 la implementación de 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 actual año, 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 Complejo azucarero y evitar las diferentes penalizaciones aplicadas a este tipo de empresa.

Abstract:

The purpose of the present work is to propose a system for energy management within ¨CAI in Baguanos, 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 2012, 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:.....VI
Abstract: VII
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 6
1.4- Nociones generales de la gestión energética. 8
1.4.1- Funciones de un Sistema de Gestión Energética 9
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. 10
1.4.5- La Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE). 11
1.4.6 -La Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía incluye: 11
1.5 - Herramientas que se utilizan para establecer un Sistema de Gestión Energética..... 12
1.5.1 -Diagrama de Pareto 12
1.5.2 -Histograma..... 13
1.5.3 -Intensidad Energética 14
1.5.4 -El diagrama causa y efecto 14
1.5.5 -Diagrama de dispersión 15
1.5.6 -Estratificación..... 15
1.5.7 -Gráficos de Control 15
1.6- Caracterización de los problemas encontrados 16
1.6.1- Factor de Potencia 17
1.6.2- Pérdidas de Energía 18
1.6.3- Facturación Eléctrica..... 19
1.6.4- Índice de Consumo: 21
1.7 - Conclusiones 22
CAPÍTULO II: Determinación de las regularidades de un Sistema de Gestión. 23
2.1- Introducción. 23
2.2 - Descripción de la Industria Azucarera "López-Peña" 23
2.2.1 -Situación actual de la gestión de la Industria. 24
2.3-Flujograma de los portadores energéticos:..... 25
2.4-Comportamiento del consumo de los portadores energéticos de la Industria Azucarera de Báguanos. 26
Tabla 2.2: Composición de estructuras de gastos a nivel de empresa en los meses de zafra de año 2012. 28
2.4.1-Comportamiento de los gastos de la instalación 29
2.4.3-Índices de consumo de electricidad. 32
2.5- Sistema de Suministro Eléctrico 36
2.5.1 -Levantamiento de las cargas instaladas 37
2.5.2-Análisis de la facturación eléctrica 39

2.5.3-Análisis de las mediciones eléctricas realizadas. 40
2.6- Evaluación del sistema de iluminación 42
2.7- Estado técnico de los transformadores en la UEB. 43
2.8 – Estado termoenergético. 43
2.8.1-Características del bagazo y Estados de las Calderas 44
2.9- Aire Comprimido 46
2.10- Análisis del Agua 46
2.11- Conclusiones del Capitulo #2 47
Capítulo III: Implementación del Sistema de Gestión en la UEB López-Peña. 48
3.1-Introducción. 48
3.2-Ineficiencias de la Gestión Energética en la Instalación 48
3.3-Cálculos de beneficios económicos en la UEB. 49
3.4- Establecimiento de los puestos claves, proposición de medidas para el ahorro energético. 63
3.5-Análisis de la matriz DAFO 64
3.6-Propuestas de las medidas organizativas para mejorar la eficiencia energética en las áreas y equipos. 65
3.7- Medidas de pequeña inversión 67
3.9-Principales oportunidades de beneficios potenciales detectadas 69
3.11-Conclusiones del Capítulo #3 70
Conclusiones Generales 71
Recomendaciones: 71
Bibliografía: 72
Anexos: 75

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 limitadas 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 lluvias ácidas, 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 posibilitó 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 2do 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, lo que conlleva 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 Problémica

Debido a que no hay un 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 la empresa azucarera de Báguanos, 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 la empresa azucarera de Báguanos.

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 a 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 a la empresa azucarera de Báguanos a travéz de una breve descripción, del 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 con autores ,2002**), (**Navarro, Armelio del Monte, 2001**).** Existen problemas pues no cuenta 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 ese recurso. 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 sí:

- Mejor Gestión Energética y buenas prácticas 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 más 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 nuevos formas de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro, conservación y reducción de los costo 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, diagnostico 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 de 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 fábrica, las mayores pérdidas energéticas o los 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 lo 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.
- Pérdidas 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 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 maquinas 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 (Po). Denominadas también Pérdidas en el hierro o Pérdidas en vació, ya que se determinan mediante el ensayo de vació 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 (Pcu). 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 **Pcc**, cuando el transformador funcione con un índice de carga "c", las Pérdidas en el cobre son:

Pcu =c2 x Pcc

Las pérdidas en el cobre de un transformador en régimen nominal Pcc es un dato que proporcionan los fabricantes. Las Pérdidas de un transformador Pp, que trabaje con un índice de carga "c" Serán.

Pp = Po + Pcu = Po + c2 x Pcc

1.6.3- Facturación Eléctrica

Control de la Demanda Máxima:

El control de la demanda máxima y del consumo de en*ergía 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 que 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:

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

$: 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.

$I_{\Delta Ptransf}$: Pérdidas por transformación:

$\frac{Fp_{normado}}{Fp_{real}} - 1$: Factor que tiene en 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:**	
Diesel	1.0534	**=Toneladas equivalente de petróleo**
Gasolina	1.0971	
Fuel Oíl	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 capitulo 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 en la zafra actual ya que el Central estaba cerrado hace cuatro años atrás y los datos históricos de las zafras anteriores se perdieron, por lo que no se pueden hacer comparaciones entre zafras. También veremos 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 de la Industria Azucarera "López-Peña"

La empresa azucarera "López-Peña" pertenece al Grupo Empresarial Agroindustrial de Holguín, el cual se subordina al Ministerio del Azúcar, ubicada en la calle A # 51 del Municipio Báguanos, a 32 Km. de la Provincia Holguín, limita por el Norte con áreas forestales y pecuarias de la Empresa Municipal Agrícola del Ministerio de la Agricultura (EMA), por el Sur con áreas cañeras de la Empresa Agropecuaria Guatemala, por el Este con áreas cañeras de las Empresa Azucarera "Fernando de Dios" y por el Oeste con áreas de la Empresa Azucarera "Urbano Noris", está destinada a la producción de azúcar crudo, miel final, entre otras producciones y servicios.

La conforman seis unidades empresariales de base: servicios generales, servicio de mantenimiento, granja agropecuaria, servicios agrícolas, centro de gestión y además una fábrica de azúcar subordinada a ella y atiende a trece unidades productoras de caña.

La fábrica cuenta con una capacidad potencial instalada de 4025 t por días para el 100 % del aprovechamiento de su capacidad. La plantilla de la fábrica es de 1297 trabajadores.

La misión fundamental de la empresa es producir azúcar, producciones agrícolas y prestar servicios acordes a las exigencias actuales de forma competitiva y contribuyendo al desarrollo sostenible del territorio.

2.2.1 -Situación actual de la gestión de la Industria.

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.

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

2.3-Flujograma 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 transportad por una banda hasta las tolvas.

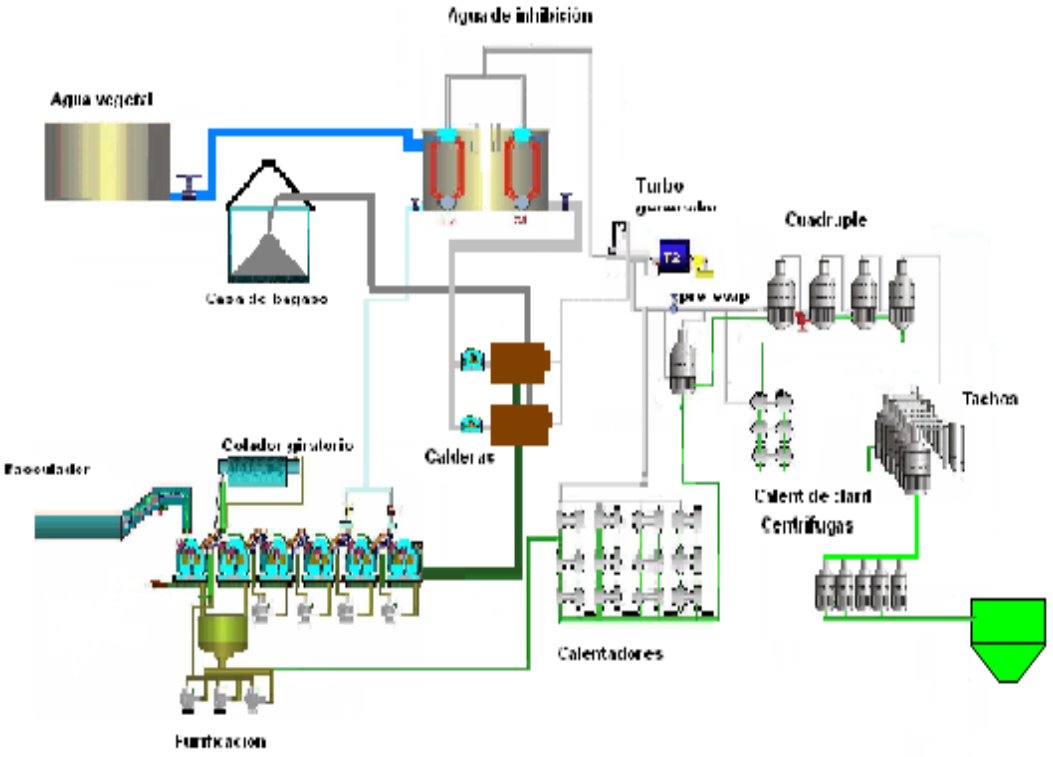


Figura 2.1: Diagrama del Proceso productivo

2.4-Comportamiento del consumo de los portadores energéticos de la Industria Azucarera de Báguanos.

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 Oíl
- 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 63.0%, el diesel un 24.2%, y la gasolina es la menos significativa con un 12.9%. Esto nos ayuda a centrar nuestro estudio de eficiencia en la electricidad y el diesel siendo estos los más explotados.

Tabla 2.1: Composición de portadores a nivel de empresa en los meses de zafra del año 2012 (TEP).

Portador	TEP	TEP Acumulado	%	% de Acumulado
Electricidad	35.29	35.29	63.0	63.0
Diesel	13.54	48.83	24.2	87.1
Gasolina	7.21	56.04	12.9	100
Total	**56.04**		**100**	

El gráfico a continuación nos demuestra que el portador más significativo es la electricidad en la cual hay que centrar nuestro estudio.

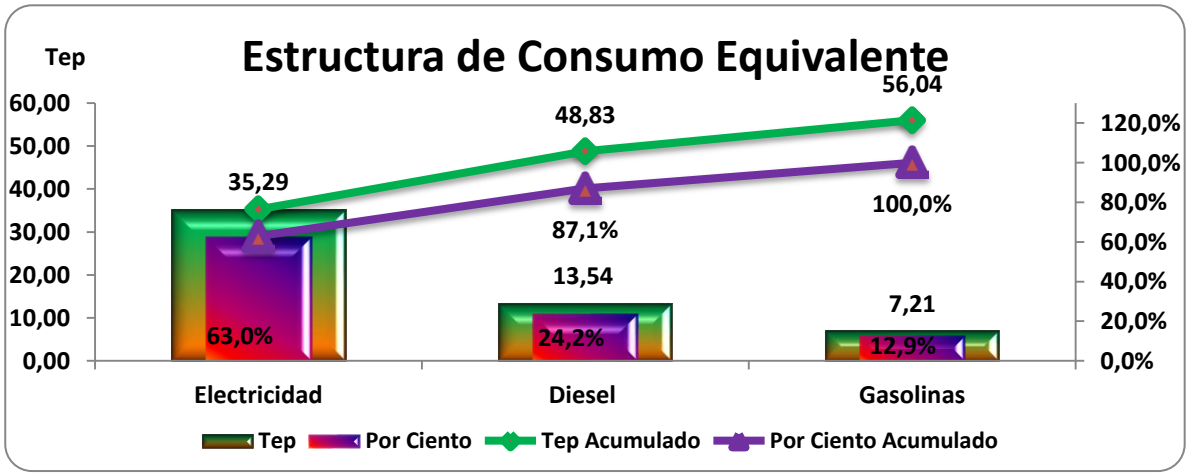


Figura 2.2: Gráfico comportamiento de los Portadores en los meses de zafra del 2012.

Tabla 2.2: Composición de estructuras de gastos a nivel de empresa en los meses de zafra de año 2012.

Portador	Miles de pesos(M$)	Gastos M$ Acumulados	%	% Acumulado
Electricidad	18.56	18.56	50.9	50.9
Diesel	11.83	30.39	32.5	83.4
Gasolina	6.06	36.45	16.6	100
Total	36.5			

A continuación vemos este gráfico que demuestra los gastos de los principales portadores sobresaliendo el portador electricidad con aproximadamente $ 18 560 y un porciento de 50.9.

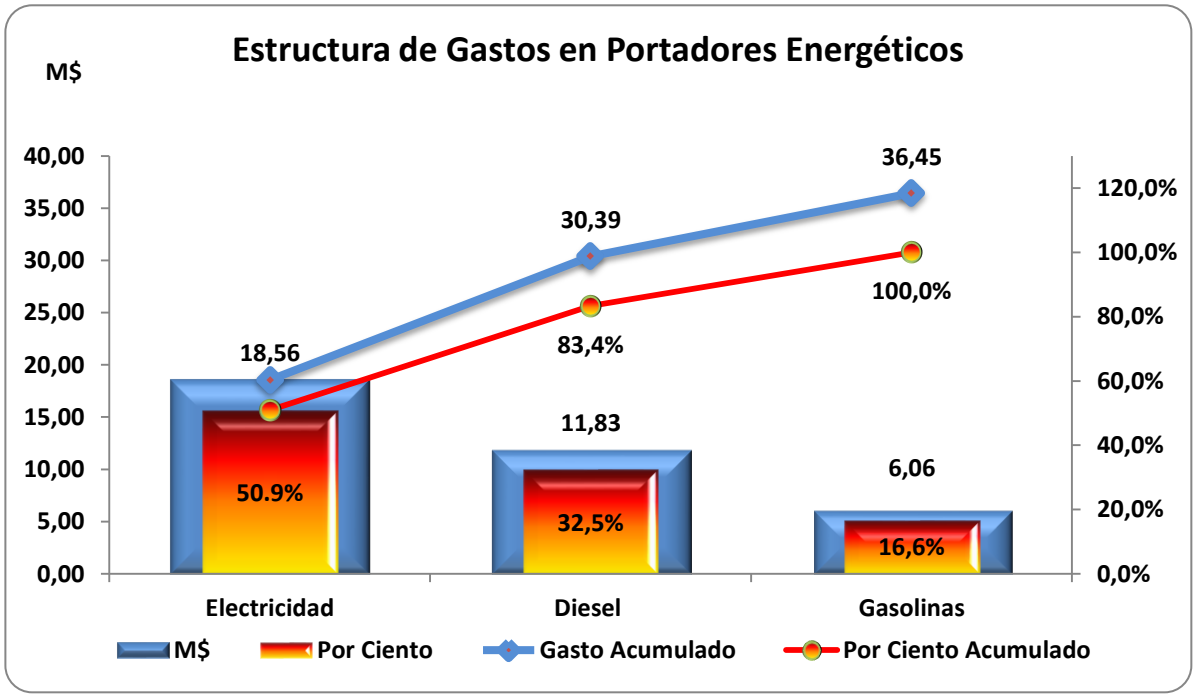


Figura 2.3: Gráfico de comportamiento de los gastos de los portadores más significativos en la zafra 2012.

El gráfico 2.4 muestra el estado a nivel monetario de los portadores en la zafra del 2012 resaltando el portador más utilizado. Se ve que la electricidad es el portador de más significación representando un 50.9% del total de los costos pagados.

Figura 2.4: Portador más significativo

2.4.1-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 y materiales	14 388 904.73	575 556.19
Otros gastos	633 110.92	25 324.44
Energía	144 698.31	5 787.93
Combustible	17 890.00	715.60
Total de Gastos	**15 184 603.96**	**60 7384.15**

Tabla 2.4: Gastos de los costos fijos

Costos fijos	Gastos en peso	Gastos en CUC
Amortización de cargos diferidos	1 359 363.87	54 374.55
Reparación	936 501.94	37 460.08
Amortización de activos	470 331.20	18 813.25

Salario y seguridad social	465 206.50	18 604.26
Impuestos por fuerza de trab.	103 073.57	4 122.94
Administración industrial	58 831.50	2 353.26
Total de Gastos	**3 393 308.58**	**135732.34**

En este gráfico 2.5 se observa el % de algunos costos fijos y variables con respecto al total de los costos que se utilizan para la producción de azúcar.

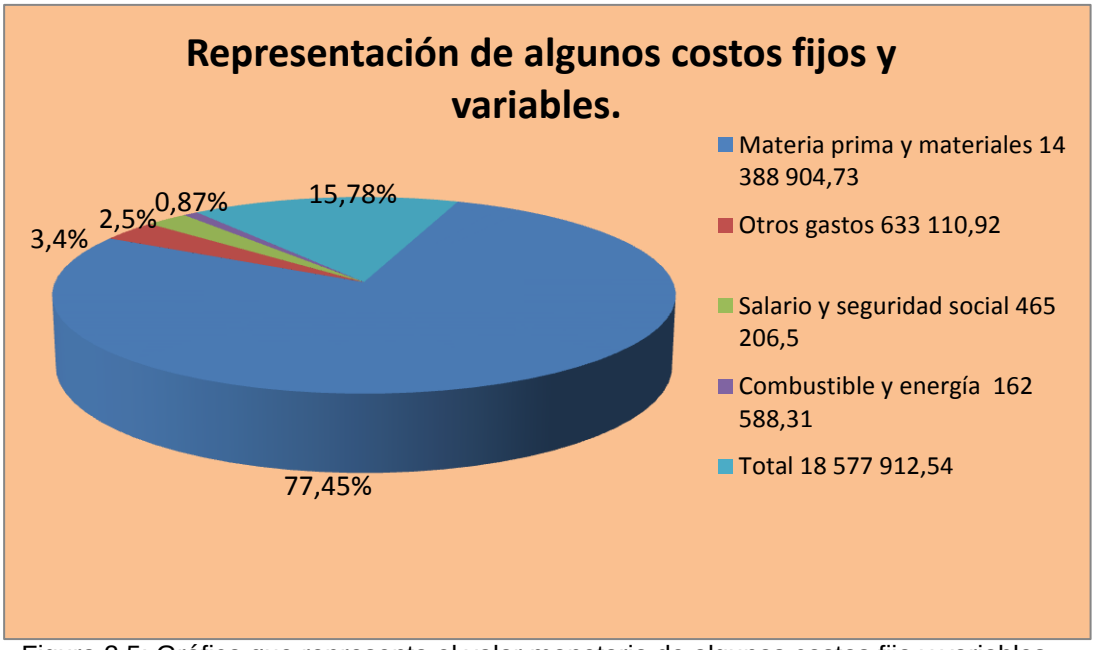


Figura 2.5: Gráfico que representa el valor monetario de algunos costos fijo y variables.

En la figura 2.6 se aprecia la gráfica del comportamiento del consumo de electricidad en la UEB del 26 de febrero hasta el 31 de marzo. Donde se aprecia que los días más consumidores de energía son 8, 13, 17, 22, y 27.

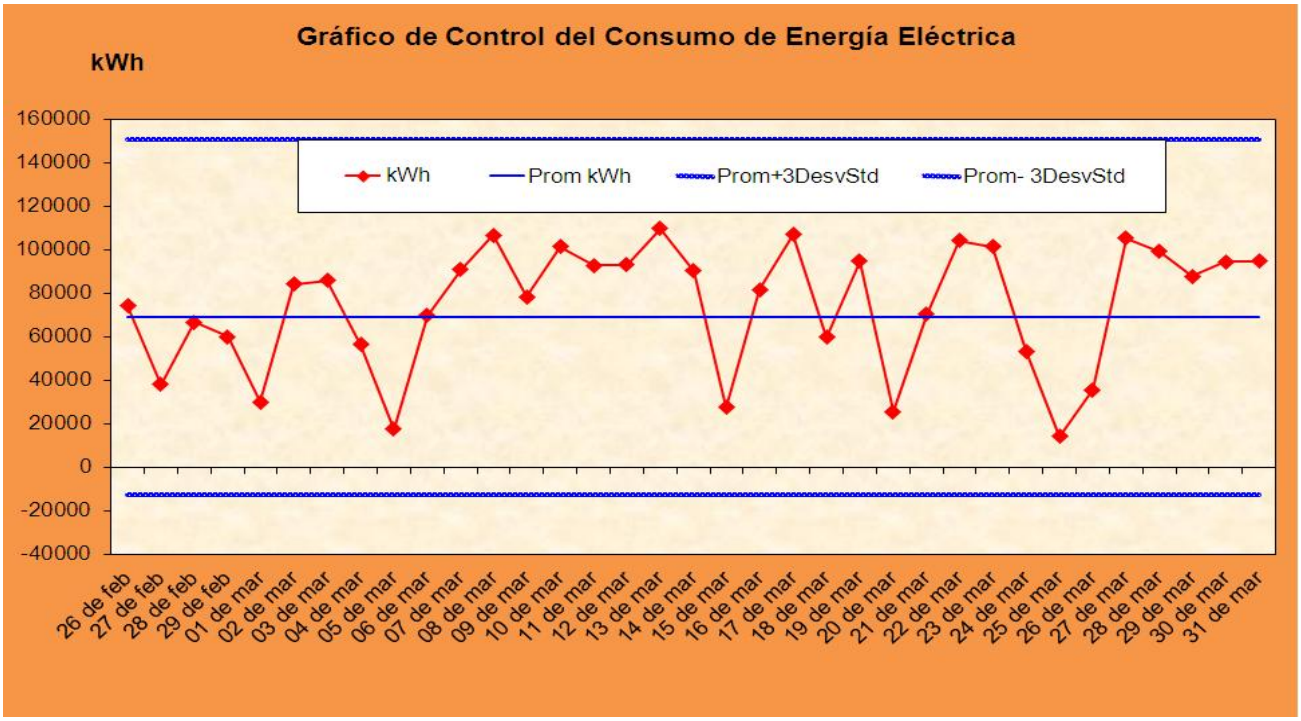


Figura 2.6: Gráfico del control del consumo de energía en la zafra de 2012.

El contenido del gráfico aborda sobre el consumo de energía activa en la zafra del 2012. Donde hay una observación importante y es el horario del día que es el de más consumo y el de menos consumo es el horario pico. Esto representa un beneficio para el sistema.

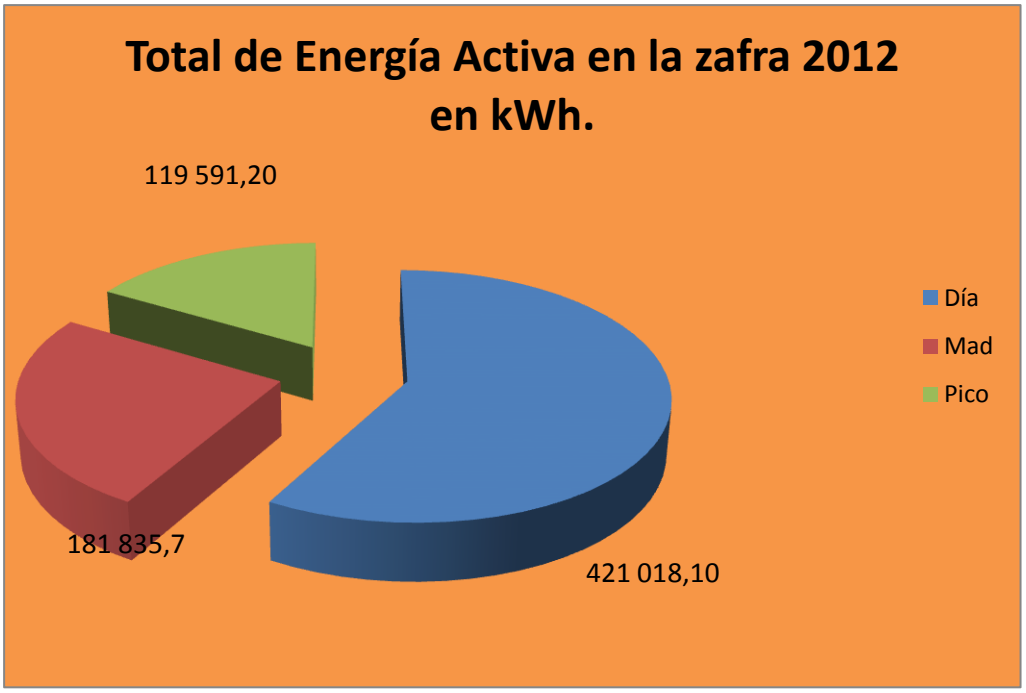


Figura 2.7: Gráfico del consumo total de energía activa en los 3 horarios en la zafra 2012.

2.4.3-Índices de consumo de electricidad.

Tabla 2.5: Comportamiento de los Índices de consumo en la zafra 2012.

INDICADORES	UM	Zafra 2012		
		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	29,0	36,4	98
ÍNDICE DE CONSUMO SEN	kWh/Tc	3,5	4,1	130

INDICADORES	UM	Zafra 2012		
		PLAN	REAL	%
ÍNDICE DE ENTREGA SEN	kWh/Tc	4,0	7,3	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 2.8 a continuación muestra los Índices de Consumo de la zafra 2012. Como se observa esta zafra fue una zafra óptima ya que todos sus Índices están por encima del plan.

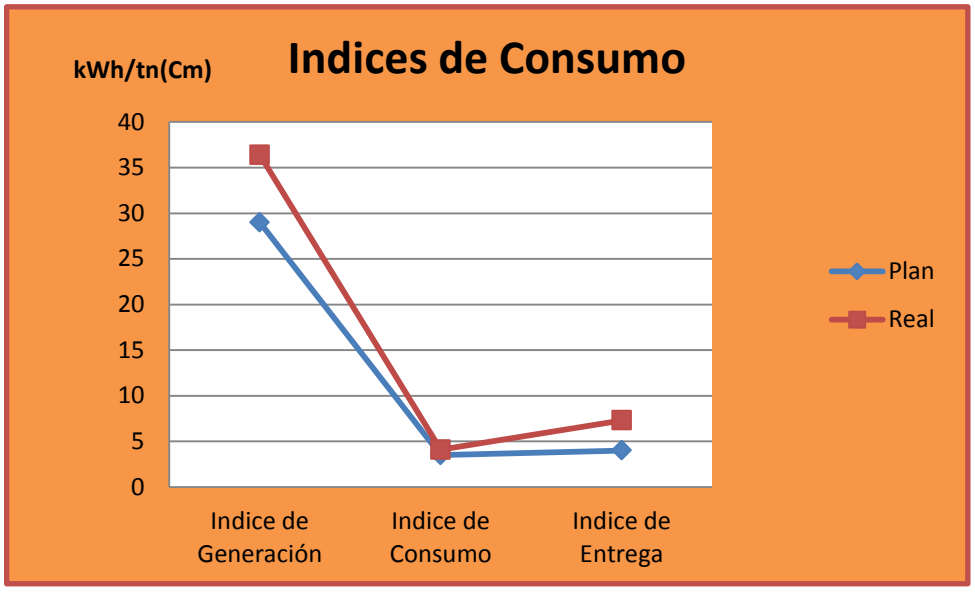


Figura 2.8: Gráfico de comportamiento de los índices de consumo en la zafra 2012.

Tabla 2.6: Consumo de Energía contra Toneladas de Caña Molida en la zafra 2012.

Período	Cons. kWh	Caña Molida(Tn)	kWh/Cm(Tn)
Febrero	238 209	8 337,27	28,57
Marzo	2 383 963	70 964,48	33,59
Abril	1 976 756	62 212,03	31,77
Mayo	2 735 650	59 204,71	46,21
Junio	287 867	7 445,75	38,66
Total	**7 622 445**	**208164,24**	

La siguiente figura 2.9 nos muestra el Índice de Consumo (IC) de energía contra toneladas de caña molidas .Donde se puede apreciar que en los días 1 y 20 de marzo son los de mayor IC ya que en esos días hubo un consumo de 29 955 y 25 369 kWh con respecto a las caña molidas que fue de 486.27 y 427.00 Tn respectivamente. Esto nos demuestra que en días donde se muelen pocas toneladas de cañas el IC va a aumentar considerablemente. En el gráfico también se muestra que en tres días el IC va a ser cero y esto se debe a que no se molió caña.

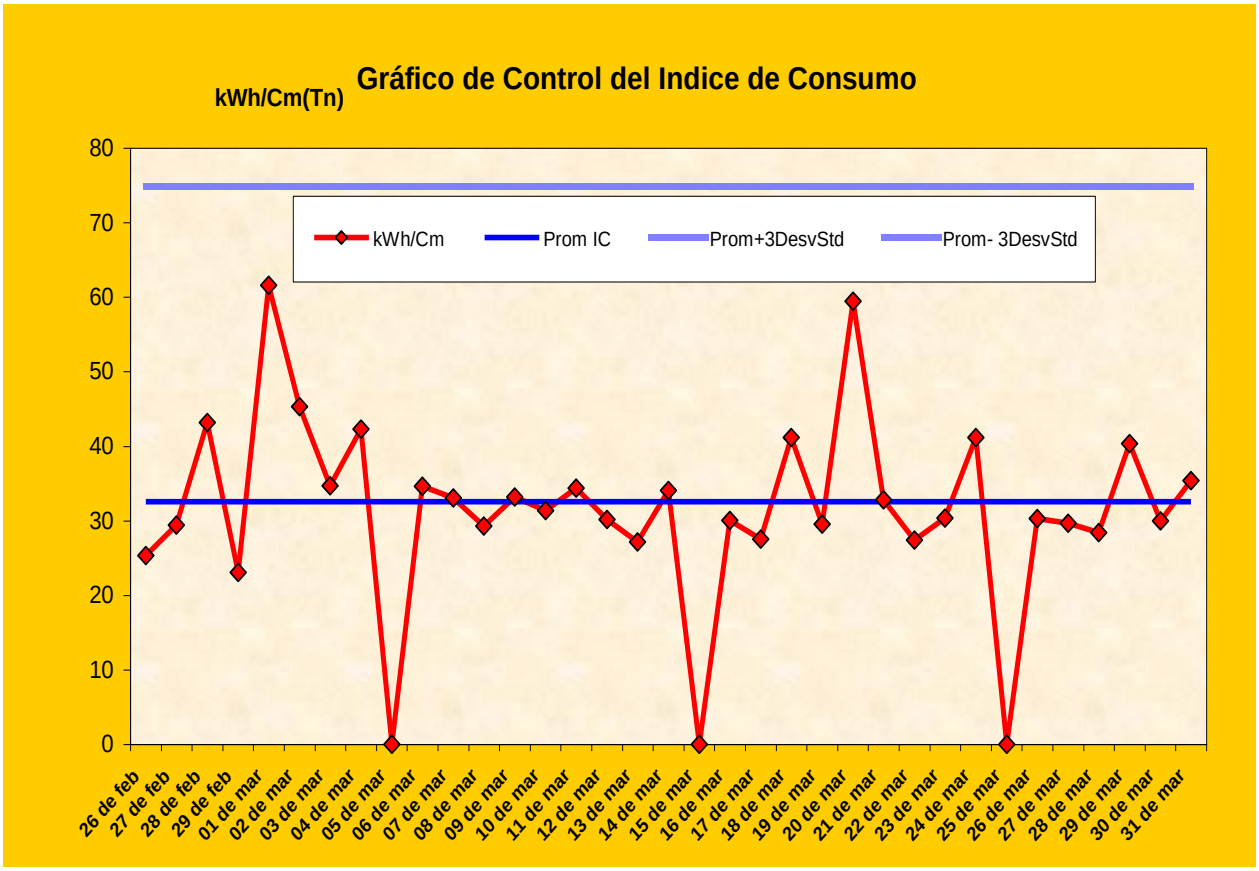


Figura 2.9: Gráfico Control del Índice de Consumo.

El siguiente gráfico 2.10 nos muestra en los 35 días de Zafra analizados que se confirma la correlación lineal y la validez del índice de consumo global kWh/Tn de caña molida como indicador de eficiencia en el consumo de electricidad aunque se aprecian algunos comportamientos anómalos como altos consumos de energía y bajos niveles de caña molida. La Industria consume más energía que la mínima requerida debido a la

utilización de tecnologías obsoletas y a la forma de operación de los equipos que no permiten tener elevados resultados de eficiencia energética.

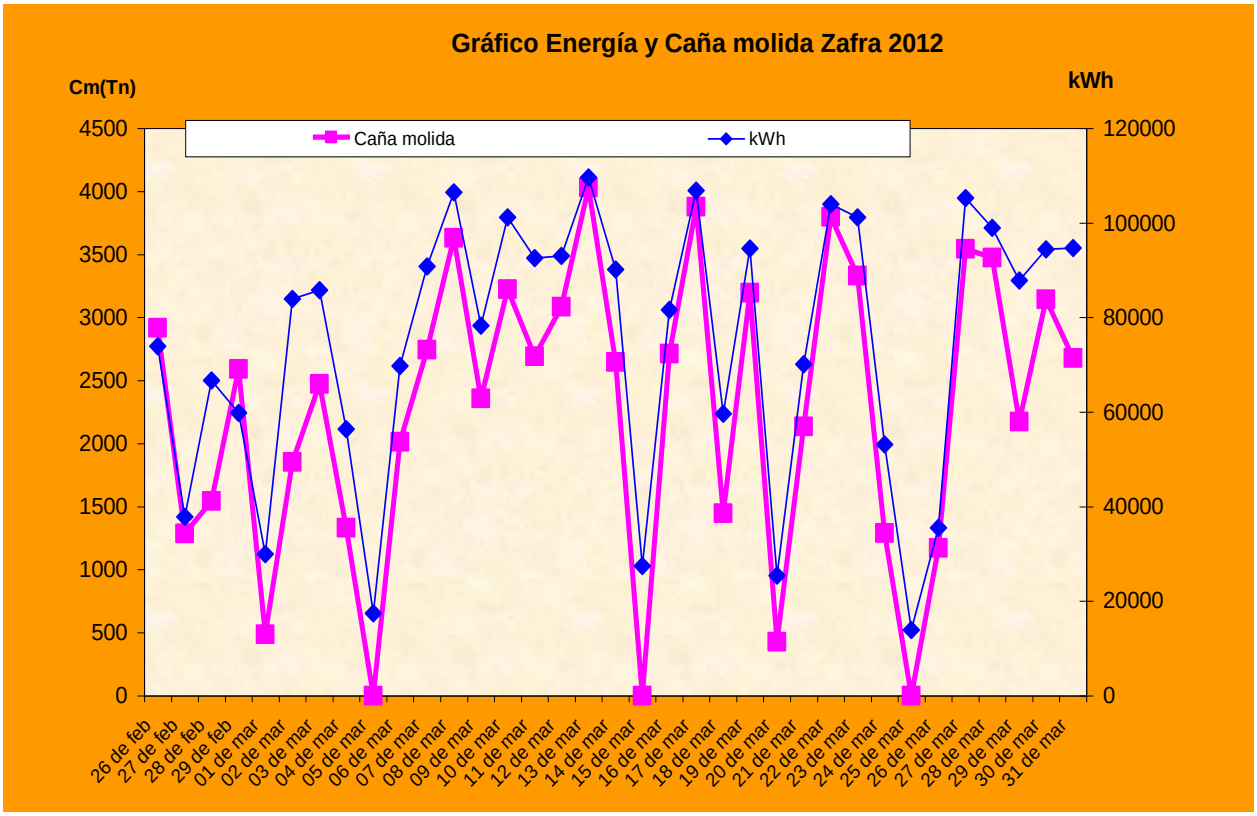


Figura 2.10:Grafico de indice de caña molida en toneladas y energía en hWh.

En esta figura 2.11 se observa una tendencia a la correlación lineal entre el consumo de electricidad y la caña molida, el coeficiente de correlación es alto (0,91), corroborando la acertada utilización del índice de consumo (kWh/caña molida). El consumo fijo de electricidad no asociado a la molida en el período analizado fue un promedio de 21283 kWh/35 días.

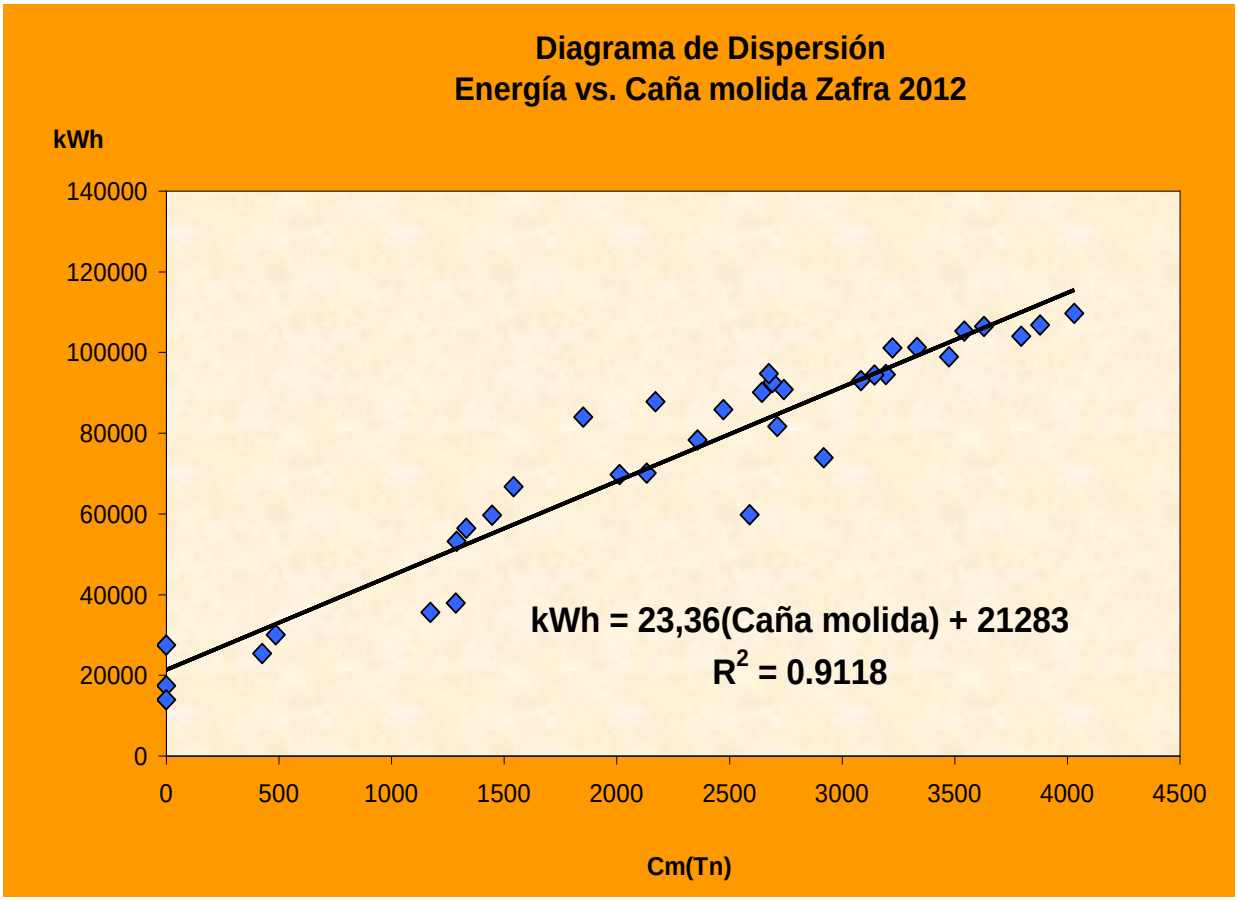


Figura 2.11: Gráfico de Energía contra toneladas de caña molida.

2.5- Sistema de Suministro Eléctrico

Actualmente la Industria Azucarera cuenta con un bancos de transformadores de 5500 kVA, de 33/6.3 kV que alimenta la barra donde están conectados los cinco molinos que existen y de los dos juegos de cuchillas alimenta la 2da, además de otros equipos de consumo propio. De la misma barra se alimentan dos transformadores de 2*1000 kVA de 6.3/0.44 kV que estos alimentan a los otros equipos que se usan en el centro, pero los de mayor importancia serían, el 1er juego de cuchillas, los motores en la centrifuga, las bombas de inyección de vacío entre otras bombas como las de alimentar calderas, también los dos Bancos de Capacitares. La Termoeléctrica está compuesta por 2 Turbogeneradores de 4 MW que sincroniza a la barra de 6.3kV.

El CAI cuenta con 1 Bancos principales:

- 1 Banco de 5500 kVA de 33/6.3kV conexión Δ / Y .

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

Equipos	Volt.	A.	F.P	kW
Motor molino # 1.	6300	58	0.91	500
Motor molino # 2.	6300	60	0.90	500
Motor molino # 3.	6300	60	0.90	500
Motor molino # 4.	6300	72	0.89	630
Motor molino # 5.	6300	72	0.92	630
Motor eléctrico Cuchilla # 2.	6300	52	0.92	400

Tabla 2.8: Equipos más consumidores en la Barra de 0,44 kV.

Equipos	Volt.	A.	F.P	kW
Motor VTF # 1.	440	318	0,90	250
Motor VTS # 1.	440	204	0,90	132
Motor VTI # 1.	440	126	0,90	110
Motor VTF # 2.	440	314	0,87	250
Motor VTS # 2.	440	204	0,87	132
Motor VTI # 2.	440	126	0.87	110
Centrifuga ASEA # 1	440	208	0,91	103
Centrifuga ASEA # 2	440	208	0,91	103
Centrifuga ASEA # 3	440	208	0,91	103
Centrifuga ASEA # 4	440	208	0,91	103
Centrifuga ASEA # 5	440	208	0,91	103
Motor bomba agua alimentar # 1.	440	511	0,8	315
Motor bomba agua alimentar # 2.	440	425	0,8	285
Motor eléctrico Cuchilla # 1.	440	715	0.92	400

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 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
Basculador	20	1 905,0
Molinos	56	4 690,0
Hornos	56	2 845,0
Planta Eléctrica	13	980,0
Purificación	36	4 020,0
Concentración y Cristalización	42	1 645,0
Centrifuga	40	1 819,0
Peso y Envase	11	226,0
Micelanias	14	325,3
Industria	247	3 230,0
Total	**535**	**21 485.3**

En este gráfico 2.12 se observa el comportamiento de la potencia instalada por áreas en la UEB. Se puede apreciar que las áreas de más consumo son las de Molinos, Purificación e Industria demostrando que se tiene que analizar más a fondo estas áreas ya que son las más representativas.

Figura 2.12: Potencia instalada por áreas.

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 de Tarifaría Eléctrica, 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 López-Peña.

Precio promedio de un kW serían 0.21$.

- 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), más 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.

2.5.3-Análisis de las mediciones eléctricas realizadas.

Las mediciones fueron realizadas instantáneamente con un analizador de redes aprovechando sus potencialidades, en un día estable de zafra, dichas mediciones se hicieron en las barras de de 6.3 y 0.44 kV de la UEB. También se analizan las mediciones recogidas día a día en el transcurso de la zafra 2012. El estudio va enfocado en las mediciones diarias para observar el comportamiento del sistema eléctrico en el Central.

Análisis de las mediciones de los archivos diarios en la zafra:

Tabla 2.13 Comportamiento de la Energía Activa, reactiva y FP en la zafra 2012.

AÑO 2009		CONSUMO DE ENERGÍA ACTIVA (kWh)			CONSUMO DE ENERGÍA REACTIVA (kVarh)		
Meses	**FP**	**DIA**	**PICO**	**MAD**	**DIA**	**PICO**	**MAD**
Febrero	0,92	99 600.00	59 854.00	79 460.00	92.71,40	1.20,75	-
Marzo	0,89	1 383 963.00	57 000.00	992466.00	17109,40	305,68	-
Abril	0,91	976756.00	245 200.00	750945.00	12 525.00	672,04	-
Mayo	0,91	1583500.00	99 321.00	600545.00	12.710,40	1 50,75	-
Junio	0,90	68 654.00	54 622.00	87 845.00	6.710,40	968.65	-

La figura 2.13 muestra que en el mes de marzo se consumió más energía reactiva que en los otros meses de zafra.

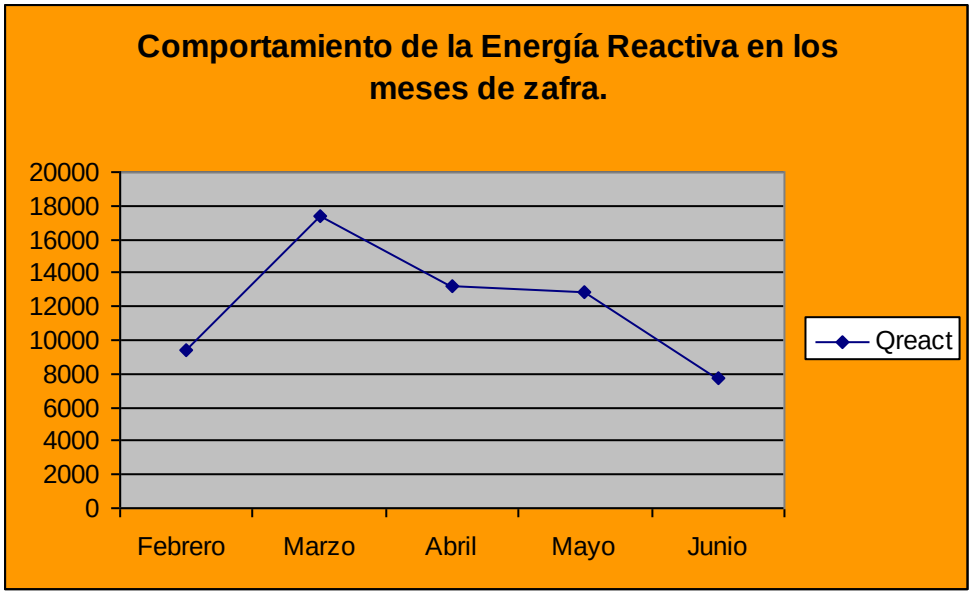


Figura 2.13: Gráfico de las Potencias Reactiva en los meses de zafra.

La figura 2.14 representa el estado mensual del Factor de Potencia (Fp) en el central. Este gráfico da la medida del buen Factor de potencia existente en el central reafirmando el análisis anterior de las mediciones instantáneas. Esto se debe a los dos Bancos de Capacitores que hay en el centro, lo que demuestra también el bajo consumo de la Potencia Reactiva.

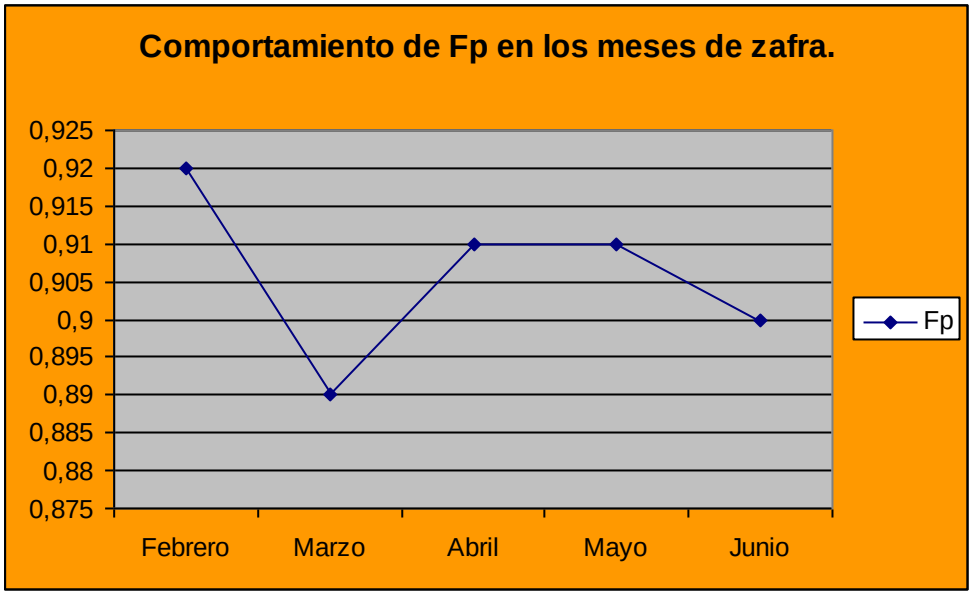


Figura 2.14: Gráfico del comportamiento del Fp en los meses de zafra.

2.6- Evaluación del sistema de iluminación

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

- ✓ Existe iluminación en las áreas exteriores.
- ✓ 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 35 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.

- Existen áreas donde se puede sustituir el alumbrado por otro más eficiente, por ejemplo:
  - Escalera de Planta Eléctrica 6 de Mercurio 250 W por 6 X 32W.
  - Casa de Trasiego de Pailones 2 de 250 W por 4X 32W.
  - Sala de Baja tensión del área de Molinos 3 de Mercurio 250 W por 3 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 la UEB.

La UEB cuenta solamente con 1 tandem, esta es la raíz de los problemas existentes en la carga instalada, en este caso a la entrada de la barra de 6.3 kV contamos con 5500 kVA y en la segunda barra existen 2 transformadores de 2*1000 kVA. Se quiere sustituir el transformador de 5500 kVA en la etapa de no zafra por uno de 500 kVA lo que traería un mejoramiento en la transformación ya que tiene menos pérdidas por transformación y trabajaría eficientemente con la carga instalada al central en la etapa de no zafra.

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:

Tubería	Diámetro (mm)	Temperatura del Fluido (Tf) (°C)	Longitud sin aislamiento (m)	Pérdidas de calor diarias (Kcal./hdía)
Vapor directo a Turbos	400	330	36	937440
Vapor directo a reductora 250/150	300	315	16	441408
Vapor después reductora 250/150	300	280	26	646152
Vapor por reductora 150/25	250	130	10	224400
Derivación 150 psi escoba y limpieza	200	150	6	158400
Derivación 150 psi escoba y limpieza	100	150	7	85008
Derivación 150 psi escoba y limpieza	75	140	15	134640

Vapor escape al Pre- evaporador	800	130	6	38016
Vapor escape al Desareador	350	130	50	1848000
Agua alimentar caldera bombas # 1 y 2	350	100	15	316800
Agua alimentar caldera bombas # 1 y 2	250	100	20	290400
Agua alimentar caldera bomba # 3	150	100	15	118800
		Total	**222**	**5239464**

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 está por debajo en algunos renglones y a sobre cumplido en otros como se puede apreciar en el resultado según los parámetros mostrados a continuación.

Tabla 2.14: Parámetros de Eficiencia del azúcar

Parámetros	**Plan**	**Real**
% Pol en Bagazo	2.30	2.42
% Humedad en Bagazo	50.00	50.84
% PH Jugo Clarificado en norma	90.00	62.00
% 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	100.00	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 está formado por:

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

Las pantallas laterales, frontal, trasera y el techo del horno está 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 está 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

No se detectaron salideros de significación importante en las redes de conducción de Agua, las mismas presentan válvulas reguladas para que no existan goteras que a largo tiempo represente una pérdida importante para el sistema.

2.11- Conclusiones del Capitulo #2

En el presente capitulo hemos logrado describir los siguientes problemas:

- Se describió el flujograma de los portadores energéticos.
- Se demostró que el portador más significativo en la UEB es la electricidad.
- Conocimos que el portador de mayor gasto monetario es la electricidad con un 50.9 %.
- 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 Purificación y Molinos como las de mayor peso en el consumo de energía de la UEB.
- Se demostró la mala contratación de la demanda en tiempo de zafra.
- Demostramos que existe un buen factor de potencia en el central.

Capítulo III: Implementación del Sistema de Gestión en la UEB López-Peña.

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 la UEB.

Cálculos de la Iluminación:

Desconexión durante el día del alumbrado encendido innecesariamente.

Método de cálculo empleado**:**

EL ahorro sería el cambio de iluminación ineficiente en áreas de la industria.

Concepto # 1	**Beneficio Potencial**	
Cambio de 35 Lámparas de 40 W por 32 W.	**kWh/año**	**$/año**
	302.4	63.5

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)	1.4
(PLE) Potencia instalada de las lámparas eficientes (kW)	1.12
(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):

$$Ea = CLNE - CLE$$

Concepto # 2	**Beneficios potenciales**	
	kWh/año	$/año
Eliminación del consumo de 5 dependencias ajenas que son pagados por el centro.	159643.96	33525.23

Método de Cálculo empleado.

En las Tablas 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, y 3.5 se muestran los datos y el cálculo de los consumos por equipos, locales y áreas de cada dependencia ajena que paga el centro, las formulas empleadas para los cálculos son:

$Ca = C \times P \times Ta$

Donde: Ca- Consumo Anual (kWh)

C-Cantidad de Equipos

P-Potencia (kW)

Ta-Tiempo de Trabajo Anual (h)

La Energia Ahorrada (Ea) (kWh/año) y el Beneficio Potencial Anual (Bp) ($/año) se calculan por las siguientes fórmulas:

$Ea = Cta1 + Cta2 + Cta3 + Cta4 + Cta5$

$Bp = Ea \times Pp$

Donde: Pp- Precio promedio del kWh ($ 0.21).

Todos los datos para el cálculo se obtienen de las tablas siguientes:

Tabla 3.1- Levantamiento de Cargas y cálculo del Consumo de las Oficinas de la Dirección en el Área que ocupa la UEB de Atención a los Productores.

	Iluminación				
Locales	(C) Cantidad de equipos	(P) Potencia (kW)	(Td) Tiempo de trabajo Diario (h)	(Dt) Días de trabajo al año	(Ca) Consumo Anual (kWh)
Centro de gestión contable	2	0.036	7	287	144.65
Contabilidad	2	0.036	7	287	144.65
J' Económico	1	0.036	7	287	72.32
Dirección agropecuaria	2	0.036	7	287	144.65
Combustible y estadísticas	1	0.036	7	287	72.32
Cuadros	1	0.036	7	287	72.32
Tierra	1	0.036	7	287	72.32
Especialistas Caña	1	0.036	7	287	72.32
Comercial	2	0.036	7	287	144.65
Dirección Caña	2	0.036	7	287	144.65
	Aires acondicionados y ventiladores				
Centro de gestión contable	2	0.045	7	287	144.65
Contabilidad	1	0.56	7	287	900.03
J' Económico	1	0.56	7	287	900.03
Dirección agropecuaria	1	0.045	7	287	72.32
Cuadros	1	0.045	7	287	72.32
Tierra	1	0.045	7	287	72.32
Especialistas Caña	1	0.56	7	287	900.03
Comercial	1	0.045	7	287	72.32
Dirección Caña	1	0.045	7	287	72.32
	Computadoras				
Centro de gestión contable	2	0.2	7	287	642.88
Contabilidad	2	0.2	7	287	642.88
J' Económico	1	0.2	7	287	321.44
Dirección agropecuaria	1	0.2	7	287	321.44
Combustible y estadísticas	2	0.2	7	287	642.88
Cuadros	1	0.2	7	287	321.44
Tierra	1	0.2	7	287	321.44
Especialistas Caña	1	0.2	7	287	321.44
	Caja de agua fría				
Centro de gestión contable	1	0.3	7	287	321.44
			(Cta1) Consumo Total Anual (kWh)		**7931.53**

Tabla 3.2- Levantamiento de Cargas y cálculo del Consumo de las Oficinas de Comunicaciones en el Área que ocupa la UEB de Atención a los Productores.

	Iluminación							
Locales	(C) Cantidad de equipos	(P) Poten-cia (kW)	Tiempo de trabajo Diario Zafra (h)	Tiempo de trabajo Diario no Zafra (h)	Días de trabajo en zafra	Días de trabajo en no zafra	(Ta) Tiempo de trabajo Anual (h)	Consu mo Anual (kWh)
Pantry							0	0
Pizarra	1	0.036	16	8	70	232	2976	107.13
Planta de radio	1	0.036	16	8	70	232	2976	107.13
Centro telef.							0	0
Taller	2	0.036	8	8	70	232	2416	173.95
	Ventiladores							
Pizarra	1	0.045	16	8	70	232	2976	107.136
Taller	1	0.045	8	8	70	232	2416	86.976
	Hornilla eléctrica							
Pantry	1	1.2	0.5	0.5	70	232	151	144.96
	Caja de Agua							
Pantry	1	0.2	8	8	70	232	2416	386.56
	Plata de radio y telefónica							
Planta de radio	1	0.03	16	8	70	232	2976	71.424
Centro telef.	1	0.8	16	8	70	232	2976	1904.64
						(Cta2) Consumo Total Anual (kWh)		**3012.28**

Tabla 3.3- Levantamiento de Carga y cálculo del Consumo del Bombeo de Agua para la Población de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado.

	(P) Potencia (kW)	Factor de Pot.	Voltaje (V)	Corri-ente (A)	(Td) Tiempo de trabajo Diario (h)	(Dt) Días de trabajo al año	(Ta) Tiempo de trabajo Anual (h)	(Ca) Consumo Anual (kWh)
Nominales	30	0,85	440	50				
Reales	18	0,8	437	30	20	365	7300	131400
						(Cta4) Consumo Total Anual (kWh)		**131400**

Tabla 3.4- Levantamiento de Cargas y cálculo del Consumo de los locales del área que ocupa la EMPAIA.

	Iluminación							
Locales	(C) Cantidad de equipos	(P) Potencia (kW)	Tiempo de trabajo Diario Zafra (h)	Tiempo de trabajo Diario no Zafra (h)	Días de trabajo en zafra	Días de trabajo en no zafra	(Ta) Tiempo de trabajo Anual (h)	(Ca) Consumo Anual (kWh)
J' Almacén	2	0.04	12	8	70	232	2696	215.68
Pacillo	2	0.04	12	8	70	232	2696	215.68
Almacén	1	0.3	12	8	70	232	2696	808.8
Exterior	1	0.25	12	12	70	232	3624	906
	Aires acondicionados y ventiladores							
J' Almacén	1	0.08	12	8	70	232	2696	172.54
	Computadoras							
J' Almacén	2	0.3	12	8	70	232	2696	1294.1
	Neveras							
Almacén	2	0.25	16	16	70	232	4832	1932.8
	Grúas Viajeras							
Exterior	2	3	0.5	0.5	90	275	182.5	876
						(Cta3) Consumo Total Anual (kWh)		**5992.35**

Tabla 3.5 Cálculo del Consumo del Taller de Locomotoras en el área que ocupa la Empresa de Transporte Ferroviario.

	Mediciones realizadas con el Analizador de Redes				(Td) Tiempo de trabajo Diario (h)	(Dt) Días de trabajo al año	(Ta) Tiempo de trabajo Anual (h)	(Ca) Consumo Anual (kWh)
Fase	**A**	**B**	**C**	**Total**				
(P) Potencia (kW)	1.725	1.8	1.4	4.925	8	287	2296	11307,8
					(Cta5) Consumo Total Anual (kWh)			**11307,8**

Potencial de Ahorro por Instalación de otro banco de Transformadores para alimentar la industria en la etapa de no zafra.

Concepto # 3	**Beneficios potenciales**	
	kWh/año	$/año
Instalación de otro banco de Transformadores de 500 kVA para alimentar la industria en la etapa de no zafra, enfriando el actual de 5500 kVA durante ese período.	66794,31	14026,81

Método de Cálculo del Potencial de Ahorro

Se utilizan las fórmulas siguientes:

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

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

PTA = Pt x Ta

Ip = PTA x Pp

Donde: kVAr- Máxima demanda Promedio (kW).

Pt- Pérdidas de Transformación (kWh/mes).

PTA- Pérdidas totales anuales.

Ip-Importe de PTA.

Los datos de los transformadores para el cálculo se toman de la Tabla 3.6 teniendo en cuenta que en la actualidad el transformador de (5500 kVA) trabaja todo el año (en zafra interactúa con la carga 24h diarias aproximadamente 3 meses y en no zafra solo 8h durante 9 meses, el transformador propuesta (500 kVA) estaria frío en zafra y en no zafra interactúa con la carga 8h diarias durante 9 meses, se realizan los cálculos para cada caso y se obtienen las pérdidas de transformación para un mes, las anuales y el importe de las mismas para cada caso.

Tabla 3.6- Datos del Banco de Transformadores de la Industria (Actual y Propuesto).

Datos	**Transformador actual (1x5,5 MVA) en no zafra**	**Transformador propuesto (1 x 500 kVA) no zafra**
(P Fe) Pérdidas en el Hierro (kW):	12,5	1,484
T3: Tiempo en horas en que está energizado el Transformador (h):	720	720
(fp) Factor de Potencia de Cálculo de acuerdo al CEE ó 0,8 si no se mide reactivo:	0,98	0,98
(P Cu) Pérdidas en el Cobre (kW):	55	6,883
(kWh)Consumo del mes (kWh):	56680	56680
(kVAn) kVA nominales (kVA):	5500	112,5
(T1) Tiempo de trabajo en que interactúa la carga (h):	200	200
(Ta) Tiempo de trabajo anual (mes):	9	9
Un turno 200h/mes:	200	200
Dos turnos 400h/mes:	400	400
Tres turnos 720h/mes:	720	720
(Pp) Precio promedio del kW ($):	0,21	0,21

Tabla 3.7 Resultados del cálculo de las pérdidas y del importe de las mismas para cada caso.

	Perdidas de Transformación (kWh/mes)	Perdidas de Transformación (kWh/año)	Importe por Perdidas ($/año)
Transformador actual (1x5,5 MVA) en no zafra	9036,06	81324,51	17078,15
Transformador Propuesto (1x500 kVA) en no zafra	1614,47	14530,20	3051,34

Tendriamos dos variantes: Variante 1- la actual donde en le período de no zafra el servicio esta por el transformador existente y la Variante 2- la propuesta donde enfriaríamos el transformador actual en no zafra y el servicio se recibira del transformador propuesto de 500 kVA, a la Variante-1 (actual) se le restaría la Variante-2 (propuesta) y se obtiene la Energía Ahorrada (Ea) (kW/h año) y el Beneficio Potencial Anual (Bp) ($/año) (ver Tabla 3.8).

Tabla 3.8 Resultados del cálculo de las variantes y los beneficios potenciales que se obtienen.

	Pérdidas de Transformación (kWh/mes)	Pérdidas de Transformación (kWh/año)	Importe por Perdidas ($/año)
Variante-1	9036,06	81324,51	17078,15
Variante-2	1614,47	14530,2	3051,34
Beneficio Potenciales	7421,59	66794,31	14026,81

Potencial de Ahorro por instalación de interruptores para seccionalizar 2 circuitos de alumbrado del taller de maquinado e instalación de iluminación localizada fluorescente 2x36 w en cada una de las 15 máquinas herramientas.

Concepto # 4	**Beneficios potenciales**	
	kWh/año	$/año
Instalación de interruptores para seccionalizar 2 circuitos de alumbrado del taller de maquinado e instalación de iluminación localizada fluorescente 2x36 w en cada una de las 15 máquinas herramientas.	9082,4	1907,3

Método de Cálculo del Potencial de Ahorro

De las tablas 3.9 y 3.10 se obtiene el Consumo Total de la Variante Actual (Ctva) (kWh) y el Consumo Total de la Variante Propuesta (Ctvp) (kWh), la Energia Ahorrada (Ea) (kWh/año) y el Beneficio Potencial Anual (Bp) ($/año) se calculan por las siguientes fórmulas:

$$Ea = Ctva - Ctvp$$

$$Bp = Ea \times Pp$$

Donde: Pp- Precio promedio del kWh ($ 0.21)

Los datos para el cálculo se obtienen de las tablas siguientes:

Tabla 3.9- Datos y Consumo del Alumbrado del Taller de maquinado controlado por 1 interruptor.

Variante Actual (1 Circuito)							
Área	Potencia Instalada (kW)	Tiempo de trabajo Diario Zafra (h)	Tiempo de trabajo Diario no Zafra (h)	Días de trabajo en zafra	Días de trabajo en no zafra	Tiempo de trabajo Anual (h)	Consumo Anual (kWh)
Taller de Maquinado	3,5	24	8	70	232	7248	12376
			(Ctva) Consumo total Anual (KWh)				**12376**

Tabla 3.10 Datos y Consumo del Alumbrado del Taller de maquinado controlado por 2 interruptores e instalando la iluminación localizada fluorescente 2x36 w en cada una de las 15 máquinas herramientas.

Variante Propuesta (2 Circuitos, 1 para cada sección del taller e instalar iluminación localizada fluorescente de 2x36 w para cada una de las 15 máquinas herramientas.								
Área	Modificaciones	P Instalada (kW)	Tiempo de trabajo Diario Zafra (h)	Tiempo de trabajo Diario no Zafra (h)	Días de trabajo en zafra	Días de trabajo en no zafra	Tiempo de trabajo Anual (h)	Consumo Anual (kWh)
Taller de Maquinado	**Circuito 1**	1,5	12	0	70	0	840	945
	Circuito 2	2	12	0	70	0	840	1260
	Iluminación Localizada	1,08	8	8	70	232	1680	1088,6
					(Ctvp) Consumo total Anual (KWh)			**3293,6**

Potencial de Ahorro instalando interruptores para seccionalizar 10 circuitos de alumbrado de diferentes áreas de la industria.

Concepto # 5	**Beneficios potenciales**	
	kWh/año	$/año
Instalación de interruptores para seccionalizar 10 circuitos de alumbrado de diferentes áreas de la industria.	3990,00	837,90

Método de Cálculo del Potencial de Ahorro

De las tablas 3.11 y 3.13 sumamos los Consumo Totales Anuales (Cta) y se obtiene el Consumo Total de la Variante Actual (Ctva) (kWh) y de las tablas 3.12 y 3.14 sumamos los Consumo Totales Anuales y se obtiene el Consumo Total de la Variante Propuesta (Ctvp), la Energia Ahorrada (Ea) (kWh/año) y el Beneficio Potencial Anual (Bp) ($/año) se calculan por las siguientes fórmulas:

$Ea = Ctva – Ctvp$

$Bp = Ea \times Pp$

Donde: Pp- Precio promedio del kWh ($ 0.21)

Tabla 3.11- Datos y Consumo del Alumbrado que permanece encendido en zafra durante el día por estar directo a la red sin interruptores.

Variante actual				
Área	**Potencia Instalada (kW)**	**Tiempo de trabajo diario (h)**	**Tiempo de trabajo anual (h)**	**Consumo Anual (kWh)**
Bombas de Guarapo Alcalizado	0,25	24	1680	420
Pre-evaporador	0,25	24	1680	420
Bombas de elevado	0,25	24	1680	420
Compresores	0,25	24	1680	420
Casa de cal	0,25	24	1680	420
Centrífugas	0,5	24	1680	840
Cuádruplo	0,5	24	1680	840
Cristalizadores	0,5	24	1680	840
Tachos y vasos	0,75	24	1680	1260
	(Cta) Consumo total Anual (KWh)			5880

Tabla 1.12- Datos y Consumo del Alumbrado que se apagaría en zafra durante el día al instalarle interruptores.

Variante Propuesta				
Área	**Potencia Instalada (kW)**	**Tiempo de trabajo diario (h)**	**Tiempo de trabajo anual (h)**	**Consumo Anual (kWh)**
Bombas de Guarapo Alcalizado	0,25	12	840	210
Pre-evaporador	0,25	12	840	210
Bombas de elevado	0,25	12	840	210
Compresores	0,25	12	840	210
Casa de cal	0,25	12	840	210
Centrífugas	0,5	12	840	420
Cuádruple	0,5	12	840	420
Cristalizadores	0,5	12	840	420
Tachos y vasos	0,75	12	840	630
	(Ctp) Consumo total propuesta (KWh)			2940

Tabla 3.13- Datos y Consumo del Alumbrado del Tándem controlado por 1 interruptor.

Variante actual (1 Circuito)				
Área	**Potencia Instalada (kW)**	**Tiempo de trabajo diario (h)**	**Tiempo de trabajo anual (h)**	**Consumo Anual (kWh)**
Tándem	2,5	24	1680	4200
	(Cta) Consumo total Anual (KWh)			4200

Tabla 3.14- Datos y Consumo del Alumbrado del Tandem controlado por 2 interruptores.

Variante Propuesta (2 Circuitos, 1 para los motores y 1 para los molinos)				
Área	**Potencia Instalada (kW)**	**Tiempo de trabajo diario (h)**	**Tiempo de trabajo anual (h)**	**Consumo Anual (kWh)**
Tandem	1,25	12	840	1050
	1,25	24	1680	2100
	(Ctp) Consumo total Anual (KWh)			3150

Potencial de Ahorro instalando un rompe bultos fijo de 2 escalones para eliminar el motor eléctrico de romper bultos (gallego).

Concepto # 6	**Beneficios potenciales**	
	kWh/año	$/año
Instalación de un rompe bultos fijo de 2 escalones para eliminar el motor eléctrico de romper bultos (gallego).	2016,00	423,36

Tabla 3.15- Datos nominales y reales del motor de romper bultos (gallego).

	Potencia Activa (Pa) (kW)	**Potencia Reactiva (Pr) (kVAR)**	**Factor de Potencia**	**Voltaje (V)**	**Corriente (A)**	**Velocidad (rpm)**
Nominales	**30**	**-**	**0.85**	**440**	**49.2**	**1750**
Reales x Fases ABC	0.4	4.7	0.07	438	18	-
	0.3	4.9	0.07	437	19	-
	0.5	5.4	0.1	437	20	-
Reales	**1.2**	**15**	**0.08**	**437**	**19**	**1730**

Método de Cálculo del Potencial de Ahorro

El motor eléctrico que acciona al rompe bulto trabaja todo el período (Tt) de zafra (24 horas durante aproximadamente 70 días de zafra) consumiendo una energía innecesaria que se ahorraría sustituyéndolo por un rompe bulto fijo de dos escalones, la Energía Ahorrada (Ea) (kWh año) y el Beneficio Potencial Anual (Bp) ($/año) se calculan por las siguientes fórmulas:

$Ea = Pa \times Tt$

$Bp = Ea \times Pp$

Donde: Pa- Potencia Activa (kW).

Tt- Tiempo de trabajo anual (1680 h/año).

Pp- Precio promedio del kW/h ($ 0.21)

Potencial de Ahorro por el mejoramiento de la insulación de las tuberías.

Concepto # 7	**Beneficios potenciales**	
	kWh/año	$/año
Energía dejada de generar por las pérdidas de calor provocadas por la falta de aislamiento térmico en tuberías	40839	8576,19

Método de Cálculo del Potencial de Ahorro

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

Asumiendo la temperatura ambiente (Ta) de 30°Cy teniendo en cuenta la Temperatura del fluido (Tf), se calcula la diferencia de temperatura (Tf - Ta), con esta diferencia y con el diámetro de la tubería se va al Nomograma de Wrede (Ver anexo #) para determinar las Pérdidas de calor (kCal/h) por metros lineales de tubería, y luego aplicamos la siguiente ecuación:

$PCd = Pcm \times L \times Ft \times T$

Donde: PCd- Pérdidas de calor diarias (kCal/h).

Pcm- Pérdidas de calor para un metro de tubo (kCal/h).

L- Longitud sin aislar (m)

Ft- factor para temperatura ambiente distinta de 20 ^{0}C

T- Tiempo (24h)

PCd = 5239464 kCal/h diarias (ver tabla Tabla 3.16).

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:

$$CB = PCd / PCIb$$

Donde: CB- Cantidad de Bagazo desperdiciada (Tn)

PCIb- Poder Calórico Inferior del Bagazo (kCal/kg).

Estos 2852 kg de bagazo desperdiciados (24 horas) en pérdidas de calor en las calderas:

El Índice de generación de las Calderas: 1,8 kg vapor/ kg de bagazo. (Obtenido según Software Cálculo de eficiencia en Generadores de Vapor).

$$Cv = Igv \times CB$$

Donde: Cv- Cantidad de Vapor desperdiciada (kg)

Igv- Índice de Generación (kg vapor/kg bagazo)

En generación de vapor: Se desperdician 5134 kg de vapor diariamente.

Para 70 días de Zafra serían 359380 kg de vapor dejadas de utilizar por concepto de pérdidas en insulación.

El Consumo especifico del turbogenerador (Cet): 8,8 kg de vapor/ kW generado. (Obtenido según Katmar Software para cálculo del consumo de turbinas de vapor).

$$Eng = Cv / Cet$$

$$Bp = Eng \times Pp$$

Donde: Eng- Energía dejada de generar (kWh).

Pp – Precio promedio kW/h ($ 0,21)

En el turbogenerador: Se dejan de generar 40839 kWh en 70 días de Zafra que si los dejaran de consumir del SEN significarían un beneficio económico de 8576,19 $.

Tabla 3.16- Pérdidas de calor diarias en las tuberías por metros lineales (kCal/h).

Tubería	Diámetro de la tubería (mm)	Temperatura del Fluido (Tf) (°C)	Longitud de tubería sin aislamiento (m)	Pérdidas de calor diarias (kCal/hdía)
Vapor directo a Turbos	400	330	36	937440
Vapor directo a reductora 250/150	300	315	16	441408
Vapor después reductora 250/150	300	280	26	646152
Vapor por reductora 150/25	250	130	10	224400
Derivación 150 psi escoba y limpieza	200	150	6	158400
Derivación 150 psi escoba y limpieza	100	150	7	85008
Derivación 150 psi escoba y limpieza	75	140	15	134640
Vapor escape al Pre- evaporador	800	130	6	38016
Vapor escape al Desareador	350	130	50	1848000
Agua alimentar caldera bombas # 1 y 2	350	100	15	316800
Agua alimentar caldera bombas # 1 y 2	250	100	20	290400
Agua alimentar caldera bomba # 3	150	100	15	118800
		Total	**222**	**5239464**

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

Los puestos claves en la instalación son los siguientes:

- Basculadores
- Purificación
- Molinos

Plan de medidas de ahorro de energía en las áreas de Basculador, Purificación 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 posen 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 gestión 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 consuno 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 acarrean 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.
- ✓ Recontratar la Demanda en el tiempo de zafra elevarla a 5500 kW, y en tiempo de no zafra disminuirla a 500 kW. Esto le brindara notables ahorros a la empresa.
- ✓ Lograr llevar las calderas a su máximo nivel. Esto brindara 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 claves 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 forum 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 la UEB.
- ➢ Realizar la limpieza sistemática de las luminarias, ya que la suciedad reduce en un 20 % el nivel de iluminación.
- ➢ Instalar superficies reflectoras en las lámparas, pues esto direcciona e incrementa la iluminación y posibilita la reducción de lámparas en las luminarias.
- ➢ Utilizar balastros 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 35 lámparas de 40 W por 32 W.

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

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

➢ Evaluar una mayor utilización de la luz solar en aquellos lugares que sea posible. (tejas translucida)

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

➢ Aislar térmicamente las tuberías de conducción de:

Tubería	Diámetro de la tubería (mm)
Vapor directo a Turbos	400
Vapor directo a reductora 250/150	300
Vapor después reductora 250/150	300
Vapor por reductora 150/25	250
Derivación 150 psi escoba y limpieza	200
Derivación 150 psi escoba y limpieza	100
Derivación 150 psi escoba y limpieza	75
Vapor escape al Pre- evaporador	800
Vapor escape al Desareador	350
Agua alimentar caldera bombas # 1 y 2	350
Agua alimentar caldera bombas # 1 y 2	250
Agua alimentar caldera bomba # 3	150

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.
- Realizar un estudio de iluminación en el Taller de Maquinado con el objetivo de diseñar un sistema de alumbrado más eficiente.
- Actualizar el Acomodo de Carga en los cuatro centros supervisados.

3.9-Principales oportunidades de beneficios potenciales detectadas

Tabla 3.17: Descripción de las principales oportunidades de ahorro

No	Descripción	Beneficios Potenciales	
		kWh/año	$ /año
1	Cambio de 35 lámparas de 40W por 32W.	302.4	63.5
2	Eliminación de 5 dependencias ajenas que son pagadas por el centro.	159643.96	33525.23

3	Instalación de otro banco de Transformadores de 500 kVA para alimentar la industria en la etapa de no zafra, enfriando el actual de 5500 kVA durante ese período.	66794,31	14026,81
4	Instalación de interruptores para seccionalizar 2 circuitos de alumbrado del taller de maquinado e instalación de iluminación localizada fluorescente 2x36 w en cada una de las 15 máquinas herramientas.	9082,4	1907,3
5	Instalación de interruptores para seccionalizar 10 circuitos de alumbrado de diferentes áreas de la industria.	3990,00	837,90
6	Instalación de un rompe bultos fijo de 2 escalones para eliminar el motor eléctrico de romper bultos (gallego).	2016,00	423,36
7	Potencial de Ahorro por el mejoramiento de la insulación de las tuberías.	40839	8576,19
8	**Total de beneficios**	---	**59363.29**

3.11-Conclusiones del Capítulo #3

- Se dieron a conocer las Ineficiencias detectadas
- Realizamos los cálculos de beneficios potenciales abordando un resultado de **59363.29$** al año por eliminar los problemas detectados.
- Se analizó 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

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 la electricidad con un **50.9 %.**
- Se demostró que el horario de mayor Consumo es el del día.
- Logrando el reajuste de la demanda contratada hasta **5500 kW** en el tiempo de zafra y **500 kW** en el tiempo de no zafra logrará un ahorro de **$14026,81 al año.**
- Insulando las tuberías de Vapor del proceso se podría ahorrar:

- **En generación de vapor:** 5134 kg de vapor (Diario).
- **En el turbogenerador:** 40879 kWh en el periodo de Zafra serían 70 días.

Recomendaciones:

- Usar este estudio como base para investigaciones más profundas y aspiramos a la aplicación de este trabajo en la UEB López- Peña.
- 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. CRUZ 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: Resultado de las mediciones realizadas en el Taller de Maquinado con un Luxómetro.

ANEXO 4: Tablas utilizadas en el cálculo del Sistema de Aire Comprimido.

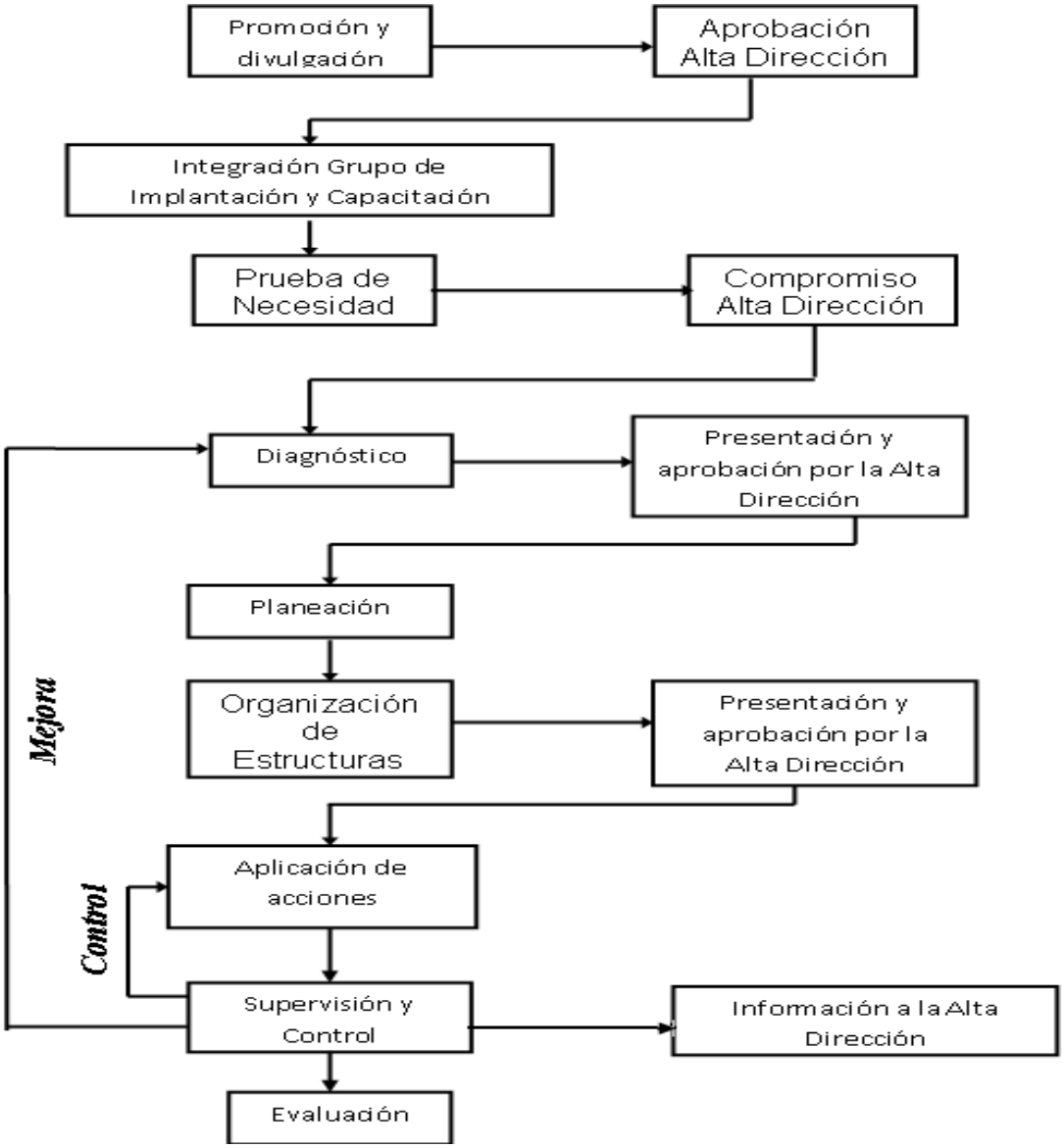
ANEXO 5: Tablas utilizadas en el cálculo de las pérdidas por transformación.

ANEXO 6: Nomograma de Wrede.

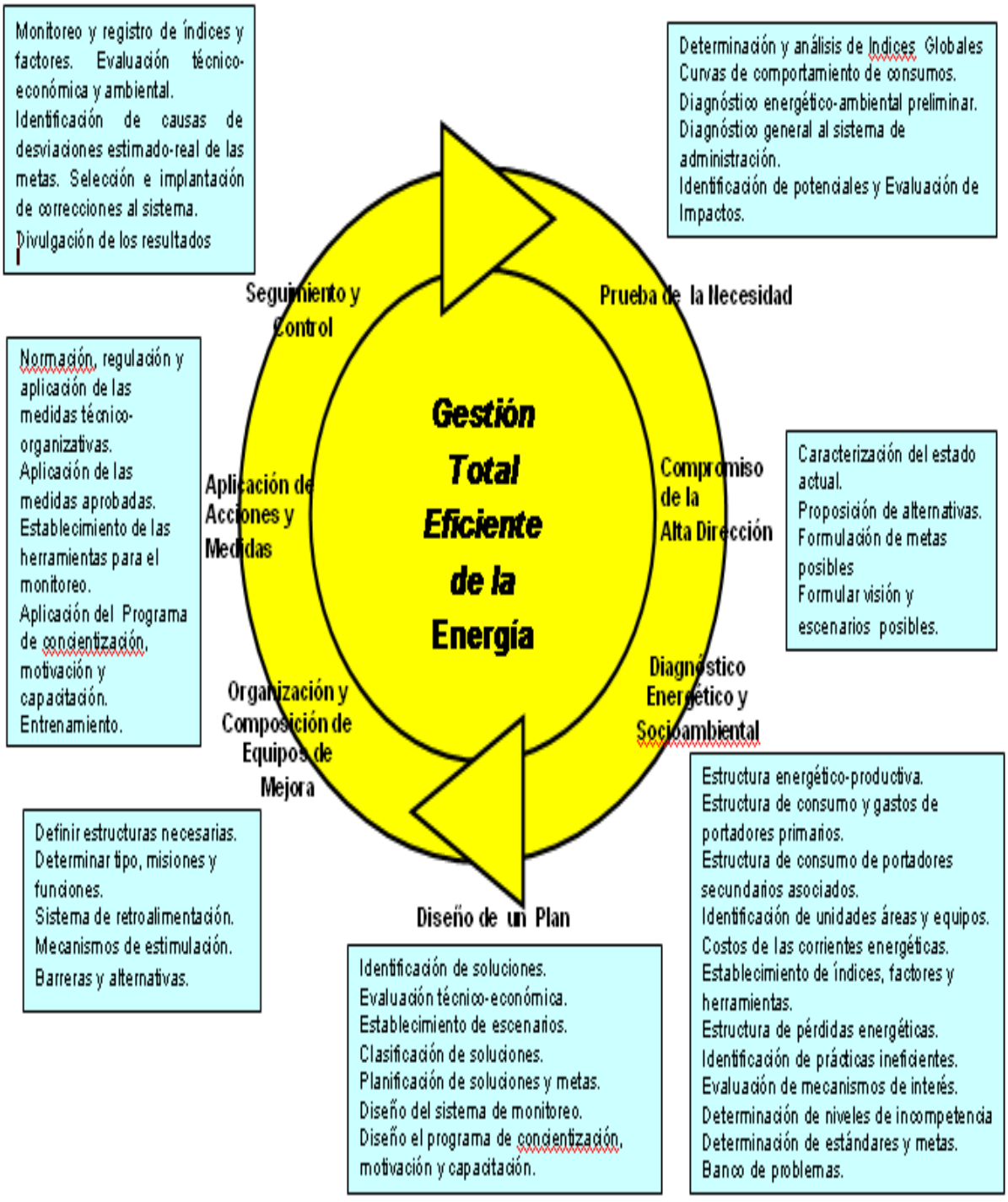
ANEXO 7: Analisador de Redes de NORTHWOOD DATA LOGGERS LTD

ANEXO 8: Nuevo Monolineal de la UEB López- Peña.

ANEXO 1: Gestión Total y Eficiente de la Energía



ANEXO 2: Gestión total eficiente de la Energía



ANEXO 3: 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 4: 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/cm²)	Consumo específico (Eae) (kWh/m³)
2	0.05
3	0.064
4	0.075
5	0.087
6	0.098
7	0.125

ANEXO 5: 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

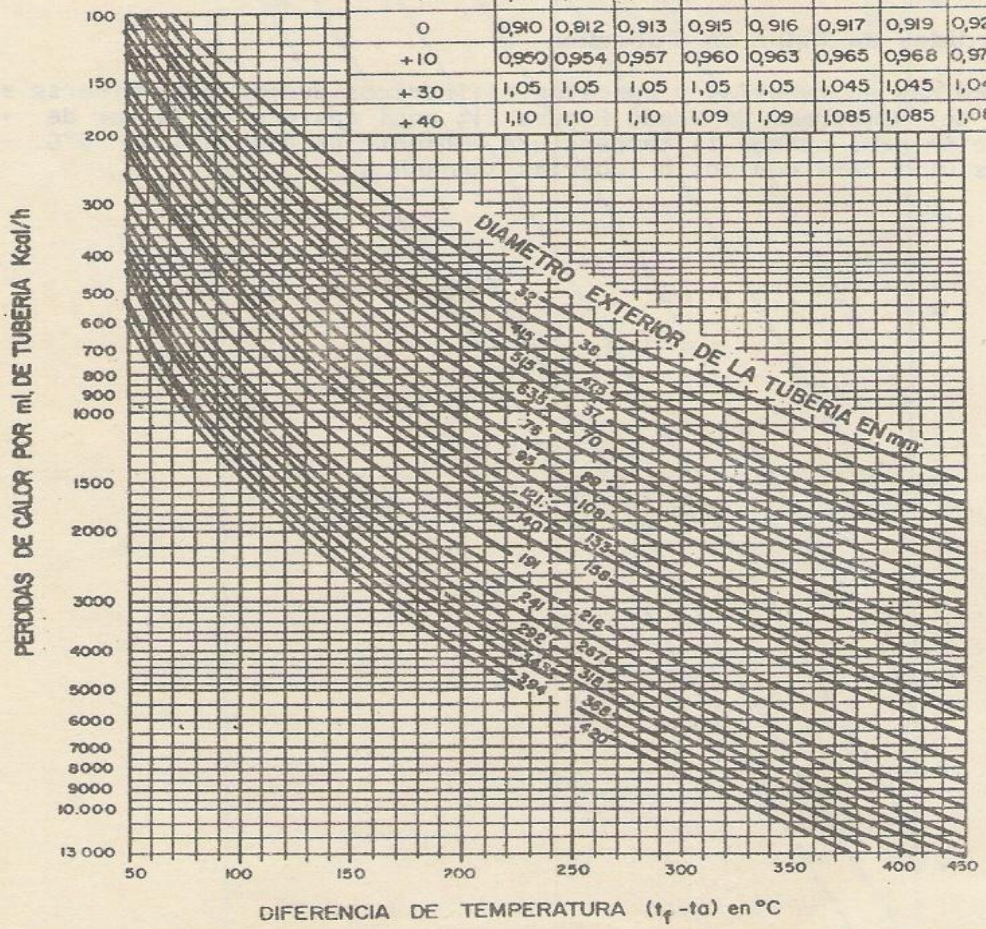
ANEXO 6: Nomograma de Wrede.

-44-

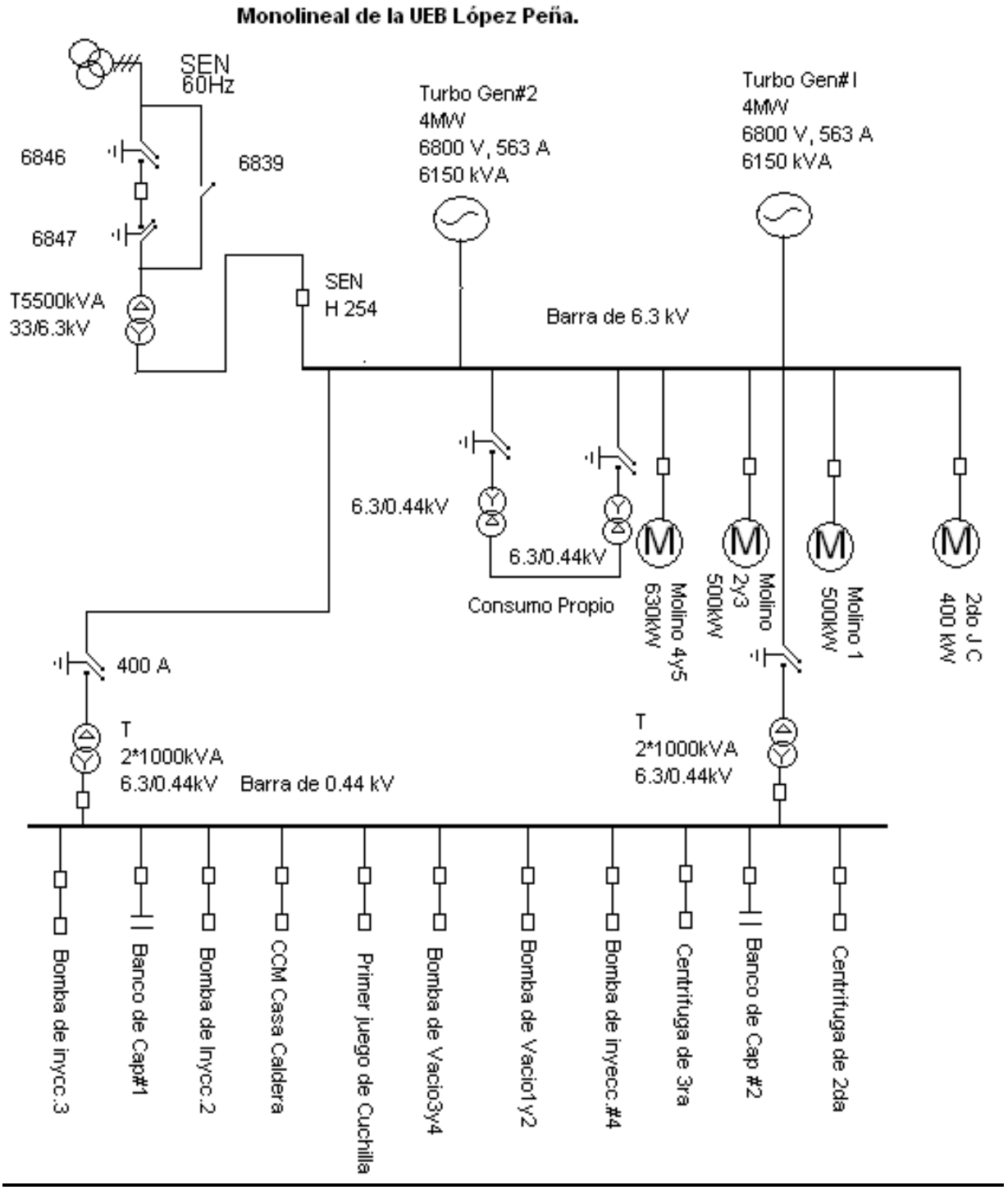
FIGURA 11. Nomograma de Wrede.

FACTOR POR EL CUAL SE DEBE MULTIPLICAR LA PERDIDA DE CALOR PARA TEMPERATURAS AMBIENTES DIFERENTES DE 20°C

TEMPERATURA DEL AIRE EN °c	DIFERENCIA DE TEMPERATURA ENTRE EL FLUIDO Y EL AIRE AMBIENTE EN °C								
	50	100	150	200	250	300	350	400	450
- 10	0,870	0,874	0,877	0,880	0,883	0,885	0,887	0,890	0,892
0	0,910	0,912	0,913	0,915	0,916	0,917	0,919	0,920	0,921
+10	0,950	0,954	0,957	0,960	0,963	0,965	0,968	0,970	0,972
+30	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,045	1,045	1,04	1,04
+40	1,10	1,10	1,10	1,09	1,09	1,085	1,085	1,08	1,08



* Figura recogida del folleto -El aislamiento térmico en la industria- publicado por Cristalería Española.

ANEXO 7: Analizador de Redes de NORTHWOOD DATA LOGGERS LTD

ANEXO 8: Monolineal de la UEB López Peña.