



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

# *Trabajo de Diploma*

*En opción al Título de*

## *Ingeniero Eléctrico*

*Título: Sistema para la Gestión Energética en el Combinado  
Lácteo "El Vaquerito" de Moa.*

*Autor: Karell Lexander Garcés Gallardo.*

*Tutor: Dr.C. Secundino Marrero Ramírez.*

## *DECLARACIÓN DE AUTORIDAD.*

---

Yo:

Diplomante: Karell Lexander Garcés Gallardo.

Y

Tutor: Dr.C. Secundino Marrero Ramírez.

Autores de este Trabajo de Diploma titulado:

✚ Sistema para la Gestión Energética en el Combinado Lácteo " El Vaquerito " de Moa.

Certificamos su propiedad intelectual a favor del Instituto Superior Minero Metalúrgico (ISMM) de Moa "Dr. Antonio Núñez Jiménez", el cual podrá hacer uso del mismo con la finalidad que estime necesaria.

---

**Diplomante.**

Karell Lexander Garcés  
Gallardo.

---

**Tutor.**

Dr.C. Secundino Marrero  
Ramírez.

## *PENSAMIENTO.*

---

La inteligencia consiste no sólo en el conocimiento, sino también en la destreza de aplicar los conocimientos en la práctica.

Aristóteles.

## *AGRADECIMIENTO.*

---

He llegado a la cumbre de mi carrera, la que he transcurrido con optimismo y dedicación en un período de cinco años, los cuales han sido los más significativos de mi vida.

Quisiera empezar agradeciendo lo que soy a nuestra Revolución por haberme forjado en la cantera de los conocimientos.

.....Sin dudas agradecerle a mis madres Isabel Gallardo Escobar y Yolanda Gallardo Escobar, a mi padre Walter Cortés García y a mi hermana Yunaiky Vega Gallardo por brindarme siempre su apoyo incondicional, bajo cualquier circunstancia y por siempre confiar en que podía construir mi futuro.....

.....A mi tutor el Dr.C Secundino Marrero Ramírez por depositar toda su confianza en mi para realizar esta investigación.....

.....A mi novia Karlina Jiménez Terrero, mi suegra Edita Terrero Montero y familiares por todo su apoyo incondicional.....

.....A mis compañeros de aula y de beca.....

.....A todos aquellos que de una forma u otra han hecho posible la realización de este trabajo, aunque no los mencione a todos les estaré eternamente agradecido.....

## *DEDICATORIA.*

---

Deseo dedicar este Trabajo de Diploma especialmente:

- ✦ A mis padres Walter Cortés García, Isabel Gallardo Escobar y Yolanda Gallardo Escobar, y a mi familia.
- ✦ A mi hermana Yunaiky Vega Gallardo y a mi sobrino Derlito.
- ✦ A mi tutor, el Dr.C Secundino Marrero Ramírez.
- ✦ A mi novia Karlina Jiménez Terrero, Edita Terrero Montero y familiares.

Los cuales significaron todo en esta fructífera etapa de mi vida.

## *RESUMEN.*

---

El presente trabajo tiene como finalidad la propuesta de un Sistema para la Gestión Energética en el Combinado Lácteo " El Vaquerito " de Moa, tomando como punto de partida el análisis de estudios precedentes en empresas similares y en otras entidades, el análisis de los consumos de portadores energéticos en la empresa y sus costos asociados. Mediante la realización del diagnóstico energético, se establecieron las reservas en el uso de la energía e implantaron medidas organizativas y de inversión que permitirán elevar la eficiencia y la gestión energética hacia el punto más óptimo, las que posteriormente se analizarán técnica y económicamente. Se definieron los principales puestos claves de consumo de energía y se calcularon y establecieron nuevos índices de consumo por producto. Se profundizó en el estudio del portador electricidad a partir del procesamiento de mediciones realizadas en la barra principal y en las áreas, expresando los resultados mediante la utilización de herramientas estadísticas básicas. También se propuso dar los primeros pasos en la implementación de un Sistema Automatizado para la Gestión Energética que permitirá un mejor manejo y administración de la información y los consumos de portadores energéticos.

## *SUMMARY.*

---

The purpose of the present work is to propose a system for energy management within the milk factory "El Vaquerito" in Moa, 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 and new consumption indices per area are calculated and established. An in depth study of the electricity source is done from the processing of measurements realized in the principal bar and the different areas. The results of this study are then expressed with the help of basic statistical tools. The first steps in the implementation of a full automatic system for the energy gesture that permit better management and administration of information and the consumption of energy raw materials were proposed.

## ÍNDICE.

---

PORTADA.....	0
DECLARCIÓN DE AUTORIDAD.....	I
PENSAMIENTO.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
DEDICATORIA.....	IV
RESUMEN.....	V
ÍNDICE.....	VII
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
Capítulo 1.....	3
1.1- Introducción.....	3
1.2- Estado del arte.....	3
1.3- Caracterización de la Empresa.....	10
1.4- Caracterización del sistema de Gestión Energética existente en la empresa.....	11
1.5- Estructura de consumos de los portadores energéticos de la Empresa...	13
1.6- Referencias Bibliográficas.....	16
1.7- Conclusiones.....	17
Capítulo 2.....	18
2.2- Análisis de los consumos históricos de portadores energéticos.....	18
2.2.1- Análisis del consumo de Agua.....	24
2.2.2- Caracterización del sistema eléctrico de la empresa.....	25
2.2.3- ¿Qué han representado los costos asociados al consumo de portadores energéticos en la empresa.?.....	27
2.2.4- Qué representan los costos de energía sobre los costos de producción. .....	28
2.3- Diagnóstico energético.....	29
2.3.1- Actividades de un Diagnóstico Energético.....	30
2.3.2- Resultados del diagnóstico energético.....	31
2.4- Definición de los principales puestos claves de consumo de energía.....	36

2.5- Índices de consumo.....	37
2.6- Estudio del portador electricidad. ....	44
2.6.1- Determinación de las pérdidas en el transformador principal. (Antes de la compensación). ....	47
2.7- Conclusiones. ....	50
Capítulo 3. ....	51
3.1- Introducción. ....	51
3.2- Propuestas de las medidas organizativas para mejorar la eficiencia energética en las áreas y equipos. ....	51
3.2.1- Medidas organizativas: ....	51
3.3- Propuestas de las inversiones necesarias para mejorar la eficiencia energética. ....	53
3.3.1- Medidas de pequeña inversión: ....	53
3.3.2- Medidas de mediana inversión:.....	53
3.3.3- Determinación de las pérdidas en el transformador principal. (Después de la compensación). ....	55
3.3.4- Ahorro en kW por concepto de pérdidas en el transformador principal: ....	56
3.3.5- Capacidad liberada en kVA del transformador principal después de la compensación. ....	57
3.3.6- Variación de Tensión. ....	58
3.3.7- Cálculo de la frecuencia de resonancia del banco de condensadores.....	59
3.4 - Propuesta del sistema de Gestión Energética eficiente.....	59
3.5- Plan de medidas de ahorro de la empresa. ....	62
3.6- Propuesta de nuevos Índices de Consumo. ....	63
3.7- Propuesta del Sistema Automatizado para la Gestión Energética en la empresa. ....	63
3.8- Conclusiones. ....	64
Capítulo 4. ....	65
4.2- Análisis económico de las medidas organizativas. ....	65
4.3- Evaluación económica de las medidas que requieren inversiones.....	66
4.3.1- Medidas de pequeña inversión. ....	66

4.3.2- Medidas de mediana inversión.....	67
4.3.3- Ahorro en Pérdidas Eléctricas.....	71
4.3.4- Tiempo de recuperación de la inversión. ....	72
4.4 - Conclusiones. ....	73
CONCLUSIONES GENERALES.....	74
RECOMENDACIONES. ....	75
BIBLIOGRAFÍA. ....	76
ANEXOS. ....	I

## *INTRODUCCIÓN GENERAL.*

---

Resulta imprescindible en la situación actual de la economía de nuestro país la reducción de la demanda, del consumo de energía, de los costos asociados con ellos y con las inversiones capitales en los equipos eléctricos utilizados en las instalaciones industriales y de servicios. Esta necesidad está potenciada por el impacto medioambiental de las tecnologías energéticas.

No existe duda alguna que la energía es la fuerza que mueve al mundo de la industria, y para hacer un uso más racional de la misma, en nuestro país se han llevado a cabo vigentes esfuerzos encaminados a elevar la eficiencia de los procesos productivos de las diferentes ramas industriales, con vista a alcanzar los más altos rendimientos económicos.

Los portadores energéticos podrán utilizarse eficazmente con la aplicación de medidas que son realizables desde el punto de vista técnico, lo que tiene suma importancia en el sector de los servicios. La utilización racional de la energía requiere de métodos racionales que enfoquen la solución de los sobreconsumos, excesos de pérdidas y explotación de las instalaciones en el ámbito técnico, económico y ambiental. Para llevar a cabo el siguiente estudio tenemos el presente:

### **Problema:**

- ✦ Insuficiente conocimiento de las reservas existentes en cuanto al uso de la energía y la no existencia de un sistema de gestión energética acorde a las necesidades reales.

Cabe destacar que aunque se realizan enormes esfuerzos en la disminución de los consumos energéticos, se han presentado problemas con el ahorro de energía, resultado del creciente mal estado del equipamiento y las instalaciones; la carencia de recursos para acometer las inversiones necesarias, ha acarreado la necesidad implementar un sistema de gestión que permita realizar las inversiones a partir de prioridades, detectar y utilizar las reservas energéticas relacionadas con problemas organizativos, de explotación y de conciencia de ahorro.

**Hipótesis:**

- ✦ Si se establecen las reservas en el uso de los principales portadores energéticos de la empresa entonces se podrá mejorar la gestión energética y hacer un uso más racional de la energía.

Por lo anteriormente expuesto el **objetivo** del presente trabajo es:

- ✦ Establecer las reservas energéticas e implementar un Sistema para la Gestión Energética en el Combinado Lácteo " El Vaquerito " de Moa.

Para el desarrollo de la investigación se realizará un acertado diagnóstico energético, lo que dará la medida para establecer un conjunto de mejoras, que de forma general eleven la eficiencia energética. Los diagnósticos energéticos a menudo crean conciencia sobre el uso racional de la energía, pero su objetivo práctico es lograr procesos energéticamente eficientes y económicamente más rentables.

## *Capítulo 1.*

---

### **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.

En el presente capítulo se desarrollarán temas que incluirán una breve reseña del estado del arte, se expondrán caracterizaciones de la empresa y del sistema de gestión energética existente, se llegarán a conclusiones a partir de la estructura de consumos de portadores energéticos del establecimiento.

### **1.2- 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 potenciales.

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

En la actualidad otras entidades pasteurizadoras han sido objeto de estudios en materia de eficiencia energética, arrojando resultados relevantes en el ahorro de portadores energéticos, implementando medidas para lograr el aumento de la eficiencia y la productividad, ejemplo de ello lo constituye el estudio de eficiencia energética realizado en el Combinado Lácteo "Rafael Freire Torres" de Holguín (SÁNCHEZ TORRES, 2003), en el cual se abordan temáticas como propuestas de cogeneración de energía eléctrica mediante fuentes alternativas, que proporcionan considerables ahorros en materia de portadores energéticos, como son:

- ✦ Modernización de las Centrales Termo Eléctricas (CTE).
- ✦ Utilización del gas acompañante en turbinas y ciclos combinados de gas y diesel.
- ✦ Incremento de la cogeneración en los centrales azucareros, primero para autoabastecerse y luego para entregar al SEN.
- ✦ Introducción de pequeños proyectos hidráulicos.
- ✦ Reducción de las pérdidas de transmisión y distribución.

En dicho estudio se logró establecer una estrecha relación entre el rol de la eficiencia energética y la competitividad, por otra parte infiere que al mejorar la calidad, aumenta la productividad y la competitividad en calidad y precio. También plantea que la eficiencia energética en la competitividad de la empresa debe observarse de dos formas: como un elemento independiente que actúa

directamente en el costo del producto o servicio y como un paso de mejora de la calidad que disminuye los costos.

En sentido general y a raíz de los resultados de diagnóstico energético (SÁNCHEZ TORRES, 2003), se lograron implantar medidas que llevaran al sistema a funcionar con una eficiencia óptima, se atacaron las debilidades y resaltaron las potencialidades tanto en el personal que trabaja en la entidad como en los puestos de trabajo.

Como seguimiento a los estudios realizados en entidades similares tenemos el estudio que se llevó a cabo en el Combinado de Helados y Quesos de la provincia de Granma en el mes de mayo del presente año (HERNÁNDEZ BATISTA, 2008), en el cual se dieron a la tarea de optimizar los consumos de portadores energéticos frente al impacto de la actual crisis económico-financiera de nuestro país. Entre las múltiples medidas adoptadas por el combinado están la paralización durante dos horas, en el horario pico, de los agitadores de los tanques de envejecimiento de la mezcla del helado, lo cual no perjudica la calidad del producto logrando un ahorro de 6 MWh al mes, y poner en funcionamiento las calderas en el momento específico que cada área necesite y solicite el vapor. Antes estaban encendidas todo el día. Como otra de las medidas adoptadas fue la sustitución de las esteras eléctricas por manuales, con un sistema de rodillos, las que se utilizan para llevar los cubos de helado del departamento de elaboración hasta la nevera.

Con estas soluciones el establecimiento ahorra cerca de 11 MWh al mes, como también lo es los 0.3 MWh que dejan de gastarse con el uso de la gatera, una puerta pequeña de un metro cuadrado por donde extraen los galones de helado de la nevera. Tal operación se hacía abriendo la puerta grande de la nevera de alrededor de seis metros cuadrados por donde se escapaba mayor cantidad de frío. El programa de ahorro del combinado bayamés le permitirá aprovechar 97.6 MWh al mes.

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).

## **Gestión Energética.**

Es un conjunto de acciones técnico-organizativas para administrar eficientemente la energía, que aplicadas de forma continua, con la filosofía de gestión total de la calidad, permiten establecer nuevos hábitos de dirección, control y evaluación del uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de conservación de la energía y de reducción de sus costos.

La Gestión Energética va encaminada a lograr un uso más racional de la energía, que permita reducir el consumo de la misma sin perjuicios del confort, productividad, calidad de los servicios y sin deteriorar el nivel de vida. Puede considerarse como el mejor de los caminos para conseguir los objetivos de ahorro de energía ya sea desde el punto de vista de la propia empresa como a nivel nacional.

En la medida en que la situación energética se deteriora, se hace sentir la necesidad de que la energía sea considerada como un factor de costo que requiere especial atención. Durante años los precios se han duplicado debido a que el mundo se ha ido desarrollando y también se ha incrementado la demanda en varios sectores industriales y de servicios.

En la implementación de una Gestión Energética suelen presentarse una serie de dificultades que pueden ser en general, la insuficiente especialización del personal técnico y la falta de conciencia de ahorro. Es de vital importancia y necesario que técnicos y operarios desarrollen un nivel de pertenencia del trabajo a realizar y aptitudes encaminadas a la búsqueda y puesta en práctica de nuevas soluciones, así como un buen nivel de conocimiento de estos para una satisfactoria asimilación de la tecnología. (SÁNCHEZ TORRES, 2003).

## **Objetivos de la Gestión Energética.**

El objetivo fundamental de la Gestión Energética es sacar el mayor rendimiento posible a las cantidades de energía que necesita. 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. (CAMPOS AVELLA, 1998).

## **Análisis Energético.**

Es posible establecer dos tipos de análisis energético:

- De control de consumo.
- De auditoría o diagnóstico.

Lo primero que se necesita para establecer un plan de ahorro de energía es conocer cómo y cuánto se consume. Para ello es necesario implantar un sistema de contabilidad energética que permita conocer los consumos de cada portador energético existente en la empresa en cada una de las áreas de consumo. (BORROTO NORDELO, 2006).

Para conocer la situación energética de los diferentes equipos y operaciones básicas, es necesario realizar una auditoría energética con profundidad, que nos permita conocer los consumos instantáneos, pérdidas, rendimiento, estado del equipamiento y las posibles medidas para mejorarlo.

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.

La Gestión Energética o Administración de Energía, como subsistema de la gestión empresarial abarca, en particular, las actividades de administración y aseguramiento de la función gerencial que le confieren a la entidad la aptitud para satisfacer eficientemente sus necesidades energéticas.

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

Al aplicar un sistema de gestión energética se toman acciones encaminadas a reducir consumos energéticos por unidad de producto manufacturado, cumpliendo a su vez con los objetivos de calidad en el uso de la energía del sector industrial. (CAMPOS AVELLA, 1998), para ello se debe llevar a cabo una metodología de Gestión Energética.

1. Concientización acerca de la importancia que tiene la implementación de un sistema de gestión energética, por medio de charlas al personal de operarios y supervisores del área de producción.

2. Visita de reconocimiento para la familiarización con los sistemas equipos con los que cuenta la empresa.
3. Levantamiento de esquemas de funcionamiento de toda la planta de producción.
4. Caracterización energética de la empresa.
5. Censo de carga de los equipos que tiene el área de producción.
6. Monitoreo, evaluación y diagnóstico de los sistemas presentes en la empresa: Motores para el área de hidráulica, banco de condensadores, compresores, la tubería de aire comprimido, hornos, secadores, calentador de agua.
7. Identificación de los indicadores de control energético.
8. Establecimiento de normas y recomendaciones para prácticas operativas más eficientes.

Por las características de nuestro país desde el punto de vista energético se hace necesario que siempre que sea posible la industria logre su autoabastecimiento mediante la cogeneración de energía eléctrica en función de disminuir el consumo del Sistema Electroenergético Nacional (SEN). Esto en primer lugar propicia la confiabilidad del servicio eléctrico que garantice la continuidad de la producción y además posibilita disminuir los costos. Dicha experimentación se llevó a cabo en la empresa de Alcoholes Finos de Caña SA. (ALFICSA) (ALEMÁN LÓPEZ, 2006), por lo general el proyecto original no contemplaba el montaje de un turbogenerador. Por lo anteriormente expuesto la parte cubana insistió en el montaje de un turbogenerador con capacidad 750 kVA, que pudiera abastecer de energía a todo el proceso productivo. Con el montaje de 340 ckVAr y la ampliación de la entrada de vapor de la columna C-540 se logró el pleno autoabastecimiento de energía. Al lograr trabajar más eficiente con el turbogenerador se fue logrando disminuir los consumos de energía eléctrica de la red nacional y el importe por dicho consumo. Al hacer un análisis de los importes pagados por el servicio eléctrico analizamos que la posibilidad de disminuir los costos por este concepto estaba fundamentalmente en la disminución de los valores de Demanda Máxima Contratada.

Debido a esto el comportamiento del consumo de electricidad y el costo total de la electricidad se comportó de manera descendente logrando una mínima dependencia de la red nacional y aumentando la confiabilidad del sistema en cuanto a continuidad de la producción que es de vital importancia para el país.

Es necesario e importante destacar que en cualquier estudio o análisis energético se debe saber a cuánto ascienden las pérdidas por transformación de las subestaciones y de cómo distribuir los receptores de energía eléctrica entre las distintas subestaciones disponibles del lugar o empresa objeto de análisis, (PADRÓN PADRÓN, 2006), si se aumenta el número de subestaciones unitarias estas se encontrarán más cerca de los receptores y por ende disminuirán las longitudes de los conductores de bajo voltaje y con ello las pérdidas en las transferencias de energía a esa tensión, pero en este caso aumentan las longitudes de los alimentadores primarios y aumentan los costos de instalación debido al incremento del número de transformadores y la posible subutilización de los mismos acarrea pérdidas adicionales por concepto de pérdidas en el núcleo. La ubicación de las subestaciones depende, lógicamente, del número de éstas y de la distribución de los receptores en grupos o conjuntos.

La empresa objeto de análisis no presenta varias subestaciones pero es posible destacar que dependiendo de la magnitud de los consumos y de las distancias de los receptores de energía se pueden realizar los cálculos pertinentes para la cuantificación de las pérdidas existentes en el sistema.

### **1.3- Caracterización de la Empresa.**

El Combinado Lácteo " El Vaquerito " se encuentra ubicado en el municipio de Moa, en la Avenida 7 de Diciembre, carretera de la Universidad. El mismo cuenta con nueve edificaciones fundamentales y otras que se encuentran dentro de su área. La empresa consta de una plantilla de 135 trabajadores, de los cuales 36 son mujeres y 99 hombres. Dentro de la misma existen 18 técnicos, 9 administrativos, 7 dirigentes, 77 obreros y 25 de servicios.

Su objetivo social fundamental radica en la fabricación de productos lácteos a partir de los derivados de la soya y la leche para el consumo de la población infantil y en general que reciben su alimentación básica a través de este establecimiento.

Como objetivos más específicos tenemos:

- ✦ Producir, distribuir y comercializar de forma mayorista leche en polvo, yogurt, helados, quesos, mezclas físicas alimenticias y otros productos lácteos en moneda nacional y convertible.
- ✦ Comercializar de forma mayorista las producciones del resto de las entidades de la unión láctea en moneda nacional y convertible.
- ✦ Brindar servicios gastronómicos a los trabajadores de la entidad y al sistema en moneda nacional.
- ✦ Efectuar la venta a trabajadores de las entidades del sistema de la industria alimenticia los excedentes de las producciones y el autoconsumo de los productos lácteos, cárnicos y agrícolas en moneda nacional.

#### **1.4- Caracterización del sistema de Gestión Energética existente en la empresa.**

Antes de comenzar a caracterizar el Sistema de Gestión Energética existente en la Empresa debemos partir de que el Combinado Lácteo " El Vaquerito " del municipio Moa es un establecimiento de la Empresa de Productos Lácteos de Holguín, subordinándose a la misma. Por tanto el sistema de gestión energética de la entidad está estrechamente ligado a esta, de acuerdo con los niveles de producción planificados en el establecimiento la empresa provincial planifica la demanda de los diferentes portadores energéticos.

#### **¿Cómo está constituido el sistema de gestión energética de la entidad?**

El establecimiento consta de una comisión de energía, la cual está integrada de la siguiente forma: por cada área existe una comisión que la integran de 3 a 5 personas de acuerdo con el personal que trabaja en dicha área y por cada una de estas existe un representante que en conjunto con el energético conforman la comisión de energía.

A continuación describiremos como se lleva a cabo la gestión energética de cada portador en el establecimiento.

#### **✦ Portador Electricidad:**

La Gestión Energética del portador electricidad en la empresa se realiza partiendo de una asignación nacional a la Empresa Provincial de Productos

Lácteos, acordada por la misma en función de la producción es que se solicita la demanda.

Para la solicitud de la demanda se tienen en cuenta cuántos MWh se necesitan para producir una tonelada de producto terminado, en la misma se incluyen todos los procesos que se llevan a cabo en la producción, como son los procesos de caldera, refrigeración, bombeado de fluidos, etc.

- ✦ Una tonelada de producto terminado requiere de 0.03 MWh consumido según normas de la entidad.

#### ✦ **Portadores Diesel y Gasolina:**

En la Empresa se realiza la Gestión de la demanda de combustible teniendo en cuenta que la Empresa abastece los municipios de Sagua, Moa y Frank País, cumpliendo con la distribución asignada de los productos.

Para llevar a cabo el control de combustible deben cumplirse una serie de factores técnicos que dan al traste con las tareas a realizar cumpliendo con los siguientes parámetros:

- ✦ Tipo de vehículo.
- ✦ Ruta a recorrer.
- ✦ Cantidad de viajes.
- ✦ Kilómetros a recorrer por ruta.
- ✦ Índices de consumo por camión.
- ✦ Demanda de combustible por ruta.
- ✦ Toneladas transportadas.

También se tienen en cuenta otras actividades que requieren de atención como:

- ✦ Comedor.
- ✦ Actividades administrativas.
- ✦ Área de inversión.

A estas actividades también se les realiza el mismo análisis.

#### ✦ **Portador Fuel Oil:**

La Gestión Energética del Fuel Oil en la empresa se realiza partiendo del mismo principio que la gestión del portador electricidad, la Empresa Provincial de Productos Lácteos asigna la cifra en función de la producción.

Para la solicitud de la demanda se tienen en cuenta cuántos galones se necesitan para producir una tonelada de producto terminado, en la misma se incluyen todos los procesos que requieran de este combustible, específicamente la caldera.

#### **✦ Portador GLP.**

La Gestión Energética del Gas Licuado Petróleo se realiza partiendo de una asignación de la Empresa Provincial de Holguín en función de la actividad que se realiza con dicho portador que es mayormente destinado para el área de comedor.

### **1.5- Estructura de consumos de los portadores energéticos de la Empresa.**

#### **Estructura de consumos. (Año 2008).**

Para establecer la estructura de consumo se convierten cada uno de los consumos de portadores energéticos en Toneladas Equivalentes de Petróleo (TEP). Para ello lo hemos hecho utilizando los Factores de Conversión del año 2005.

Tabla 1.1- Estructura de consumo de portadores. Año 2008.

<b>No.</b>	<b>Portador</b>	<b>U.M.</b>	<b>Consumo</b>	<b>F.Conver.</b>	<b>TEP</b>
1	Electricidad	Mwh	962.293	0.37461	360.48
2	Fuel Oil	T	235.94	0.9903	233.65
3	Gasolina	T	33.97	1.36724	46.45
4	Diesel	T	15.41	1.0534	16.24
5	Gas Licuado	T	2.185	1.1631	2.54
Total					659.36

**Estructura de Consumo de Portadores Energéticos.2008.**

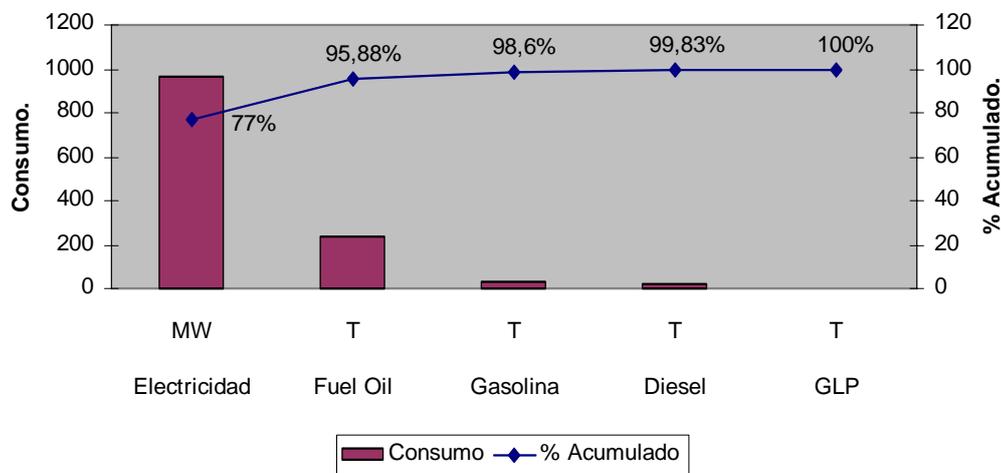


Fig.1.1

### **Determinación de los principales portadores energéticos.**

El análisis del gráfico de Pareto para los portadores energéticos (fig.1.2) en el año 2008, confirma que los portadores energéticos de mayor peso son **Electricidad** y **Fuel Oil**, hacia los cuales se deben encaminar las acciones, seleccionando aquellos que significan no menos del 75-85% del consumo total de energía de la Empresa, debiéndose señalar que el portador que tiene mayor incidencia en los gastos por concepto del uso de la energía, es la energía eléctrica, que resulta superior al resto. Esto indica que la búsqueda del mayor potencial de ahorro de energía debe estar asociada a este portador, ya que ello permitirá la reducción de los costos y la mejora significativa de la competitividad. Al aplicar el principio de Pareto y seleccionar el 20 % de las causas que representan el 80 % de los efectos, entonces debemos trabajar con electricidad y Fuel Oil fundamentalmente.

Tabla 1.2- Estructura de consumo de portadores en TEP. Año 2008.

No.	Portador	U.M.	TEP	%	% Acum.
1	Electricidad	Mwh	360.49	54.67	54.67
2	Fuel Oil	T	233.65	35.44	90.11
3	Gasolina	T	46.45	7.04	97.15

4	Diesel	T	16.24	2.46	99.61
5	Gas Licuado	T	2.54	0.39	100
Total			659.36	100	

**Estructura de Consumo de Portadores Energéticos.2008.**

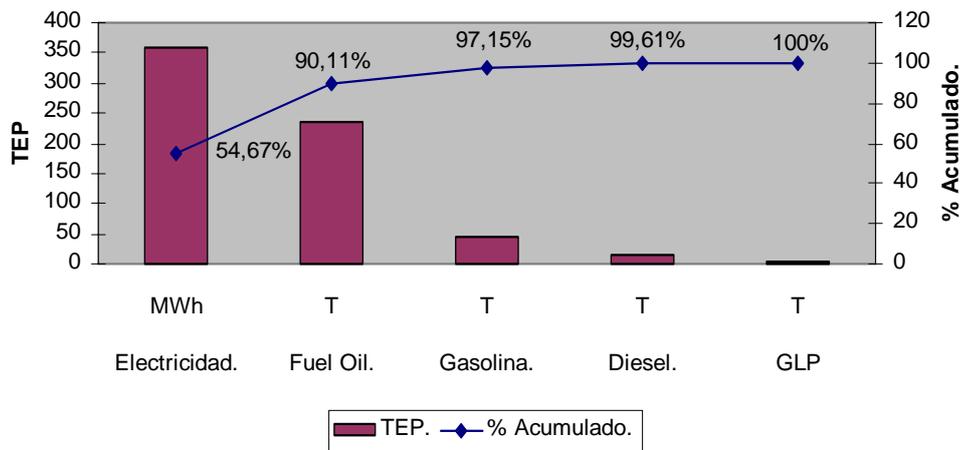


Fig1.2

En este caso podemos observar en el gráfico de Pareto que los portadores **Electricidad** y **Fuel Oil** son los principales responsables del consumo de energía, significando un 90.11 % del consumo total de energía de la Empresa. Posteriormente a estos portadores se les dirigirán una serie de medidas para disminuir los consumos y aumentar la eficiencia del proceso productivo.

## **1.6- Referencias Bibliográficas.**

SÁNCHEZ TORRES, R. *Eficiencia Energética en el Combinado Lácteo* Rafael Freyre Torres. Gabriel Hernández Rodríguez. Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 2003.

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

SARIOL SOSA, S. *¿Electricidad sobrante?*. Periódico Granma, 30 de mayo 2009 (127): 3.

CAMPOS AVELLA, J. C. *La eficiencia energética en la competitividad de empresas*. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos, 1998.

PADRÓN PADRÓN, E. A. *Optimización del número de transformadores en el hospital de Cienfuegos para minimizar las pérdidas de energía*. Cienfuegos: Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente, 2006.

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.

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.

VIEGO FELIPE, V; et. al. *Maestría Eficiencia Energética: Temas Especiales de Sistemas Eléctricos Industriales*. Cienfuegos: Editorial Universo Sur, 2007.

## **1.7- Conclusiones.**

En el presente capítulo podemos concluir que con este tipo de estudio aplicado en entidades similares se ha podido detectar los problemas existentes en este tipo de empresas, en las cuales con las medidas aplicadas se han logrado notables avances con respecto al ahorro de energía. El sistema de gestión energética de la empresa no es el óptimo debido a que la comisión de energía existente no ha dirigido su trabajo a detectar las reservas existentes en el uso de los diferentes portadores energéticos en la entidad. En la estructura de consumo de portadores energéticos de la empresa, los portadores más consumidos son la electricidad y el fuel oil, sobre los cuales recaen el 90.11% de los consumos de la entidad, pasando a un tercer plano los consumos de los demás portadores energéticos.

## *Capítulo 2.*

---

### **2.1-Introducción.**

La conversión y conservación energética se inscribe en el marco del análisis detallado de los métodos que permiten un uso más eficiente de la energía en los procesos básicos de la industria, así como la aplicación práctica de tales métodos para aumentar o perfeccionar el rendimiento energético de los procesos, mediante cambios sencillos a introducir en los mismos.

En el siguiente capítulo, a partir de un seguimiento del empleo de los portadores energéticos, el agua y como han influido los costos sobre el consumo de los mismos, se aplicarán las herramientas de la gestión energética en el análisis y procesamiento de la información, el diagnóstico energético llevado a cabo en la empresa, los principales puestos claves de consumo de energía, los índices de consumo por actividades, así como un estudio más detallado del portador electricidad, analizándose las mediciones realizadas en el nodo principal y en las áreas, para una posterior cuantificación de las pérdidas de energía eléctrica existentes en el sistema.

### **2.2- Análisis de los consumos históricos de portadores energéticos.**

Para el análisis de los portadores energéticos de la empresa se partió de los datos recogidos de la facturas de los consumos de los diferentes portadores en los departamentos de economía y mantenimiento, en los cuales nada más contaban con los datos de consumos del año 2008 ya que en la empresa nunca se habían realizado análisis con un nivel de profundidad aceptable.

**Consumo de Electricidad. Año 2008.**

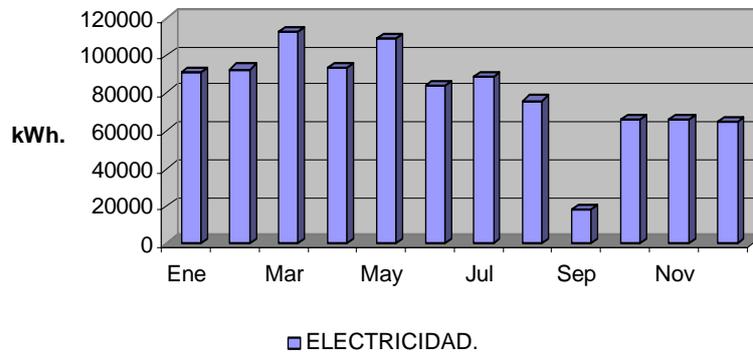


Fig.2.2.1

En la fig.2.2.1 podemos apreciar que por la estructura de consumo vista en el capítulo #1, el consumo de electricidad es el más significativo de todos los portadores energéticos, representando en la misma el 54,67% de la energía total consumida en la empresa, el consumo de la misma esta determinado por los niveles de producción de cada mes, observándose que en los meses de septiembre a diciembre los niveles de producciones fueron en orden descendente.

Para un mejor y más exacto análisis de los consumos, se realizaron mediciones en el sistema que proporcionaron la información real del consumo de energía eléctrica en las diferentes áreas de la entidad.

**Consumo de Diesel. Año 2008.**

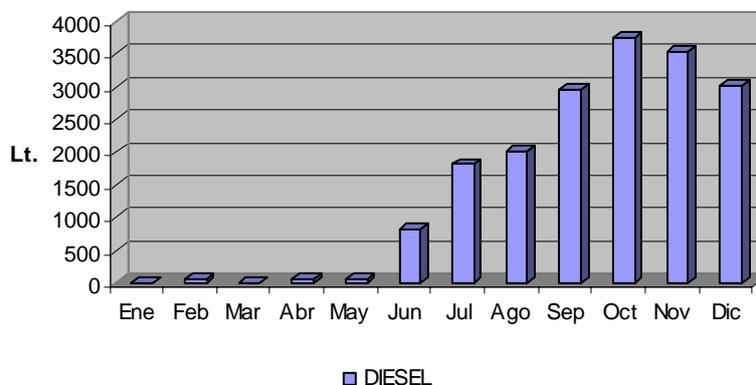
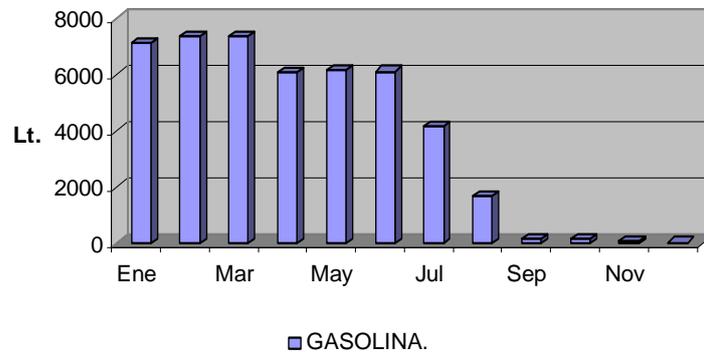


Fig.2.2.2

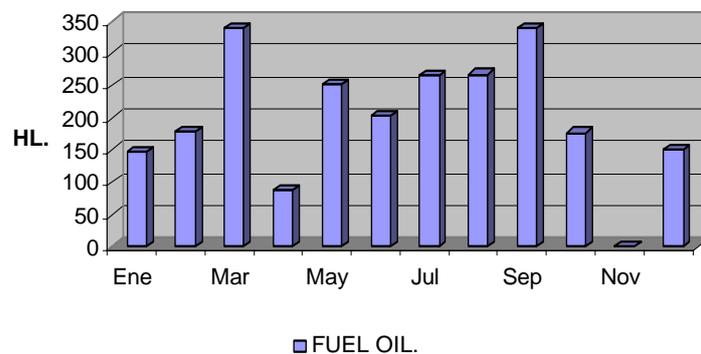
**Consumo de Gasolina. Año 2008.**



**Fig.2.2.3**

En la fig.2.2.2 y fig.2.2.3 se pueden observar que las fluctuaciones de los portadores Diesel y Gasolina en la empresa, se deben a que la misma llevó a cabo la remotorización de los vehículos mayores consumidores de Gasolina, en los meses de junio a septiembre (en este caso hacemos referencia a los camiones de carga), por motores más potentes que trabajan con Diesel. Por lo antes expuesto se puede observar el incremento del consumo de Diesel y la disminución gradual del consumo de Gasolina a partir del mes de Julio del 2008. En este caso no haremos mucho énfasis en los consumos de Diesel y Gasolina debido a que los camiones solamente llevan alrededor de 9 meses de explotación y aún los motores se encuentran dentro de los parámetros e índices de consumo.

**Consumo de Fuel Oil. Año 2008.**



**Fig.2.2.4**

El consumo de Fuel Oil en la empresa se ha comportado de manera inestable, mostrándose en la fig.2.2.4 que los meses de mayor demanda del portador son marzo y septiembre debiéndose a que las producciones en estos meses fueron

más elevadas, así como en los meses de abril y noviembre fueron meses de baja entrada de dicho portador, es necesario destacar que en los meses de mayo y noviembre no se realizaron entradas de este portador, llevándose a cabo las producciones con existencias de meses anteriores. El consumo de este portador es demandado únicamente por la caldera.

**Consumo de GLP. Año 2008.**

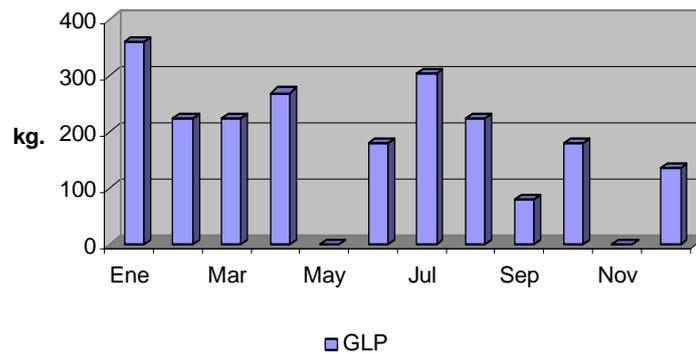


Fig.2.2.5

El consumo de Gas Licuado tiene lugar únicamente en el comedor, el mismo es asignado por la empresa provincial. Las mayores fluctuaciones en dicho portador se deben a la no entrada del mismo en los meses de mayo y noviembre, resolviéndose el problema con existencias del mes anterior, así como los elevados consumos en los meses de enero y julio. Lo antes expuesto se puede apreciar en la figura 2.2.5 la cual muestra dichas anomalías.

A continuación mostramos el comportamiento de los consumos de los diferentes portadores energéticos de la entidad mediante los gráficos de control. Las ventajas que nos proporcionan dichos gráficos son:

- ✦ 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 identificar las causas no aleatorias que influyen en el comportamiento de los consumos.
- ✦ Conocer la influencia de las acciones correctivas sobre los consumos o costos energéticos.

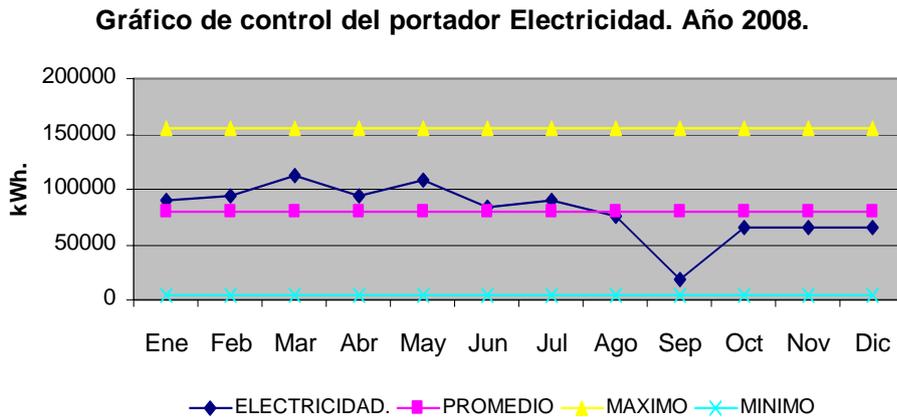


Fig.2.2.6

El gráfico de control de la fig.2.2.6, muestra el comportamiento del consumo de energía eléctrica durante el año 2008, lo que utilizaremos como tiempo base para realizar el análisis de este portador, aquí se aprecia que el consumo está dentro de los parámetros de control, a pesar de presentar anomalías en el mes de septiembre, donde se produjo un descenso considerable con respecto a la media, debido al descenso de las producciones en dichos meses.

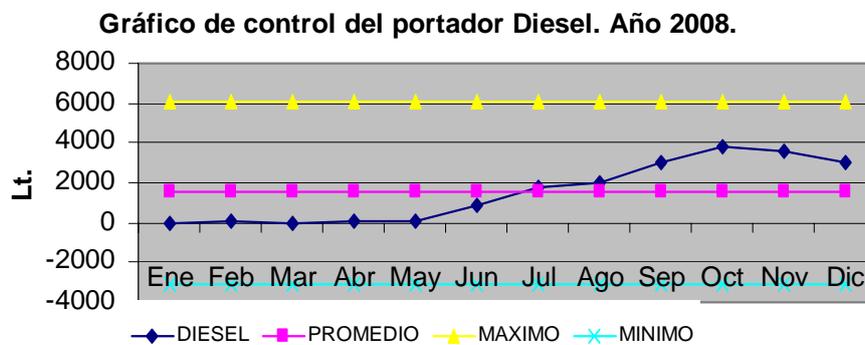


Fig.2.2.7

En este caso podemos apreciar en el gráfico 2.2.7 que no existen parámetros fuera de control, aunque en este portador se observa un ascenso considerable con respecto a la media, en realidad esto se debe a que antes de la remotorización de los camiones no habían consumos significativos de diesel en la entidad, debido a que la asignación del combustible se realiza por tarjetas magnéticas y se consumen en su totalidad, por esto no sería efectivo realizar gran énfasis en los portadores diesel y gasolina.

Gráfico de control del portador Gasolina. Año 2008.

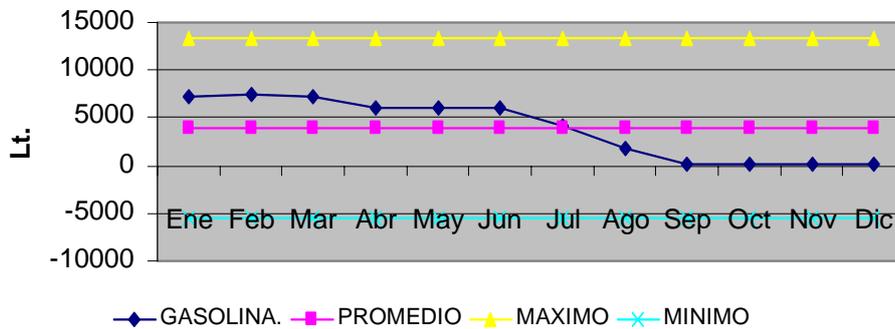


Fig.2.2.8

Es de destacar que los mayores consumos de gasolina lo presentaban los camiones, que tenían motores altos consumidores, los cuales ya presentaban muchos años de explotación y estaban fuera de cualquier parámetro de eficiencia.

En el caso de la gasolina pasa lo mismo pero en caso contrario, lo cual se puede apreciar en la figura 2.2.8, los consumos del portador eran elevados hasta los meses de julio y agosto debido a la remotorización. Los consumos de gasolina se encuentran dentro de los rangos de control presentando un gradual descenso con respecto a la media.

Gráfico de control del portador Fuel Oil. Año 2008.

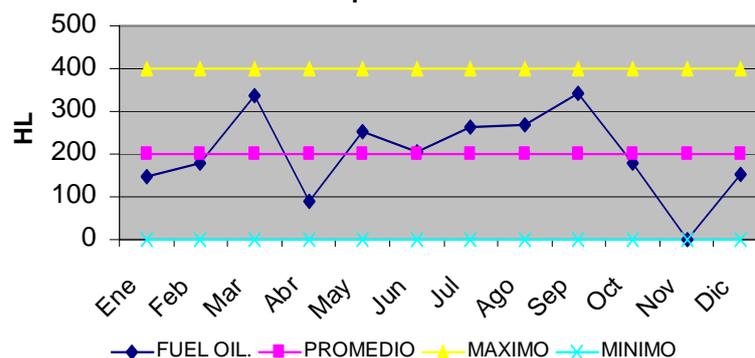


Fig.2.2.9

El gráfico de control de la fig.2.2.9 muestra el comportamiento del consumo del portador energético Fuel Oil el cual no presenta parámetros fuera de control pero existen fluctuaciones significativas en los meses de abril y noviembre donde se

produjeron descensos considerables con respecto a la media y a la no entrada del portador a la entidad.

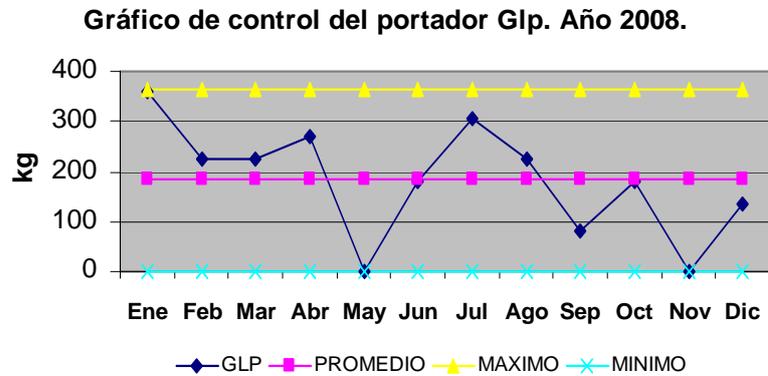


Fig.2.2.10

La fig.2.2.10 representa el gráfico de control del portador Gas Licuado Petróleo el cual no presenta parámetros fuera de control pero si presenta perturbaciones debido a un descenso de los consumos, y a la no entrada del portador en los meses de Mayo y Noviembre.

### **2.2.1- Análisis del consumo de Agua.**

Para llevar a cabo el análisis eficiente de los portadores energéticos de una entidad, se hace necesario tener en cuenta al agua como uno más de los portadores energéticos.

Cabe destacar que en el establecimiento no se lleva un estricto control con respecto al agua, a pesar de que es de vital importancia para el proceso productivo. En este caso se tomaron los consumos de agua por meses de las facturas de acueducto y alcantarillado medidas por el flujómetro ubicado a la entrada del establecimiento.

En este caso como forma experimental se tomaron las lecturas de dicho flujómetro de la empresa para ver cuanto se consume en un día típico, teniendo un consumo de 309 metros cúbicos de agua, es necesario destacar que el agua primero es depositada en el banco y luego bombeada al tanque elevado el cual tiene una capacidad de 150 m<sup>3</sup> y para un día de producción se consumen alrededor de dos veces dicho tanque.

### Consumo de Agua. Año 2008.

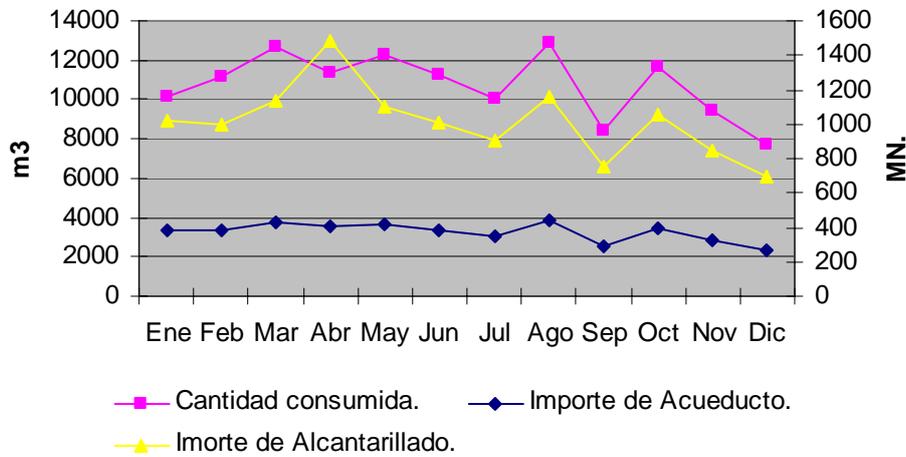


Fig.2.2.11

### **2.2.2- Caracterización del sistema eléctrico de la empresa.**

Antes de llevar a cabo el análisis de cualquier circuito eléctrico y de buscar alternativas de ahorro de energía se hace preciso caracterizar de manera global el suministro de energía eléctrica en la instalación objeto de análisis.

Al Combinado Lácteo se le suministra la energía eléctrica a través del Sistema Energético Nacional (SEN) con una tensión primaria de 33 kV, el mismo posee un transformador en aceite de 500 kVA, con dos devanados secundarios que disminuyen la tensión a 0.24 y 0.48 kV, con una conexión delta - doble estrella. La distribución de la energía eléctrica se realiza a través de un sistema radial independiente partiendo únicamente de dos barras secundarias derivadas del transformador principal.

Cabe destacar que el Combinado tiene una demanda contratada de 230 kW al día, la cual está muy por encima de la real, tomando como base las mediciones realizadas en el nodo principal de la empresa.

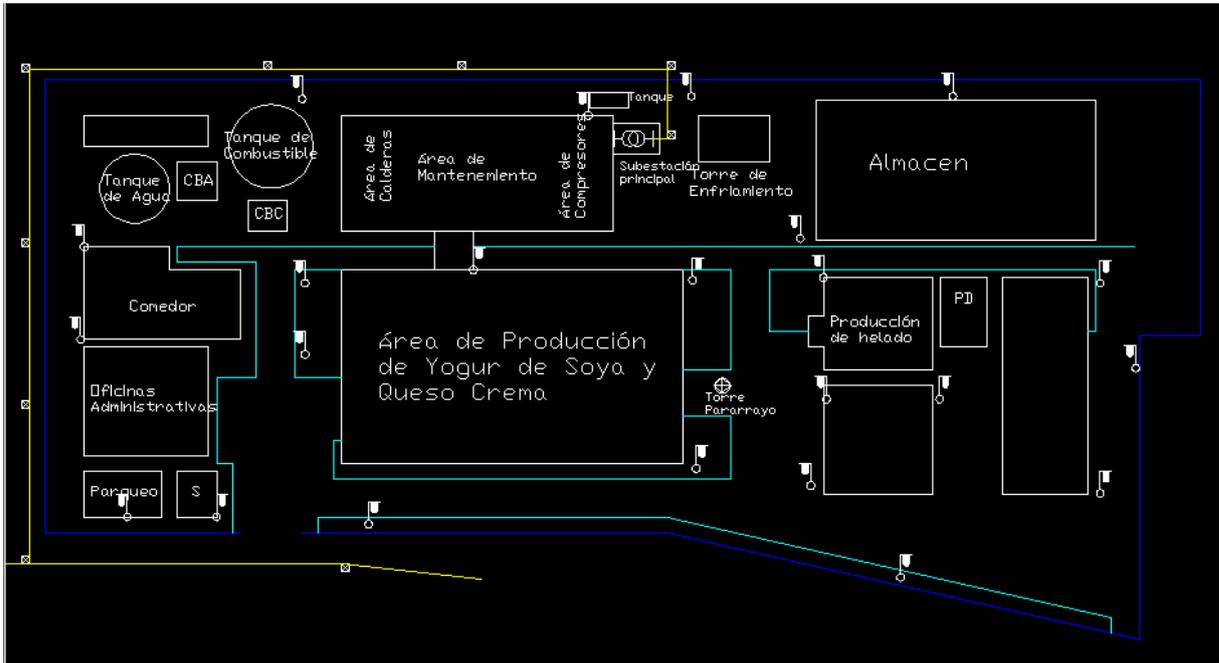


Fig.2.2.12

En la fig. 2.2.12 se muestra el sistema de alimentación de energía eléctrica de la Empresa, así como su estructura, sistema de alumbrado exterior existente en la misma y sus límites perimetrales.

- Entrada de alimentación (33KV) del SEN.
- Perímetro de la Empresa.
- Sistema de alumbrado exterior existente en la Empresa.

Como parte del presente trabajo también se llevó a cabo la actualización del diagrama monolineal de la entidad, el cual dará una ubicación más acertada de dónde se encuentran los dispositivos consumidores de energía y brindará facilidades a la hora de realizar mantenimientos y reparaciones.

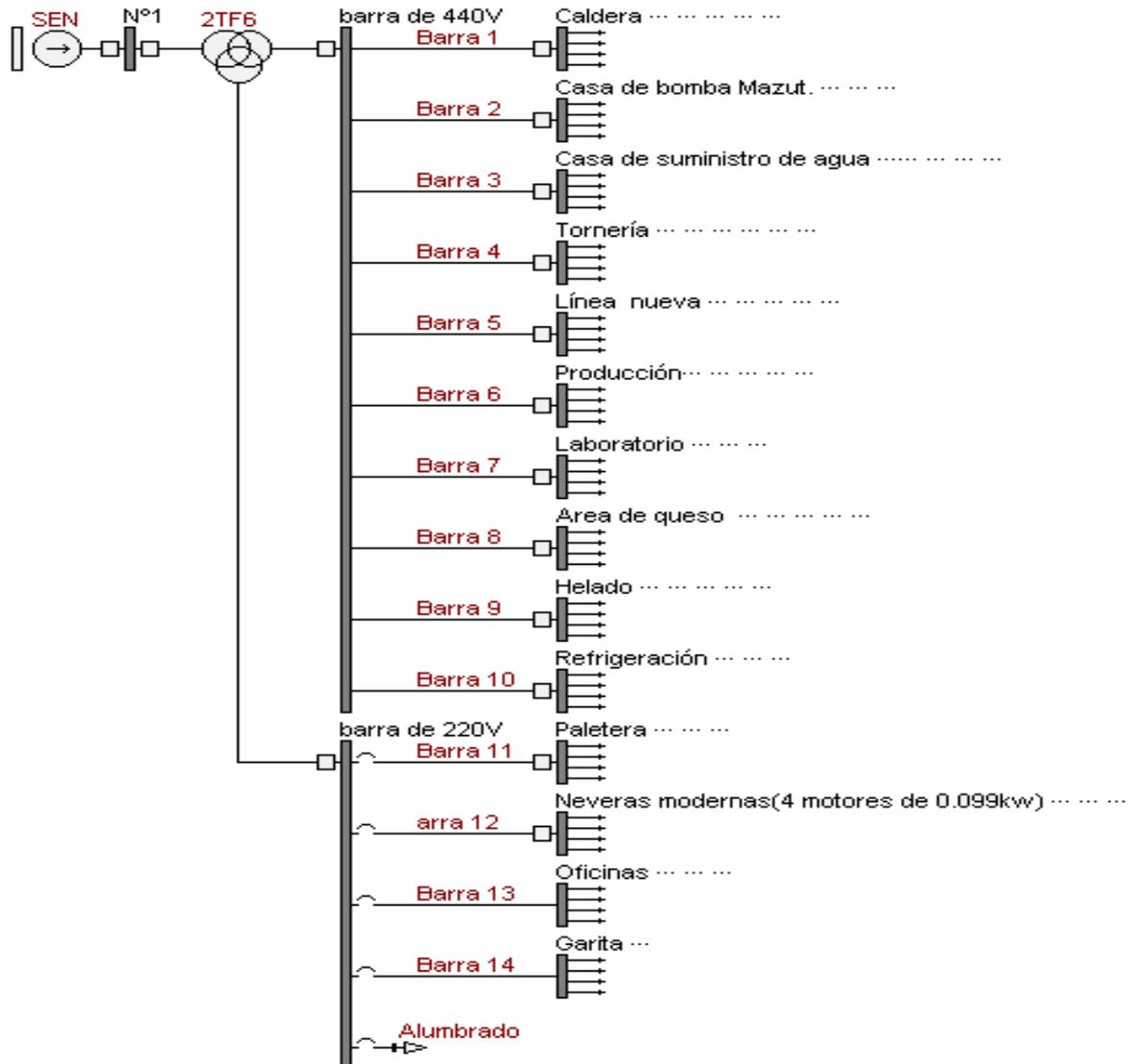


Fig.2.2.13

La figura 2.2.14 muestra el diagrama monolineal actualizado de la empresa.

### **2.2.3-; Qué han representado los costos asociados al consumo de portadores energéticos en la empresa.?**

A medida que transcurren los años los precios de los portadores energéticos van ascendiendo bruscamente a consecuencia de la crisis mundial de los combustibles y las regulaciones para el sector estatal se imponen ante la necesidad de darles un uso más racional y optimizar los consumos de estos. Es importante y necesario que el Combinado Lácteo " El Vaquerito " de un seguimiento a esto y que se tenga un control de los gastos en los portadores

energéticos ya que si estos representan el 5% de los gastos totales no constituye eficiencia alguna, según (BORROTO NORDELO, 2006).

**Importe de los Portadores Energéticos.**

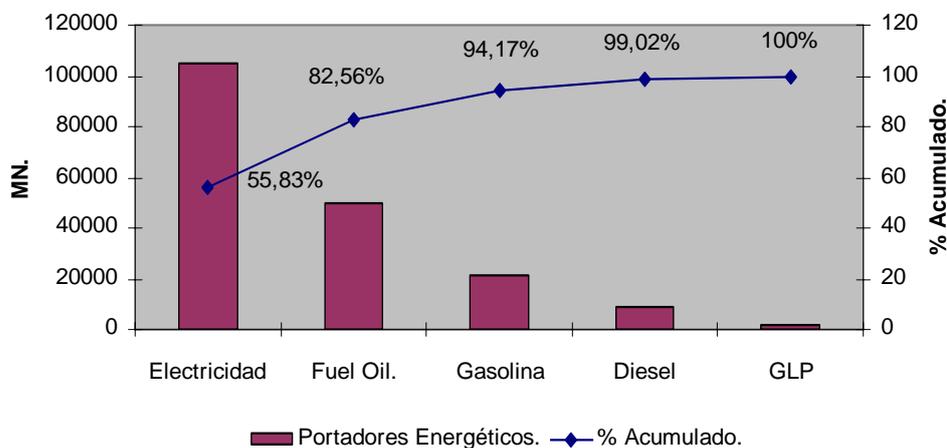


Fig.2.2.14

### **2.2.4- Qué representan los costos de energía sobre los costos de producción.**

En este caso podemos apreciar la relación que existe entre los costos de energía y los costos de producción totales de la entidad.

✦ Tabla 2.1. porcentaje que representan los Costos de energía sobre los Costos de producción.

Mes.	Costo de energía eléctrica. (Ce).	Costo de producción. (Cp).	% que Representa (Ce/Cp).
Enero.	9876.70	147902.22	6.68%
Febrero.	9451.71	113003.53	8.36%
Marzo.	11206.08	197945.23	5.66%
Abril.	9506.08	178125.1	5.34%
Mayo.	11308.66	186416.12	6.07%
Junio.	8574.04	156109.06	5.49%
Julio.	9948.43	179753.89	5.53%
Agosto.	8364.71	140337.9	5.96%
Septiembre.	2723.15	324826.99	0.84%
Octubre.	8704.8	158968.17	5.48 %

Noviembre.	7561.02	154150.9	4.91 %
Diciembre.	7391.36	144641.5	5.11 %

**Gráfico de correlación Costo de energía/Costo de producción.**

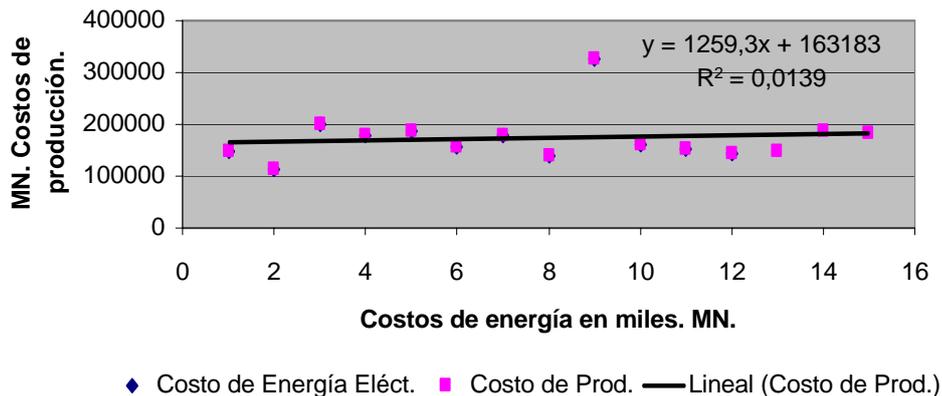


Fig.2.2.15

En este caso no existe ninguna relación entre los costos de energía y los costos de producción, debido a que las producciones en la empresa no se realizan simultáneamente y en intervalos los equipos se quedan funcionando prácticamente en vacío, hay equipos que por sus características de trabajo trabajan con un régimen casi continuo. Teniendo en cuenta también que la entidad ha sido objeto de penalizaciones mensuales por bajo factor de potencia, lo cual atenta y eleva los costos asociados a la energía.

### **2.3- Diagnóstico energético.**

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

Para el diagnóstico energético se emplean distintas técnicas para evaluar grado de eficiencia con que se produce, transforma y usa la energía. El diagnóstico o auditoría energética constituye la herramienta básica para saber cuánto, cómo, dónde y por qué se consume la energía dentro de la empresa, para establecer el

grado de eficiencia en su utilización, para identificar los principales potenciales de ahorro energético y económico, y definir los posibles proyectos de mejora de la eficiencia energética.

En resumen, los objetivos del Diagnóstico Energético son:

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

### **2.3.1- Actividades de un Diagnóstico Energético.**

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

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

#### 14. Elaboración y presentación del informe final del diagnóstico.

En la realización de este trabajo hemos llevado a cabo el análisis de forma indirecta de las actividades de un diagnóstico energético, el mismo nos brinda una panorámica de cómo a partir de una consecutividad de actividades se debe implementar un diagnóstico energético con la calidad requerida.

### **2.3.2- Resultados del diagnóstico energético.**

Luego de mencionar cuales son los objetivos y actividades principales de un diagnóstico energético, como parte inicial se comenzó en la empresa el diagnóstico energético preliminar, mediante el cual se detectaron una serie de problemas que acarrear mal funcionamiento e ineficiencias en el proceso productivo. A raíz del mismo se detectaron los problemas por áreas y sistemas.

#### **Refrigeración.**

- ✦ Deficiente insulación en la trampa de líquido (amoníaco), aproximadamente 3 metros.
- ✦ Deficiente insulación en la tubería que va para el enfriador pelicular, 1 metro.
- ✦ Deficiente insulación en la parte de baja del compresor MICOM, 3 metros.
- ✦ Deficiente insulación en la parte de baja del compresor AB -100, 7 metros.
- ✦ Deficiente insulación en los empates de las tuberías de amoníaco que van para helado, 1,5 metros.
- ✦ Mal estado de la puerta de la nevera de yogurt.
- ✦ Mal estado de la puerta de la nevera de helado.

#### **Producción. (Sistema de agua fría).**

- ✦ Deficiente insulación en la cortina de enfriamiento de yogurt, 5 metros.
- ✦ Deficiente insulación en la tubería que va para el tanque # 1, 2.5 metros.
- ✦ Deficiente insulación en la tubería que va para el tanque # 4 y 5, 5 metros.

#### **Producción. (Sistema de agua caliente).**

- ✦ Deficiente insulación en la toma de agua caliente, 1 metro.
- ✦ Deficiente insulación en la parte trasera de la cámara térmica.

- ✦ Salidero de vapor en la parte inferior del tanque # 2.

### **Caldera.**

- ✦ Deficiente insulación en la tubería de arriba de la caldera, 0.5 metros.
- ✦ Deficiente insulación en la entrada de vapor al calentador del combustible, 0.5 metros.
- ✦ Deficiente insulación en la salida de vapor para producción, 0.5 metros.

### **Agua común.**

- ✦ En la bomba doble pistón que bombea la mezcla para el área de helado por concepto de enfriamiento de la misma se desperdician 20 litros de agua en aproximadamente en 2 minutos y 30 segundos con un tiempo de duración del bombeado de aproximadamente 2.5 horas, en total se desechan 1200 litros de agua.
- ✦ En la bomba doble pistón que bombea el yogurt y el melado a los tanques 4 y 5, por concepto de enfriamiento de la misma se desperdician 20 litros de agua en aproximadamente 5 minutos y 36 segundos, con un tiempo de duración del bombeado de aproximadamente 3 horas, en total se desechan en una producción de yogurt 671.6 litros del líquido.
- ✦ En la bomba mono pistón que bombea la mezcla desde los tanques hacia el cañón en el área de helado por concepto de enfriamiento de la misma se desperdician 10 litros de agua en aproximadamente 3 minutos y 11 segundos, con un tiempo de duración del bombeado de aproximadamente 4 horas, en total se desechan en una producción de helado 771.7 litros de agua.
- ✦ En el Homogenizador por concepto de enfriamiento se desperdician 10 litros de agua en 3 minutos y 21 segundos, con un tiempo de duración del proceso de 3.5 horas para homogenizar una mezcla de helado, significa un desperdicio de 654.2 litros.

### **Estado de las instalaciones eléctricas.**

- ✦ Deterioro de las protecciones y en otros casos mal ajustadas o no tienen.
- ✦ Por la abundante agua utilizada en el proceso tecnológico existe humedad en las instalaciones eléctricas ocasionando averías con frecuencia.

- ✦ Deterioro por los extensos períodos de explotación de los principales equipos, lo que trae consigo pérdidas considerables en los portadores así como en los productos finales.
- ✦ No se cuenta con instrumentos de mediciones en los paneles de fuerza y control.
- ✦ Mal estado de las instalaciones de alumbrado.
- ✦ Cableado y sistema de contactores de la caldera en mal estado.

### **Resultados del análisis de las encuestas.**

Para tener una mejor y más acertada idea del conocimiento del personal en la empresa del estado de la gestión y la eficiencia energética, se encuestaron 40 trabajadores entre los que se encuentran dirigentes, técnicos y otro personal no calificado, representando un 30% del total de los trabajadores de la empresa, obteniendo los siguientes resultados:

### **Evaluación de la Gestión Energética de Empresas.**

- ✦ El 53.3% de los encuestados no conocen el 20% de los equipos que provocan el 80% de los consumos totales de todos los portadores energéticos que gasta la empresa (según principio de Pareto).
- ✦ No se encuentran identificados el 20% de los equipos que provocan el 80% de las pérdidas energéticas actuales según el 73.3% de los encuestados.
- ✦ El 80% de los encuestados no conocen si la empresa evalúa la tendencia en el tiempo de los consumos y los costos energéticos de los diferentes portadores.
- ✦ No se conoce si la empresa ha realizado diagnósticos o auditorías energéticas en los últimos 5 años según el 86.7% de los encuestados.
- ✦ No están claramente definidos en la empresa los factores externos e internos que afectan la eficiencia energética, según el 66.7% de los encuestados.
- ✦ El 73.3% afirma que la entidad no cuenta con la tecnología y equipamiento eficiente energéticamente para producir.

- ✦ El 80% no conoce lo que le cuesta a la entidad producir los energéticos secundarios (vapor, aire comprimido, tonelada de frío etc...) que usa.
- ✦ No es del conocimiento del 80% de los encuestados si la empresa realiza autodiagnósticos energéticos con periodicidad (al menos 2 veces al año).
- ✦ No existe un programa de entrenamiento y motivación a los empleados de la empresa en materia de ahorro de energía según el 86.7% de los encuestados.
- ✦ El 86.7% desconoce si la empresa utiliza alguna fuente de energía no renovable para reducir los consumos.
- ✦ El 93.3% desconoce si la empresa cuenta con el apoyo total de la gerencia para aplicar medidas de ahorro rentables.
- ✦ No se sabe si la gerencia o el personal técnico de la empresa ha recibido capacitación en eficiencia o gestión energética en los últimos tres años.

#### **Encuesta a trabajadores.**

- ✦ En el puesto de trabajo consideran que se puede ahorrar mucha energía mediante:
  - Mejorando la operación, un 40%.
  - Mejorando el mantenimiento, un 66.7%.
  - Mejorando la instrumentación, un 60%.
  - Mejorando los registros de control, un 46.7%.
  - Mejorando en nivel de conocimiento, un 60%.
  - Mejorando la motivación, un 46.7%.
  - Mejorando las condiciones de trabajo, un 60%.
  - Mejorando la automatización, un 73.7%.
  - Mejorando la calidad y cantidad de las inspecciones, un 26.7%.
  - Mejorando la política de estímulo, un 60%.
- ✦ En el puesto de trabajo consideran que se puede ahorrar poca energía mediante:
  - Mejorando la operación, un 60%.
  - Mejorando el mantenimiento, un 33.3%.

- Mejorando la instrumentación, un 20%.
- Mejorando los registros de control, un 26.7%.
- Mejorando en nivel de conocimiento, un 33.3%.
- Mejorando la motivación, un 40%.
- Mejorando las condiciones de trabajo, un 40%.
- Mejorando la automatización, un 13.3%.
- Mejorando la calidad y cantidad de las inspecciones, un 53.3%.
- Mejorando la política de estímulo, un 26.7%.
- ✦ Los portadores energéticos más utilizados en las diferentes áreas son según el 100% de los encuestados es la electricidad, 66.7% el vapor y 26.7% el petróleo.
  - Según el 86.7% no se conoce la cantidad que se consume.
- ✦ No se recibe ningún tipo de estímulo por la mejora de la eficiencia energética según el 66.7% de los encuestados.
- ✦ El 60% de los encuestados no se consideran informados sobre las afectaciones al medio ambiente provocadas por su centro de trabajo.
- ✦ Según los encuestados los principales elementos que contaminan el medio ambiente son el amoníaco, ruido, derrame de aguas residuales y expulsión de gases a la atmósfera etc.

#### **Encuesta a dirigentes y técnicos.**

- ✦ El 50% de los encuestados considera que de aplicar medidas de eficiencia energética sin recursos o con pocos recursos puede ahorrarse en la empresa del 1-3%.
- ✦ El 66.7% coincide con un orden de prioridad en los principales y diferentes aspectos para incrementar la eficiencia energética:
  - 1) Mayor organización.
  - 2) Mayor exigencia de la dirección.
  - 3) Mejor mantenimiento.
  - 4) Mejor estado técnico.

5) Mayor disciplina tecnológica.

- ✦ El 83.3% valora de poca la capacitación en aspectos energéticos.
- ✦ Existe buen grado de conocimiento sobre:
  - Instrumentación, un 50%.
  - Índices de consumo y normas, un 66.7%.
  - Causas y consecuencias de fallas o interrupciones, un 50%.
  - Efecto sobre el medio ambiente de la actividad energética, un 50%.
- ✦ Existe un grado de conocimiento entre mal y regular sobre:
  - Operación, un 83.4%.
  - Mantenimiento, un 66.7%.
  - Magnitudes y pérdidas energéticas, un 50%.
  - Causas de pérdidas energéticas, un 66.7%.
  - Medidas de ahorro energético, un 50%.
- ✦ El 66.7% considera que la actividad energética de la empresa no afecta al medio ambiente.
- ✦ El 50% considera que la gestión energética de la empresa es buena.
- ✦ Según los encuestados las áreas que más consumen portadores energéticos de la empresa son la caldera, refrigeración y producción.
- ✦ Según el 66.7% de los encuestados evalúan la disciplina tecnológica en relación con la eficiencia energética entre regular y mal.
- ✦ El 83.4% considera que la fluctuación laboral en su área es media.
- ✦ El personal a cargo presenta una calificación media en términos de eficiencia energética, según el 66.7%.

## **2.4- Definición de los principales puestos claves de consumo de energía.**

Un monitoreo y control energético efectivo en una empresa o entidad de servicio, requiere de la utilización de un conjunto de indicadores de los tres tipos, y no solo a nivel de empresa, sino estratificados hasta el nivel de las áreas y equipos mayores consumidores ("Puestos Claves").

Para la definición de los diferentes puestos claves tuvimos en cuenta cuales son las áreas y equipos que representan los mayores consumos de energía en la empresa, los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla. 2.2. Consumo de los puestos claves en un día típico.

No.	Áreas.	Consumo. (KWh/día.).
1.	Refrigeración.	1963.87
2.	Helado.	297.96
3.	Producción.	197.62
4.	Compresor de aire.	125.66
5.	Caldera.	14.24

En este caso a la Caldera aunque no presenta un elevado consumo de energía, pero debemos prestarle mucha atención debido a que el vapor es vital importancia para el proceso productivo, además que no sólo consume electricidad sino que también consume la totalidad del fuel oil, siendo este uno de los portadores de más peso en la empresa, por razones expuestas en el capítulo #1.

## **2.5- Índices de consumo.**

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

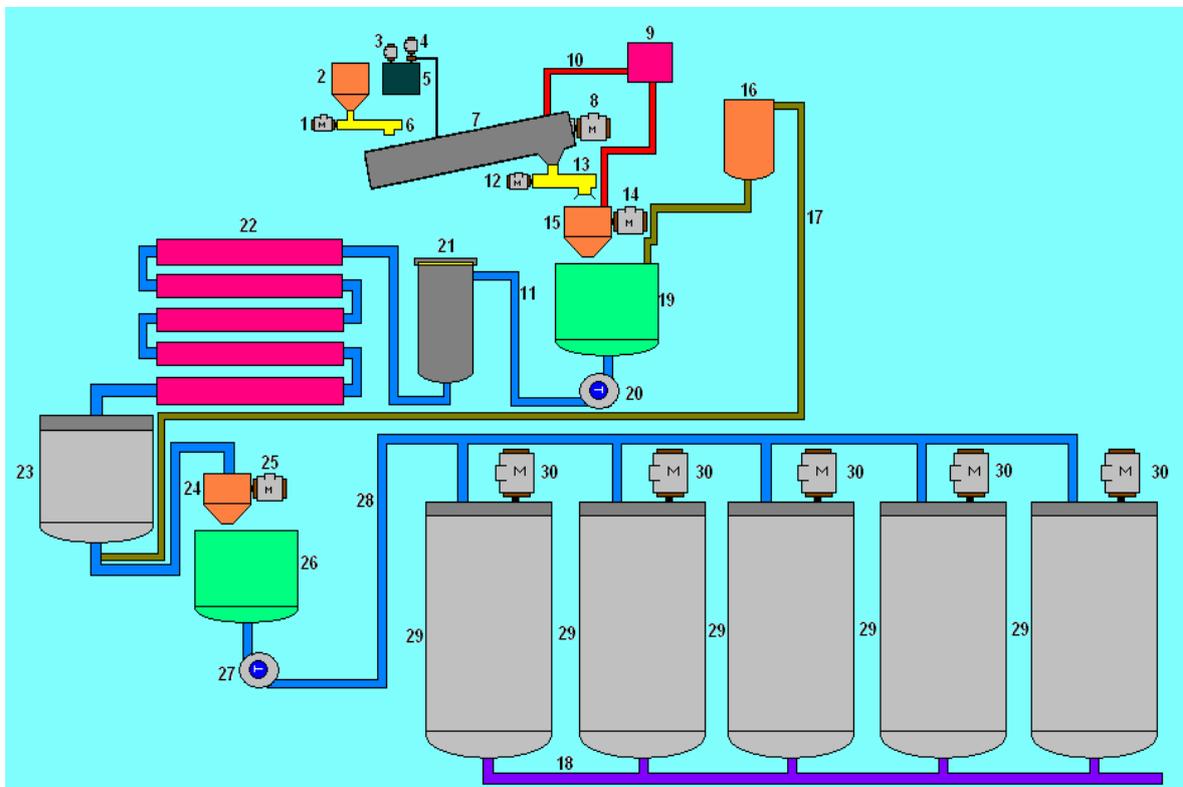
Para evaluar los cambios en la eficiencia energética se utilizan indicadores de tres tipos fundamentales:

### Índices de consumo:

- Energía consumida / Producción realizada.
- Energía consumida / Servicios prestados.
- Energía consumida / Área construida.

El índice de consumo o consumo específico de energía se define como la cantidad de energía por unidad de producción o servicios, medidos en términos físicos (productos o servicios prestados). Relacionan la energía consumida (kWh, litros de combustible, toneladas de Fuel Oil, toneladas equivalentes de petróleo) con indicadores de la actividad expresados en unidades físicas (toneladas de acero producidas, hectolitros de cerveza producidos, habitaciones-días ocupadas, toneladas-kilómetros transportadas, m<sup>2</sup>-año de edificios climatizados).

✦ **Esquema tecnológico para la producción yogurt de soya y Leche Saborizada.**



**Fig.2.5.1**

Leyenda.

1. Motor del Dosificador # 1.
2. Tanque de recepción de la Soya.
3. Agitador del tanque de bicarbonato.
4. Bomba de bicarbonato.
5. Tanque de bicarbonato.
6. Dosificador # 1.

7. Sinfín.
8. Motor del sinfín.
9. Tanque de suministro de agua caliente.
10. Conductos de agua caliente.
11. Conductos de la Soya molida.
12. Motor del dosificador # 2.
13. Dosificador # 2.
14. Motor del molino # 1.
15. Molino # 1.
16. Tanque receptor de la soya cruda.
17. Conducto de recirculación de la soya cruda.
18. Conducto del producto terminado.
19. Tanque receptor del primer molinado de la soya.
20. Bomba neumática.(400Ltrs./min.)
21. Calefactor.
22. Serpentín retenedor.
23. Tanque de flacheo.
24. Molino # 2.
25. Motor del molino # 2.
26. Tanque receptor del segundo molinado de la soya.
27. Bomba neumática.(400Ltrs./min.)
28. Conducto de la soya para los tanques de producto terminado.
29. Tanques de producto terminado.
30. Agitadores.(1,2,3,4,5)

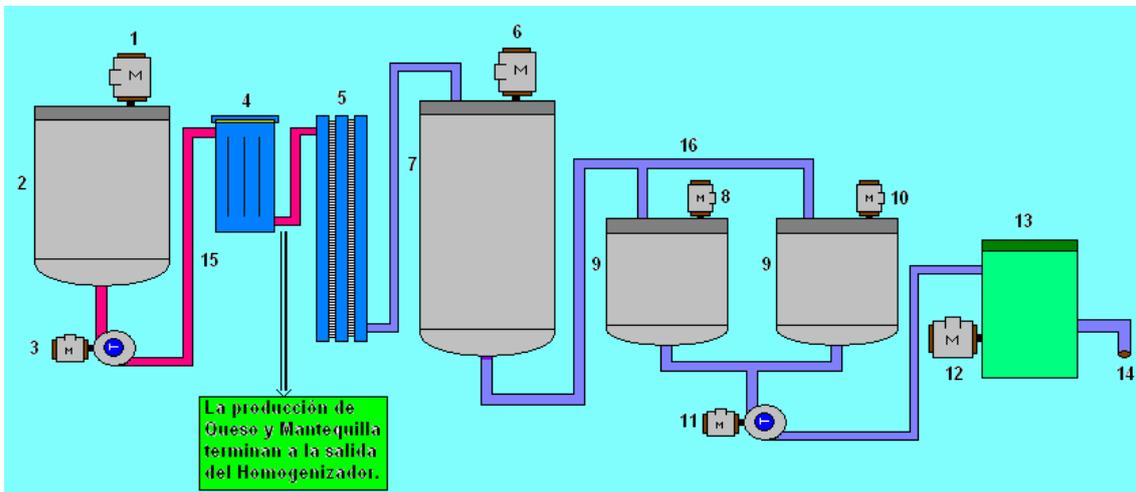
Para culminar el proceso de yogurt de soya el producto se bombea de la Línea Nueva hasta el área de producción en los tanques 4 y 5 para sufrir el siguiente proceso:

- ✦ A la leche estandarizada se le añade el azúcar en forma de sirope. El sirope se prepara añadiendo el azúcar al tanque, previamente pesada y se incorpora el 30% de agua, se pasteuriza hasta 90<sup>0</sup>C y se le adiciona el color y sabor.

- ✦ La leche de soya con el azúcar debe tener entre 1.054 y 1.056 Kg./Ltr, se refresca hasta 42- 45<sup>0</sup>C y se inocula con el cultivo industrial.
- ✦ Tiempo de coagulación de 2,3 a 3 horas, acidez 0.34%.
- ✦ Se enfría hasta 6<sup>0</sup>C y se embolsa en la maquina embolsadora, Peso 936 gr, Volumen 917 mas menos 11 ml.

En esta línea de trabajo se obtiene mediante el molinado la leche de la soya para la producción de yogurt de soya, leche saborizada y queso cresol, para la producción del yogurt de soya y la leche saborizada se muele en una sola tanda. Para el cálculo del Índice de Consumo de este producto como caso experimental se obtuvo el tiempo que se necesitó para producir 10,5 toneladas de yogurt de soya que fue de 8 horas y 30 minutos, y en esta misma línea también se producen aproximadamente 1 tonelada de leche saborizada en un tiempo de aproximadamente de 1 hora. Partiendo de los niveles de producción por meses, y con la potencia instalada en la Línea Nueva calculamos los kWh consumidos en la misma. De esta forma calculamos los Índices de Consumo anuales.

✦ **Esquema tecnológico para la producción de Queso Cresol, Mantequilla y Helado.**



**Fig.2.5.2**

Leyenda.

1. Agitador del tanque de preparación de la mezcla.
2. Tanque de preparación de la mezcla.
3. Bomba doble pistón.
4. Homogenizador.

5. Cortina de enfriamiento.
6. Agitador del tanque de la mezcla terminada.
7. Tanque de la mezcla terminada.
8. Agitador del tanque de recepción de la mezcla terminada.
9. Tanque de recepción de la mezcla terminada.
10. Agitador del tanque de recepción de la mezcla terminada.
11. Bomba mono pistón.
12. Motor de la máquina de hacer Helado.
13. Máquina de hacer Helado.
14. Salida del producto terminado.

En la producción de Helado intervienen varios procesos que influyen directamente en el consumo de energía, como son:

- ✦ Estandarización de la mezcla. (dura aproximadamente 1 hora).
- ✦ Homogenización. (dura aproximadamente 2 horas).
- ✦ Bombeado de la mezcla para llevarla de 0<sup>0</sup>C a 10<sup>0</sup>C. (dura aproximadamente 1 hora).
- ✦ Maduración de la mezcla (puede durar aproximadamente 4-24 horas).

Para la obtención de los índices de consumo se sumaron todas las producciones de cada mes y los consumos de energía en dichos meses, de esta forma pudimos calcular los índices de consumo globales mensuales. Cabe destacar que la empresa no tiene definidos los índices de consumo de energía por proceso tecnológico de cada producto, ya que las producciones se llevan a cabo en diferentes horas del día y no están relacionadas entre sí, y debido a que no existe donde realizar mediciones que relacionen específicamente los procesos de cada producto para cuantiar acertadamente cuanto consume cada uno de estos procesos estos índices de consumo se calcularon de forma global.

Índice de consumo = Energía consumida / Producción realizada.

En la producción de Queso Cresol intervienen los motores de la Línea Nueva, el agitador del tanque de preparación de la mezcla, la bomba doble pistón del área de helado y el Homogenizador, anexados en la tabla 2.8.

Para la obtención del queso cresol, a través y después del molinado intervienen una serie de procesos que están estrechamente relacionados con los consumos de energía eléctrica los cuales son:

1. Obtención de la pasta de soya después del molinado, Ac=0.30%.
2. Adición de la grasa vegetal.
3. Disolución y adición de la leche (se añade poco a poco).
4. Refrescamiento hasta (42 a 45)<sup>0</sup>C.
5. Inoculación con cultivo industrial, 3%.
6. Coagulación, Tiempo 2 hrs, Ac 0.75%, Temp. (42 a 45)<sup>0</sup>C.
7. Corte del coágulo agitando 5 minutos.
8. Calentamiento hasta 65<sup>0</sup>C y adición de sal 1.5%, conservantes 0.1%.
9. Pasteurización Temp. 65<sup>0</sup>C, Tiempo 0.5 hrs.
10. Homogenización. Presión 150 kgf/cm<sup>2</sup>, Temp. (60 a 65)<sup>0</sup>C.
11. Envasado, pesado y atemperamento.
12. Almacenamiento del producto terminado de (2 a 6)<sup>0</sup>C.

✦ Tabla 2.3. Índices de Consumo por producto. Año 2008.

<b>Producto.</b>	<b>Consumo (KWh).</b>	<b>Producción (Ton.)</b>	<b>IC. Anual.</b>
Yogurt de Soya.	92582.09	2943.6	31.45
Helado.	271905.626	593.033	458.5
Queso Cresol.	423.91	124.7	3.4
Yogurt de Leche.	335.75	127.9	2.625
Yogurt de Leche. (USD)	100.285	38.2	2.625
Leche Sab.	3601.256	68.7	52.42
Mantequilla Vegetal.	710.43	39.8	17.85

**Indíces de Consumo.**

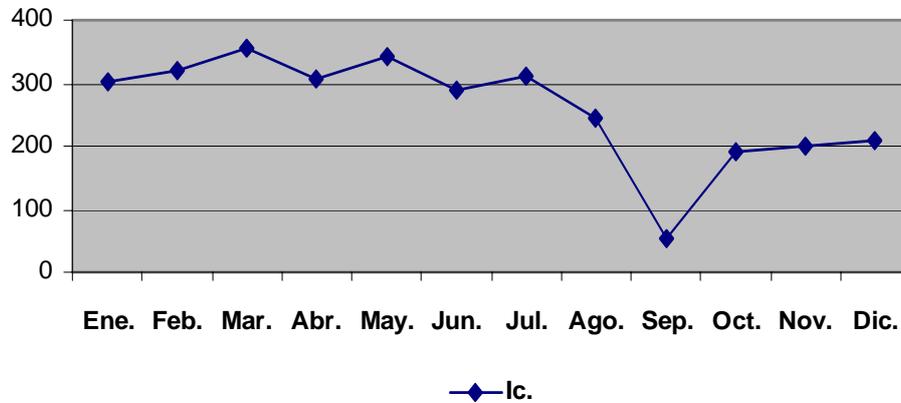


Fig.2.5.3

La figura representa el comportamiento de los Índices de Consumo por meses teniendo en cuenta los niveles de producción y la energía consumida en los meses en cuestión. En este caso el índice de consumo de electricidad esta dado por la cantidad de kWh consumidos entre la cantidad de producciones realizadas en toneladas, es decir kWh/Ton.

Como un caso experimental calculamos los índices de consumo del yogurt de soya, queso cresol y leche saborizada en un día típico de producción.

✦ Tabla 2.4. Índices de Consumo en un día típico.

<b>Producto.</b>	<b>Consumo (KWh).</b>	<b>Producción (Ton.)</b>	<b>IC. En un día típico.</b>
Yogurt de Soya.	141.254	10.5	13.45
Queso Cresol.	34.24	1.5	22.83
Leche saborizada.	141.254	1.5	94.17

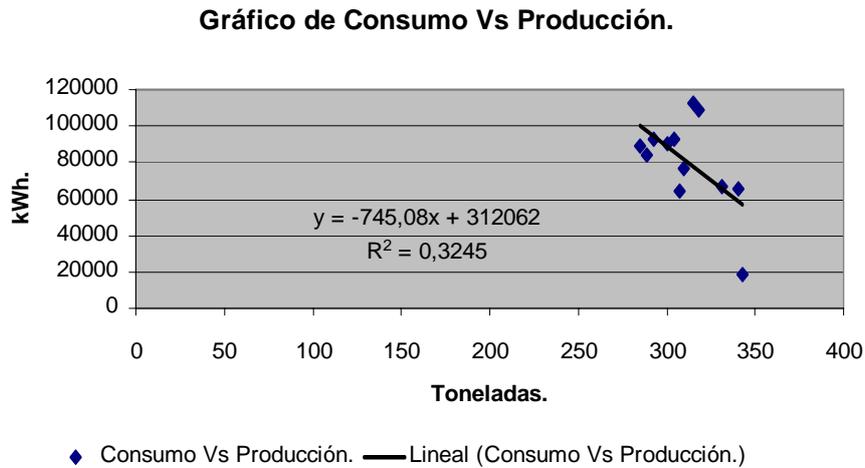


Fig.2.5.4

La figura muestra la correlación que existe entre los kWh consumidos y las toneladas producidas, observándose una muy mala correlación lineal, con un coeficiente  $R^2 = 0.3245$ , esto se debe a que las producciones no son seriadas y los procesos de los diferentes productos están desligados, es decir, las producciones no ocurren regularmente en el mismo horario del día ni con la misma sistematicidad y aunque halla poca producción o pocos productos en las cámaras frías, estas tienen que seguir trabajando.

## **2.6- Estudio del portador electricidad.**

### **⊕ Mediciones en el sistema.**

A partir de los cálculos estimados del tiempo de trabajo de todas las áreas del Combinado Lácteo se realizó la estratificación de los consumos por dichas áreas para realizar el gráfico de Pareto. Se tomaron como base mediciones realizadas en la barra principal y en cada una de estas áreas mediante las cuales podemos llegar a la conclusión de que las áreas o equipos mayores consumidores son refrigeración, producción, helado y el compresor de aire, siendo estas a las que se le deberán encaminar las medidas de ahorro.

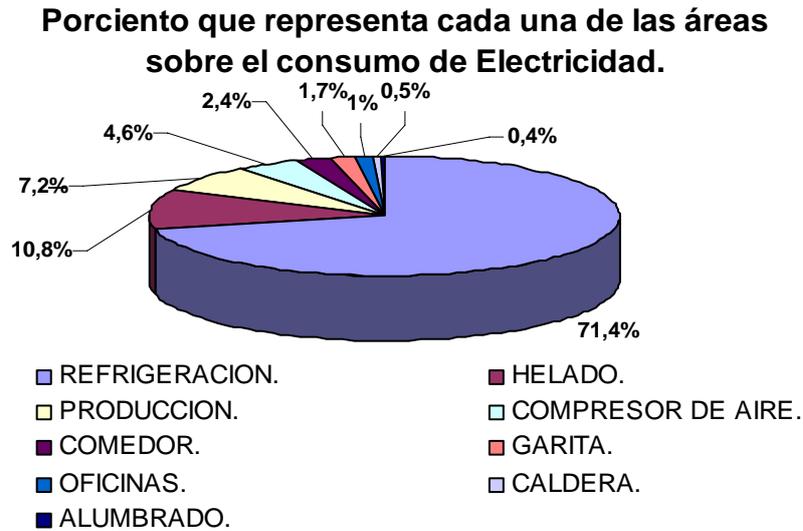


Fig.2.6.1

Como se observa en la figura, el mayor porcentaje de consumo de energía eléctrica en la entidad recae sobre el área de refrigeración, la cual representa un 71.4 % del consumo total, seguida por el área de helado con un 10.8 %, continúa el área de producción con 7.2 %, el compresor de aire con 4.6 %, el comedor con 2.4 %, la garita con 1.7 %, luego siguen las oficinas con 1 %, 0.5 % la caldera y 0.4 % el alumbrado.

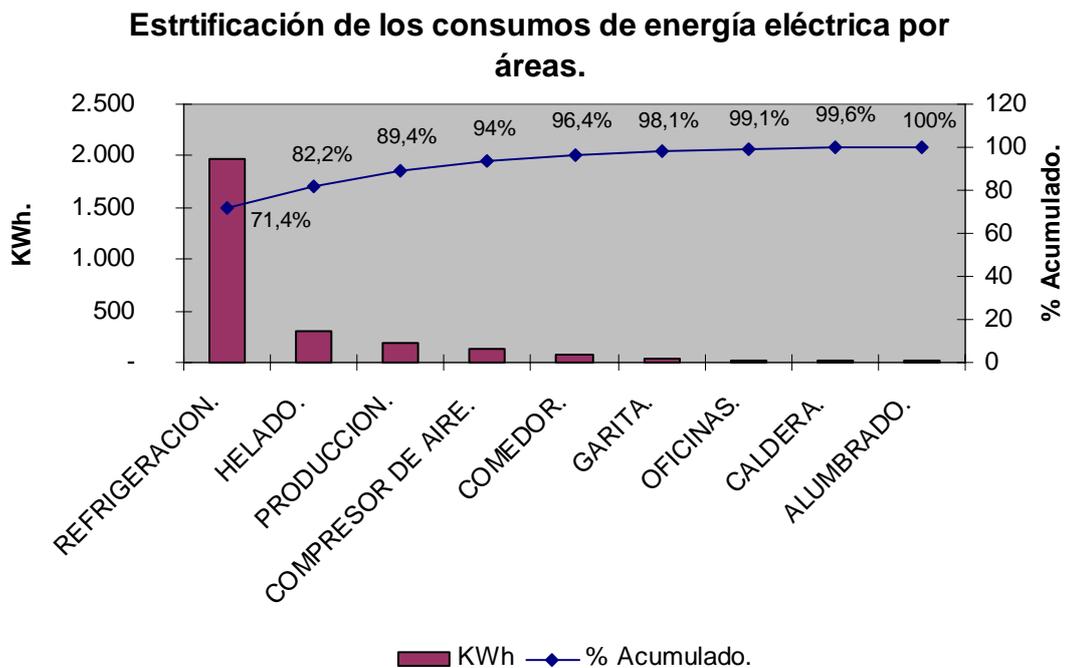


Fig.2.6.2

Cuando se investiga la causa de un efecto, una vez identificada la causa general de los consumos aplicando el diagrama de Pareto (identificadas en el capítulo #1), es necesario encontrar la causa particular del efecto. La estratificación es el método de agrupar datos asociados por puntos o características comunes pasando de lo general a lo particular. En este caso hacemos alusión a los consumos de electricidad.

Como se puede observar en la figura, utilizando el diagrama de Pareto como herramienta, el 20% de las áreas que representan el 80% de los consumos de energía eléctrica, en un período de un día típico de producción, los cuales son: refrigeración, producción y helado, hacia los cuales irán encaminadas las acciones, medidas o inversiones para lograr un mejor aprovechamiento de la energía. Es importante destacar que en estas áreas los equipos se han encontrado trabajando ininterrumpidamente por más de 30 años.

A raíz de las mediciones llevadas a cabo en cada una de las fases de la barra principal, se pudo analizar el comportamiento de las más importantes variables eléctricas necesarias para este estudio, como son las fluctuaciones de las potencias activa, reactiva y aparente, el comportamiento de las corrientes y el factor de potencia, las cuales, con un análisis detallado nos dan la medida de cual es el estado actual en lo que respecta a eficiencia presenta la empresa objeto de estudio.

**Gráfico de Carga.**

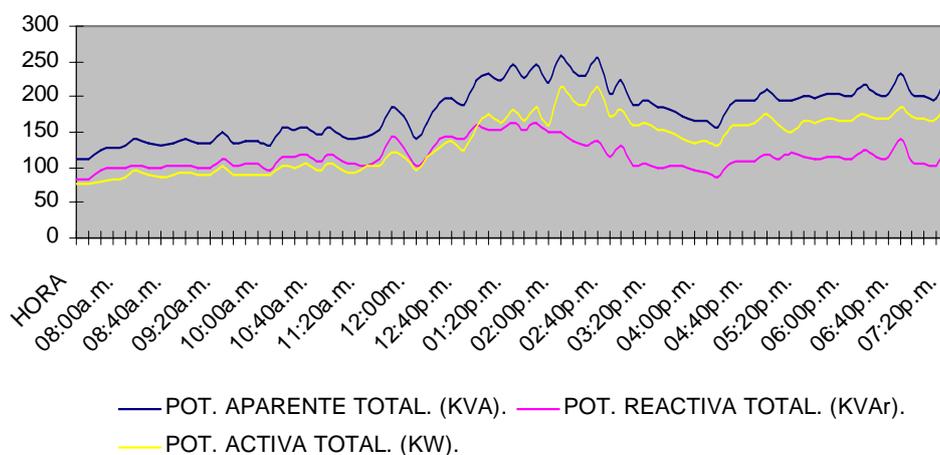


Fig.2.6.3

Comportamiento del Factor de Potencia promedio.

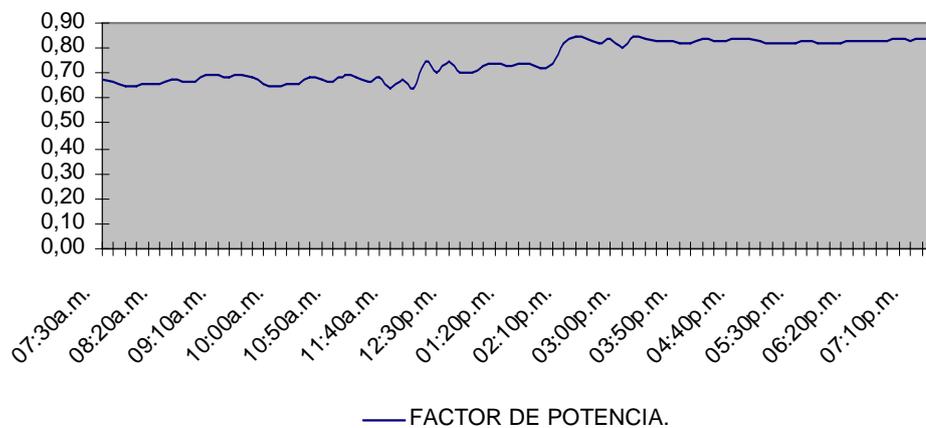


Fig.2.6.4

### 2.6.1- Determinación de las pérdidas en el transformador principal.

#### (Antes de la compensación).

La eficiencia de los transformadores es usualmente elevada, las pérdidas que en ellos se producen son una parte considerable de las pérdidas del sistema de distribución industrial. La evaluación de estas pérdidas es importante y necesaria cuando se desea minimizar los costos de operación de un sistema.

El Combinado Lácteo se alimenta del Sistema Electroenergético Nacional (SEN), con un servicio de 33 KV por la parte de alta del transformador, las desviaciones permisibles de tensión no deberán ser superiores al 5% y las de frecuencia  $\pm 1\%$ , y la conexión será estrella solidamente aterrada al neutro.

Pérdidas de transformación:

Las pérdidas totales del transformador se determinan por:

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

Donde:

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

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

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

$T_3 = T_1$  – Porque el transformador trabaja a régimen continuo las 24 h del día.

El coeficiente de carga  $K_c$  representa la relación que existe entre los KVA reales y los KVA nominales.

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

Para llevar a cabo el análisis de las pérdidas por transformación se tuvo en cuenta que el transformador existente en el establecimiento tiene una potencia aparente de 500 kVA.

Pérdidas para el transformador de 500 kVA.

$$P_{cu} = 6.883kW.$$

$$P_{fe} = 1.484kW.$$

$$T_1 = T_3 = 24h.$$

Los valores de las pérdidas en el cobre y en el hierro fueron tomados del Manual de Consumidores, de la Unión Eléctrica, Ministerio de la Industria Básica.

Sustituyendo en la fórmula 2.1 se obtiene que las pérdidas para el transformador de 500 kVA son:

$$P_t = 1.484kW * 24h + \left(\frac{195.69}{500}\right)^2 * 6.883kW * 24h$$

$$P_t = 60.92kW / día.$$

Para calcular las pérdidas anuales debemos calcular el tiempo equivalente ( $T_e$ ) (tiempo real de trabajo del transformador durante un año, en horas), con la ayuda de una herramienta informática, el software Dycse, donde introduciendo los datos en un tiempo base de un año, obtenemos la curva de demanda, mediante la cual el Dycse calcula el área debajo de la curva, muestra la demanda máxima y finalmente calcula el tiempo equivalente.

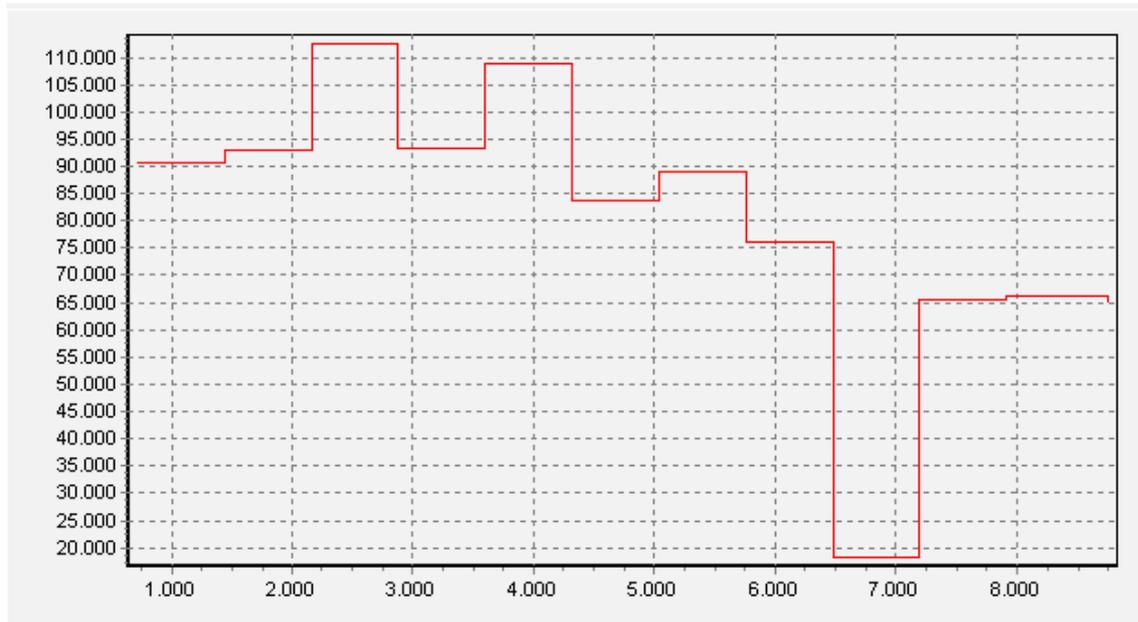


Fig.2.6.5

La figura muestra el gráfico de demanda por el cual el Dycse calculó el área debajo de la curva para la posterior obtención del tiempo equivalente ( $T_e$ ).

Después de calcular el tiempo equivalente ( $T_e$ ) las pérdidas en un año están dadas por:

$T_e$  – Tiempo equivalente real de trabajo del transformador en un año en horas.

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

$$P_t = 1.484kW * 4836.704h + \left( \frac{195.69}{500} \right)^2 6.883kW * 4836.704h$$

$$P_t = 12277.13kWh / año.$$

## **2.7- Conclusiones.**

En el presente capítulo fueron objeto de análisis los consumos históricos de portadores energéticos, mediante el cual se pudo constatar que los mayores consumos de la empresa recaen en la Electricidad y el Fuel Oil, coincidiendo los mismos con el 82.56% los gastos asociados con los portadores energéticos de la empresa, también mediante el análisis de los consumos de agua se detectó que no existe un control del líquido en las diferentes aéreas o procesos. Mediante el diagnóstico energético realizado se conocieron los problemas existentes con respecto al nivel de conocimiento de los trabajadores sobre gestión y eficiencia energética, al estado del equipamiento y las instalaciones, los cuales afectan la operatividad y fiabilidad del sistema. Se llevó a cabo la actualización del diagrama monolineal de la empresa, el cual brindará la ubicación real de los dispositivos consumidores de energía. Se establecieron y propusieron nuevos índices de consumo y se definieron los puestos claves de consumo de energía por áreas y equipos. Mediante la estratificación de los consumos de electricidad por áreas y equipos se pudieron definir los mayores consumidores de energía en la entidad, sobre los cuales el peso recayó en el área de refrigeración, helado, producción y el compresor de aire, también se cuantificaron las pérdidas en la barra principal que ascendieron a la suma de 12277.13 kWh al año.

## *Capítulo 3.*

---

### **3.1- Introducción.**

En los últimos años el ahorro de energía ha adquirido una importancia cada vez mayor en Cuba, lo cual básicamente por razones energéticas y ambientales, también es una tendencia mundial, así como la calidad de la energía ya que se considera en el mundo como un patrón que afecta la calidad de los servicios. A partir de que especialistas y trabajadores viven trabajando sostenidamente en la búsqueda de nuevas soluciones que garanticen el buen funcionamiento de la tecnología, estas se encuentran en un proceso de cambio, por tanto, requieren de una especial atención y su posible aplicación está determinada por los resultados que se obtengan en cada investigación dentro de las condiciones actuales.

Este capítulo tiene como objetivo proponer las medidas organizativas e inversiones necesarias para mejorar la eficiencia y la gestión energética en la empresa, a partir de las ineficiencias detectadas en el proceso del diagnóstico energético aplicado, la actualización y propuesta del sistema de gestión energética eficiente, el plan de medidas de ahorro y la propuesta de dar los primeros pasos en la implantación de un sistema automatizado para la gestión energética en la empresa.

### **3.2- 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 acarrear ineficiencias en el proceso productivo, 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.

#### **3.2.1- Medidas organizativas:**

- ✦ Apagar los agitadores de los tanques de envejecimiento de la mezcla de helado durante 2 horas, lo cual no afecta la calidad del producto.
- ✦ Apagar los difusores de las neveras 3 horas alternas en el horario de la madrugada, sin afectar el rendimiento en los productos.

- ✦ Debido a que la demanda pico más alta registrada en el año 2008 fue de 160 kW proponemos reajustar la demanda contratada de 230 kW, por una nueva de 190 kW, la cual brindará notables ahorros.
- ✦ Lograr que la Caldera suministre el vapor necesario en el momento que lo requiera la producción.
- ✦ Aprovechar las potencialidades de luz solar en el horario del día en las áreas de caldera, producción y refrigeración, apagando las lámparas desde las 8 a.m. hasta las 3 p.m., que es el momento del día que más luz solar existe.
- ✦ Aprovechar el agua que se pierde por concepto de enfriamiento de las bombas y el homogenizador.
- ✦ Mantener una adecuada organización y control de la contabilidad de los portadores energéticos.
- ✦ Determinar donde están las potencialidades de ahorro de portadores energéticos y confeccionar los programas para su explotación.
- ✦ Perfeccionar la metodología y ejecución de impecciones y auditorías energéticas, de forma que queden en cada una de ellas bien definidos donde están las dificultades, cuantificando las pérdidas y dictando las medidas concretas y necesarias para su erradicación.
- ✦ Mejorar la organización del proceso productivo para eliminar la inestabilidad operacional.
- ✦ Controlar los parámetros técnicos y operacionales de los compresores.
- ✦ Eliminar los salideros de agua, vapor y combustible.
- ✦ Insulación de las trampas de líquido y tuberías para el óptimo aprovechamiento del frío.
- ✦ Mantenimiento y uso eficiente de los quemadores de la caldera (limpieza de boquillas).
- ✦ Revisar y mantener en buen estado las trampas de vapor.
- ✦ Revisar y mantener en norma el régimen químico del agua de alimentación de la caldera.
- ✦ Recuperar todo el condensado posible de vapor producido.
- ✦ Mantener calibrados y en buen estado los instrumentos de medición.

- ✦ Evaluar la utilización de un precalentador de combustible y aire para mejorar la eficiencia de la combustión en la caldera.
- ✦ Verificar la reparación de los motores rebobinados.
- ✦ Mantener en buen estado los medios de transmisión motor-carga.
- ✦ Efectuar y controlar el acomodo de carga.
- ✦ Reestructurar las pizarras de control de los motores por áreas.
- ✦ El transformador principal sólo presenta Drop outs para la protección, por ello se debe instalar desconectivos rígidos con el objetivo de un mejor aislamiento del sistema en casos de mantenimientos o averías.

### **3.3- Propuestas de las inversiones necesarias para mejorar la eficiencia energética.**

#### **3.3.1- Medidas de pequeña inversión:**

- ✦ Instalar metrocontadores de energía eléctrica por áreas para tener una idea más acertada de los consumos por procesos.
- ✦ Instalar en las áreas de producción, caldera, refrigeración y helado contadores de agua para cuantiar los consumos del líquido por procesos.
- ✦ Insular los 37 metros de tuberías, correspondientes a vapor, amoníaco y agua helada con el objetivo de eliminar pérdidas e ineficiencias en el proceso productivo.
- ✦ Sustituir las luminarias existentes que son de 40 w, por otras de 36 w de balastos electrónicos que pueden ahorrar hasta el 10% del consumo por concepto de alumbrado interior.
- ✦ Instalar la instrumentación necesaria en los paneles y pizarras de control para el seguimiento del proceso tecnológico.
- ✦ Sustitución del transformador principal por otro de menor capacidad con el objetivo de mejorar el rendimiento y disminuir las pérdidas.
- ✦ Contratar personal calificado con el objetivo de impartir cursos de Gestión y Eficiencia Energética.

#### **3.3.2- Medidas de mediana inversión:**

Entre las inversiones necesarias para mejorar la eficiencia energética tenemos el cálculo y adquisición de un banco de condensadores con vista a aumentar la

calidad del servicio eléctrico así como un sistema para la recirculación del agua utilizada en el enfriamiento del yogurt de leche.

### **3.3.2.1-Sistema de recirculación de agua.**

En la producción, el enfriamiento se realiza de dos formas, una mediante la cortina de enfriamiento para el yogurt de soya y otra por la circulación de agua por la doble capa de los tanques para el yogurt de leche, debido a que este no se puede pasar por la cortina de enfriamiento porque la misma rompe el coágulo. En esta segunda haremos mayor énfasis ya que es la que representa sustanciales pérdidas del líquido. Por ejemplo para producir 1.5 toneladas de yogurt de leche para un tiempo de duración del proceso de 3 horas, y a razón de 20 litros por minuto, se desperdician aproximadamente 3600 litros de agua en un día. En este proceso también se utiliza vapor para calentar el producto.

La inversión consiste en un tanque receptor y una bomba que lleve el agua hasta un serie de tanques almacenadores para su posterior uso en otras labores ya sean en limpieza, fregado de camiones, etc.

### **3.3.2.2- Cálculo del Banco de Condensadores.**

El establecimiento ha sido objeto de penalizaciones por bajo Factor de Potencia en todo el año 2008 (tiempo base utilizado para nuestro estudio), proponemos mejorar este Factor de Potencia mediante la instalación de un banco de condensadores.

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

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

La empresa presenta un Factor de Potencia de 0.75, el cual se desea mejorar hasta 0.91, para ello es necesario multiplicar la potencia activa promedio de la instalación (tomadas por las mediciones realizadas) por el coeficiente  $K = 0.426$

$$Q_c = P_a * K \quad (2.3)$$

Donde:

$K$  – Es el coeficiente tomado de la tabla del libro de suministros eléctricos para mejorar el factor de potencia.

Donde:

$P_a$  – Potencia activa media.

$$P_a = 147.935 \text{ kW}$$

Sustituyendo en la fórmula (2.3) obtenemos la potencia del banco de condensadores a instalar es de:

$$Q_c = 147.935 * 0.426$$

$$Q_c = 63.09 \text{ kVAr.}$$

Luego estandarizamos la capacidad del banco de condensadores para poder realizar el cálculo de las nuevas pérdidas en el transformador, la misma será de 65 kVAr.

### **3.3.3- Determinación de las pérdidas en el transformador principal.**

**(Después de la compensación).**

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

$$Q_{sist.} = Q_l - Q_c. \quad (2.4)$$

$$Q_{sist.} = 126.12 - 65$$

$$Q_{sist.} = 61.12 \text{ kVAr.}$$

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

$$S_2 = \sqrt{P^2 + Q_{sist.}^2} \quad (2.5)$$

$$S_2 = \sqrt{147.935^2 + 61.116^2}$$

$$S_2 = 160.63kVA.$$

Comprobamos si el factor de potencia se mantiene de acuerdo a lo deseado:

$$\cos \theta_2 = \frac{P_2}{S_2} \quad (2.6)$$

$$\cos \theta_2 = \frac{147.935kW}{160.63kVA}$$

$$\cos \theta_2 = 0.91$$

Luego calculamos con la nueva potencia aparente después de la compensación, mediante la expresión (2.1) las nuevas pérdidas en el transformador principal:

$$Pt = P_{fe} * T3 + \left( \frac{kVA_{real}}{kVA_{nom.}} \right)^2 P_{cu} * T1$$

$$Pt = 1.484 * 24 + \left( \frac{160.63}{500} \right)^2 6.883 * 24$$

$$Pt = 52.67kWh / día.$$

Con el tiempo equivalente obtenido en el capítulo anterior calculamos las pérdidas anuales:

$$Pt = P_{fe} * Te + \left( \frac{kVA_{real}}{kVA_{nom}} \right)^2 P_{cu} * Te$$

$$Pt = 1.484kW * 4836.704h + \left( \frac{160.63}{500} \right)^2 6.883kW * 4836.704h$$

$$Pt = 10613.57kWh / año.$$

### **3.3.4- Ahorro en kW por concepto de pérdidas en el transformador principal:**

$$\Delta Pt = Pt_1 - Pt_2 \quad (2.7)$$

Donde:

$\Delta Pt_{Día.}$  – Variación de las pérdidas totales en un día.

$Pt_{1Día.}$  – Pérdidas totales antes de la compensación.

$Pt_{2Día.}$  – Pérdidas totales después de la compensación.

$$\Delta Pt_{Día.} = 60.92kW - 52.67kW.$$

$$\Delta Pt_{Día.} = 8.25kW / día.$$

$\Delta Pt_{Año.}$  – Variación de las pérdidas totales en un año.

$Pt_{1Año.}$  – Pérdidas totales antes de la compensación.

$Pt_{2Año.}$  – Pérdidas totales después de la compensación.

$$\Delta Pt_{Año.} = 12277.13kW - 10613.57kW.$$

$$\Delta Pt_{Año.} = 1663.56kW / año.$$

### **3.3.5- Capacidad liberada en kVA del transformador principal después de la compensación.**

Los medios compensadores pueden utilizarse para reducir la sobrecarga de circuitos, pero si estos están subcargados, permiten el incremento de capacidad de carga. Cuando se está entregando una carga  $P$  a  $\cos \theta_1$ , ve una reducción de corriente si el factor de potencia de la carga se incrementa a  $\cos \theta_2$  :

$$kVA_1 = \frac{P}{\cos \theta_1} \quad (2.8) \quad , \quad kVA_2 = \frac{P}{\cos \theta_2} \quad (2.9)$$

Donde:

$kVA_1$  – Potencia aparente antes de la compensación.

$kVA_2$  – Potencia aparente después de la compensación.

Sustituyendo (2.8) en (2.9),

Queda:

$$kVA_2 = kVA_1 \frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2}$$

$$kVA_2 = 195.69 \frac{0.75}{0.91}$$

$$kVA_2 = 161.28$$

$kVA_L$  – Potencia aparente liberada del transformador principal.

$$kVA_L = kVA_1 - kVA_2 \quad (2.10)$$

$$kVA_L = 195.69 - 161.28$$

$$kVA_L = 34.41$$

### **3.3.6- Variación de Tensión.**

Evidentemente, si la caída de tensión en un elemento depende de:

$$\Delta V_1 = \frac{RP + XQ}{V} \quad (2.11)$$

$\Delta V_1$  – Variación de tensión antes de la compensación. (V)

$R = 0.1375\Omega / km.$

$X = 5.7\Omega / km.$

$Q$  – Potencia reactiva antes de la compensación.

$V$  – Voltaje de recibo.

$$\Delta V_1 = \frac{0.1375 * 147.935 + 5.7 * 126.116}{480} \quad (V)$$

$$\Delta V_1 = 1.54 \quad (V)$$

Después de la conexión del banco de condensadores se experimentó una variación de potencia reactiva en la carga, que repercute en una disminución de la caída de tensión.

$\Delta V_2$  – Variación de tensión después de la compensación. (V)

$$\Delta V_2 = \frac{RP + X(Ql - Qc)}{V} = \Delta V_1 - \frac{XQc}{V} \quad (V) \quad (2.12)$$

$$\Delta V_2 = 0.77 \quad (V)$$

$\Delta V_T$  – Variación de tensión total. (V)

$$\Delta V_T = \Delta V_1 - \Delta V_2 \quad (V) \quad (2.13)$$

$$\Delta V_T = 0.77 \quad (V)$$

En este caso la variación de tensión no constituye un problema después de la conexión del banco de condensadores, debido a que fluctúa muy poco, representando un 0.18%, por lo que no es un obstáculo que limite el uso de esta importante medida de ahorro.

### **3.3.7- Cálculo de la frecuencia de resonancia del banco de condensadores.**

Este cálculo se hace necesario debido a que el banco de condensadores debe resonar a una frecuencia mayor que el armónico fundamental (60 Hz), si estas llegaran a igualarse pueden provocar fallas en el sistema.

$$f_r = \sqrt{\frac{kVA}{kVA_c}} * 60 \quad (\text{Hz}) \quad (2.14)$$

Donde:

$f_r$  – Frecuencia de resonancia del banco de condensadores.

$$f_r = \sqrt{\frac{1250}{58.06}} * 60 \quad (\text{Hz})$$

$$f_r = 278.4 \quad (\text{Hz})$$

### **3.4 - Propuesta del sistema de Gestión Energética eficiente.**

En función de las características, política interna, proyecciones y necesidades específicas de la empresa, hacemos una propuesta para la organización estructural, para establecer su sistema de gestión energética eficiente en el establecimiento.



Fig.3.4.1

### **Consejo para la Gestión Energética Eficiente.**

Este consejo es el encargado de la coordinación de la implantación y funcionamiento del sistema. Constituye un enlace entre los niveles ejecutivos y operativos y es responsable de la aplicación de medidas y del logro de metas. El consejo de mejoramiento para la gestión energética debe estar formado por la dirección de la entidad, así como otros dirigentes de áreas más específicas y tienen como misión coordinar y guiar todas las actividades del plan general de incremento de la eficiencia energética.

Disponer de la misma en la estructura de la empresa tendría las siguientes ventajas:

- ✦ Mejor definición de funciones y responsabilidades.
- ✦ Facilita el seguimiento, control y evaluación de los planes de acción.
- ✦ Posibilita la capacitación intensiva.
- ✦ Viabiliza modificaciones y ajustes a los planes.

### **Grupos de mejoramiento de la Gestión Energética.**

El grupo de mejoramiento de la gestión energética se integra por personas de la gerencia media, que pertenecen a diferentes áreas, con el propósito de resolver, asistir técnicamente y controlar todo lo referente a la gestión energética conforme al programa anual de mejora de la eficiencia, un problema vital o desarrollar una mejora, y forma parte de su responsabilidad en el área que desempeñan. De acuerdo con las funciones que se le asignen puede tener un carácter consultivo o ejecutivo y puede ser temporal o permanente. Es necesaria la participación de un miembro de la alta gerencia en el equipo para garantizar su fuerza administrativa.

Las ventajas más importantes de esta alternativa son las siguientes:

- ✦ Se involucran a las áreas en la concepción y ejecución de las acciones.
- ✦ Se logra un mayor apoyo de las áreas.
- ✦ Facilita la comunicación entre departamentos y la retroalimentación al coordinador.
- ✦ Agiliza la aplicación de las acciones y medidas.
- ✦ Constituye un foro para la generación y revisión de ideas.

### **Grupo de Calidad.**

Está constituido por un supervisor y varios obreros, con el objetivo de dar solución a un problema específico para la elevación de la eficiencia o ahorro de energía, mediante el uso de una metodología de análisis cimentada en el uso de herramientas básicas, que permitirán diagnosticar y dar seguimiento a las acciones que decidan para resolverlo, con el fin de la vigencia de la mejora que adopten.

El grupo de calidad es sólo a nivel de empleados, y orienta su trabajo también a resolver problemas o establecer mejoras de carácter administrativo por lo que sus proyectos sirven de apoyo al Programa Anual de Mejoras.

### **Equipo de Mejoras.**

Existe una marcada diferencia entre los equipos de mejoras y los grupos de calidad, y es que estos últimos solucionan problemas operativos en su lugar de trabajo para elevar la eficiencia energética y ahorra energía, mientras que los equipos de mejoras resuelven aspectos vitales de importancia estratégica. Generalmente los grupos de calidad utilizan herramientas básicas para su trabajo mientras los equipos de mejoras requieren de herramientas especializadas.

### **Grupo Asesor Externo en Ahorro de Energía.**

Otra alternativa, que podría utilizarse incluso en combinación con alguna de las dos anteriores, sería la de contratar a un grupo consultor en ahorro de energía para el diseño del sistema y de los planes de acción, incluyendo la realización de diagnósticos energéticos y la formulación de propuestas de proyectos de mejora de la eficiencia energética, así como también para el desarrollo de actividades de capacitación especializada.

Las principales ventajas de esta alternativa son:

- ✦ Los análisis son más objetivos y rápidos.
- ✦ No requiere modificación en la estructura de la empresa.
- ✦ Se cuenta con personal especializado, lo cual, de alguna manera, garantiza el éxito.

- ✦ Se puede acordar el pago por sus servicios en función y en proporción a los ahorros obtenidos.

### **3.5- Plan de medidas de ahorro de la empresa.**

El plan de medidas de ahorro de la empresa no se encuentra bien ajustado a las necesidades del incremento de la eficiencia energética y el ahorro de energía, debido a lo cual proponemos incorporarle las siguientes medidas con el objetivo de aprovechar al máximo las reservas de energía existentes en la entidad.

- ✦ Planificar la ejecución de inspecciones y auditorías energéticas a nivel de áreas, de forma que queden en cada una de ellas bien definidos donde están las dificultades, cuantificando las pérdidas y dictando las medidas concretas y necesarias para su erradicación.
- ✦ Con la utilización del personal calificado, elevar el nivel de preparación profesional del personal del grupo de economía energética, de forma que sea capaz de enfrentar cualquier reto técnico que se le presente.
- ✦ Asegurar la máxima organización y control de la contabilidad de los portadores energéticos.
- ✦ Mejorar la organización del proceso productivo con el objetivo de disminuir los consumos en el horario pico.
- ✦ Controlar los parámetros técnicos y operacionales de los puestos claves establecidos en este análisis.
- ✦ Revisar y mantener en buen estado las trampas de vapor.
- ✦ Recuperar todo el condensado posible de vapor producido, con el propósito de reintegrarlo al ciclo.
- ✦ Mantener calibrados y en buen estado los instrumentos de medición.
- ✦ Evaluar la utilización de un precalentador de combustible y aire para mejorar la eficiencia de combustión en la caldera.
- ✦ Verificar y mantener en buen estado los medios de transmisión motor-carga.
- ✦ Efectuar y controlar el acomodo de carga.
- ✦ Evaluar una mayor utilización de la luz solar en aquellos lugares que sea posible.

### **3.6- Propuesta de nuevos Índices de Consumo.**

A partir de las reservas detectadas en materia de energía eléctrica podemos reducir los índices de consumo por producto, mencionados en la tabla 2.3 ubicada en el capítulo #2 en un 1 % de los mismos en un año, esta reducción viene acarreada por la disminución de las pérdidas vinculadas a la compensación de reactivo mediante la conexión de un banco de condensadores y el ahorro obtenido mediante la propuesta de las medidas organizativas.

### **3.7- Propuesta del Sistema Automatizado para la Gestión Energética en la empresa.**

El incremento de la demanda, el aumento de los precios de la energía, las restricciones financieras para ampliar la oferta energética, la necesidad de lograr mayor competitividad y prestar mejores servicios con el menor gasto de energía, así como la imperiosa necesidad de protección del medio ambiente, son factores que impulsan actualmente al aumento de la eficiencia y la gestión energética.

Es por ellos que se pretende dar los primeros pasos en implementar un sistema automatizado, (el cual fue anteriormente implementado en el ISMM), (MÉNDEZ RODRÍGUEZ, 2008), cuyo objetivo sea el control y seguimiento de la gestión energética en la empresa a través de las informaciones recogidas de los consumos de portadores energéticos de la entidad. Este sistema permitirá el manejo y la administración de la información de los portadores energéticos. En el mismo están implementadas herramientas estadísticas básicas como: el diagrama de Pareto; comparación de índices de consumo; comparación del consumo de portadores energéticos por meses y años para evaluar dicho insumo; gráficos de tendencia así como gráficos de control, las que permitirán evaluar dónde se encuentran las reservas de energía en la entidad y compartirá una serie de informaciones afiliadas al plan de ahorro, elevando la cultura energética de los usuarios.

### **3.8- Conclusiones.**

En el presente capítulo a raíz de las dificultades detectadas en el diagnóstico energético, se propusieron medidas organizativas y de inversión necesaria para llevar al punto más óptimo la gestión y la eficiencia energética, como algunas de las más importantes medidas de inversión tenemos:

- ✦ Instalación de un banco de condensadores con vistas a mejorar el factor de potencia y eliminar las penalizaciones por este concepto. Mediante la conexión del banco de condensadores se logró un ahorro por concepto de pérdidas en la barra principal de 1663.56 kWh.
- ✦ Implementación de un sistema para la recirculación del agua desechada en el proceso de enfriamiento del yogurt de leche, con el cual se ahorrarán 1296 metros cúbicos de agua al año.
- ✦ Se propuso el reajustar la demanda contratada de 230 kW hasta 190 kW con el objetivo de disminuir los costos por facturación eléctrica.
- ✦ La sustitución de las lámparas existentes por otras de balastro electrónico más eficientes, logrando ahorrar un 10% de lo que se consumía anteriormente.
- ✦ También se propuso la estructura del sistema de gestión energética eficiente, queda en manos de la dirección de la entidad su puesta en marcha.
- ✦ Al plan de ahorro de la empresa se le incorporaron medidas que contribuirán a un mejor funcionamiento de los procesos tecnológicos.
- ✦ Se propuso la reducción de los índices de consumo por producto en un 1% de los antes calculados.
- ✦ Se propuso dar los primeros pasos en la implementación de un sistema automatizado para la gestión energética en la empresa.

## *Capítulo 4.*

---

### **4.1- Introducción.**

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.

### **4.2- Análisis económico de las medidas organizativas.**

- ✦ Apagar los agitadores de los tanques de envejecimiento de la mezcla de helado durante 2 horas, lo cual no afecta la calidad del producto, ahorrándose por este concepto 0.213 MWh al mes, lo que representa un ahorro de \$72,42 en moneda nacional mensual.
- ✦ Apagar los difusores de las neveras 3 horas en el horario de la madrugada, sin afectar el rendimiento en los productos, ahorrándose 0.9225 MWh, representando \$ 313.65 en moneda nacional mensualmente.
- ✦ Con el reajuste de la demanda contratada hasta 190 kW, se logrará un ahorro de \$ 2400 en moneda nacional al año.
- ✦ Logar que la Caldera suministre el vapor necesario en el momento que lo requiera la producción, dejando de trabajar aproximadamente 2,5 horas al día, lo cual representará un ahorro de 0.134 Mwh mensual, ahorrándose \$ 45.39 en moneda nacional.
- ✦ Aprovechar las potencialidades de luz solar en el horario del día en las áreas de caldera, producción y de refrigeración, apagando las lámparas desde las 8 a.m. hasta las 3 p.m., que es el momento del día que más luz solar existe, ahorrándose 0.321 MWh, representando \$109.24 en moneda nacional al mes.
- ✦ Al aprovechar los 3288.5 litros de agua diarios que se pierden por concepto de enfriamiento de las bombas y el homogenizador, se ahorran al mes \$ 29.6 en moneda nacional.

- ✦ Para bombear los 3288.5 litros de agua diarios que se desperdician en el enfriamiento de las bombas y el homogenizador, se consumen aproximadamente 3.69 MWh al mes, lo que representa \$1254.6 en moneda nacional. Si esta agua fuera reutilizada dichas pérdidas significarían un ahorro sustancial.
- ✦ Sustitución del transformador principal por otro de menor capacidad con el objetivo de disminuir las pérdidas. En este caso proponemos uno de 300 kVA, el cual trabajaría a un 65.2% de su capacidad, con un ahorro de 2.82 MWh al año por concepto de pérdidas, lo que representa un ahorro de \$959.83 en moneda nacional.
- ✦ Instalar cuchillas seccionadoras o desconectivos rígidos en el transformador principal con el objetivo de aislar el circuito ante posibles mantenimientos o averías (este servicio lo brinda la Empresa Eléctrica).

### **4.3- Evaluación económica de las medidas que requieren inversiones.**

Para la valoración económica las medidas que requieren inversiones se dividen en:

- ✦ Medidas de pequeña inversión.
- ✦ Medidas de mediana inversión.

#### **4.3.1- Medidas de pequeña inversión.**

- ✦ Instalar metrocontadores de energía eléctrica en las áreas mayores consumidoras para tener una idea más acertada de los consumos por procesos. Se instalarán en las áreas de refrigeración, helado, producción, caldera, representando un costo de 130.56 CUC y \$ 42 en moneda nacional.
- ✦ Realizar un estudio más profundo del agua con el objetivo de instalar flujómetros por áreas específicas. (\$ 3500 en moneda nacional al año).
- ✦ Sustituir las 271 lámparas existentes de 40 W, por otras de 36 W (con un costo de la inversión de 634.14 CUC), con balastos electrónicos que pueden ahorrar hasta el 10% del consumo por concepto de alumbrado

interior, con esta medida se ahorran 1.084 kW, las cuales trabajando 8 horas diarias ahorrarían 8.672 kWh al día, significando un ahorro de 1.75 MWh al año, por lo que se ahorrarán \$594.12 en moneda nacional al año.

- ✦ Contratar personal calificado con el objetivo de impartir cursos de Gestión y Eficiencia Energética. (\$3750 en moneda nacional al año).
- ✦ Implementar el sistema de recirculación del agua para reutilizar el agua destinada al enfriamiento del yogurt de leche, con el cual se ahorrarán 1296 m<sup>3</sup> de agua en el año y \$388.8 en moneda nacional.

#### **4.3.2- Medidas de mediana inversión.**

Una de las medidas de mediana inversión lo constituye un sistema para la recirculación del agua.

Como se planteó en el capítulo #3 la inversión consiste en un tanque receptor y una bomba que lleve el agua hasta una serie de tanques almacenadores para su posterior uso en otras labores, ya sean en limpieza o fregado de camiones etc.

Tabla 4.1. Costo de adquisición.

No.	Descripción.	U.M.	Cant.	Costo Unitario (CUC).	Costo (CUC).
1.	Bomba.	u	1	89.00	89.00
2.	Tubería galvanizada.	m	25	2.5	62.5
3.	Tanque plástico de 1000 Litros.	u	4	185	740
Costo total del conjunto.					891.5

El montaje de este sistema será llevado a cabo por la brigada de mantenimiento de la empresa, por lo que no habrá que hacer significativos gastos en montaje y reparaciones parciales. Mediante la aplicación de esta medida se logrará ahorrar 3600 litros de agua al día, con un precio del metro cúbico de agua de 0.30 CUC representa un ahorro de 388.8 CUC al año. Con un tiempo de recuperación de la inversión de 2.3 años.

Como otra de las medidas de mediana inversión tenemos la compra de un banco de condensadores con la finalidad de elevar el factor de potencia de la empresa,

ya que la misma ha sido objeto de numerosas penalizaciones y se necesita fiabilidad en el sistema.

### **Gastos de Montaje.**

Los gastos de montaje relacionan todos los costos en los que es necesario incurrir para el montaje del equipamiento que se pretende instalar, los gastos del personal encargado del montaje, ajuste y puesta en marcha, así como los gastos parciales para reparación y mantenimientos.

El costo estimado de los bancos de condensadores se valora según la oferta de la firma suministradora, en el caso que nos ocupa la firma suministradora es la General Electric, el banco de condensadores que se necesita, ya estandarizado y el gabinete seleccionado se muestran en la tabla 4.1.

Tabla 4.1. Costo del banco de condensadores y el gabinete seleccionado.

<b>No.</b>	<b>Descripción.</b>	<b>Cantidad.</b>	<b>Costo unitario. (CUC).</b>	<b>Costo Total. (CUC).</b>
1.	Banco de Condensadores con fusibles incluidos.	1	654.00	654.00
2.	Gabinete.	1	350.00	350.00
Costo total del conjunto.				1004.00

Los gastos relacionados con los materiales para el montaje se encuentran resumidos en la tabla 4.2.

Tabla 4.2. Costos de los materiales para la instalación del banco de condensadores.

<b>No.</b>	<b>Descripción.</b>	<b>U.M.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Costo Unitario (CUC).</b>	<b>Costo (CUC).</b>
1.	Cable de cobre con recubrimiento de PVC de 3x120 + 1x70.	m	8	15	120
2.	Cinta aislante (Teype plástico).	U	5	0.87	4.35
3.	Interruptor magnetotérmico de 3 polos, 250 A, 600 V.	U	1	50	50
4.	Terminales de cobre para cable de 70 mm <sup>2</sup> , con agujeros para tornillo M12,	U	12	0.04	0.48

	material cobre estañado.				
5.	Terminales de cobre para cable de 120 mm <sup>2</sup> , con agujeros para tornillo M12, material cobre estañado.	U	12	0.065	0.78
Costo de los materiales.					175.61
Imprevistos (5%).					8.78
Costo total de los materiales.					184.39

### **Gastos de Salario:**

Para evaluar los gastos relacionados con el montaje, ajuste y puesta en marcha, se estima un tiempo aproximadamente de 4 días, con la utilización de 4 trabajadores. La tabla 4.3 nos muestra el desglose de los trabajadores por categorías, así como el importe total de los gastos en salario con el montaje del banco de condensadores.

Tabla 4.3. Costos de salario para el montaje del banco de condensadores.

No.	Descripción.	Cant.	Costo diario. (CUC).	Costo total. (CUC).
1.	Técnico Superior.	1	15.21	60.20
2.	Técnico Medio.	1	11.83	47.32
3.	Electricista (Categoría B).	2	10.80	43.2
Costo de salario.				150.72
Imprevistos (5%).				7.54
Costo total de salario.				158.26

El cálculo de la inversión total parcial queda determinado por la expresión 4.1.

$$C_{ad.mont.} = C_{t.sal.} + C_{acc.} \quad (4.1)$$

Donde:

$C_{ad.mont.}$  – Costo de adquisición y montaje.

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

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

$$C_{ad.mont.} = 1004 + 158.26 + 184.39$$

$$C_{ad.mont.} = 1346.65cuc.$$

### **Gastos de reparación parcial:**

Para garantizar el buen funcionamiento en la instalación de los bancos de condensadores es necesario realizar un mantenimiento preventivo, este mantenimiento debe ser planificado para un tiempo mínimo de funcionamiento de 6 meses.

El mantenimiento estándar de una instalación de este tipo requiere el cumplimiento de los siguientes requisitos:

- ✦ Realizar las pruebas de nivel de aislamiento a tierra y de alta tensión, para los niveles de voltaje recomendados por el fabricante.
- ✦ Revisar que la corriente de aire no se vea restringida dentro del gabinete.
- ✦ Remover el polvo y la tierra acumulada, así como el exceso de óxido en la superficie de los conectores.
- ✦ Limpiar la envoltura del condensador y el casquillo de aislamiento.
- ✦ Limpiar el área de contacto de los fusibles y los conjuntos portadores.

El costo de mantenimiento ha sido evaluado por el costo de salario del personal que lo realizará, así como el de los materiales necesarios para su ejecución. El mantenimiento se planifica para 4 horas de duración.

Las tablas 4.4 y 4.5 muestran el resultado de estos costos para salario y materiales respectivamente.

Tabla 4.4. Costos de salario para reparación parcial.

No.	Descripción.	Cant.	Costo diario. (CUC).	Costo total. (CUC).
1.	Técnico Superior, especialista en Mediciones Eléctricas.	1	15.21	2.61
2.	Electricista (Categoría B).	1	10.80	5.40
Costo de salario.				13.00
Imprevistos (5%).				0.65
Costo total de salario.				13.65

Tabla 4.5. Costos de materiales para reparación parcial.

No.	Descripción.	U.M.	Cant.	Costo unitario. (CUC).	Costo total. (CUC).
1.	Cinta aislante (Teype plástico).	U	3	0.87	2.61
2.	Limpiador de contactos (Spray).	U	2	3.24	6.48
3.	Estopa.	kg.	0.25	0.0097	0.0024
Costo de los materiales.					9.09
Imprevistos (5%).					0.45
Costo total de los materiales.					9.54

### **Inversión Total.**

El costo general de la inversión para un año de explotación se determina a partir de la sumatoria de todos los gastos deducidos anteriormente, para ello se plica la expresión 4.2.

$$Inv. = C_{ad.mont.} + C_{sal.mat.} \quad (4.2)$$

Donde:

$Inv.$  – Inversión total.

$C_{mont.}$  – Costo del montaje.

$C_{sal.mat.}$  – Costo total por concepto de salario y materiales para llevar a cabo el mantenimiento.

$$Inv. = 1346.65 + 23.19$$

$$Inv. = 1369.84cuc.$$

### **4.3.3- Ahorro en Pérdidas Eléctricas.**

A partir de la compensación se produce una considerable disminución de las pérdidas eléctricas, para poder realizar este cálculo es necesario tener en cuenta la tarifa eléctrica de la empresa.

En el caso que nos ocupa es vital que la tarifa eléctrica de la empresa sea llevada a su equivalente en CUC, ya que el banco de condensadores sólo se puede

comprar en esta moneda, y poder llevar a cabo un mejor análisis del tiempo de recuperación de la inversión realizada.

Tabla 4.6. Ahorro en pérdidas eléctricas.

Descripción.	Pérdidas totales. (kWh/día).	Energía Perdida. (kWh/año).	Tarifa. (CUC/kWh).	Factura. (CUC).
Antes de la compensación.	63.02	12698.53	0.06	761.91
Después de la compensación.	52.67	10613.01	0.06	636.78
Ahorro.				125.13

#### **4.3.4- Tiempo de recuperación de la inversión.**

El tiempo de recuperación de la inversión está dado por la relación entre la inversión realizada y el ahorro obtenido. En este caso al ahorro por concepto de pérdidas se le adiciona el ahorro por penalización por bajo factor de potencia, el cual ya está corregido.

$$T = \frac{\text{Inversión.}}{\text{Ahorro}_{\text{Pérdidas.}} + \text{Ahorro}_{\text{Penalización. fp.}}} \quad (4.3)$$

$$T = \frac{1369.84}{125.13 + 729.54}$$

$$T = 1.6 \text{ años.}$$

En el caso que nos ocupa, el tiempo en que se recuperará la inversión será de 1,6 años, y con los niveles de ahorros obtenidos se hace factible la inversión.

#### **4.4 - Conclusiones.**

La valoración económica efectuada permite arribar a las siguientes conclusiones:

- ✦ Con la propuesta de las diferentes medidas organizativas se pudo constatar un ahorro de 63.36 MWh al año, el cual representa \$21542.4 de ahorro en moneda nacional al año.
- ✦ Con la instalación del banco de condensadores las pérdidas eléctricas disminuyen en un 16.42% aproximadamente, ello representa un ahorro económico de 854.67 CUC al año, incluyendo el ahorro con respecto a la erradicación de las penalizaciones por bajo factor de potencia.
- ✦ Con el reajuste de la demanda contratada hasta 190 kW, se logró un ahorro de \$ 2400 en moneda nacional en un año.
- ✦ La inversión realizada en el banco de condensadores tiene un tiempo de recuperación de aproximadamente 1.6 años.
- ✦ Mediante la sustitución de las lámparas de 40 W por las de 36 W, se tendrá un ahorro de 1.75 MWh y \$ 594.12 en moneda nacional al año.
- ✦ Con la propuesta de la sustitución del transformador principal por otro de menor capacidad (300 kVA) con el objetivo de disminuir las pérdidas, por este concepto se ahorrarán 2.82 MWh al año, lo que representa un ahorro de \$ 959.83 en moneda nacional.
- ✦ Implementando el sistema de recirculación del agua la empresa logrará ahorrar 1296 m<sup>3</sup> del preciado líquido.

## *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.
- ✦ En la estructura de consumo de los portadores energéticos del Combinado Lácteo el mayor grado de importancia lo representa la electricidad y el fuel oil con un 90.11%. En cuanto a los costos energéticos la electricidad y el fuel oil se ratifican con el 82.56% y de forma general los portadores energéticos ocupan el tercer lugar en el consumo representando un 9.89% de la empresa.
- ✦ Con la mejora del factor de potencia se logró un ahorro anual de 854.67 CUC en el año y se recuperará la inversión en un tiempo de 1.6 años.
- ✦ Con la conexión del banco de condensadores se logró una sustancial reducción de las pérdidas y con ello una disminución del consumo de 1663.56 kWh al año, aproximadamente \$ 565.6 en moneda nacional, lo que representa un 6.5% de los gastos de energía eléctrica.
- ✦ A raíz del diagnóstico energético realizado se logró la implantación de medidas organizativas, con las que se lograrán un ahorro de 63.36 MWh al año, lo que representa un ahorro monetario de \$ 21542.4 en moneda nacional.
- ✦ logrando el reajuste de la demanda contratada hasta 190 kW se logrará un ahorro de \$ 2400 en moneda nacional en un año.
- ✦ Con la implementación del sistema para la recirculación del agua desechada en el proceso de enfriamiento del yogurt de leche, se dejarán de consumir 1296 metros cúbicos de agua al año.

## *RECOMENDACIONES.*

---

Como recomendaciones de este estudio tenemos:

- ✦ Implementar el Sistema para la Gestión Energética propuesto en este trabajo.
- ✦ Llevar un mejor y estricto control y utilización de los portadores energéticos en la empresa.
- ✦ Dar seguimiento y cumplimiento a las medidas organizativas propuestas en este trabajo para llevar al punto más óptimo la gestión y eficiencia energética.
- ✦ Llevar a cabo el contrato de la nueva demanda propuesta en este trabajo.
- ✦ Realizar un estudio más detallado acerca de los consumos de agua en la empresa estableciendo índices racionales por áreas y procesos.
- ✦ Realizar un estudio más detallado en la parte de combustión de la caldera, generación de vapor y cámaras frías, las cuales también influyen directamente en la eficiencia energética.
- ✦ La instalación de metrocontadores de energía y flujómetros en las áreas mayores consumidoras, para posteriormente lograr establecer índices de consumo por productos, áreas y equipos.
- ✦ Instalar la instrumentación necesaria para llevar un mejor control del proceso productivo, lo cual influye en la calidad del producto final.
- ✦ Implementar el sistema de recirculación del agua propuesto en el estudio.
- ✦ Llevar a cabo un mejor estudio acerca de los nuevos índices de consumo propuestos en este trabajo.
- ✦ Lograr la implementación del Sistema Automatizado para la Gestión Energética, para un más detallado control y administración de los portadores energéticos en la empresa.

## *BIBLIOGRAFÍA.*

---

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.

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

CAMPOS AVELLA, J. C. *La Eficiencia Energética en la competitividad de empresas*. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos, 1998.

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.

CASAS FERNANDEZ, L. et. al. *Temas Especiales de sistemas Eléctricos Industriales*. Cienfuegos: Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente, 2006.

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.

FEODOROV, A. A. *Suministro Eléctrico de Empresas Industriales*. 2 ed. La Habana. Editorial Pueblo y Educación, 1993.

General Electric. *Capacitors, Arresters and Harmonic Filters*. 2004.

*Gestión Energética Empresarial.* Cienfuegos: (CEEMA), 2004.

GRUPO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE MOA. *Diagnóstico Energético en el Hotel LTI Costa Verde Beach Resort,* 2001.

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.

*Manual de Consumidores: Tarifas Eléctricas y su Aplicación.* La Habana: Unión eléctrica, 2007.

MARRERO RAMÍREZ, S. *Diagnóstico Energético Ambiental en el Hospital Isidro Ayora.* Ecuador, 2004.

MÉNDEZ RODRÍGUEZ, O. *Sistema Automatizado para la Gestión Energética en el ISMM de Moa.* Secundino Marrero Ramírez. Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 2008.

Merlin Gerin. *Compensación de Energía Reactiva y Filtrado de Armónicos.* 2003.

MUAMBENO SAMUEL, A. *Caracterización del esquema eléctrico de la planta de Lixiviación y Lavado de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara.* José Rafael Pérez Barreto; Amílcar Cid Reyes; Ignacio Cinecio Savón Renaut. Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 1999.

PADRÓN PADRÓN, E. A. *Optimización del número de transformadores en el hospital de Cienfuegos para minimizar las pérdidas de energía.* Cienfuegos: Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente, 2006.

PINO MORALES, J. *Aplicación de herramientas de la Gestión Energética en la Batería de Grupos Electrónicos Diesel de Moa 2008.* Moa, 2008

PONCE DE LEÓN ZALDÍVAR, A.; S. MARRERO RAMÍREZ. *Estudio de los portadores energéticos en el ISMMM de Moa.* Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 2002.

SÁNCHEZ TORRES, R. *Eficiencia Energética en el Combinado Lácteo Rafael Freyre Torres.* Gabriel Hernández Rodríguez. Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 2003.

SARIOL SOSA, S. *¿Electricidad sobrante?.* Periódico Granma, 30 de mayo 2009 (127): 3.

Shneider Electric. *Power Factor and Armonic Filtering.* 2000.

*Uso Eficiente de la Energía Eléctrica.*[en línea]. Perú: Procobre. Disponible

en: <http://www.procobreperu.org>

VIAANT GARRIDO, E; R. MORA H. *Gestión de Información sobre Soluciones Energéticas.* CUBAENERGIA: Centro de Gestión de la Información y Desarrollo de la Energía, 2006.

VIEGO FELIPE, V; et. al. *Maestría Eficiencia Energética: Temas Especiales de Sistemas Eléctricos Industriales.* Cienfuegos: Editorial Universo Sur, 2007.

## *ANEXOS.*

---

### COMBINADO LÁCTEO " EL VAQUERITO " MOA

Moa, 10 de junio del 2009  
Año 50 del Triunfo de la Revolución

### **Aval**

El trabajo de tesis desarrollado en nuestra empresa por el estudiante Karell Lexander Garcés Gallardo, titulado: "Sistema para la gestión energética en el Combinado Lácteo " El Vaquerito " de Moa, que contó con la colaboración del Dpto. de Ingeniería Eléctrica del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa " Dr. Antonio Núñez Jiménez, " ISMMM, permitió realizar un estudio integral de consumo de portadores energéticos de la empresa, establecer las reservas energéticas y las oportunidades de ahorro en las diferentes áreas.

En el proyecto se define que en la estructura de consumo de los portadores energéticos del Combinado Lácteo, el mayor grado de importancia lo representa la electricidad y el fuel oil con un 90.11% y en cuanto a los costos energéticos, la electricidad y el fuel oil representan el 82.56%.

Para el portador electricidad se comprobó que con la mejora del factor de potencia se logró un ahorro anual de 854.67 CUC en el año y se recuperará la inversión en un tiempo de 1.6 años, así como se elimina la penalización por bajo factor de potencia. Con la conexión del banco de condensadores se logró una sustancial reducción de las pérdidas y con ello, una disminución del consumo de 1663.56 kWh al año, aproximadamente \$565.6 en moneda nacional, lo que representa un 6.5% de los gastos de energía eléctrica.

Se demostró en el diagnóstico que a través de la implantación de medidas organizativas, se puede ahorrar alrededor de 63.36MWh al año, representando un ahorro monetario de \$21542.4.

En cuanto al uso del agua se observó que con la implementación del sistema para la recirculación del agua desechada en el proceso de enfriamiento del yogurt de leche, se podría reducir el consumo de agua en 1296 metros cúbicos al año con la reutilización de esta fuente, para lo cual es necesario crear un sistema de recolección.

Es necesario destacar la independencia y el rigor con que el estudiante realizó este trabajo el cual constituye un documento de gran importancia para la empresa en estos momentos ya que permitirá enfrentar la situación energética que confronta el país.

También resulta de interés el poder implementar el sistema automatizado de gestión energética desarrollado por el ISMM, sobre una aplicación Web que permite el control y la gestión empresarial asociada al uso eficiente de portadores energéticos.

---

Faustino Sosa Salas  
Administrador

---

Camilo Ramírez Torres  
J' Mantenimiento

✦ **Anexo 1: Consumo del Portador Electricidad. (Año 2008).**

Mes	Consumo (kwh)	Consumo Pico (kwh)	Pérd. (kwh)	Total de Consumo (kwh)	fp	Penaliz. Por Fp	Importe En MN
1	74400	14320	1976	90696	0.79	1207.15	9876.70
2	76775	14275	1861	92911	0.83	735.013	9451.71
3	95025	15165	2317	112507	0.83	871.58	11206.08
4	77700	13680	1864	93224	0.85	528.11	9506.08
5	89075	17575	2241	108891	0.83	879.56	11308.66
6	69160	12980	1727	83867	0.84	571.6	8574.04
7	73800	13350	1921	89071	0.80	1105.38	9948.43
8	63000	11550	1673	76223	0.82	743.53	8364.71
9	15000	2130	1096	18226	0.86	121.03	2723.15
10	54300	9840	1505	65645	0.84	580.32	8704.80
11	54300	10440	1498	66238	0.82	672.09	7561.02
12	52200	11070	1524	64794	0.81	739.14	7391.36

✦ **Anexo 2: Consumo de los portadores Diesel, Gasolina, Fuel Oil y Gas licuado: (Año 2008).**

Mes	Diesel (lts)	Gasolina (lts)	Fuel Oil (HI.)	Gas Licuado (Kg.)
1	0	7106.71	146.22	360
2	60	7370	177.56	225
3	0	7321.80	338.89	225
4	60	6071.40	88.68	270
5	60	6132.10	250.41	-
6	820	6104	204.1	180
7	1820	4132.20	265.46	305
8	2009.16	1705	267.27	225
9	2968.90	160	339.78	80
10	3762	179.16	176.9	180
11	3541.02	105	-	-
12	3023.28	58.2	150.88	135

**Anexo 3: Consumo de Agua por meses.**

Mes.	U.M.	Acueducto.			Alcantarillado.		Importe Total.
		Cant.	Precio.	Importe.	% Precio.	Importe.	
Ene.	m <sup>3</sup>	10157	0.30	3394.2	30%	1018.26	4412.46
Feb.	m <sup>3</sup>	11143	0.30	3342.9	30%	1002.87	4345.87
Mar.	m <sup>3</sup>	12658	0.30	3797.4	30%	1139.22	4936.62
Abr.	m <sup>3</sup>	11376	0.30	3510	30%	1478.88	4988.88
May.	m <sup>3</sup>	12299	0.30	3689.7	30%	1106.91	4796.61
Jun.	m <sup>3</sup>	11216	0.30	3364.8	30%	1009.44	4374.24
Jul.	m <sup>3</sup>	10094	0.30	3028.2	30%	908.46	3936.66
Ago.	m <sup>3</sup>	12851	0.30	3855.3	30%	1156.59	5011.89
Sep.	m <sup>3</sup>	8400	0.30	2500	30%	756	3276
Oct.	m <sup>3</sup>	11665	0.30	3499.5	30%	1049.85	4549.35
Nov.	m <sup>3</sup>	9420	0.30	2826	30%	847.8	3673.8
Dic.	m <sup>3</sup>	7667	0.30	2300.1	30%	690.03	2990.13

✦ **Anexo 4: Consumo de Agua por actividad. (Año 2008).**

No.	Indicador.	U.M.	Cant.	Índice de Consumo.	Consumo Diario.	Consumo Mensual.	Consumo Anual.
1	Cantidad de trabajadores.	Unidad.	13	0.075	9.98	239.5	2874.00
2	Área de piso.	m <sup>2</sup>	2000	0.0015	3	72	864
3	Caldera.	Hp.H	7500	0.016	120	2880	34560
4	Comedor.	Comensal.	80	0.012	0.96	23.04	276.48
5	Mantequilla.	T	0.053	7	0.37	8.88	106.56
6	Cafetería.	Usuario.	80	0.006	0.48	11.52	138.24
7	Queso.	T	0.3	6	1.8	43.2	518.4
8	Yogurt.	T	11.5	8	92	2208	26496
9	Helado.	T	2.5	6	15	360	4320
10	Fregado de camiones.	Unidad.	3	0.30	0.9	21.6	259.2

✦ **Anexo 5: Que han representado los costos en moneda nacional sobre el consumo de portadores.**

<b>Mes</b>	<b>Diesel</b>	<b>Gasolina</b>	<b>Electricidad</b>	<b>Fuel Oil</b>	<b>Gas Licuado</b>
Ene.	0	3198.02	9876.7	3179.32	303.26
Feb.	30	3316.5	9451.71	3357.26	189.54
Mar.	20	3301.72	11206.08	7266.89	189.04
Abr.	30	2731.23	9506.08	1928.2	227.45
May.	30	2796.61	11308.66	5157.65	-
Jun.	410	2746.6	8574.04	4305.37	151.63
Jul.	910	1864.99	9948.43	5467.63	256.93
Ago.	967.08	767.25	8364.71	5504.9	189.54
Sept.	1484.46	72	2723.15	6998.39	67.39
Oct.	1881	86054	8704.8	3643.58	151.83
Nov.	1770.51	52.75	7561.02	-	-
Dic.	1557.6	32.01	7391.36	3280.64	107.81

✦ **Anexo 6: Potencia instalada.**

Departamento	Lugar donde está dando servicio.	Kw	Volts.	Amp.	Rpm.	Fases
Tornería.	Piedra esmeril.	0.55	440	1.2	1680	3
Tornería.	Bomba refrigerante del torno.	0.22	400	0.8	3600	3
Tornería.	Ventilador.	0.55	440	0.85	1250	3
Tornería.	Motor accionador del mecanismo de traslación del torno.	0.55	440	1.2	950	3
Tornería.	Motor principal del torno.	7.5	440	12.5	1450	3
Tornería.	Taladro eléctrico.	1.1	440	3.7	1720	3
Casa bomba mazut.	Bomba de Fuel Oil.	3.6	440	6.9	1715	3
Casa de calderas.	Bomba de agua.	4	440	6.8	3460	3
Casa de calderas.	Bomba de Fuel Oil.	1.8	440	3.8	1690	3
Casa de calderas.	Bomba Mazut	1.8	440	3.8	1690	3
Casa de calderas.	Ventilador de expulsión de gases.	10	440	16.9	3500	3
Refrigeración.	Compresor AB-100	40	440	67	990	3
Refrigeración.	Compresor DAU-50.	40	440	69	990	3
Refrigeración.	Compresor MICOM.	60	440	70	1180	3
Refrigeración.	Compresor nuevo.	75	440	130	864	3
Refrigeración.	Compresor de aire.	20.35	440	80		3
Refrigeración.	Bomba de agua helada #1.	17.5	440	31	1750	3
Refrigeración.	Bomba de agua helada #2.	17.5	440	31	1750	3
Refrigeración.	Bomba de agua de la torre de enfriamiento.	18.5	440	31	3490	3
Casa de suministro de agua.	Bomba #1.	18.5	440	31	3490	3
Casa de suministro de agua.	Bomba #2.	18.5	440	31	3490	3
Casa de suministro de agua.	Bomba #3.	4	440	6.8	3460	3
Producción.	Difusor de la nevera de MTTO.	0.45	440	1.3	1130	3
Producción.	Bomba doble pistón.	1.6	440	3.1	1700	3
Producción.	Agitador del tanque #1.	1.1	440	2.8	1700	3
Producción.	Agitador del tanque #2.	1.1	440	2.8	810	3
Producción.	Agitador del tanque #3.	0.75	440	2	1640	3
Producción.	Agitador del tanque #4.	4	440	9.9	3850	3

Producción.	Agitador del tanque #5.	1.5	440	2.2	1640	3
Producción.	Agitador del tanque #6.	0.75	440	2	1640	3
Producción.	Cámara térmica #1.	1.5	440	3.1	1690	3
Producción.	Cámara térmica #2.	1.5	440	3.1	1690	3
Área de queso.	Agitador del tanque #1.	0.75	440	0.25	1140	3
Área de queso.	Homogenizador.	1.1	440	2.8	810	3
Área de queso.	Bomba doble pistón.	1.75	440	3.7	1675	3
Área de queso.	Agitador del tanque #2.	1.5	440	3.2	710	3
Laboratorio.	Refrigerador	0.264	110	2.4	-	
Laboratorio.	Refrigerador	0.264	110	2.4	-	
Laboratorio.	Aire acondicionado.	0.560	220	2.5	-	2
Laboratorio.	Aire acondicionado.	0.560	220	2.5	-	2
Laboratorio.	Autoclave.	3.8	220	17.4	-	3
Laboratorio.	Incubadora.	1.386	220	6.3	-	2
Laboratorio.	Incubadora.	1.386	220	6.3	-	2
Laboratorio.	Estufa.	0.310	220	2.1	-	2
Laboratorio.	Microscopio.	0.020	110	0.2	-	1
Laboratorio.	Microscopio.	0.020	110	0.2	-	1
Laboratorio.	Baño María.	1.8	220	9	-	2
Laboratorio.	Peachímetro.	0.035	220	0.160	-	2
Laboratorio.	Pesa precisa.	0.693	110	6.3	-	1
Cuarto de sirope.	Bomba de 400 lts.	1.1	440	2.4	3450	3
Cuarto de sirope.	Bomba de 1000 lts.	12	440	17.9	1730	3
Cuarto de sirope.	Agitador del tanque #1.	0.75	440	1.69	1600	3
Cuarto de sirope.	Agitador del tanque #2.	0.75	440	1.69	1600	3
Cuarto de cultivo.	Bomba de 1000 lts.	12	440	17.9	1730	3
Cuarto de cultivo.	Agitador del tanque #1.	0.75	440	1.69	1600	3
Cuarto de cultivo.	Agitador del tanque #2.	0.75	440	1.69	1600	3
Cuarto de cultivo.	Bomba de servicio de 400 lts.	1.1	440	2.4	3450	3
Línea nueva de yogurt.	Máquina de embolse.	2.2	220	6.3	-	3
Línea nueva de yogurt.	Agitador del tanque #1. 600 lts.	1.5	440	3.2	1700	3
Línea nueva de yogurt.	Agitador del tanque #2. 600 lts.	1.5	440	3.2	1700	3
Línea nueva de yogurt.	Agitador del tanque #3. 600 lts.	1.5	440	3.2	1700	3
Línea nueva de yogurt.	Agitador del tanque #4. 600 lts.	1.5	440	3.2	1700	3

Línea nueva de yogurt.	Agitador del tanque #5. 600 lts.	1.5	440	3.2	1700	3
Línea nueva de yogurt.	Molino #1.	22	440	37.2	1760	3
Línea nueva de yogurt.	Molino #2.	18.5	440	31.2	3520	3
Línea nueva de yogurt.	Agitador del tanque de bicarbonato.	0.25	440	1.18	1750	3
Línea nueva de yogurt.	Bomba de bicarbonato.	0.37	440	1.73	1640	3
Línea nueva de yogurt.	Dosificador #1.	0.25	440	0.72	1700	3
Línea nueva de yogurt.	Dosificador #2.	0.25	440	0.72	1700	3
Línea nueva de yogurt.	Sinfín.	1.1	440	2.33	1720	3
Cuarto del mecánico.	Ventilador.	0.352	220	1.6		3
Oficina de MTTO.	Aire acondicionado.	0.560	220	2.5	-	2
Oficina de contabilidad.	Aire acondicionado.	0.560	220	2.5	-	2
Oficina de Recursos Hum.	Ventilador.	0.045	110	0.5		1
Oficina de la Dirección.	Fogón eléctrico doble.	2	110	18	-	1
Oficina de la Dirección.	Nevera.	0.099	110	0.9		
Oficina de la Dirección.	Televisor LG.	0.085	110	1.5		1
Oficina de Economía.	Aire acondicionado.	0.560	220	2.5	-	2
Oficina de Economía.	Computadora.	0.350	110	5.6		
Producción de Helado.	Difusor de la nevera #1.	3.6	440	4	1720	3
Producción de Helado.	Difusor de la nevera #2.	3.4	440	3	1720	3
Producción de Helado.	Difusor de la nevera #3.	2.8	440	5.2	1700	3
Producción de Helado.	Motor principal del cañón expendedor de helado.	30	440	4.6	1760	3
Producción de Helado.	Compresor de aire para el cañón expendedor de helado.	3	440	6.2	2880	3
Producción de Helado.	Agitador del tanque de hacer mezcla #1.	0.75	440	4	1140	3

Producción de Helado.	Agitador del tanque de hacer mezcla #2.	0.55	440	2.8	3000	3
Producción de Helado.	Bomba mono pistón de la mezcla.	1.75	440	3.7	1695	3
Paletera.	Nevera.	0.099	110	0.9	-	1
Paletera.	Nevera.	0.099	110	0.9	-	1
Total		3.09 MW.				

✦ **Anexo 7: Alumbrado interior.**

Localización	Cantidad de luminarias	Cantidad de lámparas por luminaria	Cantidad total de lámparas	Potencia p.u. (W)	Potencia total (W)
Área de compresores	9	2	18	40	720
Área de calderas	4	2	8	40	320
	1	1 (Bombillo de sodio)	1		250
Comedor	2	2	4	40	160
Cocina	3	2	6	40	240
Almacén del comedor	1	2	2	40	80
Estantería	1	2	2	40	80
Casa de bomba (agua)	1	2	2	40	80
Sala de estar	3	2	6	40	240
Caja	1	2	2	40	80
Comercial	3	2	6	40	240
Economía	2	2	4	40	160
Contabilidad	3	1	3	20	60
Pasillo	1	2	2	40	80
Recursos Humanos	2	2	4	40	160
Dirección	4	2	8	40	320
Garita	2	2	5	40	200
Sector MTTO	2	2	4	40	160
Taller mecánico	1	2	2	40	80
Taller soldadura	1	2	2	40	80
Nevera de MTTO	1	1	1	40	40
	1	1 (Bombillo)	1	400	400
Salón de llenado	3	2	6	40	240
Producción	3	2	6	40	240
Oficina de producción	2	2	4	40	160

Mezcla de helado	1	2	2	40	80
	1	1 (Bombillo)	1	250	250
	1	1 (Bombillo)	1	400	400
Laboratorio	4	4	16	40	640
	8	2	16	40	640
	1	1 (de luz negra)	1	30	30
Almacén de producción	1	1	1	40	40
Pizarra eléctrica	4	2	8	40	320
Pasillo cámara térmica	3	2	6	40	240
Sala del instrumentista	1	2	2	40	80
Cuarto de Seguridad y Protección	1	2	2	40	80
Planta nueva	12	2	24	40	960
Salón de llenado	8	2	16	40	640
	2	1	2	20	40
Salón de llenado de yogur especial	4	2	8	40	320
Depósito	1	3	3	40	120
	1	2	2	40	80
Nevera de producción terminada helado	2	(Bombillo)	2	150	300
Nevera de conservación yogurt	1	1 (Bombillo)	1	150	150
	1	2	1	40	80
Cañón	3	2	6	40	240
Paletera	2	1	2	40	80
Almacén	1	2	2	40	80
	1	1 (Bombillo)	1	250	250
Oficina de dirección	4	2	8	40	320
Cuarto de limpieza	1	2	2	40	80
Pañol almacén	1	2	2	40	80
Oficina MTTO	2	2	4	40	160
Pizarra entrada	1	1 (Bombillo)	1	250	250
	3	2	6	40	240
Área de tornería	5	2	10	40	400
Taller MTTO	3	2	6	40	240
Taller automotriz.	3	2	6	40	240
Consumo total del alumbrado interior					13020W

✦ **Anexo 8: Niveles de producción.**

Mes.	Yogurt Soya (T)	Yogurt Leche (T)	Queso Cresol. (T)	Leche Saborizada. (T)	Manteq. Vegetal. (T)	Helado Especial. (Ltrs)	Yogurt Leche USD(T).
Ene.	218.1	12.7	16.7	10.5	1	55800	4.8
Feb.	202.8	9.7	12	15.5	2	45193	20.5
Mar.	256.4	9.1	11.9	0	3	52785	0
Abr.	239.5	12.3	10.5	6.3	5	34719	7.5
May.	235.5	13	10.5	10	7	59150	3
Jun.	249.2	11.1	9	0	7.4	16790	0.7
Jul.	220.8	12.4	6	0	4.5	60180	1.5
Ago.	259.7	8.8	9.1	1.5	2.5	42880	0
Sep.	291.2	11.2	9	13.9	1.5	23480	0.2
Oct.	276.6	8.1	9	0.6	2.5	66110	0
Nov.	248.8	9	10.6	10.4	1.5	76750	0
Dic.	245	10.5	10.4	0	1.9	59376	0

✦ **Anexo 9: Costos de energía sobre Costos de producción.**

Mes.	Costo de Energía Eléctrica.	Costo de Producción.
Ene. 08	9876.70	147902,22
Feb. 08	9451.71	113003,53
Mar. 08	11206.08	197945,23
Abr. 08	9506.08	178125,1
May. 08	11308.66	186416,12
Jun. 08	8574.04	156109,06
Jul. 08	9948.43	179753,89
Ago. 08	8364.71	140337,9
Sep. 08	2723.15	324826,99
Oct. 08	8704,8	158968,17
Nov. 08	7561,02	154150,9
Dic. 08	7391,36	144641,5

**Anexo 10: Mediciones realizadas.**

HORA	S. (KVA).			Q. (KVAr).		
	Fase A	Fase B	Fase C	Fase A	Fase B	Fase C
07:30a.m.	37,88	36,62	38,64	26,93	27,88	28,93
07:40a.m.	37,31	36,01	39,43	26,42	27,46	29,56
07:50a.m.	40,75	40,32	43,86	29,52	32,03	34,3
08:00a.m.	43,01	41,16	44,54	31,44	32,08	34,05
08:10a.m.	43,36	41,99	45,56	31,66	32,54	34,68
08:20a.m.	51,29	42,85	45,82	36,26	32,67	34,43
08:30a.m.	44,17	43,34	45,61	31,48	32,95	33,77
08:40a.m.	42,32	42,48	46	30,42	32,96	34,86
08:50a.m.	44,39	42,85	47,34	32,13	33,25	35,29
09:00a.m.	46,33	44,68	48,05	32,99	34,1	35,89
09:10a.m.	45,56	43,48	46,12	32,48	33,15	34,64
09:20a.m.	44,56	42,95	46,99	31,9	33,14	35,3
09:30a.m.	57,07	48,42	45,8	38,17	37,31	34,98
09:40a.m.	44,58	43,01	47,24	31,82	33,72	36,02
09:50a.m.	45,69	43,93	48,31	32,81	34,54	37,08
10:00a.m.	46,11	44,2	48,42	33,61	34,95	37,1
10:10a.m.	42,31	43,74	44,6	30,11	32,56	31,97
10:20a.m.	49	49,74	56,26	35,24	37,88	42,66
10:30a.m.	50,68	48,8	52,84	36,89	38	40,33
10:40a.m.	50,78	55,04	50,85	36,65	42,06	38,49
10:50a.m.	48,84	46,73	50,75	35,12	36,16	38,47
11:00a.m.	51,23	56,16	50,47	37,19	42,46	38,41
11:10a.m.	48,63	46,56	49,15	34,87	35,99	37,69
11:20a.m.	45,52	43,84	49,53	32,75	34,06	37,4
11:30a.m.	48,25	45,58	50,55	31,55	32,34	37,33
11:40a.m.	50,19	49,97	52,09	35,89	37,21	39,27
11:50a.m.	60,13	59,72	66,51	45,85	46,71	49,82
12:00m.	67,45	54,37	51,61	47,77	44,2	37,27
12:10p.m.	46,06	49,66	43,71	31,72	37,14	32,13
12:20p.m.	52,64	62,73	46,52	36,56	44,22	34,27
12:30p.m.	58,97	62,4	69,28	44,33	46,48	50,4
12:40p.m.	68,89	67,4	62,19	46,87	48,94	47,66
12:50p.m.	63,3	61,15	63,06	45,7	47,05	47,85
01:00p.m.	71,6	74,44	78,4	50,67	54,16	55,66
01:10p.m.	71,81	79,25	82,79	47,95	52,51	53,56
01:20p.m.	72,07	73,1	78,74	48,75	52,31	53,27
01:30p.m.	81,36	81,93	81,14	52,09	55,63	55,24
01:40p.m.	79,62	74,25	73,43	51,93	50,64	52,04
01:50p.m.	83,87	76,8	84,51	53,63	52,97	55,81
02:00p.m.	73,9	70,5	74,91	49,44	49,41	50,7

02:10p.m.	91,65	82,99	85,03	49,71	47,8	51,72
02:20p.m.	81,97	75,99	78,77	45,69	44,68	46,52
02:30p.m.	79,91	75	75,05	44,99	42,91	43,25
02:40p.m.	84,29	88,52	81,58	42,72	47,65	47,38
02:50p.m.	65,27	64,05	76,01	33,99	36,16	43,27
03:00p.m.	74,96	71,64	76,57	42,75	43,55	44,62
03:10p.m.	63,81	60,71	64,45	32,59	33,19	36,03
03:20p.m.	70,43	60,24	63,47	37,6	32,96	35,98
03:30p.m.	64,03	60,44	59,43	32,42	33,1	33,63
03:40p.m.	59,7	62,79	60,74	30,6	36,84	35,34
03:50p.m.	60,2	56,38	57,27	33,87	33,75	33,58
04:00p.m.	55,22	50,52	59,65	29,98	29,54	36,25
04:10p.m.	57,23	54,22	54,94	30,5	30,87	32,02
04:20p.m.	53,99	48,59	54,08	28,09	27,1	31,08
04:30p.m.	64,85	58,93	64,54	34,24	33,18	37,21
04:40p.m.	65,65	61,71	65,81	34,63	35,06	37,99
04:50p.m.	66,83	62,37	66,78	34,61	34,55	38,1
05:00p.m.	73,79	67,79	68,51	39,84	37,52	39,31
05:10p.m.	68,31	59,13	67,66	37,13	34,12	40,02
05:20p.m.	65,98	62,76	65,33	46,48	36,13	38,63
05:30p.m.	67,18	63,09	71,7	36,71	35,86	43,13
05:40p.m.	67,1	63,87	66,21	35,67	36,02	38,81
05:50p.m.	67,21	72,22	65,75	36,63	40,48	38,67
06:00p.m.	74,01	63,49	65,72	41,18	36,13	38,42
06:10p.m.	55,29	77,94	67,75	30,2	42,97	39,73
06:20p.m.	75,4	72,18	68,02	41,59	42,11	39,59
06:30p.m.	69,15	66,26	69,47	37,1	37,26	40,17
06:40p.m.	68,46	65,74	69,22	36,58	37,69	39,46
06:50p.m.	76,24	87,15	69,17	41,53	58,24	39,5
07:00p.m.	64,85	63,25	74,65	32,98	34,33	40,47
07:10p.m.	69,91	63,45	66,86	34,56	35,42	35,81
07:20p.m.	66,07	64,72	66,16	32,28	34,4	35,92
07:30p.m.	71,93	76,83	85,5	37,49	40,59	52,85

HORA	P. (KW).			fp. (fp).		
	Fase A	Fase B	Fase C	Fase A	Fase B	Fase C
07:30a.m.	26,64	23,74	25,61	0,71	0,65	0,66
07:40a.m.	26,34	23,30	26,09	0,7	0,64	0,66
07:50a.m.	28,09	24,49	27,34	0,68	0,62	0,64
08:00a.m.	29,35	25,79	28,71	0,67	0,63	0,64
08:10a.m.	29,63	26,54	29,55	0,7	0,64	0,64
08:20a.m.	36,28	27,73	30,23	0,69	0,64	0,65
08:30a.m.	30,98	28,15	30,66	0,71	0,65	0,67
08:40a.m.	29,42	26,80	30,01	0,72	0,64	0,65
08:50a.m.	30,63	27,03	31,55	0,7	0,65	0,66
09:00a.m.	32,53	28,87	31,95	0,7	0,71	0,67
09:10a.m.	31,95	28,14	30,45	0,7	0,7	0,67
09:20a.m.	31,11	27,32	31,02	0,71	0,69	0,66
09:30a.m.	42,43	30,86	29,56	0,71	0,7	0,66
09:40a.m.	31,22	26,70	30,56	0,7	0,64	0,71
09:50a.m.	31,80	27,14	30,97	0,7	0,62	0,64
10:00a.m.	31,57	27,06	31,11	0,68	0,62	0,64
10:10a.m.	29,72	29,21	31,10	0,69	0,63	0,64
10:20a.m.	34,05	32,24	36,68	0,69	0,64	0,64
10:30a.m.	34,75	30,62	34,14	0,71	0,69	0,66
10:40a.m.	35,15	35,50	33,23	0,7	0,67	0,66
10:50a.m.	33,94	29,60	33,10	0,7	0,67	0,63
11:00a.m.	35,23	36,76	32,74	0,74	0,7	0,64
11:10a.m.	33,90	29,54	31,55	0,74	0,65	0,67
11:20a.m.	31,61	27,60	32,47	0,7	0,65	0,66
11:30a.m.	36,51	32,12	34,08	0,72	0,65	0,67
11:40a.m.	35,08	33,35	34,22	0,68	0,6	0,65
11:50a.m.	38,90	37,21	44,06	0,7	0,66	0,67
12:00m.	47,62	31,66	35,70	0,67	0,62	0,64
12:10p.m.	33,40	32,97	29,63	0,78	0,67	0,78
12:20p.m.	37,87	44,49	31,46	0,76	0,65	0,7
12:30p.m.	38,89	41,63	47,53	0,73	0,84	0,67
12:40p.m.	50,49	46,34	39,95	0,74	0,68	0,68
12:50p.m.	43,80	39,06	41,07	0,73	0,68	0,69
01:00p.m.	50,59	51,07	55,21	0,72	0,73	0,74
01:10p.m.	53,46	59,36	63,13	0,75	0,71	0,75
01:20p.m.	53,08	51,06	57,99	0,75	0,74	0,71
01:30p.m.	62,50	60,15	59,43	0,75	0,71	0,75
01:40p.m.	60,35	54,30	51,81	0,74	0,73	0,75
01:50p.m.	64,48	55,61	63,46	0,72	0,73	0,72
02:00p.m.	54,93	50,29	55,15	0,75	0,74	0,73
02:10p.m.	77,00	67,84	67,49	0,84	0,81	0,81
02:20p.m.	68,06	61,47	63,57	0,87	0,84	0,84

02:30p.m.	66,04	61,51	61,33	0,85	0,83	0,82
02:40p.m.	72,66	74,60	66,41	0,83	0,82	0,82
02:50p.m.	55,72	52,87	62,49	0,85	0,83	0,82
03:00p.m.	61,57	56,88	62,23	0,82	0,79	0,79
03:10p.m.	54,86	50,83	53,44	0,86	0,84	0,83
03:20p.m.	59,55	50,42	52,29	0,85	0,83	0,82
03:30p.m.	55,22	50,57	49,00	0,84	0,83	0,82
03:40p.m.	51,26	50,85	49,40	0,84	0,81	0,83
03:50p.m.	49,77	45,16	46,39	0,84	0,81	0,81
04:00p.m.	46,37	40,98	47,37	0,84	0,81	0,8
04:10p.m.	48,43	44,57	44,64	0,85	0,83	0,84
04:20p.m.	46,11	40,33	44,26	0,85	0,82	0,82
04:30p.m.	55,07	48,70	52,73	0,85	0,82	0,81
04:40p.m.	55,77	50,78	53,74	0,85	0,83	0,82
04:50p.m.	57,17	51,93	54,84	0,85	0,83	0,82
05:00p.m.	62,11	56,46	56,11	0,85	0,83	0,81
05:10p.m.	57,34	48,29	54,56	0,84	0,82	0,8
05:20p.m.	46,83	51,32	52,69	0,82	0,81	0,82
05:30p.m.	56,26	51,91	57,28	0,83	0,82	0,81
05:40p.m.	56,83	52,74	53,64	0,84	0,83	0,81
05:50p.m.	56,35	59,81	53,18	0,83	0,82	0,81
06:00p.m.	61,50	52,21	53,32	0,84	0,82	0,81
06:10p.m.	46,31	65,02	54,88	0,84	0,82	0,81
06:20p.m.	62,89	58,62	55,31	0,84	0,82	0,82
06:30p.m.	58,36	54,79	56,68	0,84	0,82	0,83
06:40p.m.	57,87	53,86	56,87	0,85	0,82	0,82
06:50p.m.	63,94	64,83	56,78	0,85	0,82	0,82
07:00p.m.	55,84	53,12	62,73	0,85	0,83	0,83
07:10p.m.	60,77	52,64	56,46	0,84	0,83	0,82
07:20p.m.	57,65	54,82	55,56	0,84	0,84	0,82
07:30p.m.	61,39	65,23	67,21	0,83	0,82	0,83

✦ **Anexo 11: Encuestas aplicadas en la empresa.**

**Encuesta # 1:**

**Evaluación de la Gestión Energética de empresas.**

Por favor, conteste este cuestionario marcando con una cruz (X) en la respuesta que UD. Considere correcta.

1. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_\_\_. ¿Conoce y sigue la empresa el peso de los costos energéticos en los costos totales de producción y en el precio de los productos que vende?
2. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_\_\_. ¿Conoce la empresa el 20% de los equipos que provocan el 80% de los consumos totales de todos los portadores energéticos que gasta?
3. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_\_\_. ¿Tiene identificados la empresa el 20% de los equipos que provocan el 80% de las pérdidas energéticas actuales?
4. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_\_\_. ¿Existe algún procedimiento en la empresa para detectar si los consumos y costos energéticos están bajo control o no?
5. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_\_\_. ¿Conoce la empresa cuanta energía gasta no asociada a las producciones que efectúa?
6. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_\_\_. ¿Conoce la empresa cuanto debe gastar en energía eléctrica y combustibles para cada nivel de producción?
7. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_\_\_. ¿Están establecidos en la empresa los índices de consumo y de eficiencia energética hasta el nivel de áreas o equipos mayores consumidores?
8. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_\_\_. ¿Existe en la empresa algún mecanismo o procedimiento de análisis y control periódico de estos índices?
9. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_\_\_. ¿Evalúa la empresa la tendencia en el tiempo de los consumos y los costos energéticos?
10. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_\_\_. ¿A realizado la empresa diagnósticos o auditorías energéticas en los últimos 5 años?
11. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_\_\_. ¿Cuenta la empresa en la actualidad con un Plan de Inversiones o Medidas para reducir los costos energéticos?
12. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_\_\_. ¿Están identificados en la empresa los operarios y actividades que deciden los altos niveles de consumos y costos energéticos?

13. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_\_\_. ¿Es controlado, registrado y analizado en la empresa por las lecturas el consumo diario de electricidad y combustibles?
14. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_\_\_. ¿Están establecidas en la empresa las medidas de ahorro de energía de los equipos mayores consumidores?
15. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_\_\_. ¿Están claramente definidos en la empresa los factores externos e internos que afectan la eficiencia energética?
16. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_\_\_. ¿Cuenta la empresa con tecnología y equipamiento eficiente energéticamente para producir?
17. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_\_\_. ¿Conoce la empresa lo que le cuesta producir los energéticos secundarios (vapor, aire comprimido, tonelada de frío etc..) que usa?
18. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_\_\_. ¿Realiza la empresa autodiagnósticos energéticos con periodicidad (al menos 2 veces al año)?
19. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_\_\_. ¿Existe un sistema de registro y contabilidad energética en la empresa?
20. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_\_\_. ¿Existe un Plan de Mantenimiento Energético en la empresa?
21. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_\_\_. ¿Existe un Programa de Entrenamiento y Motivación a los empleados de la empresa en ahorro de energía?
22. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_\_\_. ¿Ha realizado la empresa inversiones en los últimos tres años para reducir los costos energéticos?
23. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_\_\_. Utiliza la empresa alguna fuente de energía no renovable para reducir los consumos?
24. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_\_\_. ¿Cuenta la empresa con el apoyo total de la gerencia para aplicar medidas de ahorro rentables?
25. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_\_\_. ¿Ha recibido la gerencia o el personal técnico de la empresa capacitación en eficiencia o gestión energética en los últimos tres años?

Total: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ No se \_\_\_\_\_.

**Encuesta # 2:**

Para trabajadores.

Edad \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_ Años de Experiencia laboral \_\_\_\_\_  
Calificación \_\_\_\_\_ Área \_\_\_\_\_

1. Considera que usted puede ahorrar energía en su puesto de trabajo mediante:

	mucho	poco	nada	no se
• Mejorando la operación				
• Mejorando el mantenimiento				
• Mejorando la instrumentación				
• Mejorando los registros de control				
• Mejorando el nivel de conocimiento				
• Mejorando mi motivación				
• Mejorando las condiciones de trabajo				
• Mejorando la automatización				
• Mejorando la cantidad y calidad de las inspecciones				
• Mejorando la política de estímulo				

2. Que portadores energéticos se utilizan en su área de trabajo.

( ) Electricidad ( ) Vapor ( ) Petróleo ( ) Bagazo  
( ) Condensado caliente.

a) Conoce la cantidad que se consume.

( ) Si ( ) No Explique de cuales:

b) Conoce las medidas de ahorro para cada uno de ellos

( ) Si ( ) No

c) En su puesto de trabajo puede usted ahorrar energía

( ) Si ( ) No ( ) No se

3. Recibe usted algún estímulo por la mejora de la Eficiencia Energética.

Moral \_\_\_\_\_ Material \_\_\_\_\_

4. Dispone de instrucciones de operación y mantenimiento de su equipo o área de trabajo.

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

5. Ha recibido cursos de calificación:

Si No  
Cuando comencé a trabajar \_\_\_\_\_

	Mensualmente	Anual	Bianual	Otros
Periódicamente	_____	_____	_____	_____

6. Señale los parámetros que usted registra periódicamente para garantizar la eficiencia energética de los equipos.

---

---

---

7. Cuales son las principales pérdidas energéticas que existe en su equipo.

---

---

---

8. Cuales son los índices de eficiencia energética que usted debe controlar en su área.

---

---

---

9. Cuales son los parámetros para ahorrar energía que usted debe controlar en su área.

---

---

---

10. Cuales son las actividades de mantenimiento que usted realiza para mantener la eficiencia energética de su equipo.

---

---

---

11. Sabe usted que contaminación provoca su área de trabajo.  
( ) Si ( ) No ( ) No se

12. Según su opinión la actividad de uso de energía provoca contaminación ambiental.  
( ) Si ( ) No ( ) No se

13. Sobre las afectaciones al medio ambiente provocadas por su centro de trabajo.

- a) Se considera informado:  
 Ampliamente       Suficiente       Escasamente  
 No informado

b) Mencione la primera afectación medio ambiental que recuerde.

14. La empresa cuenta con un plan de medidas para la protección del medio ambiente.

- Si       No       No se      Diga algunas medidas.

15. La empresa ha sido objeto de auditorias ambientales.

- Si       No.

**Encuesta # 3:**

**Para dirigentes y técnicos.**

Dirigente \_\_\_\_ Técnico \_\_\_\_ Calificación. Prof. \_\_\_\_\_  
Edad \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_ Área \_\_\_\_\_

1. Sobre la situación energética de su área de trabajo usted se considera informado.  
 \_\_\_\_ Ampliamente.                      \_\_\_\_ Suficiente.                      \_\_\_\_ Escasamente.  
 \_\_\_\_ No informado.
  
2. Considera usted que de aplicar medidas de eficiencia energética sin recurso o con pocos recursos su empresa pudiera ahorrar energía.  
 No \_\_\_\_ 1-3% \_\_\_\_ 4-6% \_\_\_\_ 7-10% \_\_\_\_  
 No tengo criterios \_\_\_\_\_
  
3. Considera usted que de aplicar medidas de eficiencia energética su empresa pudiera ahorrar energía.  
 No \_\_\_\_ 1-3% \_\_\_\_ 4-6% \_\_\_\_ 7-10% \_\_\_\_ No se \_\_\_\_\_
  
4. Establezca un orden de prioridad a los aspectos siguientes para incrementar la eficiencia energética
  - Mayor exigencia de la dirección.
  - Mayor organización.
  - Mayor control.
  - Mayor capacitación.
  - Mayor atención al hombre.
  - Mayor estimulación.
  - Mayor disciplina tecnológica.
  - Mejorar los hábitos de operación y control.
  - Mejor mantenimiento.
  - Mejor estado técnico.
  
5. Como valora la capacitación en su empresa en aspectos energéticos.  
 Mucha \_\_\_\_ Suficiente \_\_\_\_ Poca \_\_\_\_ Nada \_\_\_\_ No se  
 \_\_\_\_\_

6. Marque el grado de conocimiento que usted tiene sobre:

N o	Aspectos	E	B	R	M	S/C
a)	Operación.					
b)	Mantenimiento.					
c)	Instrumentación					
d)	Índice de consumo y normas.					

e)	Datos generales de equipos y procesos.					
f)	Causas y consecuencias de fallas o interrupciones.					
g)	Magnitudes de pérdidas energéticas.					
h)	Lugares de mayores pérdidas energéticas.					
i)	Causas de pérdidas energéticas.					
j)	Efecto sobre el medio ambiente de la actividad energética.					
k)	Medidas de ahorro energético.					

7. Considera que la actividad energética de su empresa afecta al medio ambiente. Si \_\_\_ No \_\_\_ No se \_\_\_.

A que:

- (a) Atmósfera.
- (b) Suelo.
- (c) Agua.
- (d) Trabajadores.
- (e) Población.
- (f) No se.

8. Como usted valora la Gestión Energético Ambiental de su empresa.  
No se \_\_\_ Excelente \_\_\_ Buena \_\_\_ Regular \_\_\_ Mala \_\_\_

9. Usted se considera capacitado en relación a la afectación del medio ambiente que produce su empresa.

Muy bien \_\_\_ Bien \_\_\_ Regular \_\_\_ Mal \_\_\_  
No se \_\_\_

10. Marque como es el dominio de usted sobre los siguientes términos.

Términos	E	B	R	M	S/C
Medio ambiente					
Contaminación Sonora					
Contaminación Atmosférica					
Efecto invernadero					
Lluvias ácidas					
Energía sustentable					

Eficiencia energética					
Contaminación ambiental					

11. Valore la política de inversiones de la empresa para mejorar la eficiencia energética.

Términos	E	B	R	M	S/C
Política					
Científica					
Tecnológica					
Productiva					
Financiera					

12. Mencione tres áreas que tienen más consumo energético en su empresa.

---



---



---

13. Mencione tres índices de eficiencia que usted controla en su área.

---



---



---

14. Mencione los tres factores que más inciden en la eficiencia energética de su área.

---



---



---

15. Como usted evalúa la disciplina tecnológica de su área en relación con la eficiencia energética.

Excelente \_\_\_\_ Bien \_\_\_\_ Regular \_\_\_\_ Mal \_\_\_\_  
 No tengo criterios \_\_\_\_

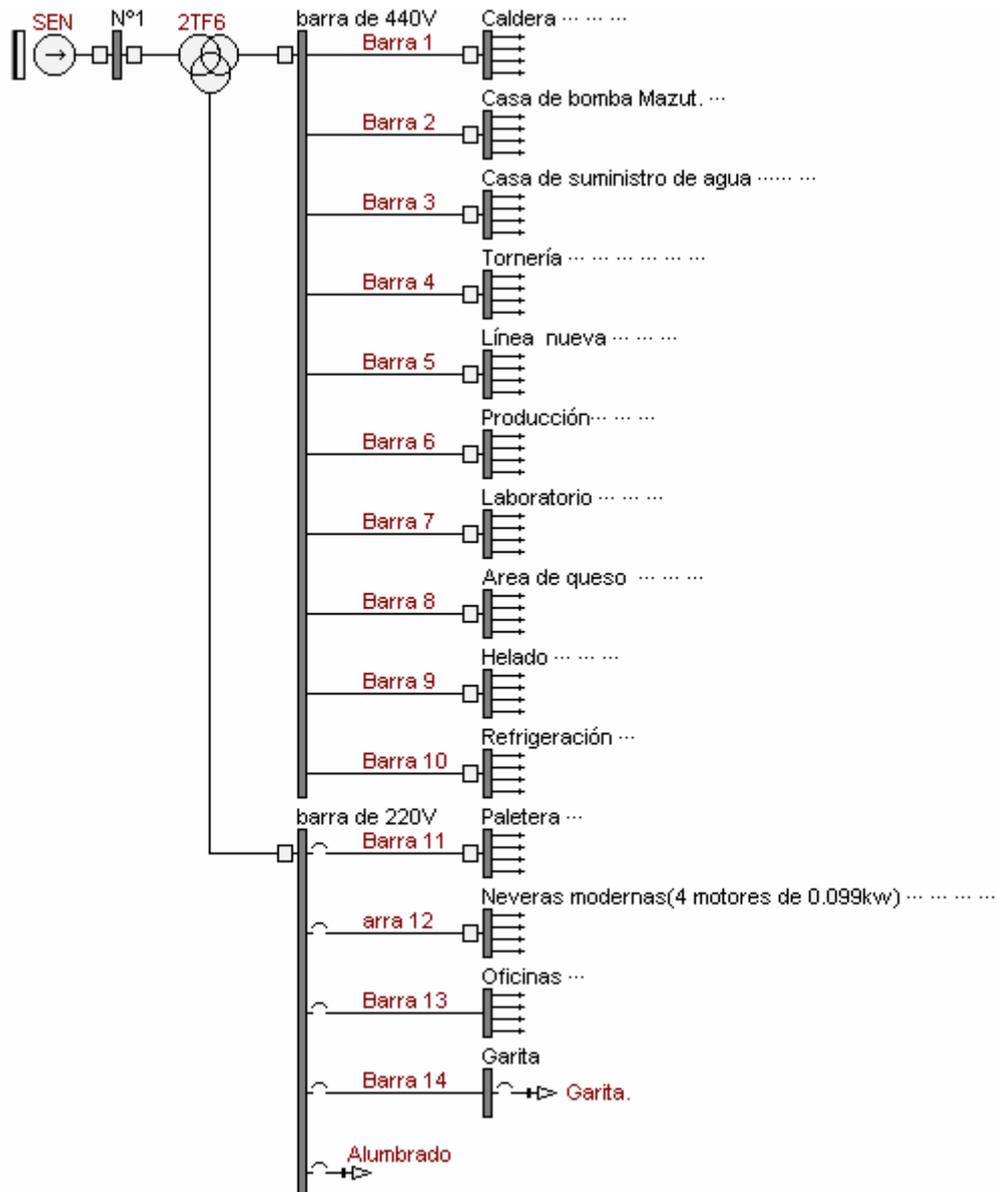
16. Como es la fluctuación laboral en su área.

Alta \_\_\_\_ Media \_\_\_\_ Baja \_\_\_\_ No se \_\_\_\_

17. El personal a su cargo se encuentra calificado para enfrentar la eficiencia energética.

Alta \_\_\_\_ Media \_\_\_\_ Baja \_\_\_\_ No se \_\_\_\_

✦ **Anexo 12: Diagrama monolineal actualizado.**



✦ **Anexo 13: Fotos de las instalaciones y equipos.**



**Área de caldera con la entrada de fuel oil.**



**Casa de bomba Mazut y tanque de fuel oil.**



**Caldera.**



**Ventilador de expulsión de gases de la caldera.**



**Compresor nuevo.**



**Compresor MYCOM.**



**Compresor DAU-50.**



**Compresor AB-100.**



**Bomba de agua de la torre de enfriamiento.**



**Transformador principal.**



**Torre de enfriamiento.**



**Entrada del SEN al transformador principal.**



**Torre de enfriamiento de los compresores.**



**Grupo electrógeno de emergencia.**



**Breaker principal.**



**Compresor de aire.**



**Parte del área de compresores.**



**Difusor de la nevera de yogurt de soya.**



**Trampa de amoníaco.**



**Máquina embolsadora de yogurt de soya.**